รายงานสรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

เสนอ

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

เสนอโดย

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์

(WADE THAI)

บทที่ 1
บทนำ

สารบัญบทที่ 1

1-1 ที่มาและความสำคัญ 1-1

1-1.1 นิยามและคำจำกัดความของ Demand Response 1-2

1-1.2 การดำเนินการ Demand Response แบบอัตโนมัติ 1-4

1-2 โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม 1-5

1-2.1 วัตถุประสงค์ 1-5

1-2.2 ขอบเขตการดำเนินโครงการ 1-6

1-2.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินตามโครงการ 1-6

1-2.4 กิจกรรมภายใต้โครงการสาธิตฯ 1-6

บทที่ 1
บทนำ

1-1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน ผู้ผลิตไฟฟ้าหรือหน่วยงานที่ดูแลกำกับระบบผลิตไฟฟ้าของประเทศ จะมองเห็นผู้ใช้ไฟฟ้าในกลุ่มต่างๆ เพียงแค่ว่า มีสถานะการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างไร ใช้ในปริมาณเท่าไร หรือจะเรียกได้ว่ามีการสื่อสารทางเดียว (One-way Communication) โดยที่ผู้ควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าไม่สามารถสั่งการหรือควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติ หากมีความจำเป็นต้องปรับลดการใช้ไฟฟ้าอย่างกะทันหัน เมื่อเกิดปัญหาขึ้นในระบบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะวิกฤตด้านพลังงานไฟฟ้า นอกจากนี้ จากปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี หากความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) เกิดเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน และสูงขึ้นเกินกว่ากำลังสำรองไฟฟ้าของประเทศที่มีอยู่ จะก่อให้เกิดผลกระทบและความเสียหายต่อระบบในภาครวม ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในความน่าเชื่อถือของระบบในระยะยาว โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรมนี้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างกระจายตัว (Distributed Energy Sources) และเป็นการช่วยลดปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด อันจะนำไปสู่ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นโดยตรงแก่ผู้บริโภครวมไปถึงผู้ผลิตไฟฟ้าอีกด้วย

การตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) สามารถส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟเองจากรูปแบบการใช้ปกติเดิม เพื่อตอบสนองต่อราคาค่าไฟในช่วงเวลาต่างๆ นับเป็นการบริหารการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าสูงสุดให้มีศักยภาพในการลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) อันจะเป็นประโยชน์ต่อประเทศในระยะสั้นและระยะยาว การดำเนินการ Demand Response ได้ก่อให้เกิดวิธีการใหม่ในการสร้างสมดุลระหว่างการผลิตและการบริโภคไฟฟ้า ดังตัวอย่างเช่น การตัดทอนโหลดในระยะสั้นของภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์ในประเทศเยอรมนี โดยปริมาณไฟฟ้าที่ลดลงได้สามารถถูกแทนที่โดยโรงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมซึ่งมีขนาดรวมกันถึง 9 กิกะวัตต์ หรือในประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบ Demand Response ถือเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพิสูจน์และยอมรับว่าสามารถใช้งานได้จริง (Proven Technology) ในการรักษาเสถียรภาพของระบบโครงข่ายไฟฟ้า

ในบทความที่ถูกตีพิมพ์เมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสิ่งแวดล้อม อนุรักษ์ธรรมชาติและความปลอดภัยทางด้านนิวเคลียร์ของเยอรมนี ได้กำหนด 5 เสาหลัก ในการปฏิวัติด้านพลังงานของประเทศเยอรมนี ได้แก่ การผลิตพลังงานที่มีความยืดหยุ่น การขยายโครงข่ายไฟฟ้า การแก้ปัญหาในการจัดเก็บพลังงาน การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และระบบ Demand Response โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 5 เสาหลักพบว่า ระบบ Demand Response จะเป็นการลงทุนที่ให้ผลเร็ว ถูกและสะอาดที่สุด

โดยทั่วไปแล้ว พื้นที่อุตสาหกรรมซึ่งเป็นแหล่งผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ารายใหญ่ของประเทศ นับว่าเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่มีความสำคัญอย่างมาก ในการริเริ่มศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบกริดอัจฉริยะเพื่อการตอบสนองด้านโหลด เพราะจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูงมาก หากสามารถดำเนินการเพื่อลดการใช้พลังงาน หรือเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานของกลุ่มพื้นที่อุตสาหกรรมนี้ได้ ผลลัพธ์นั้น จะนำมาซึ่งศักยภาพการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมที่สูงมาก นอกจากนี้ ด้วยลักษณะโครงสร้างด้านพลังงานพื้นฐานของพื้นที่อุตสาหกรรมที่มักมีแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าเป็นของตัวเอง และ/หรือมีความหลากหลายของแหล่งผลิตพลังงาน ซึ่งนับเป็นข้อดีเชิงเทคนิคที่จะช่วยให้การดำเนินการระบบการตอบสนองด้านโหลดเกิดประโยชน์เพิ่มขึ้นได้อย่างชัดเจน

1-1.1 นิยามและคำจำกัดความของ Demand Response

จากการศึกษาพบว่าคำจำกัดความหรือนิยามของการตอบสนองด้านโหลด หรือที่เรียกกันว่า Demand Response (DR) นั้น มีอยู่หลากหลายและแตกต่างกันออกไป แต่คำจำกัดความที่มักถูกอ้างถึงและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือคำจำกัดความจาก คณะกรรมการกำกับดูแลพลังงานแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (Federal Energy Regulatory Commission: FERC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้นิยาม Demand Response ไว้ดังนี้

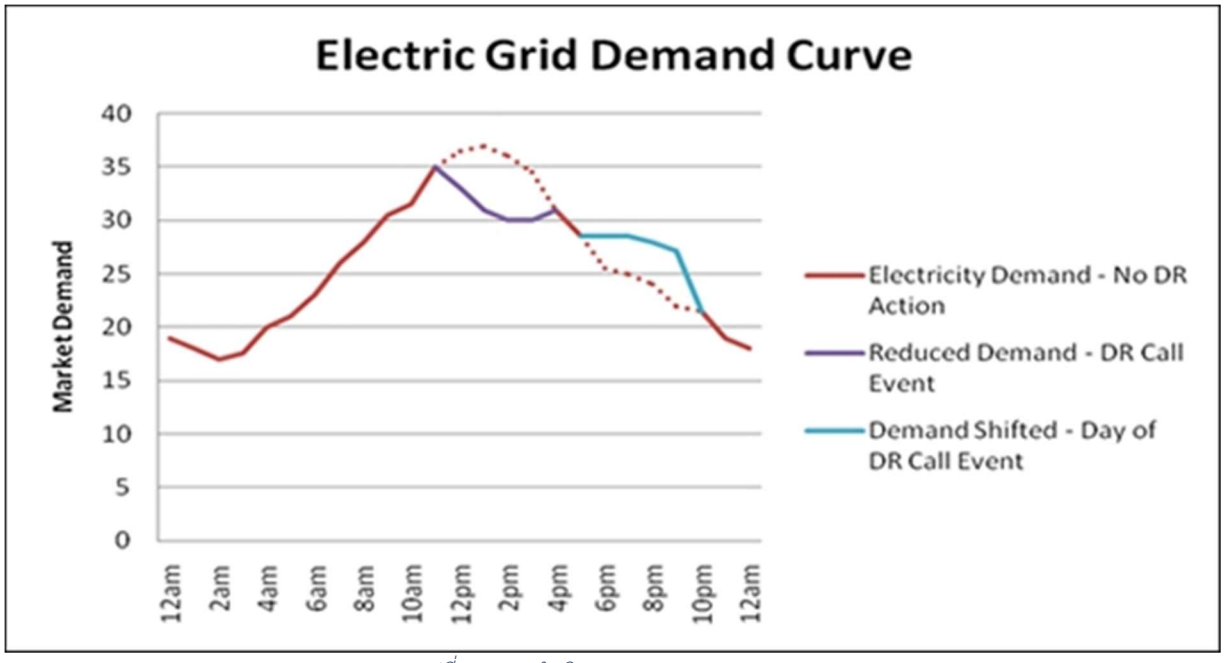
> "Changes in electric usage by demand-side resources from their normal consumption patterns in response to changes in the price of electricity over time, or to incentive payments designed to induce lower electricity use at times of high wholesale market prices or when system reliability is jeopardized."

กล่าวคือ การตอบสนองด้านโหลด หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าจากรูปแบบการบริโภคไฟฟ้าปกติที่เกิดจากด้านอุปสงค์ในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงราคาไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือต่อผลตอบแทนที่ออกแบบมาเพื่อโน้มน้าวให้มีการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ราคาค่าไฟฟ้าสูงหรือในขณะที่ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาวะผิดปกติ

นอกจากนี้แล้วจากส่วนหนึ่งของคำจำกัดความอื่นๆ สามารถสรุปเป็นประเด็นที่น่าสนใจได้ดังนี้

- การตอบสนองด้านโหลดนอกจากจะออกแบบมาเพื่อช่วยลดปริมาณการบริโภคไฟฟ้าแล้ว ยังเป็นการย้ายช่วงเวลาการบริโภคในช่วง On-peak ไปยังช่วง Off-peak อีกด้วย (ดังแสดงในรูปที่ 1-1) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจและรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้บริโภค

- กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองด้านโหลด จะเป็นการดำเนินการโดยสมัครใจจากผู้บริโภคในการปรับเปลี่ยนปริมาณหรือเวลาในการใช้พลังงานไฟฟ้า
- การดำเนินกิจกรรมการตอบสนองด้านโหลด โดยปกติมักจะตอบสนองต่อสัญญาณทางเศรษฐกิจ (Economic Signal) เช่น ราคาพลังงาน หรือแรงจูงใจจากผู้ให้บริการหรือหน่วยงานภาครัฐ รวมทั้งตอบสนองต่อเหตุการณ์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับโครงข่าย (Grid Related Events) เช่น ความผิดปกติในระบบผลิตไฟฟ้า หรือระบบส่งจ่ายไฟฟ้า
- การตอบสนองด้านโหลดอาจเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีอุปทานสูง (High Supply) และ/หรืออุปสงค์ต่ำ (Low Demand) โดยในบางระบบเครือข่ายจะส่งเสริมให้ใช้ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) เพื่อสนับสนุนระบบในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำและมีการผลิตสูง หรือบางช่วงเวลาที่ไฟฟ้ามีราคาสูงและการใช้ไฟฟ้าจาก Energy Storage มีราคาต่ำกว่า
- การตอบสนองด้านโหลดมีทั้งแบบที่ไม่มีการส่งสัญญาณแจ้งไปยังโครงข่าย หรือแบบที่เชื่อมต่อระบบสื่อสารหรือส่งสัญญาณไปยังโครงข่าย ซึ่งจะแตกต่างกันตรงที่วิธีการในการรับส่งสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม Demand Response ระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้า (Consumer) และผู้ผลิตไฟฟ้า (Generator) หรือผู้ดูแลระบบ (System Operator)



รูปที่ 1-1 การดำเนินการ Demand Response

1-1.2 การดำเนินการ Demand Response แบบอัตโนมัติ

การดำเนินการ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automatic Demand Response) คือ กลไกการควบคุมแบบอัตโนมัติในระบบโครงข่ายไฟฟ้า ซึ่งฝั่งของผู้ใช้ไฟฟ้า (Demand Side) จะเป็นฝ่ายตอบสนองหรือปรับตัวให้เข้ากับสภาวะสมดุลของการผลิตและการบริโภคไฟฟ้า รวมทั้งในบางประเทศจะตอบสนองให้เข้ากับสถาวะของโครงข่ายไฟฟ้าในขณะนั้นหรือต่อราคาไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามราคาที่แท้จริง

การบริหารจัดการกับโหลด (Load) แบบดั้งเดิมใช้วิธีจำกัดการใช้ไฟฟ้าสูงสุด โดยการสั่งปลดโหลดออกบางส่วนจากระบบตามข้อตกลงร่วมระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้ากับผู้ควบคุมระบบโครงข่ายไฟฟ้า วัตถุประสงค์ของวิธีการนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า ที่ต้องจัดเตรียมแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำรองเพื่อใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น เมื่อเกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดหรือเมื่อเกิดปัญหาในระบบโครงข่ายไฟฟ้า เป็นต้น

ในขณะที่ระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติใช้วิธีการที่แตกต่างออกไป โดยจะอาศัยประโยชน์จากโหลดที่มีศักยภาพในการปรับลดความต้องการไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ เพื่อช่วยรักษาเสถียรภาพของระบบโครงข่ายไฟฟ้าเมื่อเกิดปัญหาขึ้น ทั้งนี้ขีดจำกัดของการใช้ไฟฟ้าสูงสุดจะถูกเฝ้าสังเกตผ่านระบบประมวลผลแบบทันทีทันใด (Real-time)

1-2 โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม ประกอบไปด้วยขั้นตอนการศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดและกำหนดพื้นที่โรงงานที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิตจำนวนสูงสุดไม่เกิน 2 โรงงาน การกำหนดรายละเอียดออกแบบและติดตั้งระบบ Demand Response เข้ากับอุปกรณ์ในโรงงานไม่เกิน 3 ชนิดอุปกรณ์ต่อโรงงาน พร้อมระบบเชื่อมโยงการสื่อสารโทรคมนาคม การกำหนดรายละเอียด ออกแบบและติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า (Power Meters) การพัฒนาระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตที่สามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง ผ่านการเชื่อมต่อทางอินเตอร์เน็ต การออกแบบระบบการเพิ่มประสิทธิภาพและระบบพยากรณ์ (DR Optimization & Forecasting) การพัฒนารูปแบบธุรกิจ (Business Model) และวางแผนการขยายขีดความสามารถการดำเนินโครงการในอนาคต การสนับสนุนและให้คำปรึกษาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดระยะเวลาโครงการ โดยเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ จะครอบคลุมทั้งด้านผู้ประกอบการ (ได้แก่ อุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าของโหลด (Demand Response Enabling Devices: DRED), อุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Concentrator Unit: DCU) พร้อมทั้ง TCP/IP Gateway มิเตอร์ไฟฟ้า (Power Meter) และด้านระบบสื่อสาร

โดยคาดว่าเมื่อได้ดำเนินตามโครงการแล้วเสร็จ จะสามารถระบุศักยภาพในการลดการใช้พลังงานอันเนื่องมาจากการประยุกต์ใช้ระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรมของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิต และวิเคราะห์ถึงประเด็นที่ควรพิจารณา รวมทั้งข้อจำกัดในด้านต่างๆ จากการดำเนินโครงการสาธิตฯ อันจะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน และกำหนดทิศทางนโยบายในการขยายผลการใช้ระบบ Demand Response ต่อไปในอนาคต

1-2.1 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการดำเนินโครงการสาธิตฯ มีดังต่อไปนี้

- เพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มลูกค้าอุตสาหกรรม ในการระบุสถานะปัจจุบันของการใช้เทคโนโลยี Demand Response ที่เหมาะสมและสามารถนำไปปรับใช้งานได้จริง โดยจะพิจารณาทั้งประเด็นในด้านความน่าเชื่อถือและมูลค่าผลตอบแทน
- เพื่อเพิ่มความสามารถในการขยายผลที่ได้จากการทำโครงการสาธิตไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ ในระดับประเทศ

1-2.2 ขอบเขตการดำเนินโครงการ

ของเขตของการดำเนินโครงการสาธิตฯ มีดังต่อไปนี้

- ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดและกำหนดพื้นที่โรงงานที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิต จำนวนสูงสุดไม่เกิน 2 โรงงาน
- กำหนดรายละเอียด ออกแบบและติดตั้งระบบ Demand Response เข้ากับอุปกรณ์ในโรงงานไม่เกิน 3 ชนิดอุปกรณ์ต่อโรงงาน พร้อมระบบเชื่อมโยงการสื่อสารโทรคมนาคม
- กำหนดรายละเอียด ออกแบบและติดตั้งมิเตอร์อัจฉริยะ (Smart Meters)
- พัฒนาระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตที่สามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง ผ่านการเชื่อมต่อทางอินเตอร์เน็ต
- ออกแบบระบบการเพิ่มประสิทธิภาพและระบบพยากรณ์ (DR Optimization & Forecasting)
- พัฒนารูปแบบธุรกิจ (Business Model) และวางแผนการขยายขีดความสามารถการดำเนินโครงการในอนาคต
- สนับสนุนและให้คำปรึกษาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดระยะเวลาโครงการ

1-2.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินตามโครงการ

- ศักยภาพในการลดการใช้พลังงานอันเนื่องมาจากการประยุกต์ใช้ระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรมของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิต
- ประเด็นที่ควรพิจารณา รวมทั้งข้อจำกัดในด้านต่างๆ จากการดำเนินโครงการสาธิตฯ อันจะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน และกำหนดทิศทางนโยบายในการขยายผลการใช้ระบบ Demand Response ต่อไปในอนาคต

1-2.4 กิจกรรมภายใต้โครงการสาธิตฯ

การดำเนินโครงการสาธิตฯ นั้นประกอบไปด้วยทั้งหมด 6 กิจกรรมหลัก ดังแสดงในตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ภายใต้โครงการสาธิตฯ

กิจกรรม	รายละเอียด
กิจกรรมที่ 1	**ประเมินและสรุปแนวทางการจัดทำรายงานศึกษาเบื้องต้น**
กิจกรรมที่ 2	**การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ**
กิจกรรมที่ 2.1	จัดสัมมนาเพื่อเปิดตัวโครงการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก

กิจกรรม	รายละเอียด
กิจกรรมที่ 2.2	กำหนดคุณสมบัติของโรงงานที่มีความเหมาะสมเป็นโรงงานสาธิต และดำเนินการคัดเลือกเบื้องต้นเพื่อนำเสนอสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
กิจกรรมที่ 2.3	ร่วมกับผู้แทนสนพ. ดำเนินการคัดเลือกโรงงานที่มีความพร้อมและความเหมาะสม จำนวน 2 โรงงาน เพื่อเป็นตัวแทนเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
กิจกรรมที่ 3	**การคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการสาธิตฯ**
กิจกรรมที่ 3.1	สำรวจวิเคราะห์และประเมินโรงงานจำนวน 2 โรง ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกโดยละเอียด เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบ
กิจกรรมที่ 3.2	วิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิค เพื่อคัดสรรเทคโนโลยีและกำหนดคุณสมบัติของระบบที่เหมาะสมต่อโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
กิจกรรมที่ 3.3	จัดหาระบบ Demand Response ในโรงงานสาธิต
กิจกรรมที่ 4	**การติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบ**
กิจกรรมที่ 4.1	ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องจักรของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
กิจกรรมที่ 4.2	ทดสอบระบบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเข้ากันได้ของอุปกรณ์
กิจกรรมที่ 5	**การตรวจวัด วิเคราะห์และติดตามผลของระบบ Demand Response**
กิจกรรมที่ 5.1	ตรวจวัดและติดตามผลจากการติดตั้งระบบ Demand Response ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
กิจกรรมที่ 5.2	วิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจวัด พร้อมทั้งปรับปรุงค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมต่อสภาพการใช้งานจริงที่เกิดขึ้นภายหลังจากการติดตั้งระบบ
กิจกรรมที่ 6	**การนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย**
กิจกรรมที่ 6.1	จัดทำสรุปผลการดำเนินงานของโครงการสาธิตฯ
กิจกรรมที่ 6.2	จัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้เกี่ยวข้อง

บทที่ 2
การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

สารบัญบทที่ 2

2-1 หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี 2-1

2-2 การพิจารณาคัดเลือกโรงงานเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ 2-3

2-3 สรุปผลการพิจารณาคัดเลือกโรงงานสาธิต 2-39

2-4 การสำรวจวิเคราะห์โรงงานที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก 2-41

2-4.1 การคัดเลือกโหลดของระบบไฟฟ้าโรงงาน KUMI 2-41

4.1.1-2 ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน 2-44

4.1.2-2 ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน 2-46

2-4.1.3 ระบบพัดลมระบายอากาศ 2-48

2-4.2 การคัดเลือกโหลดของระบบไฟฟ้าในโรงงาน TMC 2-51

2-4.2.1 ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด 2-53

2-4.2.2 ระบบพัดลมระบายอากาศ 2-55

2-4.2.3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่ 2-56

ภาคผนวก 2ก: รูปภาพประกอบการประชุมและการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงานเบื้องต้น 2-60

ภาคผนวก 2ข: เอกสารประกอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โรงงาน (บางส่วน) 2-72

ภาคผนวก 2ค: หนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานในโครงการสาธิตฯ 2-79

ภาคผนวก: 2ง: รูปภาพประกอบการสำรวจโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ 2-82

บทที่ 2
การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

2-1 หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี

โดยทั่วไปแล้ว พื้นที่อุตสาหกรรมซึ่งเป็นแหล่งผู้ใช้พลังงานไฟฟ้ารายใหญ่ของประเทศ นับว่าเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่สูงมาก หากสามารถดำเนินการเพื่อลดการใช้พลังงานหรือเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้พลังงานของกลุ่มพื้นที่อุตสาหกรรมนี้ได้ ผลลัพธ์นั้น จะนำมาซึ่งศักยภาพการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมที่สูงมาก

ในการคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมเป็นตัวแทนในโครงการสาธิตฯ จำเป็นต้องมีการกำหนดหลักเกณฑ์และคุณสมบัติของโรงงานที่เข้าข่ายและมีความเหมาะสม เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนของการออกแบบและติดตั้งระบบในลำดับถัดไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของการเดินเครื่องในโรงงานนั้นๆ ว่ามีเครื่องจักร/อุปกรณ์ หรือกระบวนการตรงจุดไหนบ้าง ที่สามารถปรับหรือลดภาระโหลดลงได้ตามความต้องการใช้งาน อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกจะพิจารณาจากโรงงานที่อยู่ในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมเป็นลำดับต้นๆ โดยเฉพาะพื้นที่เขตอุตสาหกรรมที่มีโรงไฟฟ้าอยู่ในบริเวณนิคมหรือใกล้เคียง ทั้งนี้เพื่อให้การออกแบบระบบ Demand Response นั้น ครอบคลุมทั้งห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ผู้ผลิต จำหน่ายและผู้ใช้ไฟฟ้า นั่นเอง

ที่ปรึกษาได้ทำการศึกษาความต้องการเชิงเทคนิคพื้นฐานและปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินโครงการ Demand Response และได้กำหนดหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมีของโรงงานที่มีความเหมาะสมต่อการเป็นโรงงานสาธิตไว้ดังนี้

ตารางที่ 2-1 หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมีของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

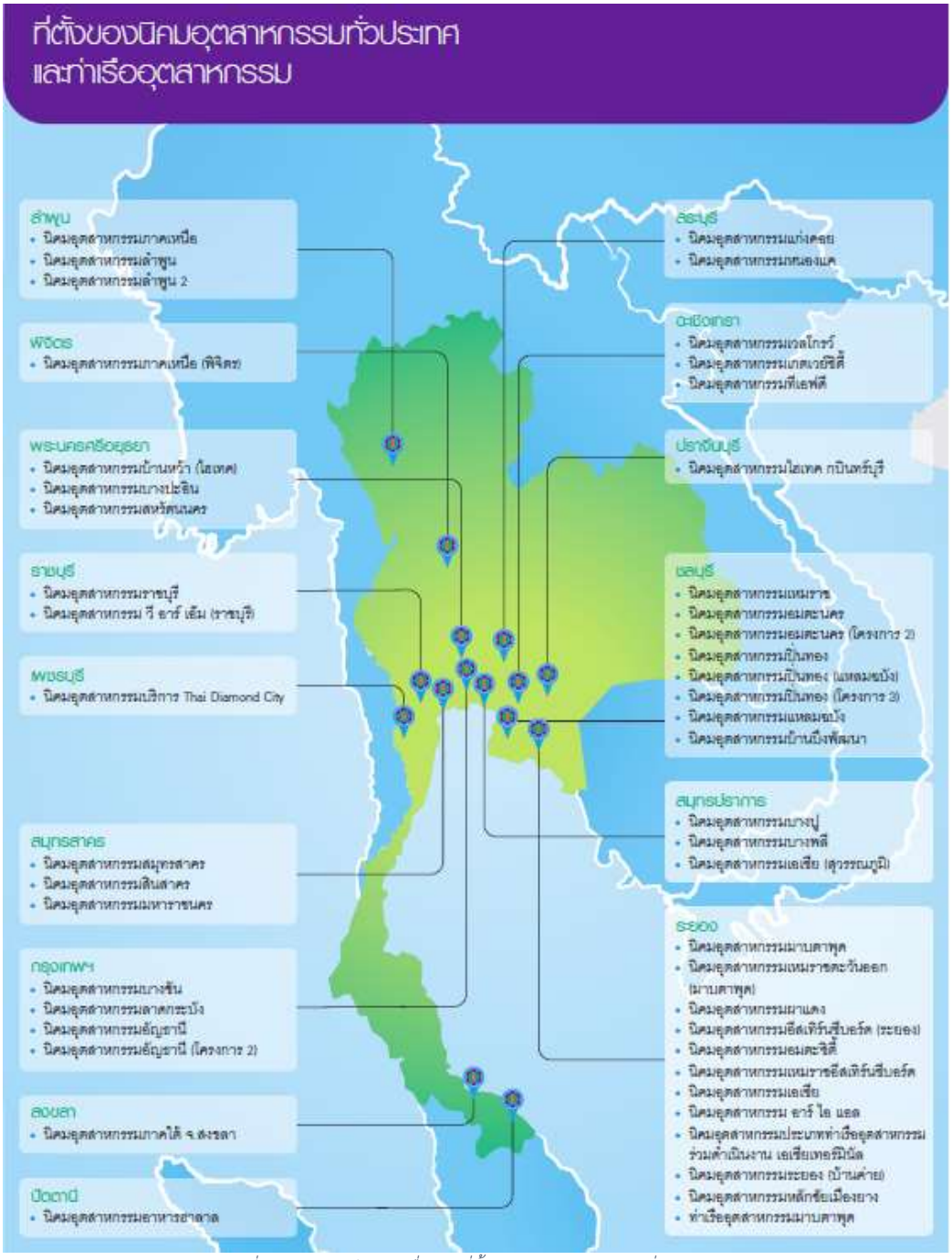
หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	หลักการ / เหตุผล
มีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า	เพื่อให้มั่นใจถึงศักยภาพของการดำเนินการ Demand Response โรงงานสาธิตควรมีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	หลักการ / เหตุผล
มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automated Demand Response) และ/หรือแบบสั่งการเอง (Manual Demand Response)	นอกเหนือจากระบบ Demand Response แบบสั่งการเอง (Manual Demand Response) ซึ่งสามารถดำเนินการได้แม้แต่ในโรงงานที่มีความทันสมัยน้อยนั้น หากโรงงานสาธิตมีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automated Demand Response) ด้วย นับเป็นการเพิ่มประโยชน์ที่จะได้รับจากการดำเนินการ Demand Response
มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในโรงงานเอง และ/หรือมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม	แนวความคิดการดำเนินการ Demand Response เพื่อตอบโจทย์ความไม่สมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานการใช้ไฟฟ้านั้น สามารถดำเนินการได้ทั้งในกรณีที่ต้องการปรับลดความต้องการไฟฟ้า รวมถึงกรณีที่ต้องการปรับเพิ่มความต้องการไฟฟ้า หากในขณะนั้นมีกำลังผลิตไฟฟ้าสูงกว่าความต้องการไฟฟ้า ดังนั้น หากโรงงานสาธิต มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในโรงงานเอง และ/หรือมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรมตัวแทน จะนับเป็นข้อดีเชิงเทคนิคที่ช่วยให้การดำเนินการ Demand Response เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้นได้
มีลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Load Profile) คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศไทย (ถ้าเป็นไปได้)	หากโรงงานสาธิตมีลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Load Profile) ที่คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศไทย นับเป็นการเพิ่มประโยชน์ที่จะได้รับจากการดำเนินการ Demand Response
มีความเป็นไปได้ในการนำผลสำเร็จจากการทำโครงการสาธิตไปเผยแพร่และ/หรือขยายผลไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ ในระดับประเทศ	หากสามารถนำเทคโนโลยีในโรงงานสาธิตฯ และ/หรือผลสำเร็จ ไปใช้ในโรงงานอื่นได้อย่างแพร่หลายหรือขยายผลได้ นับเป็นการช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดในภาพรวมของประเทศ

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	หลักการ / เหตุผล
มีความสมัครใจและได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน	ความสมัครใจและการสนับสนุนนับเป็นปัจจัยสู่ความสำเร็จที่สำคัญ เพราะหากขาดซึ่งการสนันสนุนและความร่วมมือจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงานแล้วอาจนับเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการศึกษาได้

2-2 การพิจารณาคัดเลือกโรงงานเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

ในขั้นตอนแรก ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลทั่วไปเบื้องต้นและข้อมูลระบบไฟฟ้าในของนิคมอุตสาหกรรมในประเทศไทย ทั้งภายใต้การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และนิคมอุตสาหกรรมร่วมดำเนินงานทั้งหมด เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาคัดกรองในเบื้องต้น



รูปที่ 2-1 รายละเอียดรายชื่อและที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมทั่วประเทศ[1]

[1] รายงานประจำปี 2556 การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2-2 ข้อมูลทั่วไปเบื้องต้นและข้อมูลระบบไฟฟ้าในของนิคมอุตสาหกรรมในประเทศไทย[2]

รายชื่อนิคมอุตสาหกรรม	ปีที่ก่อตั้ง	จำนวนผู้ประกอบการ (ราย)	จังหวัด	พื้นที่โครงการ	ระบบไฟฟ้า	หมายเหตุ
นิคมอุตสาหกรรม ที เอฟ ดี	2550	17	ฉะเชิงเทรา	500 ไร่	-	
นิคมอุตสาหกรรมบริการไทยไดมอนด์ซิตี้	2553	-	เพชรบุรี	27,963 ไร่ 1 งาน 92.20 ตารางวา	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมบางชัน	2515	94	กรุงเทพมหานคร	677 ไร่ 68 งาน 10 ตารางวา	- สถานีไฟฟ้าย่อยบางชัน การไฟฟ้านครหลวงเขตมีนบุรี - แรงดันไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน	2532	94	พระนครศรีอยุธยา	1,962 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - ความสามารถในการจ่ายไฟฟ้า 2 X 40 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมบางปู	2520	480	สมุทรปราการ	5,472 - 2 - 68 ไร่	- ไฟฟ้าแรงสูงขนาด 24 กิโลโวลต์ ดำเนินการโดย การไฟฟ้านครหลวง - 40 กิโลโวลต์ – แอมแปร์ / ไร่ สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม	
นิคมอุตสาหกรรมบางปูเหนือ	2556	-	กรุงเทพมหานคร	-	-	
นิคมอุตสาหกรรมบางพลี	2532	145	สมุทรปราการ	1,004 ไร่	- การไฟฟ้านครหลวง - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 120 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมบ้านบึง	2554	-	ชลบุรี	1,739 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	

[2] http://www.ieat.go.th/ieat/index.php/th/investments/about-industrial-estates/industrial-estates-in-thailand-2

รายชื่อนิคมอุตสาหกรรม	ปีที่ก่อตั้ง	จำนวนผู้ประกอบการ (ราย)	จังหวัด	พื้นที่โครงการ	ระบบไฟฟ้า	หมายเหตุ
นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า(ไฮเทค)	2532	148	พระนครศรีอยุธยา	2,379 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 2 x 40 เมกกะโวลต์-แอมแปร์	
นิคมอุตสาหกรรมประเภทท่าเรือเอเชียเทอร์มินัล	2554	-	ระยอง		-	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง	2538	171	ชลบุรี	633 ไร่	- สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ 10 เมกกะโวลต์-แอมแปร์	
นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (แหลมฉบัง)	2548	92	ชลบุรี	-	-	
นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง (โครงการ 3)	2551	47	ชลบุรี	1,561 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง โครงการ 4 ชลบุรี	2557	-	ชลบุรี	653 ไร่ 3 งาน 93 ตารางวา	-	
นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง โครงการ 5 ชลบุรี	2557	-	ชลบุรี	1,472 ไร่	-	
นิคมอุตสาหกรรมผาแดง	2537	4	ระยอง	540 ไร่	- สนับสนุนโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จังหวัดระยอง - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมพิจิตร	2541	5	พิจิตร	1,235 ไร่	- สถานีไฟฟ้าย่อย 2 แห่ง - ปริมาณไฟฟ้า 40 เมกะโวลต์ / 1 สถานี ให้บริการได้ไม่ต่ำกว่า 40 กิโลโวลต์- แอมแปร์ / ไร่	
นิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ	2526	83	ลำพูน	1,788 ไร่	- เป็นระบบไฟฟ้าแรงสูง 3 เฟส ปริมาณไฟฟ้า 60 เมกะวัตต์ แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลวัตต์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการ	
นิคมอุตสาหกรรมภาคใต้ จ.สงขลา	2538	22	สงขลา	2,247 ไร่	- ไฟฟ้าขนาด 2x50 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 33 กิโลโวลต์ - ความสามารถจ่ายไฟ 50 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ หรือ 60 กิโลโวลต์-แอมแปร์/ไร่	
นิคมอุตสาหกรรมมหาราชนคร	2550	-	สมุทรสาคร	140 ไร่	- ไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าย่อยสมุทรสาครมีความสามารถในการรองรับพื้นที่อุตสาหกรรม	

รายชื่อนิคมอุตสาหกรรม	ปีที่ก่อตั้ง	จำนวนผู้ประกอบการ (ราย)	จังหวัด	พื้นที่โครงการ	ระบบไฟฟ้า	หมายเหตุ
นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด	2532	80	ระยอง	6,949 ไร่	- รับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 115 KVA และ 22 KVA - กำลังการผลิตรวม 1,545 MW ปัจจุบันจ่าย 245 MW	
นิคมอุตสาหกรรมยามาโตะ อินดรัสทรีส์ ชลบุรี	2557	-	ชลบุรี	700 ไร่	-	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมระยอง (บ้านค่าย)	2554	-	ระยอง	2,200 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - กำลังการผลิต 115 kV	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมราชบุรี	2541	27	ราชบุรี	1,430 ไร่	- แรงดันไฟฟ้า 115/22 กิโลโวลต์ - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 80 เมกกะโวลต์-แอมแปร์	
นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง	2521	245	กรุงเทพมหานคร	2,559 ไร่	- การไฟฟ้านครหลวง(สำนักงานไฟฟ้ามีนบุรี) มีสถานีไฟฟ้าย่อย 2 สถานี - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 180 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมลำพูน	-	-	ลำพูน	781 ไร่	- เป็นระบบไฟฟ้าแรงสูง 3 เฟส ปริมาณไฟฟ้า 2x50 เมกะวัตต์ แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลวัตต์ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการ	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมลำพูน 2	2555	-	ลำพูน	370 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมวี.อาร์.เอ็ม.	2550	-	ราชบุรี	1,216.64 ไร่	-	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมสมุทรสาคร	2533	116	สมุทรสาคร	1,456 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - แรงดันไฟฟ้าขนาด 115 / 22 กิโลโวลต์	

รายชื่อนิคมอุตสาหกรรม	ปีที่ก่อตั้ง	จำนวนผู้ประกอบการ (ราย)	จังหวัด	พื้นที่โครงการ	ระบบไฟฟ้า	หมายเหตุ
นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร	2537	-	พระนครศรีอยุธยา	2,050 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - ความสามารถจ่ายไฟฟ้าขนาด 80 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมสินสาคร	-	67	สมุทรสาคร	840 ไร่	- ความต้องการไฟฟ้า 50 กิโลโวลต์ - แอมแปร์ / ไร่	
นิคมอุตสาหกรรมหนองแค	2533	28	สระบุรี	2,042 ไร่	- จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต - มีสถานีไฟฟ้าย่อยขนาด 115 KV/22 KV ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตตั้งอยู่ในนิคมฯ สามารถรองรับการใช้ไฟฟ้า 80 เมกกะโวลต์-แอมแปร์	
นิคมอุตสาหกรรมหลักชัยเมืองยาง	2554	-	ระยอง	2,211 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดระยอง เชื่อมต่อมายังสถานีไฟฟ้าย่อยภายในพื้นที่โครงการ ส่งและจำหน่ายระบบไฟฟ้าแรงดัน 115/22 kv	
นิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้	2549	327	ชลบุรี และระยอง	8,634 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอปลวกแดง - มีสถานีไฟฟ้าย่อย ขนาด 100 เมกกะวัตต์ - มีระบบสายส่ง 115 กิโลโวลต์ และ 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร	2532	996	ชลบุรี	15,567 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร (โครงการ 2)	2553	-	ชลบุรี	8,226 ไร่ 3 งาน 84 ตารางวา	- ให้บริการโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - จัดตั้งสถานีไฟฟ้าย่อยในพื้นที่โครงการ	
นิคมอุตสาหกรรมอัญธานี	2536	-	กรุงเทพมหานคร	148 ไร่	- สถานีย่อยกิ่งแก้ว - แรงดันไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมอัญธานี (โครงการ 2)	2551	-	กรุงเทพมหานคร	330 ไร่	-	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมอาร์ ไอ แอล	2532	12	ระยอง	1,692 ไร่	-	
นิคมอุตสาหกรรมอาหารฮาลาล	2551	-	ปัตตานี	933 ไร่	- สถานีไฟฟ้าระบบ 115/33 กิโลโวลต์ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 ยะลา)	

รายชื่อนิคมอุตสาหกรรม	ปีที่ก่อตั้ง	จำนวนผู้ประกอบการ (ราย)	จังหวัด	พื้นที่โครงการ	ระบบไฟฟ้า	หมายเหตุ
นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด(ระยอง)	2539	370	ระยอง	8,984 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - แรงดันไฟฟ้า 115/22 กิโลโวลต์ - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 1,000 เมกกะโวลต์-แอมแปร์	
นิคมอุตสาหกรรมอุดรธานี	2557	-	อุดรธานี	2,213 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดอุดรธานี	
นิคมอุตสาหกรรมเกตเวย์ซิตี้	2533	110	ฉะเชิงเทรา	5,153 ไร่	- สถานีไฟฟ้าย่อยขนาด 150 เมกกะวัตต์ - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์	2532	170	ฉะเชิงเทรา	3,508 ไร่	- ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 200 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์ 400/230 โวลต์ และ 115 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชชลบุรี	2532	78	ชลบุรี	3,482 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 80 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 115/22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชชลบุรี (โครงการ 2)	2556	-	ชลบุรี	3,867 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 80 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 115/22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชตะวันออก (มาบตาพุด)	2532	62	ระยอง	3,546 ไร่	- มีโรงงานไฟฟ้ากำลังผลิตขนาด 50 เมกกะวัตต์ - แรงดันไฟฟ้า 115/22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชระยอง 36 ระยอง	2557	-	ระยอง	1,232 ไร่	-	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด	2542	-	ระยอง	8,003 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - แรงดันไฟฟ้า 115/22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด แห่งที่ 2 ชลบุรี	2557	-	ระยอง	3,160 ไร่	-	อยู่ระหว่างการพัฒนา

รายชื่อนิคมอุตสาหกรรม	ปีที่ก่อตั้ง	จำนวนผู้ประกอบการ (ราย)	จังหวัด	พื้นที่โครงการ	ระบบไฟฟ้า	หมายเหตุ
นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด แห่งที่ 3 ชลบุรี	2557	-	ระยอง	2,202 ไร่	-	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมเอเชีย	2544	-	ระยอง	3,220 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และบริษัทโกลล์ เอสพีพี 3 จำกัด - มีโรงงานไฟฟ้า กำลังการผลิตขนาด 130 เมกกะวัตต์ - สามารถจ่ายไฟฟ้าได้โดยเฉลี่ย 50 กิโลวัตต์/ไร่	
นิคมอุตสาหกรรมเอเชีย (สุวรรณภูมิ)	2551	-	สมุทรปราการ	3,700 ไร่	- การไฟฟ้านครหลวง	อยู่ระหว่างการพัฒนา
นิคมอุตสาหกรรมแก่งคอย	2533	2	สระบุรี	579.29 ไร่	- ความสามารถจ่ายไฟฟ้า 50 เมกกะโวลต์-แอมแปร์ - แรงดันไฟฟ้า 22 กิโลโวลต์	
นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง	2525	217	ชลบุรี	3,556 ไร่	- สถานีไฟฟ้าย่อย 2x40 เมกกะโวลต์ แอมแปร์ - โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า พลังงานไอน้ำ ขนาด 100 กิโลโวลต์ ดำเนินงานโดยเอกชน	
นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค กบินทร์	2556	-	ปราจีนบุรี	1,075 ไร่	- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - กำลังการผลิต 40,000 กิโลโวลท์-แอมแปร์ - ความสามารถจ่ายไฟ 60 กิโลโวลท์-แอมแปร์ ต่อไร่	

จากรายชื่อนิคมอุตสาหกรรมทั้งหมดในประเทศไทย ที่ปรึกษาได้ทำการประเมินในเบื้องต้นโดยอ้างอิงจากข้อมูลทั่วไป เช่น ปีที่ก่อตั้ง จำนวนผู้ประกอบการ จังหวัด ขนาดพื้นที่โครงการ และข้อมูลระบบไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรมในประเทศไทย เพื่อเข้าสู่การพิจารณาคัดเลือกนิคมอุตสาหกรรมและคัดกรองโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมที่เหมาะสมในขั้นตอนถัดไป

โดยที่ปรึกษาได้ขอความอนุเคราะห์เข้าพบผู้แทนจากการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อขอข้อเสนอแนะในการคัดกรองอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ มีความเป็นไปได้ และมีความเหมาะสม ซึ่งโดยหลัก ควรเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง และหากเป็นไปได้ ควรเป็นโรงงานหรืออุตสาหกรรมที่มีความทันสมัย มีอุปกรณ์เครื่องจักรที่สามารถควบคุมได้อย่างอัตโนมัติ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากการติดตั้งระบบ Demand Response สาธิต โดยจากการปรึกษาหารือกับผู้แทนการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และรายชื่อโรงงานแนะนำจากผู้อำนวยการสำนักงานนิคมอุตสาหกรรม ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) และนิคมอุตสาหกรรมหนองแค สามารถระบุรายชื่อโรงงานที่น่าสนใจ เพื่อดำเนินการประสานงานในลำดับต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรมที่ผ่านการคัดกรองในเบื้องต้น

ชื่อผู้ประกอบอุตสาหกรรม		ชื่อภาษาอังกฤษ	ประกอบอุตสาหกรรม
นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร (ผอ. ปนัดดา รุ่งเรืองศรี)			
1	บริษัท ไอซิน ทาคาโอก้า ฟาวน์ดริ บางปะกง จำกัด	Aisin Takaoka Foundry Bangpakong Co., Ltd.	หล่อเหล็กรูปพรรณ (CAST IRON PRODUCTS) และ ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้กับท่อไอเสียรถยนต์(ชุดท่อรวมไอเสีย) เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ทุกชนิด และซื้อมาขายไปสำหรับชิ้นส่วนอุปกรณ์ดังกล่าว
2	บริษัท ออโต้ ซีเอส เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	Auto CS Engineering Co., Ltd.	ผลิตอุปกรณ์จับยึด (JIG) และเครื่องจักรใช้สำหรับประกอบรถยนต์
3	บริษัท ซีแอลเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	C.L. Engineering Co., Ltd.	ปั๊มโลหะ และผลิตชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วนยานยนต์ และชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์
4	บริษัท ไดกิ อลูมิเนียม อินดัสทรี (ประเทศไทย) จำกัด	Daiki Aluminium Industries (Thailand) Co., ltd.	ผลิต ALUMINIUM ALLOY และถลุงตะกรันจากการหลอมอลูมิเนียม (ALUMINIUM DROSS)
5	บริษัท ฮันวา สตีล เซอร์วิส (ประเทศไทย) จำกัด	Hanwa Steel Service (Thailand) Co., Ltd.	แปรรูปโลหะแผ่น (Steel Sheet Processing)
6	บริษัท เฮงเค็ล (ประเทศไทย) จำกัด	Henkel (Thailand) Ltd.	ผลิตเคมีภัณฑ์ เช่น สารทำความสะอาดโลหะ สารยึดแน่นหรือกาวและผงซักฟอก
7	บริษัท อินเตอร์เฟซฟลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	Interfaceflor (Thailand) Co., Ltd.	ผลิตพรม และจัดทำส่วนประกอบรองพรมสำหรับปูพรม
8	บริษัท โพสโค (ประเทศไทย) จำกัด	Posco (Thailand) Co., Ltd.	ผลิตสแตนเลสรีดเย็น
9	บริษัท สยามไฮเทคสตีลเซ็นเตอร์ จำกัด	Siam Hi - Tech Steel Center Co., Ltd.	ตัดเหล็กและซอยเหล็ก
10	บริษัท ซูมิโตโม อีเล็คตริก ซินเตอร์ด คอมโพเน้นท์ส (ประเทศไทย) จำกัด	Sumitomo Electric Sintered Components (Thailand) Co., Ltd.	ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จักรยานยนต์ และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จากผงโลหะขึ้นรูป (Sintered Metal Products)

ชื่อผู้ประกอบอุตสาหกรรม		ชื่อภาษาอังกฤษ	ประกอบอุตสาหกรรม
11	บริษัท ซิสเต็ม อัพเกรด โซลูชั่น บีเคเค จำกัด	System Upgrade Solution Bkk Co., Ltd.	ผลิตชิ้นส่วนพลาสติก และชิ้นส่วนโลหะ (โครงอลูมิเนียม Organic Automation System)
12	บริษัท ทาเคเบะ (ไทยแลนด์) จำกัด	TAKEBE (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตและประกอบอะไหล่ ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์
นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) (ผอ. ลักขณา เมี้ยนกำเนิด)			
1	บริษัท เกทส์ ยูนิทตะ (ประเทศไทย) จำกัด	GATES UNITTA (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตสายพานสำหรับยานยนต์ (AUTOMOTIVE RUBBER BELT)
2	บริษัท แกรนด์ เทค พรีซิชั่น แมนนูแฟคเตอริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด	GRAND TECH PRECISION MANUFACTURING (THAILAND) CORPORATION LIMITED	ผลิตและแปรรูปท่อเหล็กกล้า (PRECISION COLD DRAW CARBON STEEL TUBE)
3	บริษัท โกลบอล อีโค-แคน สต็อค (ประเทศไทย) จำกัด	GLOBAL ECO-CAN STOCK (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตแผ่นพลาสติกสำหรับเคลือบบรรจุภัณฑ์อลูมิเนียม
4	บริษัท คาทูน นาที (ไทยแลนด์) จำกัด	KATOEN NATIE (THAILAND) LIMITED	Warehousing, Logistics Storage and Handlingแบ่งบรรจุสินค้าทั่วไป
5	บริษัท คิริว (ประเทศไทย) จำกัด	KIRIU (THAILAND) CO., LTD.	ผลิตชิ้นส่วนโลหะ (โดยมีการหลอมเหล็กประมาณ 8.5 ตัน/ชม. หรือ 204 ตัน/วัน)
6	บริษัท เค. ดับบลิว. เม็ททัล เวิร์ค จำกัด	K.W. METAL WORK CO.,LTD.	ผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์สำหรับงานอุตสาหกรรมและการเกษตร

ชื่อผู้ประกอบอุตสาหกรรม		ชื่อภาษาอังกฤษ	ประกอบอุตสาหกรรม
7	บริษัท เคดีเอซี (ประเทศไทย) จำกัด	KDAC (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตและประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับเครื่องยนต์และรถยนต์ [ชุดระบบปรับอากาศถ่ายเทความร้อน (Heating Ventitation Air Condition Module), เครื่องอัดอากาศ (Compressor), เพลาขับ (Half Shaft), ระบบบังคับเลี้ยว (Steering Column), ชุดหม้อน้ำพร้อมพัดลมระบายความร้อนหม้อน้ำ (Radiator Fan Module), อินเตอร์คูลเลอร์ (Chage Air Cooler) และสินค้ากึ่งสำเร็จรูป (Bracket Radiator)]
8	บริษัท จอห์นสัน คอนโทรลส์ แอนด์ ซัมมิท อินทีเรียส์ จำกัด	JOHNSON CONTROLS & SUMMIT INTERIORS LTD.	ผลิตและประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับยานยนต์ และซื้อมาขายไปและแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับยานยนต์
9	บริษัท ชิน สตีล (ประเทศไทย) จำกัด	SHIN STEEL (THAILAND) CO.,LTD.	ตัดและแปรรูปโลหะ
10	บริษัท แซดเอฟ เลมฟอร์เดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด	ZF LEMFORDER (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตและประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับรถยนต์
11	บริษัท ดานิลี่ จำกัด	Danieli Far East	ผลิตและประกอบ Hydraulic and Automation Machineries For High Tech Steel Industry
12	บริษัท นิปปอน สตีล แอนด์ ซูมิคิน เวลดิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด	NIPPON STEEL & SUMIKIN WELDING (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตลวดเชื่อม (Welding Wire)
13	บริษัท บ๊อช แชสซิส ซิสเต็มส์ (ประเทศไทย) จำกัด	Bosch Chassis Systems (Thailand) Limited	ผลิตและประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์รถยนต์ (Brake Caliper and Park Brake)
14	บริษัท บีเอเอสเอฟ (ไทย) จำกัด	BASF (THAI) LIMITED	ผลิต SODIUM POLYACRYLATE (SUPER ABSORBENT POLYMER (SAP))

ชื่อผู้ประกอบอุตสาหกรรม		ชื่อภาษาอังกฤษ	ประกอบอุตสาหกรรม
15	บริษัท แม็กซิส อินเตอร์เนชั่นแนล (ประเทศไทย) จำกัด	MAXXIS INTERNATIONAL (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตยางรถยนต์และยางทุกประเภทที่ใช้สำหรับยานพาหนะและอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง
16	บริษัท แวร์เทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	WEAR EK INTERNATIONAL CORPORATION	ผลิตแผ่นเหล็กทนสึก (Composite Wear Plate) โดยใช้เครื่องเชื่อมโลหะ (Welding Machine)
นิคมอุตสาหกรรมหนองแค (ผอ. เริงฤทธิ์ กุศลกรรมบถ)			
1	บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด	KUMI (THAILAND) CO.,LTD.	ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และยาง
2	บริษัท เจ็ท โซลิค ไทย จำกัด	JET SOLID THAI CO.,LTD.	ผลิตและจำหน่ายชิ้นส่วน อะไหล่ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ที่เป็นพลาสติกขึ้นรูป รวมถึงแม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก
3	บริษัท เน็กซ์ แคน อินโนเวชั่น จำกัด	NEXT CAN INNOVATION CO., LTD.	ผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุที่ทำจากโลหะ
4	บริษัท ฟูตามิ พริซิชั่น จำกัด	FUTAMI PRECISION COMPANY LIMITED	ผลิตชิ้นส่วนพลาสติกและโลหะ
5	บริษัท คราวน์ เบ็บแคน แอนด์ โคลสเซอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด	CROWN BEVCAN AND CLOSURES (THAILAND) CO.,LTD	ผลิตกระป๋องอลูมิเนียมสำหรับเครื่องดื่มและซื้อมาขายไปกระป๋องและฝากระป๋องอลูมิเนียม
6	บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด	THAI MARUJUN CO.,LTD	ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์

ในการระบุโรงงานที่เข้าข่ายและทำการประเมินศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัตินั้น ที่ปรึกษาได้ประสานงานไปยังโรงงานที่ผ่านการคัดกรองในเบื้องต้น เพื่อขอความอนุเคราะห์โรงงานต่างๆ ในการตอบแบบสอบถามข้อมูลโรงงาน และขอเข้าพบเพื่อสัมภาษณ์เพิ่มเติม โดยจากขอความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามและนัดสัมภาษณ์ในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของโรงงานแล้ว ยังสามารถบ่งชี้ในเบื้องต้นได้ว่าโรงงานดังกล่าวมีความสนใจเข้าร่วมเป็นโครงการสาธิตหรือไม่ และยินดีให้ความร่วมมือมากน้อยเพียงใด โดยสามารถสรุปข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โรงงานในนิคมอุตสาหกรรมได้ ดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 สรุปข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โรงงานในนิคมอุตสาหกรรม

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม **โครงการสาธิตระบบ Demand Response**	**นิคมฯ หนองแค**			**นิคมฯ อมตะนคร**				**นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)**
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
ประกอบอุตสาหกรรม	ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์	ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และยาง (ชิ้นส่วนรถยนต์)	ผลิตภัณฑ์ภาชนะบรรจุที่ทำจากโลหะ	ผลิตพรม และจัดทำส่วนประกอบรองพรมสำหรับปูพรม	ผลิตและประกอบอะไหล่ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์	ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์รถยนต์	ผลิตชิ้นส่วนโลหะ อัด เหล็กท่อ เหล็กเหล่อ เหล็กผสม ตลอดจนผลิตภัณฑ์โลหะทุกชนิด เพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนประกอบของยานยนต์ เครื่องมือติดต่อสื่อสาร	ผลิตชิ้นส่วนโลหะ (โดยมีการหลอมเหล็กประมาณ 8.5 ตัน/ชม. หรือ 204 ตัน/วัน)
ก) ข้อมูลด้านเทคนิค [Technical part]:								
1) กรุณาระบุปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานทั้งปี (kWh) ของ 3 ปี ที่ผ่านมา								
ปี 2556	10,855,950	5,797,143	28,571,202	6,326,058	15,138,360	3,804,000	4,318,750	61,483,300
ปี 2555	10,287,180		27,459,492	6,147,400	13,631,760	5,865,200	3,900,640	50,136,800
ปี 2554	10,598,700		24,957,560	5,836,420	6,788,040	6,377,840	4,013,420	38,468,800
2) กรุณาระบุระดับแรงดันไฟฟ้า (ไฟซื้อ) ณ จุดเชื่อมต่อ								
22 kV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
115 kV								✓
3) กรุณาระบุระดับแรงดันไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้า								
230 V			✓	✓				
400 V	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม	**นิคมฯ หนองแค**			**นิคมฯ อมตะนคร**				**นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)**
โครงการสาธิตระบบ Demand Response	**Thai Marujun**	**Kumi**	**Next Can Innovation**	**Interface Flor**	**TAKEBE**	**AAPICO**	**CASTEM**	**KIRIU**
4) โรงงานของท่าน มีระบบผลิตไฟฟ้าของโรงงานเองหรือไม่								
มี								
ไม่มี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5) กรุณาระบุประเภทระบบผลิตไฟฟ้าของโรงงานของท่าน และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในตาราง		Diesel Generator (Back-up)			Diesel Generator (Back-up)			
6) โรงงานของท่าน เข้าร่วมในโครงการ AMR (Automatic Meter Reading) หรือไม่	เข้าร่วม	ไม่ได้เข้าร่วม	ไม่ได้เข้าร่วม	ไม่ได้เข้าร่วม	เข้าร่วม	ไม่ได้เข้าร่วม	เข้าร่วม	เข้าร่วม
6.1) มิเตอร์ AMR ของโรงงานท่าน ใช้ระบบสื่อสารแบบใด					GSM		GSM	GSM
6.2) มิเตอร์ย่อย (sub-meter) ในโรงงานของท่าน เป็นประเภทใด	Digital Power Meter	Digital Power Meter	Digital Power Meter	Digital Power Meter	Analog and Digital Power Meter	Digital Power Meter	Analog Power Meter	Digital Power Meter
6.3) กรุณาแนบ Single Line Diagram ของโรงงานของท่าน	ตามเอกสารแนบ	ตามเอกสารแนบ	ตามเอกสารแนบ	ตามเอกสารแนบ	ตามเอกสารแนบ		ตามเอกสารแนบ	ตามเอกสารแนบ
6.4) กรุณาระบุ ประเภทของ Data Acquisition System ที่โรงงานของท่านใช้ และเป็นของผู้จำหน่าย (Supplier) ใด	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี
	Fuji Electric					Energy Design Concept		

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม **โครงการสาธิตระบบ Demand Response**	**นิคมฯ หนองแค**			**นิคมฯ อมตะนคร**				**นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)**
	Thai Marujun	**Kumi**	**Next Can Innovation**	**Interface Flor**	**TAKEBE**	**AAPICO**	**CASTEM**	**KIRIU**
7) โรงงานของท่าน มีกระบวนการใด ที่สามารถปรับเปลี่ยน (ปรับลด/ปรับเพิ่ม/ปรับเปลี่ยน) ช่วงเวลาของกระบวนการได้ หากมี โปรดระบุกระบวนการ/กำลังไฟฟ้า(kW)	ไม่ทราบ แต่สนใจที่จะศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม	ไม่ทราบ แต่สนใจที่จะศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม	คาดว่ามี แต่ไม่ทราบรายละเอียดที่แน่ชัด	มีลักษณะกระบวนการดังกล่าว	ไม่ทราบ แต่สนใจที่จะศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม	ไม่มีกระบวนการดังกล่าว	มีลักษณะกระบวนการดังกล่าว	
	คาดว่ามี แต่ไม่ทราบรายละเอียดที่แน่ชัด	คาดว่ามี แต่ไม่ทราบรายละเอียดที่แน่ชัด			มี buffer ประมาณ 15 นาที ระหว่าง Press-Line กับ Assembly-Line			
อุปกรณ์/กระบวนการ 1	*Air-Compressor รวม*	*Air-Compressor*	*Air-Compressor 1-3*	*Mixing*			*Boiler*	
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	75 kW	75 kW	569 kW	39 kW			31.88 kW	
กำลังไฟฟ้าต่ำสุด			298 kW					
จำนวน ชม. เดินเครื่องเฉลี่ยต่อสัปดาห์			168	100				
เป็นระบบ Automatic หรือ Manual	Auto	Auto	Auto				Auto	
อุปกรณ์/กระบวนการ 2	*Air-Compressor แยกรายผลิต*	*Chiller*	*Chiller 1-3*	*Pre-Coat*			*Air-Compressor*	
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	7.5 kW	110 kW	680 kW	115 kW			248 kW	
กำลังไฟฟ้าต่ำสุด			200 kW					
จำนวน ชม. เดินเครื่องเฉลี่ยต่อสัปดาห์			168	100				
เป็นระบบ Automatic หรือ Manual	Auto	Auto	Auto				Auto	

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	นิคมฯ หนองแค			นิคมฯ อมตะนคร				นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
อุปกรณ์/กระบวนการ 3	*Chiller - ตัวใหญ่*			*Tile Line*			*Cooling Tower*	
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	37 kW			75 kW			1,340 kW	
กำลังไฟฟ้าต่ำสุด								
จำนวน ชม. เดินเครื่องเฉลี่ยต่อสัปดาห์				117				
เป็นระบบ Automatic หรือ Manual	Auto						Manual	
อุปกรณ์/กระบวนการ 4	*Chiller - ตัวเล็ก*			*Shearing*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	20.3 kW			8.36 kW				
กำลังไฟฟ้าต่ำสุด								
จำนวน ชม. เดินเครื่องเฉลี่ยต่อสัปดาห์				117				
เป็นระบบ Automatic หรือ Manual	Auto							
อุปกรณ์/กระบวนการ 5				*Tile Press*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุด				15.1				
กำลังไฟฟ้าต่ำสุด								
จำนวน ชม. เดินเครื่องเฉลี่ยต่อสัปดาห์				110				
เป็นระบบ Automatic หรือ Manual								
อุปกรณ์/กระบวนการ 6				*Chiller*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุด				166.7				
กำลังไฟฟ้าต่ำสุด								
จำนวน ชม. เดินเครื่องเฉลี่ยต่อสัปดาห์				115				
เป็นระบบ Automatic หรือ Manual								

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม **โครงการสาธิตระบบ Demand Response**	**นิคมฯ หนองแค**			**นิคมฯ อมตะนคร**				**นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)**
	Thai Marujun	**Kumi**	**Next Can Innovation**	**Interface Flor**	**TAKEBE**	**AAPICO**	**CASTEM**	**KIRIU**
ข) ข้อมูลคาดการณ์ / ความคิดเห็น [Estimation / Opinion part]:								
8) จาก ข้อ 7) ท่านคาดว่า กำลังไฟฟ้า (kW) และพลังงานไฟฟ้า (kWh) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงในกระบวนการดังกล่าว เป็นเท่าใด								
อุปกรณ์/กระบวนการ 1			*Air-Compressor*	*Mixing*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับลดได้			เปลี่ยนตาม Demand ของกระบวนการผลิต					
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับเปลี่ยนได้				39 kW				
อุปกรณ์/กระบวนการ 2			*Chiller 1-3*	*Pre-Coat*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับลดได้			180 kW					
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับเปลี่ยนได้				115 kW				
อุปกรณ์/กระบวนการ 3				*Tile Line*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับลดได้								
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับเปลี่ยนได้				75 kW				
อุปกรณ์/กระบวนการ 4				*Shearing*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับลดได้								
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับเปลี่ยนได้				8.36 kW				
อุปกรณ์/กระบวนการ 5				*Tile Press*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับลดได้								
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับเปลี่ยนได้				15 kW				
อุปกรณ์/กระบวนการ 6				*Chiller*				
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับลดได้								
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่คาดว่าปรับเปลี่ยนได้				166.7 kW				

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม **โครงการสาธิตระบบ Demand Response**	**นิคมฯ หนองแค**			**นิคมฯ อมตะนคร**				**นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)**
	Thai Marujun	**Kumi**	**Next Can Innovation**	**Interface Flor**	**TAKEBE**	**AAPICO**	**CASTEM**	**KIRIU**
9) จาก ข้อ 7) และ ข้อ 8)								
อุปกรณ์/กระบวนการ 1			*Air Compressor*	*Mixing*				
9.1) ท่านคาดว่า ระยะเวลาสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)			-	11 Hr				
9.2) ท่านคาดว่า จำนวนครั้งสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: กี่ครั้ง ต่อวัน /หรือ/ เดือน /หรือ/ ปี)			-					
9.3) หลังจากสั่งการแล้ว จำเป็นต้องใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้กระบวนการนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแปลง ตามคำสั่งได้ กรุณาระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ดังกล่าว (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)			-					
อุปกรณ์/กระบวนการ 2			*Chiller 1-3*	*Pre-Coat*				
9.1) ท่านคาดว่า ระยะเวลาสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)			30 min	11 Hr				
9.2) ท่านคาดว่า จำนวนครั้งสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: กี่ครั้ง ต่อวัน /หรือ/ เดือน /หรือ/ ปี)			6 times/day					
9.3) หลังจากสั่งการแล้ว จำเป็นต้องใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้กระบวนการนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแปลง ตามคำสั่งได้ กรุณาระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ดังกล่าว (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)			15 min					

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	นิคมฯ หนองแค			นิคมฯ อมตะนคร				นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
อุปกรณ์/กระบวนการ 3				*Tile Line*				
9.1) ท่านคาดว่า ระยะเวลาสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง) 9.2) ท่านคาดว่า จำนวนครั้งสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: กี่ครั้ง ต่อวัน /หรือ/ เดือน /หรือ/ ปี)				11 Hr				
9.3) หลังจากสั่งการแล้ว จำเป็นต้องใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้กระบวนการนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแปลง ตามคำสั่งได้ กรุณาระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ดังกล่าว (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)								
อุปกรณ์/กระบวนการ 4				*Shearing*				
9.1) ท่านคาดว่า ระยะเวลาสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)				11 Hr				
9.2) ท่านคาดว่า จำนวนครั้งสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: กี่ครั้ง ต่อวัน /หรือ/ เดือน /หรือ/ ปี)								
9.3) หลังจากสั่งการแล้ว จำเป็นต้องใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้กระบวนการนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแปลง ตามคำสั่งได้ กรุณาระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ดังกล่าว (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)								
อุปกรณ์/กระบวนการ 5				*Tile Press*				
9.1) ท่านคาดว่า ระยะเวลาสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)				11 Hr				

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	**นิคมฯ หนองแค**			**นิคมฯ อมตะนคร**				**นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)**
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
9.2) ท่านคาดว่า จำนวนครั้งสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: กี่ครั้ง ต่อวัน /หรือ/ เดือน /หรือ/ ปี)								
9.3) หลังจากสั่งการแล้ว จำเป็นต้องใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้กระบวนการนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแปลง ตามคำสั่งได้ กรุณาระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ดังกล่าว (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)								
อุปกรณ์/กระบวนการ 6				*Chiller*				
9.1) ท่านคาดว่า ระยะเวลาสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)				11 Hr				
9.2) ท่านคาดว่า จำนวนครั้งสูงสุด ที่สามารถดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการได้ เป็นเท่าใด (หน่วย: กี่ครั้ง ต่อวัน /หรือ/ เดือน /หรือ/ ปี)								
9.3) หลังจากสั่งการแล้ว จำเป็นต้องใช้เวลาเท่าไรเพื่อให้กระบวนการนั้นๆ สามารถเปลี่ยนแปลง ตามคำสั่งได้ กรุณาระบุระยะเวลาที่ต้องใช้ดังกล่าว (หน่วย: นาที /หรือ/ ชั่วโมง)								
10) ในช่วงเวลาหนึ่งวัน ท่านคาดว่ามีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการดังระบุใน ข้อ 7) ได้								
อุปกรณ์/กระบวนการ 1			*Air Compressor*	*Mixing*				
ช่วงเวลา			เดินต่อเนื่องขึ้นกับการผลิต	0:00-9:00				
ช่วงเวลา			-	23:00-0:00				
ช่วงเวลา			-					

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	นิคมฯ หนองแค			นิคมฯ อมตะนคร				นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
อุปกรณ์/กระบวนการ 2			*Chiller 1-3*	*Pre-Coat*				
ช่วงเวลา			13:00-14:00	0:00-9:00				
ช่วงเวลา			16:00-17:00	23:00-0:00				
ช่วงเวลา			21:00-22:00					
อุปกรณ์/กระบวนการ 3				*Tile Line*				
ช่วงเวลา				0:00-9:00				
ช่วงเวลา				23:00-0:00				
ช่วงเวลา								
อุปกรณ์/กระบวนการ 4				*Shearing*				
ช่วงเวลา				0:00-9:00				
ช่วงเวลา				23:00-0:00				
ช่วงเวลา								
อุปกรณ์/กระบวนการ 5				*Tile Press*				
ช่วงเวลา				0:00-9:00				
ช่วงเวลา				23:00-0:00				
ช่วงเวลา								
อุปกรณ์/กระบวนการ 6				*Chiller*				
ช่วงเวลา				0:00-9:00				
ช่วงเวลา				23:00-0:00				
ช่วงเวลา								
11) กรุณาเลือกช่วงวันของสัปดาห์ ที่ท่านคาดว่ามีความเป็นไปได้ที่จะดำเนินการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของกระบวนการดังระบุในคำถาม ข้อ 7)								
อุปกรณ์/กระบวนการ 1			Air Compressor	Mixing			Coating	
ช่วงวันของสัปดาห์			วันธรรมดา	วันธรรมดา	วันไหนก็ได้		วันไหนก็ได้	วันธรรมดา

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	นิคมฯ หนองแค			นิคมฯ อมตะนคร				นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
อุปกรณ์/กระบวนการ 2			Chiller 1-3	Pre-Coat			Casting	
ช่วงวันของสัปดาห์			วันธรรมดา	วันธรรมดา			วันไหนก็ได้	
อุปกรณ์/กระบวนการ 3				Tile Line				
ช่วงวันของสัปดาห์				วันธรรมดา				
อุปกรณ์/กระบวนการ 4				Shearing				
ช่วงวันของสัปดาห์				วันธรรมดา				
อุปกรณ์/กระบวนการ 5				Tile Press				
ช่วงวันของสัปดาห์				วันธรรมดา				
อุปกรณ์/กระบวนการ 6				Chiller				
ช่วงวันของสัปดาห์				วันธรรมดา				
12) ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบต่อกระบวนการดังระบุในคำถาม ข้อ 7) หรือไม่	ไม่มี	ไม่มี			ไม่มี			
อุปกรณ์/กระบวนการ 1			Air Compressor	Mixing			Coating	
ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบหรือไม่			ไม่มี	ไม่มี			มี	ไม่มี
อุปกรณ์/กระบวนการ 2			Chiller 1-3	Pre-Coat			Casting	
ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบหรือไม่			ไม่มี	ไม่มี			มี	
อุปกรณ์/กระบวนการ 3				Tile Line				
ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบหรือไม่				ไม่มี				
อุปกรณ์/กระบวนการ 4				Shearing				
ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบหรือไม่				ไม่มี				
อุปกรณ์/กระบวนการ 5				Tile Press				
ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบหรือไม่				ไม่มี				

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	นิคมฯ หนองแค			นิคมฯ อมตะนคร				นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
อุปกรณ์/กระบวนการ 6				Chiller				
ฤดูกาล (สภาพอากาศ) มีผลกระทบหรือไม่				ไม่มี				
13) กรุณาระบุ สัดส่วน (เปอร์เซ็น) ค่าไฟฟ้า ต่อต้นทุนการผลิตทั้งหมด		5-10%	< 5%			< 5%	< 5%	10-25%
14) กรุณาระบุค่าไฟฟ้า (เปอร์เซ็น) ขั้นต่ำซึ่งหากลดได้จากการดำเนินการ จะจูงใจให้ท่านเริ่มพิจารณา (โดยยังไม่ต้องตกลง) ทางเลือกในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงในโรงงานของท่าน	5%	5%	10%		5%			20%
15) ท่านคาดว่าจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มประมาณเท่าไร ที่จะใช้ดำเนินการเปลี่ยนแปลง ช่วงเวลาการดำเนินการของกระบวนการต่างๆ ในโรงงานของท่าน	ไม่มีความเห็น	1,000,000-2,000,000 บาท	500,000 - 1,000,000 บาท	ไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติม	ไม่มีความเห็น	ไม่มีความเห็น		ไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติม
16) หากท่านตัดสินใจที่จะเข้าร่วมดำเนินการเปลี่ยนแปลง ช่วงเวลาการดำเนินการของกระบวนการต่างๆ ในโรงงานของท่าน ท่านต้องการให้แจ้งล่วงหน้า ก่อนที่จะดำเนินการหนึ่งๆ เป็นระยะเวลาอย่างน้อยเท่าไร?	>1 วัน	1 วัน	>1 วัน	1 วัน	>1 วัน			1 วัน
ค) รูปแบบมาตรการจูงใจ [Incentive term part]:								
17) หากท่านตัดสินใจที่จะเข้าร่วมดำเนินการเปลี่ยนแปลง ช่วงเวลาการดำเนินการของกระบวนการต่างๆ รูปแบบมาตรการจูงใจแบบใดที่ท่านจะยอมรับได้	ส่วนลดจากราคาค่าไฟฟ้าคงที่ ตามจำนวนครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง		ส่วนลดจากราคาค่าไฟฟ้าแปรผัน ตามค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในขณะนั้น เพื่อคำนวณส่วนลดในแต่ละครั้งที่มีการร้องขอให้ดำเนินการเปลี่ยนแปลง	เงินชดเชยแปรผัน ตามค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในขณะนั้น เพื่อคำนวณเงินชดเชยในแต่ละครั้งที่มีการร้องขอให้ดำเนินการเปลี่ยนแปลง				ส่วนลดจากราคาค่าไฟฟ้าแปรผัน ตามค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในขณะนั้น เพื่อคำนวณส่วนลดในแต่ละครั้งที่มีการร้องขอให้ดำเนินการเปลี่ยนแปลง

แบบสอบถามข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม โครงการสาธิตระบบ Demand Response	นิคมฯ หนองแค			นิคมฯ อมตะนคร				นิคมฯ อีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง)
	Thai Marujun	Kumi	Next Can Innovation	Interface Flor	TAKEBE	AAPICO	CASTEM	KIRIU
18) หากท่านตัดสินใจที่จะเข้าร่วมดำเนินการเปลี่ยนแปลง ช่วงเวลาการดำเนินการของกระบวนการต่างๆ ท่านคิดว่าสัญญาดำเนินการควรมีอายุเท่าไร และมีเงื่อนไขอย่างไร		อายุสัญญาดำเนินการเป็นจำนวนปี	อายุสัญญาดำเนินการเป็นจำนวนเดือน	อายุสัญญาดำเนินการเป็นจำนวนเดือน	สัญญาดำเนินการอย่างต่อเนื่อง			อายุสัญญาดำเนินการเป็นจำนวนสัปดาห์
18.1) กรุณาเลือกเงื่อนไขอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (เลือกได้หลายข้อ)		จะดำเนินการเปลี่ยนแปลง (ปรับลด/ปรับเพิ่ม/ปรับเปลี่ยน) ได้ เฉพาะบางช่วงเวลา โดยระบุช่วงเวลา	จะดำเนินการเปลี่ยนแปลง (ปรับลด/ปรับเพิ่ม/ปรับเปลี่ยน) ได้ เฉพาะบางช่วงเวลา โดยระบุช่วงเวลา	จะดำเนินการเปลี่ยนแปลง (ปรับลด/ปรับเพิ่ม/ปรับเปลี่ยน) ได้ เฉพาะบางช่วงเวลา โดยระบุช่วงเวลา				จะดำเนินการเปลี่ยนแปลง (ปรับลด/ปรับเพิ่ม/ปรับเปลี่ยน) ได้ เฉพาะบางช่วงเวลา โดยระบุช่วงเวลา
		จำเป็นต้องพิจารณาตามพื้นฐานความเป็นไปได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเดินเครื่องของโรงงานในขณะนั้น	จำเป็นต้องพิจารณาตามพื้นฐานความเป็นไปได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเดินเครื่องของโรงงานในขณะนั้น	จำเป็นต้องพิจารณาตามพื้นฐานความเป็นไปได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเดินเครื่องของโรงงานในขณะนั้น	จำเป็นต้องพิจารณาตามพื้นฐานความเป็นไปได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเดินเครื่องของโรงงานในขณะนั้น			จำเป็นต้องพิจารณาตามพื้นฐานความเป็นไปได้ในแต่ละครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเดินเครื่องของโรงงานในขณะนั้น
19) ท่านคิดว่ามาตรการจูงใจเชิงการเงินควรเป็นเท่าใด (หน่วย: บาท/kWh ของพลังงานไฟฟ้าที่ได้ดำเนินการเปลี่ยนแปลงตามร้องขอ) โรงงานของท่านจึงจะสนใจเข้าร่วมดำเนินการ			2.50 บาท / kWh					3.50 บาท / kWh

หมายเหตุ: เอกสารข้อมูลจากโรงงานบางส่วน ดังเอกสารแนบท้ายรายงาน ข้อมูลดังแสดงในตารางมาจากโรงงานที่มีแนวโน้มให้ความสนใจเข้าร่วมโครงการในเบื้องต้น และตอบแบบสอบถามข้อมูลกลับ (ทั้งนี้ รายชื่อโรงงานอื่นๆ ที่ผ่านการคัดกรอง แต่ไม่มีข้อมูล เนื่องจากทางโรงงานไม่สนใจเข้าร่วมโครงการ และ/หรือ ไม่ตอบแบบสอบถามกลับ)

จากสรุปข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ข้อมูลโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม ที่ปรึกษาได้ทำการวิเคราะห์ศักยภาพของโรงงานเพิ่มเติมผ่านการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน (Site Visit) (รูปภาพระหว่างการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงานบางส่วน ดังภาคผนวก 7ก) เพื่อดูการทำงานจริงของอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ของโรงงาน ก่อนที่จะเข้าสู่การพิจารณาคัดเลือกโรงงานสาธิต 2 โรงงานสุดท้ายต่อไป

ทั้งนี้ โรงงานสาธิตที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 2 โรงงาน ควรเชื่อมต่อกับวงจร (Feeder) เดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างโรงงาน 2 แห่ง โดยที่ปรึกษาโครงการฯ สามารถจับคู่ 2 โรงงานที่มีศักยภาพสูงสุดตามหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมีในนิคมอุตสาหกรรมหนองแค (ประกอบด้วย Thai Marujun และ Kumi) และนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร (ประกอบด้วย Interface Flor และ TAKEBE) ได้ อย่างไรก็ตาม สำหรับนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) นั้น ที่ปรึกษาโครงการฯ ไม่สามารถจับคู่โรงงานได้ เนื่องจากมีโรงงานที่มีศักยภาพและให้ความสนใจเข้าร่วมโครงการเพียงโรงงานเดียว (KIRIU)

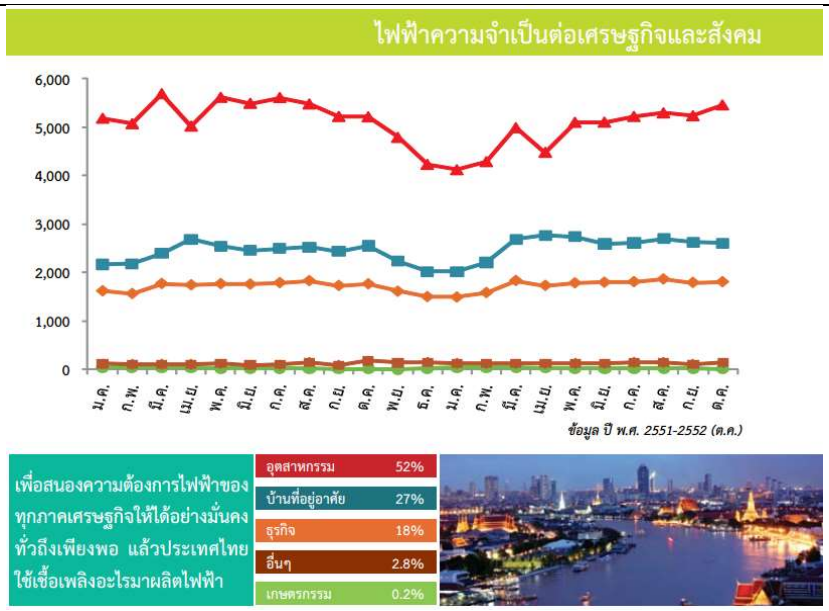
สรุปรายชื่อโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดตามหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 รายชื่อโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดตามหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี

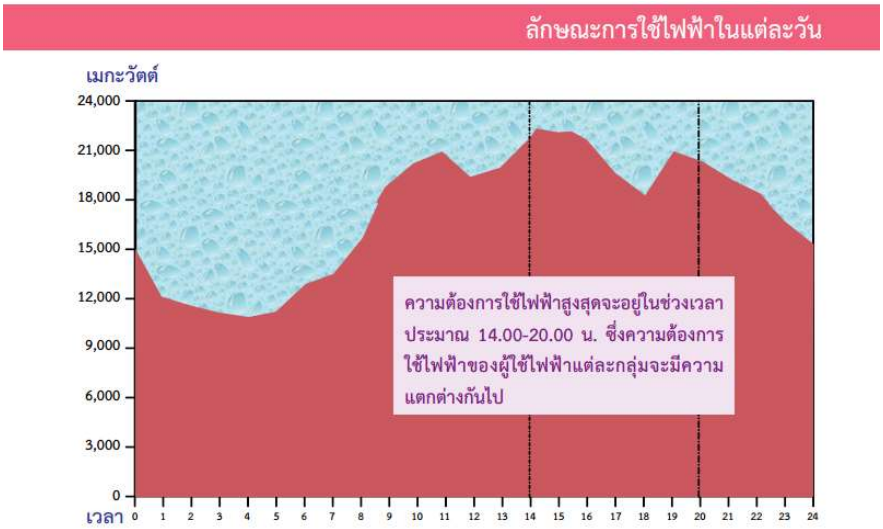
หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	**นิคมฯ หนองแค**		**นิคมฯ อมตะนคร**	
	Thai Marujun	**Kumi**	**Interface Flor**	**TAKEBE**
	ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์	ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกและยาง (ชิ้นส่วนรถยนต์)	ผลิตพรมและจัดทำส่วนประกอบรองพรมสำหรับปูพรม	ผลิตและประกอบอะไหล่ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์
มีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓
ในการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้านั้น สามารถคาดการณ์ได้จากประเภทของอุตสาหกรรม และลักษณะโดยพื้นฐานของอุปกรณ์เครื่องจักร ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว โรงงานจะมีกระบวนการทั้งแบบเป็นงวด (Batch) และแบบต่อเนื่อง (Continuous) ซึ่งโรงงานที่มีกระบวนการแบบเป็นงวดจะมีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าได้ดี แต่ทั้งนี้ในเชิงปฏิบัติก็อาจมีประเด็นด้านปัจจัยความพร้อมอื่นๆ ด้วย ใน				

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	นิคมฯ หนองแค		นิคมฯ อมตะนคร	
	Thai Marujun	Kumi	Interface Flor	TAKEBE
ขณะเดียวกันโรงงานที่มีกระบวนการแบบต่อเนื่องเอง ในเชิงปฏิบัติก็อาจมีอุปกรณ์บางประเภทที่สามารถปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการทำงานได้ดีเช่นกัน ทั้งนี้ จากข้อมูลโรงงานและการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงานนั้น ทั้ง 4 โรงงานดังระบุ (นิคมอุตสาหกรรมหนองแค ประกอบด้วย Thai Marujun และ Kumi นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ประกอบด้วย Interface Flor และ TAKEBE) มีศักยภาพและมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์ความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า				
มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automated Demand Response) และ/หรือแบบสั่งการเอง (Manual Demand Response)	✓*	✓*	✓	✓
ในการพิจารณาการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automated Demand Response) และแบบสั่งการเอง (Manual Demand Response) นั้น นับเป็นการยากที่จะคาดการณ์ได้จากประเภทกลุ่มอุตสาหกรรมของโรงงาน เพราะศักยภาพในการติดตั้งระบบ Automated Demand Response นั้น ค่อนข้างมีความเฉพาะเจาะจงต่อความทันสมัยของแต่ละอุปกรณ์ ในขณะที่ระบบ Manual Demand Response นั้น นับได้ว่าเป็นรูปแบบที่สามารถดำเนินการได้โดยที่อุปกรณ์ในโรงงานไม่ได้จำเป็นต้องมีความทันสมัยมากนัก ทั้งนี้ โดยส่วนใหญ่แล้วกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ มักมีกระบวนการที่มีระบบอัตโนมัติ ซึ่งนับว่ามีความเหมาะสมต่อการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ จากข้อมูลโรงงานและการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงานนั้น ทั้ง 4 โรงงานดังระบุ (นิคมอุตสาหกรรมหนองแค ประกอบด้วย Thai Marujun และ Kumi นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ประกอบด้วย Interface Flor และ TAKEBE) มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติและมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์ * นอกจากนี้ โรงงาน Thai Marujun และ Kumi ยังมีระบบ Data Acquisition System ภายในโรงงาน ซึ่งนับเป็นข้อได้เปรียบทั้งในด้านความพร้อมของเทคโนโลยีและบุคลากรประจำโรงงาน ที่เอื้อต่อการดำเนินระบบ Demand Response				
มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในโรงงานเอง และ/หรือมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม	✓	✓	✓	✓

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	นิคมฯ หนองแค		นิคมฯ อมตะนคร	
	Thai Marujun	Kumi	Interface Flor	TAKEBE
ในการพิจารณาถึงระบบ Demand Response จากประสบการณ์ในต่างประเทศ ที่มุ่งเน้นถึงการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า เมื่อเกิดความไม่สมดุลของอุปสงค์และอุปทานไฟฟ้า ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการปรับเปลี่ยนโดยการลดการใช้ไฟฟ้าเท่านั้น แต่ยังสามารถครอบคลุมถึงการร้องขอให้ปรับเพิ่มการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีกำลังผลิตไฟฟ้าสูงกว่าความต้องการไฟฟ้าอีกด้วย ดังนั้น หากโรงงานสาธิตที่ได้รับคัดเลือกมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในโรงงานเอง และ/หรือมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรมด้วยจะนับเป็นข้อดีเชิงเทคนิคที่เอื้อประโยชน์ในการต่อยอดผลสำเร็จของโครงการในอนาคต (หากมี) เช่น การต่อยอดด้านการจำลองสถานการณ์เพื่อสร้างสมดุลของอุปสงค์และอุปทานไฟฟ้าโดยการร้องขอให้มีการปรับเพิ่มการใช้ไฟฟ้า กรณีที่มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยทั้ง 2 นิคมอุตสาหกรรมดังกล่าว (นิคมอุตสาหกรรมหนองแค และนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร) มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรมทั้งคู่ จึงนับว่าเป็นข้อดีเชิงเทคนิคที่ช่วยเอื้อประโยชน์ในการต่อยอดผลสำเร็จในอนาคต (หากมี) และมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์ นอกจากนี้ จากการตรวจสอบหน้างานจริง พบว่า โรงงาน Kumi และ TAKEBE มีระบบผลิตไฟฟ้าสำรองภายในโรงงานเอง หรือ Diesel Generator (Back-up) นอกเหนือจากระบบผลิตไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรมที่โรงงานตั้งอยู่ ซึ่งนับเป็นข้อดีเชิงเทคนิคที่ช่วยเอื้อประโยชน์ในการต่อยอดผลสำเร็จในอนาคต (หากมี)				
มีลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Load Profile) คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศไทย (ถ้าเป็นไปได้)	✓	✓	-	✓
หากโรงงานสาธิตมีลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Load Profile) คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศ จะนับเป็นข้อได้เปรียบอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยลักษณะโดยพื้นฐานของภาคอุตสาหกรรม ที่จะมีการใช้ไฟฟ้าตลอดช่วงเวลาดำเนินการและมีการปรับช่วงเวลาการผลิตเพื่อเน้นใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่อัตราค่าไฟฟ้าถูกกว่าอยู่แล้ว ทำให้ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จะแตกต่างจากลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศที่มีการเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าของภาคครัวเรือนด้วย ทั้งนี้ ในเชิงเทคนิคแล้ว การดำเนินการ Demand Response ในภาคส่วนอุตสาหกรรมเอง ก็สามารถดำเนินการเพื่อปรับลดความต้องการไฟฟ้าในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของประเทศได้				



รูปที่ 2-2 ไฟฟ้าความจำเป็นต่อเศรษฐกิจและสังคม[3]



รูปที่ 2-3 ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในแต่ละวัน[4]

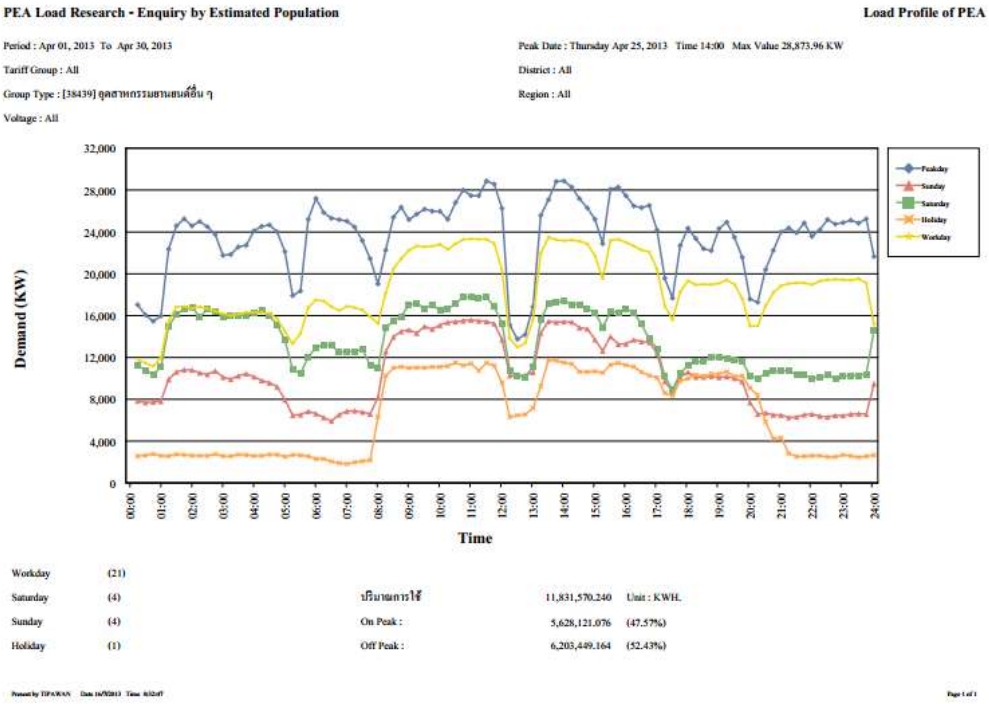
[3] http://www.eppo.go.th/power/power2554.pdf

[4] http://www.eppo.go.th/power/power2554.pdf



รูปที่ 2-4 ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด[5]

เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศแล้ว พบว่าช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 14.00 – 20.00 น และเดือนที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด จะเป็นช่วงเดือนเมษายน

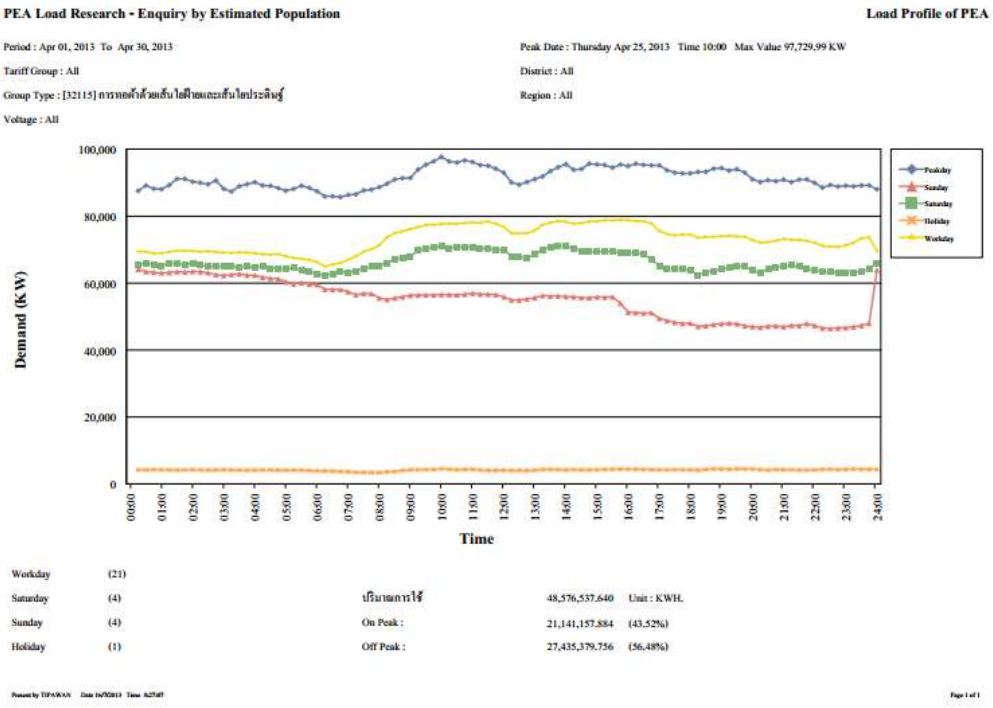


รูปที่ 2-5 ลักษณะการใช้ไฟฟ้า ภาพรวม กฟภ. ประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์อื่นๆ (เมษายน 2556)[6]

[5] กองสารสนเทศ ฝ่ายสื่อสารองค์การ กฟผ .http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=348&Itemid=116

[6] http://pastpea.pea.co.th/th/loadprofile_t/show_detail.php

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	นิคมฯ หนองแค		นิคมฯ อมตะนคร	
	Thai Marujun	Kumi	Interface Flor	TAKEBE



รูปที่ 2-6 ลักษณะการใช้ไฟฟ้า ภาพรวม กฟภ. ประเภทการทอผ้าด้วยเส้นใยฝ้ายและเส้นใยประดิษฐ์ (เมษายน 2556)[7]

จากข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าภาพรวมของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยเลือกพิจารณาในเดือนเมษายน (ข้อมูลปี 2556) ซึ่งเป็นเดือนที่มีความต้องไฟฟ้าสูงสุด จะเห็นว่า ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์อื่นๆ จะมีช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุด ประมาณ 14.00 น. และมีแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน ประมาณ 9.00 – 17.00 น. สูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ในขณะที่ ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของประเภทการทอผ้าด้วยเส้นใยฝ้ายและเส้นใยประดิษฐ์ มีช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวันธรรมดา (Weekday) ประมาณ 14.00 – 15.00 น. แต่แนวโน้มการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างจะคงที่ตลอดวัน

ทั้งนี้ ในหลักเกณฑ์เรื่องความคล้ายคลึงของลักษณะการใช้ไฟฟ้านั้น จะเห็นได้จากกราฟแสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าของประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์อื่นๆ ว่ามีความคล้ายคลึงกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศ จึงมีแนวโน้มความเป็นไปได้ว่า โรงงาน Thai Marujun, Kumi และ TAKEBE จะมีความคล้ายคลึงเช่นกัน

มีความเป็นไปได้ในการนำผลสำเร็จจากการทำโครงการสาธิตไปเผยแพร่และ/หรือขยายผลไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ ในระดับประเทศ	✓*	✓*	✓	✓*

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	นิคมฯ หนองแค		นิคมฯ อมตะนคร	
	Thai Marujun	Kumi	Interface Flor	TAKEBE
จากการดำเนินการสาธิตระบบ Demand Response ในโรงงานสาธิตที่ผ่านการคัดเลือกนั้น หากสามารถนำเทคโนโลยีในโรงงานสาธิตฯ และ/หรือผลสำเร็จ ไปใช้ในโรงงานอื่นได้อย่างแพร่หลายหรือ ขยายผลได้ จะนับเป็นการช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดในภาพรวมของประเทศ การขยายผลนั้น โดยพื้นฐานแล้ว จะได้ประสิทธิภาพสูงสุด หากประยุกต์ใช้ผลสำเร็จในโรงงานที่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน * ทั้งนี้ โรงงาน Thai Marujun, Kumi และ TAKEBA จัดอยู่ในประเภท กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ และการขนส่ง ซึ่งนับเป็นสัดส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมที่เข้ามาประกอบกิจการในนิคมอุตสาหกรรมมากเป็นอันดับหนึ่ง หรือร้อยละ 13.01[8] จึงนับได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีในโรงงานสาธิต ไปใช้ในโรงงานอื่นได้อย่างแพร่หลายต่อไป นอกจากนี้ ทั้ง 4 โรงงาน ยังตั้งอยู่ที่ระยะทางที่สามารถเดินทางจากกรุงเทพฯ ได้อย่างสะดวก (นิคมอุตสาหกรรมหนองแค ตั้งอยู่ในจังหวัดสระบุรี และนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร ตั้งอยู่ในจังหวัดชลบุรี) ซึ่งนับว่าเป็นข้อดีต่อการเผยแพร่ผลสำเร็จของโรงงานสาธิตในอนาคต ในการให้บุคคลที่สนใจเข้าดูงานระบบ Demand Response ที่โรงงานสาธิตได้อย่างสะดวก				
มีความสมัครใจและได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน	✓**	✓**	✓*	✓*
หากขาดซึ่งความสมัครใจและการสนับสนุนจากผู้มีอำนาจตัดสินใจของโรงงานแล้ว อาจนับได้ว่าเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินการศึกษาได้ ซึ่งทางโครงการได้รับความอนุเคราะห์จากการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยในการประสานติดต่อไปยังผู้อำนวยการนิคมอุตสาหกรรมเพื่อแนะนำที่ปรึกษาต่อไปยังโรงงานต่างๆ และดำเนินการแนะนำโครงการเพื่อเชิญชวนโรงงานเข้าร่วมโครงการสาธิตต่อไป * โรงงานทั้ง 4 โรงตามระบุ แสดงความสนใจและให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างดี ทั้งในการให้ข้อมูล การเข้าสัมภาษณ์และเยี่ยมสำรวจโรงงาน และการประสานงานอื่นๆ				

[7] http://pastpea.pea.co.th/th/loadprofile_t/show_detail.php

[8] http://210.246.198.10/upload/documentInMenu/rr9eadkt85hwxlr_4.pdf

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	**นิคมฯ หนองแค**		**นิคมฯ อมตะนคร**	
	Thai Marujun	**Kumi**	**Interface Flor**	**TAKEBE**
** ในการสำรวจหน้างานจริง ทางผู้บริหารระดับสูง ผู้จัดการทั่วไปของโรงงาน Thai Marujun และ Kumi ได้แสดงเจตจำนงที่ชัดเจนว่ายินดีที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิต หากโรงงานผ่านการคัดเลือก				

จากการวิเคราะห์คู่โรงงานที่มีศักยภาพสูงสุดตามหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมีในนิคมอุตสาหกรรมหนองแคและนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร สามารถสรุปการผ่านเกณฑ์ได้ ดังแสดงในตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 สรุปรายชื่อโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงสุดตามหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี

หลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี	**นิคมฯ หนองแค**		**นิคมฯ อมตะนคร**	
	Thai Marujun	**Kumi**	**Interface Flor**	**TAKEBE**
	ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์	ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกและยาง (ชิ้นส่วนรถยนต์)	ผลิตพรมและจัดทำส่วนประกอบรองพรมสำหรับปูพรม	ผลิตและประกอบอะไหล่ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์
มีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า	✓	✓	✓	✓
มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automated Demand Response) และ/หรือแบบสั่งการเอง (Manual Demand Response)	✓*	✓*	✓	✓
มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในโรงงานเอง และ/หรือมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม	✓	✓	✓	✓
มีลักษณะการใช้ไฟฟ้า (Load Profile) คล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกับลักษณะการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของประเทศไทย (ถ้าเป็นไปได้)	✓	✓	-	✓
มีความเป็นไปได้ในการนำผลสำเร็จจากการทำโครงการสาธิตไปเผยแพร่และ/หรือขยายผลไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ ในระดับประเทศ	✓*	✓*	✓	✓*
มีความสมัครใจและได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน	✓**	✓**	✓*	✓*

เมื่อพิจารณาศักยภาพการเป็นโรงงานสาธิตระบบ Demand Response อ้างอิงหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมีดังกล่าวแล้ว ที่ปรึกษามีความเห็นว่าโรงงานที่ผ่านการคัดเลือกมีความพร้อมและความเหมาะสมสูงสุด จำนวน 2 โรงงาน ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเดียวกัน คือ บริษัท ไทย มารูจุน จำกัด (Thai Marujun Co., Ltd.) และบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (Kumi (Thailand) Co., Ltd.) ซึ่งตั้งอยู่ ณ นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี โดยทั้ง 2 โรงงาน ได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน และยืนยันความประสงค์เข้าร่วมโครงการผ่านหนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานสาธิตแล้วจากทั้ง 2 โรงงาน (หนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานสาธิต ดังเอกสารแนบ)

โดยสามารถสรุปประเด็นข้อดีข้อได้เปรียบของโรงงานที่ผ่านการคัดเลือกได้ ดังแสดงในตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 สรุปประเด็นข้อดีข้อได้เปรียบของโรงงานที่ผ่านการคัดเลือก

โรงงานที่ผ่านการคัดเลือก	**นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี**	
	บริษัท ไทย มารูจุน จำกัด (Thai Marujun)	**บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (Kumi)**
ประกอบอุตสาหกรรม	ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์	ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และยาง (ชิ้นส่วนรถยนต์)
มีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า	มีศักยภาพและมีความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าของกระบวนการในโรงงาน	
มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ (Automated Demand Response) และ/หรือแบบสั่งการเอง (Manual Demand Response)	มีศักยภาพในการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ และมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์ นอกจากนี้ ยังมีระบบ Data Acquisition System ภายในโรงงาน ซึ่งนับเป็นข้อได้เปรียบทั้งในด้านความพร้อมของเทคโนโลยีและบุคลากรประจำโรงงาน ที่เอื้อต่อการดำเนินระบบ Demand Response	
มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในโรงงานเอง และ/หรือมีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม	มีระบบผลิตไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งนับเป็นข้อดีเชิงเทคนิคที่ช่วยเอื้อประโยชน์ในการต่อยอดผลสำเร็จของโครงการในอนาคต (หากมี)	
โรงงานสาธิตที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 2 โรงงาน ควรเชื่อมต่อกับวงจร (Feeder) เดียวกัน	โรงงงานสาธิตที่ผ่านการคัดเลือกเชื่อมต่อกับวงจร (Feeder) เดียวกัน และตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่าง 2 โรงงานสาธิต	
การนำผลสำเร็จจากการเข้าร่วมโครงการไปเผยแพร่ขยายผล	กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ และการขนส่ง นับเป็นสัดส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมที่เข้ามาประกอบกิจการในนิคมอุตสาหกรรมมากเป็น	

โรงงานที่ผ่านการคัดเลือก	นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี	
	บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด (Thai Marujun)	**บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (Kumi)**
ประกอบอุตสาหกรรม	ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์	ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และยาง (ชิ้นส่วนรถยนต์)
	อันดับหนึ่ง หรือร้อยละ 13.01[9] จึงนับได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำผลสำเร็จจากโครงการไปเผยแพร่ขยายผลต่อไป	
ความสามารถในการนำเทคโนโลยีในโรงงานสาธิต ไปใช้ในโรงงานอื่นได้อย่างแพร่หลาย	กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ และการขนส่ง นับเป็นสัดส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมที่เข้ามาประกอบกิจการในนิคมอุตสาหกรรมมากเป็นอันดับหนึ่ง หรือร้อยละ 13.01[10] จึงนับได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีในโรงงานสาธิต ไปใช้ในโรงงานอื่นได้อย่างแพร่หลายต่อไป	
การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงของสถานประกอบการนั้นๆ	แสดงเจตจำนงที่ชัดเจนว่ายินดีที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิต หากโรงงานผ่านการคัดเลือก โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูง	

2-3 สรุปผลการพิจารณาคัดเลือกโรงงานสาธิต

ในการพิจารณาคัดเลือกโรงงานสาธิตในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพและความเหมาะสมสูงสุดต่อการเป็นโรงงานสาธิตระบบ Demand Response นั้น ที่ปรึกษาได้ขอความอนุเคราะห์เข้าพบผู้แทนจากการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และผู้อำนวยการสำนักงานนิคมอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ โดยได้รับคำแนะนำในการคัดกรองรายชื่อโรงงานจากนิคมอุตสาหกรรมในประเทศไทย และเมื่อพิจารณารายละเอียดโรงงานในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมที่เข้าข่ายและผ่านหลักเกณฑ์และคุณสมบัติพึงมี ประกอบกับข้อมูลโรงงานจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน ที่ปรึกษามีความเห็นว่าโรงงานที่ผ่านการคัดเลือกและมีความเหมาะสมสูงสุด จำนวน 2 โรงงาน ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเดียวกัน คือ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (Kumi (Thailand) Co., Ltd.: KUMI) และบริษัท ไทย มารูจูน จำกัด (Thai Marujun Co., Ltd.: TMC) ซึ่งตั้งอยู่ ณ นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

[9] http://210.246.198.10/upload/documentInMenu/rr9eadkt85hwxlr_4.pdf

[10] http://210.246.198.10/upload/documentInMenu/rr9eadkt85hwxlr_4.pdf

บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (KUMI)

ที่อยู่: 25 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมหนองแค ตำบลโคกแย้ อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี 18230

ประกอบอุตสาหกรรม: ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และยาง (ชิ้นส่วนรถยนต์)



รูปที่ 2-7 โรงงานบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมหนองแค

บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด (TMC)

ที่อยู่: 62 หมู่ 6 นิคมอุตสาหกรรมหนองแค บ้านหนองสมัคร ตำบลโคกแย้ อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี 18230

ประกอบอุตสาหกรรม: ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์



รูปที่ 2-8 โรงงานบริษัท ไทย มารูจูน จำกัด นิคมอุตสาหกรรมหนองแค

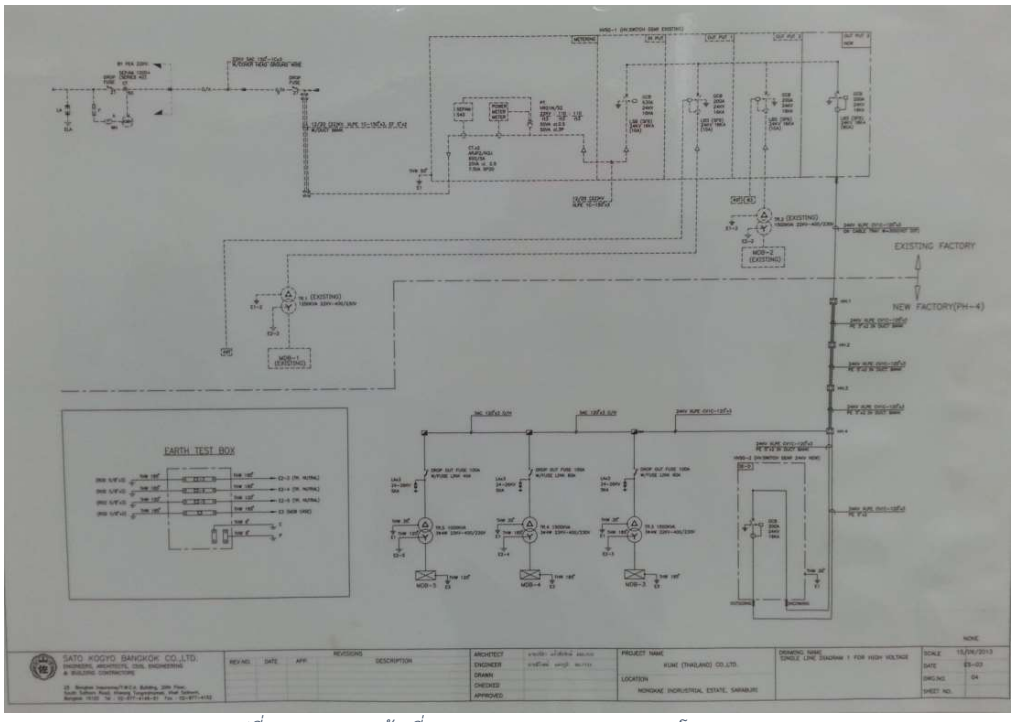
โดยทั้ง 2 โรงงาน ได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน และยืนยันความประสงค์เข้าร่วมโครงการผ่านหนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานสาธิตแล้วจากทั้ง 2 โรงงาน (หนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานสาธิตดังภาคผนวก)

2-4 การสำรวจวิเคราะห์โรงงานที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก

ขั้นตอนถัดไปคือการสำรวจวิเคราะห์และประเมินกระบวนการทำงานของโรงงานโดยละเอียด ผ่านการปรึกษาหารือและประสานงานร่วมกับตัวแทนของโรงงาน ว่าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดที่จะถูกออกแบบให้รองรับการทำงานของระบบ Demand Response ได้ มีฟังก์ชั่นการทำงานอย่างไร มีผลกระทบมากน้อยเพียงใดต่อกระบวนการผลิตในภาพรวม เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักรและอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบระบบ Demand Response ที่มีความเหมาะสม

2-4.1 การคัดเลือกโหลดของระบบไฟฟ้าโรงงาน KUMI

ระบบไฟฟ้าภายในโรงงานของบริษัทคุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด ประกอบไปด้วยตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board: MDB) รวมทั้งสิ้น 5 MDB ดังแสดงในรูปที่ 2-9



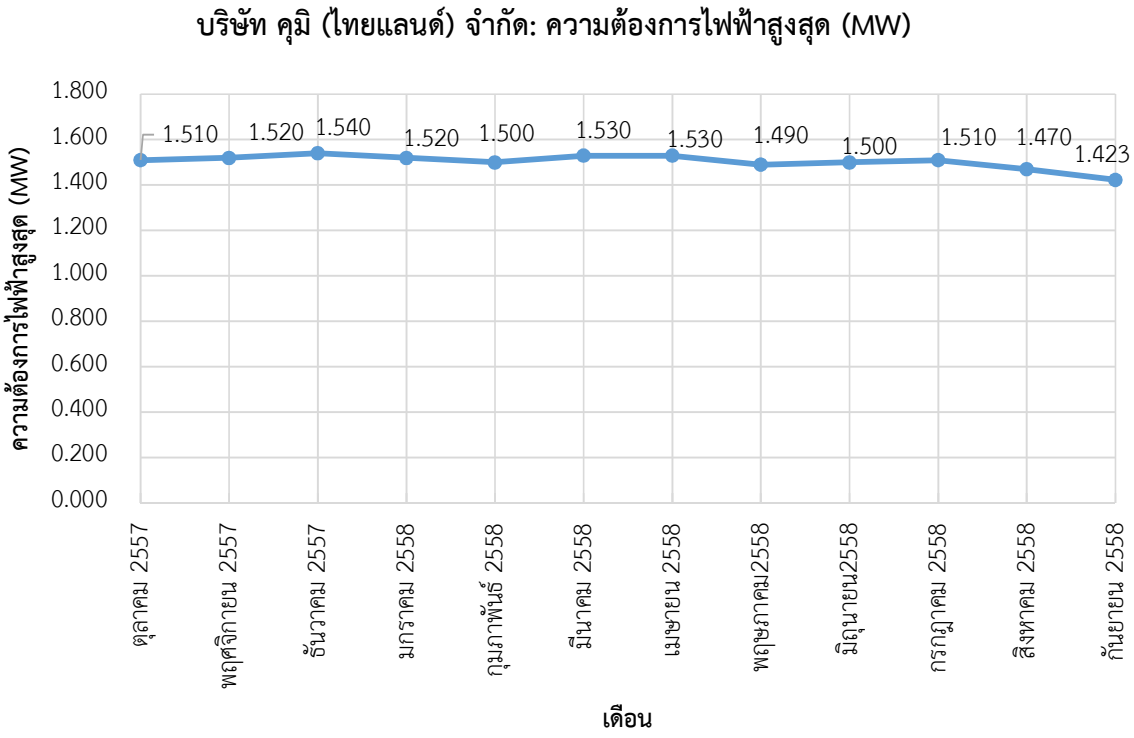
รูปที่ 2-9 แผนภาพเส้นเดี่ยว (Single Line Diagram) ของโรงงาน KUMI

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของโรงงานย้อนหลัง 12 เดือน (ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2558) มีค่าดังแสดงในตารางที่ 2-8 และรูปที่ 2-10

ตารางที่ 2-8 แสดงปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือนของโรงงานบริษัทคุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด[11]

เดือน	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (MW)
ตุลาคม พ.ศ. 2557	1.510
พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	1.520
ธันวาคม พ.ศ. 2557	1.540
มกราคม พ.ศ. 2558	1.520
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	1.500
มีนาคม พ.ศ. 2558	1.530
เมษายน พ.ศ. 2558	1.530
พฤษภาคม พ.ศ. 2558	1.490
มิถุนายน พ.ศ. 2558	1.500
กรกฎาคม พ.ศ. 2558	1.510
สิงหาคม พ.ศ. 2558	1.470
กันยายน พ.ศ. 2558	1.423

[11] http://meteronline.gulf.co.th/pc/



รูปที่ 2-10 ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือนของโรงงานบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด

จากการสำรวจหน้างานถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน โดยพิจารณาศักยภาพและความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้งาน อันมีความเหมาะสมในการสาธิตระบบ Demand Response รวมถึงจากการสอบถามถึงความสมัครใจของผู้ปฏิบัติงาน และความยินยอมจากทางโรงงานแล้วนั้น สามารถสรุปการคัดเลือกโหลดไฟฟ้า (Load) ในโรงงานของ KUMI ที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ได้ดังต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room air conditioning system) - เชื่อมต่อกับ MDB-1
- ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน (Canteen air conditioning system) - เชื่อมต่อกับ MDB-3
- ระบบพัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan หรือ Exhaust Fan) - เชื่อมต่อกับ MDB-4

การเชื่อมต่อระหว่าง MDB กับโหลดต่างๆ ตามที่แสดงดังรูปที่ 2-11 สำหรับรายละเอียดการทำงานของโหลดต่างๆ จะถูกอธิบายในส่วนถัดไปของรายงาน



รูปที่ 2-11 แผนผังโหลดและการเชื่อมต่อกับ MDB โรงงาน KUMI

2-4.1.1 ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน

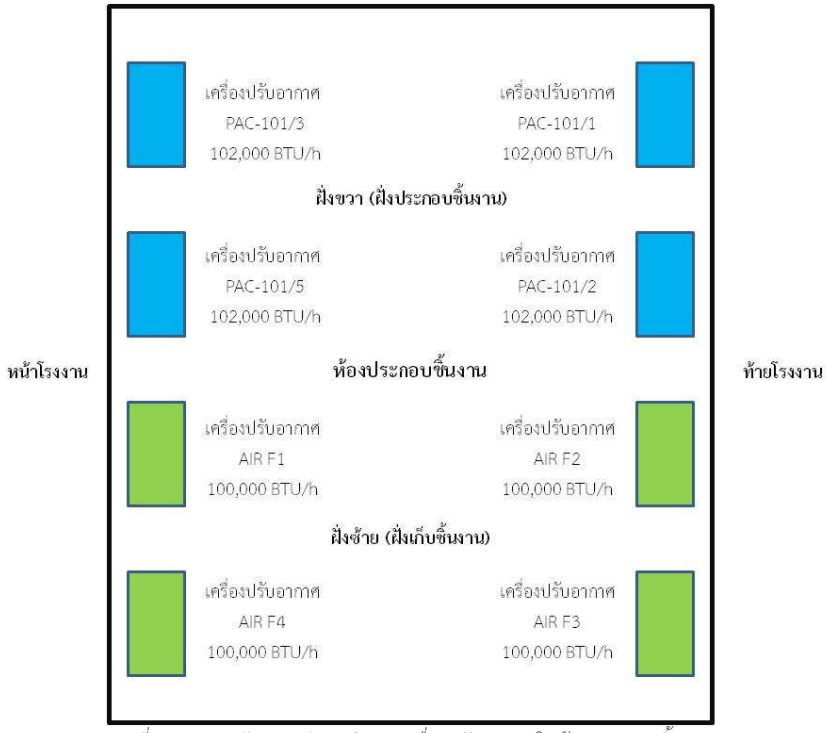
ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly Room Air Conditioning System: Assembly A/C) ถูกเลือกเป็นหนึ่งในโหลดไฟฟ้าเพื่อใช้ในการสาธิตระบบ Demand Response ในห้องประกอบชิ้นงานนี้ประกอบด้วยเครื่องปรับอากาศจำนวน 8 เครื่อง โดยแยกออกเป็นเครื่องปรับอากาศ 2 ขนาด คือ ขนาด 102,000 BTU/h จำนวน 4 เครื่อง และขนาด 100,000 BTU/h จำนวน 4 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2-12 จนถึงรูปที่ 2-15 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเย็นให้แก่พนักงานซึ่งทำการประกอบชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับรถยนต์ เช่น ราวมือจับภายในรถยนต์ เป็นต้น โดยปกติแล้ว เครื่องปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงานนี้จะถูกเปิดทำงานครบทั้ง 8 เครื่องตลอดระยะเวลาทำงานของพนักงาน โดยเครื่องปรับอากาศในห้องนี้ถูกเชื่อมต่อกับ MDB-1 ของโรงงาน



รูปที่ 2-12 เครื่องปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงานฝั่งขวา (ฝั่งประกอบชิ้นงาน) ขนาด 102,000 BTU/h (PAC-101/3, PAC-101/5, PAC-101/1, และ PAC-101/2 ตามลำดับ)



รูปที่ 2-13 เครื่องปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงานฝั่งซ้าย (ฝั่งเก็บชิ้นงาน) ขนาด 100,000 BTU/h (AIR F1, AIR F4, AIR F2, และ AIR F3 ตามลำดับ)



รูปที่ 2-14 แผนผังแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน



รูปที่ 2-15 ห้องประกอบชิ้นงาน

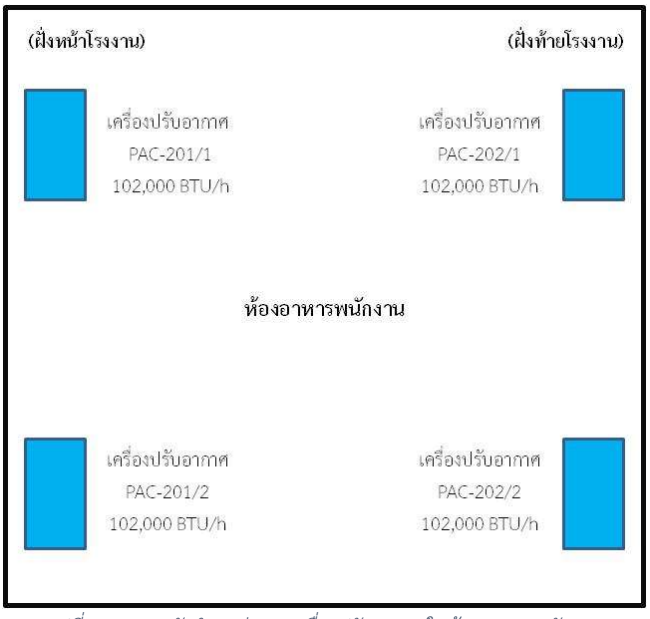
2-4.1.2 ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน

ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน (Canteen Air Conditioning System: Canteen A/C) ถูกเลือกให้เป็นหนึ่งในโหลดไฟฟ้าสำหรับสาธิตระบบ Demand Response ห้องอาหารพนักงานมีอุกรณ์ไฟฟ้าสำคัญต่างๆ ดังต่อไปนี้ เครื่องปรับอากาศจำนวน 4 เครื่อง ขนาดเครื่องละ 120,000 BTU/h ดังแสดงในรูปที่ 2-16 จนถึงรูปที่ 2-18 เพื่อทำความเย็นให้แก่พนักงานในห้องอาหารระหว่างช่วงเวลาพักกลางวัน โดยปกติแล้วเครื่องปรับอากาศในห้องอาหาร

นี้จะถูกเปิดครบทั้ง 4 เครื่องในช่วงเวลาใกล้ถึงเวลาพักกลางวัน และอาจจะถูกปิดหรือปรับเพิ่มอุณหภูมิขึ้นในช่วงเวลาอื่นนอกเหนือจากเวลาพักกลางวัน โดยเครื่องปรับอากาศในห้องอาหารนี้ถูกเชื่อมต่อกับ MDB-3 ของโรงงาน



รูปที่ 2-16 เครื่องปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน
(ฝั่งหน้าโรงงาน PAC-201/1 ขนาด 102,000 BTU/h, PAC-201/2 ขนาด 102,000 BTU/h
ฝั่งท้ายโรงงาน PAC-202/1 ขนาด 102,000 BTU/h, PAC-202/2 ขนาด 102,000 BTU/h)



รูปที่ 2-17 แผนผังตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน



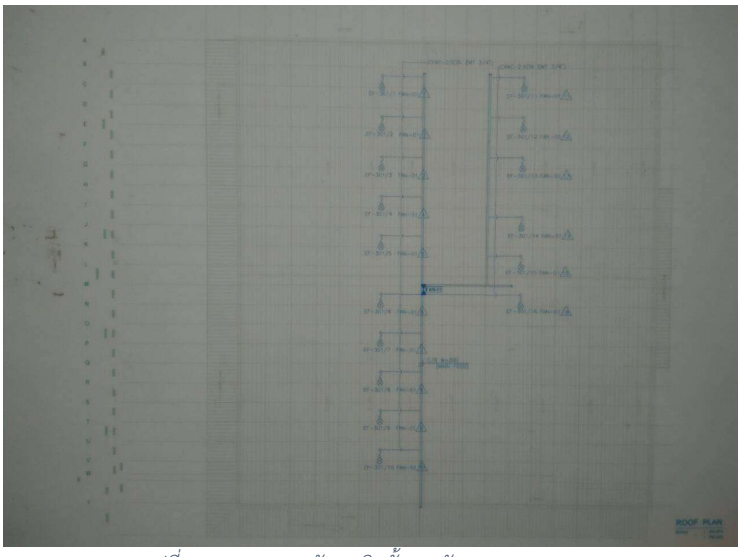
รูปที่ 2-18 ห้องอาหารพนักงาน

2-4.1.3 ระบบพัดลมระบายอากาศ

ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fan) ซึ่งถูกเลือกเป็นโหลดเพื่อใช้ในการสาธิตระบบ Demand Response นั้น เป็นพัดลมระบายอากาศซึ่งมีการติดตั้งอยู่บนเพดานหลังคาโรงงานและกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณของหลังคาโรงงาน ในส่วนที่เป็นโกดังเก็บของ (Warehouse) ที่เป็นลักษณะเปิดและไม่มีเครื่องปรับอากาศ โดยพัดลมระบายอากาศดังกล่าวจะถูกเปิดเพื่อระบายอากาศทิ้งไว้ตลอดทั้งวัน และสามารถสั่งเปิด-ปิดรวมกันเป็นกลุ่มย่อยต่างๆ ดังแสดง โดยพัดลมระบายอากาศทั้งหมดนี้ถูกเชื่อมต่ออยู่กับ MDB-4 ของโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 2-19 และรูปที่ 2-20



รูปที่ 2-19 แสดงระบบพัดลมระบายอากาศ ซึ่งมีการติดตั้งอยู่บนหลังคาโรงงาน



รูปที่ 2-20 แสดงแผนผังการติดตั้งของพัดลมระบายอากาศ

ทั้งนี้ เนื่องจากทางโรงงานอนุญาตให้ดำเนินการสาธิตระบบ Demand Response ได้เพียงกับโหลดไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่ไม่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการผลิตมากนัก ดังนั้น โหลดส่วนใหญ่ที่ถูกเลือกจึงอยู่เป็นส่วนหนึ่งของระบบสาธารณูปโภคต (Utility) ต่างๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตน้อยกว่าโหลดไฟฟ้าในสายการผลิตโดยตรง

จากโหลดที่ได้คัดเลือกมาทั้ง 3 โหลดของโรงงาน สามารถสรุปศักยภาพสูงสุดจากการดำเนินการ Demand Response ในแต่ละโหลดที่ถูกเลือกภายใต้โครงการสาธิตฯได้ ดังแสดงในตารางที่ 2-9 โดยศักยภาพสูงสุดที่ระบุในตารางคือกรณีที่ตัดโหลดที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมดในช่วงเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตามการดำเนินการ Demand

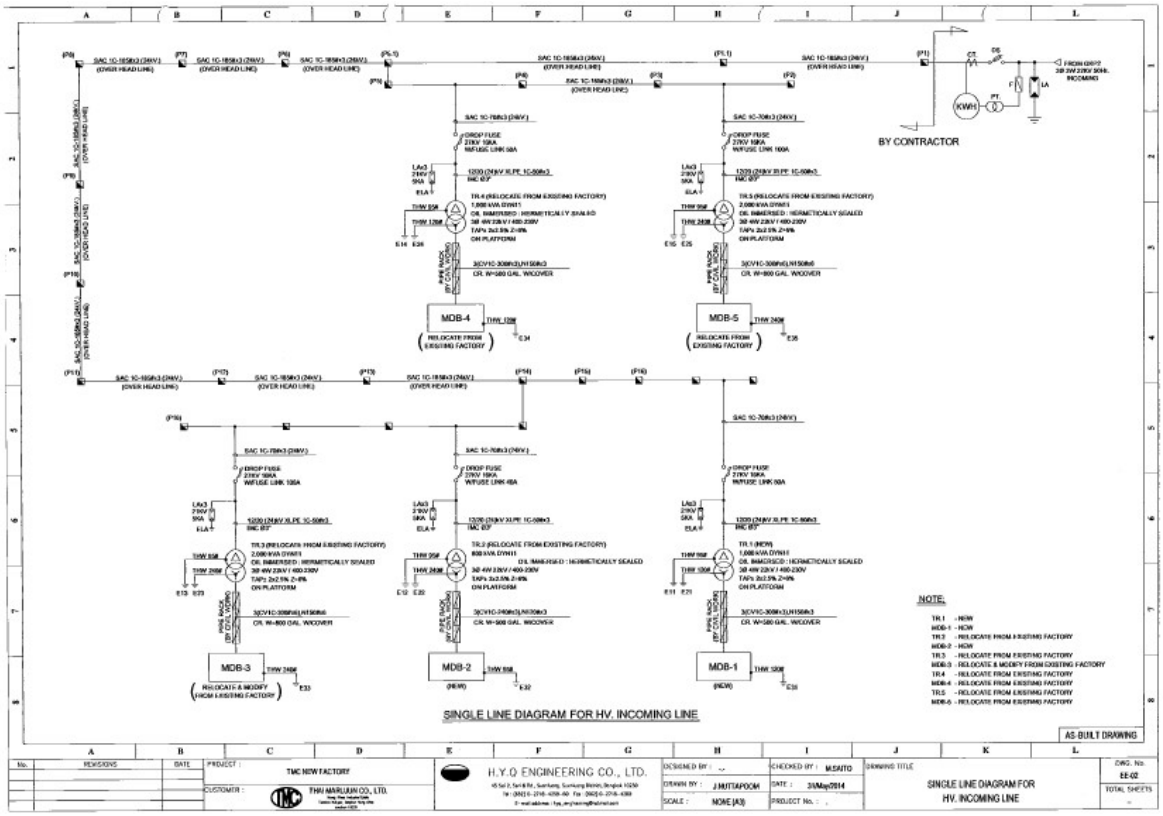
Response ในทางปฏิบัตินั้นจะต้องผ่านการหารือกับบุคลากรจากโรงงานเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถระบุได้ถึงระดับความเหมาะสมในการลดโหลด รวมถึงช่วงเวลาที่สามารถทำได้ โดยรายละเอียดจะอยู่ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ผล ซึ่งจะถูกนำเสนอในรายงานสรุปผลโครงการต่อไป

ตารางที่ 2-9 ศักยภาพสูงสุดจากการดำเนินการ Demand Response ในแต่ละโหลดภายใต้โครงการสาธิตฯ

โหลดที่เลือก	จำนวน	ขนาด (kW)	หมายเหตุ
เครื่องปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room air conditioning system)	8	~ 64	รวมคอล์ยร้อนและคอล์ยเย็น
เครื่องปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน (Canteen air conditioning system)	4	~ 32	รวมคอล์ยร้อนและคอล์ยเย็น
พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan หรือ Exhaust Fan)	16	~ 13	

2-4.2 การคัดเลือกโหลดของระบบไฟฟ้าในโรงงาน TMC

ระบบไฟฟ้าภายในโรงงาน TMC ประกอบไปด้วยตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board: MDB) รวมทั้งสิ้น 5 MDB ดังแสดงในรูปที่ 2-21



รูปที่ 2-21 แผนภาพเส้นเดี่ยว (Single Line Diagram) ของโรงงาน TMC

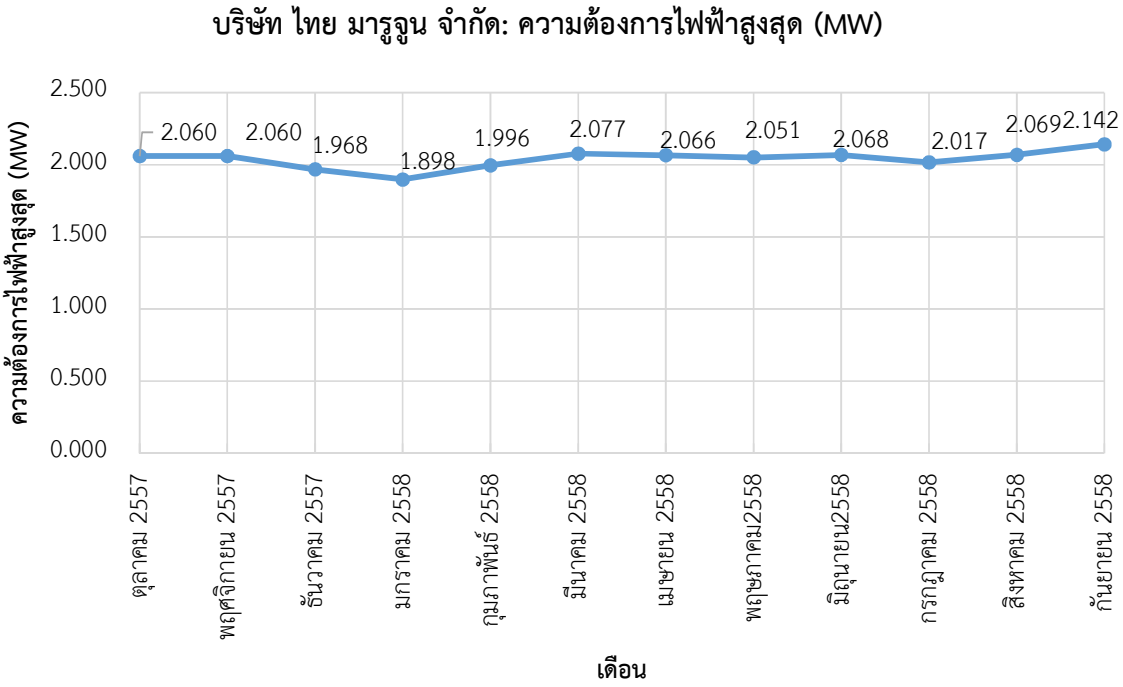
จากการสำรวจเบื้องต้น พบว่า ปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของโรงงาน ย้อนหลัง 12 เดือน (ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2558) มีค่าดังแสดงในตารางที่ 2-10 และรูปที่ 2-22

ตารางที่ 2-10 แสดงปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือนของโรงงาน TMC[12]

เดือน	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (MW)
ตุลาคม พ.ศ. 2557	2.060
พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	2.060

[12] http://meteronline.gulf.co.th/pc/

เดือน	ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (MW)
ธันวาคม พ.ศ. 2557	1.968
มกราคม พ.ศ. 2558	1.898
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558	1.996
มีนาคม พ.ศ. 2558	2.077
เมษายน พ.ศ. 2558	2.066
พฤษภาคม พ.ศ. 2558	2.051
มิถุนายน พ.ศ. 2558	2.068
กรกฎาคม พ.ศ. 2558	2.017
สิงหาคม พ.ศ. 2558	2.069
กันยายน พ.ศ. 2558	2.142



รูปที่ 2-22 ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือนของโรงงาน TMC

จากการสำรวจหน้างานถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน โดยพิจารณาศักยภาพและความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้งาน ให้มีความเหมาะสมต่อการสาธิตระบบ Demand Response รวมถึงจากการ

สอบถามถึงความสมัครใจของผู้ปฏิบัติงาน และความยินยอมจากทางโรงงานแล้วนั้น ที่ปรึกษาฯ สามารถสรุปการคัดเลือกโหลดของระบบไฟฟ้าในโรงงาน TMC ซึ่งประกอบไปด้วยโหลด 3 ประเภท ได้แก่

- ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning) - เชื่อมต่อกับ MDB-1
- ระบบพัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan หรือ Exhaust Fan) - เชื่อมต่อกับ MDB-2
- ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger) - เชื่อมต่อกับ MDB-3

สำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง MDB กับโหลดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2-23 โดยรายละเอียดการทำงานของโหลดต่างๆ จะได้รับการอธิบายโดยละเอียดในส่วนถัดไปของรายงาน



รูปที่ 2-23 แผนผังโหลดและการเชื่อมต่อกับ MDB

2-4.2.1 ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด

ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning System: Spot A/C) ที่ถูกคัดเลือกเป็นโหลดเพื่อใช้ในการสาธิตระบบ Demand Response ของ บริษัทไทย มารูจูน จำกัด นั้น เป็นเครื่องปรับอากาศ Air Fan Unit เพื่อทำความเย็นให้ห้องพ่นสีชิ้นงาน (Painting Room) โดยมีการจ่ายลมเย็นผ่านท่อลมซึ่งต่อไปยังเฉพาะจุดต่างๆ (Spot Air) ที่มีพนักงานประจำอยู่ในขณะที่ทำการพ่นสีชิ้นงาน โดยระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุดได้ถูกเชื่อมต่อมาจาก MDB 1 ของโรงงานดังแสดงในรูปที่ 2-24 จนถึงรูปที่ 2-27



รูปที่ 2-24 ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning)



รูปที่ 2-25 ท่อจ่ายลมเย็นของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning)



รูปที่ 2-26 คอมเพรสเซอร์ของระบบปรับอากาศ ซึ่งติดตั้งอยู่ภายนอกห้องพ่นสีชิ้นงาน



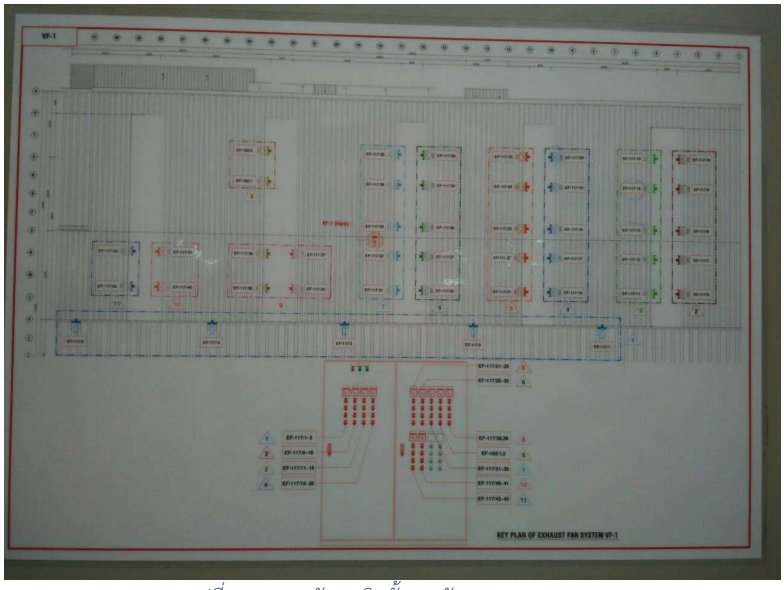
รูปที่ 2-27 เวลาการเปิด-ปิด Spot Air ตามปกติของโรงงาน

2-4.2.2 ระบบพัดลมระบายอากาศ

ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fan) ซึ่งถูกเลือกเป็นโหลดเพื่อใช้ในการสาธิตระบบ Demand Response นั้น ถูกติดตั้งกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณบนเพดานหลังคาโรงงาน ซึ่งพัดลมระบายอากาศดังกล่าวจะมีการสั่งการเปิด-ปิด รวมกันเป็นกลุ่มย่อยต่างๆ ดังแสดงรูปที่ 2-28 และรูปที่ 2-29 โดยระบบพัดลมระบายอากาศจะถูกเดินระบบตลอดเวลา เพื่อระบายอากาศระบบพัดลมระบายอากาศนี้ได้ถูกเชื่อมต่ออยู่กับตู้ไฟฟ้า MDB 2 ของโรงงาน



รูปที่ 2-28 ระบบพัดลมระบายอากาศ ซึ่งมีการติดตั้งอยู่บนหลังคาโรงงาน



รูปที่ 2-29 แผนผังการติดตั้งของพัดลมระบายอากาศ

2-4.2.3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่

ในโรงงานของ บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด มีการใช้งานรถยก (Forklift) เพื่อขนส่งชิ้นงานและสินค้าไปมาภายในพื้นที่โรงงานตลอดเวลา โดยรถยกดังกล่าวมีการใช้พลังงานจากไฟฟ้าในการขับเคลื่อน โดยจะมีการชาร์จไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่ก่อนที่จะนำแบตเตอรี่นั้นไปใช้ในรถยก ซึ่งระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Chargers) ถูกติดตั้งกระจายไปตาม MDB ต่างๆ ทั่วทั้งโรงงานดังแสดงในรูปที่ 2-30 และรูปที่ 2-31 สำหรับกลุ่มของระบบชาร์จแบตเตอรี่ ที่ถูกเลือกมาเพื่อใช้ในการสาธิตระบบ Demand Response นั้นถูกเชื่อมต่ออยู่กับ MDB 3



รูปที่ 2-30 แบตเตอรี่และที่ชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 2-31 ที่ชาร์จแบตเตอรี่

ทั้งนี้ เนื่องจากทางโรงงานอนุญาตให้ดำเนินการสาธิตระบบ Demand Response ได้เพียงกับโหลดไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่ไม่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการผลิตมากนัก ดังนั้น โหลดส่วนใหญ่ที่ถูกเลือกจึงอยู่ในระบบสาธารณูปโภค (Utility) ต่างๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างน้อยกว่าโหลดไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับสายการผลิตโดยตรง

จากโหลดที่ได้คัดเลือกมาทั้ง 3 โหลดของโรงงาน สามารถสรุปศักยภาพสูงสุดจากการดำเนินการ Demand Response ในแต่ละโหลดที่ถูกเลือกภายใต้โครงการสาธิตฯได้ ดังแสดงในตารางที่ 2-11 ซึ่งศักยภาพสูงสุดที่ระบุใน

ตารางนั้นคือกรณีที่ตัดโหลดทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการในช่วงเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตามการดำเนินการ Demand Response ในทางปฏิบัตินั้นจะต้องผ่านการหารือกับบุคลากรจากโรงงานเพิ่มเติม เพื่อที่จะสามารถระบุได้ถึงระดับความเหมาะสมในการลดโหลด รวมถึงช่วงเวลาที่สามารถทำได้ โดยรายละเอียดจะอยู่ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ผล ซึ่งจะถูกนำเสนอในรายงานสรุปผลโครงการต่อไป

ตารางที่ 2-11 แสดงศักยภาพสูงสุดจากการดำเนินการ Demand Response ในแต่ละโหลดภายใต้โครงการสาธิตฯ

โหลดที่เลือก	จำนวน	ขนาด (kW)
ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning)	1	~ 30
พัดลมระบายอากาศ (Ventilation Fan หรือ Exhaust Fan)	45	~ 50
ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger)	4	~ 15

ภาคผนวกบทที่ 2

- **ภาคผนวก 2ก**: รูปภาพประกอบการประชุมและการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน
- **ภาคผนวก 2ข:** เอกสารประกอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โรงงาน
- **ภาคผนวก 2ค:** หนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานในโครงการสาธิตฯ
- **ภาคผนวก 2ง:** รูปภาพประกอบการสำรวจโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

ภาคผนวก 2ก: รูปภาพประกอบการประชุมและการเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงานเบื้องต้น

คณะทำงานประชุมร่วมกับนายจักรรัฐ เลิศโอภาส รองผู้ว่าการการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อขอคำแนะนำในการคัดกรองโรงงานสาธิตในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2557



คณะทำงานประชุมร่วมกับนายจักรรัฐ เลิศโอภาส รองผู้ว่าการการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และนายเริงฤทธิ์ กุศลกรรมบถ ผู้อำนวยการสำนักงานนิคมอุตสาหกรรมหนองแค ที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อขอคำแนะนำในการคัดกรองโรงงานสาธิตในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2557



คณะทำงานประชุมร่วมกับผู้จัดการพลังงาน บริษัท KIRIU นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) จังหวัดระยอง และขอเข้าเยี่ยมชมโรงงาน เมื่อวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ. 2557



คณะทำงานประชุมร่วมกับนางปนัดดา รุ่งเรืองศรี ผู้อำนวยการสำนักงานนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร และผู้แทนบริษัทในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี เพื่อแนะนำโครงการและเรียนปรึกษาขอเข้าเยี่ยมชมโรงงาน เมื่อวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2557





คณะทำงานประชุมร่วมกับผู้จัดการทั่วไป บริษัท KUMI นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี และเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2557





คณะทำงานประชุมร่วมกับผู้จัดการทั่วไป และผู้แทนบริษัท Thai Marujun นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี และเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2557





คณะทำงานประชุมร่วมกับผู้แทนบริษัท NEXT CAN INNOVATION นิคมอุตสาหกรรมหนองแค จังหวัดสระบุรี และเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน เมื่อวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2557





คณะทำงานประชุมร่วมกับผู้แทนบริษัท Interface Flor นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี และเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน เมื่อวันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2557





คณะทำงานประชุมร่วมกับผู้จัดการ และผู้แทนบริษัท TAKEBE นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จังหวัดชลบุรี และเข้าเยี่ยมสำรวจโรงงาน เมื่อวันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2557



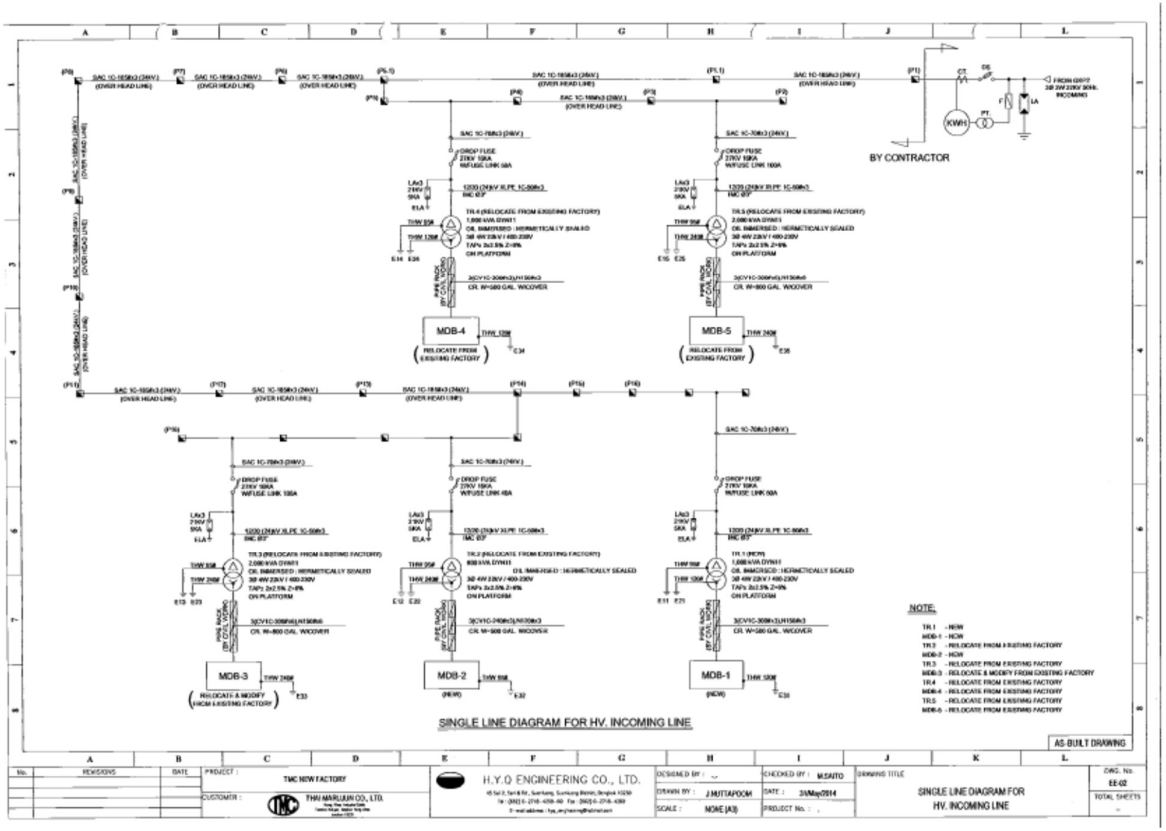


คณะทำงานประชุมร่วมกับนายวีรพงศ์ ไชยเพิ่ม ผู้ว่าการการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และนางสาวสมจินต์ พิลึก รองผู้ว่าการการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อแนะนำโครงการและประสานขอวามอนุเคราะห์ในการดำเนินโครงการในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2557

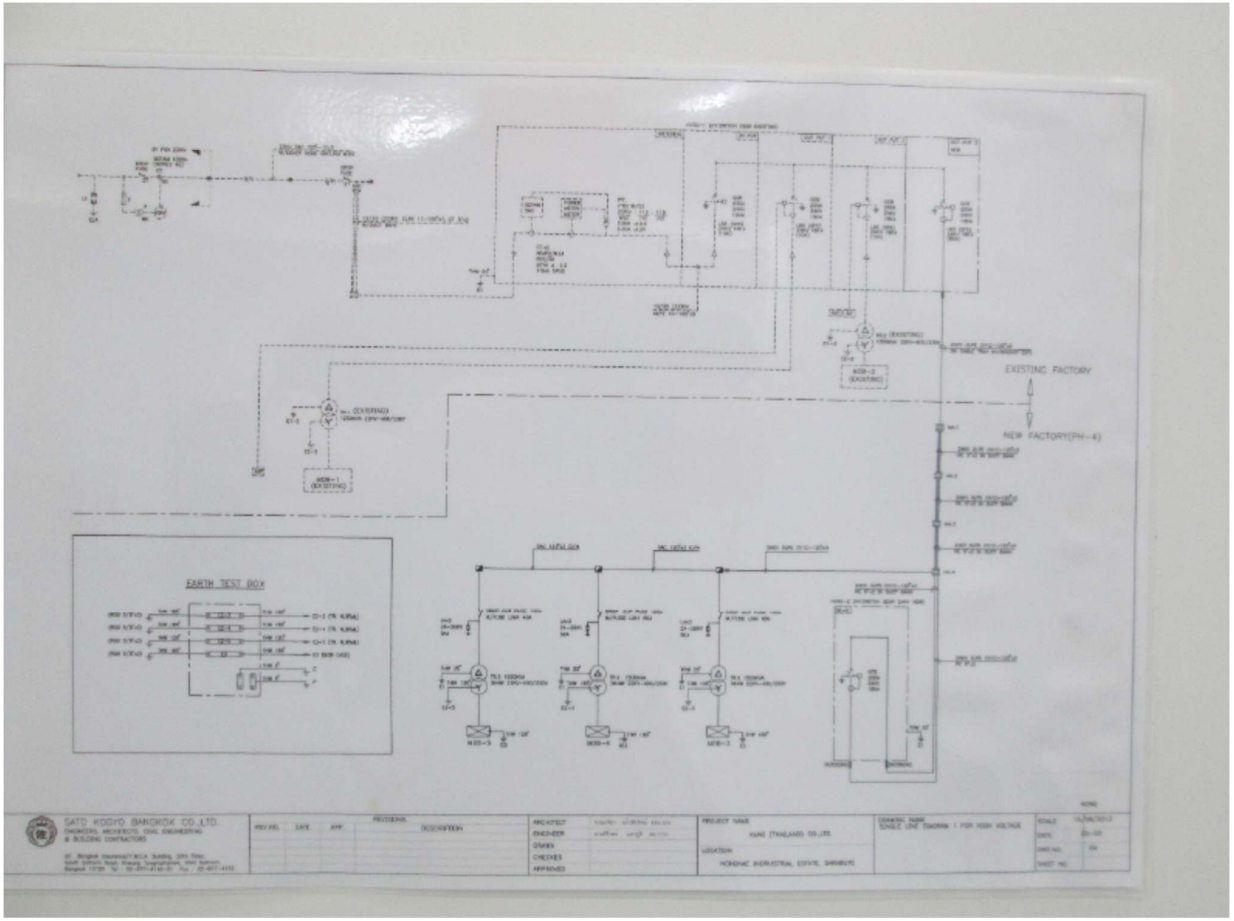


ภาคผนวก 2ข: เอกสารประกอบแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โรงงาน (บางส่วน)

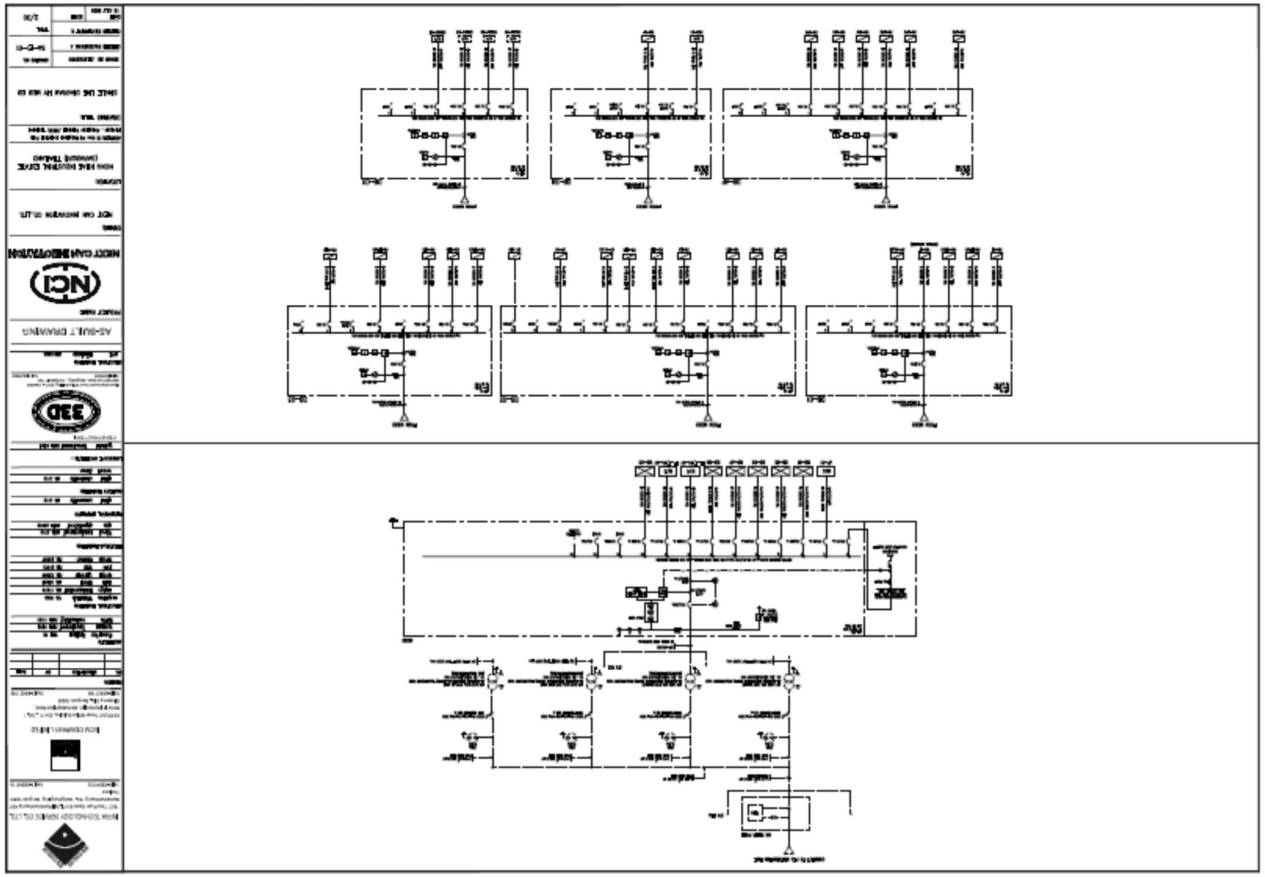
บริษัท Thai Marujun นิคมอุตสาหกรรมหนองแค



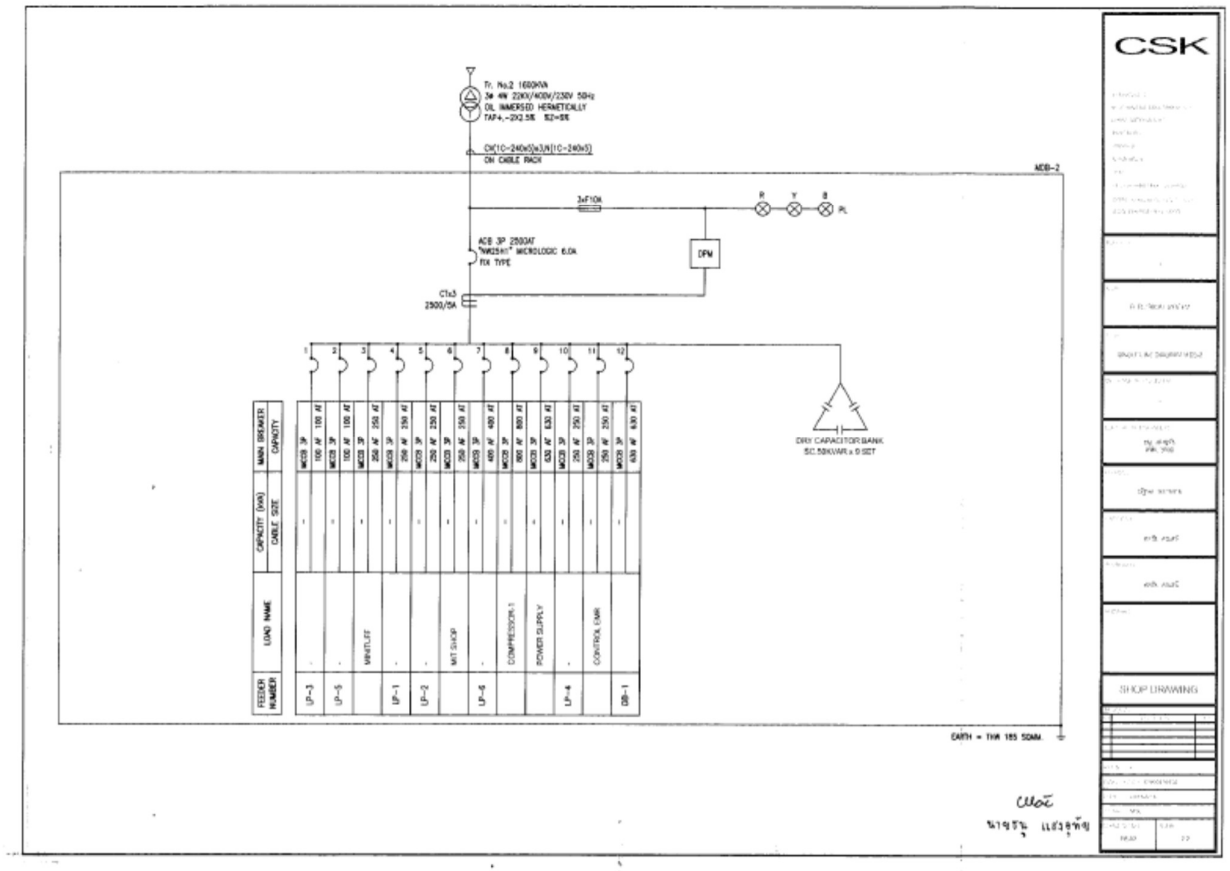
บริษัท Kumi นิคมอุตสาหกรรมหนองแค



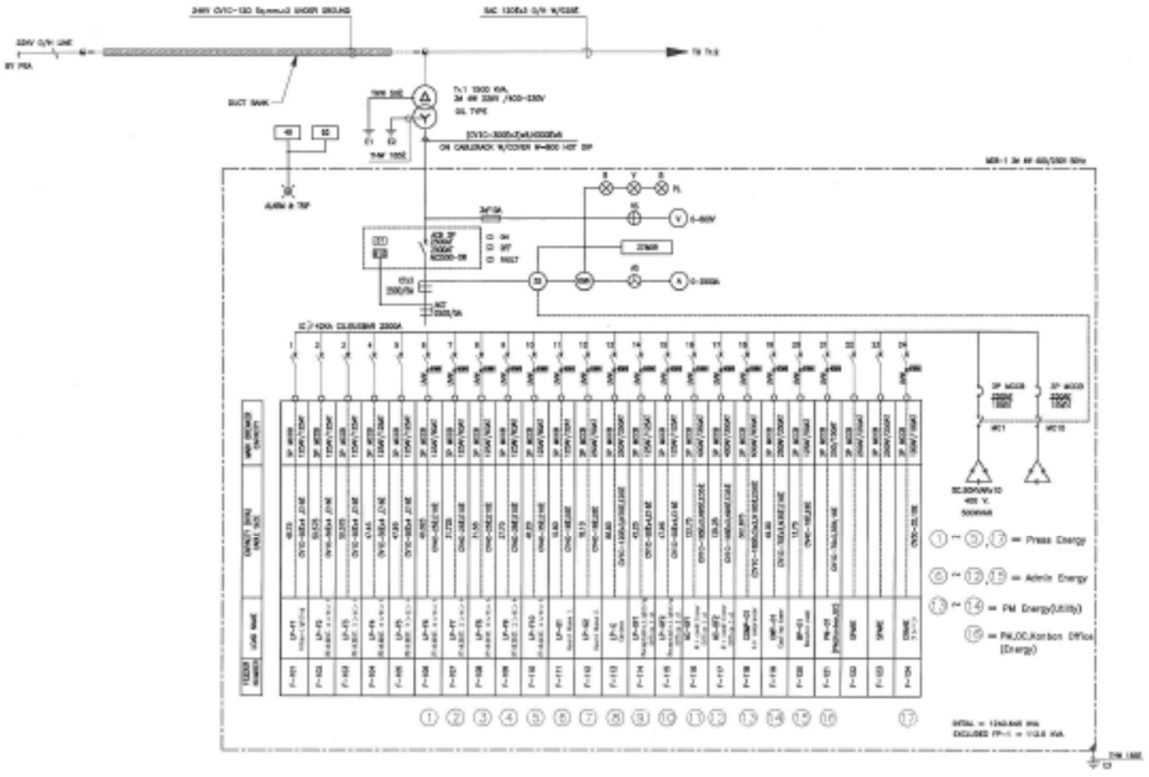
บริษัท Next Can Innovation นิคมอุตสาหกรรมหนองแค



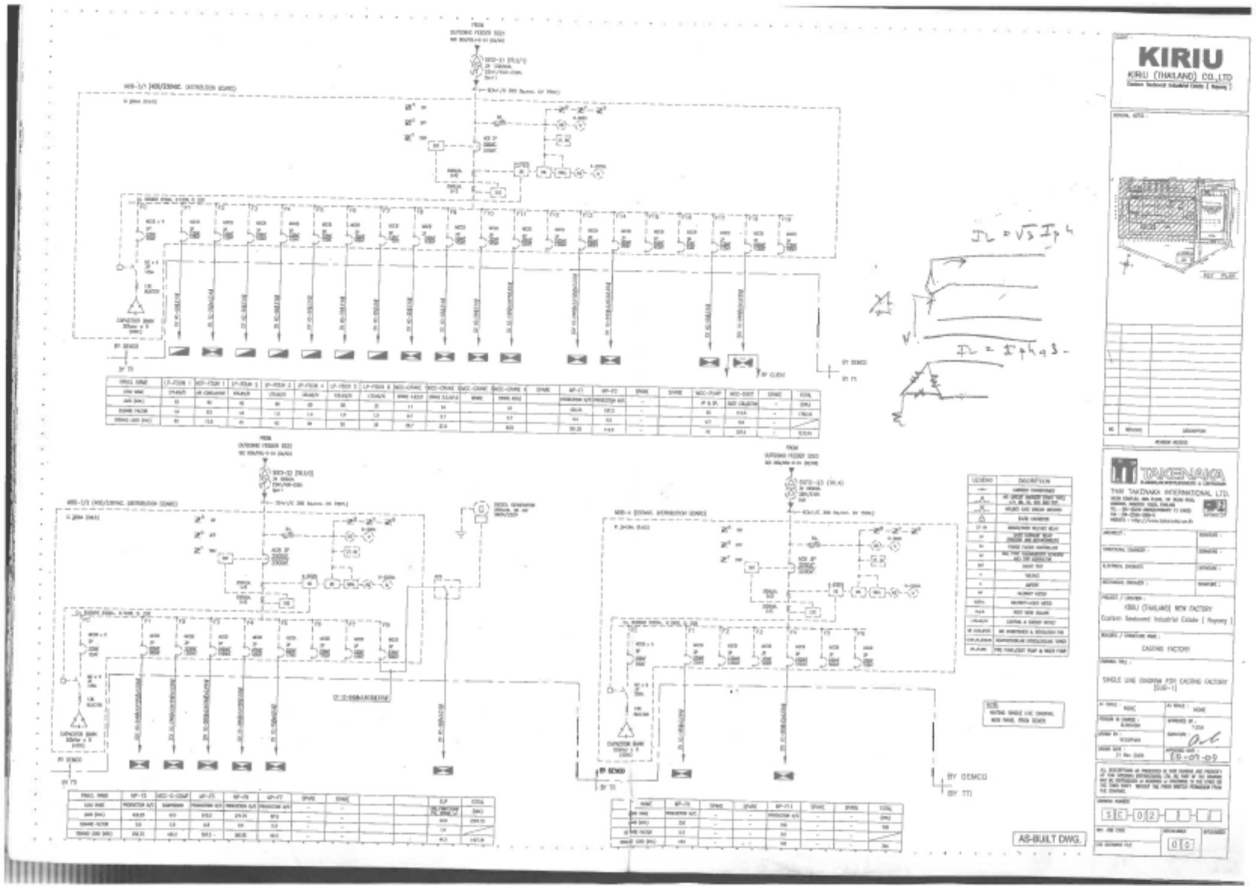
บริษัท Interface Flor นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร



บริษัท TAKEBE นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร

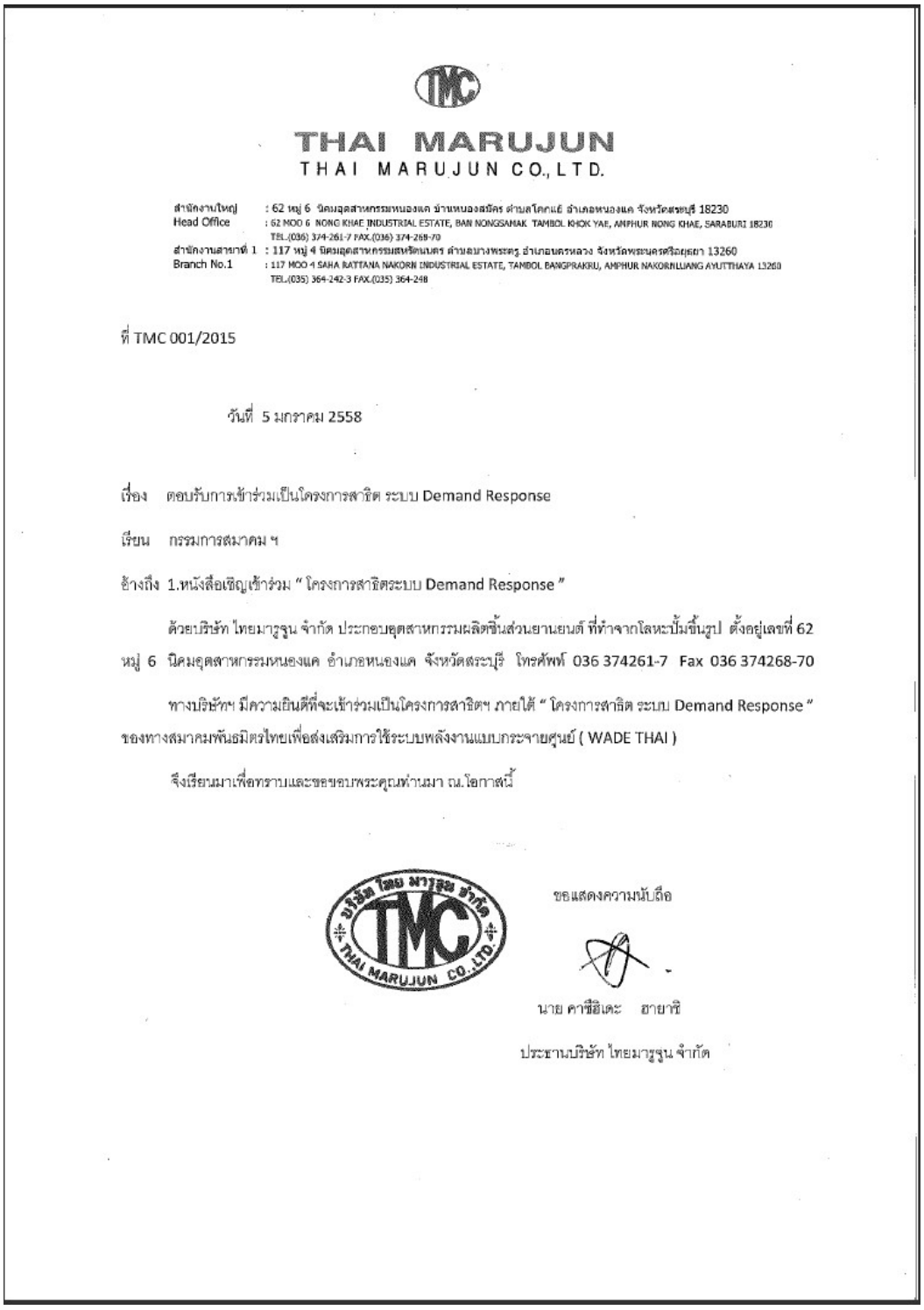


บริษัท KIRIU นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด(ระยอง)



ภาคผนวก 2ค: หนังสือตอบรับเข้าร่วมเป็นโรงงานในโครงการสาธิตฯ

บริษัท Thai Marujun (TMC)



THAI MARUJUN
THAI MARUJUN CO., LTD.

สำนักงานใหญ่ : 62 หมู่ 6 นิคมอุตสาหกรรมหนองแค บ้านหนองสมัคร ตำบลโคกแย้ อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี 18230
Head Office : 62 MOO 6 NONG KHAE INDUSTRIAL ESTATE, BAN NONGSAMAK TAMBOL KHOK YAE, AMPHUR NONG KHAE, SARABURI 18230
TEL.(036) 374-261-7 FAX.(036) 374-268-70
สำนักงานสาขาที่ 1 : 117 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร ตำบลบางพระครู อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13260
Branch No.1 : 117 MOO 4 SAHA RATTANA NAKORN INDUSTRIAL ESTATE, TAMBOL BANGPRAKRU, AMPHUR NAKORNLUANG AYUTTHAYA 13260
TEL.(035) 364-242-3 FAX.(035) 364-248

ที่ TMC 001/2015

วันที่ 5 มกราคม 2558

เรื่อง ตอบรับการเข้าร่วมเป็นโครงการสาธิต ระบบ Demand Response

เรียน กรรมการสมาคม ฯ

อ้างถึง 1.หนังสือเชิญเข้าร่วม " โครงการสาธิตระบบ Demand Response "

ด้วยบริษัท ไทยมารูจุน จำกัด ประกอบอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ที่ทำจากโลหะปั๊มขึ้นรูป ตั้งอยู่เลขที่ 62 หมู่ 6 นิคมอุตสาหกรรมหนองแค อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี โทรศัพท์ 036 374261-7 Fax 036 374268-70

ทางบริษัทฯ มีความยินดีที่จะเข้าร่วมเป็นโครงการสาธิตฯ ภายใต้ " โครงการสาธิต ระบบ Demand Response " ของทางสมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

จึงเรียนมาเพื่อทราบและขอขอบพระคุณท่านมา ณ.โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

นาย คาซึฮิเดะ ฮายาชิ

ประธานบริษัท ไทยมารูจุน จำกัด

บริษัท Kumi



KUMI (THAILAND) CO.,LTD.
บริษัท คูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด

เลขที่ 25 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรมหนองแค ต.โคกแย้ อ.หนองแค จ.สระบุรี 18230 โทร (036) 374-107-10 แฟกซ์ (036) 374-111
25 MOO 4 NONGKAE INDUSTRIAL ESTATE KOKYAE NONGKAE SARABURI 18230 THAILAND TEL : (036) 374-107-10 FAX. (036) 374-111

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
สำเนา กรรมการสมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์
เรื่อง การตอบรับเข้าร่วมโครงการ

ด้องขอขอบคุณสมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ ที่ได้คัดเลือก บริษัท คูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมหนองแค ตำบลโคกแย้ อำเภอหนองแค จังหวัดสระบุรี ในการเข้าร่วมเป็นโครงการสาธิตรูปแบบระบบ Demand Response

บริษัท คูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด ยินดีเข้าร่วมโครงการสาธิตรูปแบบระบบ Demand Response เพื่อเป็นการพัฒนาบริษัทในการใช้พลังงานแบบยั่งยืน และขอขอบคุณหน่วยงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

Mr. Sawang Kaewla-or
Manager EH&S

ผู้ติดต่อประสานงาน
นาย สว่าง แก้วละออ
081-9913369
sawang@kumi.co.th

ภาคผนวก: 2ง: รูปภาพประกอบการสำรวจโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

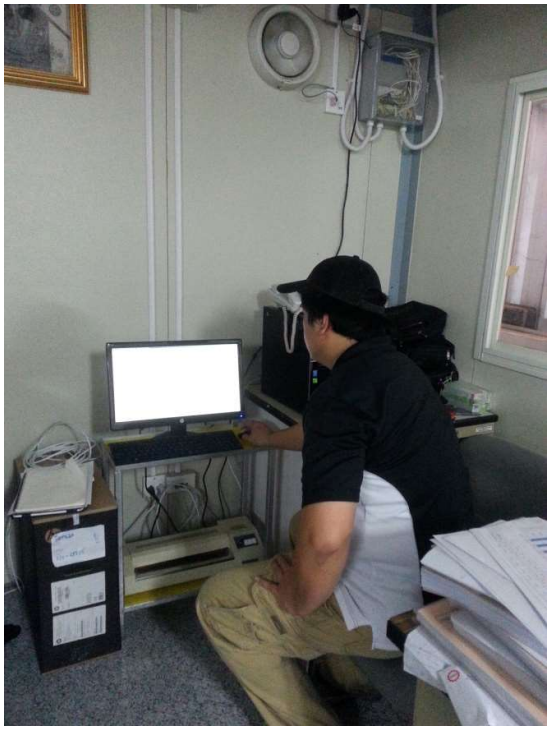



PAC-101/2









MDB-3

บทที่ 3
การพิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

สารบัญบทที่ 3

3-1 การวิเคราะห์ด้านเทคนิคและกำหนดคุณสมบัติของระบบที่เหมาะสม 3-1

3-2 องค์ประกอบของระบบ Demand Response 3-1

3-2.1 ระบบตรวจวัด 3-2

3-2.1.1 สมาร์ทมิเตอร์แบบ Automatic Meter Reading (AMR) 3-2

3-2.1.2 สมาร์ทมิเตอร์ประเภท Advanced Metering Infrastructure (AMI) 3-3

3-2.2 ระบบสื่อสาร 3-4

3-2.2.1 ระบบสื่อสารแบบสาย 3-4

3-2.2.2 ระบบสื่อสารแบบไร้สาย)Wireless communication) 3-6

3-2.3 ระบบประมวลผล 3-11

3-2.4 อุปกรณ์ควบคุม 3-20

3-2.4.1 Sequence Controller 3-22

3-2.4.2 Distributed Control Systems (DCS) 3-23

3-2.4.3 Supervisory Control and Data Acquisition Systems (SCADA) 3-23

3-3 รายละเอียดด้านเทคนิคและคุณสมบัติของระบบ Demand Response 3-24

3-3.1 ระบบตรวจวัดสำหรับโครงการสาธิตฯ 3-24

3-3.2 ระบบสื่อสารสำหรับโครงการสาธิตฯ 3-25

3-3.3 ระบบประมวลผลสำหรับโครงการสาธิตฯ 3-26

3-3.4 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับโครงการสาธิตฯ 3-27

3-4 การจัดหาและออกแบบระบบ Demand Response สำหรับโครงการสาธิตฯ 3-28

3-4.1 การจัดหาระบบ Demand Response สำหรับโครงการสาธิตฯ 3-28

3-4.2 การออกแบบระบบ Demand Response สำหรับบริษัท ไทย มารูจูน จำกัด 3-35

3-4.2.1 ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด 3-37

3-4.2.2 ระบบพัดลมระบายอากาศ 3-40

3-4.2.3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่ 3-42

3-4.3 การออกแบบระบบ Demand Response สำหรับบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด 3-44

3-4.3.1 ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน 3-46

3-4.3.2 ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน 3-49

3-4.3.3 ระบบพัดลมระบายอากาศ 3-52

บทที่ 3
การพิจารณาคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม

3-1 การวิเคราะห์ด้านเทคนิคและกำหนดคุณสมบัติของระบบที่เหมาะสม

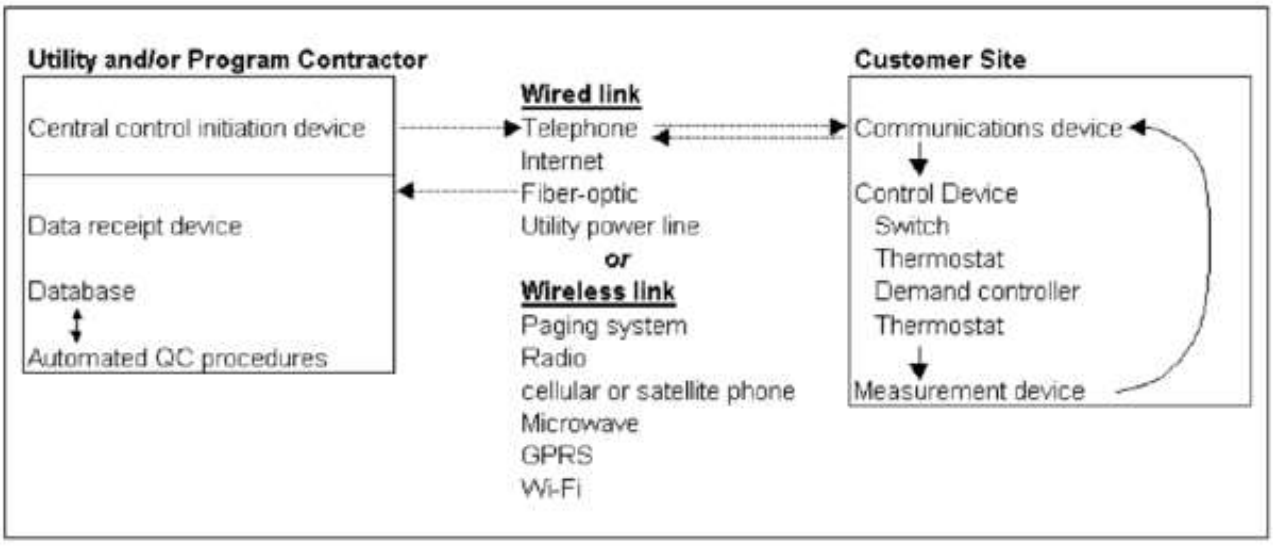
เมื่อทราบรายละเอียดของอุปกรณ์ที่เลือกเพื่อสาธิตติดตั้งระบบ Demand Response แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิค เพื่อพิจารณาข้อดีและข้อจำกัดของเทคโนโลยีแต่ประเภท และนำไปสู่การจัดหาและออกแบบระบบ Demand Response สำหรับรายอุปกรณ์ที่เลือกในโรงงานสาธิตต่อไป

3-2 องค์ประกอบของระบบ Demand Response

ในกระบวนการของการบริหารจัดการโหลด เพื่อให้สามารถดำเนินการ Demand Response นั้น ส่วนประกอบสำคัญที่จะทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่

1. ระบบตรวจวัด (Measurement system)
2. ระบบสื่อสาร (Communication system)
3. ระบบประมวลผล (Data processing system)
4. อุปกรณ์ควบคุม (Control devices)

การทำงานภายใต้โครงการสาธิตฯ สามารถแสดงดังแผนภาพในรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 ความต้องการของระบบโดยรวม (System Requirement)

3-2.1 ระบบตรวจวัด

ระบบตรวจวัด (Measurement System) มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ เครื่องมือวัดซึ่งทำหน้าที่บันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าและสามารถสื่อสารข้อมูลเหล่านั้นกลับไปยังศูนย์ควบคุมเพื่อติดตามผลหรือคำนวณค่าไฟฟ้า เครื่องมือวัดที่สามารถวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (วัตต์ชั่วโมง) ค่าแรงดัน ค่ากระแส ค่าพลังไฟฟ้า (วัตต์) ค่าตัวประกอบกำลัง ฯลฯ และสามารถส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังศูนย์ควบคุมได้ สามารถเรียกได้ว่าสมาร์ทมิเตอร์ (Smart meter) โดยสมาร์ทมิเตอร์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในภาคบ้านเรือนและอาคารพาณิชย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

3-2.1.1 สมาร์ทมิเตอร์แบบ Automatic Meter Reading (AMR)

Automatic Meter Reading (AMR) เป็นมาตรวัดที่รวบรวมรูปแบบการใช้ไฟฟ้า สามารถอ่านค่าได้เมื่อถูกเรียกใช้งานแบบออนไลน์ (online) และออฟไลน์ (offline) อย่างไรก็ตาม สมาร์ทมิเตอร์ประเภทนี้ไม่สามารถควบคุมโหลดของระบบไฟฟ้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 ตัวอย่างสมาร์ทมิเตอร์ประเภท AMR[1] และการอ่านข้อมูลจากมิเตอร์ AMR[2]

3-2.1.2 สมาร์ทมิเตอร์ประเภท Advanced Metering Infrastructure (AMI)

Advanced Metering Infrastructure (AMI) เป็นมาตรวัดที่รวบรวมและส่งข้อมูลการใช้พลังงานกลับไปยังผู้จัดจำหน่ายไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ศูนย์ควบคุมสามารถส่งข้อมูลแจ้งไปยังระบบควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อควบคุมหรือปรับลดการใช้ไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 ตัวอย่างสมาร์ทมิเตอร์ประเภท AMI[3] และตัวอย่างการส่งข้อมูลการใช้ไฟฟ้าผ่าน AMI[4]

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_meter

[2] abcnews.go.com

[3] www.smartmetereducationnetwork.com

[4] www.digikey.com

นอกจากนี้ ในภาคอุตสาหกรรมก็มีการใช้มาตรวัดซึ่งมีการฟังก์ชั่นการทำงานครอบคลุมการทำงานของสมาร์ทมิเตอร์ ซึ่งเป็น Power Monitoring Equipment ที่สามารถรวบรวมข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าของโหลด (Load Profile) ได้ (ดังแสดงในรูปที่ 3-4)



รูปที่ 3-4 ตัวอย่างมาตรวัดในภาคส่วนอุตสาหกรรม[5]

3-2.2 ระบบสื่อสาร

เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) เป็นกุญแจสำคัญในการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลต่างๆ ผ่านระบบการสื่อสาร (Communication) โดยจะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทมิเตอร์ทั้งหมด ซึ่งข้อมูลของสมาร์ทมิเตอร์จะถูกรวบรวมในระบบการจัดการข้อมูลมาตรวัด (Meter Data Management System, MDMS) และจะเป็นพื้นฐานในการบริหารจัดการเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างการผลิตและใช้ไฟฟ้าของระบบ Demand Response โดยจะแบ่งระบบการสื่อสารโดยหลักออกเป็น 2 ประเภท คือ

3-2.2.1 ระบบสื่อสารแบบสาย

ตัวอย่างการสื่อสารแบบสาย (Wired Communication) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

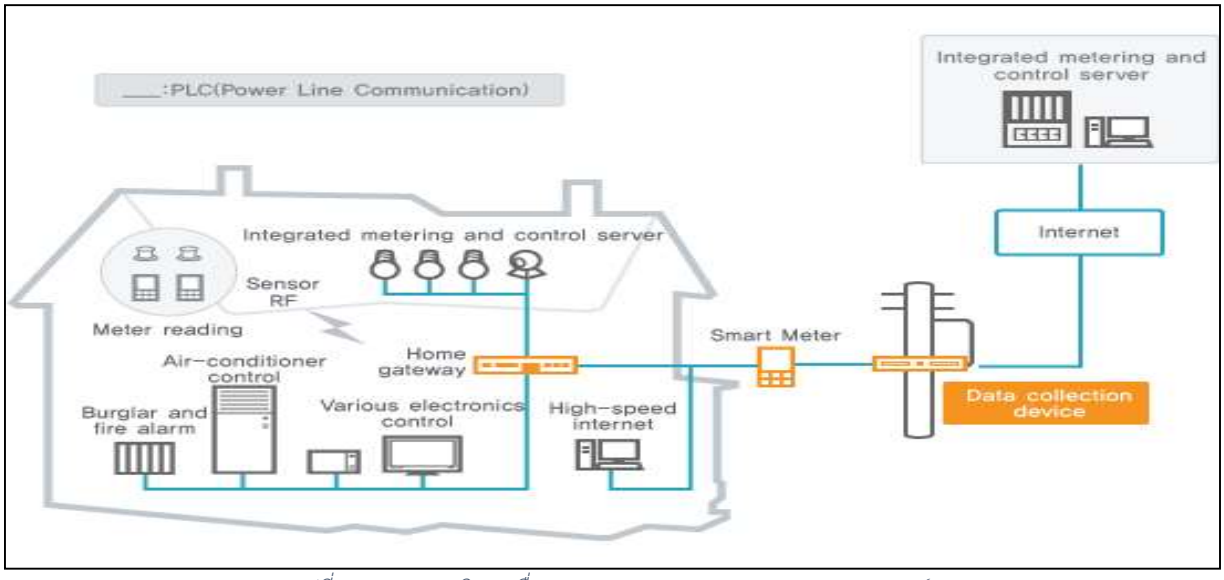
[5] http://na.industrial.panasonic.com/products/industrial-automation/factory-automation-devices/energy-monitoring-components

Power Line Communication (PLC)

Power Line Communication หรือ PLC เป็นระบบสื่อสารที่ใช้ Power Line เป็นสื่อกลาง โดยมีความเร็วในการเชื่อมต่อของข้อมูลประมาณ 100 kbps และสามารถเชื่อมต่อได้ในระยะทางไกลโดยขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Power Line ซึ่งถ้าระยะทางยิ่งไกลความเร็วในการเชื่อมต่อจะลดลง ดังแสดงในรูปที่ 3-5

ข้อดี: สามารถใช้ระบบไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ได้

ข้อจำกัด: มีสัญญาณรบกวน คุณภาพสัญญาณลดลงตามระยะทาง



รูปที่ 3-5 แนวความคิดการสื่อสารแบบสาย Power Line Communication[6]

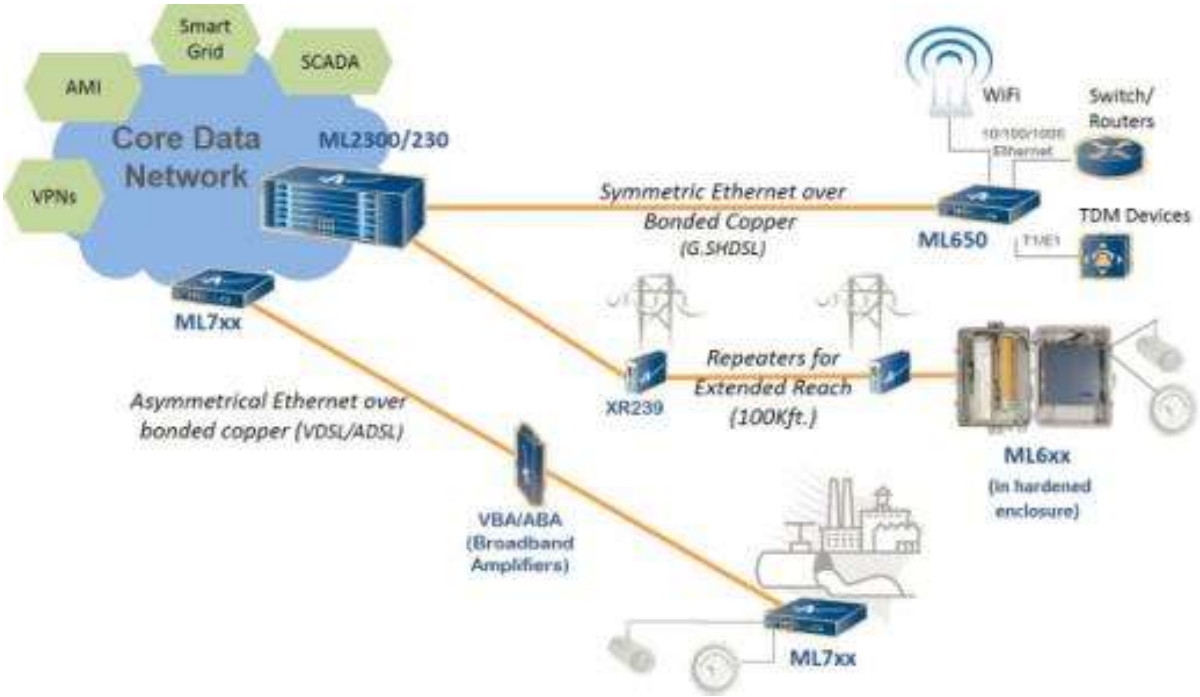
Digital Subscriber Lines (DSL)

Digital Subscriber Line หรือ DSL เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพของการรับ/ส่ง ข้อมูลโดยที่ใช้โครงข่ายโทรศัพท์เดิมให้มีความเร็วที่สูงกว่าการใช้โมเด็มแบบอนาล็อค (Dial-up Modem Analog) ดังแสดงในรูปที่ 3-6

ข้อดี: มี Bandwidth ในการส่งข้อมูลสูง

ข้อจำกัด: การติดตั้งและบำรุงรักษาสายเคเบิ้ล มีความยุ่งยาก

[6] www.kdn.com



รูปที่ 3-6 การสื่อสารแบบสาย Digital Subscriber Lines[7]

3-2.2.2 ระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless communication)

ตัวอย่างการสื่อสารแบบไร้สายแสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

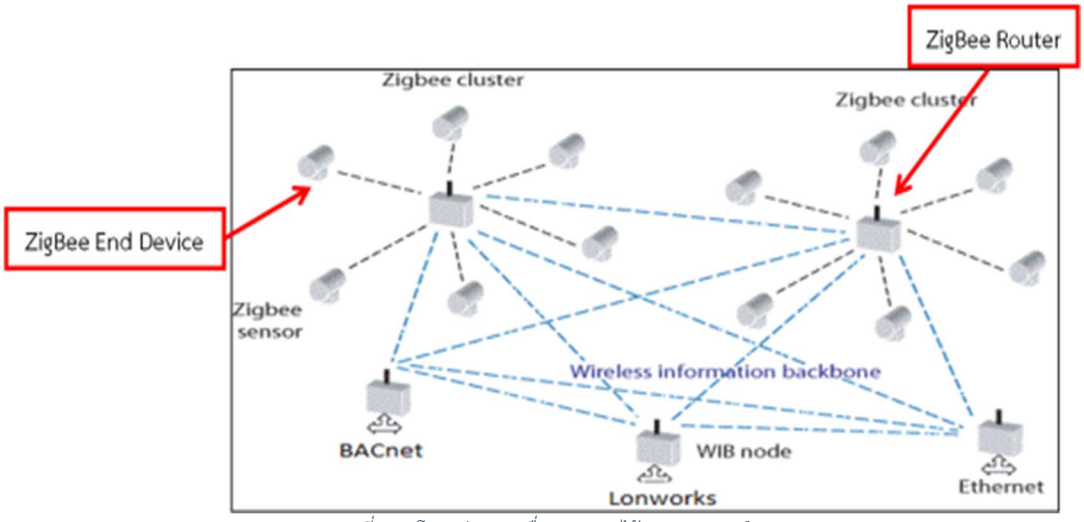
ZigBee

ZigBee เป็นระบบสื่อสารไร้สายที่มีอัตราการรับ/ส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ และมีราคาถูก โดยมีย่านความถี่ใช้งาน 868 MHz, 915 MHz และ 2.4 GHz ระบบการสื่อสาร ZigBee มีมาตรฐานสากลที่ถูกกำหนดโดย ZigBee Alliance ทั้งนี้ ZigBee เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับระบบ Smart Grid เช่น ระบบตรวจสอบพลังงาน ระบบบ้านอัตโนมัติ ระบบการอ่านมาตรวัดอัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 3-7 และรูปที่ 3-8

[7] http://actelis.com/solutions/industrialutilities/utilities/

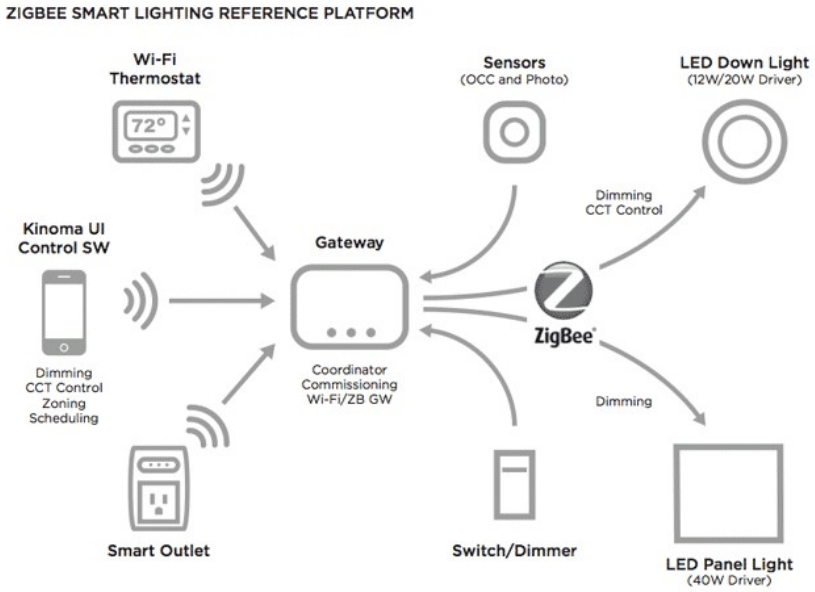
ข้อดี: เป็นมาตรฐานการสื่อสารที่มีความเรียบง่าย มีความคล่องตัว คงทน ต้องการแบนด์วิธต่ำ ประหยัดพลังงาน ง่ายต่อการพัฒนาปรับปรุงราคาประหยัด อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาถูก เสียค่าติดตั้งและบำรุงรักษาต่ำ

ข้อจำกัด: มีข้อจำกัดบางประการสำหรับ ZigBee เมื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริง เช่น ระบบมีการประมวลผลต่ำ เนื่องจากมีขนาดหน่วยความจำต่ำ มีความล่าช้าในการประมวลผล เป็นต้น



รูปที่ 3-7 โครงข่ายการสื่อสารแบบไร้สาย ZigBee[8]

[8] www.automatedbuildings.com



รูปที่ 3-8 ตัวอย่างการสื่อสารแบบไร้สาย ZigBee[9]

IEEE 802.11 หรือ Wi-Fi

IEEE 802.11 หรือที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายว่า Wi-Fi เป็นการใช้คลื่นวิทยุความถี่สูงสำหรับรับและส่งข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3-9 ซึ่งระบบการสื่อสารดังกล่าวที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ

1. IEEE 802.11b: ย่านความถี่ 2.4GHz, ความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุด 11 Mbps
2. IEEE 802.11g: ย่านความถี่ 2.4GHz ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 36-54 Mbps

ข้อดี: สะดวก อุปกรณ์ราคาถูก

ข้อจำกัด: ระยะทางจำกัด มาตรฐานความปลอดภัย

[9] :http://www.marvell.com/led-lighting/zigbee-platform/



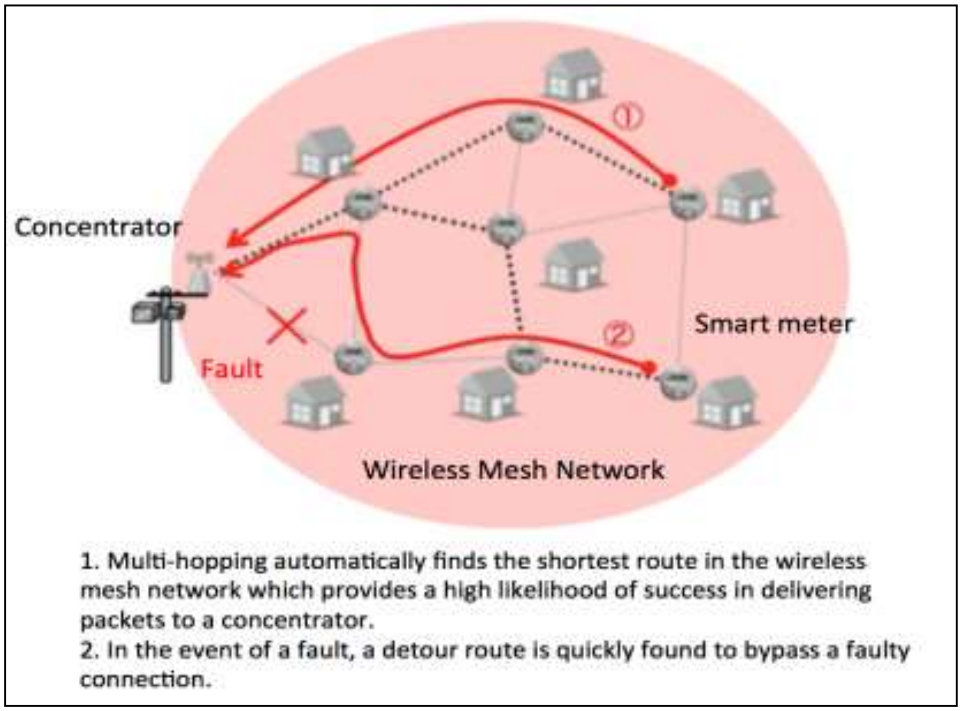
รูปที่ 3-9 ตัวอย่างการทำงานของ IEEE 802.11 หรือ Wi-Fi

Wireless Mesh Network

Wireless Mesh Network เป็นระบบเชื่อมต่อไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุ (Radio Frequency: RF) ระหว่างสมาร์ทมิเตอร์ไปเรื่อยๆ จนถึงสถานีฐาน ซึ่งมีอัตราการรับ/ส่งข้อมูลสูงสุด 100kbps อย่างไรก็ตาม จะมีช่วงหน่วงของข้อมูลตั้งแต่ 1-60 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 3-10

ข้อดี: โครงข่ายมีราคาประหยัด สามารถแก้ไขปัญหาด้วยตัวเองได้ สามารถรองรับการขยายตัวของระบบได้ดี

ข้อจำกัด: ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนได้ง่าย



รูปที่ 3-10 แสดงแนวความคิดการทำงานของ Wireless Mesh Network[10]

Cellular Network Communication

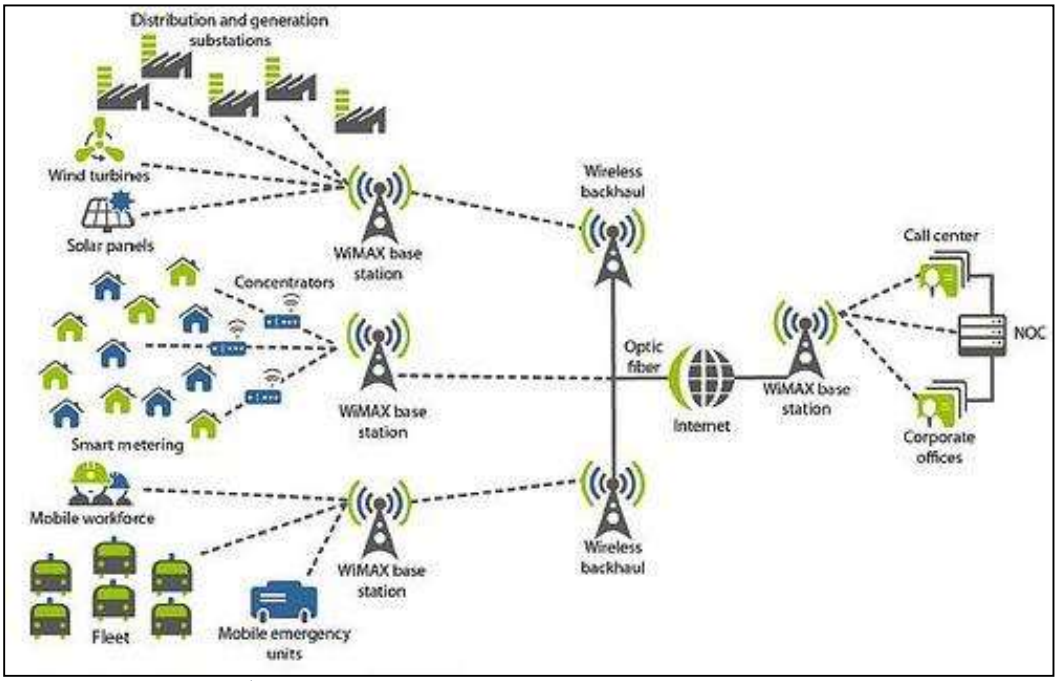
Cellular Network Communication เป็นระบบสื่อสารแบบไร้สายระหว่างอุปกรณ์ไปยังสถานีฐาน แต่เนื่องจากจำนวนข้อมูลในการสื่อสารค่อนข้างมากจำเป็นต้องใช้เครือข่ายที่มีความเร็วสูง จึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือ 3G 4G LTE และ WiMAX เพื่อนำมาใช้ในระบบ Smart Grid ดังแสดงในรูปที่ 3-11

ข้อดี: ราคาของเครือข่ายต่ำ ครอบคลุมพื้นที่ ราคาในการซ่อมบำรุงต่ำ

ข้อจำกัด: การให้ความสำคัญต่อการสื่อสารข้อมูลน้อยกว่าการสื่อสารด้วยเสียงในช่วงเวลาเร่งด่วน

ตัวอย่างเครือข่ายสื่อสารแบบ Cellular Network : WiMAX เป็นเทคโนโลยีการรับ/ส่งข้อมูล โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุย่านไมโครเวฟ ทำให้มีรัศมีการทำงานประมาณ 50 กิโลเมตร และมีอัตราความเร็วการส่งผ่านข้อมูลสูงสุด 75Mbps

[10] http://www.toshiba-smartcommunity.com/EN/smart-grid/smart-metering-communication-system



รูปที่ 3-11 การทำงานของ Cellular Network Communication : WiMAX

3-2.3 ระบบประมวลผล

ระบบประมวลผล (Data Processing System) เป็นระบบที่รวบรวมติดตามข้อมูล และคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้า เพื่อปรับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยจะเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องจักรภายในโรงงาน และสามารถแสดงสถานะการใช้ไฟฟ้า รวมถึงการนำข้อมูลต่างๆที่ได้ เช่น สภาพอากาศ ราคาค่าไฟฟ้าในช่วงนั้นๆ ฯลฯ มาประมวลผลและเสนอแนะวิธีลดการใช้พลังงานและควบคุมการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพหรือมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงสุด นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักรจากภายนอก หรือกำหนดการเปิด-ปิดล่วงหน้าได้

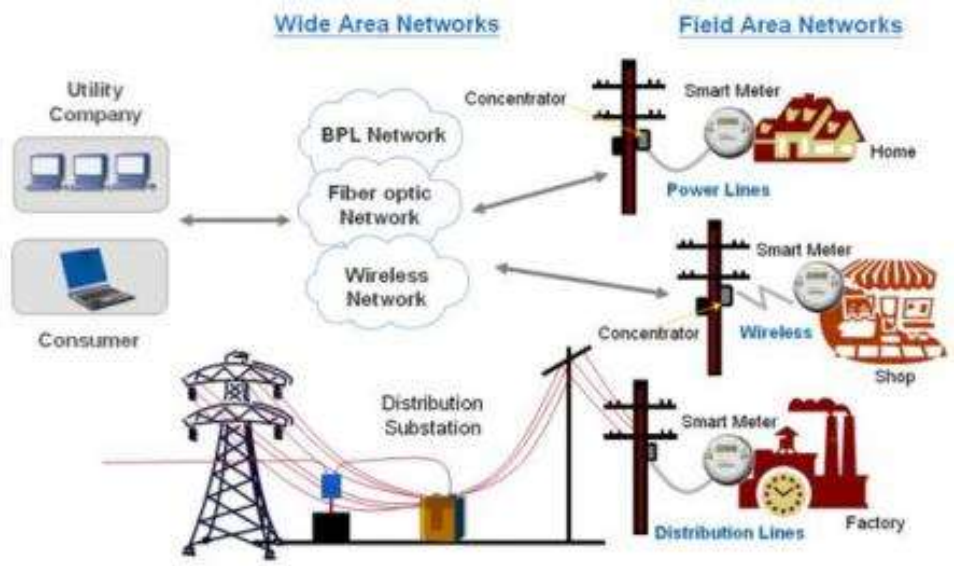
ระบบควบคุม Demand Response เป็นระบบที่ประเมินและคาดการณ์ปริมาณพลังงานที่ผลิตและที่ต้องการใช้ เพื่อสามารถควบคุมการใช้พลังงานให้สามารถพึ่งพาตัวเองได้ ระบบประมวลผลสามารถคำนวณและประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานซึ่งเกิดจากการดำเนินการ Demand Response โดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลฐาน (Baseline) ระบบประมวลผลจะนำข้อมูลฐานของการใช้พลังงานมาประเมินความสามารถในการปรับลดหรือเพิ่มการใช้พลังงานในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีที่สุด ยกตัวอย่างเช่น ระบบประมวลผลจะพิจารณาข้อมูลฐานการใช้พลังงานในช่วงเวลา 8:00 – 8:59 น. พร้อมทั้งคำนวณค่าไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาดังกล่าวและเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่จะต้องใช้ในช่วงเวลาก่อนหน้า (7:00 – 7:59 น.) และช่วงเวลาถัดไป (9:00 – 9:59 น.) จากนั้นระบบจะพิจารณาว่าช่วงเวลาใดจะส่งผล

ให้เกิดค่าไฟฟ้าน้อยที่สุดแล้วจึงดำเนินการเปลี่ยนช่วงเวลาปกติของการใช้พลังงานไปยังช่วงเวลาที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

กล่าวคือ Demand Response หมายถึง การเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าจากรูปแบบการบริโภคไฟฟ้าปกติที่เกิดจากด้านอุปสงค์ในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงราคาไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือต่อผลตอบแทนที่ออกแบบมาเพื่อโน้มน้าวให้มีการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ราคาค่าไฟฟ้าสูงหรือในขณะที่ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาวะผิดปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3-12

ระบบเทคโนโลยี Demand Response โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกตามคุณลักษณะหลัก (Key Characteristics) ที่แตกต่างกัน ได้ดังนี้

- ลักษณะของผลกระทบหรือวิธีการที่ใช้รับมือในช่วงเกิดเหตุการณ์วิกฤต (Triggering Method) ที่มีต่อความเชื่อถือได้ของระบบ (Reliability Trigger Option) รวมถึงใช้เป็นบริการเสริมความมั่นคงของระบบ (Ancillary Service)
- ลักษณะของกลไกผลักดันด้านการตลาด หรือกลไกด้านราคาค่าไฟฟ้า (Price Trigger Option)
- ลักษณะการตอบสนองของผู้บริโภค (Response Requirements) ที่แบ่งเป็น ภาคสมัครใจจากผู้บริโภค (Voluntary reduction) และ ภาคบังคับ (Mandatory reduction)
- รูปแบบการดำเนินงานระบบจำหน่าย (Implementation Option) แบ่งเป็นระบบการจำหน่ายไฟฟ้าแบบขายส่ง (Wholesale) หรือขายปลีก (Retail)
- ความสามารถในการสั่งการ (Dispatchability options) แบ่งเป็นระบบที่สามารถสั่งการได้ (Dispatchable) และระบบที่ไม่สามารถสั่งการได้ (Non-dispatchable)
- รูปแบบของการแจ้งเตือนหรือการแจ้งความต้องการไปยังผู้บริโภค (Notification type) แบ่งเป็น รูปแบบการแจ้งเตือนขอลดความต้องการไฟฟ้าล่วงหน้า (Day Ahead) และรูปแบบการแจ้งเตือนแบบเร่งด่วนรายชั่วโมงภายในวัน (Day Of)
- การควบคุมหรือการสั่ง Demand Response (Control method) แบ่งเป็น การควบคุมโดยฝั่งผู้ให้บริการระบบไฟฟ้าหรือศูนย์สั่งจ่าย (Utility Control) หรือ การควบคุมโดยผู้บริโภค (Customer Control)

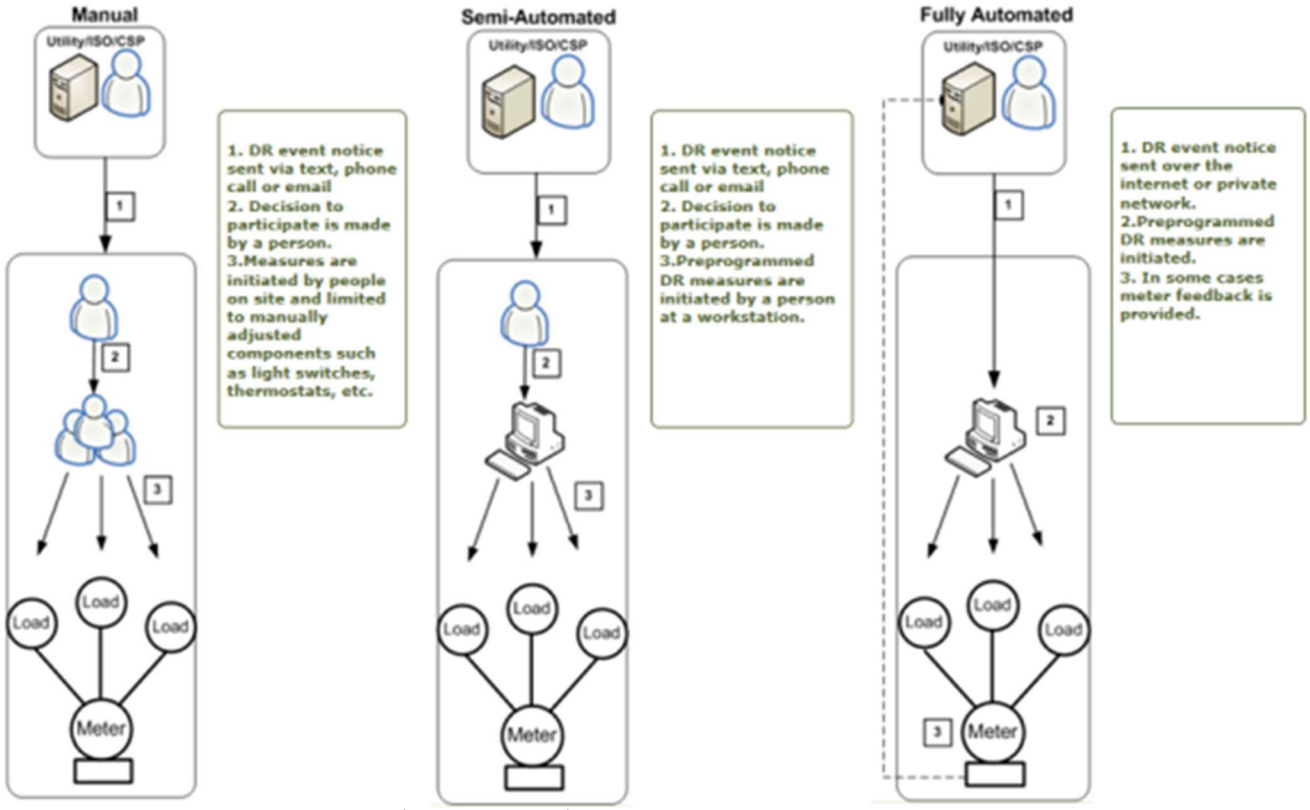


รูปที่ 3-12 ส่วนประกอบหลักของการปรับโหลด[11]

สำหรับ Demand Response (DR) นั้นได้มีการดำเนินการมานานแล้ว โดยหลักการในการทำ DR นั้นจะเริ่มพัฒนาตั้งแต่แบบ Manual, Semi Automatic, และ Fully Automatic ดังแสดงในรูปที่ 3-13 โดยก่อนหน้าที่จะมีระบบสมาร์ทกริดนั้น DR จะเป็นการดำเนินงานในลักษณะ Manual โดยใช้มาตรการทางด้านราคาแล้วมีการติดต่อกันของบุคคลเพื่อให้เกิดการดำเนิน Demand Response หรืออีกแบบหนึ่งที่เป็นการทำงานโดยตรงระหว่าง Machine to Machine คือการทำ DR แบบ Direct Online ผ่านทางระบบสื่อสารโดยตรง ก็สามารถทำได้ ซึ่งทั้งสองแบบนี้มีข้อจำกัดอย่างมากคือ

- แบบ Manual มีการบริหารจัดการที่ยุ่งยากและเสียเวลา (High Enabling Cost / Event) เหมาะกับการใช้กับโหลดที่มีขนาดใหญ่ และไม่สามารถทำให้ DR ในระดับครัวเรือนเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังไม่สามารถทำ DR ประเภท Ancillary Service ซึ่งต้องการการตอบสนองที่รวดเร็วมากได้
- แบบ Direct Load Control (DLC) ซึ่งทำระบบสื่อสารโดยตรงสามารถทำ DR ลงมาถึงระดับบ้านเรือนได้ แต่ก็เป็นการทำโครงสร้างพื้นฐานขึ้นใหม่โดยเพื่อใช้งานเพียงวัตถุประสงค์เดียว

[11] http://www.smartgrid.com.tw/Smart-Grid-Educations-AMI.html

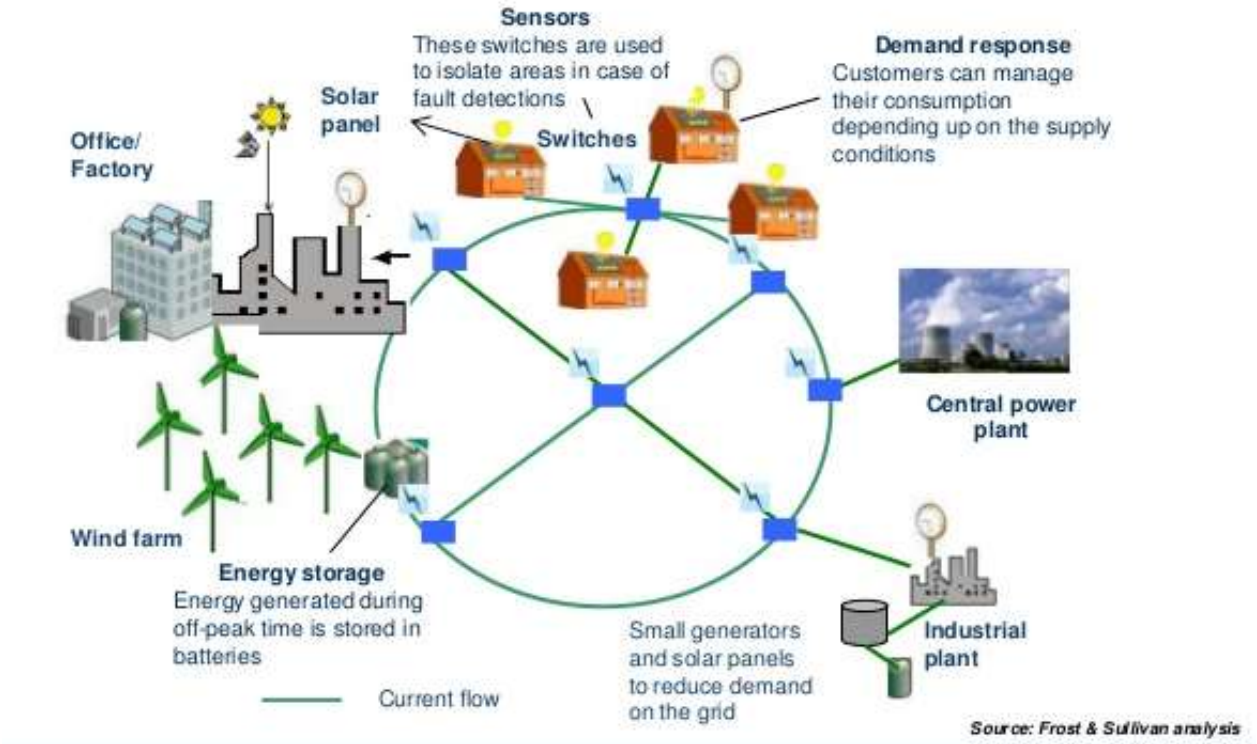


รูปที่ 3-13 แสดงระบบสั่งการสำหรับ Demand Response แบบต่างๆ

เมื่อมีการนำสมาร์ทกริดมาใช้งานร่วมกับ Demand Response จะทำให้มีข้อดีเพิ่มเติมขึ้นหลายประการ กล่าวคือ

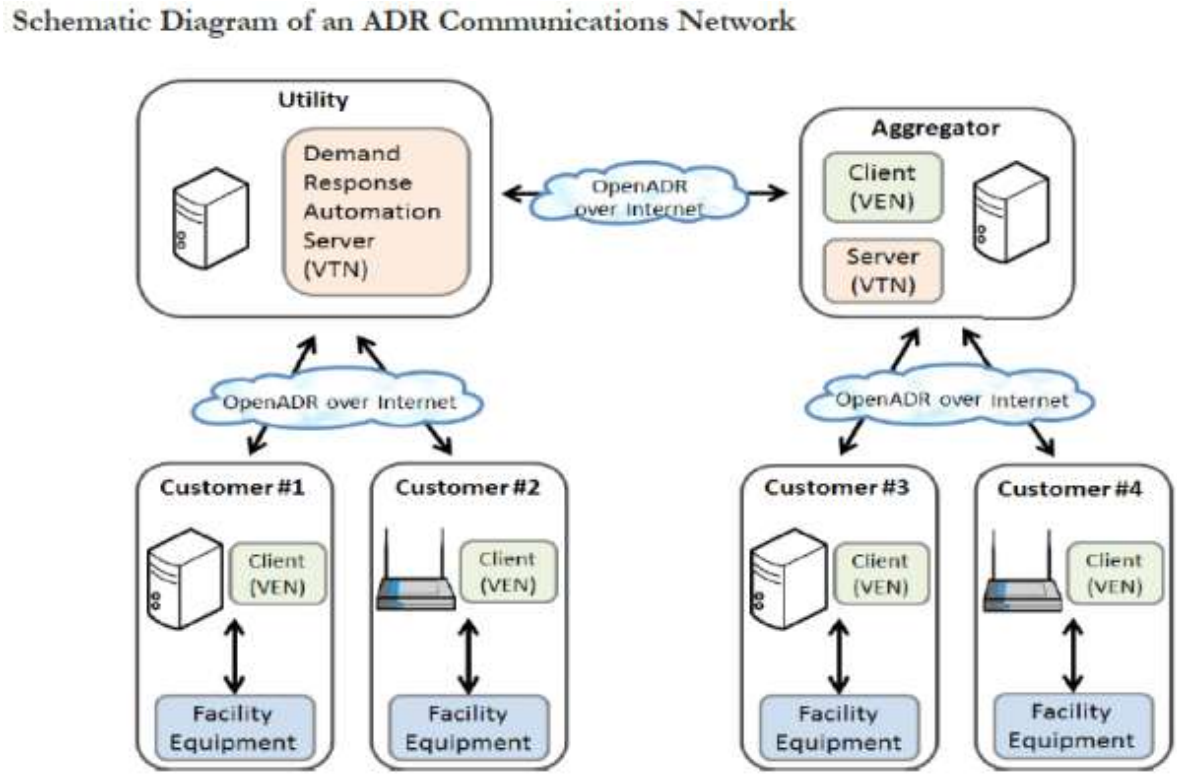
- สามารถติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ๆ เช่น ระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) แล้วทำงานร่วมกับระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System) ในการดำเนินการทำมาตรการ DR อย่างเหมาะสม (ดังแสดงในรูปที่ 3-14)
- ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกรายที่ต่ออยู่กับสมาร์ทกริดจะสามารถทำ DR ได้ จึงสามารถทำ DR ได้ทั้งโหลดขนาดใหญ่และโหลดขนาดเล็กอย่างบ้านเรือน โดยมีต้นทุนในการ Enabling ต่อเหตุการณ์ต่ำกว่า
- มีทางเลือกในการทำ DR ได้หลากหลายแบบโดยที่ใช้โครงสร้างพื้นฐานเดิม
- สามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่แล้วของสมาร์ทกริดในการทำ DR ได้ทันที
- สามารถส่งสัญญาณราคาให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้และปรับพฤติกรรมต่างๆในการใช้ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย

- สามารถทำงานร่วมกับระบบหลายระดับตั้งแต่ HEMS ในบ้าน ไปจนถึง Micro Grid SCADA และยังบริหารจัดการร่วมกับ EMS ของกริดหลัก (Main Grid) ได้โดยทั้งหมดทำงานอยู่ในระบบเดียวกัน
- สามารถพัฒนาไปถึงระดับ Fully-Automated DR
- สามารถรองรับการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น เมื่อโครงสร้างค่าไฟฟ้ากำหนดให้มีราคาค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ผู้ใช้สามารถกำหนดช่วงเวลาสำหรับชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับค่าไฟฟ้าได้ เป็นต้น
- สามารถทำ DR ประเภท Ancillary Service
- สามารถพัฒนาร่วมกับระบบ HEMS/BEMS/FEMS และ Micro Grid SCADA ทำหน้าที่เป็น โรงไฟฟ้าเสมือน (Virtual Power Plant: VPP) ได้



รูปที่ 3-14 การใช้ DR ในการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในระบบ Smart Grid

การใช้งาน DR ในสมาร์ทกริดนั้นมีการสื่อสารกับอุปกรณ์ในระบบอย่างมากมาย ประเด็นทางเทคโนโลยีที่สำคัญมากที่สุดคือด้านของ Interoperability ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรฐานที่สามารถใช้เพื่อทำให้อุปกรณ์จำนวนมากในระบบสมาร์ทกริดสามารถทำงานอย่างเข้ากันได้และมีความสามารถในการสื่อสารที่จำเป็นทางด้าน DR ได้อย่างครบถ้วน ซึ่งปัจจุบันมาตรฐานที่เป็นที่แพร่หลายที่สุดคือ OpenADR ตัวอย่างการใช้งาน DR ร่วมกับสมาร์ทกริดโดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและสื่อสารข้อมูลด้วย OpenADR ดังแสดงในรูปที่ 3-15



รูปที่ 3-15 หลักการในการทำ Demand Response ด้วย OpenADR[12]

[12] Automated Demand Response in New Construction: Technical Design Guidelines, Southern California Edison

การวิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิค ข้อดีและข้อจำกัดของเทคโนโลยี

ประเด็นทางด้านเทคนิคของการดำเนินการ Demand Response ก็คือเรื่องของมาตรฐานในการสื่อสารและสั่งการ Demand Response ของระบบสมาร์ทกริด ในมาตรฐานทางด้านการสั่งการทำงานจาก Server ไปยัง Client ในเรื่องของการจัดการโหลด ปลดโหลดต่างๆ นั้นมีหลายมาตรฐานที่อยู่ใน Smart Grid เช่น

- Smart Energy Profile (SEP) ซึ่งมาคู่กับมาตรฐานการสื่อสาร ZigBee
- IEC 61850 Substation Automation
- Open Automated Demand Response (OpenADR)

ซึ่งมาตรฐาน Smart Energy Profile นั้นก็มีความนิยมใช้พอสมควรแต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องฟังก์ชั่นในการดำเนินการ Demand Response ต่างๆ นั้นไม่ได้มีครบถ้วนและไม่ได้มีความสามารถเป็นมาตรฐานเดียวไปจนถึงระบบควบคุมหลักของ Main Grid ในขณะที่มาตรฐาน IEC 61850 นั้นเป็นมาตรฐานขนาดใหญ่ซึ่งมีฟังก์ชั่นมากมาย ใช้ได้ตั้งแต่ EMS ของ Main Grid สถานีไฟฟ้าแรงสูงต่างๆ จนถึงสถานีไฟฟ้าย่อย แต่ก็ยังไม่สามารถจัดการฟังก์ชั่นของ Demand Response ที่ต้องการทั้งหมดได้

มาตรฐาน OpenADR เกิดขึ้นในแคลิฟอร์เนียซึ่งเป็นต้นแบบของการทำ DR และ Auto DR ซึ่งมีข้อกำหนดทางฟังก์ชั่นที่จำเป็นหลายประการทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ เช่น การทำ Transaction ของ Demand Bidding เป็นต้น โดยในปัจจุบัน OpenADR ได้พัฒนาจาก Version 1.0 มาเป็น 2.0 แล้ว และจะพัฒนาต่อไปเป็นมาตรฐาน IEC มาตรฐาน OpenADR จึงมีจุดเด่นที่สำคัญในการเป็นมาตรฐาน Smart Grid สำหรับการดำเนินการ DR คือ

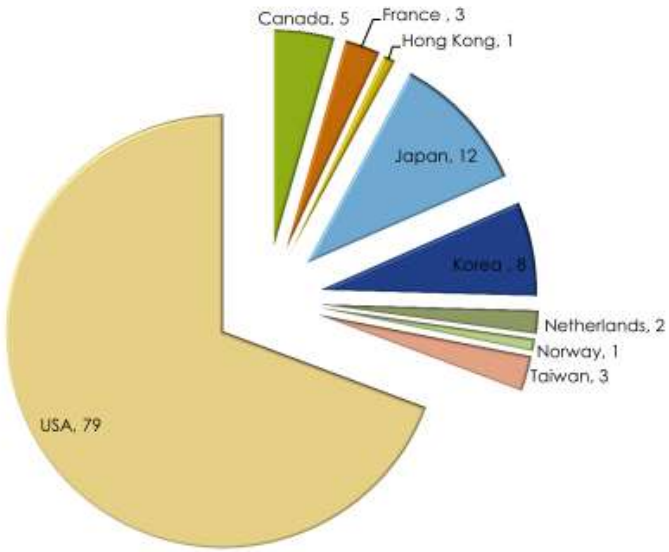
- มีฟังก์ชั่นการทำงานทางด้าน DR ครบถ้วน
- ออกแบบมารองรับระบบ Smart Grid ทั้งหมด ตั้งแต่ EMS Server ของ Main Grid, Aggregator, FEMS, BEMS, HEMS, Smart Meter และกระทั่งอุปกรณ์ในบ้านเรือน
- มีการทดลองใช้ในแคลิฟอร์เนียอย่างได้ผลมาแล้ว และอยู่ในรายการมาตรฐานหลักทางด้าน Smart Gridของ NIST ของสหรัฐ
- สามารถใช้งานกับเครือข่ายการสื่อสารได้หลากหลายประเภท
- ได้รับการยอมรับแล้วจากอเมริกา ยุโรป ญี่ปุ่น เกาหลี แล้วจะพัฒนาต่อไปเป็นมาตรฐาน IEC

- มีจัดตั้ง OpenADR Alliance ซึ่งมีสมาชิกเข้าร่วมแล้วจำนวนมาก ซึ่งส่วนหนึ่งเป็น Supplier หลายใหญ่ของโลก เช่น Honeywell, Siemens, Alstom, Emerson, Mitsubishi, Fuji Electric, Hitachi, Toshiba, Schneider, Google, PowerIT ฯลฯ และมีสมาชิกแล้วในหลายประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 3-16และรูปที่ 3-17



รูปที่ 3-16 ตัวอย่างสมาชิกของ OpenADR Alliance[13]

[13] http://www.openadr.org/members



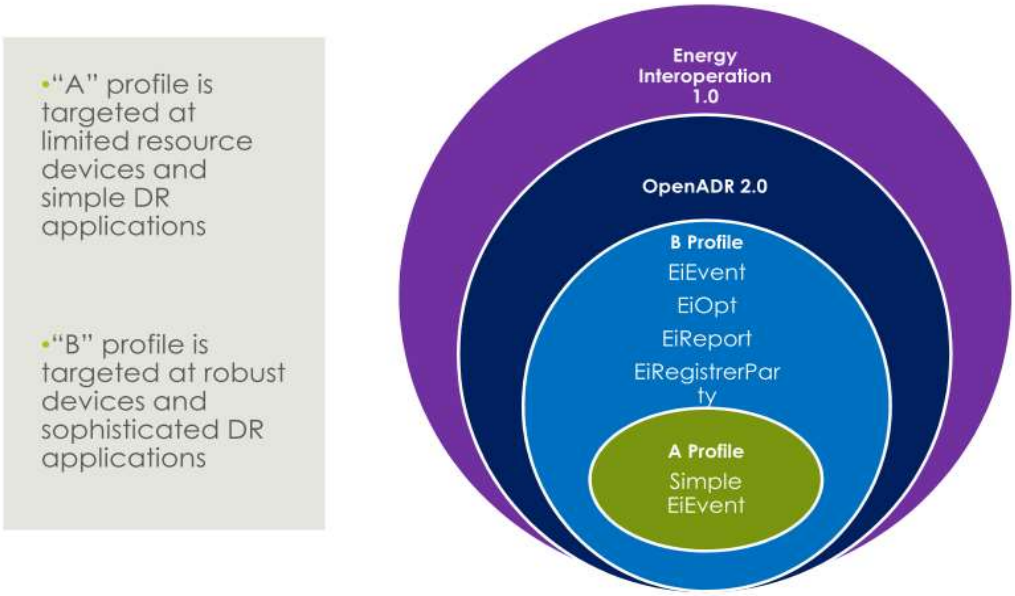
รูปที่ 3-17 จำนวนสมาชิกของ OpenADR Alliance จำแนกตามประเทศ[14]

OpenADR ได้พัฒนาจาก OpenADR 1.0 มาเป็น OpenADR 2.0 แล้วดังแสดงในรูปที่ 3-18 ซึ่งมีการแยกรายละเอียดของมาตรฐานออกมาเป็น 2 ระดับคือ

- OpenADR 2.0a สำหรับอุปกรณ์ง่ายๆที่ไม่ต้องการฟังก์ชั่นการทำงานที่ซับซ้อน
- OpenADR 2.0b สำหรับระบบและอุปกรณ์ ที่ต้องการฟังก์ชั่นการทำงานเต็มรูปแบบ

การมี OpenADR 2.0a สามารถทำให้การใช้งาน OpenADR ในอุปกรณ์เล็กๆ เช่นเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านนั้นสามารถทำได้โดยมีต้นทุนต่ำ

[14] OpenADR 2.0 Overview, Fremont, September 3, 2014



รูปที่ 3-18 มาตรฐาน OpenADR[15]

ในปัจจุบัน มาตรฐาน OpenADR กำลังจะกลายไปเป็นมาตรฐาน IEC ในอนาคตโดย The International Electrotechnical Commission (IEC) ได้ตอบรับ OpenADR 2.0b Profile Specification เป็น Publicly Available Specification (PAS) IEC/PAS 62746-10-1 แล้ว โดยจะใช้เป็นฐานต่อไปในการพัฒนาเป็น New Commission Standard

3-2.4 อุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์ควบคุม (Control Devices) หรืออาจเรียกว่า Load Control Switch (สวิตช์ควบคุมการทำงาน) จะประกอบไปด้วยโมดูลของระบบสื่อสาร (ตัวรับ-ส่งสัญญาณ) รวมทั้งสวิตช์ตัด-ต่อวงจร (Relay Switch) ซึ่งสวิตช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่คล้ายกับวิทยุติดตามตัว (Pager) โดยรับสัญญาณจากผู้จำหน่าย/ให้บริการไฟฟ้าหรือสัญญาณความถี่ไฟฟ้า (Electrical Frequency) เพื่อปรับลดการใช้พลังงานของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ต้องการ (เช่น ช่วงที่เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด เป็นต้น) และปกติแล้วอุปกรณ์ดังกล่าวมักจะมีตัวตั้งเวลา (Timer) ซึ่งจะทำหน้าที่ปรับการทำงานของอุปกรณ์ให้เข้าสู่สภาวะปกติโดยอัตโนมัติ โดยตัวอย่างของอุปกรณ์ควบคุมแสดงในรูปที่ 3-19

[15] OpenADR 2.0 Overview, Fremont, September 3, 2014



รูปที่ 3-19 ตัวอย่างอุปกรณ์สวิตซ์ควบคุมการทำงาน[16]

อุปกรณ์ควบคุมส่วนใหญ่มักจะมีการสื่อสารทางเดียว (One-way Communication) หรือมีแค่ภาครับสัญญาณเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ปัจจุบันบางอุปกรณ์นั้นจะมีการสื่อสารสองทาง (Two-way Communication) ซึ่งจะมีส่วนช่วยทำให้ผู้จำหน่าย/ให้บริการไฟฟ้าสามารถระบุตำแหน่งและพิกัดของอุปกรณ์ที่เกิดปัญหาได้ นอกจากนั้นแล้ว ยังมีอุปกรณ์บางประเภทที่สามารถทำงานได้ตามลำพัง (Standalone) โดยติดตั้งเข้าไปกับอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ เพื่อตรวจจับการใช้งานของโหลดโดยที่ไม่ต้องรับสัญญาณหรือคำสั่งจากศูนย์กลาง โดยผู้จำหน่าย/ให้บริการไฟฟ้าจะเสนอการติดตั้งอุปกรณ์เหล่านั้นให้ฟรี หรือในบางกรณีจะมีการให้สิ่งจูงใจควบคู่กันไปด้วย

อุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าของโหลด (Demand Response Enabling Devices)[17] หรือเรียกย่อๆ ว่า DRED เป็นอุปกรณ์ที่ถูกคิดค้นและออกแบบขึ้นเพื่อให้หน่วยงาน/ผู้ดูแลหรือผู้ให้บริการไฟฟ้า สามารถควบคุมหรือจำกัดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยตรง เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในภาพรวมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ระบบ

[16] http://en.wikipedia.org/wiki/Load_control_switch

[17] http://www.temperzone.biz/AU-Home/Tech-Info/Technical-Support/What-is-DRED/

เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดผิดปกติขึ้น คลื่นสัญญาณเล็กๆ (Ripple) จะถูกส่งผ่านแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ของอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปรับลดการใช้งาน

หลักการและแนวคิดของ DRED ได้ถือกำเนิดขึ้นจากประเทศออสเตรเลีย โดยได้มีการกล่าวถึงอุปกรณ์ DRED ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2007[18] ซึ่งเป็นการกำหนดโครงสร้างเบื้องต้นของ DRED ว่าจะถูกผนวกรวมเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยในช่วงแรกจะพัฒนาใช้กับเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก และหลังจากนั้นก็ได้มีการพัฒนาฟังก์ชั่นการใช้งานของ DRED เรื่อยมา โดยเพิ่มการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องทำน้ำร้อน (Water Heaters) เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ฉลากพลังงาน (Energy Rating Label) และมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standard: MEPS) ยังกำหนดให้ในการลงทะเบียนผลิตภัณฑ์ต้องมีการระบุว่าสามารถเลือกอุปกรณ์ที่มีระบบ DRED ให้เป็นทางเลือกอีกด้วย

นอกจากนั้นแล้ว ประเภทของระบบควบคุมในภาคส่วนอุตสาหกรรม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

3-2.4.1 Sequence Controller

Sequence Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็คทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรือเครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ เช่น Programmable Logic Controller (PLC) โดย PLC ถูกสร้างและพัฒนาแทนวงจรรีเลย์อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย[19] ดังแสดงในรูปที่ 3-20

[18] http://www.arema.com.au/DemandResponseChronology.pdf

[19] http://www.jtec.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=76&Itemid=40

3-2.4.2 Distributed Control Systems (DCS)

เป็นระบบควบคุมแบบกระจาย ใน DCS จะประกอบไปด้วยหลักๆ คือ ส่วนควบคุม ซึ่งคล้ายกับ PLC แต่ใหญ่กว่า และมีความสามารถสูงกว่า ทำได้ทั้งการควบคุมแบบ Batch, Sequencial, Analog Control และ Advance Control และส่วนติดต่อผู้ใช้ ซึ่งคล้ายๆ กับ Scada รวมถึงส่วนเก็บประวัติ (History) และอื่นๆ[20]

3-2.4.3 Supervisory Control and Data Acquisition Systems (SCADA)

เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่างๆ โดย SCADA อาจทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น PLC, Controller, DCS หรือ RTU เป็นต้น แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว

ในปัจจุบัน นับว่ามีการใช้ Programmable Logic Controller (PLC) เป็นอุปกรณ์ในการสั่งการอย่างแพร่หลายในภาคส่วนอุตสาหกรรม



รูปที่ 3-20 ตัวอย่าง Programmable Logic Controller (PLC)[21]

[20] http://www.jtec.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=43

[21] https://ramaucsa.files.wordpress.com/2011/01/siemenslogoplc.jpg

3-3 รายละเอียดด้านเทคนิคและคุณสมบัติของระบบ Demand Response

จากการทบทวนรายละเอียดด้านเทคนิค ข้อดี ข้อจำกัด ในแต่ละองค์ประกอบของระบบ Demand Response ที่ปรึกษาได้พิจารณาเห็นควรให้โรงงานสาธิตมีคุณสมบัติของระบบ Demand Response ดังนี้

3-3.1 ระบบตรวจวัดสำหรับโครงการสาธิตฯ

ในการตรวจวัดและรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแต่ละ MDB ในโรงงาน และข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแต่ละโหลดในระบบไฟฟ้าที่เลือก ให้มีพารามาตรวัดครบถ้วน มีความถี่และความแม่นยำเพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อดำเนินการสาธิตระบบ Demand Response ต่อไปนั้น มาตรวัดที่เลือกใช้ในโครงการนี้ ควรจะสามารถสื่อสารแบบ 2 ทาง เพื่อให้เมื่อประมวลผลแล้ว จะสามารถสั่งการควบคุมหรือปรับลดการใช้ไฟฟ้าไปยังโหลดได้ โดยมาตรวัดที่เลือกใช้สำหรับโครงการสาธิตฯนี้จะมีคุณสมบัติ (Specification) ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในภาคส่วนอุตสาหกรรม ซึ่งเป็น Power Monitoring Equipment ที่สามารถรวบรวมข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าของโหลด (Load Profile) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3-21



รูปที่ 3-21 ตัวอย่างมาตรวัดในโรงงานอุตสาหกรรม

Measured Parameters	TR1	TR2	EM1	EM2	EM3
Voltage	X	X			X
Current	X	X			X
Frequency	X	X			X
Voltage Unbalance	X	X			X
Current Unbalance	X	X			X
kW		X			X
kVAR		X			X
kVA		X			X
True Power Factor		X			X
kWh			X	X	X
kVARh				X	X
kVAHh				X	X
kW Demand				X	X
kVAR Demand				X	X
kVA Demand				X	X
Projected kW Demand				X	X
Projected kVAR Demand				X	X
Projected kVA Demand				X	X
Demand Power Factor				X	X
Logs	**TR1**	**TR2**	**EM1**	**EM2**	**EM3**
Energy Log			X	X	X
Minimum/Maximum Log	X	X		X	X
Load Factor Log				X	X
Status Log	X	X	X	X	X

Catalog Number	
1408-TR1A-485	PM1000 Transducer TR1 Serial
1408-TR1A-ENT	PM1000 Transducer TR1 Ethernet
1408-TR2A-485	PM1000 Transducer TR2 Serial
1408-TR2A-ENT	PM1000 Transducer TR2 Ethernet
1408-EM1A-485	PM1000 Energy Monitor EM1 Serial
1408-EM1A-ENT	PM1000 Energy Monitor EM1 Ethernet
1408-EM2A-485	PM1000 Energy Monitor EM2 Serial
1408-EM2A-ENT	PM1000 Energy Monitor EM2 Ethernet
1408-EM3A-485	PM1000 Energy Monitor EM3 Serial
1408-EM3A-ENT	PM1000 Energy Monitor EM3 Ethernet

Allen-Bradley, ControlLogix, MicroLogix, CompactLogix, PowerMonitor 1000, RSEnergyMetrix, RSPower, RSView and SLC are trademarks of Rockwell Automation, Inc. EtherNet/IP is a trademark of the Open DeviceNet Vendor Association. Trademarks not belonging to Rockwell Automation are the properties of their respective companies.

www.rockwellautomation.com

Input and Output Ratings	
Parameter	**Rating**
Control Power	85V …264V AC 47…63 Hz 2.5VA maximum loading
Voltage Sense Inputs: V1, V2, V3	Input Impedance: 5 M ohm minimum input current: 2 mA maximum
Current Sense Inputs: I1, I2, I3	Overload Withstand: 15 Amps Continuous, 200 Amps for one-half second Burden: 0.05VA Impedance: 0.002 ohms Maximum Crest Factor at 5 A is 3.0 Starting Current: 5 mA
Status Inputs	Contact Closure (Internal 24V DC)
KYZ Output	30 mA at 240V AC / 300V DC

General Specifications		
Parameter	**Rating**	
Dielectric Withstand	Control Power	2500V
	Voltage Inputs	2500V
	Status Inputs	2500V
	KYZ Output	2500V
Terminal Blocks	22…14 AWG (0.34…2.5 mm2, 75 °C (167 °F Minimum Copper Wire only) Recommended torque 0.8 Nm (7 lb-in)	
Operating Temperature	-10…60 °C (14…140 °F)	
Storage Temperature	-40…85 °C (-40…185 °F)	
Humidity	5%…95%, Noncondensing	
Vibration	2.0 g 10…500 Hz	
Shock	30 g peak each axis (operating) 50 g peak each axis (non-operating)	

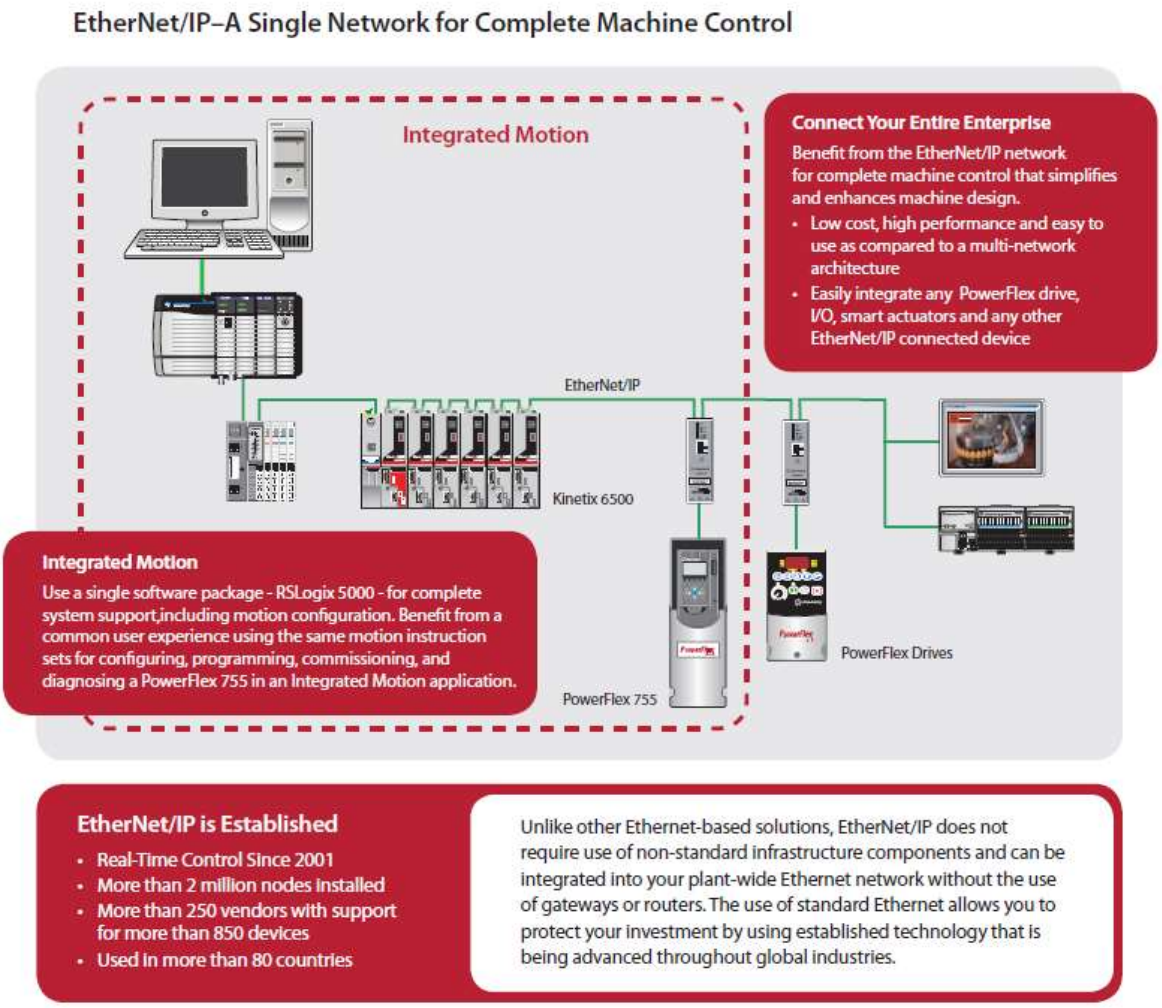
Accuracy and Range		
Parameter	**Accuracy in % of Full Scale at +25 °C (77 °F) 50/60 Hz Unity Power Factor**	**Nominal Range**
Voltage Sense Inputs: V1, V2. V3	±0.5%	Line-neutral RMS: 347V / 15…399 V Line-line RMS: 600V / 26…691V
Current Sense	±0.5%	5A RMS
Frequency		50 or 60 Hz / 40…75 Hz
Power Functions: kW, kVAR, kVA	EN62053-21:20 03 Accuracy Requirement	
Demand Functions		
Energy Functions	Class 1	
Metering Update Rates	100 mS V, I, Hz 200 mS Power	
Agency Approval	UL aUL CE	

รูปที่ 3-22 ตัวอย่างรายละเอียดด้านเทคนิค (Specification)

3-3.2 ระบบสื่อสารสำหรับโครงการสาธิตฯ

เนื่องจากระบบ Demand Response ที่ออกแบบนั้น มุ่งเน้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการสาธิตระบบ Demand Response ที่ปรึกษาจึงเห็นควรให้มีการสาธิตระบบการสื่อสารทั้ง 2 แบบ คือ การสื่อสารแบบมีสาย (Wired communication) และแบบไร้สาย (Wireless communication) ซึ่งกลุ่มเป้าหมายในโครงการนี้ คือการสาธิตระบบ Demand Response ในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้น การเลือกชนิดของการสื่อสารแบบมีสาย จึงเห็นควรให้เป็น Industrial Grade โดยเลือกใช้ Ethernet TCP/IP Network (LAN) ภายในโรงงาน ส่วนการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless

Communication) นั้น เห็นควรให้เลือกใช้ผ่านระบบ Wi-Fi โดยใช้สัญญาณเชื่อมต่อจากระบบ LAN ของโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 3-23



รูปที่ 3-23 ตัวอย่างการสื่อสารแบบมีสาย EtherNet/IP

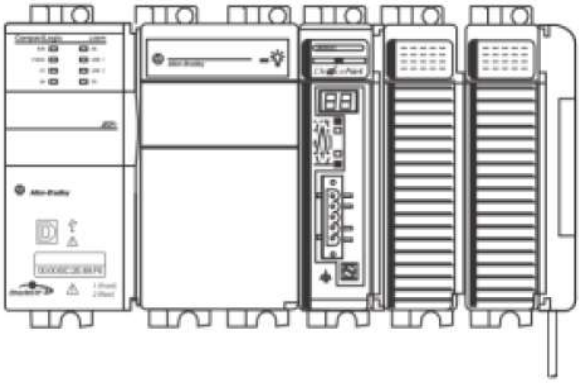
3-3.3 ระบบประมวลผลสำหรับโครงการสาธิตฯ

ระบบประมวลผลในโครงการนี้หมายถึง ซอฟแวร์ (Software) ที่ใช้เพื่อประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า และดำเนินการแปรผลให้สามารถสาธิตการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้า การปรับลดความต้องการไฟฟ้าสุงสุด หรือช่วง Peak ตามรูปแบบการจำลองสถานการณ์และสมมติฐานต่างๆ

ทั้งนี้ จากการทบทวนมาตรฐาน (Standard หรือ Protocol) ของระบบ Demand Response ในปัจจุบัน พบว่า มาตรฐาน OpenADR นับเป็นมาตรฐานที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย มีฟังก์ชั่นการทำงานทางด้าน Demand Response ครบถ้วน รวมทั้งมีการออกแบบมาเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีด้านสมาร์ทกริดทั้งหมด ตั้งแต่ EMS Server ของระบบโครงข่ายหลัก Aggregator, FEMS, BEMS, HEMS, Smart Meter อีกทั้งสามารถใช้งานกับเครือข่ายการสื่อสารได้หลากหลายประเภท

3-3.4 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับโครงการสาธิตฯ

เมื่อได้รูปแบบการควบคุม Demand Response จากระบบประมวลผลที่เหมาะสมแล้ว จะส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งจะประกอบไปด้วยโมดูลของระบบสื่อสาร (ตัวรับ-ส่งสัญญาณ) รวมทั้งสวิตซ์ตัด-ต่อวงจร (Relay Switch) เพื่อดำเนินการปรับลดการใช้พลังงานของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ต้องการ (เช่น ช่วงที่เกิดความต้องการไฟฟ้าสูงสุด) โดยอุปกรณ์ควบคุม Demand Response จะสามารถควบคุมหรือจำกัดการทำงานของโหลด หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยตรง ทั้งนี้ โครงการสาธิตฯจะเลือกใช้ชุดอุปกรณ์ Compact Logix PLC (Programmable Logic Controller) และอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล (Remote I/O) ในการควบคุมสั่งการ Demand Response เนื่องจากมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในภาคส่วนอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3-24และรูปที่ 3-25



รูปที่ 3-24 ตัวอย่าง Compact Logix PLC (Programmable Logic Controller)



รูปที่ 3-25 ตัวอย่างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล (Remote I/O)

3-4 การจัดหาและออกแบบระบบ Demand Response สำหรับโครงการสาธิตฯ

3-4.1 การจัดหาระบบ Demand Response สำหรับโครงการสาธิตฯ

ในการดำเนินการจัดหาระบบ Demand Response สำหรับโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ตามรายละเอียดด้านเทคนิคและคุณสมบัติของระบบ Demand Response ที่มีความเหมาะสมนั้น ทางโครงการได้ทำการทบทวนจากผู้จัดจำหน่ายระบบและอุปกรณ์ (Supplier) ด้านการบริหารจัดการพลังงานต่างๆ ที่มีในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มี Supplier รายใดในประเทศไทยที่ให้บริการด้าน Demand Response ที่ปรึกษาจึงพิจารณาจากรายชื่อ Supplier

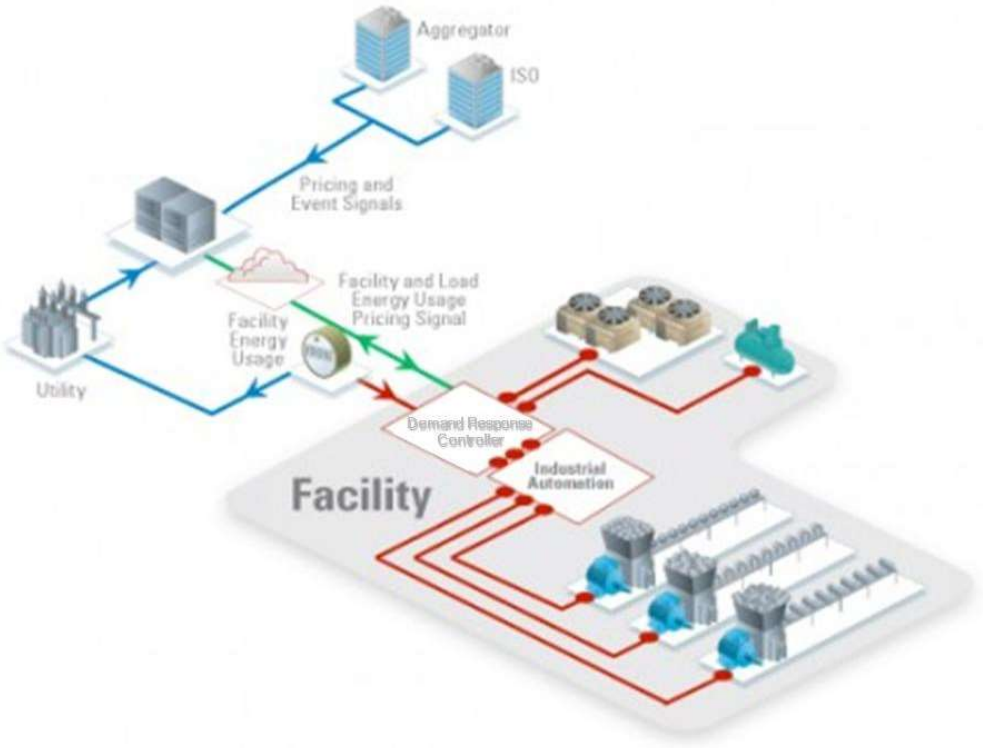
ด้าน Demand Response ในต่างประเทศที่ขึ้นทะเบียนเป็นสมาชิกใน OpenADR Alliance[22] ซึ่งมาตรฐาน OpenADR นับเป็นมาตรฐานด้าน Demand Response ที่มีใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ซึ่งในการติดต่อประสานงานเบื้องต้น ที่ปรึกษาได้ติดต่อกับทาง Supplier คือ บริษัท ชไนเดอร์ อิเลคทริค จำกัด (Schneider Electric) เนื่องจากอุปกรณ์สำหรับระบบ Demand Response ยังไม่มีการจำหน่ายในประเทศไทยมาก่อน ที่ปรึกษาจึงประสานงานกับ บริษัท ชไนเดอร์ อิเลคทริค จำกัด ผ่านบริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด อย่างไรก็ตาม เนื่องจากทางบริษัท ชไนเดอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด ยังไม่ทำตลาดด้าน Demand Response ในประเทศไทย ที่ปรึกษาจึงต้องติดต่อไปยังบริษัท ชไนเดอร์ อิเลคทริค สิงคโปร์ แทน ซึ่งมีข้อสรุปว่า ปัจจุบัน ยังไม่มีการทำตลาดสำหรับอุปกรณ์ระบบ Demand Response ในประเทศไทย จึงไม่มีเจ้าหน้าที่จะสนับสนุน (Support) การดำเนินงานด้านนี้ได้

ที่ปรึกษาโครงการฯ จึงได้จัดหาระบบ Demand Response ผ่านทางบริษัท ร็อคเวล ออโตเมชั่น จำกัด (Rockwell Automation) ซึ่งมีการจำหน่ายอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ สำหรับการบริหารจัดการพลังงานในประเทศไทย และมีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยบริษัท ร็อคเวล ออโตเมชั่น จำกัดจะทำงานร่วมกับบริษัทคู่ค้า (Partner) ในเครือข่าย ในการจัดหาระบบ Demand Response ภายใต้มาตรฐาน OpenADR โดยเป็นอุปกรณ์ซึ่งผ่านการรับรอง (Certified Product[23]) จาก OpenADR Alliance[24] เพื่อให้สามารถจัดหาทั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และระบบประมวลผลซอฟแวร์แก่โครงการสาธิตฯได้อย่างเบ็ดเสร็จ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3-26

[22] http://www.openadr.org/members

[23] http://products.openadr.org/search-results-alphabetical/?para1=p&para2=q&para3=r

[24] http://www.openadr.org/



รูปที่ 3-26 ตัวอย่างแนวคิดการทำงานของฟังค์ชั่นต่างๆ ในการบริหารจัดการระบบ Demand Response[25]

โดยสามารถสรุปรายละเอียดอุปกรณ์ระบบ Demand Response ในภาพรวมสำหรับโครงการสาธิตฯ ได้ดังแสดงในตารางที่ 3-1

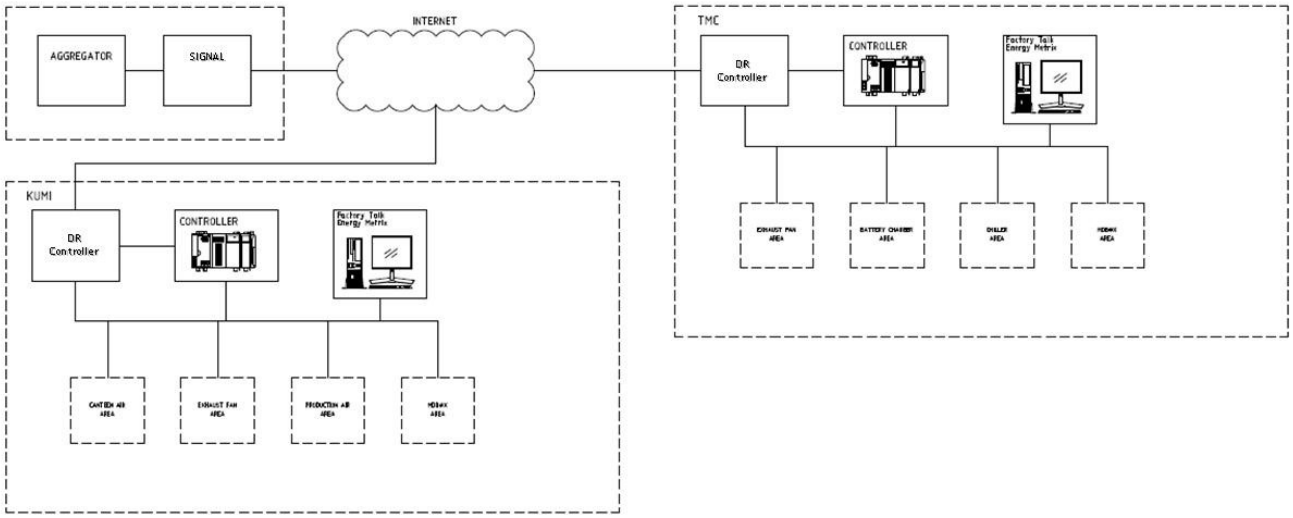
[25] http://products.openadr.org/product/powerit-solutions-spara-dr/

ตารางที่ 3-1 แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ระบบ Demand Response ในภาพรวม สำหรับโครงการสาธิตฯ

Qty	Product Description
	Software Application
2	Demand Response Controller Software
2	FactoryTalk EnergyMatrix (Annual License)
	Hardware
2	Demand Response Controller
2	On-site Server for Local Reporting (To be provided by Rockwell Automation)
2	Dell Computer for HMI and FactoryTalk EnergyMatrix installation
2	PLC Enclosure (MicroLogix, Power Supply, Ethernet Sw.,Wiring and Accessories)
1Lot/Plant	Necessary hardware to modify existing panel
17	Power Monitor 1000
2	Temperature Sensor for ambient
1	AC Drive PowerFlex 755 for Fan & pump, 5.5 Kw (TBD)
1 Pair	Prosoft Wireless for TMC Plant - (2) RLX2-IHW-A 2.4GHz/5.8 GHz High Speed Wireless Ethernet “Industrial Hotspot” - (1) A2408NJ-OC 8dBi Omni N jack collinear,2.4 GHz - (1) A2419NJ-DP 19 dBi Directional N Jack patch, 2.4 GHz - Accessories
1 Pair	Prosoft Wireless for Kumi Plant - (1) RLX2-IHW-A 2.4GHz/5.8 GHz High Speed Wireless Ethernet “Industrial Hotspot” - (1) A2408NJ-OC 8 dBi Omni N jack collinear,2.4 GHz - (1) A2419NJ-DP 19 dBi Directional N Jack patch, 2.4 GHz - Accessories
	Services
1Lot	Demand Response Controller Design and Configuration
1Lot	Engineering for PLC Programming

ระบบการประมวลผลที่จะใช้ในการบริหารจัดการ Demand Response สำหรับโครงการสาธิตฯนี้ จะเป็นในรูปแบบซอฟแวร์ Demand Response Management ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้า ให้สามารถดำเนินการ

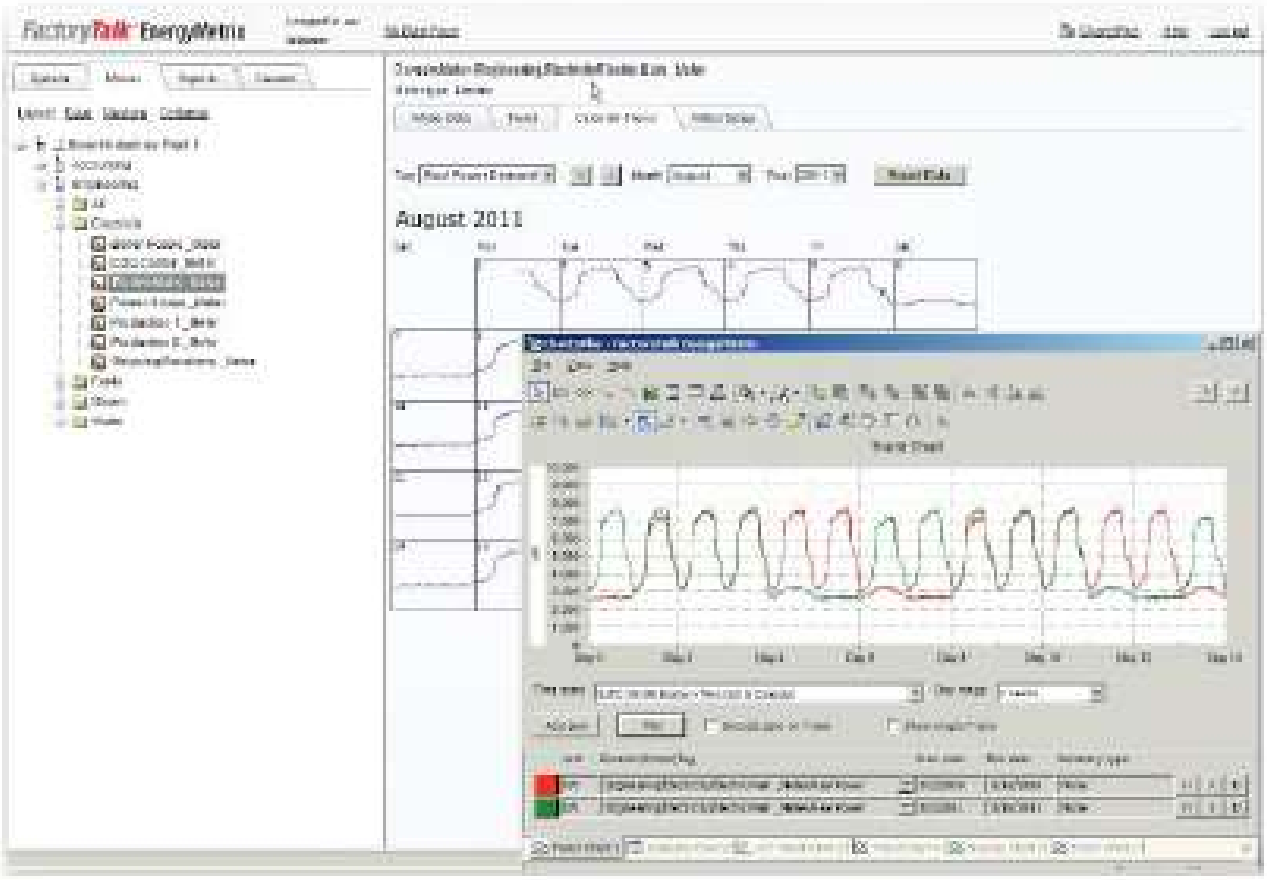
ควบคุม Demand Response ได้อย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพ และเป็นการลดค่าใช้จ่ายทั้งจากการผลิตไฟฟ้าและค่าไฟของผู้ใช้ไฟฟ้าในระยะยาว ซึ่งการดำเนินการสาธิตระบบ Demand Response จะใช้ข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าของโหลดมาประมวลผลและวิเคราะห์รูปแบบการควบคุม โดยมี FactoryTalk EnergyMetrix ทำงานเป็นซอฟแวร์เสริม เพื่อการแสดงผลการติดตามข้อมูลและพารามาตรวัดต่างๆ ของโหลดในรูปแบบต่างๆ เพื่อแสดงกราฟแนวโน้ม (Trend) และข้อมูลย้อนหลังได้ โดยบุคลากรของโรงงานจะสามารถติดตามข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของโหลด และของแต่ละ MDB ของโรงงานผ่านหน้าเวป (Web browser) ได้อีกด้วย โดยรูปแบบการติดตั้งและเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 3-27 และการแสดงข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3-28 และรูปที่ 3-29



รูปที่ 3-27 รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์และการเชื่อมต่อระบบต่างๆ ของโครงการสาธิตฯ

ตารางที่ 3-2 แสดงตัวอย่างคำสั่งในการควบคุมการทำงานของโหลด สำหรับสาธิตระบบ Demand Response

Register Type	Address	Data Type	Description	unit
holding	15001	bool	Enable / Disable	
holding	15002	short	External Override Mode	
holding	15003	float	External Override Setpoint - kWh	kWh
holding	15005	short	External Override Enable	
holding	15006	short	SparaHub Event Setpoint Override	
holding	15007	bool	Spara Hub Enable / Disable	
holding	15008	short	Demand Limit Adjustment Global 1	%
holding	15030	bool	Simulated Total Power Enable	
holding	15031	float	Simulated Total Power	kW
Input	15001	float	Power - kW Setpoint	kW
Input	15003	short	Power Management Alarm	
Input	15004	short	Power Mode	
Input	15005	short	Event Status	
Input	15006	short	Time Before Event (Mins)	Minutes
Input	15007	bool	Precool Active	
Input	15008	bool	Pre-Reduction Active	
Input	15009	bool	Demand Management Status	
Input	15010	short	Debit Period Length	Minutes
Input	15011	short	Debit Period Time Left	Seconds
Input	15012	short	Debit Period Time Elapsed	Seconds
Input	15013	short	Current Subinterval	
Input	15014	short	Number of Subintervals	
Input	15015	float	Current kW Demand Limit	kW
Input	15017	float	Current kWh Demand Limit	kWh
Input	15019	float	Utilized Energy	kWh
Input	15021	float	Reduced Energy	kWh
Input	15023	float	Average Power	kW
Input	15025	float	Current Reduced Power	kW



รูปที่ 3-28 ตัวอย่างการแสดงผลการติดตามข้อมูลและพารามิเตอร์ของมาตรวัดต่างๆ ของโหลด



รูปที่ 3-29 ตัวอย่างการแสดงผลการติดตามข้อมูลและพารามิเตอร์ของมาตรวัดของโหลดในรูปแบบต่างๆ

3-4.2 การออกแบบระบบ Demand Response สำหรับบริษัท ไทย มารูจูน จำกัด

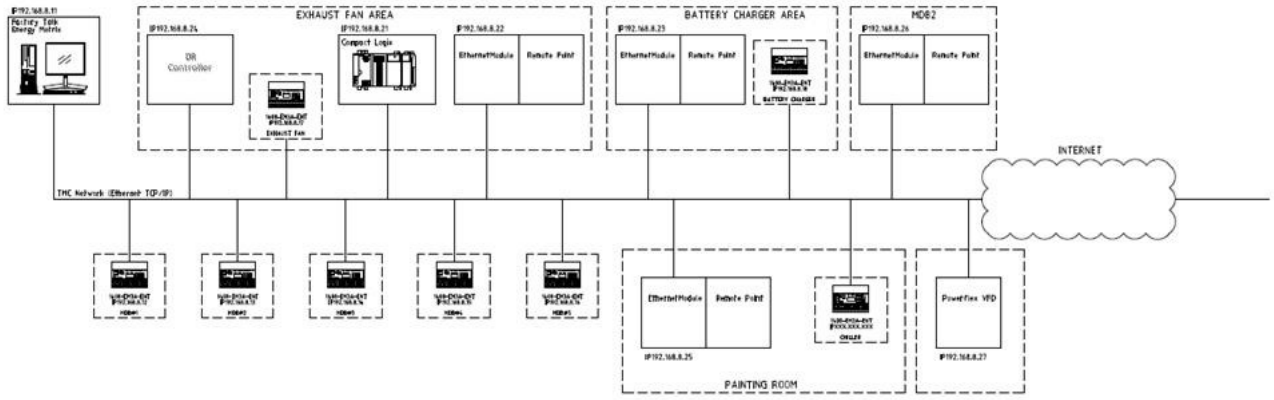
จากการจัดหาระบบ Demand Response สำหรับโรงงานของบริษัท ไทย มารูจูน จำกัด สามารถสรุปรายละเอียดอุปกรณ์ของระบบ (Bill of Materials) ได้ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 สรุปรายละเอียดอุปกรณ์ของระบบสำหรับโรงงานของบริษัท ไทย มารูจูน จำกัด

TMC	Total	Part	IFS PART No.	Description
Item A: PLC; Exhaust Fan				
1	**1**	1 769-L33ER	PN-9201 2	CompactLogix 5370 L3 controller system
1	**1**	1 769-PA4	1 769-PA4 A	CompactLogix Power supply AC 4A/2A
1	**1**	1769-IQ16	1769-IQ16F A	CompactLogix 16 Pt 24VDC Fast D/I Module
1	**1**	1769-ASCII	1769-ASCII A	CompactLogix ASCII Interface Module
1	**1**	1 769-OB8	1 769-OB8 A	Digital output
1	**1**	1769-ECR	1769-ECR	Right End Cap Terminator
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item B: Remote Chasis; Battery Charger				
1	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
1	**1**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
1	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
2	**2**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item C: Remote Chassis; Paint room				
1	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
1	**1**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
1	**1**	1794-IF4I	1794-IF4I A	Analog Input
1	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
3	**3**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
1	**1**	Power Flex 755	20G1 1 NC01 1JA0NNNNN	VFD 5.5kW 400VAC
1	**1**	20-COMM-E	307933	Communication ethernet Module for VFD
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item D:MDB: 1				
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item E: Remote Chassis; MDB#2-3 room				
1	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
1	**1**	1794-IF4I	1794-IF4I A	Analog Input
1	**1**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
2	**2**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item F: Remote Chassis; MDB#4-5 room				
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
2	**2**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
	Total	**Part**		**Description**
Item G: Demand Response Controller				
1	**1**	DR Controller		Demand Management
1	**1**	HP Computer	R5THS00107-8001	HP Computer
1	**1**	Office Licenses	R5THS00107-8002	MS Office License
1	**1**			Factorytalk Energy Metrix
1	**1**			Factorytalk SE

จากการสำรวจหน้างานถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน และพิจารณาศักยภาพและความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้งาน อันมีความเหมาะสมในการสาธิตระบบ Demand Response รวมถึงจากการสอบถามถึงความสมัครใจของผู้ปฏิบัติงาน และความยินยอมจากทางโรงงานแล้วนั้น โหลดของบริษัทไทย มารูจูน จำกัด ได้แก่ ระบบ

ปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning) ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fan) และระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger) ดังแสดงในรูปที่ 3-30



รูปที่ 3-30 การติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆที่ บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด

3-4.2.1 ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด

ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning System: Spot A/C) ประกอบด้วยหน่วยทำความเย็นและพัดลมทำความเย็น โดยหน่วยทำความเย็นจะถูกควบคุมโดย PLC และหน่วยพัดลมคอยล์จะเชื่อมต่อกับ Variable Speed Drive (VSD) ซึ่งรับคำสั่งโดยตรงจาก PLC เพื่อดำเนินการปรับลดหรือเพิ่มความเร็วของพัดลม ระบบ Demand Response จะส่งสัญญาณคำสั่ง Precool (คำสั่งลดอุณหภูมิล่วงหน้าก่อนดำเนินการ Demand Response) ไปยังหน่วยทำความเย็นและสั่งการเพิ่มความเร็วของพัดลมผ่านทาง PLC เพื่อให้อุณหภูมิลดลง ทำให้อุณหภูมิของห้องในภาพรวมเย็นกว่าปกติ ตามค่าที่คำสั่ง Precool ตั้งไว้ และระบบจะสามารถหยุดการทำงานของหน่วยทำความเย็น หรือลดความเร็วของพัดลมลงได้ เพื่อเป็นการปรับลดการใช้ไฟฟ้าในเวลาที่ต้องการ โดยที่ยังรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้สามารถปฏิบัติงานต่อไปได้ ทั้งนี้ ระบบการสื่อสารของที่ใช้ในการสั่งการระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุดนี้ จะเป็นแบบไร้สาย (Wireless communication)

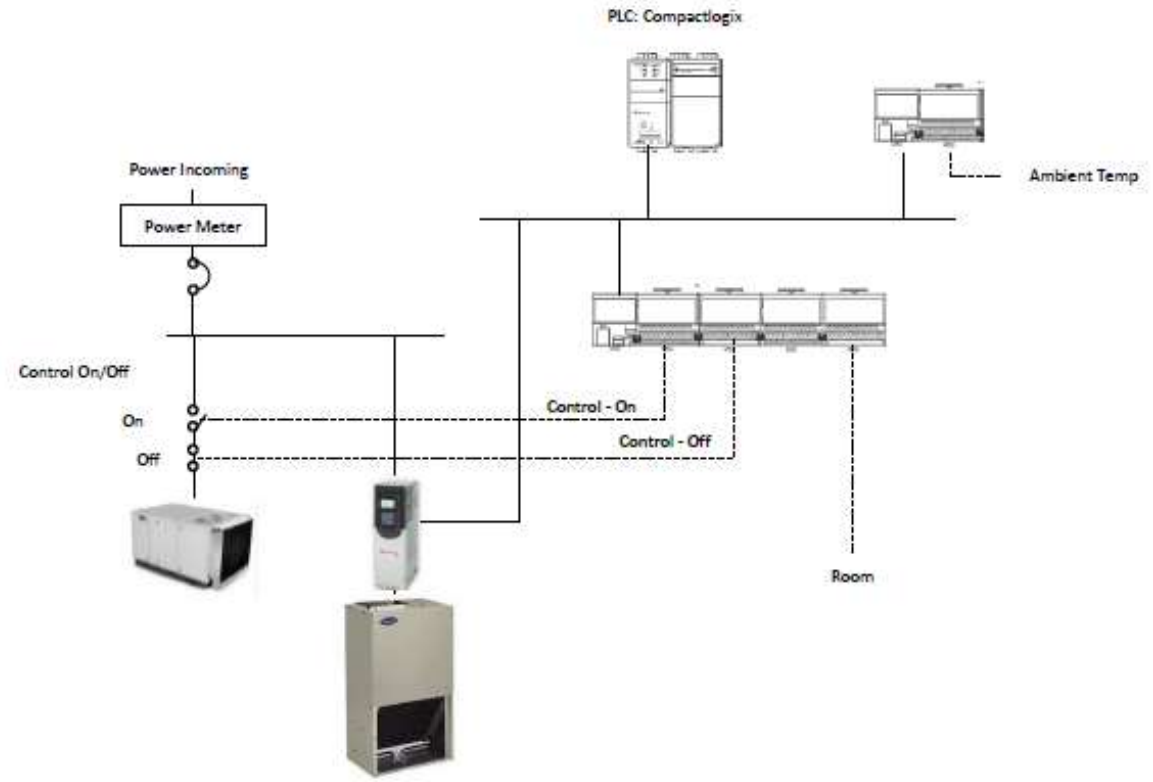
ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างคำสั่งและลำดับความสำคัญในการควบคุมการทำงานของโหลด ในการสาธิตระบบ Demand Response

Priority	Air Unit	FCU Speed	Remark
0	On	80%	Pre-cooling FCU Run 100% of speed
1-2	On	70%	
3-5	Off	60%	
6-9	Off	40%	
10	Off	0%	

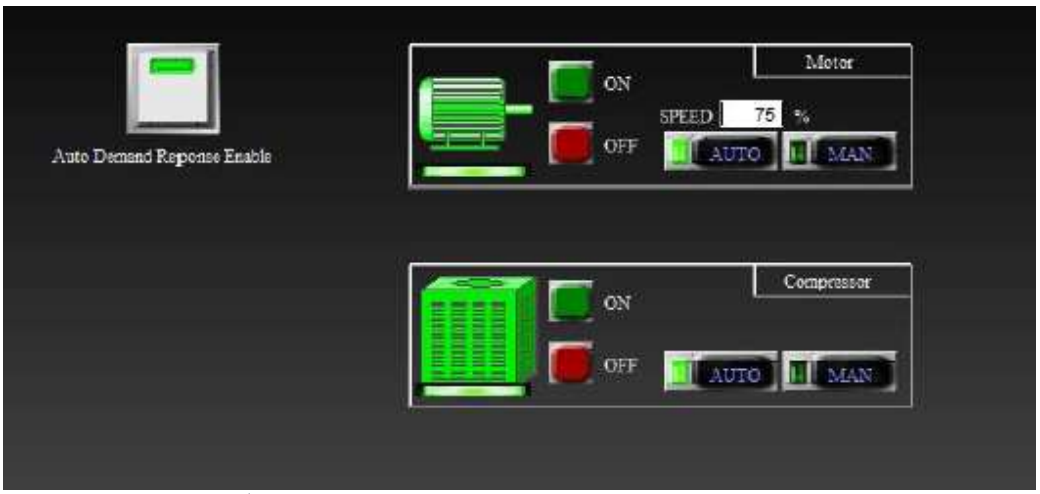
Control Signal and I/O Signal

Control Signal			
Signal	0	1	Remark
CoolUnt_Cmd	Off	On	Cooling Command
CoolUnt_Sts	Off	On	Cooling Status
FCU_Cmd	Off	On	FCU Command
FCU-Sts	Off	On	FCU Status
FCU-Spd			FCU Speed (Hz)

โดยการทำ Precool นั้นมิได้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการลดการใช้พลังงานโดยรวม แต่เป็นการเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งในบางกรณีสามารถนำไปสู่การลดค่าไฟฟ้าได้ในที่สุด โดยระบบจะปรับ Setpoint ในช่วงที่ทำ Precool ลงต่ำเพื่อให้ระบบปรับอากาศทำงานปรับอุณหภูมิห้องให้ต่ำลงกว่าในช่วงเวลาปกติ จากนั้นในช่วง Demand Response ระบบจะปรับ Setpoint ให้สูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลงในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนั้นการทำ Precool นั้นจึงเป็นการเพิ่มการใช้พลังงานในช่วงเวลาหนึ่งและลดการใช้พลังงานในอีกช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งมิได้นำไปสู่ผลของการใช้พลังงานน้อยลงเสมอไป ทั้งนี้ค่าพลังงานโดยรวมจะแตกต่างจากการใช้งานตามปกติมากน้อยเท่าใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ภายนอกด้วย เช่น อุณหภูมิและความชื้นด้านนอกอาคารขณะที่ทำการเพิ่มหรือลด Setpoint เป็นต้น



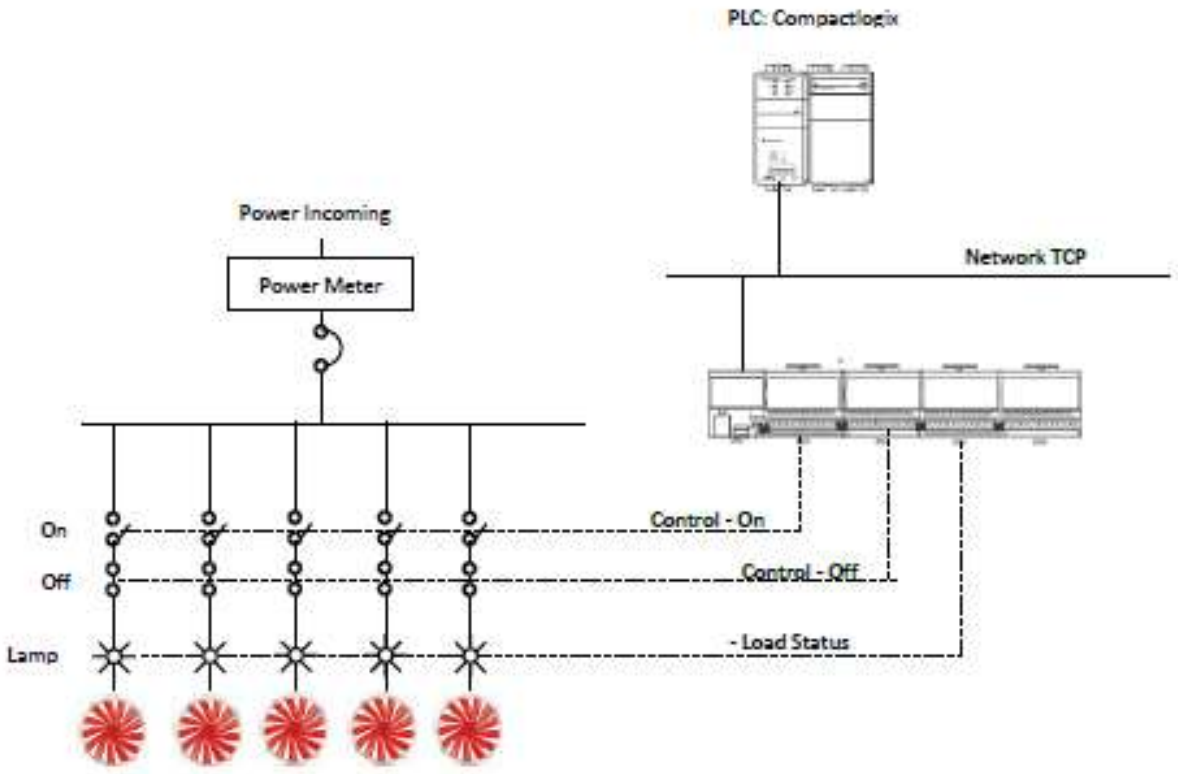
รูปที่ 3-31 แนวความคิดการสั่งการของระบบ Demand Response สำหรับระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด



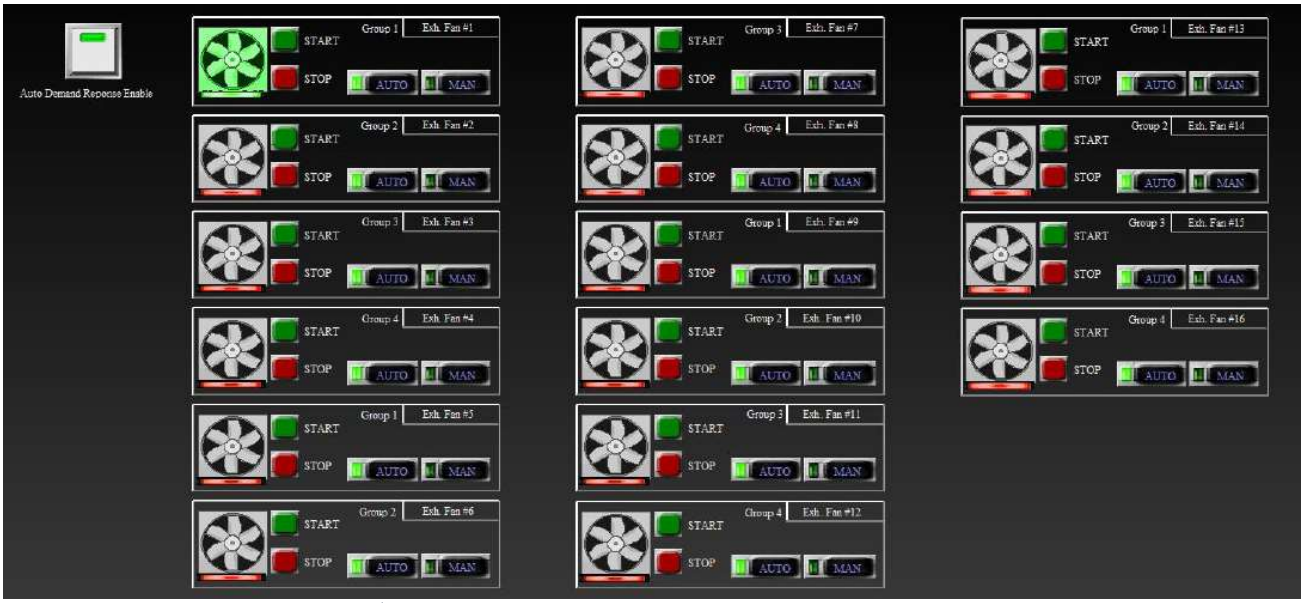
รูปที่ 3-32 ตัวอย่างหน้าต่างควบคุมการทำงานของโหลดผ่านระบบออนไลน์

3-4.2.2 ระบบพัดลมระบายอากาศ

ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) จะถูกควบคุมระยะไกลผ่าน Remote I/O ซึ่งจะได้รับคำสั่งจากระบบ Demand Response โดยโหลดพัดลมระบายอากาศเหล่านี้จะถูกติดตามข้อมูลการใช้ไฟฟ้า เมื่อมีสัญญาณคำสั่งมาจากระบบ Demand Response ทั้งนี้ PLC จะตรวจสอบลำดับความสำคัญ (Priority) ของโหลดและคำสั่ง เพื่อดำเนินการสั่งปิดกลุ่มของพัดลมระบายอากาศตามลำดับ ซึ่งในระหว่างดำเนินการตามคำสั่ง Demand Response นั้น PLC จะตรวจสอบสถานะของโหลดที่ได้รับคำสั่ง ก่อนการทำงานโดยรูปแบบการติดตั้งและแสดงผลแสดงดังรูปที่ 3-33 และรูปที่ 3-34 นอกจากนั้นรูปแบบการควบคุมแสดงในตารางที่ 3-5



รูปที่ 3-33 แนวความคิดการสั่งการของระบบ Demand Response สำหรับระบบพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 3-34 ตัวอย่างหน้าต่างควบคุมการทำงานของโหลดผ่านระบบออนไลน์

ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างคำสั่งและลำดับความสำคัญในการควบคุมการทำงานของโหลดในการสาธิตระบบ Demand Response

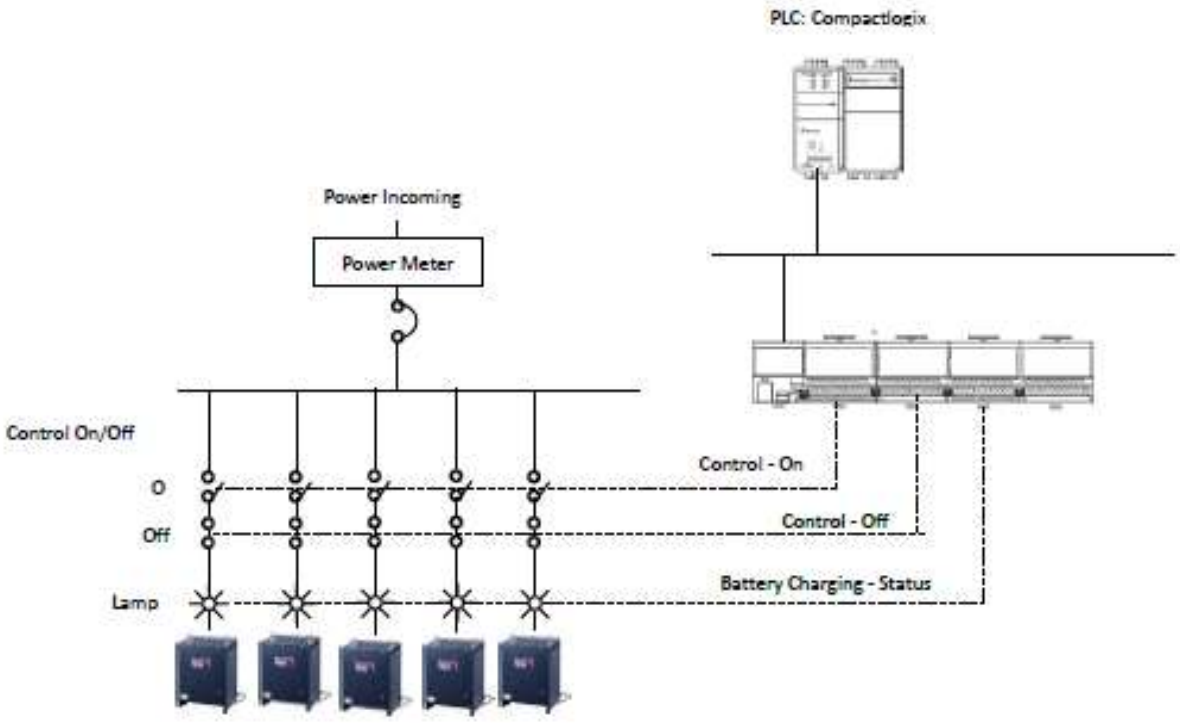
Priority	Turn Off Fan Group				Remark
	TMC	kW	KUMI	kW	
0	-	0	-	0	
1-2	1-2	22.5	1-2	11	
3-7	1-4	48	1-3	16.5	
8-10	1-6	67.5	1-4	22	

Control Signal and I/O Signal

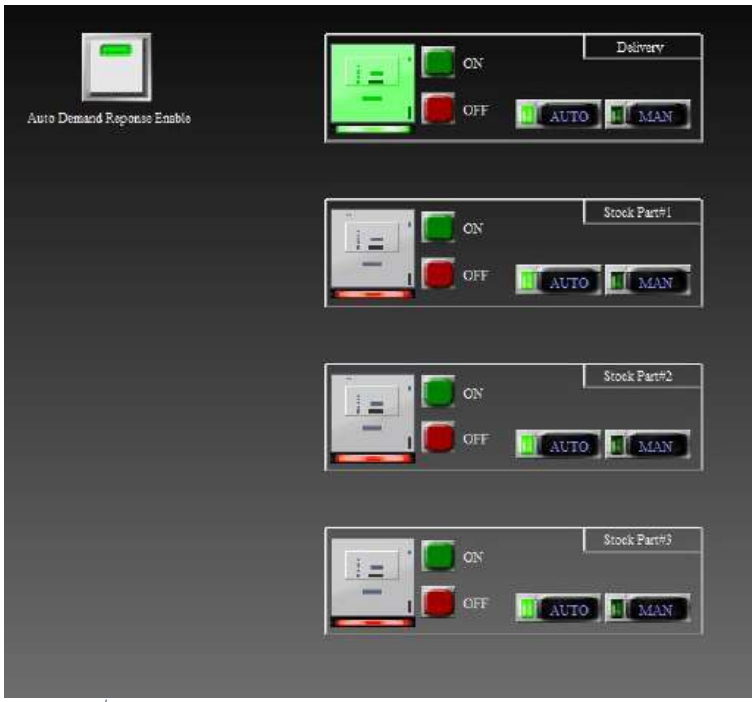
Control Signal			
Signal	0	1	Remark
Exfanxx_On		On	Command On
Exfanxx_Off		Off	Command Off
Exfanxx_Sts	Off	On	Exhaust Fan Status

3-4.2.3 ระบบชาร์จแบตเตอรี่

ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger) จะถูกควบคุมระยะไกลผ่าน Remote I/O ของ PLC ซึ่ง PLC จะได้รับคำสั่งจากระบบ Demand Resposne โดยโหลดชาร์จแบตเตอรี่เหล่านี้ จะถูกติดตามข้อมูลการใช้ไฟฟ้าเมื่อมีสัญญาณสั่งการ Demand Response จากระบบ Demand Resposne ซึ่ง PLC จะตรวจสอบสถานะการชาร์จแบตเตอรี่ก่อนที่จะสั่งการไปยังระบบประจุแบตเตอรี่ โดยรูปแบบคำสั่งจะขึ้นอยู่กับลำดับความสำคัญ (Priority) ของการโหลดและคำสั่ง เพื่อดำเนินการเปิดหรือปิดแต่ละเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ทั้งนี้ ระบบการสื่อสารของที่ใช้ในการสั่งการระบบชาร์จแบตเตอรี่นี้ จะเป็นการสาธิตการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless communication) รูปแบบการติดตั้งและการแสดงผลแสดงในรูปที่ 3-35 และรูปที่ 3-36 นอกจากนั้นรูปแบบคำสั่งงานแสดงในตารางที่ 3-6



รูปที่ 3-35 แนวความคิดการสั่งการของระบบ Demand Response สำหรับระบบชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 3-36 ตัวอย่างหน้าต่างควบคุมการทำงานของโหลดผ่านระบบออนไลน์

ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างคำสั่งและลำดับความสำคัญในการควบคุมการทำงานของโหลด ในการสาธิตระบบ Demand Response

Priority	Battery Charger	kW	Remark
0	-	0	
1-2	1-2	23/2	
3-5	1-3	23/3	
6-9	1-4	23/4	
10	1-5	23/5	

Control Signal and I/O Signal

Control Signal			
Signal	0	1	Remark
Battchxx_On		On	Command On
Battchxx_Off		Off	Command Off
Battchxx_Sts	No Load	Charging	Charging Status

3-4.3 การออกแบบระบบ Demand Response สำหรับบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด

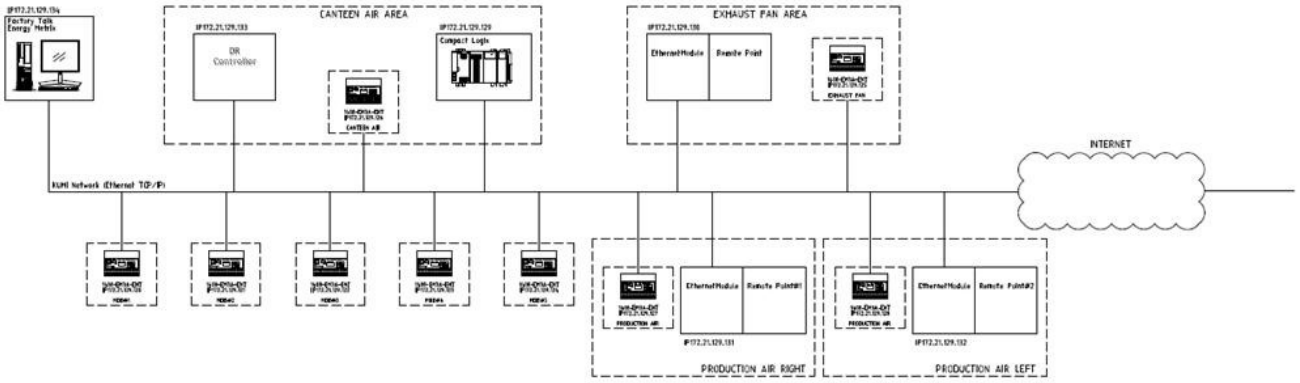
จากการจัดหาระบบ Demand Response สำหรับโรงงานของบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด สามารถสรุปรายละเอียดอุปกรณ์ของระบบ (Bill of Materials) ได้ ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 สรุปรายละเอียดอุปกรณ์ของระบบสำหรับโรงงานของบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด

TMC	Total	Part	IFS Part	Description
Item A: PLC; Canteen				
1	**1**	1 769-L33ER	PN-9201 2	CompactLogix 5370 L3 controller system
1	**1**	1769-PA4	1769-PA4 A	Power supply
1	**1**	1769-ASCII	1769-ASCII A	Communication module
1	**1**	1769-OB8	1769-OB8 A	Digital output
1	**1**	1769-IF4	1769-IF4	Analog Input
1	**1**	1769-IQ16	1769-IQ16F A	CompactLogix 16 Pt 24VDC Fast D/I Module
1	**1**	1769-ECR	1769-ECR	Right End Cap Terminator
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item B: Remote Chassis; Exhaust Fan				
1	**1**	1794-AENT B		Remote I/O
1	**1**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
1	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
2	**2**	1 794-TB3 A	1 794-TB3 A	Flex Terminal Base
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item C: Remote Chassis; Production Left				
1	**1**	1794-AENT B		Remote I/O
2	**2**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
1	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
3	**3**	1 794-TB3 A	1 794-TB3 A	Flex Terminal Base
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item D: Remote Chassis; Production Right				
1	**1**	1794-AENT B		Remote I/O
2	**2**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
1	**1**	1794-IF4I	1794-IF4I A	Analog Input
1	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
3	**3**	1 794-TB3 A	1 794-TB3 A	Flex Terminal Base
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item E: Remote Chassis; MDB#3,4&5 room				
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
3	**3**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item F: Remote Chassis; MDB#1-2 room				
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
2	**2**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
Item G: Demand Response Controller				
1	**1**	DR Controller		Demand Management
1	**1**	HP Computer	R5THS00107-8001	HP Computer
1	**1**	Office Licenses	R5THS00107-8002	MS Office License
1	**1**			Factorytalk Energy Metrix
1	**1**			Factorytalk SE

จากการสำรวจหน้างานถึงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน และพิจารณาศักยภาพและความเป็นไปได้ในการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้งาน อันมีความเหมาะสมในการสาธิตระบบ Demand Response รวมถึงจากการสอบถามถึงความสมัครใจของผู้ปฏิบัติงาน และความยินยอมจากทางโรงงานแล้วนั้น โหลดในโรงงานของบริษัท คุมิ (ไทยแลนด์)

จำกัด ได้แก่ ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน และระบบพัดลมระบายอากาศดังแสดงในรูปที่ 3-37



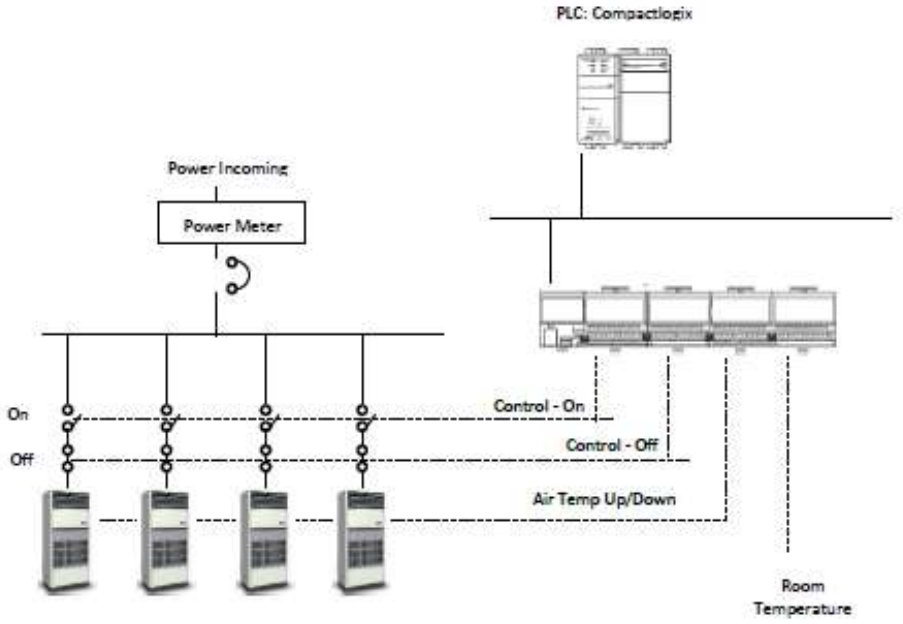
รูปที่ 3-37 การติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด

3-4.3.1 ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน

ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly Room Air Conditioning System: Assembly A/C) เป็นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิและสั่งงานระบบปรับอากาศโดย PLC ระบบ Demand Response จะส่งสัญญาณ Precool ก่อน เพื่อให้ระบบปรับอากาศทำการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิไปจนถึงค่าอุณหภูมิ Precool ที่ตั้งไว้ และเมื่อมีการดำเนินการ Demand Response แล้ว จะสามารถสั่งการให้ระบบปรับอากาศเพิ่มอุณหภูมิ หรือหยุดการทำงานได้ เพื่อเป็นการปรับลดการใช้ไฟฟ้าในเวลาที่ต้องการ ทั้งนี้ ในการสั่งการของระบบปรับอากาศจะมีทั้งการสาธิตสั่งการผ่านระบบการสื่อสารแบบมีสาย (Wired Communication) และแบบไร้สาย (Wireless Communication) แสดงตัวอย่างการติดตั้งและแสดงผลในรูปที่ 3-38 และรูปที่ 3-39 นอกจากนั้นตัวอย่างการสั่งงานแสดงดังตารางที่ 3-8

โดยการทำ Precool นั้นมิได้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการลดการใช้พลังงานโดยรวม แต่เป็นการเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งในบางกรณีสามารถนำไปสู่การลดค่าไฟฟ้าได้ในที่สุด โดยระบบจะปรับ Setpoint ในช่วงที่ทำ Precool ลงต่ำเพื่อให้ระบบปรับอากาศทำงานปรับอุณหภูมิห้องให้ต่ำลงกว่าในช่วงเวลาปกติ จากนั้นในช่วง Demand Response ระบบจะปรับ Setpoint ให้สูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลงในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนั้นการทำ Precool นั้นจึงเป็นการเพิ่มการใช้พลังงานในช่วงเวลาหนึ่งและลดการใช้พลังงานในอีกช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งมิได้นำไปสู่ผลของการใช้

พลังงานน้อยลงเสมอไป ทั้งนี้ค่าพลังงานโดยรวมจะแตกต่างจากการใช้งานตามปกติมากน้อยเท่าใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ภายนอกด้วย เช่น อุณหภูมิและความชื้นด้านนอกอาคารขณะที่ทำการเพิ่มหรือลด Setpoint เป็นต้น



รูปที่ 3-38 แนวความคิดการสั่งการของระบบ Demand Response สำหรับระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน



รูปที่ 3-39 ตัวอย่างหน้าต่างควบคุมการทำงานของโหลดผ่านระบบออนไลน์

ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างคำสั่งและลำดับความสำคัญในการควบคุมการทำงานของโหลด ในการสาธิตระบบ Demand Response

Priority	Air Unit	Temp.	Remark
0	On		Pre-Cooling Temp Down – 3 C
1-2	On	Temp Up +1	
3-5	On	Temp Up +2	
6-9	On	Temp Up +3	
10	Off		

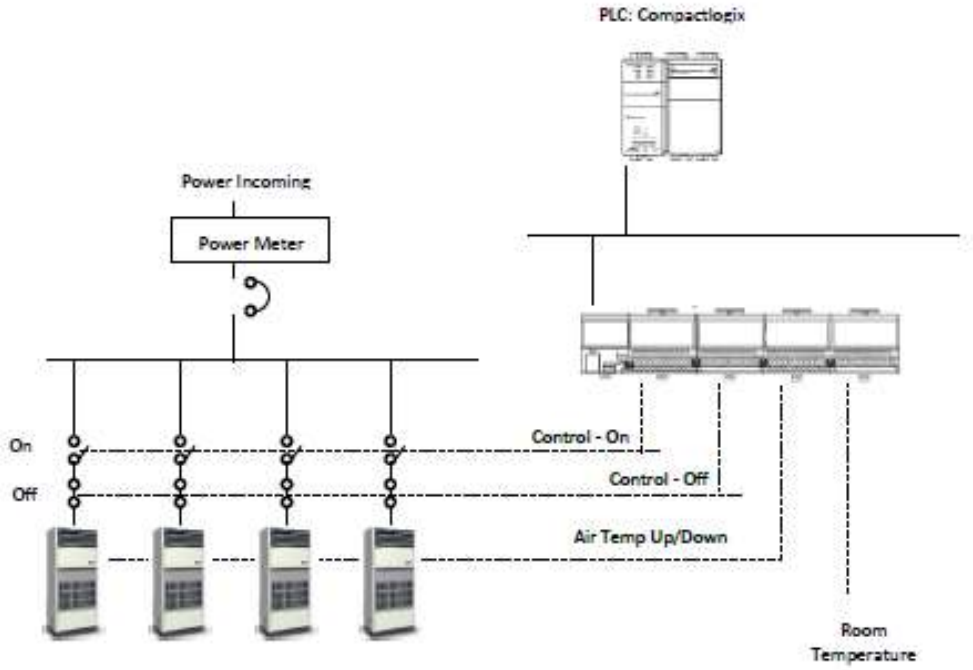
Control Signal and I/O Signal

Control Signal			
Signal	0	1	Remark
AirUnt_CmdOn	Off	On	Cooling Command
AirUnt_CmdOff	Off	Off	Cooling Status
AirUnt_TempUp	Off	On	FCU Command
AirUnt_TempDn	Off	On	FCU Status
Area_Temp			Room Temperature

3-4.3.2 ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน

ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน (Canteen Air Conditioning System: Canteen A/C) เป็นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิและสั่งงานระบบปรับอากาศโดย PLC ระบบ Demand Response จะส่งสัญญาณ Precool ก่อน เพื่อให้ระบบปรับอากาศทำการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิไปจนถึงค่าอุณหภูมิ Precool ที่ตั้งไว้ และเมื่อมีการดำเนินการ Demand Response แล้ว จะสามารถสั่งการให้ระบบปรับอากาศเพิ่มอุณหภูมิ หรือหยุดทำงานได้ เพื่อเป็นการปรับลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3-40 และรูปที่ 3-41 นอกจากนั้นตัวอย่างคำสั่งแสดงในตารางที่ 3-9

โดยการทำ Precool นั้นมิได้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการลดการใช้พลังงานโดยรวม แต่เป็นการเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งในบางกรณีสามารถนำไปสู่การลดค่าไฟฟ้าได้ในที่สุด โดยระบบจะปรับ Setpoint ในช่วงที่ทำ Precool ลงต่ำเพื่อให้ระบบปรับอากาศทำงานปรับอุณหภูมิห้องให้ต่ำลงกว่าในช่วงเวลาปกติ จากนั้นในช่วง Demand Response ระบบจะปรับ Setpoint ให้สูงขึ้นกว่าปกติ ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลงในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนั้นการทำ Precool นั้นจึงเป็นการเพิ่มการใช้พลังงานในช่วงเวลาหนึ่งและลดการใช้พลังงานในอีกช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งมิได้นำไปสู่ผลของการใช้พลังงานน้อยลงเสมอไป ทั้งนี้ค่าพลังงานโดยรวมจะแตกต่างจากการใช้งานตามปกติมากน้อยเท่าใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ภายนอกด้วย เช่น อุณหภูมิและความชื้นด้านนอกอาคารขณะที่ทำการเพิ่มหรือลด Setpoint เป็นต้น



รูปที่ 3-40 แนวความคิดการสั่งการของระบบ Demand Response สำหรับระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน



รูปที่ 3-41 ตัวอย่างหน้าต่างควบคุมการทำงานของโหลดผ่านระบบออนไลน์

ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างคำสั่งและลำดับความสำคัญในการควบคุมการทำงานของโหลด ในการสาธิตระบบ Demand Response

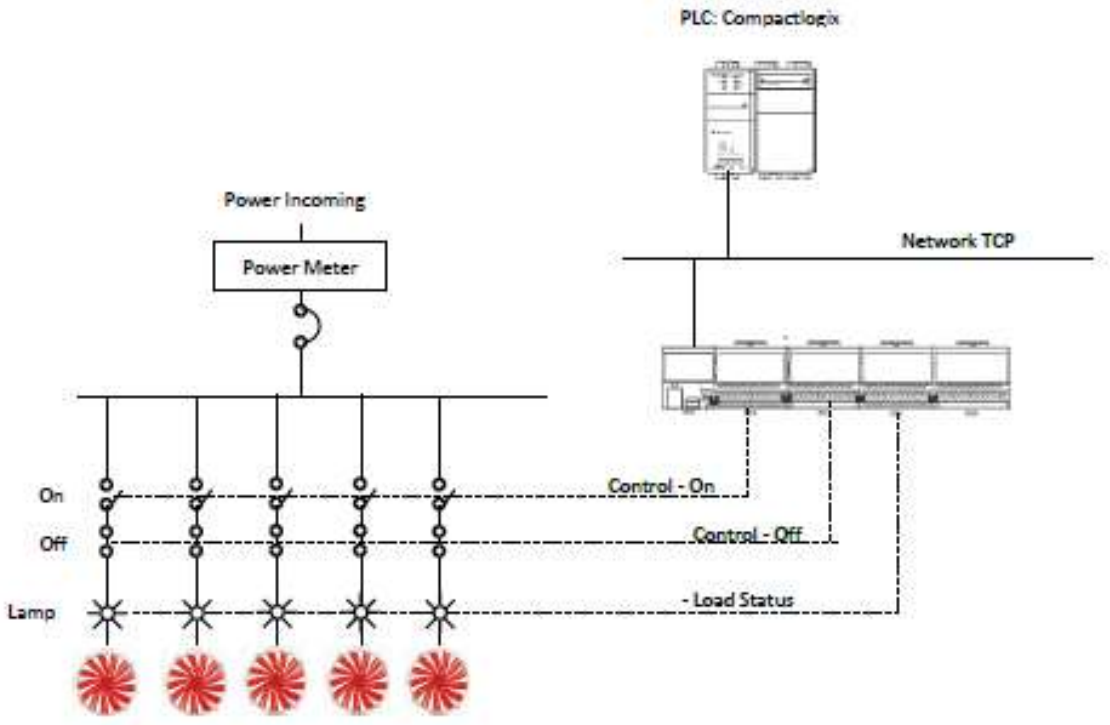
Priority	Air Unit	Temp.	Remark
0	On		Pre-Cooling Temp Down – 3 C
1-2	On	Temp Up +1	
3-5	On	Temp Up +2	
6-9	On	Temp Up +3	
10	Off		

Control Signal and I/O Signal

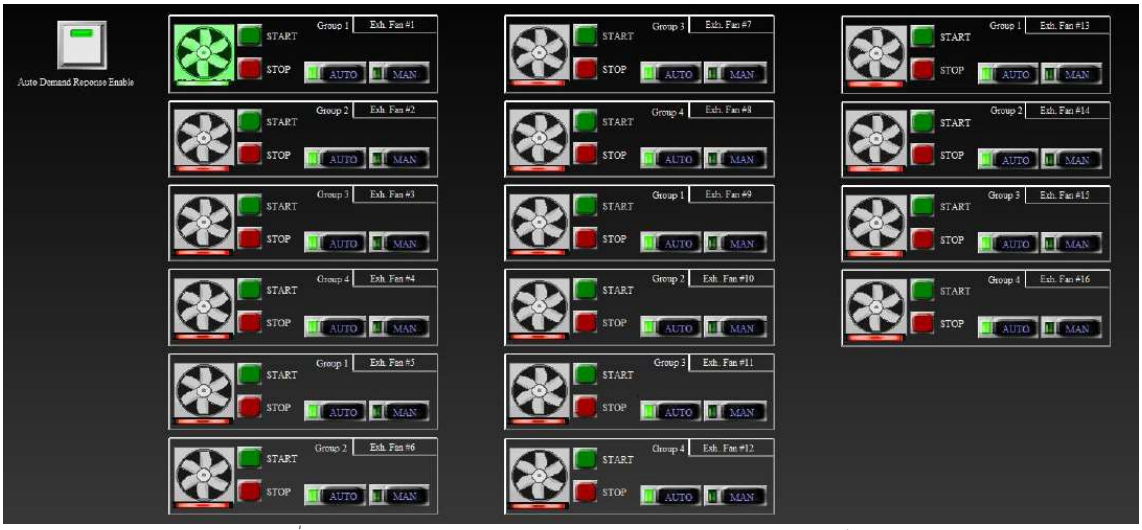
Control Signal			
Signal	0	1	Remark
AirUnt_CmdOn	Off	On	Cooling Command
AirUnt_CmdOff	Off	Off	Cooling Status
AirUnt_TempUp	Off	On	FCU Command
AirUnt_TempDn	Off	On	FCU Status
Area_Temp			Room Temperature

3-4.3.3 ระบบพัดลมระบายอากาศ

ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fan) จะถูกควบคุมระยะไกลผ่าน Remote I/O ซึ่งจะได้รับคำสั่งจาก ระบบ Demand Response โดยโหลดพัดลมระบายอากาศเหล่านี้จะถูกติดตามข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากระบบ Demand Response โดย PLC จะตรวจสอบลำดับความสำคัญของโหลดและคำสั่ง เพื่อดำเนินการสั่งปิดกลุ่มของพัดลมระบายอากาศตามลำดับ ซึ่งในระหว่างดำเนินการตามคำสั่ง Demand Response นั้น PLC จะตรวจสอบสถานะของโหลดที่ได้รับคำสั่งก่อนการทำงานดังแสดงรูปแบบการติดตั้งในรูปที่ 3-42 และการแสดงผลในรูปที่ 3-43 นอกจากนั้นตัวอย่างคำสั่งแสดงในตารางที่ 3-10



รูปที่ 3-42 แนวความคิดการสั่งการของระบบ Demand Response สำหรับระบบพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 3-43 ตัวอย่างหน้าต่างควบคุมการทำงานของโหลดผ่านระบบออนไลน์

ตารางที่ 3-10 ตัวอย่างคำสั่งและลำดับความสำคัญในการควบคุมการทำงานของโหลดในการสาธิตระบบ Demand Response

Priority	Turn Off Fan Group				Remark
	TMC	kW	KUMI	kW	
0	-	0	-	0	
1-2	1-2	22.5	1-2	11	
3-7	1-4	48	1-3	16.5	
8-10	1-6	67.5	1-4	22	

Control Signal and I/O Signal

Control Signal			
Signal	0	1	Remark
Exfanxx_On		On	Command On
Exfanxx_Off		Off	Command Off
Exfanxx_Sts	Off	On	Exhaust Fan Status

ภาคผนวกบทที่ 3

- **ภาคผนวก 3ก:** เอกสารทางเทคนิคจากผู้จัดจำหน่ายระบบ Demand Response

ภาคผนวก 3ก: เอกสารทางเทคนิคจากผู้จัดจำหน่ายระบบ Demand Response

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

BILL OF MATERIAL
AND
MISCELLANEOUS DRAWINGS/ CATALOGUES

CLASS 1

C1	08-01-16	BW	As-Buit				
A1	25-06-15	BW	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-DES-BOM-01-EN	**REVISION** C1 / **STATUS** C	

TABLE OF CONTENTS

1. BILL OF MATERIAL 3

1.1. TMC – Bill of Material 3
1.2. KUMI – Bill of Material 5

2. DATASHEET 6

2.1. I-On Communication Software 6
2.2. PowerMonitor™ 1000 7
2.3. CompactLogix PLC 8
2.4. Remote I/O (Flex I/O) 9
2.5. Remote Communication Module 10
2.6. Unmanaged Switch 11
2.7. VSD – PowerFlex 12
2.8. FactoryTalk Energy Metrix 13
2.9. FactoryTalk View SE 14

1. BILL OF MATERIAL

1.1. TMC – Bill of Material

TMC	Total	Part	IFS PART No.	Description
Item A: PLC/ Exhaust Fan				
1	**1**	1769-L33ER	PN-92012	CompactLogix 5370 L3 controller system
2	**1**	1769-PA4	1769-PA4 A	CompactLogix Power supply AC 4A/2A
3	**1**	1769-ECR	1769-ECR	Right End Cap Terminator
4	**1**	MVI69E-MBTCP	PN-213733	Modbus TCP/IP Enhanced Communication Module
5	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
6	**1**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
7	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
8	**1**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
9	**32**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	Command Relay
10	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
11	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
12	**1**	RLX2-IHNF-A	RLX2-IHNF-A	FAST INDUSTRIAL HOTSPOT RLX2
13	**1**	HGV-2409U	PN-326926	L-COM ANTENNA OMNI 2.4GHz 8dBi
14	**1**			Junction Box, Terminal and Accessories
Item B: Remote Chassis; TMC Battery Charger				
1	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
2	**1**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
3	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
4	**1**	1794-IF4I	1794-IF4I A	Analog Input
5	**2**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
6	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
7	**4**	ST25	ST25	Output Relay
8	**4**	ST12	ST12	Status Replay
9	**1**			Temperature Sensor
10	**16**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC Relay
11	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
12	**1**			Junction Box, Terminal and Accessories
Item C: Remote Chassis; Paint room (TMC Chiller)				
1	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
2	**1**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
3	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
4	**2**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
5	**16**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC Relay
6	**1**	Power Flex 755	20G11NC011JA0NNNNN	VFD 5.5kW 400VAC
7	**3**	ST20	ST20	Motor Relay
8		XB4	XB4	Motor Selector Switch
9	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
10	**1**			Junction Box, Terminal and Accessories
Item D:MDB: 1				
1	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
2	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
3	**1**			Terminal and Accessories
Item E: Remote Chassis; MDB#2-3 room				
1	**1**	1794-AENT B	1794-AENT B	Remote I/O
2	**1**	1794-IF4I	1794-IF4I A	Analog Input
3	**1**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
4	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
5	**2**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
6	**1**			Temperature and Humidity sensor with convertor
7	**1**			Terminal and Accessories
Item F: Remote Chassis; MDB#4-5 room				
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
2	**2**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
3	**1**			Terminal and Accessories

	Total	Part		Description
Item G: Demand Controller				
1	**1**	LAMS (VTN)		I-On Communication Software
1	**1**	VEN Client		I-On Communication Software
1	**1**	HP Computer	R5THS00107-8001	HP Computer Set with Keyboard and Mouse
1	**1**	BR500CI-AS	BR500CI-AS	APC Back UPS RS 500VA
1	**1**			Factorytalk Energy Metrix (Tempo License)
1	**1**			Factorytalk SE (Tempo License)

1.2. KUMI – Bill of Material

TMC	Total	Part	IFS Part	Description
Item A: PLC; Canteen				
1	**1**	1769-L33ER	PN-92012	CompactLogix 5370 L3 controller system
2	**1**	1769-PA4	1769-PA4 A	Power supply
3	**1**	1769-ASCII	1769-ASCII A	Communication module
4	**1**	1769-OB8	1769-OB8 A	Digital output
5	**1**	1769-IF4	1769-IF4	Analog Input
6	**1**	1769-IQ16	1769-IQ16F A	CompactLogix 16 Pt 24VDC Fast D/I Module
7	**1**	1769-ECR	1769-ECR	Right End Cap Terminator
8	**16**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC Relay
9	**1**			Temperature Sensor
10	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
11	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
12	**1**			Junction Box, Terminal and Accessories
Item B: Remote Chassis; Exhaust Fan				
1	**1**	1794-AENT B		Remote I/O
2	**2**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
3	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
4	**2**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
5	**32**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC Relay
6	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	Power Monitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
7				Junction Box, Terminal and Accessories
Item C: Remote Chassis; Production Left				
1	**1**	1794-AENT B		Remote I/O
2	**2**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
3	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
4	**3**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
5	**32**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC Relay
6	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
7	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
8				Junction Box, Terminal and Accessories
Item D: Remote Chassis; Production Right				
1	**1**	1794-AENT B		Remote I/O
2	**2**	1794-OB16	1794-OB16 A	Digital Output
3	**1**	1794-IF4I	1794-IF4I A	Analog Input
4	**1**	1794-IB16 A	1794-IB16 A	Flex 16 Point Digital Input Module
5	**3**	1794-TB3 A	1794-TB3 A	Flex Terminal Base
6	**32**	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC-RSC-24VDC/21-C1D2	PLC Relay
7	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
8	**1**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
9				Junction Box, Terminal and Accessories
Item E: Remote Chassis; MDB#3,4&5 room				
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
2	**3**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
3				Terminal and Accessories
Item F: Remote Chassis; MDB#1-2 room				
1	**1**	1783-US08T	PN-171228	Hub Switch
2	**2**	1408-EM3A-ENT	1408-EM3A-ENT A	PowerMonitor 1000 Energy Monitor with Ethernet
3				Terminal and Accessories
Item G: Demand Controller				
1	**1**	VEN Client		I-On Communication Software
2	**1**	HP Computer	R5THS00107-8001	HP Computer Set with Keyboard and Mouse
3	**1**	BR500CI-AS	BR500CI-AS	APC Back UPS RS 500VA
4	**1**			Factorytalk Energy Metrix (Tempo License)
5	**1**			Factorytalk SE (Tempo License)

2. DATASHEET

2.1. I-On Communication Software

(see next page)

Software, **Beyond Expectations!**

LAMS

Load Aggregator's Management System

Certified OpenADR2.0b in VTN(Virtual Top Node) from OpenADR Alliance

I-ON communications

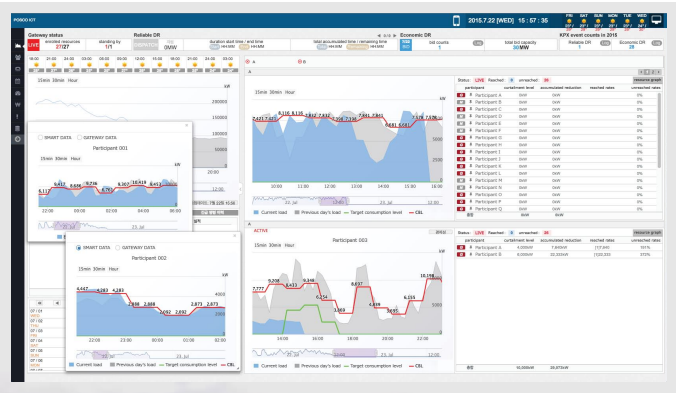
Proven DR management solution, ‘LAMS’

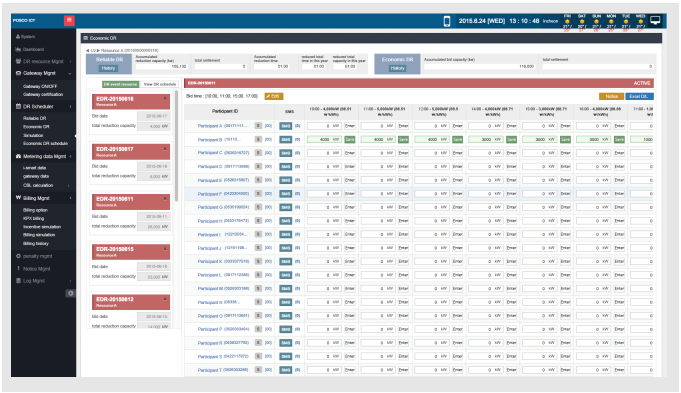
Accelerate your aggregation business with I-ON LAMS

I-ON ‘LAMS**(Load Aggregator’s Management System.ver1)’** was developed in 2013, and It was the first Demand Response management system in Korea and second in whole Asia countries that has been in compliance with **OpenADR 2.0a/b standards.**
(Find more information about I-ON DR solution and OpenADR : http://www.openadr.org)

LAMS were demonstrated very successfully in Detroit, USA in 2014.
And It has been installed and qualified in real time operational site since 2015 by handlingabout 100MW industrial demand response loadfrom dozens of factories.



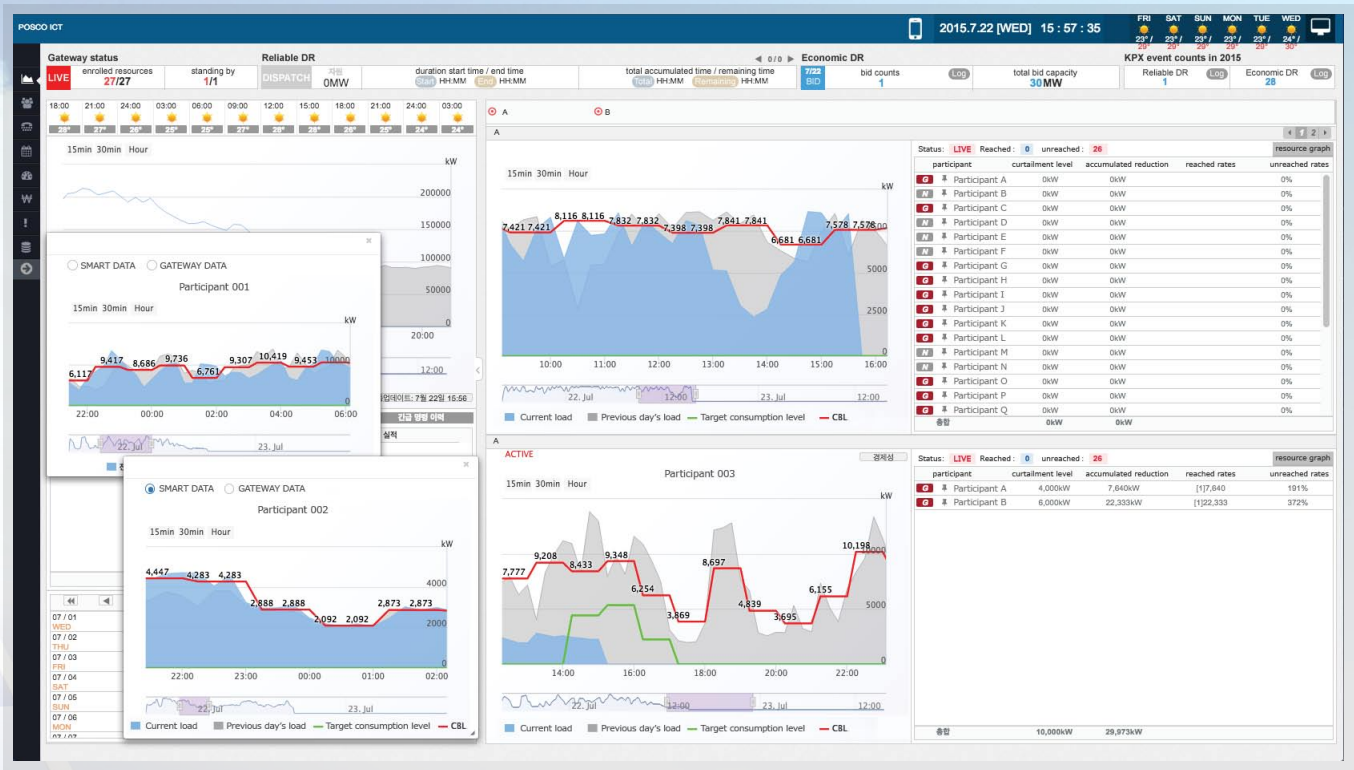




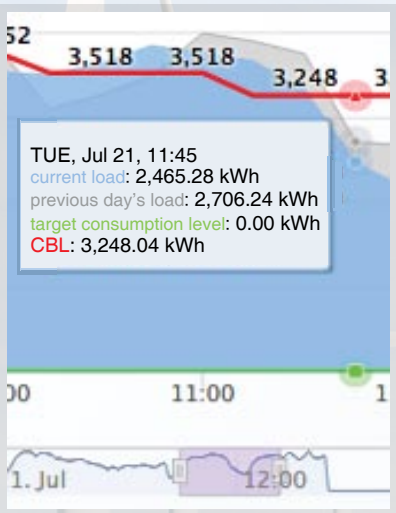
For our next generation, I-ON communications is constantly investing R&D in Demand And with qualified our DR solution, LAMS, we’ve been in preparation for expanding our market coverage to European countries and Asia countries.

Supporting real time data dashboard

Monitoring real time energy consumption data



In LAMS solution, there are 2 kinds of dashboards one for Aggregator and the other for every participant. Without any manual controls, dashboard shows automatically and simultaneously energy consumption data when participant's real time energy consumption data changed. And creating each DR resource's to compare and analyze participant's energy consumption or curtailment is possible, as aggregator wants.



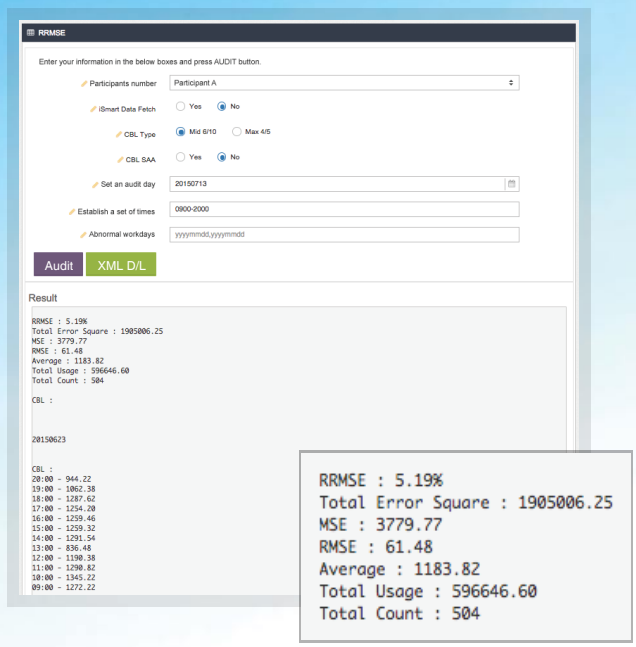
Through real time dashboard graph, aggregator can analyze instantaneously below information very easily.

- Real time energy consumption data for each DR resources every one minute. (it shows with blue color)
- Day before energy consumption data to compare today's consumption (It shows with gray color)
- Real time curtailing energy data (It shows with green color)
- CBL(Customer Baseline Load) date in every hour. (It shows with red color)

And graph could be adjusted zoon in and out very easily with mouse handle and It has 48 hours(24hours for past data, 24 hours for future data) range based on present time.

Assessment & Audit facilities as DR resources

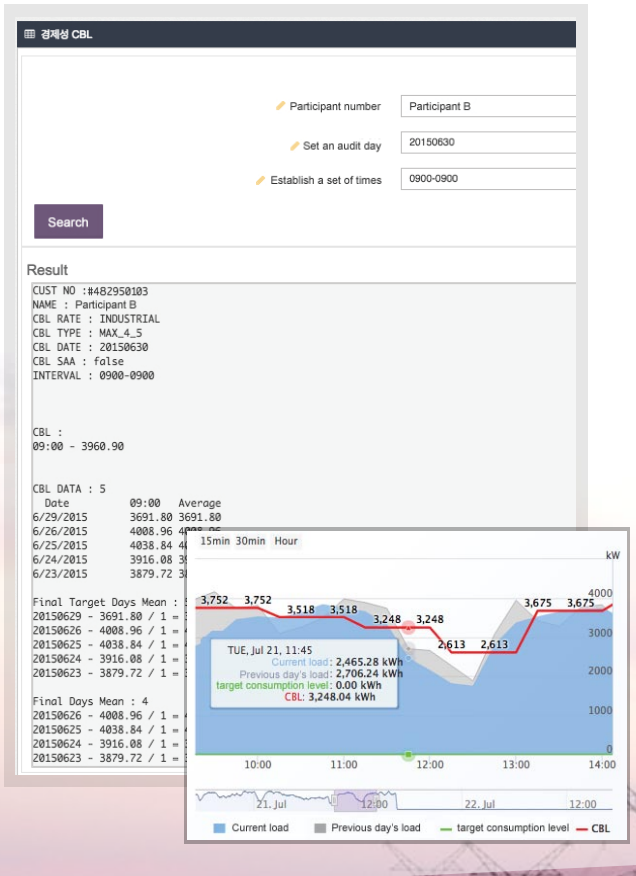
RRMSE (Relative Root Mean Squared Error), CBL (Customer Baseline Load)



RRMSE (Relative Root Mean Squared Error)

By auditing and evaluating each facility's energy consumption pattern, aggregator could determine what demand response load is reliable and available.

LAMS has RRMSE calculate function and it helps aggregator to distinguish instantaneously reliable demand response resources among enrolled load(s).



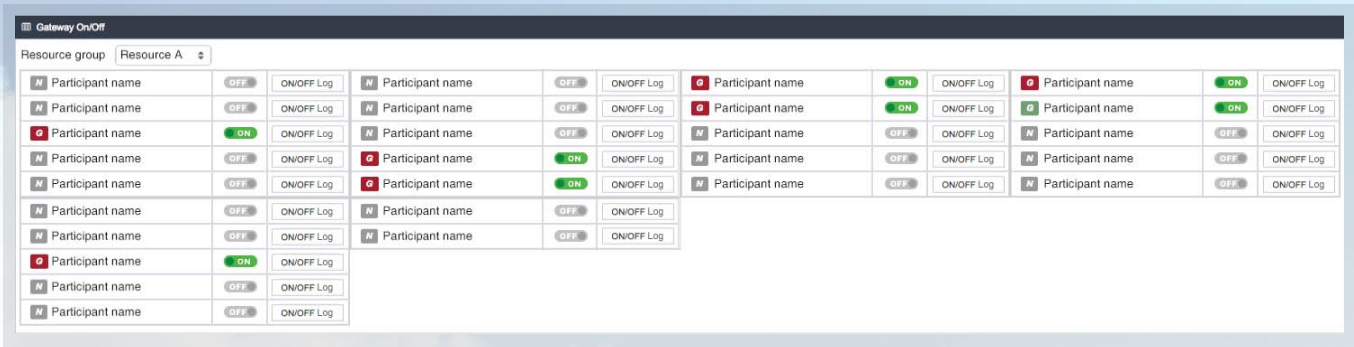
CBL (Customer Baseline Load)

CBL is average hourly energy consumption pattern of participants who are aggregated to participate demand response program.

LAMS has CBL calculate function and It helps aggregator to determine instantaneously each participant's energy curtailment level. In addition, aggregator could monitoring every DR resource's hourly change amount of CBL without any manual controlling.

Remote controlling end user's devices

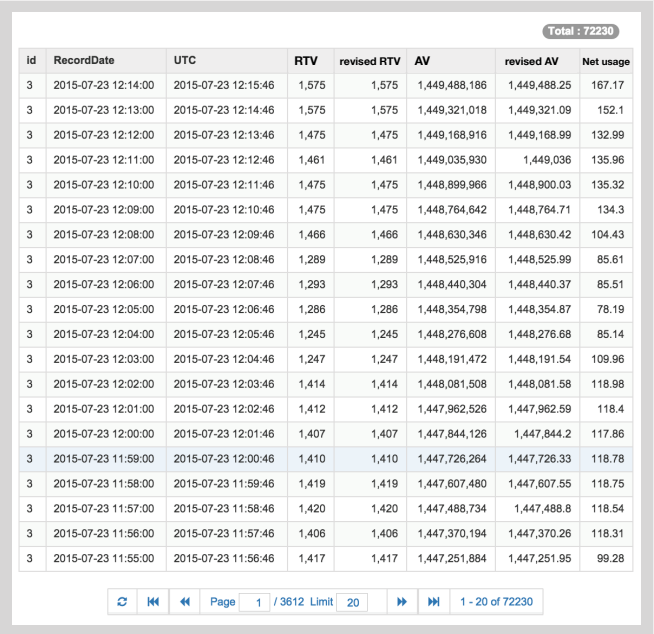
LAMS could be integrated with any other client devices



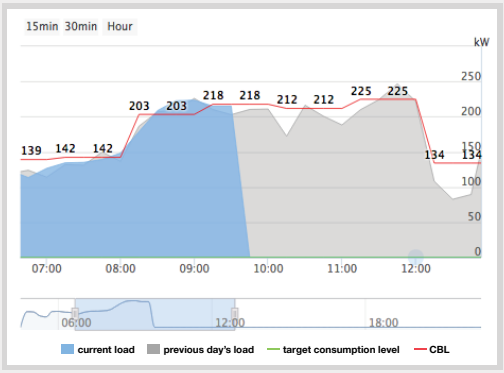
Managing client devices remotely

LAMS can monitor and manage client gateway device to gauge energy consumption or curtailment data. For LAMS could be connected or integrated with existing systems(EMS/BEMS) or any of client devices.

After being connected existing systems or client devices. LAMS can gauge consumption data, give notice with alarm sound, reset device and set interval remotely.



Reflected in graph simultaneously

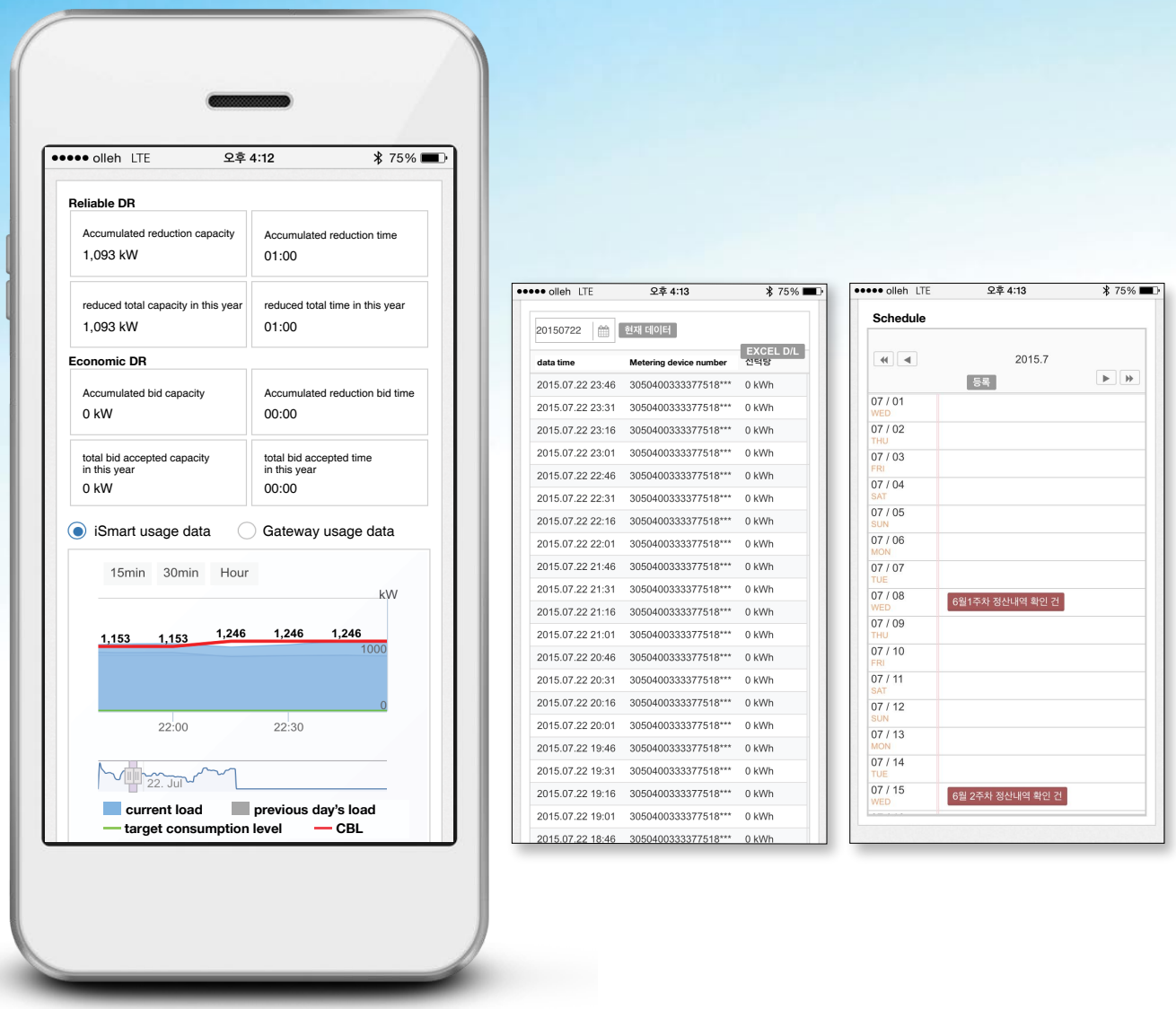


Gauged energy consumption data is displayed in real time and colored according to user data classification. Based on this data, aggregator shall promote and encourage customers to participate DR program.



Access LAMS via website or any smartphone devices

Connectivity will Enhance your competitive management

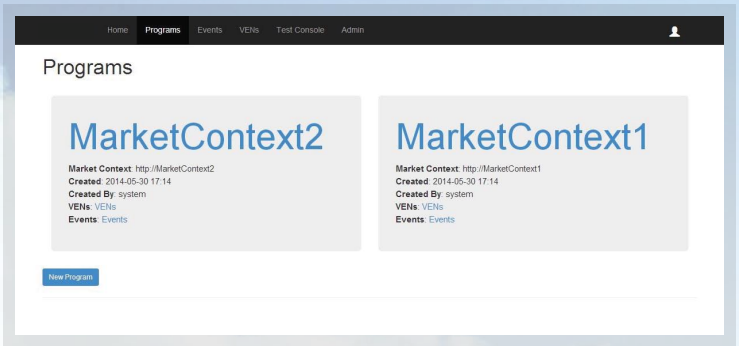


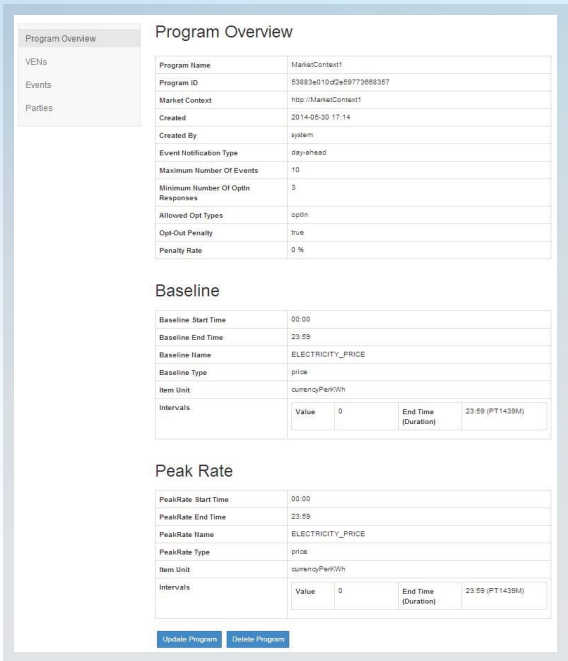
Administrator or participant could access LAMS via website or even smartphone. So, LAMS let users know when DR event is occurred, real time energy usage, and settlement details whenever and wherever.

Accessing LAMS via any smartphone devices, whenever and wherever, help to reduce administration costs in maintaining participant's demand response resources and mitigating the impact of critical situations.

Creating & simulating various DR event

LAMS has the Emergency(reliable)DR, the Day-Ahead(economic) DR, Hour-Ahead DR programs

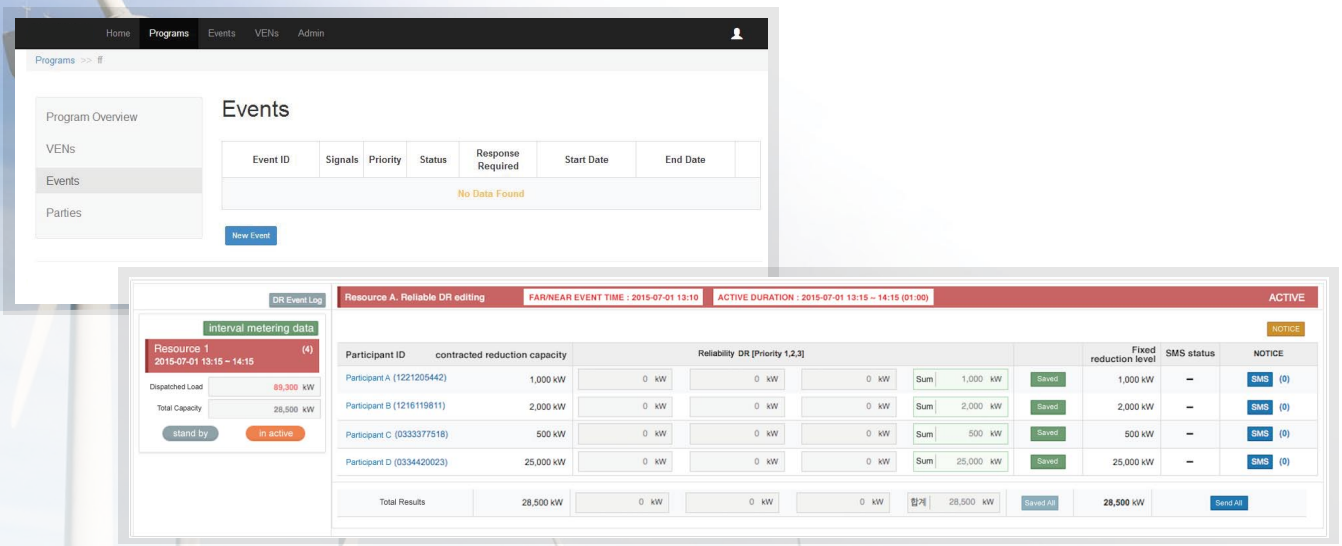




Participant will be motivated to join DR programs

LAMS could generate various DR programs and help aggregators to motivate participant joining DR programs.
By reducing electricity use when prices spike or grid reliability may be jeopardized, participant can get incentives very easily and aggregators could monitor real time consumption data.

In addition, the Day-Ahead demand response program allows aggregator to bid gathered load reductions.
So, participants could get additional incentives as long as reduced loadis auctioned off by Utility or ISO.

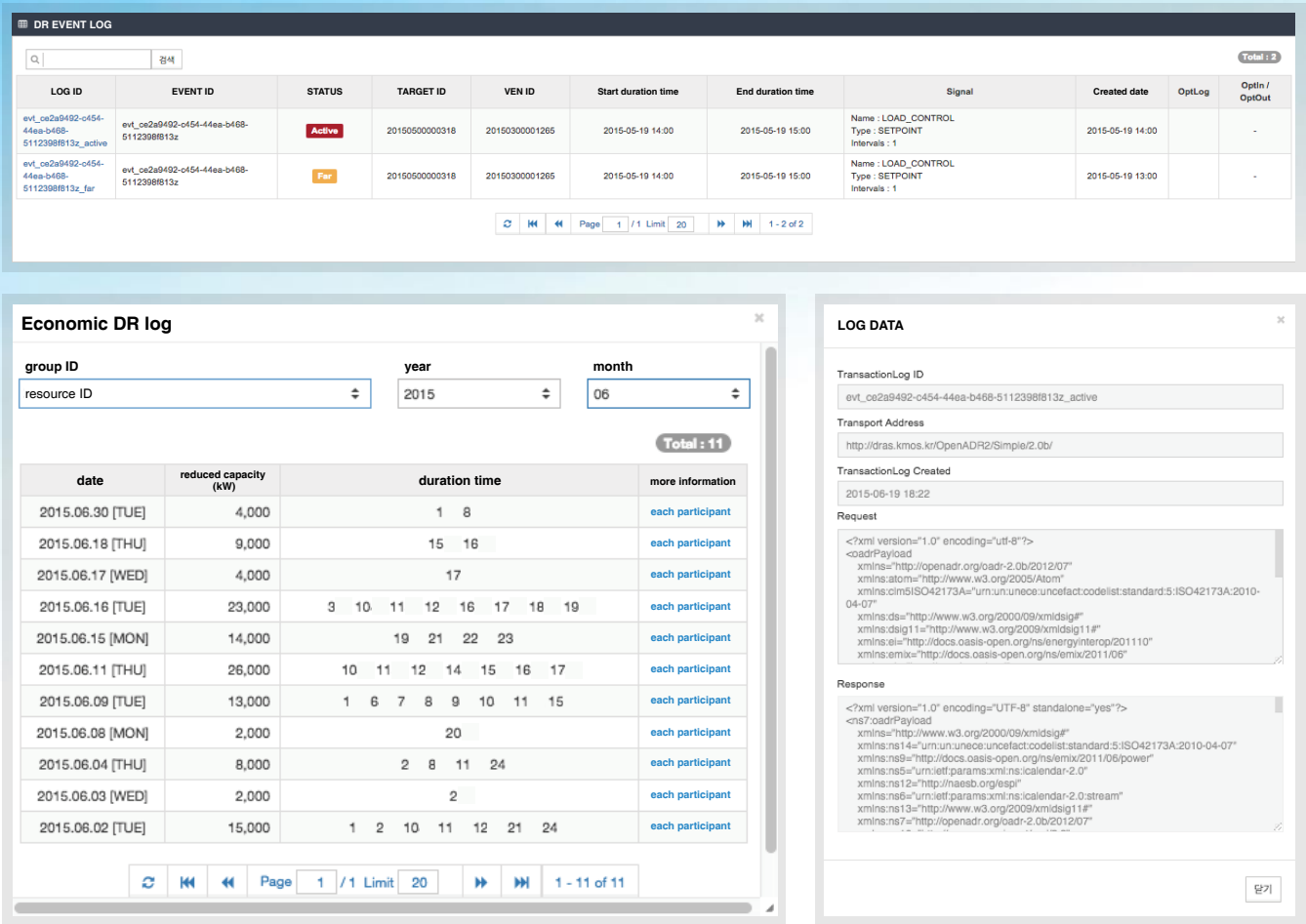


LAMS support DR program simulation.

By using LAMS, aggregators could bid in their planed energy reductions easily to committing to reduce electricity usage. In addition, aggregator could simulate each participant's incentives almost instantaneously.

Managing Aggregation business more efficiently

LAMS provides the most powerful data history management service.



LAMS is essential DR solution for aggregators.

Administrator could trace all data history in LAMS database without difficulty and download summaries in excel file. (ex. Dispatch rates/event, curtailment data, electric load, actual metered usage, actual event-day consumption, actual load & previous day's load, DR event schedule, RRMSE data, CBL data and bill data by each users or date/time)

LAMS also supports OpenADR standard protocol to communicate Server and Clients and automatically record every system event log. Each log file contains every demand respnose event information.

Related experiences

(1) K-MEG(Korea Micro Energy Grid, http://www.k-meg.org/main.en.do)

Project purpose : to establish an energy total solution to implement zero-energy buildings and energy self-supporting cities by running the production and use of energy efficiently

(A) Develop the integrated micro energy grid (K-MEG) system to attain the optimization of the production and use of energy for green buildings, industrial parks, green villages, etc.
(B) Develop systematic solution integrated with a high-efficiency operation management system.
(C) Develop solution customized to the target market.
(D) Enhance building energy use efficiency by 30%

(2) Load Aggregator's Operation System for POSCO ICT

(3) (ongoing project) Load Aggregator's Operation System for KEPCO KDN (Korea Electric Power-Knowledge, Data & Network Co., Ltd.)

[2,3] Project purpose : to improve energy management ability for Load Aggregator with Utility and DR client in compliance with OpenADR2.0 in KOREA - Those projects(2,3) were undertaken in order to explore the opportunities and challenges in Load Aggregation business by managing various DR resources associated with implementing residential demand response programs in KPX(KOREA POWER EXCHANGE) market.



Enhance curtailment service quality with I-ON communications

I-ON communications

I-ON communications has strong development HR resources(over 80% of employees are R&D, total 157 as of march 2015), skills and knowledge in DR resource management, dynamic energy usage/curtailment & billing simulation, optimization and monitoring of energy consumption/savings and integration of existing energy management systems.

Our exceptional R&D competency on Demand Response business area is represented by Demand Response solution, LAMS**(Load Aggregator's Management System)**. This solution is demonstrated very successfully in Detroit, USA in 2014 and installed and qualified in real time operational site in 2015 by handling about 100MW industrial demand response load.

In addition, I-ON Communications has joined **OpenADR Alliance as a contribution member** since 2013. In an effort to preserve the earth for the next generation, we have developed its own highly secure Green IT solution, LAMS, that is extensible, based on big data architecture that permits stable and extensible data processing, scalable, allowing connections from millions of endpoints, and also capable of Big Data Analytics.



Software, **Beyond Expectations!**

LAMS

Load Aggregator's Management System

Certified OpenADR2.0b in VTN(Virtual Top Node) from OpenADR Alliance



I-ON communications

I-ON Communications
http://www.i-on.net/eng/
823-39 I-ON Building, Yeoksam-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-080, KOREA
PHONE: +82-2-3430-1200
Mail: meduriws@i-on.net

2.2. PowerMonitor™ 1000

(see next page)

Bulletin 1408 PowerMonitor™ 1000

Minimize Your Energy Costs

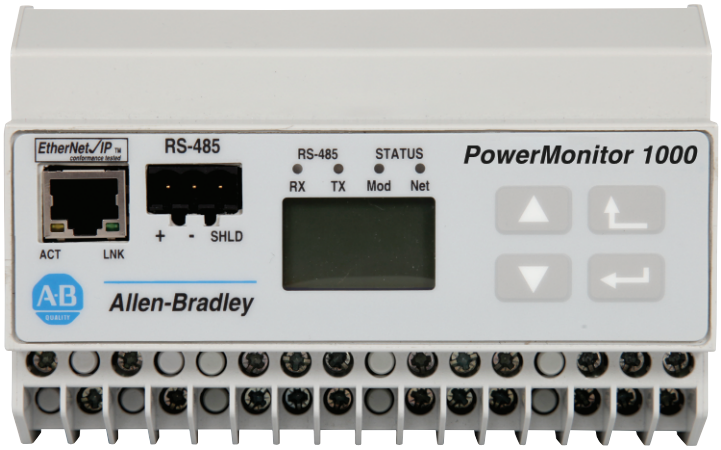
Benefits & Features

Benefits

- Track demand and consumption over time
- Multiple price points for cost-effective monitoring
- Easily integrated into existing information networks
- Integration with RSPower™, RSEnergyMetrix®, and RSView®
- View Data and Configure through Integrated Web Page

Features

- Available EtherNet/IP™, Serial DF1, Modbus RTU, Modbus TCP Communications
- Integrated LCD Display
- Panel or DIN Rail Mounting
- UL, cUL, CE Certifications
- Wiring Diagnostics
- Time of Use (On-Peak, Off-Peak)
- Logs – Energy, Min/Max, Status, and Load
- Revenue Meter Accuracy
- Two Status Inputs
- Configurable KYZ Output
- Compact Size
- Power Factor



PowerMonitor 1000

Energy management and understanding energy costs are a major focus today in the industrial market. The Allen-Bradley® Bulletin 1408 PowerMonitor 1000 is a cost-effective energy monitor that is ideal for your applications where load profiling, cost allocation, or energy optimization is required. It also provides seamless integration to optimize your existing energy monitoring systems where sub-metering is required. The PowerMonitor 1000 is available in five models (two transducers, and three energy monitors), with features and a price point to meet your application.

Transducer models feature the ability to measure voltage, current, and power. Energy monitor models feature the ability to measure consumption values such as real, reactive, and apparent energy. The top of the line energy monitor (EM3) combines all the features of both the transducer and energy monitor models (see measured parameter chart on next page).

The PowerMonitor 1000 integrates into your existing energy monitoring systems, featuring RSView, RSPower (Plus), or RSEnergyMetrix to further enhance the view into energy costs. Your existing Allen-Bradley PLCs (PLC-5®, SLC™, ControlLogix® Compact/Control family) can also easily communicate to the PowerMonitor 1000 to allow energy data to be used in control systems.

Measured Parameters	TR1	TR2	EM1	EM2	EM3
Voltage	X	X			X
Current	X	X			X
Frequency	X	X			X
Voltage Unbalance	X	X			X
Current Unbalance	X	X			X
kW		X			X
kVAR		X			X
kVA		X			X
True Power Factor		X			X
kWh			X	X	X
kVARh				X	X
kVAHh				X	X
kW Demand				X	X
kVAR Demand				X	X
kVA Demand				X	X
Projected kW Demand				X	X
Projected kVAR Demand				X	X
Projected kVA Demand				X	X
Demand Power Factor				X	X
Logs	**TR1**	**TR2**	**EM1**	**EM2**	**EM3**
Energy Log			X	X	X
Minimum/Maximum Log	X	X		X	X
Load Factor Log				X	X
Status Log	X	X	X	X	X

Catalog Number	
1408-TR1A-485	PM1000 Transducer TR1 Serial
1408-TR1A-ENT	PM1000 Transducer TR1 Ethernet
1408-TR2A-485	PM1000 Transducer TR2 Serial
1408-TR2A-ENT	PM1000 Transducer TR2 Ethernet
1408-EM1A-485	PM1000 Energy Monitor EM1 Serial
1408-EM1A-ENT	PM1000 Energy Monitor EM1 Ethernet
1408-EM2A-485	PM1000 Energy Monitor EM2 Serial
1408-EM2A-ENT	PM1000 Energy Monitor EM2 Ethernet
1408-EM3A-485	PM1000 Energy Monitor EM3 Serial
1408-EM3A-ENT	PM1000 Energy Monitor EM3 Ethernet

Allen-Bradley, ControlLogix, MicroLogix, CompactLogix, PowerMonitor 1000, RSEnergyMetrix, RSPower, RSView and SLC are trademarks of Rockwell Automation, Inc. EtherNet/IP is a trademark of the Open DeviceNet Vendor Association. Trademarks not belonging to Rockwell Automation are the properties of their respective companies.

www.rockwellautomation.com

Input and Output Ratings	
Parameter	Rating
Control Power	85V …264V AC 47…63 Hz 2.5VA maximum loading
Voltage Sense Inputs: V1, V2, V3	Input Impedance: 5 M ohm minimum input current: 2 mA maximum
Current Sense Inputs: I1, I2, I3	Overload Withstand: 15 Amps Continuous, 200 Amps for one-half second Burden: 0.05VA Impedance: 0.002 ohms Maximum Crest Factor at 5 A is 3.0 Starting Current: 5 mA
Status Inputs	Contact Closure (Internal 24V DC)
KYZ Output	30 mA at 240V AC / 300V DC

General Specifications		
Parameter	Rating	
Dielectric Withstand	Control Power	2500V
	Voltage Inputs	2500V
	Status Inputs	2500V
	KYZ Output	2500V
Terminal Blocks	22…14 AWG (0.34…2.5 mm2, 75 °C (167 °F Minimum Copper Wire only) Recommended torque 0.8 Nm (7 lb-in)	
Operating Temperature	-10…60 °C (14…140 °F)	
Storage Temperature	-40…85 °C (-40…185 °F)	
Humidity	5%…95%, Noncondensing	
Vibration	2.0 g 10…500 Hz	
Shock	30 g peak each axis (operating) 50 g peak each axis (non-operating)	

Accuracy and Range		
Parameter	Accuracy in % of Full Scale at +25 °C (77 °F) 50/60 Hz Unity Power Factor	Nominal Range
Voltage Sense Inputs: V1, V2. V3	±0.5%	Line-neutral RMS: 347V / 15…399 V Line-line RMS: 600V / 26…691V
Current Sense	±0.5%	5A RMS
Frequency		50 or 60 Hz / 40…75 Hz
Power Functions: kW, kVAR, kVA	EN62053-21:20 03 Accuracy Requirement Class 1	
Demand Functions		
Energy Functions		
Metering Update Rates	100 mS V, I, Hz 200 mS Power	
Agency Approval	UL aUL CE	

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Publication 1408-PP001B-EN-P – June 2011
Supersedes Publication 1408-PP001A-EN-P – June 2006

Copyright © 2011 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

2.3. CompactLogix PLC

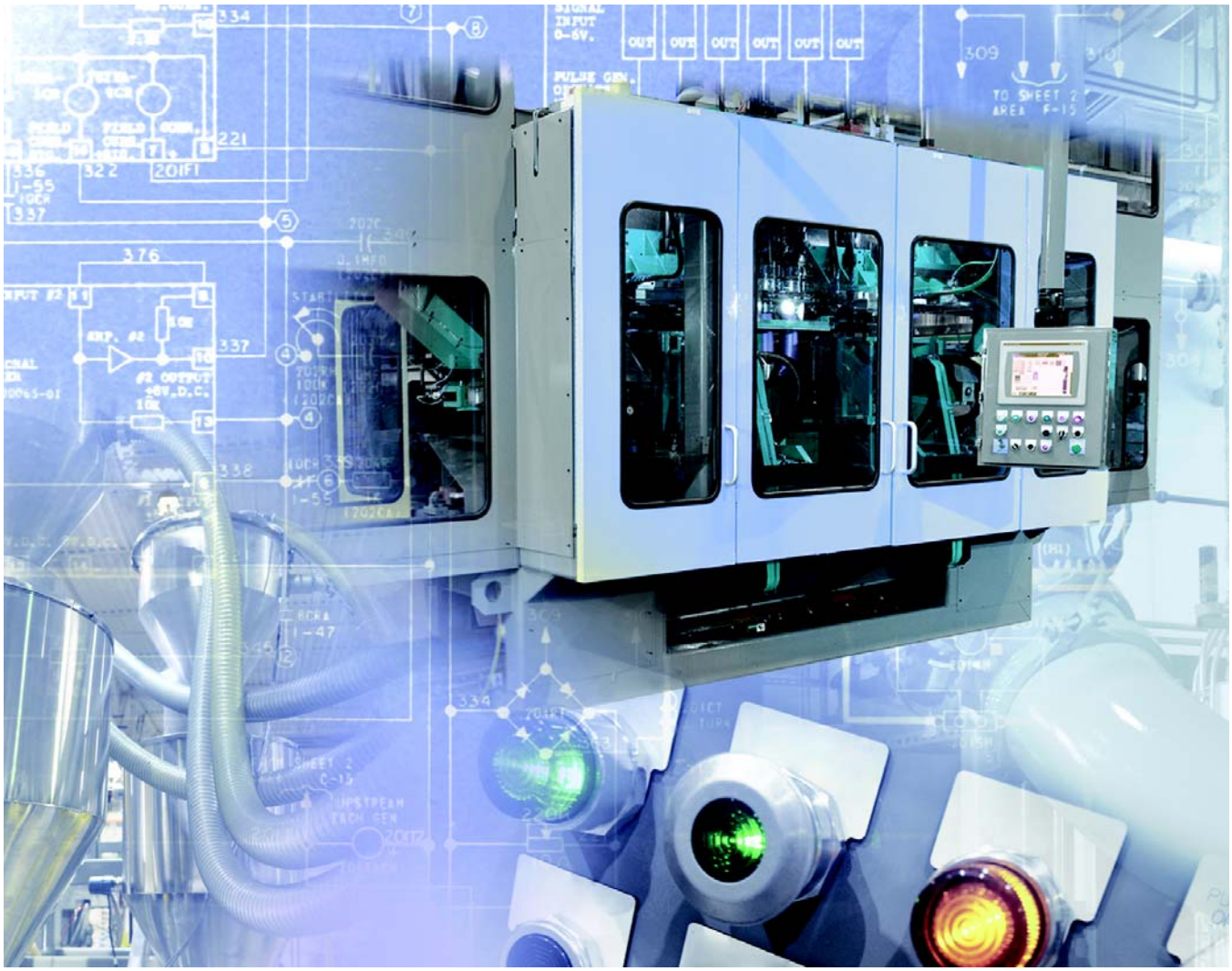
(see next page)

Selection Guide

Allen-Bradley

CompactLogix System

Catalog Numbers 1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B, 1769-L24ER-QB1B, 1769-L24ER-QBFC1B, 1769-L27ERM-QBFC1B, 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM, 1769-L33ER, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM, 1769-AENTR, 1768-L43, 1768-L43S, 1768-L45, 1768-L45S





LISTEN. THINK. SOLVE.®

Allen-Bradley • Rockwell Software

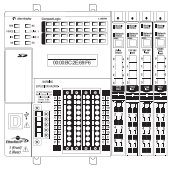
Rockwell Automation

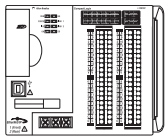
Logix Controllers Comparison

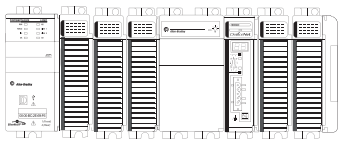
Characteristic	**ControlLogix** 1756-71, 1756-L72, 1756-L73, 1756-L73XT, 1756-L74, 1756-L75 **GuardLogix** 1756-L72S, 1756-L73S, 1756-L73SXT	**CompactLogix** 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM, 1769-L33ER, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM	**CompactLogix** 1769-L24ER-BB1B, 1769-L24ER-QBFC1B, 1769-L27ERM-QBFC1B	**CompactLogix** 1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B	**CompactLogix** 1768-L43, 1768-L45 **Compact GuardLogix** 1768-L43S, 1768-L45S
Controller tasks: • Continuous • Periodic • Event	32; 100 programs/task	32; 100 programs/task	32; 100 programs/task	32; 100 programs/task	• 1768-L43: 16; 32 programs/task • 1768-L45: 30; 32 programs/task
Event tasks	All event triggers	All event triggers	All event triggers	All event triggers, plus embedded inputs	All event triggers
User memory	• 1756-L71: 2 MB • 1756-L72: 4 MB • 1756-L72S: 4 MB + 2 MB safety • 1756-L73, 1756-L73SXT, 1756-L73XT: 8 MB • 1756-L73S: 8 MB + 4 MB safety • 1756-L74: 16 MB • 1756-L75: 32 MB	• 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM: 1MB • 1769-L33ER, 1769-L33ERM: 2 MB • 1769-L36ERM: 3 MB	• 1769-L24ER: 750 KB • 1769-L27ERM: 1 MB	• 1769-L16ER: 384 KB • 1769-L18ER, 1769-L18ERM: 512 KB	• 1768-L43: 2 MB • 1768-L43S: 2 MB + 0.5 MB safety • 1768-L45: 3 MB • 1768-L45S: 3 MB + 1 MB safety
Memory card	Secure Digital	Secure Digital	Secure Digital	Secure Digital	CompactFlash
Built-in ports	1 USB	2 EtherNet/IP 1 USB	2 EtherNet/IP 1 USB	2 EtherNet/IP 1 USB	1 RS-232
Communication options	• EtherNet/IP (standard and safety) • ControlNet (standard and safety) • DeviceNet (standard and safety) • DH+ • Remote I/O • SynchLink	• Dual-port EtherNet/IP(1) • DeviceNet	• Dual-port EtherNet/IP(1) • DeviceNet	• Dual-port EtherNet/IP(1)	• EtherNet/IP (standard and safety) • ControlNet (standard and safety) • DeviceNet (standard)
Controller connections	500	256	256	256	250
Network connections	Per module: • 128 ControlNet (CN2/B) • 40 ControlNet (CNB) • 256 EtherNet/IP; 128 TCP (EN2*x*) • 128 EtherNet/IP; 64 TCP (ENBT)	• 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM: 256 EtherNet/IP; 120 TCP • 1769-L33ER, 1769-L33ERM: 256 EtherNet/IP; 120 TCP • 1769-L36ERM: 256 EtherNet/IP; 120 TCP	• 1769-L24ER: 256 EtherNet/IP; 120 TCP • 1769-L27ERM: 256 EtherNet/IP; 120 TCP	• 1769-L16ER: 256 EtherNet/IP; 120 TCP • 1769-L18ER, 1769-L18ERM: 256 EtherNet/IP; 120 TCP	Per module: • 48 ControlNet • 128 EtherNet/IP; 64 TCP
EtherNet/IP nodes in a single Logix Designer application, max	N/A	• 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM: 16 • 1769-L33ER, 1769-L33ERM: 32 • 1769-L36ERM: 48	• 1769-L24ER: 8 • 1769-L27ERM: 16	• 1769-L16ER: 4 • 1769-L18ER, 1769-L18ERM: 8	N/A
Controller redundancy	Full support	Backup via DeviceNet	Backup via DeviceNet	—	Backup via DeviceNet
Integrated motion	• Integrated motion on an EtherNet/IP network • SERCOS interface • Analog options	Integrated motion on an EtherNet/IP network	Integrated motion on an EtherNet/IP network	Integrated motion on an EtherNet/IP network	SERCOS interface
Programming languages	• Standard task: all languages • Safety task: relay ladder, safety application instructions	• Relay ladder • Structured text • Function block • SFC	• Relay ladder • Structured text • Function block • SFC	• Relay ladder • Structured text • Function block • SFC	• Standard task: all languages • Safety task: relay ladder, safety application instructions

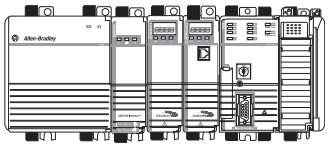
(1) CompactLogix™ 5370 controllers have two EtherNet/IP ports to connect to an EtherNet/IP network. The ports carry the same network traffic as part of the controller's embedded switch. The controller uses only one IP address.

Select a CompactLogix System









1 [CompactLogix Controllers](#) [Page 8](#)

Select:
- A controller with sufficient memory
- A memory card

2 [CompactLogix Communication Options](#) [Page 14](#)

Select:
- Networks
- Communication interfaces
- Associated cables and network equipment

3 [CompactLogix Integrated Motion](#) [Page 17](#)

Select:
- A CompactLogix 5370 controller for integrated motion on an EtherNet/IP network
- A 1768 CompactLogix controller for SERCOS motion
- Drives, motors, and accessories (use the Motion Analyzer tool)

4 [Compact GuardLogix Integrated Safety](#) [Page 21](#)

Select:
- A 1768 Compact GuardLogix® controller for integrated safety

5 [Additional Local I/O Modules](#) [Page 25](#)

Select:
- 1734 POINT I/O™ or 1769 Compact I/O™ modules
- Associated cables and accessories

6 [CompactLogix Power Supplies](#) [Page 31](#)

Select:
- One 1769 power supply for each CompactLogix 5370 L3 controller
- One 1768 power supply for each 1768 CompactLogix controller
- Additional 1769 power supplies as needed

Optional

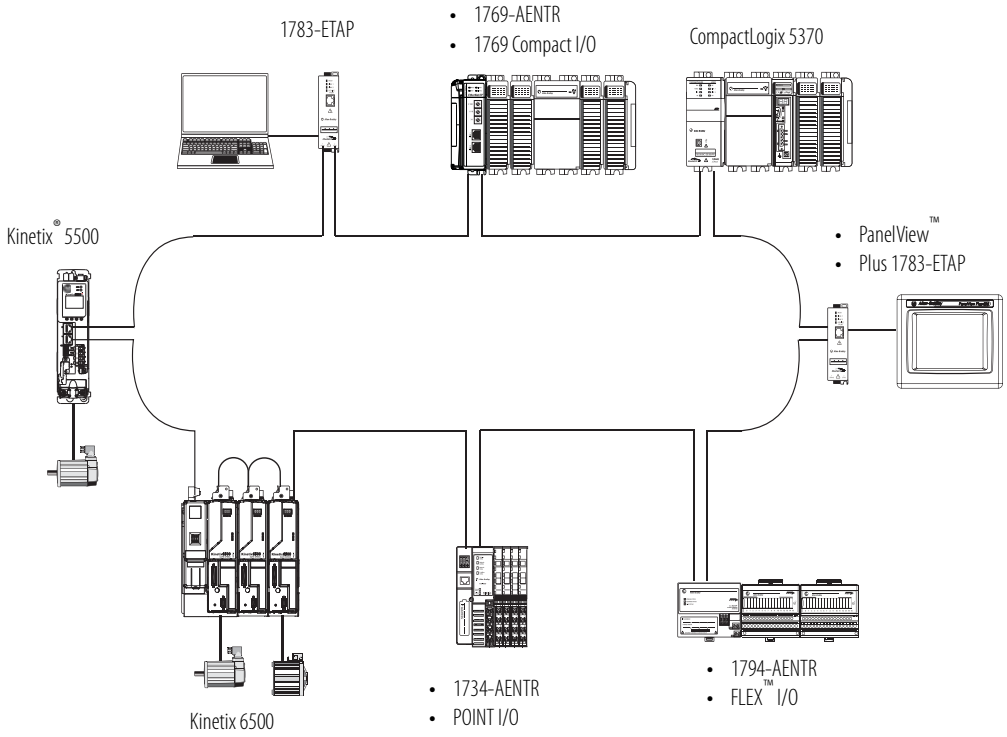
[Programming Software](#) [Page 32](#)

CompactLogix Controllers Overview

The CompactLogix system is designed to provide a Logix solution for small and mid-size applications. Typically, these applications are machine-level control applications. A simple system can consist of a standalone controller with one bank of I/O modules and DeviceNet communication. In a more complex system, add other networks, motion control, and safety control. As part of the Integrated Architecture™ system, the CompactLogix controllers use the same programming software, network protocol, and information capabilities as all Logix controllers, providing a common development environment for all control disciplines.

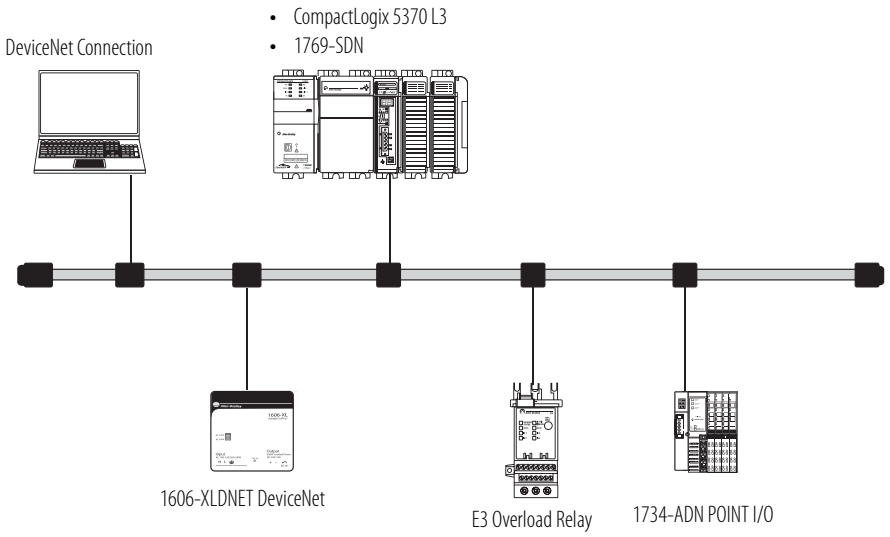
- The CompactLogix 5370 L3 controllers deliver scalable, affordable control ideal for applications from small standalone equipment to high-performance indexing tables, process skids, case packers and erectors, and packaging. The CompactLogix 5370 L3 controllers also provide a truly integrated motion solution.
- The CompactLogix 5370 L2 controllers combine the power of the Logix architecture with the flexibility of Compact I/O modules. From small standalone equipment to higher performance applications, these controllers are ideal for assembly machines, hoisting systems, process skids, indexing tables, and packaging.
- The CompactLogix 5370 L1 controllers combine the power of the Logix architecture with the flexibility of POINT I/O. Ideal for small to mid-size machines, these controllers offer value to customers looking for the benefits of Integrated Architecture in a lower cost system.

CompactLogix 5370 System on an EtherNet/IP Network



The CompactLogix 5370 L2 and L3 controllers support DeviceNet connectivity.

CompactLogix 5370 System on an DeviceNet Network

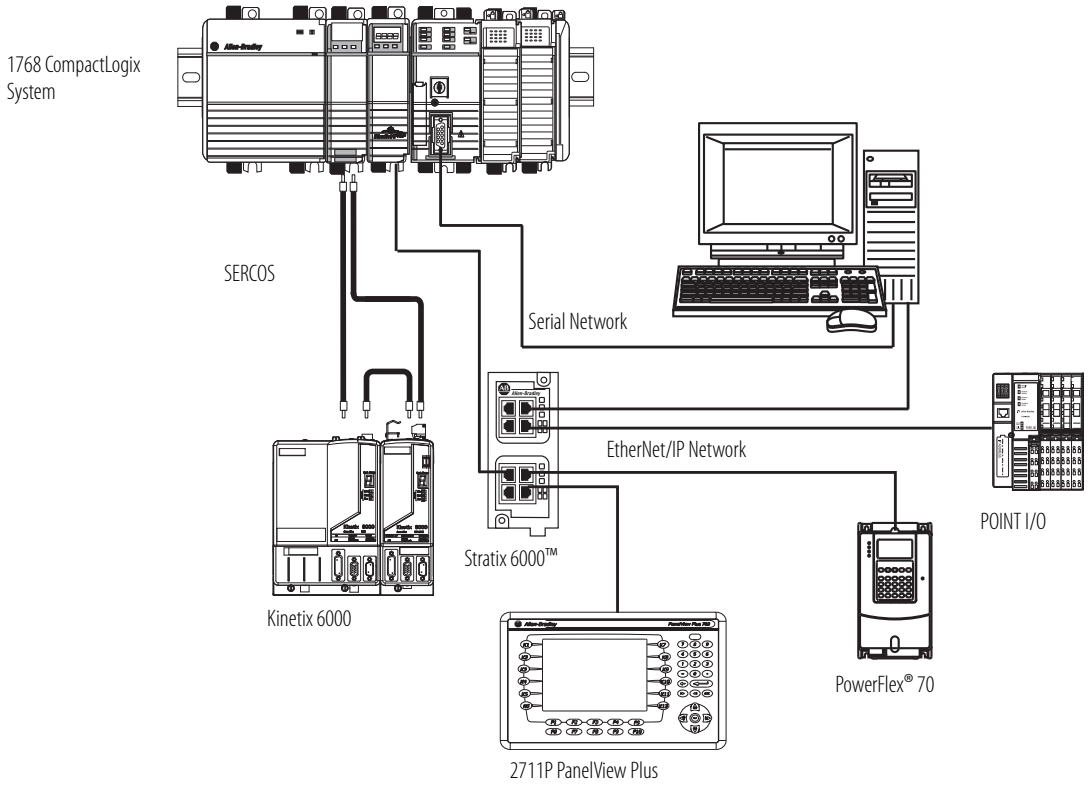


1768 CompactLogix System

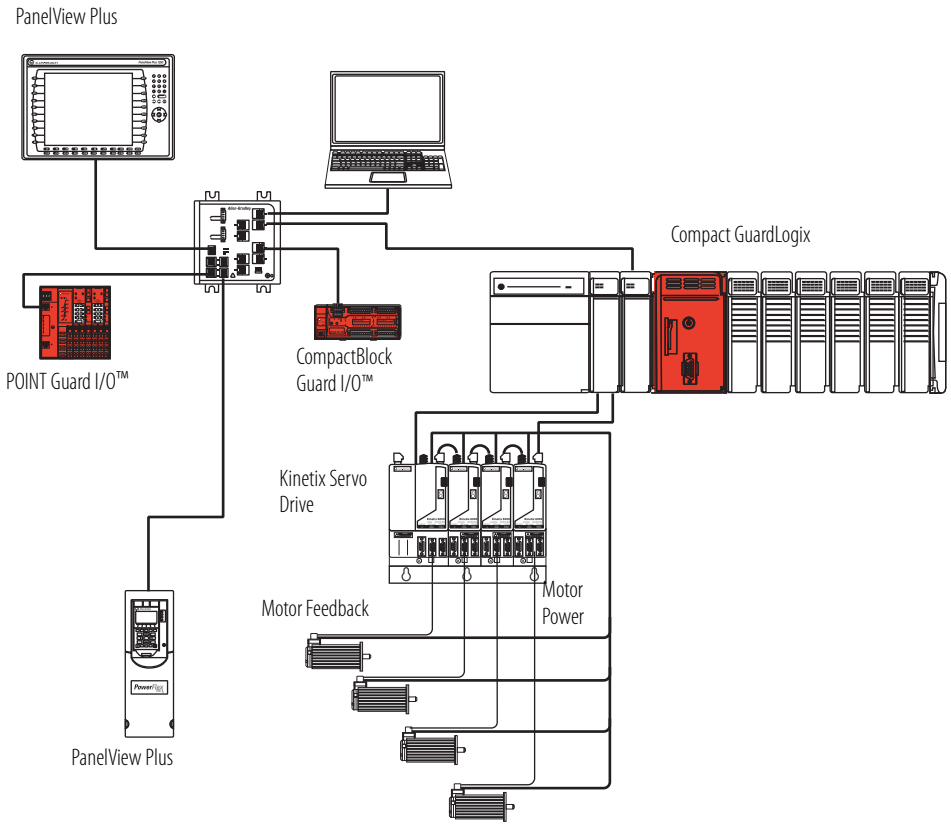
Important: 1768 controllers are compatible with only version 20 or earlier of the RSLogix 5000 software.

The 1768 CompactLogix system combines a 1768 backplane for communication and motion support and a 1769 backplane for I/O support. The 1768 controller is designed for integrated motion, integrated safety, and more complex communication requirements than the other CompactLogix controllers. The 1768 controller has one serial port. Add 1768 modules for motion control, EtherNet/IP communication, and ControlNet communication.

1768 CompactLogix System on an EtherNet/IP Network



1768 Compact GuardLogix Safety System



CompactLogix Controllers

The CompactLogix platform brings together the benefits of the Logix platform— common programming environment, common networks, common control engine—in a small footprint with high performance. Combined with Compact I/O modules, the CompactLogix platform is perfect for tackling smaller, machine-level control applications, with or without simple motion, with unprecedented power and scalability. A CompactLogix platform is ideal for systems that require standalone and system-connected control over EtherNet/IP, ControlNet, or DeviceNet networks.



For detailed specifications, see CompactLogix Controllers Specifications Technical Data, publication 1769-TD005.

Characteristic	CompactLogix 5370 L1 Controllers	CompactLogix 5370 L2 Controllers	CompactLogix 5370 L3 Controllers	1768 Controllers(1)
Controller application	Small applications Embedded 1734 I/O modules	Small applications Embedded 1769 I/O modules	General purpose	Integrated safety Integrated SERCOS motion
Controller tasks	32; 100 programs/task	32; 100 programs/task	32; 100 programs/task	• 1768-L43: 16; 32 programs/task • 1768-L45: 30; 32 programs/task
Event tasks	Consumed tag, EVENT instruction, embedded inputs, remote I/O, axis, and motion event triggers	Consumed tag, EVENT instruction, remote I/O, axis, and motion event triggers	Consumed tag, EVENT instruction, remote I/O, axis, and motion event triggers	Consumed tag, EVENT instruction, remote I/O, axis, and motion event triggers
User memory	• 1769-L16ER-BB1B: 384 KB • 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B: 512 KB	• 1769-L24ER-QB1B, 1769-L24ER-QBFC1B: 750 KB • 1769-L27ERM-QBFC1B: 1 MB	• 1769-L30ER, 1769-L30ERM, 1769-L30ER-NSE: 1MB • 1769-L33ER, 1769-L33ERM: 2 MB • 1769-L36ERM: 3 MB	• 1768-L43: 2 MB • 1768-L43S: 2 MB + 0.5 MB safety • 1768-L45: 3 MB • 1768-L45S: 3 MB + 1 MB safety
Built-in ports	• 2 EtherNet/IP(2) • 1 USB	• 2 EtherNet/IP(2) • 1 USB	• 2 EtherNet/IP(2) • 1 USB	• 1 port RS- 232 serial (DF1 or ASCII)
Communication options	• Dual-port EtherNet/IP	• Dual-port EtherNet/IP • DeviceNet	• Dual-port EtherNet/IP • DeviceNet	• EtherNet/IP (standard and safety) • ControlNet (standard and safety) • DeviceNet (standard)

(1) 1768 controllers are compatible with only version 20 or earlier of the RSLogix 5000 software.

(2) CompactLogix 5370 controllers have two EtherNet/IP ports to connect to an EtherNet/IP network. The ports carry the same network traffic as part of the controller's embedded switch. The controller uses only one IP address.

For information on estimating memory requirements for you application, see Logix5000 Controllers Execution Time and Memory Use Reference Manual, publication 1756-RM087.

CompactLogix 5370 L1 Controllers with Embedded POINT I/O Modules



The CompactLogix 5370 L1 controller comes with:

- a built-in, 24V DC nonisolated power supply.(1)
- dual EtherNet/IP ports for ring topologies.
- USB port for firmware download and programming.
- embedded digital I/O (16 DC inputs, 16 DC outputs).

Characteristic	1769-L16ER-BB1B	1769-L18ER-BB1B	1769-L18ERM-BB1B
Available user memory	384 KB	512 KB	512 KB
Memory card	• 1784-SD1 (1 GB), shipped with controller • 1784-SD2 (2 GB)		
Communication ports	• 2 EtherNet/IP • 1 USB		
Embedded I/O	• 16 sinking 24V DC digital input points • 16 sourcing 24V DC digital output points		
EtherNet/IP connections	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP
EtherNet/IP nodes in one Logix Designer application, max	4	8	
Integrated motion on an EtherNet/IP network	—	—	Supports up to 2 axes
Module expansion capacity	6 POINT I/O modules	8 POINT I/O modules	8 POINT I/O modules
Battery	None		
Embedded power supply	10. . . 28.8V DC 24V DC nominal		
Programming software support	• RSLogix™ 5000 software, version 20 - For controllers that use firmware revision 20.*xxx*. • Logix Designer application, version 21 or later - For controllers that use firmware revision 21.*xxx* or later.		

(1) For more information on connecting a 24V DC power source to the CompactLogix 5370 L1 controller's 24V DC nonisolated power supply, see the CompactLogix 5370 Controllers User Manual, publication 1769-UM021.

CompactLogix 5370 L2 Controllers with Embedded Compact I/O Modules



The CompactLogix 5370 L2 controller comes with:

- a built-in, 24V DC power supply.
- dual EtherNet/IP ports for ring topologies.
- USB port for firmware download and programming.
- a combination of embedded digital, analog, and high-speed counter I/O.
- a 1769-ECR right-end cap.

Characteristic	1769-L24ER-QB1B	1769-L24ER-QBFC1B	1769-L27ERM-QBFC1B
Available user memory	0.75 MB	0.75 MB	1 MB
Memory card	• 1784-SD1 (1 GB), shipped with controller • 1784-SD2 (2 GB)		
Communication ports	• 2 EtherNet/IP • 1 USB		
Embedded I/O	• 16 sinking/sourcing 24V DC digital input points • 16 sourcing 24V DC digital output points	• 16 sinking/sourcing 24V DC digital input points • 16 sourcing 24V DC digital output points • 4 universal analog input points • 2 analog output points • 4 high-speed counters	
EtherNet/IP connections	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP
EtherNet/IP nodes in one Logix Designer application, max	8		16
Integrated motion on an EtherNet/IP network	—	—	Supports up to 4 axes
Module expansion capacity	4 1769 modules		
Battery	None		
Embedded power supply	24V DC		
Programming software support	• RSLogix 5000 software, version 20 - For controllers that use firmware revision 20.*xxx*. • Logix Designer application, version 21 or later - For controllers that use firmware revision 21.*xxx* or later.		

These controllers replace previous catalog numbers.

New Controller	Replaces Previous Controller(1)	Differences
1769-L24ER-QBFC1B	1769-L23-QBFC1B 1769-L23E-QBFC1B	• Additional memory • Integrated motion on EtherNet/IP support (1769-L27ERM-QBFC1B) • USB port instead of RS-232 port • Dual-port EtherNet/IP support • SD card support addition • Support for additional expansion I/O modules
1769-L24ER-QB1B	1769-L23E-QB1B	
1769-L27ERM-QBFC1B	1769-L23E-QBFC1B	

(1) These catalog numbers are still available for sale, see page 12 for details. Please contact your local Rockwell Automation sales office for ordering information.

CompactLogix 5370 L3 Controllers



In a CompactLogix 5370 L3 controller system, the 1769 I/O modules can be placed to the left and the right of the power supply. As many as eight modules can be placed on each side of the power supply. The CompactLogix 5370 L3 controller comes with:

- dual EtherNet/IP ports for ring topologies.
- USB port for firmware download and programming.

Characteristic	1769-L30ER	1769-L30ERM	1769-L30ER-NSE	1769-L33ER	1769-L33ERM	1769-L36ERM
Available user memory	1 MB	1 MB	1 MB No capacitor	2 MB	2 MB	3 MB
Memory card	1784-SD1 (1 GB), shipped with controller 1784-SD2 (2 GB)					
Communication ports	• 2 EtherNet/IP • 1 USB					
EtherNet/IP connections	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP	• 256 EtherNet/IP • 120 TCP
EtherNet/IP nodes in one Logix Designer application, max	16			32		48
Integrated motion on an EtherNet/IP network	—	Supports up to 4 axes	—	—	Supports up to 8 axes	Supports up to 16 axes
Module expansion capacity	8 1769 modules 1 bank of modules			16 1769 modules 2 banks of modules		30 1769 modules 3 banks of modules
Battery	None					
Power supply distance rating	4 modules			4 modules		4 modules
Programming software support	• RSLogix 5000 software, version 20 - For controllers that use firmware revision 20.*xxx*. • Logix Designer application, version 21 or later - For controllers that use firmware revision 21.*xxx* or later.					

These controllers replace previous catalog numbers.

New Controller(1)	Replaces Previous Controller(2)	Differences
1769-L30ER 1769-L30ERM 1769-L30ER-NSE	1769-L31 1769-L32C(3) 1769-L32E	• Additional memory • Integrated motion on EtherNet/IP support (1769-L30ERM, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM) • USB port instead of RS-232 port • Dual-port EtherNet/IP support • SD card instead of CompactFlash card
1769-L33ER 1769-L33ERM	1769-L35CR(3) 1769-L35E	
1769-L36ERM	Any previous 1769-L3*x* controller	

(1) IMPORTANT: Typically, you can use any of the new controllers listed in each row as replacements for any of the previous controllers listed in the corresponding cell to the right. For example, you can replace a 1769-L32E with a 1769-L30ER, 1769-L30ERM, or 1769-L30ER-NSE controller.
In some rare cases, system configuration prevents controller replacement as shown above. For example, if your system uses a 1769-L32E controller with 12 expansion modules, you cannot replace that controller with a 1769-L30ER, 1769-L30ERM, or 1769-L30ER-NSE controller. Those controllers support no more than 8 expansion modules. You must replace the 1769-L32E controller with a 1769-L33ER, 1769-L33ERM, or 1769-L36ERM controller.
We recommend that before you upgrade your controllers, consider your application requirements to verify that the replacements listed above apply.

(2) These catalog numbers are still available for sale, see page 13 for details. Please contact your local Rockwell Automation sales office for ordering information.

(3) Requires converting from ControlNet connections to EtherNet/IP connections.

1768 CompactLogix Controllers

The 1768 CompactLogix controller combines a 1768 backplane and a 1769 backplane. The 1768 backplane supports the 1768 controller, the 1768 power supply, and a maximum of four 1768 modules. The 1769 backplane supports 1769 modules.



Characteristic	1768-L43	1768-L43S	1768-L45	1768-L45S
Available user memory	2 MB	2 MB standard 0.5 MB safety	3 MB	3 MB standard 1 MB safety
Memory card	1784-CF128 (128 MB)			
Communication options	• EtherNet/IP (standard and safety) • ControlNet (standard and safety) • DeviceNet (standard)			
Serial communication port	1 RS-232 port			
Number of 1768 modules, max	2		4	
Number of 1769 I/O modules, max	16		30	
Number of I/O banks, max	2		3	
Battery	None			
Programming software support	RSLogix 5000 software, version 20 or earlier			

1769-L23*x* Packaged CompactLogix Controllers with Embedded I/O

The 1769-L23x controllers provide the following functionality:

- Built-in power supply
- Two serial ports or one serial and one EtherNet/IP port, depending on controller catalog number
- Combination of embedded digital, analog, and high-speed counter I/O modules
- 1769-ECR right-end cap

Characteristic	1769-L23-QBFC1B	1769-L23E-QB1B	1769-L23E-QBFC1B
Available user memory	512 KB	512 KB	512 KB
CompactFlash card	None		
Communication ports	2 RS-232 ports (isolated DF1 or ASCII; only nonisolated DF1)	1 EtherNet/IP port 1 RS-232 serial port (DF1 or ASCII)	1 EtherNet/IP port 1 RS-232 serial port (DF1 or ASCII)
Embedded I/O	• 16 DC inputs • 16 DC outputs • 4 analog inputs • 2 analog outputs • 4 high-speed counters	• 16 DC inputs • 16 DC outputs	• 16 DC inputs • 16 DC outputs • 4 analog inputs • 2 analog outputs • 4 high-speed counters
Module expansion capacity	2 1769 modules	3 1769 modules	2 1769 modules
Embedded power supply	24V DC		
Programming software support	RSLogix 5000 software, version 20 or earlier		

1769-L3*x* Modular CompactLogix Controllers

In a 1769-L3*x* controller system, the 1769 I/O modules can be placed to the left and the right of the power supply. As many as eight modules can be placed on each side of the power supply.

Characteristic	1769-L31	1769-L32C	1769-L32E	1769-L35CR	1769-L35E
Available user memory	512 KB	750 KB	750 KB	1.5 MB	1.5 MB
CompactFlash card	1784-CF128				
Communication ports	2 RS-232 ports (isolated DF1 or ASCII; only nonisolated DF1)	1 ControlNet port 1 RS-232 port (DF1 or ASCII)	1 EtherNet/IP port 1 RS-232 port (DF1 or ASCII)	1 ControlNet port 1 RS-232 port (DF1 or ASCII)	1 EtherNet/IP port 1 RS-232 port (DF1 or ASCII)
Module expansion capacity	16 1769 modules			30 1769 modules	
Power supply distance rating	4 modules				
Programming software support	RSLogix 5000 software, version 20 or earlier				

Controller Memory Use

These equations provide an estimate of the memory needed for a CompactLogix controller. These numbers are rough estimates.

Controller tasks	_____ * 4000	=	_____ bytes (minimum 1 task)
Digital I/O points	_____ * 400	=	_____ bytes
Analog I/O points	_____ * 2600	=	_____ bytes
DeviceNet modules(1)	_____ * 7400	=	_____ bytes
Other communication modules(2)	_____ * 2000	=	_____ bytes
Motion axes	_____ * 8000	=	_____ bytes
FactoryTalk® alarm instruction	_____ * 1000	=	_____ bytes (per alarm)
FactoryTalk subscriber	_____ * 10000	=	_____ bytes

(1) The first DeviceNet module is 7400 bytes. Additional DeviceNet modules are 5800 bytes each.

(2) Count the communication modules in the system, not just those in the local chassis. This includes device connection modules, adapter modules, and ports on PanelView terminals.

Reserve 20…30% of the controller memory for future expansion.

CompactLogix Communication Options

You can configure your system for information exchange between a range of devices and computing platforms and operating systems. Select a CompactLogix controller with integrated communication or the appropriate communication module.

For detailed specifications, see:

- CompactLogix Controllers Specifications Technical Data, publication 1769-TD005.
- CompactLogix Communication Modules Specifications Technical Data, publication 1769-TD007.

EtherNet/IP Communication Options

The Ethernet Industrial network protocol (EtherNet/IP) is an open industrial-networking standard that supports real-time I/O messaging and message exchange. The EtherNet/IP network uses off-the-shelf Ethernet communication chips and physical media.

Dual-port EtherNet/IP support embeds switch technology directly in the controller to so the controller can operate on star, linear, or ring EtherNet/IP topologies.

Cat. No.	Description	Communication Rate	Logix Resources(1)	TCP/IP Connections
1769-L16ER-BB1B,	CompactLogix 5370 L1 controller with integrated EtherNet/IP dual-port, POINT I/O form factor	10/100 Mbps	4 nodes 256 EtherNet/IP connections	120
1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B			8 nodes 256 EtherNet/IP connections	
1769-L24ER-BB1B, 1769-L24ER-QBFC1B	CompactLogix 5370 L2 controller with integrated EtherNet/IP dual-port, Compact I/O form factor	10/100 Mbps	8 nodes 256 EtherNet/IP connections	120
1769-L27ERM-QBFC1B		10/100 Mbps	16 nodes 256 EtherNet/IP connections	
1769-L30ER, 1769-L30ERM	CompactLogix 5370 L3 controller with integrated EtherNet/IP dual-port	10/100 Mbps	16 nodes 256 EtherNet/IP connections	120
1769-L33ER, 1769-L33ERM			32 nodes 256 EtherNet/IP connections	
1769-L36ERM			48 nodes 256 EtherNet/IP connections	
1769-AENTR	1769 EtherNet/IP adapter	10/100 Mbps	128 EtherNet/IP connections	96
1768-ENBT	1768 EtherNet/IP communication bridge module	10/100 Mbps	128 EtherNet/IP connections	64
1768-EWEB	1768 Ethernet web server module	10/100 Mbps	128 EtherNet/IP connections	64

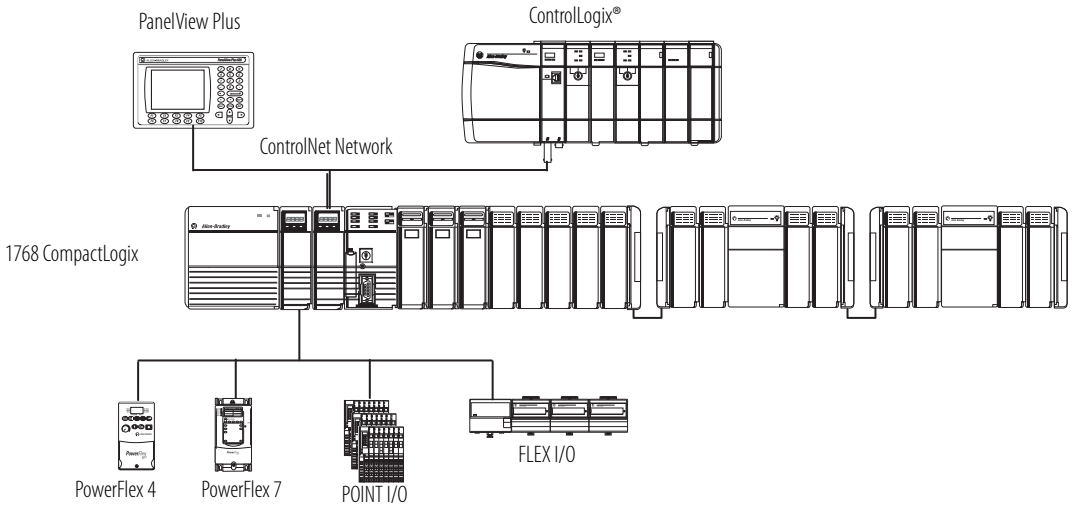
(1) The number of nodes listed for CompactLogix 5370 controllers represents the maximum number of EtherNet/IP nodes you can include in a Logix Designer application project for those controller. For example, in a Logix Designer application project that uses a 1769-L18ERM-BB1B controller, you can add as many as 8 EtherNet/IP nodes to the project.

ControlNet Communication Options for 1768 CompactLogix Controllers

The ControlNet network is an open, control network for real-time, high-throughput applications. The ControlNet network uses the Common Industrial Protocol (CIP) to combine the functionality of an I/O network and a peer-to-peer network providing high-speed performance. The ControlNet network gives you deterministic, repeatable transfers of all mission-critical control data and supporting transfers of non-time-critical data. I/O updates and controller-to-controller interlocking take precedence over program uploads and downloads and messaging.

Cat. No.	Description	Communication Rate	Logix Connections
1768-CNB	1768 CompactLogix controller, ControlNet communication bridge module, single media	5 Mbps	48
1768-CNBR	1768 CompactLogix controller, ControlNet communication bridge module, redundant media	10/100 Mbps	48

1768 CompactLogix Controllers on a ControlNet Network



DeviceNet Communication Options

The DeviceNet network is an open, low-level network that provides connections between simple industrial devices (such as sensors and actuators) and higher-level devices (such as controllers and computers).

Cat. No.	Description	Communication Rate	Number of Nodes
1769-SDN	Compact I/O DeviceNet scanner module	125 Kbps (500 m max) 250 Kbps (250 m max) 500 Kbps (100 m max)	64
1769-ADN	Compact I/O DeviceNet adapter module		

Serial Communication Options

These CompactLogix controllers support serial communication.

Cat. No.	Serial Options
1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B	1734-232ASC module for an RS-232 serial interface 1734-485 ASC module for an RS-422 and RS-485 serial device
1769-L24ER-BB1B, 1769-L24ER-QBFC1B	1769-ASCII module for an ASCII interface to RS-232, RS-422, and RS-485 devices 1769-SM2 module for a Modbus RTU interface
1769-L27ERM-QBFC1B	
1769-L30ER, 1769-L30ERM	
1769-L33ER, 1769-L33ERM	
1769-L36ERM	
1768-L43, 1768-L43S, 1768-L45, 1768-L45S	Built-in serial port 1769-ASCII module for an ASCII interface to RS-232, RS-422, and RS-485 devices 1769-SM2 module for a Modbus RTU interface

Modbus Support

To access a Modbus TCP network, connect through the embedded Ethernet port of the CompactLogix 5370 controllers and execute a ladder-logic routine. For more information, see Knowledgebase document 470365 at http://www.rockwellautomation.com/knowledgebase/.

To access a Modbus RTU network, connect through the serial port (if available) and execute a ladder-logic routine. For more information, see Using Logix5000 Controllers as Masters or Slaves on Modbus Application Solution, publication CIG-AP129.

CompactLogix Integrated Motion

The Logix architecture supports motion control components that work in a wide variety of machine architectures.

- Integrated motion on EtherNet/IP supports a connection to Ethernet drives.
- The Kinetix integrated-motion solution uses a SERCOS interface module to perform multi-axis, synchronized motion.
- Logix integrated motion supports the analog family of servo modules for controlling drives/actuators.
- Networked motion provides the ability to connect via the DeviceNet network to one axis drive to perform point-to-point indexing.

Motion Feature	CompactLogix 5370 L3	CompactLogix 5370 L2	CompactLogix 5370 L1	1768-L43, 1768-L43S CompactLogix and Compact GuardLogix	1768-L45, 1768-L45S CompactLogix and Compact GuardLogix
EtherNet/IP sequence of events for software registration	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Kinematics	Yes	Yes	Yes	No	No
Integrated motion on an EtherNet/IP network	Yes(1)	Yes(2)	Yes(3)	No	No
Indexing	Yes with AMCI 1769-3602 pulse-train output module	Yes with AMCI 1769-3602 pulse-train output module	Yes with one of these pulse-train output modules: • AMCI 1734-3401 • AMCI 1734-3401L	—	—
Load observer (with only Kinetix 6500 drives)	Yes	Yes	Yes	No	No
Total axis count	100	100	100	12 • 4 position • 2 feedback • 6 virtual	16 • 8 position • 2 feedback • 6 virtual
Virtual axis, max.	100	100	100	6	6
EtherNet/IP axis, max.	16	4	2	None	None
EtherNet/IP feedback, VHz, torque, or velocity axis, max.	48	16	8	None	None

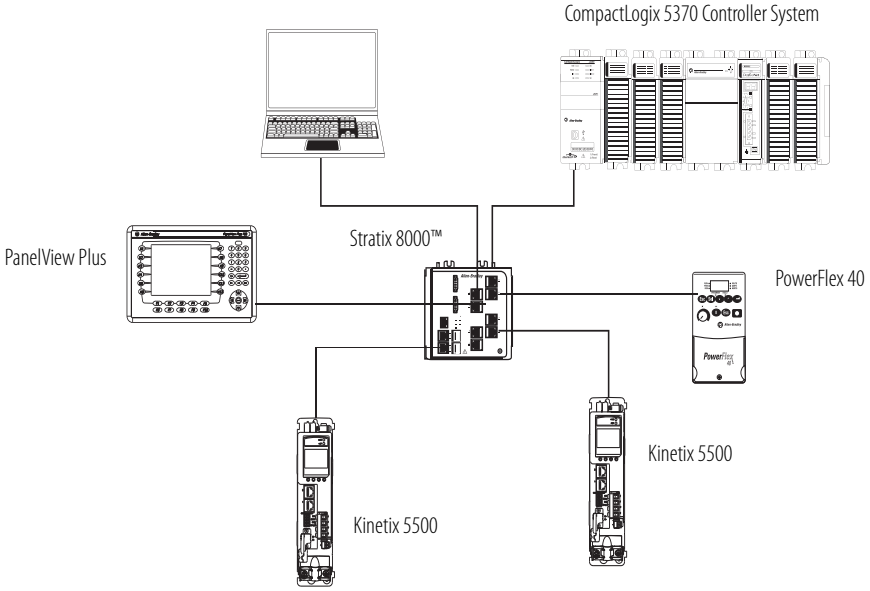
(1) In the CompactLogix 5370 L3 controller family, only the 1769-L30ERM, 1769-L33ERM, 1769-L36ERM controllers support Integrated Motion on an EtherNet/IP network.
(2) In the CompactLogix 5370 L2 controller family, only the 1769-L27ERM-QBFC1B controller supports Integrated Motion on an EtherNet/IP network.
(3) In the CompactLogix 5370 L1 controller family, only the 1769-L18ERM-BB1B controller supports Integrated Motion on an EtherNet/IP network.

For more information, see the:

- Motion Analyzer CD to size your motion application and to make final component selection. Download the software from http://www.ab.com/motion/software/analyzer.html.
- Kinetix Motion Control Selection Guide, publication GMC-SG001, to verify drive, motor, and accessory specifications.

Some CompactLogix 5370 controllers support integrated motion on an EtherNet/IP network. Select the controller with sufficient axis-support for your application.

Integrated Motion on an EtherNet/IP Network Example Configuration



SERCOS Interface Modules

Important: SERCOS interface modules are compatible with only version 20 or earlier of the RSLogix 5000 software.

The 1768 CompactLogix controller supports a SERCOS interface.

Cat. No.	Description	Number of Axis
1768-M04SE	1768 CompactLogix SERCOS interface modules	4

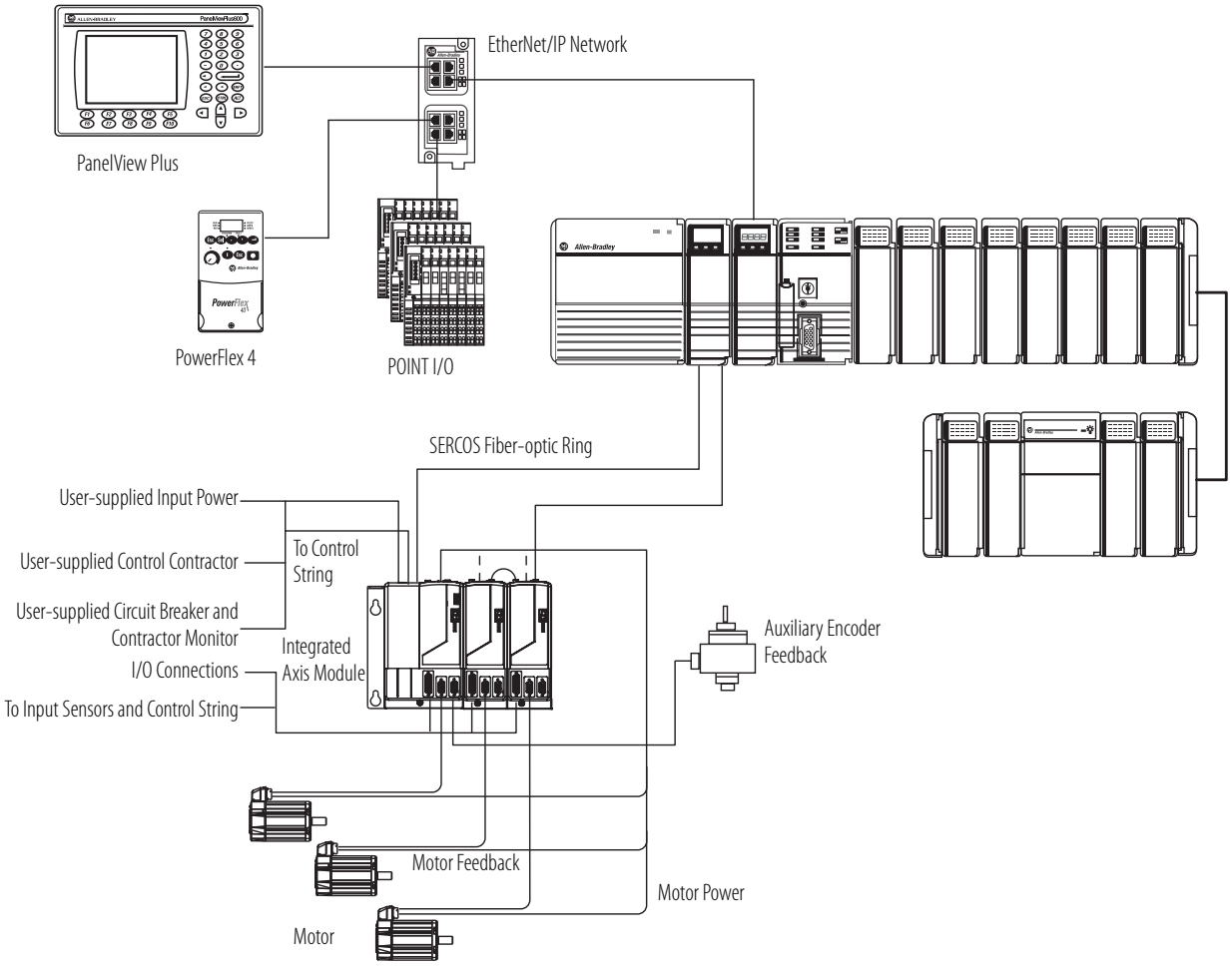
The SERCOS interface module can connect to these servo drives:

- 2093 Kinetix 2000 servo drive
- 2094 Kinetix 6000 servo drive
- 2094 Kinetix 6000M integrated drive-motor system
- 2099 Kinetix 7000 high-power servo drive
- 2098 Ultra™ 3000 SERCOS servo drive
- 1394C SERCOS drive
- 8720MC spindle

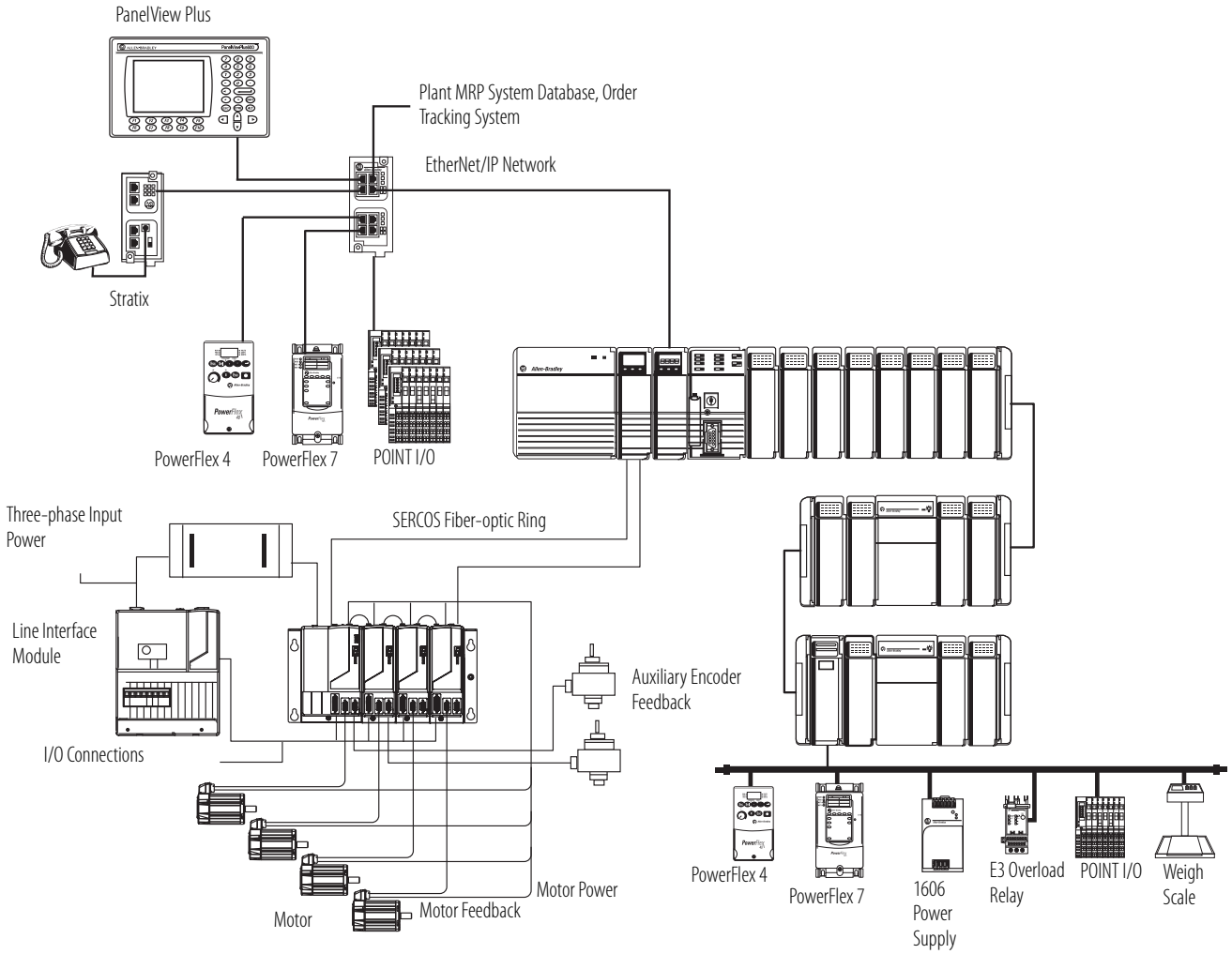
For detailed SERCOS specifications, see CompactLogix Integrated Motion Specifications Technical Data, publication 1768-TD001.

With this controller	You can have
1768-L43	• Four axis • Two feedback axis • Six virtual axis • execution of 4 axes per 1 ms. • velocity bandwidth > 400 Hz and current loop bandwidth > 1000 Hz. • high resolution, unlimited travel, and absolute feedback features. • two feedback ports per Kinetix drive
1768-L45	• Eight axis • Four feedback axis • Six virtual axis • execution of 4 axes per 1 ms. • velocity bandwidth > 400 Hz and current loop bandwidth > 1000 Hz. • high resolution, unlimited travel, and absolute feedback features. • two feedback ports per Kinetix drive. • optional 2094 Line Interface Module (LIM) as the incoming power source for an entire control panel

1768 CompactLogix Controller and Three-axis Integrated Motion with Kinetix Servo Drives



1768 CompactLogix Controller and Four-axis Integrated Motion with Kinetix Drives and LIM Interface



Compact GuardLogix Integrated Safety

The Compact GuardLogix controller is a 1768-L4*x*S CompactLogix controller that provides safety control to achieve SIL 3/PLe according to ISO 13849. A major benefit of this system is that it is still one project, safety and standard together.

Application	Description
SIL 1, 2, 3	The Compact GuardLogix controller system is type-approved and certified for use in safety applications up to and including SIL 3 according to IEC 61508, and applications up to and including PLe/Cat.4 according to ISO 13849-1. For more information, see: • GuardLogix Controllers Systems Safety Reference Manual, publication 1756-RM093. • Compact GuardLogix Controllers User Manual, publication 1768-UM002. • GuardLogix Safety Application Instruction Set Reference Manual, publication 1756-RM095.

During development, safety and standard have the same rules, multiple programmers, online editing, and forcing are all possible. Once the project is tested and ready for final validation, you apply the safety application signature and safety-lock the application to set the safety task to a SIL 3 integrity level, which is enforced by the GuardLogix® controller. When safety memory is locked and protected, the safety logic can't be modified and all safety functions operate with SIL 3 integrity. On the standard side of the GuardLogix controller, all functions operate like a regular Logix controller. Thus online editing, forcing, and other activities are all possible.

With this level of integration, safety memory can be read by standard logic and external devices, like HMIs or other controllers, eliminating the need to condition safety memory for use elsewhere. The result is easy system-wide integration and the ability to display safety status on displays or marquees. Use Guard I/O modules for field device connectivity. For safety interlocking between GuardLogix controllers use Ethernet or ControlNet networks. Multiple GuardLogix controllers can share safety data for zone to zone interlocking, or one GuardLogix controller can use remote distributed safety I/O between cells/areas.

The Compact GuardLogix controller has these safety-related features and the standard features of a CompactLogix controller.

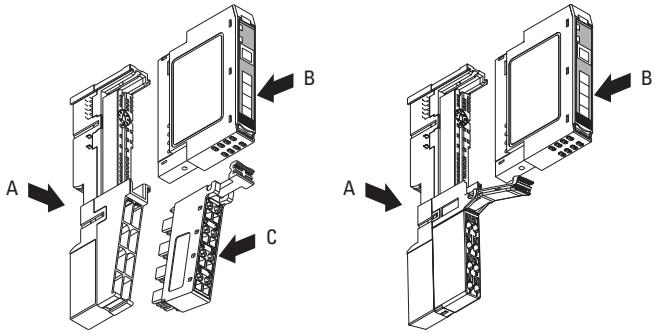
Characteristic	1768-L43S	1768-L45S
Available user memory	2 MB standard 0.5 MB safety	3 MB standard 1 MB safety
Communication options	• EtherNet/IP (standard and safety) • ControlNet (standard and safety) • DeviceNet (standard)	• EtherNet/IP (standard and safety) • ControlNet (standard and safety) • DeviceNet (standard)
Programming languages	• Standard task: all languages • Safety task: relay ladder, safety application instructions	• Standard task: all languages • Safety task: relay ladder, safety application instructions

Additional Local I/O Modules

1734 POINT I/O Modules

Additional 1734 POINT I/O modules can be installed on a CompactLogix 5370 L1 controller. The POINT I/O family is ideal for applications where flexibility and low-cost of ownership are key for successful control system design and operation.

The base (A) mounts onto the DIN rail and provides the backplane. The POINT I/O module (B) snaps into the base. The removable terminal block (C) also snaps into the base and provides the wiring and terminations for field-side connections, and system power for the backplane.



1734 AC Digital Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Category	Wiring Base	POINTBus™ Current @ 5V DC
1734-IA2	2 inputs, nonisolated, sink	120V AC	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	75 mA
1734-IA4	4 inputs, nonisolated, sink			
1734-IM2	2 inputs, nonisolated, sink	220V AC	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	75 mA
1734-IM4	4 inputs, nonisolated, sink			
1734-OA2	2 outputs, nonisolated, source	120/220V AC	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	75 mA
1734-OA4	4 outputs, nonisolated, source			

1734 DC Digital Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Category	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1743-IB2	2 inputs, sink	24V DC	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-IB4	4 inputs, sink			
1734-IB4D	4 inputs, sink, diagnostic	24V DC	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	50 mA
1734-IB8	8 inputs, sink	24V DC	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-IB8S	8 inputs, sink, safety	24V DC	1734-TB,1734-TOP	175 mA
1734-IV2	2 inputs, source	24V DC	1734-TB,1734-TBS	75 mA
1734-IV4	4 inputs, source			
1734-IV8	8 inputs, source			

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Category	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1734-OB2	2 outputs, nonisolated, source	12/24V DC	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-OB2E	2 outputs, nonisolated protected, source			
1734-OB4	4 outputs, nonisolated, source			
1734-OB4E	4 outputs, nonisolated protected, source			
1734-OB8	8 outputs, nonisolated, source			
1734-OB8E	8 outputs, nonisolated protected, source			
1734-OB8S	8 outputs, safety	24V DC	1734-TB,1734-TOP	190 mA
1734-OV2E	2 outputs, nonisolated protected, sink	12/24V DC	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-OV4E	4 outputs, nonisolated protected, sink			
1734-OV8E	8 outputs, nonisolated protected, sink			

1734 Relay Contact Output Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Range	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1734-OW2	2 Form A (normally open) relays	5…28.8V DC @ 2.0 A 48V DC @ 0.5 A 125V DC @ 0.25 A 125V DC @ 2.0 A 240V AC @ 2.0 A	1734-TB,1734-TBS	80 mA
1734-OW4	4 Form A (normally open) relays			
1734-OX2	2 Form C isolated (normally open; normally closed) electromechanical relays			100 mA

1734 Analog and Temperature Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Range	Resolution	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1734-IE2C	2 single-ended, nonisolated, current	4…20 mA 0…20 mA	16 bits over 0…21 mA 0.32 μA/cnt	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-IE2V	2 single-ended, nonisolated, voltage	0…10V (-0.0V under, +0.5V over) ±10V (-0.5V under, +0.5V over)	15 bits plus sign 320 μV/cnt in unipolar or bipolar mode		
1734-IE4C	4 single-ended, nonisolated, current	4…20 mA 0…20 mA	16 bits - over 0…21 mA 0.32 μA/cnt		
1734-IE4S	4 inputs, single-ended, safety rated	0…20 mA, 4…20 mA ±5V, 0…5V, ±10V, 0…10V	12 bits	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS, 1734-TOP3, 1734-TOP3S	110 mA
1734-IE8C	8 single-ended, nonisolated, current	4…20 mA 0…20 mA	16 bits - over 0…21 mA 0.32 μA/cnt	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-IR2	2 single-ended, nonisolated	0…600 Ω	16 bits 9.5 mΩ/cnt 0.03 °C/cnt (Pt385 @ 25 °C) [0.05 °F/cnt (Pt385 @ 77 °F)]	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	220 mA
1734-IR2E	2 single-ended, nonisolated, protected	0…220 Ω	16 bits 2.4 mΩ/cnt 0.006 °C/cnt (Pt385 @ 25 °C) [0.0114 °F/cnt (Pt385 @ 77 °F)]		

Cat. No.	Inputs/Outputs	Range	Resolution	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1734-IT2I	2 differential, individually isolated	Sensors B, C, E, J, K, N, R, S, T	15 bits plus sign 2.5 μV/cnt	1734-TBCJC	175 mA
1734-OE2C	2 single-ended, nonisolated, current	4…20 mA 0…20 mA	13 bits over 0…21mA 2.5 μA/cnt (average) 3…2.7 μA/cnt (typical range)	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TB3, 1734-TB3S	75 mA
1734-OE2V	2 single-ended, nonisolated, voltage	0…10V (-0.0V under, +0.5V over) ±10V (-0.5V under, +0.5V over)	14 bits (13 plus sign) 1.28 mV/cnt in unipolar or bipolar mode		
1734-OE4C	4 single-ended, nonisolated, current	4…20 mA 0…20 mA	16 bits over 0…21 mA 0.32 μA/cnt)		

1734 Counter Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Range	Frequency	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1734-IJ	1 - 1 group of A/Areturn, B/Breturn and Z/Zreturn	5V DC	1.0 MHz counter and encoder X1 500 kHz encoder X2 (no filter 250 kHz encoder X4 (no filter)	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TB3, 1734-TB3S	160 mA
1734-IK	1 - 1 group of A/Areturn, B/Breturn and Z/Zreturn	15…24V DC			160 mA
1734-VHSC24	1 - 1 group of A/Areturn, B/Breturn and Z/Zreturn	15…24V DC			180 mA
1734-VHSC5	1 - 1 group of A/Areturn, B/Breturn and Z/Zreturn	5V DC			180 mA

1734 Self-configurable Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Category	Wiring Base	POINTBus Current @ 5V DC
1734-8CFG	8 self configurable	24V DC	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	100 mA

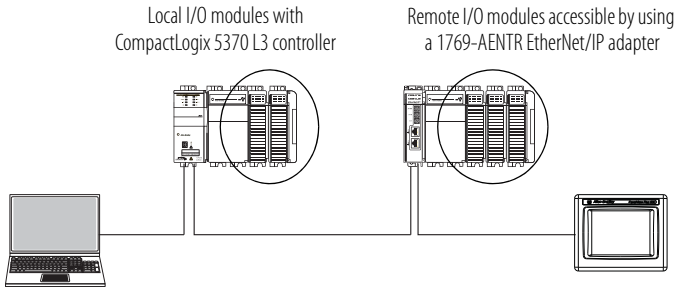
1734 Communication and Specialty Modules

Cat. No.	Description	Wiring Base	POINTBus Current
1734-AENT	The single port adapter connects POINT I/O modules to the Ethernet network.	N/A	N/A
1734-AENTR	The adapter connects POINT I/O modules to a linear or DLR network and uses two copper network ports to connect to the network.	N/A	N/A
1734-232ASC 1734-485ASC	The 1734-232ASC and 1734-485ASC serial interface modules offer a serial-link communication interface solution for peripheral products with RS-232 (only 1734-232ASC), RS-485, and RS-422 ports (only 1734-485ASC.)	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-ARM	The 1734-ARM address reserve module reserves address and slot numbers to maintain a numbering scheme of a system. The 1734-ARM has no module configuration and does not communicate I/O data.	1734-TB, 1734-TBS	75 mA
1734-CTM 1734-VTM	The common terminal module (1734-CTM) and voltage term66inal module (1734-VTM) expand the termination capabilities of POINT I/O modules. Install the modules to provide support for higher density (8 channel) POINT I/O modules.	1734-TB, 1734-TBS, 1734-TOP, 1734-TOPS	75 mA
1734-SSI	The 1734-SSI module collects serial data from absolute-position, encoding sensors that use standard Synchronous Serial Interface (SSI) protocol.	1734-TB, 1734-TBS	110 mA

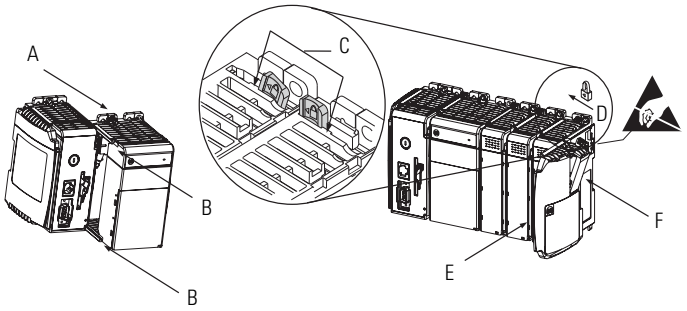
1769 Compact I/O Modules

The 1769 Compact I/O modules can be used with the CompactLogix 5370 L2 and L3 controllers and 1768 CompactLogix controllers as follows:

- Local I/O modules
- Remote I/O modules accessible by using a 1769-AENTR EtherNet/IP adapter



The modules mechanically lock together by means of a tongue-and-groove design and have an integrated communication bus that is connected from module to module by a moveable bus connector.



Each I/O module includes a built-in removable terminal block with finger-safe cover for connections to I/O sensors and actuators. The terminal block is behind a door at the front of the module. I/O wiring can be routed from beneath the module to the I/O terminals.

For detailed specifications, see 1769 Compact I/O Modules Specifications Technical Data, publication 1769-TD006.

Power Supply Distance Ratings

Check each module's specification table for the power supply distance rating. This indicates how many slot positions the module can be from the power supply.

1769 AC Digital Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Category	Operating Voltage Range	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-IA8I	8 inputs, individually isolated	100/120V AC	79…132V AC, 47…63 Hz	90 mA @ 5.1V(1)	8
1769-IA16	16 inputs	100/120V AC	79…132V AC, 47…63 Hz	115 mA @ 5.1V	8
1769-IM12	12 inputs	200/240V AC	159…265V AC, 47…63 Hz	100 mA @ 5.1V	8
1769-OA8	8 outputs	100/240V AC	85…265V AC 47…63 Hz	145 mA @ 5.1V	8
1769-OA16	16 outputs	100/240V AC	85…265V AC 47…63 Hz	225 mA @ 5.1V	8

(1) Maximum is 190 mA.

1769 DC Digital Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Voltage Category	Operating Voltage Range	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-IG16	16 inputs	5V DC TTL	4.5…5.5V DC	120 mA @ 5.1V	8
1769-IQ16	16 inputs	24V DC sink/source	10…30V DC @ 30 °C (86 °F) 10…26.4V DC @ 60 °C (140 °F)	115 mA @ 5.1V	8
1769-IQ16F	16 inputs, high-speed	24V DC sink/source	10…30V DC @ 30 °C (86 °F) 10…26.4V DC @ 60 °C (140 °F)	100 mA @ 5.1V	8
1769-IQ32	32 inputs	24V DC sink/source	10…30V DC @ 30 °C (86 °F) 10…26.4V DC @ 60 °C (140 °F)	170 mA @ 5.1V	8
1769-IQ32T	32 inputs	24V DC sink/source	20.4…26.4V DC @ 60 °C (140 °F)	170 mA @ 5.1V	8
1769-IQ6X0W4	6 inputs 4 outputs	24V DC sink/source input AC/DC normally open relay contact outputs	10…30V DC @ 30 °C (86 °F) 10…26.4V DC @ 60 °C (140 °F)	105 mA @ 5.1V 50 mA @ 24V	8
1769-OB8	8 outputs	24V DC source	20.4…26.4V DC	145 mA @ 5.1V	8
1769-OB16	16 outputs	24V DC source	20.4…26.4V DC	200 mA @ 5.1V	8
1769-OB16P	16 outputs, protected	24V DC source	20.4…26.4V DC	160 mA @ 5.1V	8
1769-OB32	32 outputs	24V DC source	20.4…26.4V DC	300 mA @ 5.1V	6
1769-OB32T	32 outputs	24V DC source	10.2…26.4V DC	220 mA @ 5.1V	8
1769-OG16	16 outputs	5V DC TTL	4.5…5.5V DC	200 mA @ 5.1V	8
1769-OV16	16 outputs	24V DC sink	20.4…26.4V DC	200 mA @ 5.1V	8
1769-OV32T	32 outputs	24V DC sink	10.2…26.4V DC	300 mA @ 5.1V	8

1769 Contact Output Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Operating Voltage Range	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-OW8	8 outputs	5…265V AC 5…125V DC	125 mA @ 5.1V 100 mA @ 24V	8
1769-OW8I	8 outputs, individually isolated	5…265V AC 5…125V DC	125 mA @ 5.1V 100 mA @ 24V	8
1769-OW16	16 outputs	5…265V AC 5…125V DC	205 mA @ 5.1V 180 mA @ 24V	8

1769 Analog Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Range	Resolution	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-IF4	4 inputs, differential or single-ended	±10V 0…10V 0…5V 1…5V 0…20 mA 4…20 mA	14 bits (unipolar) 14 bits plus sign (bipolar)	120 mA @ 5.1V 60 mA @ 24V	8
1769-IF4I	4 inputs, differential or single-ended, individually isolated	±10V 0…10V 0…5V 1…5V 0…20 mA 4…20 mA	16 bits (unipolar) 15 bits plus sign (bipolar)	145 mA @ 5.1V 125 mA @ 24V	8
1769-IF8	8 inputs, differential or single-ended	±10V 0…10V 0…5V 1…5V 0…20 mA 4…20 mA	16 bits (unipolar) 15 bits plus sign (bipolar)	120 mA @ 5.1V 70 mA @ 24V	8
1769-IF16C	16 inputs, single-ended	0…20 mA 4…20 mA	16 bits (unipolar) 15 bits plus sign (bipolar)	190 mA @ 5.1V 70 mA @ 24V	8
1769-IF16V	16 inputs, single-ended	±10V 0…10V 0…5V 1…5V	16 bits (unipolar) 15 bits plus sign (bipolar)	190 mA @ 5.1V 70 mA @ 24V	8
1769-IF4X0F2	4 differential or single-ended inputs 2 single-ended outputs	0…10V 0…20 mA	Input: 8 bits plus sign Output: 8 bits plus sign	120 mA @ 5.1V 160 mA @ 24V	8
1769-IF4FX0F2F	4 fast differential or single-ended inputs 2 fast single-ended outputs	±10V 0…10V 0…5V 1…5V 0…20 mA 4…20 mA	Input: 14 bits (unipolar) 14 bits plus sign (bipolar) Output: 13 bits (unipolar) 13 bits plus sign (bipolar)	220 mA @ 5.1V 120 mA @ 24V	8
1769-0F2	2 outputs, single-ended	±10V 0…10V 0…5V 1…5V 0…20 mA 4…20 mA	14 bits (unipolar) 14 bits plus sign (bipolar)	120 mA @ 5.1V 120 mA @ 24V	8
1769-0F4	4 outputs, single-ended	±10V 0…10V 0…5V 1…5V 0…20 mA 4…20 mA	15 bits plus sign unipolar and bipolar	120 mA @ 5.1V 170 mA @ 24V	8
1769-0F4CI	4 outputs, differential, individually isolated	0…20 mA 4…20 mA	16 bits (unipolar)	165 mA @ 5V 110 mA @ 24V	8

Cat. No.	Inputs/Outputs	Range	Resolution	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-OF4VI	4 outputs, differential, individually isolated	±10V 0…10V 0…5V 1…5V	15 bits plus sign (bipolar)	145 mA @ 5.1V 75 mA @ 24V	8
1769-OF8C	8 outputs, single-ended	0…20 mA 4…20 mA	16 bits (unipolar)	140 mA @ 5.1V 145 mA @ 24V	8
1769-OF8V	8 outputs, single-ended	±10V 0…10V 0…5V 1…5V	16 bits plus sign (bipolar)	145 mA @ 5.1V 125 mA @ 24V	8

1769 Analog RTD and Thermocouple Modules

Cat. No.	Inputs/Outputs	Sensors Supported	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-IR6	6 RTD inputs	100, 200, 500, 1000 Ω Platinum 385 100, 200, 500, 1000 Ω Platinum 3916 120 Ω Nickel 618 120 Ω Nickel 672 10 Ω Nickel-iron 518 0…150 Ω 0…500 Ω 0…1000 Ω 0…3000 Ω	100 mA @ 5.1V 45 mA @ 24V	8
1769-IT6	6 thermocouple inputs	Thermocouple types B, C, E, J, K, N, R, S, T ±50V ±100V	100 mA @ 5.1V 45 mA @ 24V	8(1)

(1) To reduce the effects of electrical noise, install the 1769-IT6 module at least two slots away from the AC power supplies.

1769 Communication and Specialty Modules

Cat. No.	Description	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-AENTR	The adapter connects 1769 I/O modules to a linear or DLR network and uses two copper network ports to connect to the network.	500 mA @ 5V	5
1769-ARM	Use a 1769-ARM address reserve module to reserve module slots. After creating an I/O configuration and user program, you can remove and replace any I/O module in the system with a 1769-ARM module once you inhibit the removed module in the Logix Designer application.	60 mA @ 5.1V	8
1769-ASCII	The 1769-ASCII module, a general purpose two-channel ASCII interface, provides a flexible network interface to a wide variety of RS-232, RS-485, and RS-422 ASCII devices. The module provides the communication connections to the ASCII device.	425 mA @ 5.1V	4
1769-BOOLEAN	Use the 1769-BOOLEAN module in applications that require repeatability, such as material handling and packaging, when there is a requirement to activate an output based on an input's transition. If the Boolean expression is true, the output is directed to the ON state. If the Boolean expression is false, the output channel is directed to the OFF state. There are four operators that you can configure as OR, AND, XOR, or none.	220 mA @ 5.1V	8

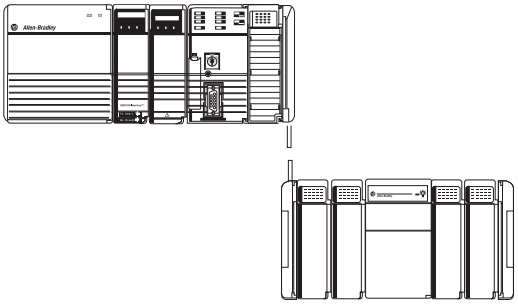
Cat. No.	Description	Backplane Current	Power Supply Distance Rating
1769-HSC	Use the 1769-HSC when you need: • a counter module that is capable of reacting to high-speed input signals. • to generate rate and time-between-pulses (pulse interval) data. • as many as two channels of quadrature or four channels of pulse/count inputs.	245 mA @ 5.1V	4
1769-SM1	The Compact I/O to DPI/SCANport™ module connects to PowerFlex 7-class drives, other DPI-based host devices, and SCANport-based host devices such as 1305 and 1336 PLUS II drives.	280 mA @ 5.1V	6
1769-SM2	The Compact I/O to DSI/Modbus module connects to PowerFlex 4-class drives and to other Modbus RTU slave devices, such as PowerFlex 7-class drives with 20-COMM-H RS485 HVAC adapters.	350 mA @ 5.1V	4

1769 Expansion Cables

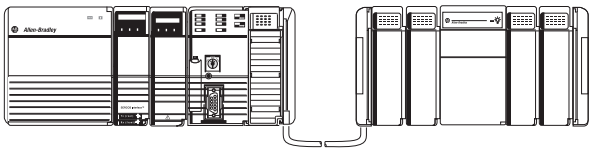
If you divide 1769 modules into multiple banks, make sure:

- each bank needs its own power supply.
- use expansion cables to connect the banks.
- the last I/O bank requires an end cap.

Vertical



Horizontal



How you orient I/O banks determines the expansion cables you must connect the I/O banks.

If you add a	And connect the chassis	Use this cable[(1)]
Second bank	Right to left	1769-CRL*x*
	Right to right	1769-CRR*x*
Third bank	Right to left	1769-CRL*x*
	Right to right	1769-CRR*x*
	Left to left	1769-CLL*x*

(1) Where *x* = 1 for 1 ft (305 mm) or 3 for 3.28 ft (1 m).

1769 End Caps

The final 1769 Compact I/O bank requires an end cap on the end without the expansion cable. The CompactLogix 5370 L2 controller comes with a right-end cap, so you do not need to order one separately.

- Right end cap, catalog number 1769-ECR
- Left end cap, catalog number 1769-ECL

1769 Wiring Systems

As an alternative to buying removable terminal blocks (RTBs) and connecting the wires yourself, you can buy a wiring system of:

- interface modules (IFMs) that provide the output terminal blocks for digital I/O modules. Use the pre-wired cables that match the I/O module to the IFM.
- analog interface modules (AIFMs) that provide the output terminal blocks for analog I/O modules. Use the pre-wired cables that match the I/O module to the AIFM.
- I/O module-ready cables. One end of the cable assembly is an RTB that plugs into the front of the I/O module. The other end has individually color-coded conductors that connect to a standard terminal block.

Removable Terminal Kits

You can order removable terminal kits with the CompactLogix 5370 L1 and L2 controllers separately. The kits are used to connect wiring to the controllers. describes the kits.

Cat. Nos.	Controllers Supported	Description
1769-RTB45	CompactLogix 5370 L1	• Four 10-pin connectors used to connect wiring to the controllers' embedded digital I/O module. • One 5-pin connector used to connect an external 24V DC power source to the controller.
1769-RTB40DIO	CompactLogix 5370 L2	Four 10-pin connectors used to connect wiring to the controllers' embedded digital I/O module.
1769-RTB40AIO	1769-L24ER-QBFC1B and 1769-L27ERM-QBFC1B	Four 10-pin connectors used to connect wiring to the controllers' embedded analog I/O module.

CompactLogix Power Supplies

Select power supplies based on the controller and the number of additional I/O banks.

For a	Select
CompactLogix 5370 L3 controller	• One 1769 power supply for the controller and local I/O modules • One 1769 power supply for each additional bank of I/O modules
CompactLogix 5370 L2 controller	No power supply as it is integral to the controller package
CompactLogix 5370 L1 controller	No power supply as it is integral to the controller package
1768 CompactLogix controller	• One 1768 power supply for the controller and 1768 modules • One 1769 power supply for each additional bank of I/O modules

Power Supplies

Cat. No.	Description	Voltage Category	Operating Voltage Range
1769-PA2	1769 Compact I/O expansion power supply	120V/220V AC	85…265V AC
1769-PB2		24V DC	19.2…31.2V DC
1769-PA4		120V/220V AC	85…265V AC or 170…265V AC (switch selectable) 47…63 Hz
1769-PB4		24V DC	19.2…31.2V DC
1768-PA3	1768 CompactLogix power supply	120V/220V AC	85…265V AC or 108…132V DC
1768-PB3		24V DC	16.8…31.2V DC

For detailed specifications, see Compact Power Supplies Specifications Technical Data, publication 1769-TD008.

Programming Software

Your selection of modules and network configuration determines what software packages you need to configure and program your system.

Studio 5000 Environment

The Studio 5000 Automation Engineering & Design Environment™ combines engineering and design elements into a common environment. The first element in the Studio 5000® environment is the Studio 5000 Logix Designer™ application. The Logix Designer application is the rebranding of RSLogix™ 5000 software and continues to be the product to program Logix5000™ controllers for discrete, process, batch, motion, safety, and drive-based s solutions.



The Studio 5000 environment is the foundation for the future of Rockwell Automation® engineering design tools and capabilities. This environment is the one place for design engineers to develop all elements of their control system.

The Studio 5000 environment does not support the following controllers.

- 1768 CompactLogix controllers
- 1769-L23x Packaged CompactLogix controllers
- 1769-L3x Modular CompactLogix controllers

You must use RSLogix 5000 software, version 20 or earlier, with the previously listed controllers.

CompactLogix System Software

If you have	You need	Order
CompactLogix controller	Studio 5000 Logix Designer™ application	9324 series [1]
1768-M04SE SERCOS motion module		
1768-CNB, 1768-CNBR ControlNet communication module	RSNetWorx™ for ControlNet software	9324 series[2] or 9357-CNETL3 (RSNetWorx for ControlNet)
1769-SDN DeviceNet communication module	RSNetWorx for DeviceNet software	9324 series[2] or 9357-DNETL3 (RSNetWorx for DeviceNet)
1768-ENBT, 1768-EWEB EtherNet/IP communication module EtherNet/IP ports (CompactLogix 5370 controllers)	RSLinx® software or BOOTP/DHCP server utility to set IP addresses Optional RSNetWorx for EtherNet/IP software	9324 series[2] or Optional 9357-ENETL3 (RSNetWorx for EtherNet/IP)
Communication card in a workstation	RSLinx software	9324 series[1]

(1) All 9324 packages include RSLinx Classic Light software.
(2) Comes with some editions of Studio 5000 environment.

2.4. Remote I/O (Flex I/O)

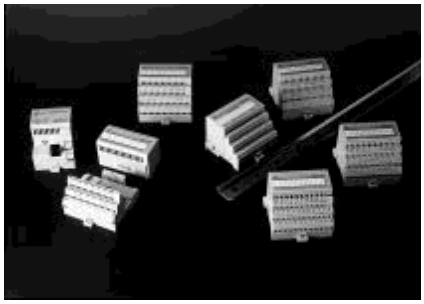
(see next page)

Allen-Bradley

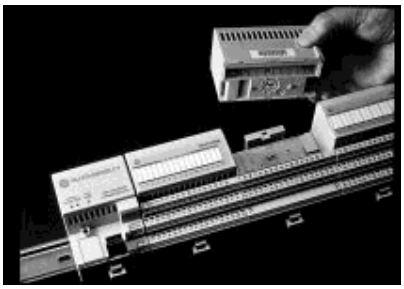
Technical Data

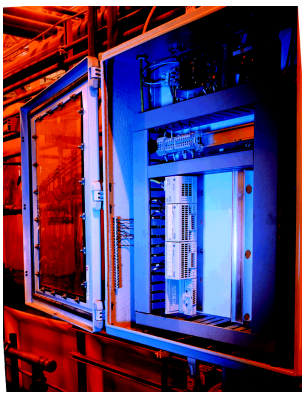
FLEX I/O and FLEX Integra

1794 Series and 1793 Series











Flexible, Inexpensive, and Compact

FLEX I/O™ and FLEX Integra™ are flexible, low-cost, modular I/O systems for distributed applications that offer all the functions of larger, rack-based I/O without the space requirements. With FLEX I/O and FLEX Integra, you can independently select the I/O to meet your application needs.

Additional Savings for Larger Systems

FLEX I/O and FLEX Integra require only one adapter to communicate with up to eight I/O modules. When you need more I/O or use a combination of different I/O modules, you can meet system requirements without buying additional power supplies.

Compatibility Now and In the Future

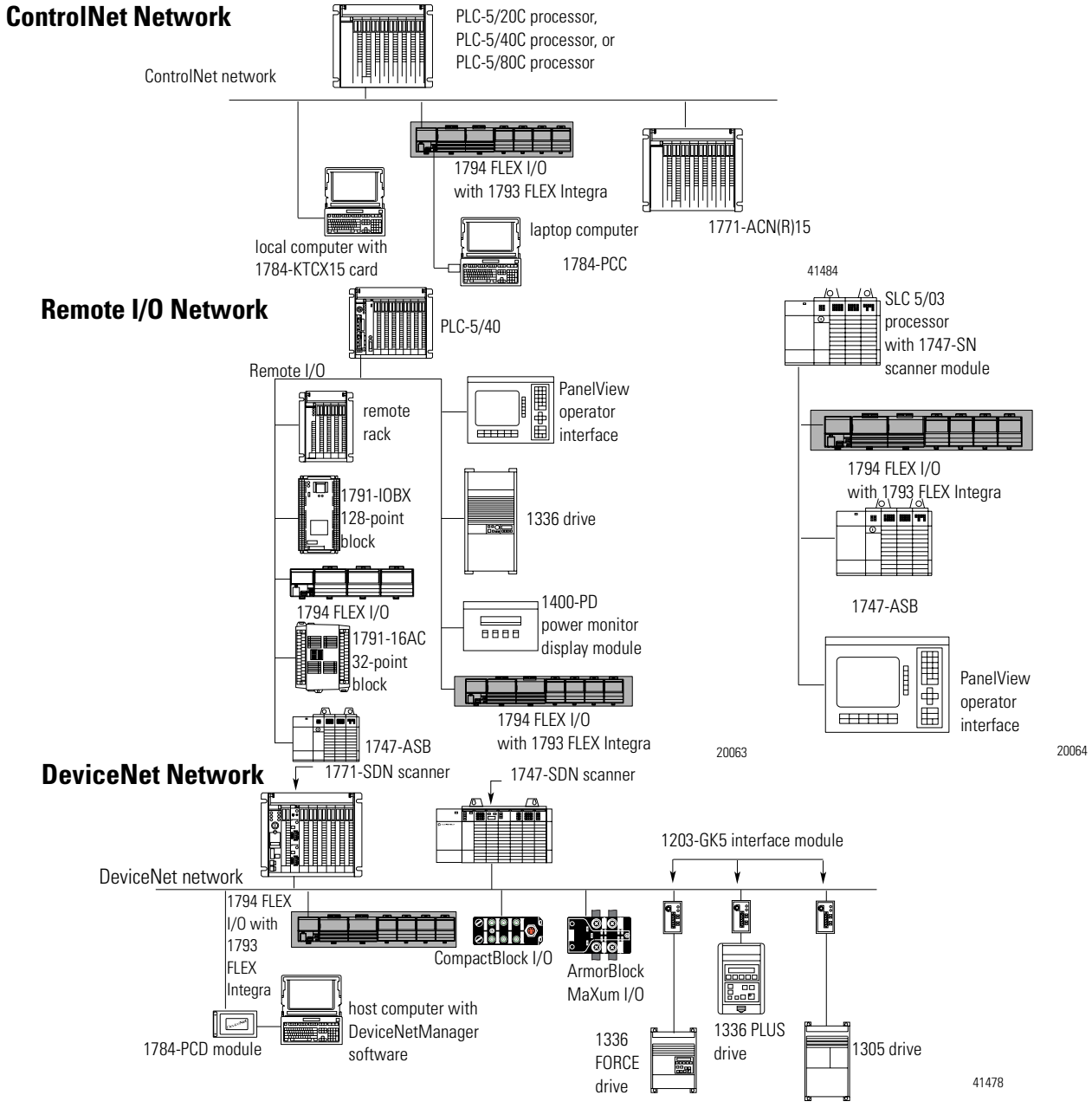
With the proper adapter, your FLEX I/O and/or FLEX Integra system can communicate over the Remote I/O network, DeviceNet™ network, and ControlNet™ network. You can add components as your system requirements change.

Low Installation, Wiring, and Maintenance Costs

FLEX I/O consists of a terminal strip with an I/O interface. Use the terminal strip on the terminal base to wire your field devices directly. Differing from FLEX I/O, FLEX Integra integrates the terminal strip and I/O modules into one compact unit. Wiring directly saves you:

- installation and testing time
- additional wiring and external terminal blocks
- control marshalling panel space

FLEX I/O and FLEX Integra provide additional savings if system problems develop. Combining your field-wiring terminations and the I/O interface into the same location saves you time and money by making your system easier to maintain and troubleshoot. Additionally, the full-featured FLEX I/O system allows you to remove and insert modules under backplane power without disrupting your system.

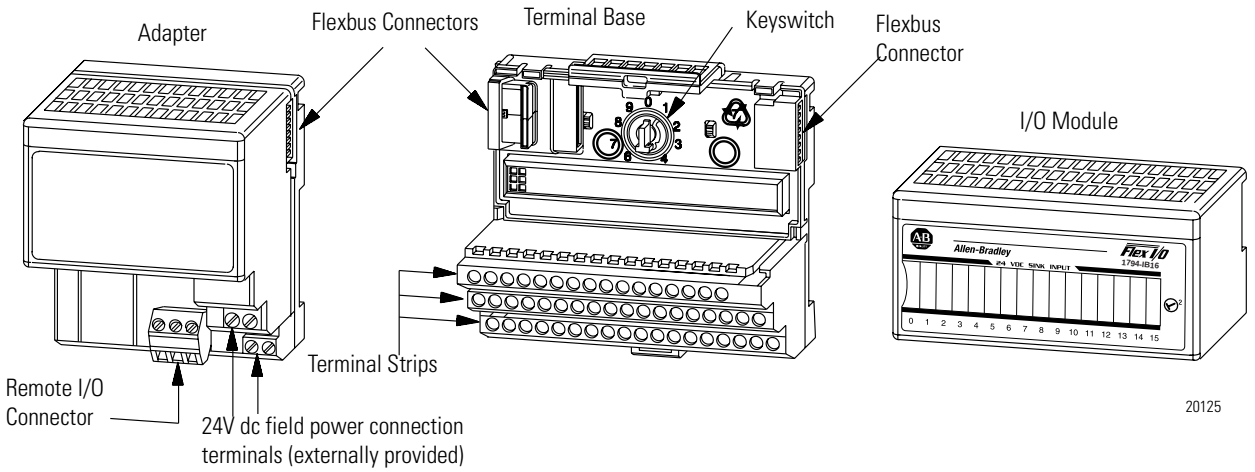


For information on	See page
1794 FLEX I/O	3
1793 FLEX Integra	4

About the FLEX I/O System

FLEX I/O consists of three space-saving components:

- adapters
- terminal base units
- I/O modules



Use the adapter to power the internal logic for as many as eight I/O modules and transfer the I/O data back to a PLC™ processor or a SLC™ processor via one of several available networks.

Two separate connection terminals for field power let you daisy-chain power connections to adjacent terminal bases.

Insert the terminal base into your system using the positive-locking flexbus connectors.

Use a three-wire terminal base to wire directly to a two- or three-wire device.

Terminate most of your wiring on the terminal base with almost no need for terminal blocks.

Use the terminals to daisy-chain power connections to adjacent terminal bases, or connect individual power supplies to each base to isolate modules.

Adjust the keyswitch to prevent incorrect module insertion into a preconfigured terminal base.

Exchange terminal bases without moving other bases in your system.

Plug the I/O module into the terminal base. Use the module to connect to the I/O bus and field devices.

Remove and insert a module without disturbing the field wiring, other I/O modules, or system power.

ATTENTION



Remove field-side power before removing or inserting an I/O module. Modules are designed so you can remove and insert them under backplane power. When you remove or insert a module while field-side power is applied, you may cause an electrical arc. An electrical arc can cause personal injury or property damage because it may:

- send an erroneous signal to your system's field devices causing unintended machine motion
- cause an explosion in a hazardous environment

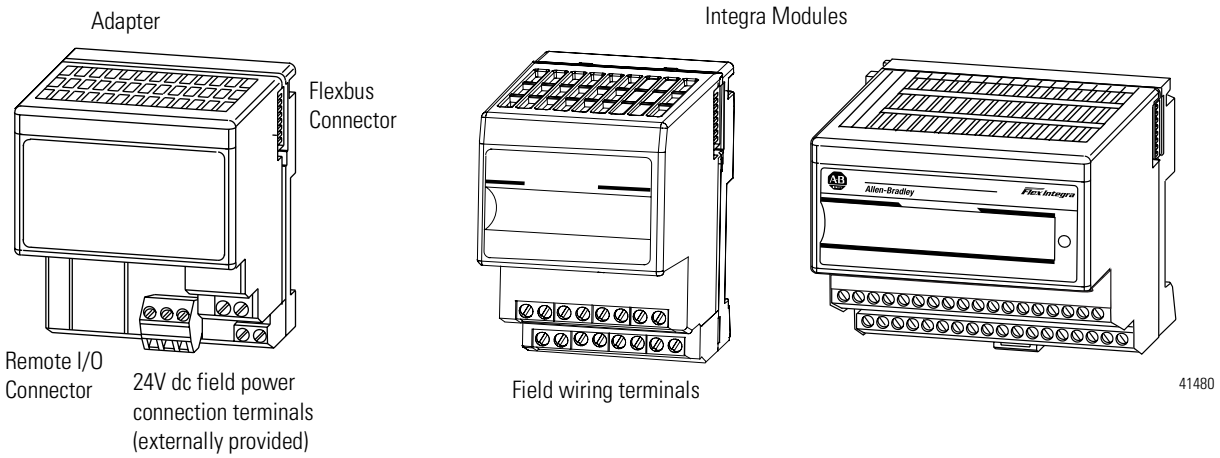
Repeated electrical arcing causes excessive wear to the contacts on both the module and its mating connector. Worn contacts may create electrical resistance.

About the FLEX Integra System

FLEX Integra I/O consists of a range of digital and analog modules, all capable of use with 1794 FLEX I/O adapters and other FLEX I/O modules. Each module is available with either screw-cage or spring-clamp wire terminations.

TIP

FLEX Integra modules were designed to fit to the right of your FLEX I/O modules. Be sure to place your FLEX Integra modules to the right of your FLEX I/O modules when designing your system.



Use the adapter to power the internal logic for as many as eight I/O modules and transfer the I/O data back to a PLC™ processor or a SLC™ processor via one of several available networks.

Two separate connection terminals for field power let you daisy-chain power connections to adjacent FLEX I/O terminal bases.

Insert the module into your system using the positive-locking flexbus connectors.

Terminate all of your wiring on the module with no need for terminal blocks.

Use the terminals to daisy-chain power connections to adjacent FLEX I/O terminal bases, or connect individual power supplies to each base to isolate modules.

ATTENTION

Do not remove an Integra module under power. Removing the module under power will break the electrical backplane (flexbus) connections. This can cause personal injury or property damage by:

- sending an erroneous signal to your system's field devices causing unintended machine motion
- causing an explosion in a hazardous environment
- breaking communications beyond this module

Mount and Remove Your System Easily

You can horizontally or vertically mount the FLEX I/O system and FLEX Integra modules on a standard 35mm DIN rail. The adapter and FLEX I/O terminal base easily snap on the DIN rail by hand. Use a flat-blade screwdriver to remove components from the DIN rail.

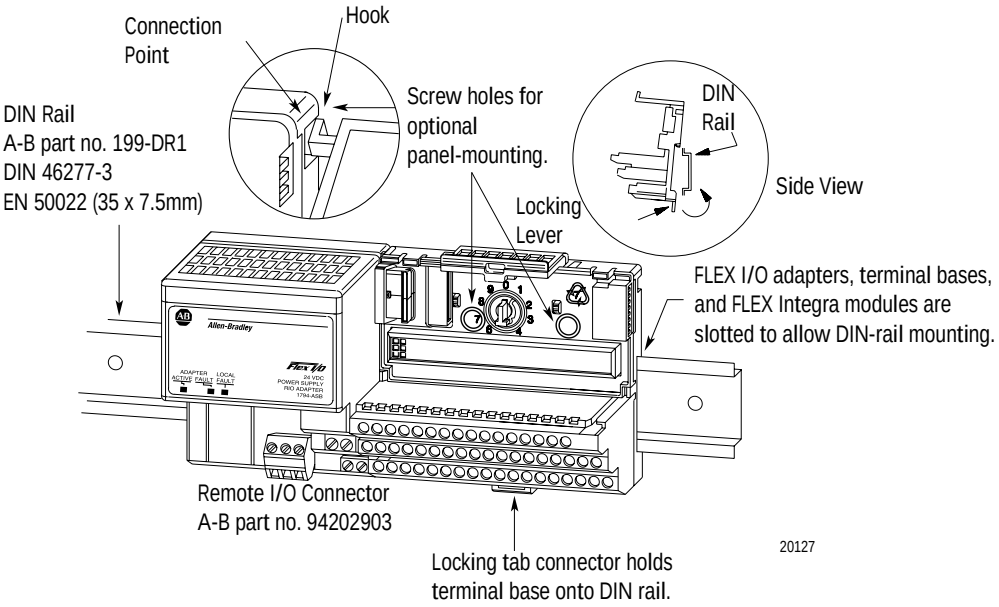
Screw holes allow you to horizontally or vertically panel-mount your FLEX I/O system in an enclosure. To panel-mount your FLEX I/O system, use the optional mounting kit (1794-NM1). An example of a DIN-rail mounted system is shown below.

ATTENTION



When properly installed, FLEX I/O and FLEX Integra are grounded through the DIN rail to chassis ground. Use zinc-plated, yellow-chromated steel DIN rail to assure proper grounding. Using other DIN rail materials (e.g. aluminum, plastic, etc.) which can corrode, oxidize, or are poor conductors can result in improper or intermittent platform grounding. Mount FLEX Integra only on zinc-plated, yellow-chromated steel DIN rail. Refer to Mounting Dimensions and Spacing Requirements on page 154 for more information.

FLEX I/O



When you use FLEX I/O modules in a high-vibration installation, and particularly when mounting the modules vertically, we recommend using DIN-rail locks (Allen-Bradley part no. 1492-EA35).

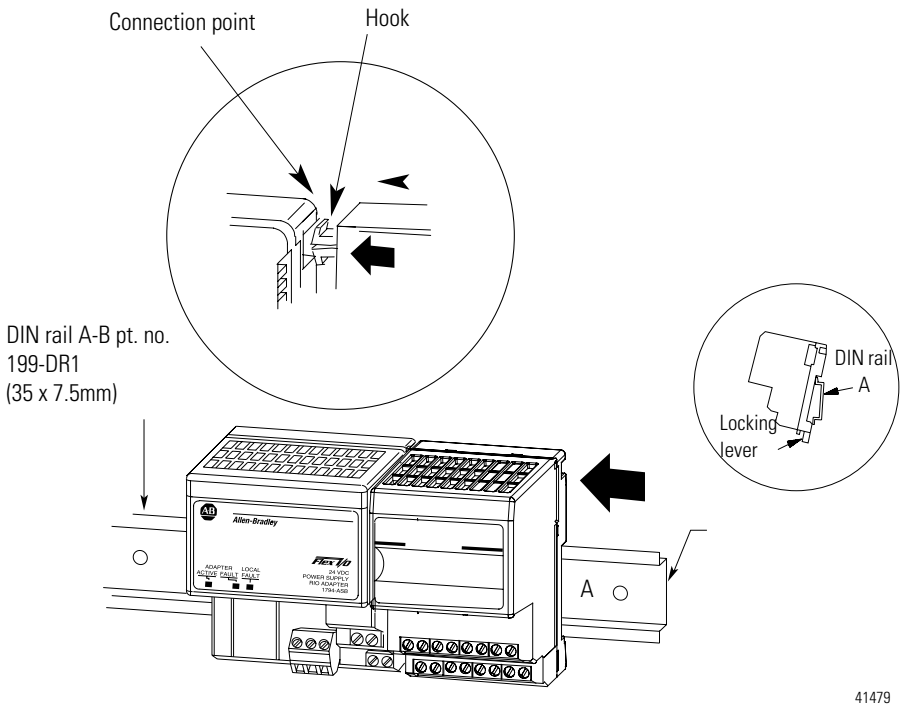
ATTENTION



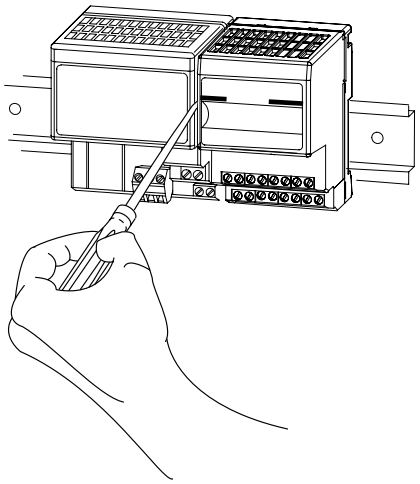
The hook (on the terminal base) and adjacent connection point (on the adapter) keep the terminal bases tight together (see exploded view above). These components are capable of maintaining a reliable connection in case of shock and/or vibration. Refer to the environmental conditions information in each module's specifications.

FLEX Integra modules mount on the DIN rail. After the module locks into place, firmly push the Integra module into the adjacent module to complete the backplane connection. When removing an Integra module, insert a flat-bladed screwdriver between the modules, and twist 1/4 turn. Then release the locking lever and remove the module.

FLEX Integra



To remove:



ATTENTION

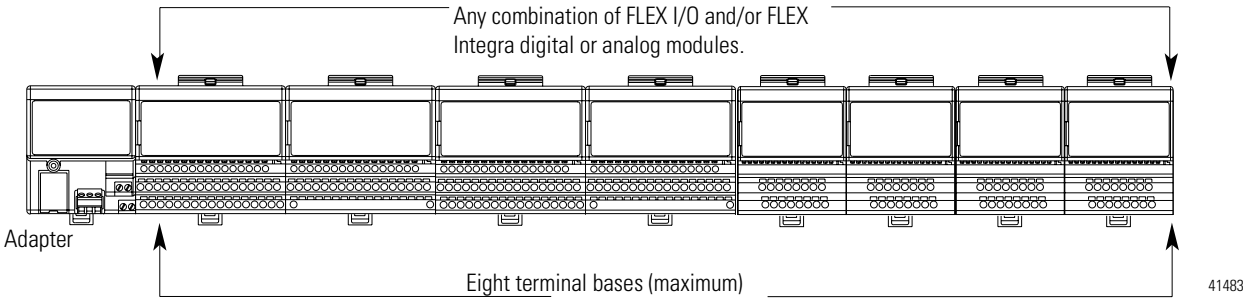
The hook (on the terminal base) and adjacent connection point (on the adapter) keep the terminal bases tight together (see exploded view above). These components are capable of maintaining a reliable connection in case of shock and/or vibration. Refer to the environmental conditions information in each module's specifications.

Design Your Configuration

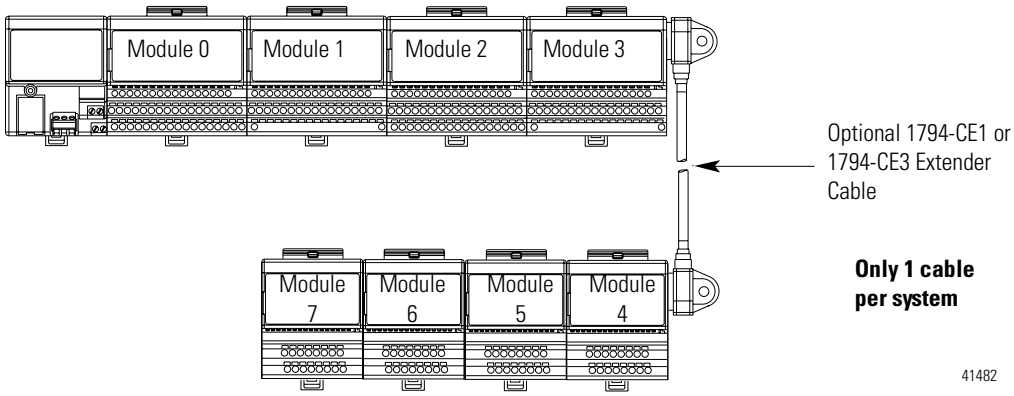
You can use as many as eight FLEX I/O and/or FLEX Integra modules per adapter. This flexibility allows a wide range of digital and analog I/O points per adapter. Mix and match digital and analog I/O to meet your application needs.

You can use FLEX Integra modules with FLEX I/O modules.

TIP Place Integra modules to the right of your FLEX I/O modules when designing your system.



The number of bases that make up an I/O group depends upon the adapter used.



When using the optional extender cable, module groups are numbered sequentially along the length of the system.

What this Product Data Contains

Use the following tables to find information in this technical data.

For Information On	See Page
Terminal Base Compatibility Cross-Reference Chart	17
Choosing the Correct Counter Module for Your Application	134
Related Publications	152
Mounting Dimensions and Spacing Requirements	154
Support, Training, and Repair Services	155

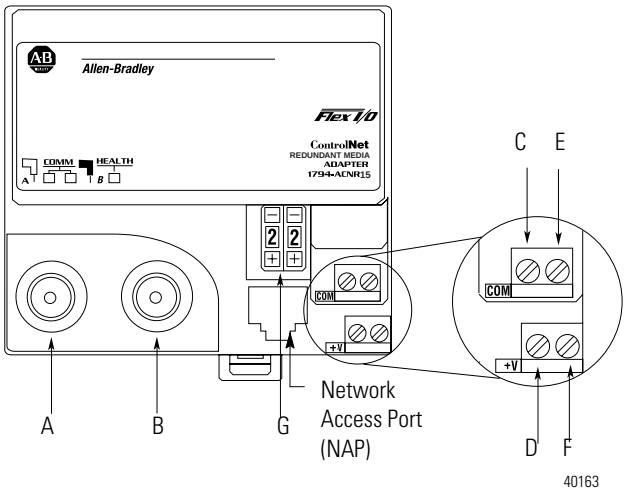
	For Information On	Catalog Number	Description	See Page
	Adapters	1794-ADN	24V dc DeviceNet Adapter	11
		1794-ACN15	24V dc ControlNet Adapter	12
		1794-ACNR15	24V dc ControlNet Redundant Media Adapter	13
		1794-ASB2/C	24V dc Remote I/O Adapter (to 2 modules)	14
		1794-ASB/D	24V dc Remote I/O Adapter (to 8 modules)	15
	Terminal Base Units	1794-TB2	2-Wire Screw Clamp Terminal Base Unit	19
		1794-TB3	3-Wire Screw Clamp Terminal Base Unit	20
		1794-TB3S	3-Wire Spring Clamp Terminal Base Unit	21
		1794-TB3T	Temperature Terminal Base Unit	22
		1794-TB3TS	Spring Clamp Temperature Terminal Base Unit	24
		1794-TB3G	Screw Clamp Grounded Terminal Base Unit	24
		1794-TB3GS	Spring Clamp Grounded Terminal Base Unit	25
		1794-TBN	Terminal Base Unit (NEMA-Style Screws)	26
		1794-TBNF	Fused Terminal Base Unit (NEMA-Style Screws)	27
		1203-FB1	SCANport™ Terminal Base Unit	29
1794 AC	120V ac Modules	1794-IA8	120V ac 8 Input Module	32
		1794-IA8I	120V ac 8 Isolated Input Module	34
		1794-IA16	120V ac 16 Input Module	36
		1794-OA8	120V ac 8 Output Module	38
		1794-OA8I	120V ac 8 Isolated Output Module	40
		1794-OA16	120V ac 16 Output Module	42
	220V ac Modules	1794-IM8	220V ac 8 Input Module	44
		1794-OM8	220V ac 8 Output Module	46
1793 DC	24V dc Modules	1793-IB4, -IB4S	24V dc 4 Sink Input Module	51
		1793-IB16, -IB16S	16 Sink Input Module	53
		1793-IV16, IV16S	16 Source Input Module	55
		1793-OB4P, -OB4PS	24V dc 4 Source Output (Protected) Module	57
		1793-OB16P, -OB16PS	16 Protected Source Output Module	59
		1793-OV16P, -OV16PS	16 Protected Sink Output Module	61
		1793-IB2XOB2P, -IB2XOB2PS	24V dc 2 Input/2 Protected Output Combo Module	63
1794 DC	24V dc Modules	1794-IB8	24V dc 8 Sink Input Module	65
		1794-IB16	24V dc 16 Sink Input Module	67
		1794-IV16	24V dc 16 Source Input Module	69
		1794-OB8	24V dc 8 Source Output Module	71
		1794-OB16	24V dc 16 Source Output Module	73
		1794-OB16P	24V dc 16 Source Output (Protected) Module	75

	For Information On	Catalog Number	Description	See Page
1794 DC		1794-OV16	24V dc 16 Sink Output Module	77
		1794-OV16P	24V dc 16 Sink Output (Protected) Module	79
		1794-OB8EP	24V dc Electronically Fused 8 Output Module	81
		1794-IB10XOB6	24V dc 10 Input/6 2A Output Combo Module	83
	48V dc Modules	1794-IC16	48V dc 16 Sink Input Module	86
		1794-OC16	48V dc 16 Source Output Module	88
1793 Analog	24V dc Modules	1793-IE4, -IE4S	24V dc 4 Input Analog Module	91
		1793-OE2, -OE2S	24V dc 2 Output Analog Module	93
		1793-IE2XOE1, -IE2XOE1S	24V dc 2 Input/1 Output Analog Combo Module	95
1794 Analog	24V dc Modules	1794-IE8/B	24V dc Selectable Analog 8 Input Module	98
		1794-OE4/B	24V dc Selectable Analog 4 Output Module	100
		1794-IE4XOE2/B	24V dc 4 Input/2 Output Analog Combo Module	103
Isolated Analog	24V dc Source Modules	1794-IF4I	24V dc Source Isolated Analog 4 Input Module	108
		1794-OF4I	24V dc Source Isolated Analog 4 Output Module	111
		1794-IF2XOF2I	24V dc 2 Input/2 Output Isolated Analog Combo Module	114
1793 Relay	Relay Module	1793-OW4, -OW4S	4 Relay Sink/Source Output Module	118
1794 Relay	Relay Module	1794-OW8	8 Relay Sink/Source Output Module	120
Specialty	RTD Input Module	1794-IR8	24V dc RTD Input Module	123
	Thermocouple/RTD Input Module	1794-IRT8	24V dc Thermocouple/RTD Module	126
	Thermocouple/mV Input Module	1794-IT8	24V dc Thermocouple/mV Module	129
	SCANport Module	1203-FM1	24V dc SCANport Module	132
Counters	Frequency Input Module	1794-IJ2	24V dc 2 Input Frequency Module	135
	Very High Speed Counter Module	1794-VHSC	24V dc 2 Channels Very High Speed Counter Module (Used with 1794-ACN15 or ACNR15 only)	139
	2-Channel Pulse Counter Input Module	1794-ID2	24V dc 2 Input Pulse Counter Module	142
	4-Channel Pulse Counter Input Module	1794-IP4	12/24V dc 4 Input Pulse Counter Module	145
Power Supply	Power Supply	1794-PS13	Power Supply Module	148
Accessories	Accessories	1794-CE1	Extender Cable, 0.3m (1ft)	150
		1794-CE3	Extender Cable, 0.9m (3ft)	150
		1794-NM1	Mounting Kit	150
		1794-CJC2	Cold Junction Compensator Kit	150
		1794-LBL	Label Kit	151
			RSWire Software	151
			ABECAD Software	151

Use the following table to determine which adapter will meet your application needs.

Adapter	Purpose	See Page
1794-ADN	Connects up to 8 I/O modules to the DeviceNet network	**11**
1794-ACN15	Connects the FLEX I/O system to the ControlNet network	**12**
1794-ACNR15	Connects the FLEX I/O system to the ControlNet network with optional redundant media capability	**13**
1794-ASB2/C	Connects the FLEX I/O system (up to 2 modules) to the Remote I/O network	**14**
1794-ASB/D	Connects the FLEX I/O system (up to 8 modules) to the Remote I/O network	**15**

Wiring



ATTENTION

When connecting wiring, torque terminal screws C, D, E, and F to 7-9 inch-pounds.

1. Connect the ControlNet network cable to connector **A**.
2. Connect the redundant ControlNet network cable to connector **B**.

   When using the 1794-ACNR15 as a single channel, use channel A.
3. Connect +24V dc input to the left side of the lower connector, terminal **D**.
4. Connect 24V common to the left side of the upper connector, terminal **C**.
5. Connections **E** and **F** are used to pass 24V dc power (F) and 24V common (E) to the next module in the series (if required).
6. Set the network address using the 2-position thumbwheel switch **G**. Valid setting range from 01 to 99. Press either the + or - buttons to change the number.

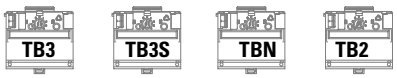
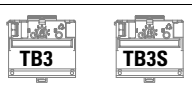
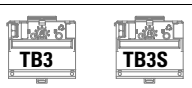
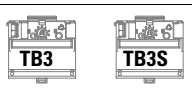
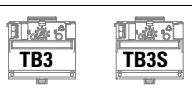
Specifications - 1794-ACNR15	
I/O Capacity	8 modules
Connector Screw Torque	7-9 inch-pounds
Power Supply	Note: In order to comply with CE Low Voltage Directives, you must use a Safety Extra Low Voltage (SELV) or a Protected Extra Low Voltage (PELV) power supply to power this adapter.
Input Voltage Rating	24V dc nominal
Input Voltage Range	19.2V to 31.2V dc (includes 5% ac ripple)
Communication Rate	5M bit/s
Supports Redundant ControlNet Cabling	Yes
Indicators	Comm A - red/grn (channel A) Comm B - red/grn (channel B) I/O status - red/grn
Programming Ports	1 RJ-45 Network Access Port (NAP) for use with ControlNet programming cable (e.g. 1786-CP cable)
Flexbus Output Current	640mA maximum @ 5V dc
Isolation Voltage	500V ac between user power and flexbus
Power Consumption	400mA maximum from external 24V supply
Power Dissipation	4.6W maximum @ 19.2V dc
Thermal Dissipation	15.7 BTU/hr @ 19.2V dc
General Specifications	
Dimensions HxWxD	87mm x 94mm x 69mm (3.4in x 3.7in x 2.7in)
Environmental Conditions Operational Temperature Storage Temperature Relative Humidity Shock Operating Non-operating Vibration	 0 to 55°C (32 to 131°F) -40 to 85°C (-40 to 185°F) 5 to 95% noncondensing 30g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width 50g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width Tested 5g @ 10-500Hz per IEC 68-2-6
ControlNet Cable	Belden RG-6/U Quad Shield
Power Conductors Type Wire Size Category	 Copper (stranded or solid) 12 gauge (4mm^2) stranded maximum 3/64 (1.2mm) inch insulation max. 2[1]
Publication Installation Instructions	 1794-5.48
Agency Certification	Class I Division 2 certified Groups A, B, C, D certified Class I Zone 2 Group IIC certified ControlNet

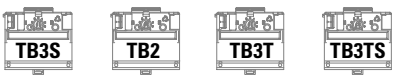
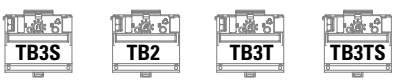
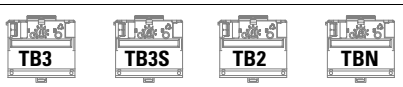
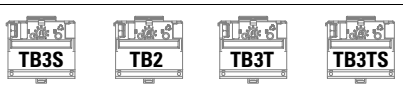
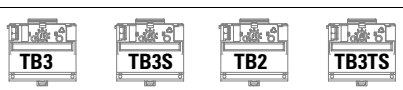
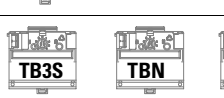
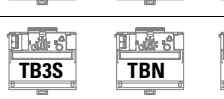
1 Use this conductor category information for planning conductor routing. Refer to publication 1770-4.1, "Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines for Noise Immunity."

Use the following table to determine which FLEX I/O terminal base unit will meet your application needs.

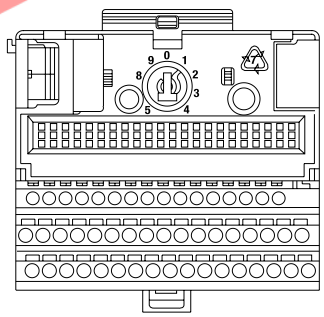
Terminal Base	Purpose	See Page
1794-TB2	A generic version of the 1794-TB3 below	19
1794-TB3	Primarily intended for use with input modules when using 3-wire input proximity switches - can also be used with output modules	20
1794-TB3S	A spring clamp version of the cage clamp 1794-TB3 above - provides faster, simpler wire installation	21
1794-TB3T	Required with the 1794-IT8 module (when used in thermocouple mode) - also provides chassis ground connections for the 1794-IR8 and analog modules	22
1794-TB3TS	A spring clamp version of the 1794-TB3T	24
1794-TB3G	A screw clamp terminal base unit with individual grounding used with certain analog modules	24
1794-TB3GS	A spring clamp version of the 1794-TB3G	25
1794-TBN	Provides screw terminals to accept larger gauge wires plus cover for I/O wiring	26
1794-TBNF	Provides 8 5x20mm fuses, screw terminals, plus a cover for I/O wiring - shipped with fuses for the 1794-OA8 module; can be used to fuse the 1794-OM8 and -OW8 modules with a replacement fuse (see the installation instructions)	27
1203-FB1	Required with the 1203-FM1 module	29

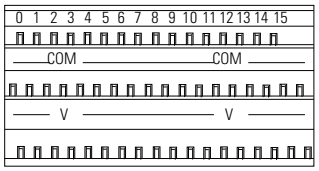
The following table illustrates the recommended FLEX I/O terminal base unit(s) for each module. Many terminal base units can be used with most modules, but auxiliary terminal strips may be required.

	FLEX I/O Product	Catalog Number	Recommended Base	Compatible Base(s)
AC	120V ac Modules	1794-IA8		
		1794-IA8I		
		1794-IA16		 Auxiliary terminal strips are required when using the TBN for the IA16
		1794-OA8		
		1794-OA8I		
		1794-OA16		 Auxiliary terminal strips are required when using the TBN for the OA16
	220V ac Modules	1794-IM8		None
		1794-OM8		
DC	24V dc Modules	1794-IB8		
		1794-IB16		
		1794-IV16		
		1794-OB8		
		1794-OB16		
		1794-OB16P		
		1794-OV16		
		1794-OV16P		

	FLEX I/O Product	Catalog Number	Recommended Base	Compatible Base(s)	
DC	24V dc Modules	1794-OB8EP			
		1794-IB10XOB6			
	48V dc Modules	1794-IC16			
		1794-OC16			
Analog	24V dc Modules	1794-IE8/B			
		1794-OE4/B			
		1794-IE4XOE2/B			
Isolated Analog	24V dc Source Modules	1794-IF4I			
		1794-OF4I			
		1794-IF2XOF2I			
Relay	Relay Module	1794-OW8			
Specialty	RTD Input Module	1794-IR8			
	Thermocouple/RTD Input Module	1794-IRT8			
	Thermocouple/mV Input Module	1794-IT8			You can use a TB2, TB3, or TB3S for mV inputs only.
	SCANport Module	1203-FM1			
Counter	Frequency Input Module	1794-IJ2			
	Very High Speed Counter Module	1794-VHSC			For use with 1794-ACN(R)15 only.
	2 Channel Pulse Counter Input Module	1794-ID2			Auxiliary terminal strips are required when using the TBN or TBNF for the ID2
	4 Channel Pulse Counter Input Module	1794-IP4			Auxiliary terminal strips are required when using the TBN or TBNF for the IP4

1794-TB3





0-15 Ⓐ

16-33 Ⓑ

34-51 Ⓒ

V = 24V dc, 120V ac, or 48V dc

COM = 24V dc common, 120V ac common, or 48V dc common

40090

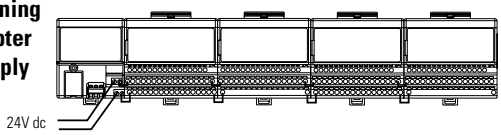
1794-TB3 Terminal Base Unit	
A - 0 through 15	Input/Output
B - 16 through 33	24V dc Common, 120V ac Common, or 48V dc Common
C - 34 through 51	+24V dc Power, 120V ac, or 48V dc

ATTENTION



- Make certain that the hook on the terminal base you are installing is properly hooked into the adjacent terminal base/adapter. Failure to lock the hook into the adjacent base/adapter can result in loss of communication on the backplane.
- Do not force the terminal base into the adjacent base/adapter. Forcing the units together can bend or break the hook and allow the units to separate and break communication over the backplane.

Daisy-chaining Using Adapter Power Supply

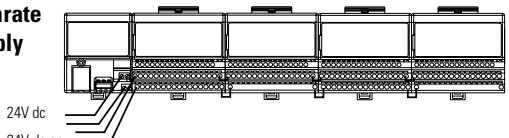


Use this method when wiring all digital modules and total current draw through terminal base units is less than 10A.

Wiring when total current draw is less than 10A

40093

Daisy-chaining with a Separate Power Supply



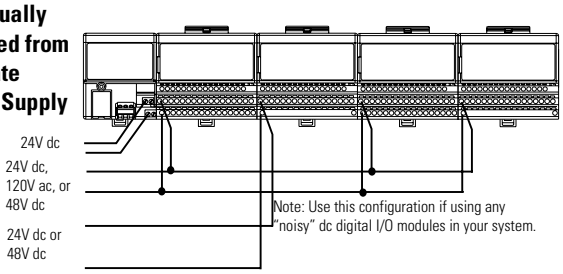
Use this method when wiring all ac digital modules and total current draw through terminal base units is less than 10A.

Wiring when total current draw is less than 10A

Separate power supply can be brought in on last module in chain if necessary. Make sure you do not jumper to adapter if using this method.

42149

Individually Powered from Separate Power Supply



Note: Use this configuration if using any "noisy" dc digital I/O modules in your system.

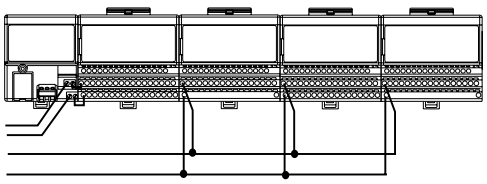
Thermocouple Module wiring is separate from digital wiring.

Wiring when total current draw is greater than 10A

Separate power supply can be brought in on last module in chain if necessary. Make sure you do not jumper to adapter if using this method.

40094

Combination Daisychain and Separate Power Supply



Use this method when wiring both digital and analog modules. Analog modules must be wired separately from "noisy" digital modules.

Total current draw through any base unit must not be greater than 10A

Separate power supply can be brought in on last module in chain if necessary. Make sure you do not jumper to adapter if using this method.

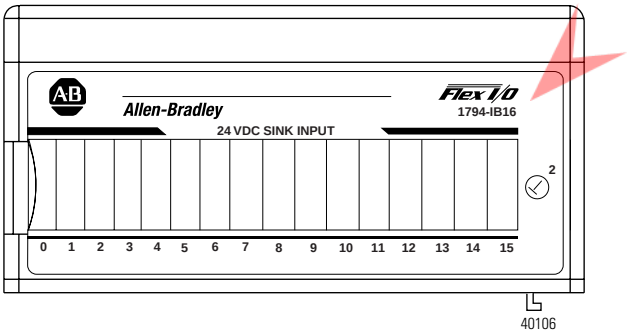
40095

Specifications - 1794-TB3	
Number of Terminals	1 row of 16 2 rows of 18
Terminal Screw Torque	7-9 inch-pounds
Current Capacity	10A maximum
Voltage Rating	132V ac maximum
Isolation Voltage	Channel-to-channel isolation determined by inserted module (see publication 1794-5.2)
General Specifications	
Dimensions (with module installed in base) HxWxD	94mm x 94mm x 69mm (3.7in x 3.7in x 2.7in)
Environmental Conditions Operational Temperature Storage Temperature Relative Humidity Shock Operating Non-operating Vibration	 0 to 55°C (32 to 131°F) -40 to 85°C (-40 to 185°F) 5 to 95% noncondensing 30g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width 50g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width Tested 5g @ 10-500Hz per IEC 68-2-6
Conductors Wire Size Category	12 gauge (4mm^2) stranded maximum 22 gauge (0.35mm^2) minimum 3/64 inch (1.2mm) insulation maximum 2[1]
Publication Installation Instructions	 1794-5.2
Agency Certification	Class I Division 2 certified Groups A, B, C, D certified Class I Zone 2 Group IIC certified

1 Use this conductor category information for planning conductor routing. Refer to publication 1770-4.1, "Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines for Noise Immunity."

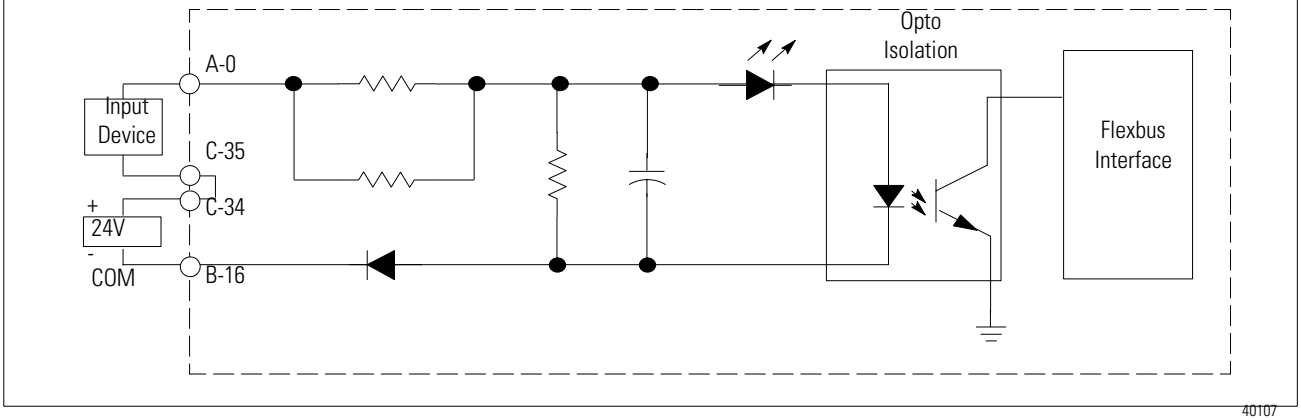
The following table illustrates the recommended terminal base unit(s) for each dc module.

FLEX I/O Product	Catalog Number	Recommended Terminal Base	Compatible Terminal Base(s)
24V dc Modules	1794-IB8		
	1794-IB16		
	1794-IV16		 
	1794-OB8		 
	1794-OB16		 
	1794-OB16P		 
	1794-OV16		
	1794-OV16P		
	1794-OB8EP		  
	1794-IB10XOB6		
48V dc Modules	1794-IC16		
	1794-OC16		 



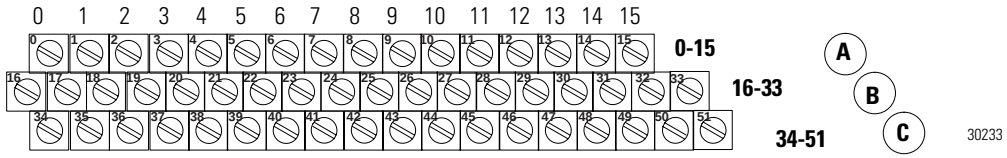
Recommended Terminal Base	Compatible Terminal Base(s)
TB3	TB3S

Typical Simplified Schematic for Input 0
TB3 or TB3S shown



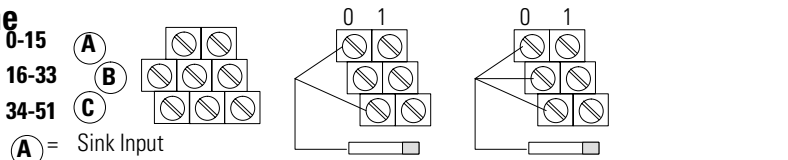
Wiring

1794-TB3
1794-TB3S



1794-TB3 and -TB3S					
Input	**Input Terminal**	**Voltage Terminal**	**Input**	**Input Terminal**	**Voltage Terminal**
Input 0	A-0	C-35	Input 8	A-8	C-43
Input 1	A-1	C-36	Input 9	A-9	C-44
Input 2	A-2	C-37	Input 10	A-10	C-45
Input 3	A-3	C-38	Input 11	A-11	C-46
Input 4	A-4	C-39	Input 12	A-12	C-47
Input 5	A-5	C-40	Input 13	A-13	C-48
Input 6	A-6	C-41	Input 14	A-14	C-49
Input 7	A-7	C-42	Input 15	A-15	C-50
Common	B-16 thru B-33		+24v dc	C-34 thru C-51	

2-Wire and 3-Wire Inputs to the 1794-IB16 Module



Setting Input Filter Times

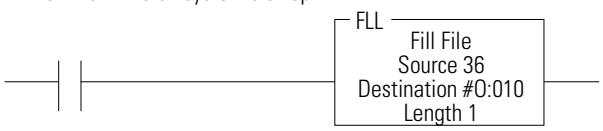
You can select the input filter time for each group of channels (channels 00 through 11, or channels 12 through 15). Select the input filter time by setting the corresponding bits in the **output** image table (complementary word) for the module.

For example, to set a filter time constant of 4ms for a dc input module at address rack 1, module group 0, set bits 05, 04, 03, 02, 01, and 00 as shown below.

	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
Dec.	17	16	15	14	13	12	11	10	07	06	05	04	03	02	01	00	=44 Octal
(Octal)																	or 36
O:010											1	0	0	1	0	0	Decimal

FT = 12-15 FT = 00-11

Write Filter Time on system startup.



Write Filter Time Constant to complement of input module.

40154

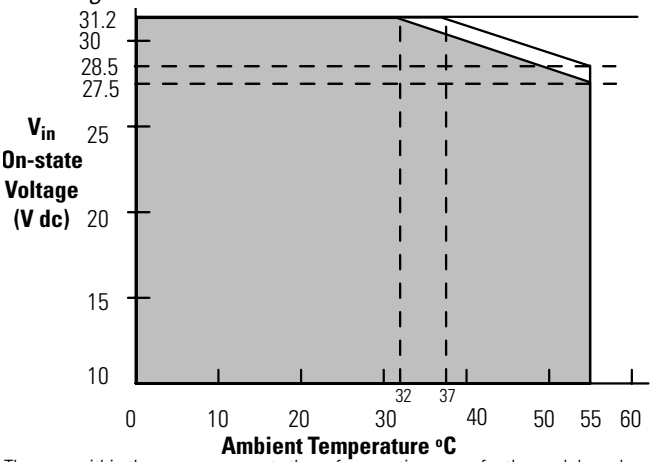
Input Filter Times (Standard Addressing Mode Only)

Bits			Description	Maximum Filter Time
02	**01**	**00**	Filter Times 00-11 (00-13)	
05	**04**	**03**	Filter Times 12-15 (14-17)	
0	0	0	Filter Time 0 (default)	256µs
0	0	1	Filter Time 1	512µs
0	1	0	Filter Time 2	1ms
0	1	1	Filter Time 3	2ms
1	0	0	Filter Time 4	4ms
1	0	1	Filter Time 5	8ms
1	1	0	Filter Time 6	16ms
1	1	1	Filter Time 7	32ms

Specifications - 1794-IB16	
Number of Inputs	16 (1 group of 16), non-isolated, sinking
Module Location	Cat. No. 1794-TB3 or -TB3S Terminal Base
ON-State Voltage	10V dc minimum; 24V dc nominal; 31.2V dc maximum
Mounting	Refer to derating curve
ON-State Current	2.0mA minimum; 8.0mA nominal at 24V dc; 12.0mA maximum
OFF-State Voltage	5.0V dc maximum
OFF-State Current	1.5mA minimum
Input Impedance	4.6K Ω maximum
Isolation Voltage	100% tested at 850V dc for 1s between user and system No isolation between individual channels
Max Input Filter Times OFF to ON ON to OFF	 256µs, 512µs, 1ms, 2ms, 4ms, 8ms, 16ms, and 32ms 256µs, 512µs, 1ms, 2ms, 4ms, 8ms, 16ms, and 32ms 256µs default - selectable thru output image table (see *Setting Input Filter Times*)
Flexbus Current (max)	30mA @ 5V dc
Power Dissipation	Maximum 6.1W @ 31.2V dc
Thermal Dissipation	Maximum 20.8 BTU/hr @ 31.2V dc
Indicators (field side indication, customer device driven)	16 yellow status indicators
Keyswitch Position	2
General Specifications	
External dc Power Supply Voltage Voltage Range	 24V dc nominal 19.2 to 31.2V dc (includes 5% ac ripple) Refer to derating curve
Dimensions HxWxD	46mm x 94mm x 53mm (1.8in x 3.7in x 2.1in)
Environmental Conditions Operational Temperature Storage Temperature Relative Humidity Shock Operating Non-operating Vibration	 0 to 55°C (32 to 131°F) -40 to 85°C (-40 to 185°F) 5 to 95% noncondensing 30g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width 50g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width Tested 5g @ 10-500Hz per IEC 68-2-6
Conductors Wire Size Category	12 gauge (4mm²) stranded maximum 3/64 inch (1.2mm) insulation maximum 2[1]
Publication Installation Instructions	 1794-5.4
Agency Certification	Class I Division 2 certified Groups A, B, C, D certified Class I Zone 2 Group IIC certified

1 Use this conductor category information for planning conductor routing. Refer to publication 1770-4.1, "Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines for Noise Immunity."

Derating Curve

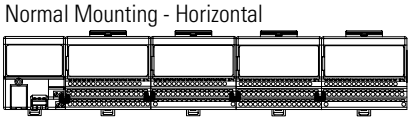


The area within the curve represents the safe operating range for the module under va conditions of user supplied 24V dc supply voltages and ambient temperatures.

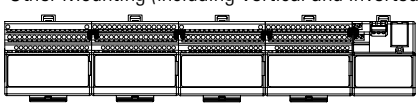
= Normal mounting safe operating range, included
= Other mounting positions (including inverted horizontal) safe operating range)

40220

Normal Mounting - Horizontal

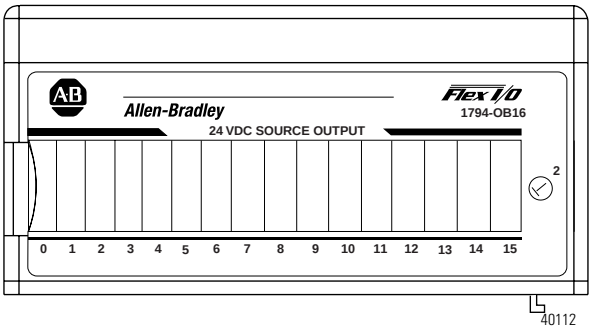


Other Mounting (including Vertical and Inverted Horizontal Mounting)



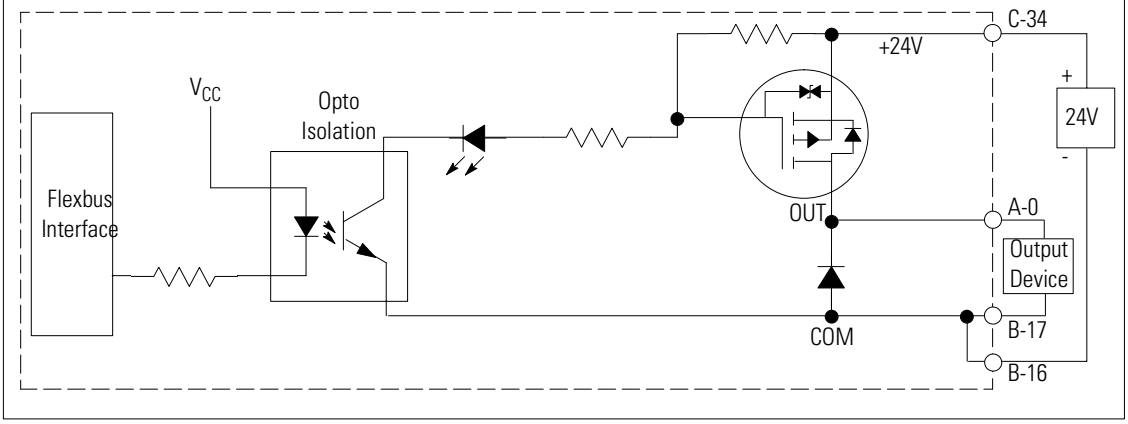
40221

Voltage (max)	Temperature (max) Normal	Other	Voltage (max)	Temperature (max) Normal	Other
31.2	37	32	29.0	51	45
30.5	41	36	28.5	55	48
30.0	45	39	28.0		51
29.5	48	42	27.5		55



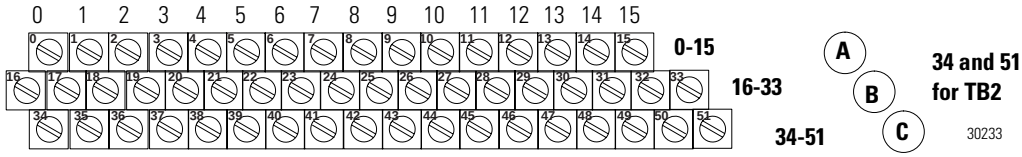
Recommended Terminal Base	Compatible Terminal Base(s)
TB2	TB3 TB3S

Typical Simplified Schematic for Output 0
TB3, TB3S, or TB2 shown



Wiring

1794-TB3
1794-TB3S
1794-TB2



1794-TB3, -TB3S, and -TB2

Output	Output Terminal	Common Terminal	Output	Output Terminal	Common Terminal
Output 0	A-0	B-17	Output 8	A-8	B-25
Output 1	A-1	B-18	Output 9	A-9	B-26
Output 2	A-2	B-19	Output 10	A-10	B-27
Output 3	A-3	B-20	Output 11	A-11	B-28
Output 4	A-4	B-21	Output 12	A-12	B-29
Output 5	A-5	B-22	Output 13	A-13	B-30
Output 6	A-6	B-23	Output 14	A-14	B-31
Output 7	A-7	B-24	Output 15	A-15	B-32
Common	B-16 thru B-33		+24v dc	C-34 thru C-51 (C-34 and C-51 for TB2)	

Specifications - 1794-OB16	
Number of Outputs	16 (1 group of 16), non-isolated, sourcing
Module Location	Cat. No. 1794-TB2, -TB3, or -TB3S Terminal Base Unit
ON-State Voltage Range	10V dc minimum 24V dc nominal; 31.2V dc maximum
ON-State Voltage Drop	0.5V dc maximum
ON-State Current	1.0mA minimum per channel 500mA maximum per channel
OFF-State Voltage	31.2V dc maximum
OFF-State Leakage	0.5mA maximum
Isolation Voltage (min)	100% tested at 850V dc for 1s between user and system No isolation between individual channels
Output Signal Delay OFF to ON ON to OFF	 0.5ms maximum 1.0ms maximum
Flexbus Current (max)	80mA
Power Dissipation	5.3W maximum @ 31.2V
Thermal Dissipation	18.1 BTU/hr @ 31.2V dc
Indicators (field side indication, logic driven)	16 yellow status indicators
Output Current Rating	8A (16 outputs @ 0.5A) horizontal or vertical
Surge Current	2A for 50ms, repeatable every 2 seconds
Keyswitch Position	2
Fusing[1]	SAN-O MQ4-800mA

General Specifications	
External dc Power Supply Voltage Voltage Range Supply Current	 24V dc nominal 19.2 to 31.2V dc (includes 5% ac ripple) 49mA @ 24V dc (38mA to 65mA)
Dimensions HxWxD	46mm x 94mm x 53mm (1.8in x 3.7 in x 2.1in)
Environmental Conditions Operational Temperature Storage Temperature Relative Humidity Shock Operating Non-operating Vibration	 0 to 55°C (32 to 131°F) -40 to 85°C (-40 to 185°F) 5 to 95% noncondensing 30g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width 50g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width Tested 5g @ 10-500Hz per IEC 68-2-6
Conductors Wire Size Category	12 gauge (4mm^2) stranded maximum 3/64 inch (1.2mm) insulation maximum 2[2]
Publication Installation Instructions	 1794-5.3
Agency Certification	Class I Division 2 certified Groups A, B, C, D certified Class I Zone 2 Group IIC certified

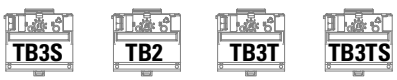
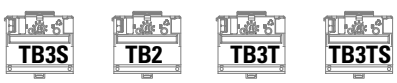
1 Module outputs are not fused. Fusing of outputs is recommended. If external fusing is desired, you must provide external fusing.

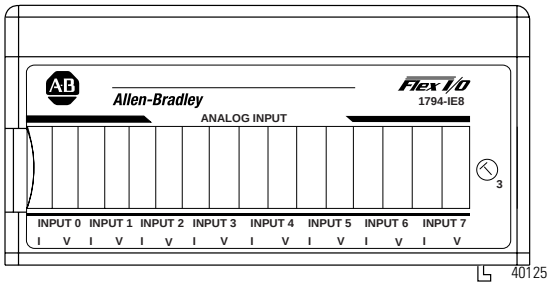
2 Use this conductor category information for planning conductor routing. Refer to publication 1770-4.1, "Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines for Noise Immunity."

Use the following table to determine which analog module will meet your application needs.

	Analog Module	Purpose	See Page
FLEX Integra	1793-IE4 and -IE4S	24V dc selectable analog 4 input module - 1793-IE4 has screw-clamp terminations while the 1793-IE4S has spring-clamp terminations	**91**
	1793-OE2 and -OE2S	24V dc selectable analog 2 output module - 1793-OE2 has screw-clamp terminations while the 1793-OE2S has spring-clamp terminations	**93**
	1793-IE2XOE1 and -IE2XOE1S	24V dc 4 input/2 output analog combo module - 1793-IE2XOE1 has screw-clamp terminations while the 1793-IE2XOE1S has spring-clamp terminations	**95**
FLEX I/O	1794-IE8/B	24V dc selectable analog 8 input module	**98**
	1794-OE4/B	24V dc selectable analog 4 output module	**100**
	1794-IE4XOE2/B	24V dc 4 input/2 output analog combo module	**103**

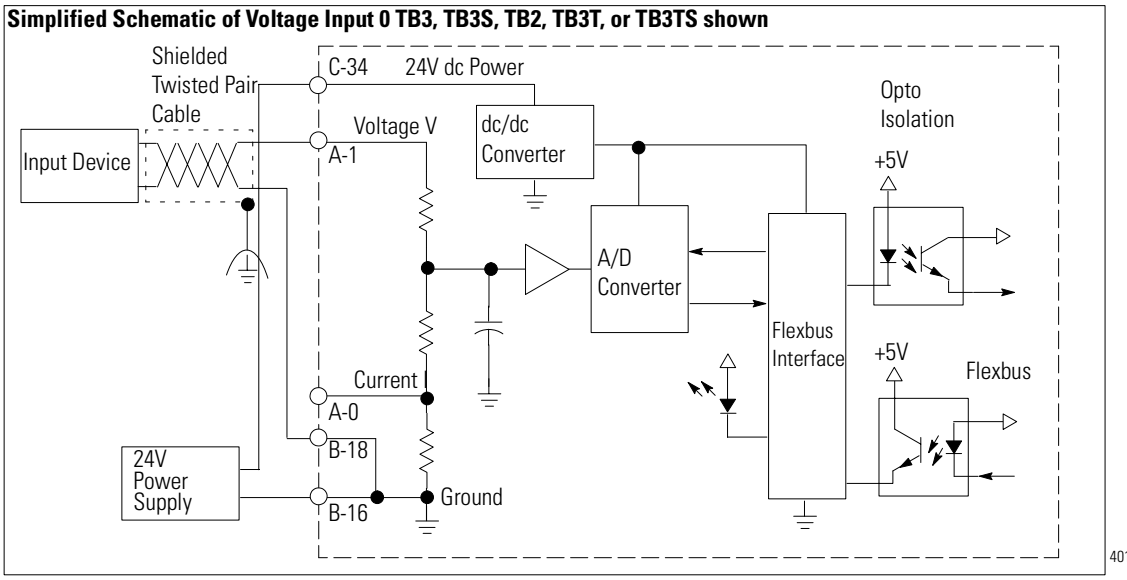
The following table illustrates the recommended terminal base unit(s) for each analog module.

FLEX I/O Product	Catalog Number	Recommended Terminal Base	Compatible Terminal Base(s)
Analog			
24V dc Modules	1794-IE8/B		
	1794-OE4/B		
	1794-IE4XOE2/B		

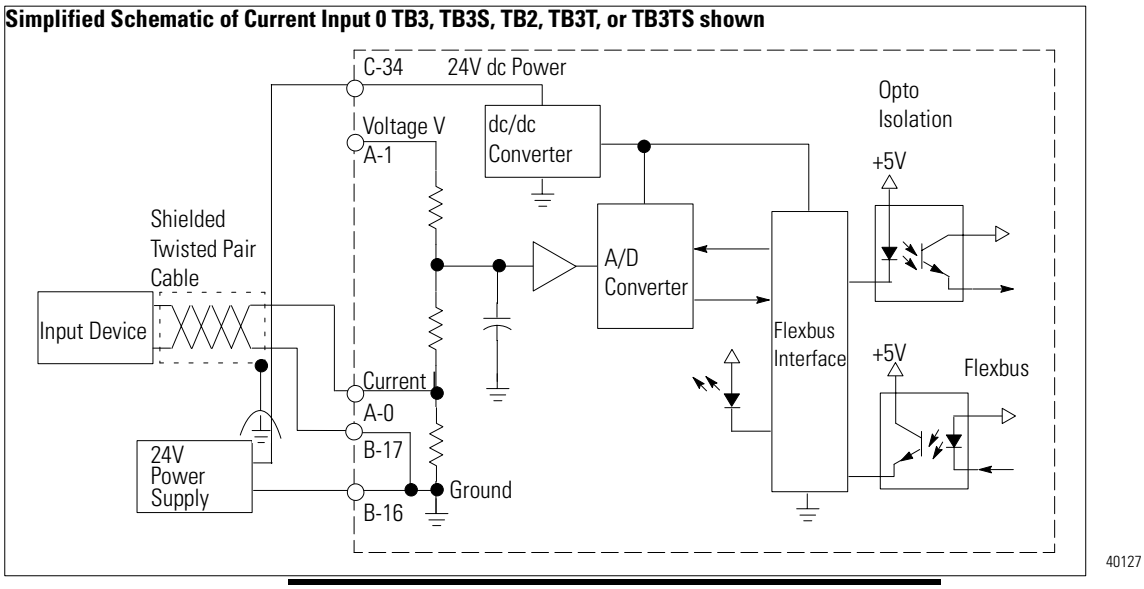


Recommended Terminal Base	Compatible Terminal Base(s)
TB3	TB3S, TB2, TB3T, TB3TS

Simplified Schematic of Voltage Input 0 TB3, TB3S, TB2, TB3T, or TB3TS shown



Simplified Schematic of Current Input 0 TB3, TB3S, TB2, TB3T, or TB3TS shown



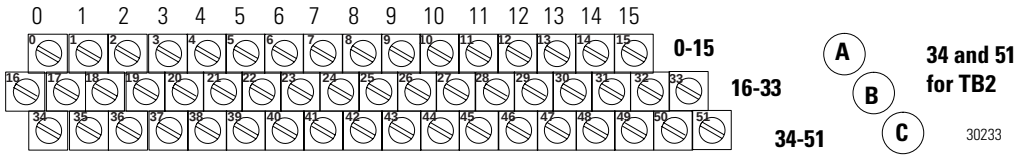
ATTENTION

Only connect either a voltage input or a current input per channel, not both.



Wiring

1794-TB3
1794-TB3S
1794-TB2
1794-TB3T
1794-TB3TS



		TB3, TB3S, TB2, TB3T, TB3TS	TB3, TB3S, TB2	TB3T, TB3TS	
Channel	**Signal Type**	**Input Terminals**	**Common Terminals**		**Shield**
0	Current	A-0	B-17	B-17	C-39
	Voltage	A-1	B-18	B-17	C-39
1	Current	A-2	B-19	B-19	C-40
	Voltage	A-3	B-20	B-19	C-40
2	Current	A-4	B-21	B-21	C-41
	Voltage	A-5	B-22	B-21	C-41
3	Current	A-6	B-23	B-23	C-42
	Voltage	A-7	B-24	B-23	C-42

24V dc Common for TB2, TB3, TB3S: B-16 thru B-33
24V dc Common for TB3T and TB3TS: B-16, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, and 33

		TB3, TB3S, TB2, TB3T, TB3TS	TB3, TB3S, TB2	TB3T, TB3TS	
Channel	**Signal Type**	**Input Terminals**	**Common Terminals**		**Shield**
4	Current	A-8	B-25	B-25	C-43
	Voltage	A-9	B-26	B-25	C-43
5	Current	A-10	B-27	B-27	C-44
	Voltage	A-11	B-28	B-27	C-44
6	Current	A-12	B-29	B-29	C-45
	Voltage	A-13	B-30	B-39	C-45
7	Current	A-14	B-31	B-31	C-46
	Voltage	A-15	B-32	B-31	C-46

+24V dc Power for TB2: C-34 and C-51; +24V dc Power for TB3 and TB3S: C-34 thru C-51
+24V dc Power for TB3T and TB3TS: C-34, 35, 50, and 51

Specifications - 1794-IE8/B

Number of Inputs	8 single-ended, non-isolated
Module Location	Cat. No. 1794-TB3, -TB3S, -TB2, -TB3T, or -TB3TS Terminal Base Unit
Input Current Terminal	4-20mA (user configurable) 0-20mA (user configurable)
Input Voltage Terminal	±10V (user configurable) 0-10V (user configurable)
Resolution Voltage Current	12 bits - unipolar; 11 bits plus sign - bipolar 2.56mV/cnt unipolar; 5.13mV/cnt bipolar 5.13µA/cnt
Input Impedance Voltage Terminal Current Terminal	 100k Ω 238 Ω
Input Resistance Voltage Terminal Current Terminal	 200k Ω 238 Ω
Isolation Voltage	Tested at 850V dc for 1s between user and system No isolation between individual channels
Flexbus Current	20mA @ 5V dc
Power Dissipation	3W maximum @ 31.2V dc
Thermal Dissipation	Maximum 10.2 BTU/hr @ 31.2V dc
Indicators	1 green power indicator
Keyswitch Position	3
Data Format	Left justified 16-bit 2's complement
Conversion Type	Successive approximation
Conversion Rate	256µs all channels
Normal Mode Rejection Ratio Voltage Terminal Current Terminal	 -3db @ 17Hz; -20db/decade -10.0dB @ 50Hz, -11.4dB @ 60Hz -3db @ 9Hz; -20db/decade -15.3dB @ 50Hz, -16.8dB @ 60Hz
Calibration	None Required
Step Response to 63% Voltage Terminal Current Terminal	 9.4ms 18.2ms

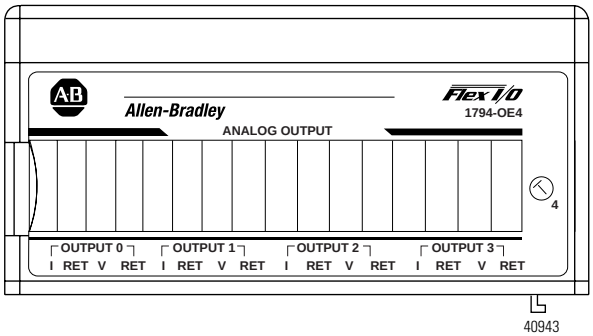
Specifications - 1794-IE8/B (continued)

Absolute Accuracy[1] Voltage Terminal Current Terminal	 0.20% Full Scale @ 25°C 0.20% Full Scale @ 25°C
Accuracy Drift w/Temp. Voltage Terminal Current Terminal	 0.00428% Full Scale/°C 0.00407% Full Scale/°C
Maximum Overload	30V or 32mA continuous, 1 channel at a time

General Specifications

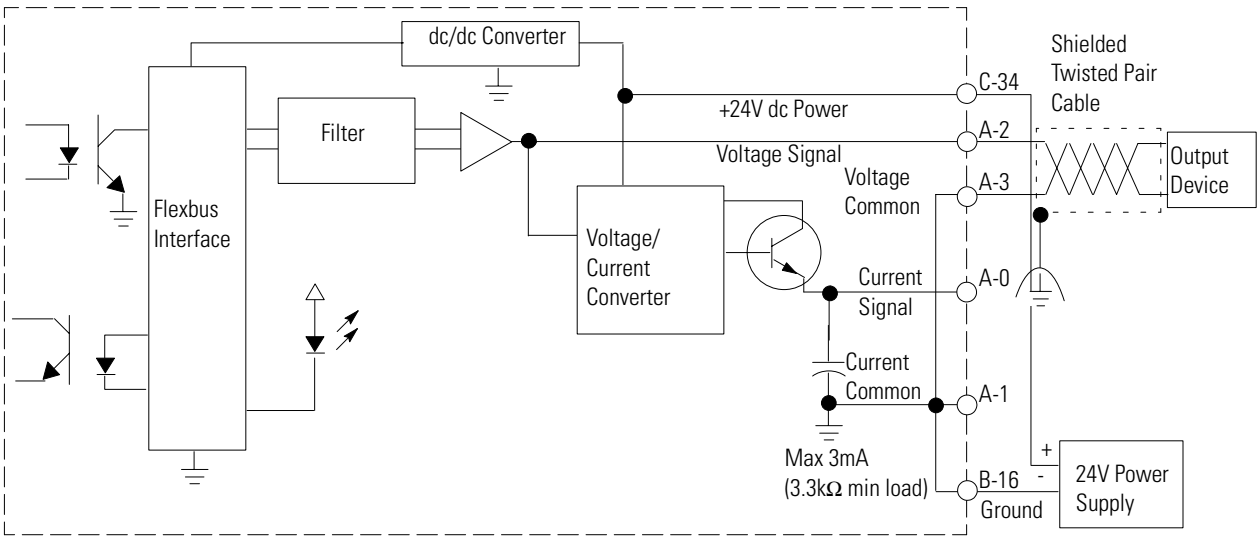
External dc Power Supply Voltage Voltage Range Supply Current	 24V dc nominal 19.2 to 31.2V dc (includes 5% ac ripple) 60mA @ 24V dc
Dimensions HxWxD	46mm x 94mm x 53mm (1.8in x 3.7in x 2.1in)
Environmental Conditions Operational Temperature Storage Temperature Relative Humidity Shock Operating Non-operating Vibration	 0 to 55°C (32 to 131°F) -40 to 85°C (-40 to 185°F) 5 to 95% noncondensing (operating) 5 to 80% noncondensing (non-operating) 30g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width 50g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width Tested 5g @ 10-500Hz per IEC 68-2-6
Conductors Wire Size Category	12 gauge (4mm^2) stranded maximum 3/64 inch (1.2mm) insulation maximum 2[2]
Publications Installation Instructions User Manual	 1794-5.6 1794-6.5.2
Agency Certification	Class I Division 2 certified Groups A, B, C, D certified Class I Zone 2 Group IIC certified

1 Includes offset, gain, non-linearity and repeatability error terms.
2 Use this conductor category information for planning conductor routing. Refer to publication 1770-4.1, "Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines for Noise Immunity."

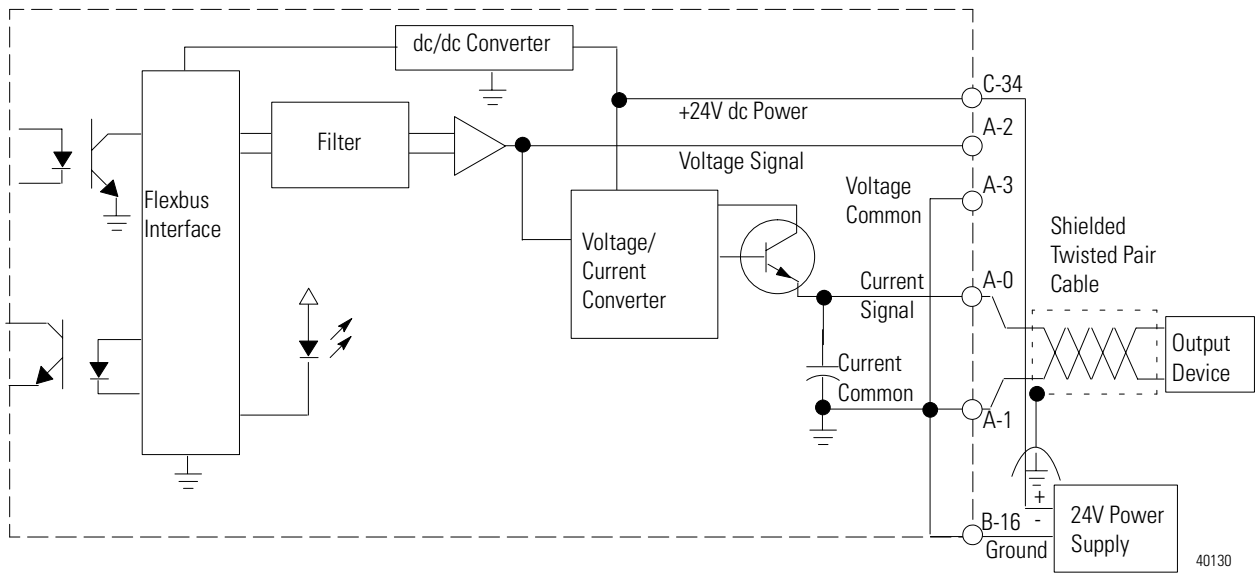


Recommended Terminal Base	Compatible Terminal Base(s)
TB3	TB3S, TB2, TB3T, TB3TS, TBN

Simplified Schematic of Voltage Output 0 TB3, TB3S, TB2, TB3T, or TB3TS shown

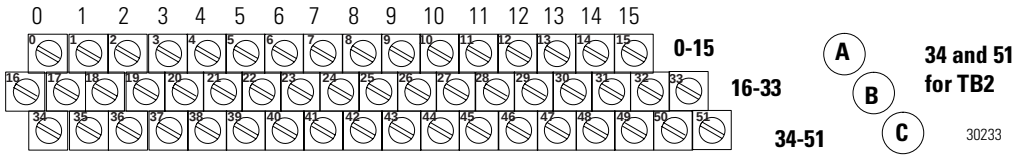


Simplified Schematic of Current Output 0 TB3, TB3S, TB2, TB3T, or TB3TS shown



Wiring

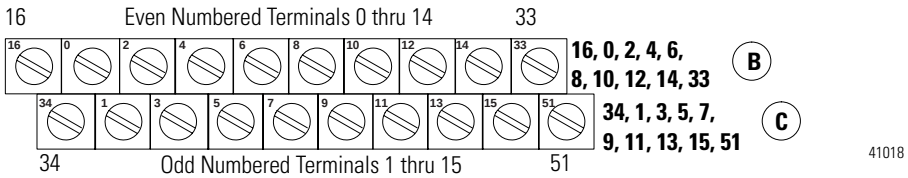
1794-TB3
1794-TB3S
1794-TB2
1794-TB3T
1794-TB3TS



		TB3, TB3S, TB2, TB3T, TB3TS	TB3T, TB3TS			TB3, TB3S, TB2, TB3T, TB3TS	TB3T, TB3TS
Channel	**Signal Type**	**Output Terminals**	**Shield**	**Channel**	**Signal Type**	**Input Terminals**	**Shield**
0	Current Signal	A-0	C-39	2	Current Signal	A-8	C-43
	Current Common	A-1[1]	C-39		Current Common	A-9[1]	C-43
	Voltage Signal	A-2	C-40		Voltage Signal	A-10	C-44
	Voltage Common	A-3[1]	C-40		Voltage Common	A-11[1]	C-44
1	Current Signal	A-4	C-41	3	Current Signal	A-12	C-45
	Current Common	A-5[1]	C-41		Current Common	A-13[1]	C-45
	Voltage Signal	A-6	C-42		Voltage Signal	A-14	C-46
	Voltage Common	A-7[1]	C-42		Voltage Common	A-15[1]	C-46
24V dc Common for TB2, TB3, TB3S: B-16 thru B-33 24V dc Common for TB3T and TB3TS: B-16, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, and 33				+24V dc Power for TB2: C-34 and C-51 +24V dc Power for TB3 and TB3S: C-34 thru C-51 +24V dc Power for TB3T and TB3TS: C-34, 35, 50, and 51			

1 A-1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, and 15 are internally connected in the module to 24V dc common.

1794-TBN



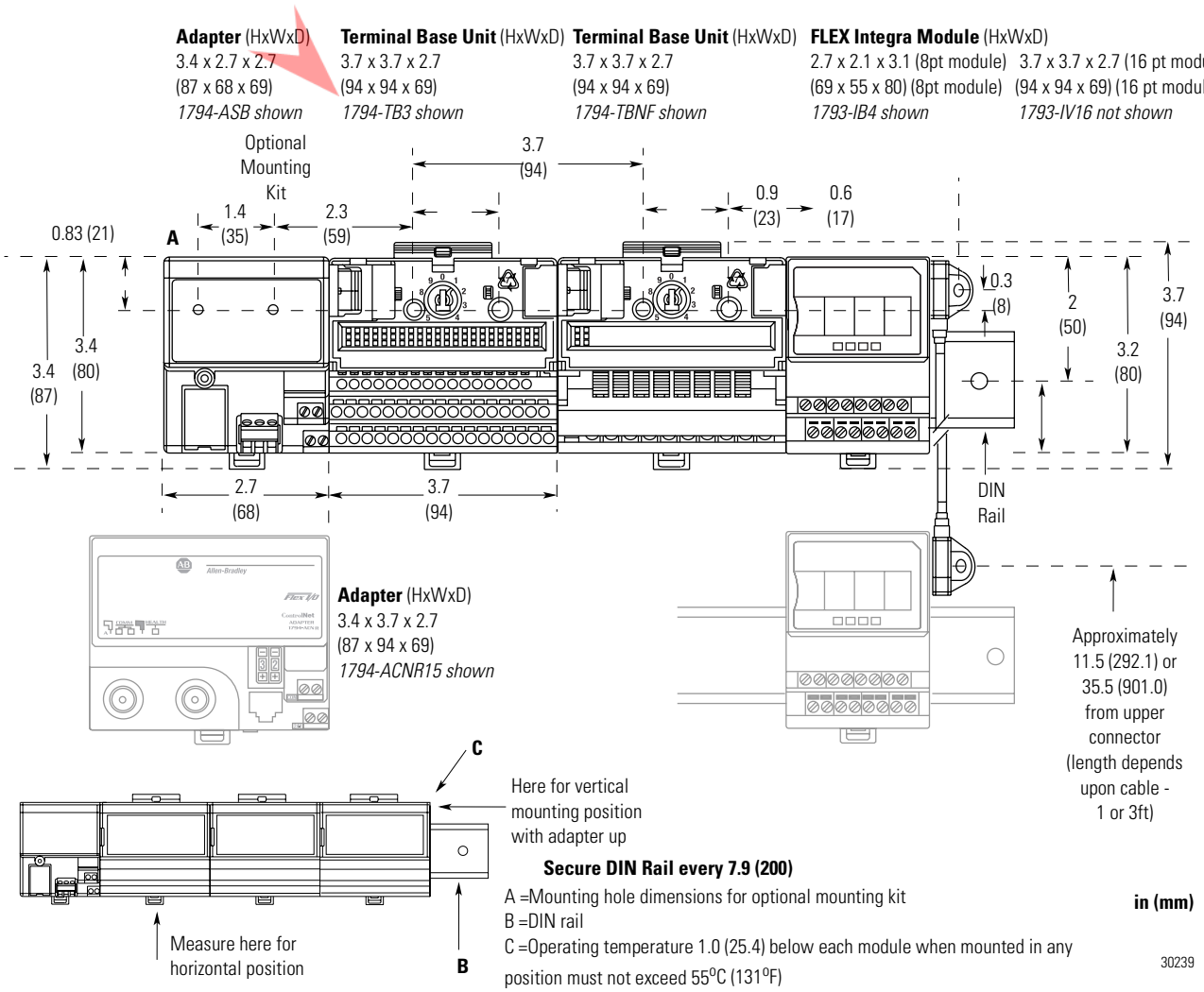
Channel	Type	Output Terminal	Channel	Type	Output Terminal
0	Current Signal	B-0	2	Current Signal	B-8
	Current Common	C-1		Current Common	C-9
	Voltage Signal	B-2		Voltage Signal	B-10
	Voltage Common	C-3		Voltage Common	C-11
1	Current Signal	B-4	3	Current Signal	B-12
	Current Common	C-5		Current Common	C-13
	Voltage Signal	B-6		Voltage Signal	B-14
	Voltage Common	C-7		Voltage Common	C-15
24V dc Common	B-16 and B-33		+24V dc	C34 and C-51	

Specifications - 1794-OE4/B	
Number of Outputs	4 single-ended, non-isolated
Module Location	Cat. No. 1794-TB3, -TB3S, -TB2, -TB3T, -TB3TS, or -TBN Terminal Base Unit
Resolution Voltage Current	12 bits plus sign 2.56mV/cnt 5.13µA/cnt
Data Format	Left justified 16-bit 2's complement
Conversion Type	Pulse Width Modulation
Conversion Rate	1.024ms maximum all channels
Output Current Terminal	0mA output until module is configured 4-20mA user configurable 0-20mA user configurable
Output Voltage Terminal	0V output until module is configured ±10V user configurable 0-10V user configurable
Step Response to 63% of FS	24ms
Current Load on Voltage Output	Maximum 3mA
Resistive Load on mA Output	15 - 750 Ω
Absolute Accuracy[1] Voltage Terminal Current Terminal	 0.133% Full Scale @ 25ºC 0.425% Full Scale @ 25ºC
Accuracy Drift with Temperature Voltage Terminal Current Terminal	 0.0045% Full Scale/ºC 0.0069% Full Scale/ºC
Calibration	None required
Isolation Voltage	Tested at 850V dc for 1s between user and system No isolation between individual channels
Indicators	1 green power indicator
Flexbus Current	20mA @ 5V dc
Power Dissipation	Maximum 4.5W @ 31.2V dc
Thermal Dissipation	Maximum 15.3 BTU/hr @ 31.2V dc
Keyswitch Position	4

General Specifications	
External dc Power Supply Voltage Voltage Range Supply Current	 24V dc nominal 19.2 to 31.2V dc (includes 5% ac ripple) 70mA @ 24V dc (not including outputs)
Dimensions HxWxD	46mm x 94mm x 53mm (1.8in x 3.7in x 2.1in)
Environmental Conditions Operational Temperature Storage Temperature Relative Humidity Shock Operating Non-operating Vibration	 0 to 55ºC (32 to 131ºF) -40 to 85ºC (-40 to 185ºF) 5 to 95% noncondensing (operating) 5 to 80% noncondensing (non-operating) 30g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width 50g peak acceleration, 11(±1)ms pulse width Tested 5g @ 10-500Hz per IEC 68-2-6
Conductors Wire Size Category	12 gauge (4mm^2) stranded maximum 3/64 inch (1.2mm) insulation maximum 2[2]
Publications Installation Instructions User Manual	 1794-5.5 1794-6.5.2
Agency Certification	Class I Division 2 certified Groups A, B, C, D certified Class I Zone 2 Group IIC certified

1 Includes offset, gain, non-linearity and repeatability error terms.

2 Use this conductor category information for planning conductor routing. Refer to publication 1770-4.1, "Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines for Noise Immunity."



ATTENTION



When properly installed, FLEX I/O and FLEX Integra are grounded through the DIN rail to chassis ground. Use zinc-plated, yellow-chromated steel DIN rail to assure proper grounding. Using other DIN rail materials (e.g. aluminum, plastic, etc.) which can corrode, oxidize, or are poor conductors can result in improper or intermittent platform grounding.

If installing FLEX I/O on non-recommended DIN rail materials, use the mounting holes provided in each terminal base or a 1794-NM1 mounting kit with approved mounting bracket. Use mounting screws with star washers to provide the FLEX I/O platform with a chassis ground connection that is not likely to be affected by shock, vibration, or oxidation over time. Mount FLEX Integra only on zinc-plated, yellow-chromated steel DIN rail.

At Allen-Bradley, customer service means experienced representatives at Customer Support Centers in key cities throughout the world for sales, service, and support. Our value-added services include:

Technical Support

- SupportPlus programs
- Telephone support and 24-hour emergency hotline
- Software and documentation updates
- Technical subscription services

Engineering and Field Services

- Application engineering assistance
- Integration and start-up assistance
- Field service
- Maintenance support

Technical Training

- Lecture and lab courses
- Self-paced computer and video-based training
- Job aids and workstations
- Training needs analysis

Repair and Exchange Services

- Your only “authorized” source
- Current revisions and enhancements
- Worldwide exchange inventory
- Local support

The following are trademarks of Rockwell Automation: FLEX I/O, PLC, SLC, SCANport, and PanelView.
DeviceNet is a trademark of Open DeviceNet Vendor Association (O.D.V.A.).
ControlNet is a trademark of ControlNet International.
RSWire is a trademark of Rockwell Software, Inc.
AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

Reach us now at www.rockwellautomation.com

Wherever you need us, Rockwell Automation brings together leading brands in industrial automation including Allen-Bradley controls, Reliance Electric power transmission products, Dodge mechanical power transmission components, and Rockwell Software. Rockwell Automation's unique, flexible approach to helping customers achieve a competitive advantage is supported by thousands of authorized partners, distributors and system integrators around the world.



Americas Headquarters, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204, USA, Tel: (1) 414 382-2000, Fax: (1) 414 382-4444
European Headquarters SA/NV, avenue Herrmann Debroux, 46, 1160 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 06 00, Fax: (32) 2 663 06 40
Asia Pacific Headquarters, 27/F Citicorp Centre, 18 Whitfield Road, Causeway Bay, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Rockwell Automation

Publication 1794-2.1 - January 2000
Supersedes Publication 1794-2.1 - February 1999

© 2000 Rockwell International Corporation. Printed in the U.S.A.

2.5. Remote Communication Module

(see next page)

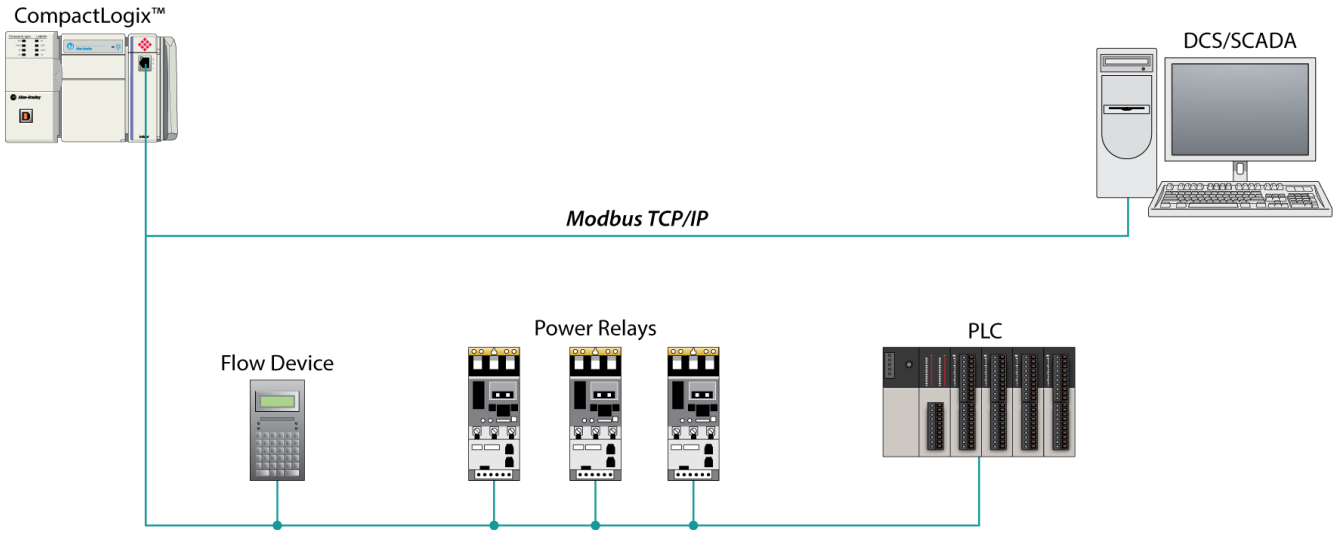
DATASHEET

Modbus TCP/IP Enhanced Communication Module

MVI69E-MBTCP



The MVI69E-MBTCP Modbus TCP/IP module for the CompactLogix™ series of controllers is designed for all applications requiring Modbus TCP connectivity. This module comes with an Add-on Profile and an Add-on Instruction to reduce commissioning time. The MVI69E-MBTCP has a single Ethernet port for diagnostic and application data. The module supports both Client and Server connectivity to interface with a variety of devices using the Modbus Protocol.



Features

- Supports CompactLogix processors with 1769 I/O bus capability version 16 and greater (MicroLogix 1500 not supported)
- Add-on Instruction creates UDTs, providing logical definitions for I/O, status, and control data
- Add-on Profile support, improving integration in the CompactLogix System
- Diagnostic data available in processor controller tags, enabling decisions to be made based upon node health
- Module configuration backed up in CompactLogix project (ACD file)
- Module acts as a co-processor reducing impact to PLC scan time
- Supports up to 10,000 words of data
- Supports up to 20 Client and 20 Server connections simultaneously
- Supports Enron and Daniel style Floating point data implementation
- Suitable for SCADA and field device interface applications

General Specifications

Configuration	ProSoft Configuration Builder	
I/O Size	60/120/240 - 16 bit integers	
Available Data	10,000 words	
Floating Point Data	Floating point data movement supported, including configurable support for Enron, Daniel®, and other implementations	
Modbus Function Codes Supported	1: Read Coil Status 2: Read Input Status 3: Read Holding Registers 4: Read Input Registers 5: Force (Write) Single Coil 6: Preset (Write) Single Holding Register 8: Diagnostics (Slave Only, Responds to Sub function 00)	15: Force(Write) Multiple Coils 16: Preset (Write) Multiple Holding Registers 17: Report Slave ID (Slave Only) 22: Mask Write Holding Register (Slave Only) 23: Read/Write Holding Registers (Slave Only)

Functional Specifications

Modbus Client

Configured as a Modbus Client, the module actively issues Modbus commands to other nodes on the Modbus network.

Client Connections	20
Command List	Up to 16 command per Client connection, each fully configurable for function, slave address, register to/from addressing and word/bit count.
Command Control	Configured commands can be controlled directly from ladder logic
Polling of command list	Configurable polling of command list, including continuous and on change of data.
Status Data	Error codes available on an individual command basis. In addition, a slave status list is maintained per active Modbus Client

Modbus Server

Configured as a Modbus Server, the module acts as a node and permits a remote Client to interact with all data contained in the module.

Server Connections	10 - MBAP Connections 10 - Encapsulated Modbus Connections
Status Data	Error codes, counters and port status available per configured slave

ProSoft® TECHNOLOGY

Where Automation Connects™

Global Distribution

ProSoft Technology® products are distributed and supported worldwide through a network of over 500 distributors in over 50 countries. Our knowledgeable distributors are familiar with your application needs. For a complete list of distributors, go to our web site at:

www.prosoft-technology.com

Global Support

We are there for you

All ProSoft Technology products are backed with free, technical support and a three year warranty. Contact our worldwide Technical Support team directly by phone or email.

Global Offices

We are where you are

ProSoft Technology has regional offices worldwide available to help you with all your industrial application needs. If you need help choosing a ProSoft Technology solution for your particular application check out our contact information under *About Us* on the web site at:

www.prosoft-technology.com

Whether your application is large or small, our technical professionals are there to help you choose the right communication solution.

Hardware Specifications

Specification	Description
Dimensions	Standard 1769 Single-slot module
Current Load	500 mA max @ 5 VDC Power supply distance rating of 4
Operating Temp.	32° F to 140° F (0° C to 60°C)
Storage Temp.	-40° F to 185° F (-40° C to 85° C)
Relative Humidity	5% to 95% (with no condensation)
LED Indicators	Configuration Status Application Status Backplane Connectivity Status Module Status
Debug/App Port	10/100 Ethernet Port (Auto-negotiating)
Shipped with Unit	1 - 6 foot Ethernet Cable

Agency Approvals & Certifications

Agency
ATEX; Category 3, Zone 2
CE Mark
CSA; CB Safety
Environmental
KCC
RoHS Compliant
UL/cUL; Class 1, Div. 2 Groups A, B, C, D

Additional Products

ProSoft Technology® offers a full complement of hardware and software solutions for a wide variety of industrial communication platforms. For a complete list of products, visit our web site at: www.prosoft-technology.com

Ordering Information

To order this product, please use the following:

Modbus TCP/IP Enhanced Communication Module

MVI69E-MBTCP

To place an order, please contact your local ProSoft Technology distributor. For a list of ProSoft Technology distributors near you, go to: www.prosoft-technology.com

and select *How to Buy* from the menu.

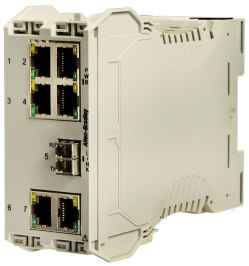
Copyright © 2013 ProSoft Technology, Inc., all rights reserved. 8/5/2013

2.6. Unmanaged Switch

(see next page)

Ethernet Switches

Stratix 2000 Unmanaged Switches



Stratix 2000™ industrial-grade unmanaged switches require no configuration, which helps you set up and install your switch quickly. The Stratix 2000 line has flexible power requirements and can be used with AC or DC power. The switches connect easily with Logix controllers and have features to autonegotiate for speed and duplex per port. Stratix 2000 switches are ideal for small, isolated networks.

Features

- Easy to start up and use
- Multiple port count and fiber options available
- AC or DC power
- Autonegotiates speed & duplex setting
- Automatic cable cross over detection

Product Selection

Cat. No.	Description	
1783-US03T01F	3 copper ports 1 fiber port	
1783-US5T	5 copper ports	
1783-US06T01F	6 copper ports 1 fiber port	
1783-US8T	8 copper ports	

Technical Specifications

	1783-US03T01F	1783-US06T01F	1783-US5T	1783-US8T
Ports per Module	4	7	5	8
Copper Ports	3	6	5	8
Fiber Ports	1	1	–	–
Power Requirements	24V DC (10...35V DC) or 20V AC (10...24V AC)		24V (18…60V DC, 18…30V AC 50/60 Hz), 361 mA, Class 2/SELV	
Current Consumption, Max.	400 mA at 10V DC		–	
Power Consumption, Max.	4 W (6 VA)		2 W at 24V AC/DC	4.04 W at 24V AC/DC
Inrush Current, Max.	2.2.A		2.2 A	
Fiber Optic Ethernet Data Rate	100 Mbps		–	–
Fiber Optic Link Budget	8 dB with 62.5 / 125 µm multimode cable 4 dB with 50 / 125 µm multimode cable		–	–
Fiber Optic Cable Length, Max	Graded index multimode fiber; 2000 m		–	–
Fiber Optic Connector Type	LC		–	–

Product Specifications

Click the following link for full product specifications: Technical Specifications [PDF]

Accessories

See the Accessories tab for information on Ethernet cables.

Copyright © 2014 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

2.7. VSD – PowerFlex

(see next page)

PowerFlex 755 AC Drive with Integrated Motion

Bringing Together the Powerful Performance of Integrated Motion and EtherNet/IP™

Integrated Motion on EtherNet/IP™

- Enjoy all the benefits and simplicity of Rockwell Automation® Integrated Motion on EtherNet/IP. Get complete machine support on a single, flexible EtherNet/IP network architecture.
- Rockwell Automation Integrated Motion on EtherNet/IP uses CIP Motion™ and CIP Sync™ technology from ODVA, all built on the Common Industrial Protocol (CIP). Global standards help ensure consistency and interoperability
- EtherNet/IP uses standard, unmodified Ethernet, and allows you to effectively manage real-time control and information flow for improved plant-wide optimization, more informed decision-making and better business performance
- Time synchronization of drives, I/O and other EtherNet/IP compliant devices provides the performance to help solve the most challenging applications
- A single software package, RSLogix 5000, provides complete system support including motion configuration, programming, commissioning, diagnostics and drive maintenance
- Use of standard Ethernet allows you to connect to a large number of business, commercial and industrial devices; there's no need for proprietary hardware or software

Embedded Safety

With safety options that can be easily integrated into the AC drive helps to:

- Lower Total System Cost – fewer components and wire terminations
- Enhance operator safety
- Improve machine availability through reduced downtime
- Simplify installation and commissioning
- Capture excellent machine information and diagnostics



Achieve a new level of machine flexibility and functionality

The PowerFlex 755 drive is aimed to maximize your investment and help improve productivity. Now with the added capability of integrated motion, for the first time, PowerFlex and Kinetix drives can be on the same network – EtherNet/IP – and configured, programmed and controlled using RSLogix 5000 via motion instruction sets.

Integrated Motion on EtherNet/IP not only provides high performance closed- and open-loop drive control on a single network but with motion profiles and instructions embedded in the controller, helps ensure device precision and synchronization. Add in safety options and you have an AC drive that can make a difference in your machine.

When you move to Integrated Motion on EtherNet/IP, you can benefit from complete machine support on a single, flexible network, eliminating the need for dedicated networks and control modules.

PowerFlex 755 AC Drive with Integrated Motion

Integrating the PowerFlex 755 with ControlLogix controllers through Integrated Motion allows you to expand your system solutions to include drives with a higher power range, wider selection for feedback and motor support along with configuring, controlling, and monitoring via RSLogix 5000 for their systems.

Improve performance with drive control performed by the programmable automation controller.

- Actual drive parameters reside in PAC
- Actual drive program resides in PAC
- Actual drive control resides in the PAC

Fully integrated motion support for PowerFlex 755 connected with EtherNet/IP. Configuration is streamlined with motion profiles and instruction sets in the ControlLogix controller

- Motion programming, configuration, commissioning, and motion tools in RSLogix 5000 allow you to:
- Configure drive and I/O
- Configure up to 100 axes
- Monitor drive status and time-stamped diagnostics
- Synchronized position and velocity control
  - Multi-axis
  - Kinematics
  - P-caming
  - Electronic gearing
  - Point to point
- Create user defined data types to easily represent specific components of your application in one structure

Application programs can be developed independent of the drive

- Use PowerFlex 755 drives along with Allen-Bradley Kinetix servo drives without application program impact

Support induction and permanent magnet motors, including Allen-Bradley MP-Series, RDD-Series and HPK-Series servo motors for a variety of applications

Supports multiple feedback interfaces for a wide range of applications

- Incremental, EnDat and Hiperface for Stegmann and Heidenhain high resolution feedback, SSI and BiSS for rotary and linear applications

SYSTEM REQUIREMENTS
PowerFlex 755 with Integrated Motion

Use these high performance products when putting together an Integrated Motion system using the PowerFlex 755:

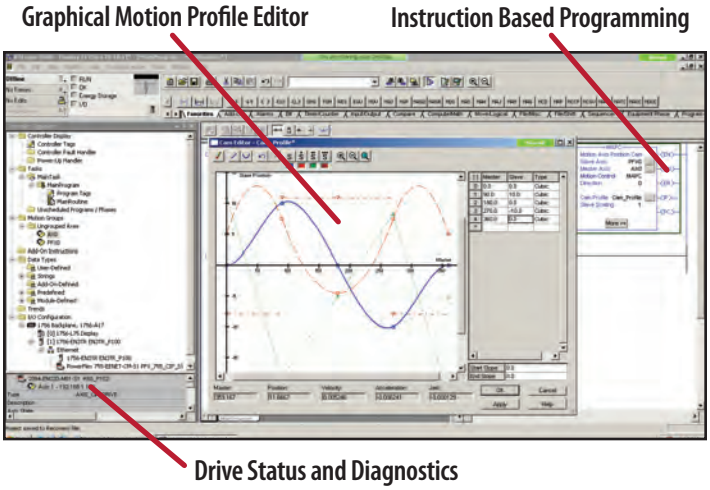
RSLogix 5000 Software*
The only software you'll need for programming, configuration, diagnostics and maintenance

ControlLogix® L6X or L7X Controller with a 1756-ENxT EtherNet/IP module – Supports as many as 255 axes per controller

Managed or unmanaged Stratix switches – based on your application and topology

Any of several hundred industrial devices using EtherNet/IP – including I/O, robots, smart actuators, torque tools, etc.

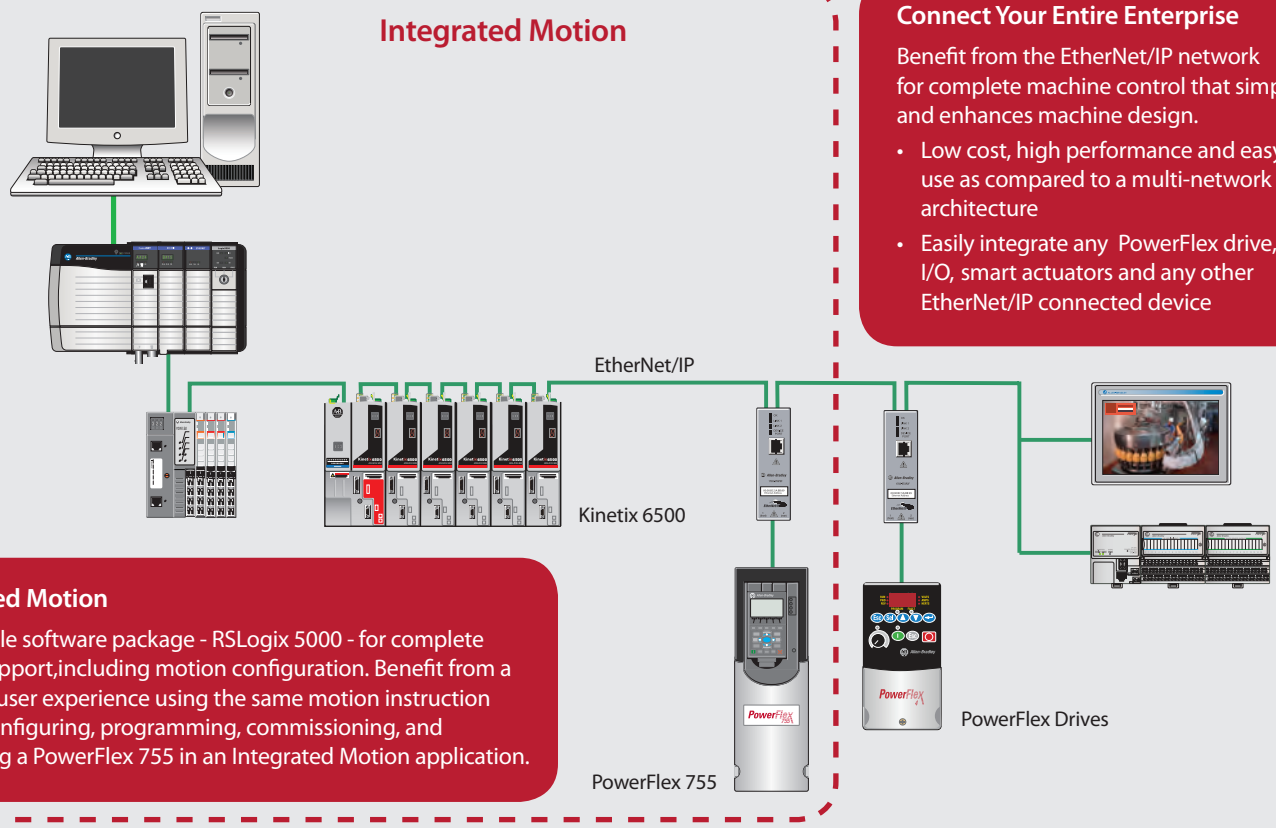
DriveToools and DriveExplorer can continue to be used with PowerFlex 755 drives with Integrated Motion for drive monitoring, maintenance and troubleshooting.



RSLogix 5000 software provides complete motion support for the Kinetix 6500 servo drive and PowerFlex 755 VFD drive for standardized operation and consistent behavior of the drives. The common user experience simplifies drive use.

**RSLogix 5000 support for PowerFlex 755 with Integrated Motion available August 2010*

EtherNet/IP–A Single Network for Complete Machine Control



Connect Your Entire Enterprise

Benefit from the EtherNet/IP network for complete machine control that simplifies and enhances machine design.

- Low cost, high performance and easy to use as compared to a multi-network architecture
- Easily integrate any PowerFlex drive, I/O, smart actuators and any other EtherNet/IP connected device

Integrated Motion

Use a single software package - RSLogix 5000 - for complete system support,including motion configuration. Benefit from a common user experience using the same motion instruction sets for configuring, programming, commissioning, and diagnosing a PowerFlex 755 in an Integrated Motion application.

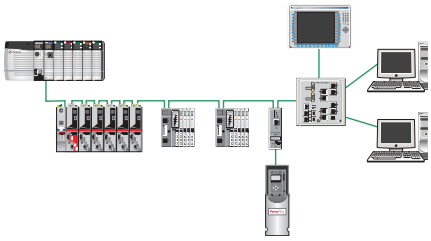
EtherNet/IP is Established

- Real-Time Control Since 2001
- More than 2 million nodes installed
- More than 250 vendors with support for more than 850 devices
- Used in more than 80 countries

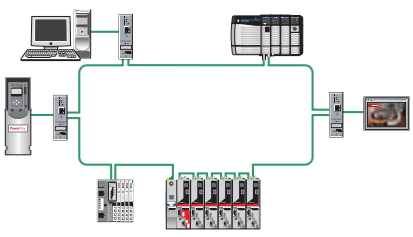
Unlike other Ethernet-based solutions, EtherNet/IP does not require use of non-standard infrastructure components and can be integrated into your plant-wide Ethernet network without the use of gateways or routers. The use of standard Ethernet allows you to protect your investment by using established technology that is being advanced throughout global industries.

The right topology for your machine

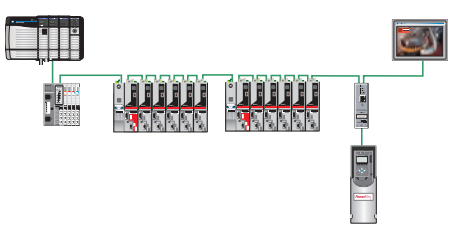
- Get machine flexibility with support for any Ethernet topology
- Device level star, hybrid, ring and linear topologies
- Mix drives and any other EtherNet/IP device on a common subnet



A hybrid topology is cost-effective for a broad range of devices with varying connectivity.



Device Level Ring is an ODVA standard and requires no additional hardware to implement. This single fault tolerant network provides resiliency.



Linear Ethernet segments greatly extend the length of the application. There's no need to run cables from each device back to a centralized switch.

PowerFlex 755 Safety Benefits

Safety options can help provide reduced downtime paired with an increase in productivity while protecting your personnel and equipment.

Safe Speed Monitor

With the Safe Speed Monitor option you can safely monitor and control the speed of your application which allows operators to perform process or maintenance work without stopping the machine.

- When necessary, monitor the speed of your application. If in excess of the safe speed you have defined, initiate Safe Stop
- SIL CL3, Cat. 4, PL e safety performance
- Configuration over web server and IE
- Offers complete flexibility for input and output device selection
- Provides support for multiple built-in safety functions for the PowerFlex 755 drives, including:
  - Safe Stop
  - Safe limited speed
  - Safe direction monitoring
  - Enabling switch control
  - Zero speed monitoring
  - Safe maximum speed
  - Door monitoring and control
  - Safe Max Accel monitoring

The PowerFlex 755 with the 20-750-S1 safety option, provides a TUV certified safety solution that meets ISO/EN13849-1

Safe Torque-Off

Safe Torque-Off functionality offers the benefit of quick start-up after a demand on the safety system and helps reduce wear from repetitive start-ups.

- Drive output is safely disabled to eliminate motor torque without removing power from the entire machine
- SIL CL3, Cat. 3, PL e safety performance
- Provides substantial wiring simplification and excellent safety performance
- Low Total Cost of Ownership (TCO) compared with competitive alternatives and provides safety ratings up to and including PLe/SIL3 and CAT 3.

In applications where the speed needs to be controlled and monitored, the Safe-Speed Monitor option for the PowerFlex 750-Series combines Safe Torque-Off capability with integrated safety relay functionality and the Safe-Speed Control technology in one hardware option to provide safety ratings up to and including PLe/SIL3 and Cat 4.

These safety options can help provide reduced downtime paired with an increase in productivity while protecting your personnel and equipment.

PowerFlex 755 AC Drive



The PowerFlex 755 offers more selection for control and supporting hardware options than any other AC drive in its class including:

- **Standard embedded Ethernet port** allows you to easily configure, control and collect drive data over an EtherNet/IP network
- **Predictive diagnostics** allow the PowerFlex 755 to keep track of information that affects the life of its cooling fans, relay outputs, and can be programmed to monitor the run time hours for machine or motor bearings, giving you advanced notification to help prevent unplanned downtime
- **Option Cards – Five (5) option slots** capable of accepting a combination of options for control, communications, I/O, feedback, safety and auxiliary control power allowing you to meet your specific application requirements with scalable control and hardware options
- **Safe Torque-Off and Safe Speed Monitor Safety options** help protect personnel and equipment, conserve space in panels, minimize downtime, and provide a choice for safety levels depending on your application requirements.
- **Factory and field installable enclosure options** are available to meet most environmental requirements.

Motor Control	• Vector Control w/FORCE Technology with and without an encoder • Sensorless Vector Control • Volts per Hertz • Permanent Magnet Motor Control
Ratings 400-480V	• 0.75...400 kW • 1...650 Hp
Enclosure Types	• IP00/IP20, NEMA/UL Open Type • Flange Mount Back: IP66, NEMA/UL Type 4X • IP54, NEMA/UL Type 12
Standards and Certifications	• UL, CE, cUL, C-Tick, SEMI F47, GOST-R • TUV FS ISO/EN13849-1 (EN954-1) for Safe Torque-Off and Safe Speed Monitor options • ROHS compliant materials
Conformal Coating	• Standard
Integrated Safety	• Safe Torque-Off SIL CL3, PLe, Cat 3 • Safe Speed Monitor SIL CL3, PLe, Cat 4

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Publication 755-PP001C-EN-P - March 2010

Copyright ©2010 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

2.8. FactoryTalk Energy Metrix

(see next page)

FactoryTalk® EnergyMetrix

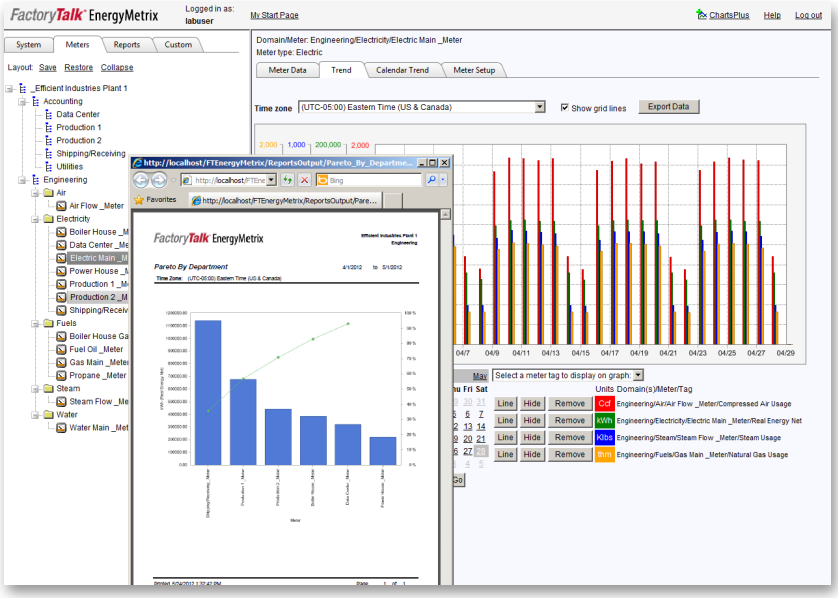
Capture, analyze, store and share critical energy information

Rockwell Software

Features and Benefits

FactoryTalk EnergyMetrix provides a comprehensive view of energy data in one place. With FactoryTalk EnergyMetrix, you can:

- Provide accurate cost accounting based on energy usage
- Generate energy reports and charts for a process, line, area, department, or facility
- Optimize energy procurement
- Monitor harmonics to facilitate targeted maintenance
- Easily procure and analyze energy information with minimum capital investment
- Understand the impact of power quality events on your equipment or facility
- Assign energy costs to the process that generated those costs
- Generate customized reports to suit your information needs



Visualize your energy usage with FactoryTalk EnergyMetrix

Overview

FactoryTalk® EnergyMetrix is a web-enabled, energy management software package that gives you access to critical energy information from virtually any location. The software combines data communication, client-server applications and Microsoft's advanced .NET™ Web technology to provide you with a complete energy-management decision support tool.

With FactoryTalk EnergyMetrix, you can capture, analyze, store and share energy data with key stakeholders using a standard web browser. This makes it simple to distribute the knowledge necessary to optimize energy consumption, manage power quality, correlate energy usage, determine cost to production, negotiate energy rates and improve efficiency.

Offering insight across processes, across facilities or across countries, FactoryTalk EnergyMetrix is a scaleable solution that help you drive smart energy decisions.

LISTEN. THINK. SOLVE.®

Scalability

FactoryTalk EnergyMetrix has the scalability to add additional software features while maintaining your initial investments

Base Package

FactoryTalk EnergyMetrix Manager – The core data logging, reporting, trending and billing software package; available with the option of Microsoft SQL2008 server Client or Processor license

Additional Options

FactoryTalk EnergyMetrix RT – A real-time communications and configuration tool for configuring Allen-Bradley® PowerMonitor™ power meters and display their real-time data and power quality information

FactoryTalk EnergyMetrix OPC Client – Provides connectivity to third-party meters, sensors, programmable logic controllers and power monitors using OPC

FactoryTalk EnergyMetrix ChartsPlus – Offers additional charts and chart tools, including powerful energy benchmarking, forecasting and analysis tools

FactoryTalk EnergyMetrix ReportsPlus – Includes enhanced reporting features such as additional load factor, electrical summary, powerfactor and efficiency reports; provides the ability to create customizable reports

Meter Bundles – Additional meters can be added to the license available in the following bundles: 10 meters, 50 meters, 100 meters, 500 meters

Connectivity

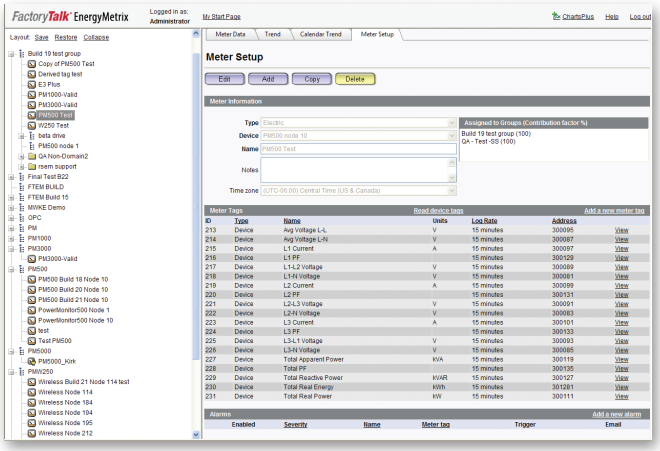
Log data from Allen-Bradley hardware or third-party devices using RSLinx® Classic or OPC

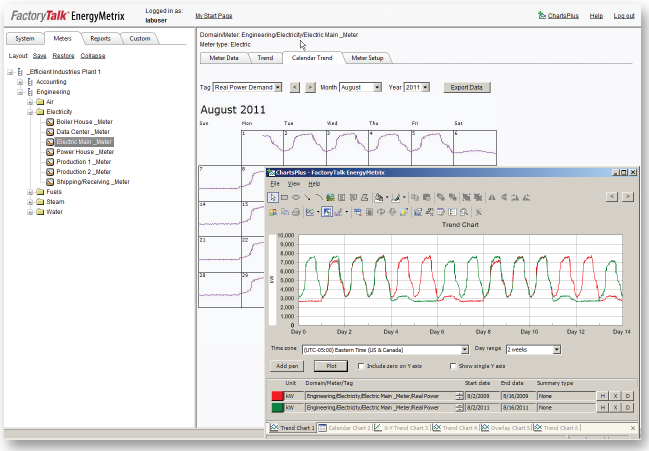
- Supports connectivity to Allen-Bradley PowerMonitor hardware, overload relays, motor protection devices, EEMs, and PLCs via RS-485, EtherNet/IP™, DeviceNet™, ControlNet™, RIO pass-thru, optical and modem
- These communications are available through RSLinx drivers or OPC connectivity for third-party devices
- FactoryTalk Directory support
- FactoryTalk Live Data support

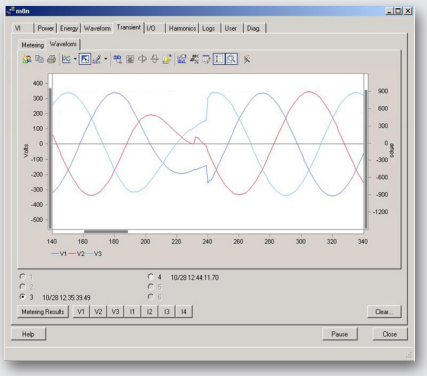
Configuration

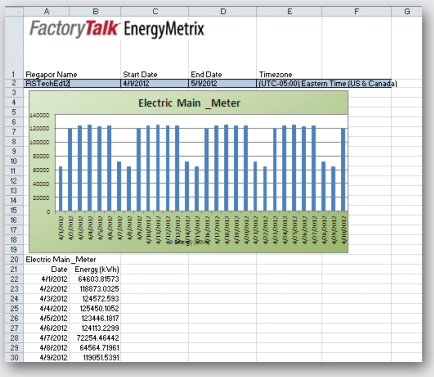
Web-based application simplifies configuration

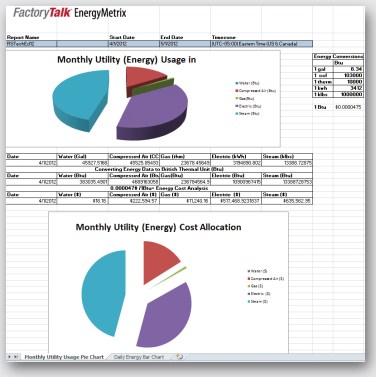
- Configure Allen-Bradley PowerMonitor power meters
- Configure Water, Air, Gas, Electric, Steam (WAGES) or other energy meters
- Configure manual meters for manual data entry (useful for entering in production data)
- Configure groups and tree structure to simulate organization or department schema
- Allocate meters to groups for cost allocation
- Create rate schedules to replicate energy bills











Monitoring and Reporting

Capture a variety of data to support load-profiling, cost-allocation and billing analysis

- Log power and energy data from Allen-Bradley PowerMonitor meters, overload relays and motor protection devices
- Log energy usage, flow, temperature and pressure from PLCs or third-party devices
- Log production data manually or from a PLC
- View real-time data
- View and trend historical data dynamically or within custom reports and charts
- Compare alternative rate schedules to analyze potential cost savings
- Create energy budgets and forecasts
- Establish energy savings goals and track progress based on live data

Power Quality Analysis

Better understand power quality and how it affects your facility

- Perform waveform captures to correlate phase-to-phase relationships
- Plot transients, surges and sags on ITI (CBEMA Curves)
- Display harmonics, THD, K-factor and Crest Factor
- Generate power quality charts and reports

Alarming

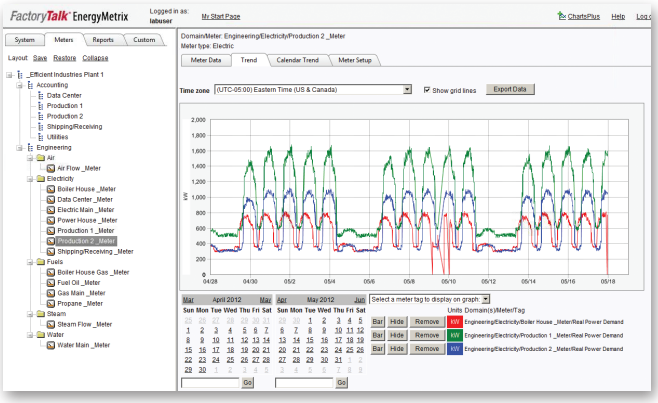
Create user-defined conditions to generate alarms

- Generate threshold alarms based off of any parameter being logged to the system
- Email or text alarm alerts to specified users

Security

Leverage multiple security levels to help protect your data

- Multi-user and assignable roles to allow specific data access
- Windows® Active Directory (LDAP) support for synchronized passwords



FactoryTalk Services							
FactoryTalk® Services deliver value. They are a shared set of common features that allows superior interoperability and commonality between applications for reduced engineering, operations and training costs, while extending the life of existing investments. The FactoryTalk Services provide a solid foundation for today and a path for the future.							
	Activation	Directory	Security	Diagnostics	Audit	Live Data	Alarms & Events
FactoryTalk® VantagePoint	✓	✓				✓	

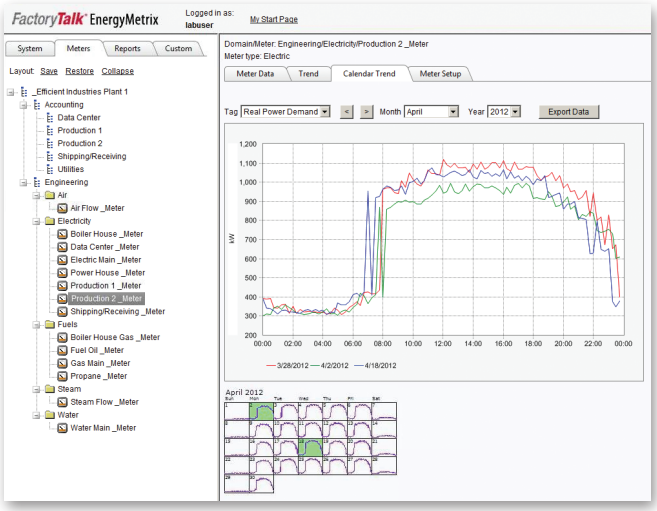
System Requirements

Minimum system requirements

- Windows 2003 Server or Windows 2008 Server. 32- or 64-bit operating system. RSLinx Classic software version 2.57 or later is required for 64-bit OS support.
- 4 GB RAM
- 160 GB hard disk (separate disk(s) for operating system/log files and then RAID 5 for main database files preferred)
- Microsoft SQL Server 2005 SP3 or 2008, installed with mixed-mode authentication (Windows and SQL)
- Microsoft .NET Framework software, version 3.5

Client Requirements for compatibility with FactoryTalk EnergyMetrix software include the following:

- Microsoft Windows XP or Windows 7 operating systems
- Internet Explorer web browser, version 8.0
- Adobe Acrobat Reader software, version 7.0 or later is required to view FactoryTalk EnergyMetrix reports
- Microsoft .NET Framework software, version 3.5, SP1



Get More Information

For ordering information contact your local Rockwell Automation sales office or Allen-Bradley distributor. Or learn more by visiting http://discover.rockwellautomation.com/energy

Allen-Bradley, FactoryTalk, PowerMonitor and RSLinx are trademarks of Rockwell Automation, Inc.
Trademarks not belonging to Rockwell Automation are property of their respective companies.

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Publication FTALK-PP020B-EN-P – October 2012
Supersedes Publication FTALK-PP020A-EN-P– July 2012

Copyright © 2012 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

2.9. FactoryTalk View SE

(see next page)

FactoryTalk® View Site Edition

FactoryTalk®

Powerful, scalable visualization solutions

Advantages

- Scalable HMI solutions from single station to multi-client / multi-server systems
- Continuous system visibility through FactoryTalk and redundancy-enabled HMI, Alarm, and Data Servers
- Integration and sharing of data with other Rockwell Software products
- Restricted access to control system assets and ability to meet the most stringent security requirements such as FDA 21 CFR Part 11
- Alarm management through a comprehensive alarm summary and alarm history viewer
- Highly reliable client and server communication
- Fast and reliable data access to the Logix Family of Controllers
- Easy connectivity options for non-Logix and 3rd-party controllers
- Reduction in application development time with global objects, pre-engineered faceplates, and tag-less HMI Server
- Extended visualization and real-time decision capabilities to web-enabled users

Build a better view with FactoryTalk View Site Edition.



Overview

To meet plant floor expectations, HMI software must meet the demands of multiple stakeholders.

- Engineering and Maintenance demand the tools to quickly develop applications, scale architectures, and easily maintain systems once deployed.
- The Operations group demands robust products that have easy to understand display screens, quick access to alarming, and system-wide diagnostics.
- Production Information Technology (IT) demands system-wide security, web capabilities, high available systems and alignment with virtualized solutions.

FactoryTalk View Site Edition meets the demands of each of these groups, providing robust and reliable functionality in a single software package that scales from a stand-alone HMI system to a distributed visualization solution. With FactoryTalk View SE, HMI challenges in process, batch and discrete applications are managed in a single software solution that enables critical visibility when and where you need it.

Engineering and Maintenance

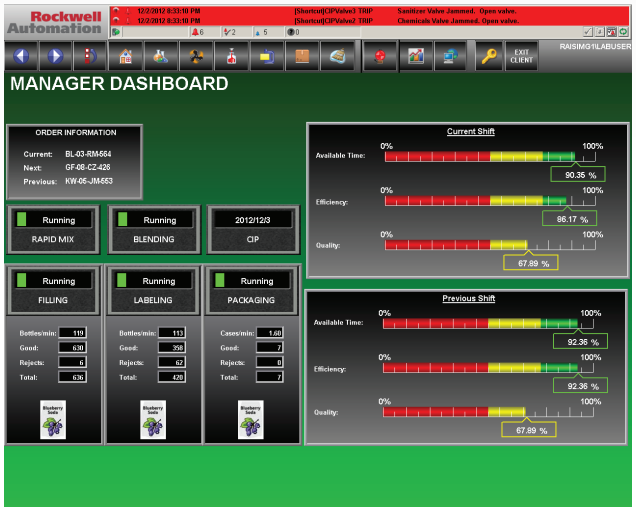
Delivering tools to quickly develop applications, scale architectures, and easily maintain systems.

Design Time Effectiveness

FactoryTalk® View Studio provides a centralized application framework for managing and editing any of the components of an HMI solution. Import / Export a component from previous work or leverage pre-engineered faceplates to speed along application development. While commissioning the system or in full operation, make edits to the application while the system is running. Once the edits are saved, the changes are rolled out to the clients dynamically.

With Global Objects you can create a core set of functionality to build out a library of faceplates or other common components to be used on multiple graphic screens or multiple instances on a single graphic screen. These objects can be defined with parameters that are passed in at runtime for each unique instance. From maintainability perspective, when the base object is edited, all linked instances of the object are updated with the changes – all while the system is running! This reduces the overall maintenance effort and the probability of introducing errors.

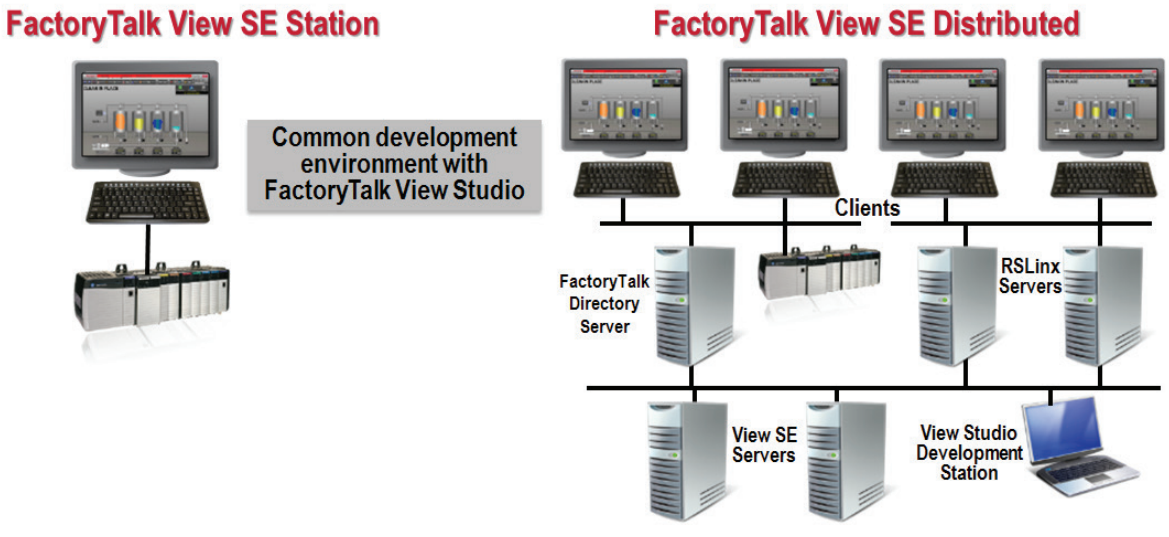
Finding and replacing a tag or string value in an HMI application can be time consuming and prone to errors. Using the built-in Find and Replace capability streamlines this operation for you. Leveraging the Cross-Reference capability, you can get a complete listing of where the specified string is referenced throughout the application. Selecting any one of the items in the list opens it for editing without having to search for the project file.



The new gradient shading capability enhances graphical look and feel while maintaining operator effectiveness.

Scalable Architecture to Meet Your Needs

Architect the right solution to meet today's needs while supporting future expansion as your system grows. FactoryTalk View Site Edition (SE) is scalable from a single station HMI to a multi-client / multi-server site-level supervisory solution. Within a complex architecture, the use of FactoryTalk® Live Data optimizes connections between FactoryTalk View SE and other FactoryTalk-enabled products, providing highly-reliable communication within the architecture. This provides optimized, real-time data transfer and more reliable, efficient connections to data servers. FactoryTalk View SE accesses other FactoryTalk-enabled components through the FactoryTalk Directory. The directory is a common address book that tracks the location of other servers configured in the system in order to enable sharing of data.

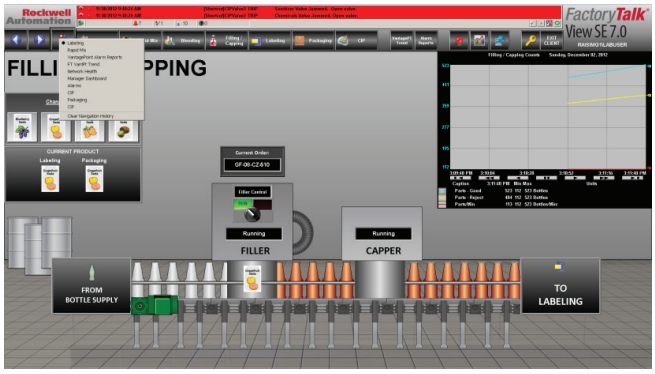


Operations

Delivering robust products that have easy to understand display screens, quick access to alarming, and system-wide diagnostics.

Operator Effectiveness

The ability to quickly visualize the situation and navigate to a more detailed screen is essential when monitoring an alarm condition. With web browser style navigation buttons, you can quickly navigate to previous screens or select a specific screen from the history list.



The ability to enhance the graphical look and feel with tools like gradient shading gives operators a better ability to interpret machine or system performance.

Alignment with Standards

To align with ISA Standard 18.2, FactoryTalk Alarms and Events support all of the standard alarming states, including the Shelved state- similar to the Suppressed state but with an expiration time. Select one or more alarms to shelve in order to remove them from visibility. The shelved alarm will become visible again when the shelve time expires, or when the alarm is manually unshelved.

System Wide Diagnostics

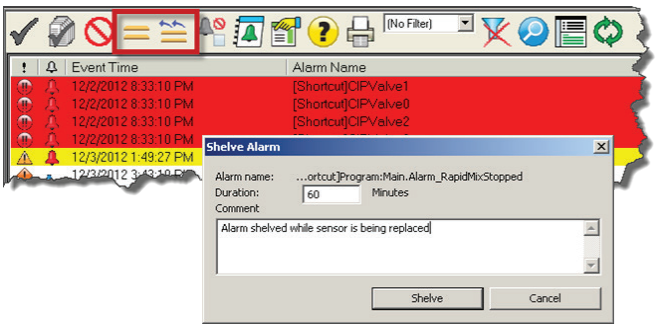
FactoryTalk® Diagnostics allows FactoryTalk-enabled products to report, route and store information about events that happened in a system . This information can be correlated across multiple PCs in order to provide a system wide diagnostic solution for trouble-shooting and determining root cause.

Extensive Alarming Capabilities

Alarm monitoring is a critical function the operator must perform. Providing the alarm management components in an HMI solution is a requirement. FactoryTalk® Alarms and Events provide reliable, real-time visibility into critical conditions that require immediate attention. Operators view and interact with alarm conditions throughout the integrated architecture with easy-to-use graphical items, Alarm Summaries and Alarm Logs.

FactoryTalk Alarms and Events support two different types of alarming options –tag based alarms and device based alarms (which reside in the Logix controller).

- Tag-based Alarms are similar to traditional alarm systems where data points in the controller are polled looking for a state change as an alarm condition. All processing and alarm management is done at the server level.
- Device-based Alarms are alarmed based instructions (ALMA and ALMD) that reside in the Logix controller. All of the alarm detection and management is done in the controller. Clients are set up to be notified when an alarm condition has occurred in the controller. Because alarms are detected in the controller, network traffic is reduced (no longer polling tags for alarm condition), and alarm time stamps are more accurate.



New FactoryTalk Alarms and Events capability aligns with the ISA 18.2 alarming standard. Now, you can select alarms to Shelve, which removes them from visibility for a configured amount of time.

Production IT

Delivering system-wide security capabilities, web capabilities, alignment with virtualization, and high availability.

Stay Secure

Security on the production floor is critical. Restricting who has access to the system and tracking changes when they are made provides the functionality that is expected in today's environment. With FactoryTalk® Security, production system security can be integrated with existing IT infrastructure leveraging Windows authentication services and other security access procedures such as enforcing unique passwords or automatically logging out accounts after unsuccessful logon attempts. Security administrators have the ability to further restrict access based on line-of-sight for machine-level applications.

Satisfying Validation Requirements

For critical operations like set point changes, the system requires user verification. Additional controls are available to support validation requirements such as 21 CFR Part 11. All activity is then logged through FactoryTalk® Diagnostics, a common diagnostic sub-system across all FactoryTalk products and can be used to generate validation audit reports.

Reduce Risk by Maintaining Visibility

Implementing a redundant server configuration ensures visibility to the system should a hardware or network failure occur. The underlying FactoryTalk services provide health detection between FactoryTalk components and automatically switch over to the secondary server in the event of failed primary server. All clients are then switched over to the new active server to allow continuity for operations personnel to control vital plant processes in real-time.

Web Visibility into Production Systems

FactoryTalk ViewPoint extends a FactoryTalk View HMI application to a web browser interface for the casual user outside the production environment. Create View SE screens and publish them to the FactoryTalk ViewPoint server for web clients to access. Changes to View SE graphic displays are automatically synchronized with the ViewPoint server.

Step into the World of Virtualization

All components of a FactoryTalk View SE system have been tested in a virtualized environment and come with VMware® Ready Status. To further support virtualization, Rockwell Automation offers Virtual Image Templates that provide pre-installed FactoryTalk View SE on the appropriate Microsoft operating system, minimizing the setup and configuration time required to deploy FactoryTalk View SE in a traditional IT environment.

Get More Information

For ordering information, contact your local Rockwell Automation® sales office or Allen-Bradley® distributor. Or learn more by visiting

http://discover.rockwellautomation.com/HMI

Rockwell Automation and FactoryTalk are trademarks of Rockwell Automation, Inc.
Trademarks not belonging to Rockwell Automation are property of their respective companies.

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444
Europe/Middle East/Africa: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Belgium, Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640
Asia Pacific: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Publication FTALK-PP013F-EN-P – December 2013
Supersedes Publication FTALK-PP013E-EN-E – February 2013

Copyright © 2013 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DETAILS OF OPERATION

C1	06-01-16	PA	As Built				
A1	17-09-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107- DES-FDS-01-EN	**REVISION** C1	**STATUS** C

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION 3

1.1. SYSTEM OVERVIEW 3
1.2. ABBREVIATION 3

2. SYSTEM OVERVIEW 4

2.1. FACTORYTALK ENERGY METRIX and COMPACTLOGIX PLC SYSTEM OVERVIEW 4
2.2. SYSTEM ARCHITECTURE 6

3. HARDWARE SPECIFICATION 7

3.1. PLC SYSTEM and REMOTE I/O PANEL 7
3.2. COMPACTLOGIX PLC 7
3.3. FLEX REMOTE I/O 8
3.4. Adjustable Speed Drive PowerFLEX 755 13
3.5. PowerMonitor 1000 15

4. SOFTWARE SPECIFICATION 16

4.1. Factorytalk View Energy Metrix 16
4.3. Basic Operation 18
4.4. LAMS (VTN) and VEN Client 19
4.5. Communication System 21

1. INTRODUCTION

Demand Response Pilot project consists of two (2) TMC and KUMI Plants. Demand Response System and PLC Control system with Remote I/O conceptual will be used to efficiently monitor and control the Demand Response on each plant. Each Plant system will be designed to be suitable for each plant load control.

The scope of this document is to define the hardware, software and configuration features of the PLC system.

1.1. SYSTEM OVERVIEW

The Demand Response Project and all associated hardware shall be able to function the demand responses with an operator workstation interface.

1.2. ABBREVIATION

AC	:	Alternative Current
ADR	:	Auto Demand Response
A/D	:	Analogue to Digital
AI	:	Analogue Input
AO	:	Analogue Output
CPU	:	Central Processing Unit
CLX	:	CompactLogix
CR	:	Control Room
CU	:	Controller Unit
D/A	:	Digital to Analogue
DC	:	Direct Current
DI	:	Digital Input
DO	:	Digital Output
EMI	:	Electromagnetic Interference
EOL	:	End Of Line
FAT	:	Factory Acceptance Test
FDS	:	Functional Design Specification
HMI	:	Human Machine Interface
I/O	:	Input/Output
LED	:	Light Emitting Diode
MCC	:	Motor Control Center
MTBF	:	Mean Time Between Failure
MTTR	:	Mean Time To Restoration
MTU	:	Master Terminal Unit
NC	:	Normally Closed
NO	:	Normally Open
OSAT	:	On Site Acceptance Test
PCS	:	Process Control System
PDB	:	Power Distribution Board
PLC	:	Programmable Logic Controller
PM	:	Power Meter
RFI	:	Radio Frequency Interference
RIO	:	Remote Input/Output
RTD	:	Resistance Temperature Detector
RTU	:	Remote Terminal Unit
UPS	:	Uninterruptible Power Supply
VEN	:	Virtual Top Node
VTN	:	Virtual End Node

2. SYSTEM OVERVIEW

The Demand Response system will enable comprehensive demand management, and data analysis. The LAMS (VTN) supports VEN Client for TMC and Kumi plants. VTN will send load demand and pricing information via VEN Client in each plan. CompactLogix PLC will interface with VEN Client via Modbus TCP . ComapctLogic PLC will use the primary load-shedding strategies: demand control, demand response, and dynamic pricing optimization.

2.1. FACTORYTALK ENERGY METRIX and COMPACTLOGIX PLC SYSTEM OVERVIEW

2.1.1. Overview of FactoryTalk® EnergyMetrix

FactoryTalk® EnergyMetrix is a web-enabled, energy management software package that gives you access to critical energy information from virtually any location. The software combines data communication, client-server applications and Microsoft's advanced .NET™ Web technology to provide you with a complete energy-management decision support tool. With FactoryTalk EnergyMetrix, you can capture, analyze, store and share energy data with key stakeholders using a standard web browser. This makes it simple to distribute the knowledge necessary to optimize energy consumption, manage power quality, correlate energy usage, determine cost to production, negotiate energy rates and improve efficiency.

2.1.2. Overview of CompactLogix PLC System Overview

CompactLogix™ a controllers are ideal for small to mid-size applications that require safety, motion, and/or complex communications. These controllers offer integrated serial, EtherNet/IP™ or ControlNet™ channels, and modular DeviceNet™ communications. They support as many as 30 I/O modules and as many as 16 motion axes.

These changes were embraced because of the enhanced data integrity and fault reporting capabilities they provide. I/O modules now exchange much more than simply the ON/OFF state of the devices they are connected to. Module identification information, communication status, fault codes and, through the use of specially-designed modules, field-side diagnostics can now all be retrieved from the I/O system as part of the standard feature set of communication model.

2.1.3. System Overview

The CompactLogix environment offers different levels of redundancy that you can design into your system. These systems require additional hardware, so plan accordingly.

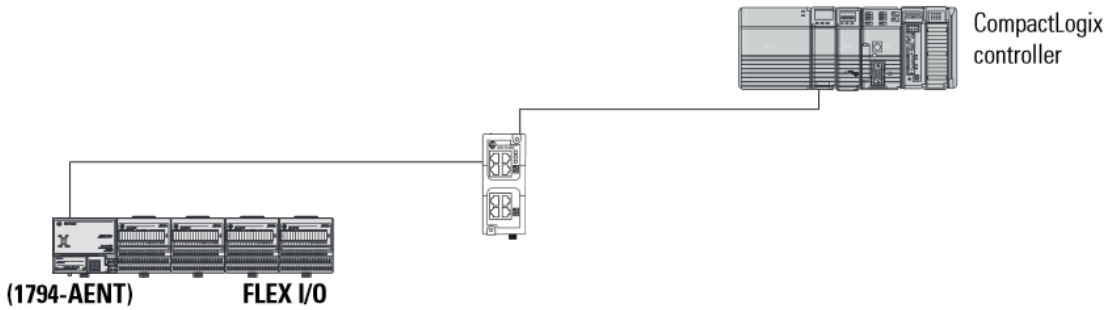
- Power Supplies
- I/O Communication
- Modbus Interface with I-On System

➢ **Power Supplies**

A power supply system are designed the current required by the chassis. They are available in AC and DC versions that can be mixed.

➢ **Remote I/O Communication**

A Remote I/O Modules can be connected between CompactLogix PLC and Remote I/O Module by Ethernet TCP/IP Network. The receiving device compares the quality of each signal and accepts the better signal. The following graphic shows how media components.



- **Modbus I/O Communication with SPARA DM**

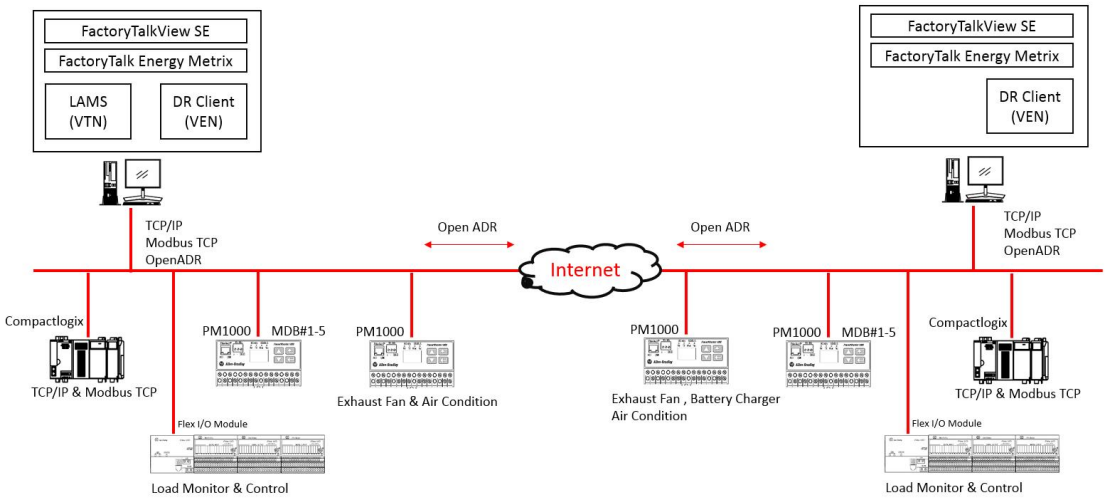
  CompactLogix PLC can communicate with I-On system via Modbus RS485 Module and Twisted Pair cable



2.2. SYSTEM ARCHITECTURE

Demand Response System will use LAMS, FactoryTalk Energy Matrix, FactoryTalk View SE and CompactLogix controller. The Demand Response system is equipped with I-ON communication's Demand Response software that consists of VTN and DR Clients (VEN) which VTN will send the event command to ARD Client (VEN) at KUMI Plant and TMC Plant to Compactlogix PLC that located in each plant via Modbus TCP Protocol. After Compactlogix PLC received the event command from DR Client (VEN). The PLC will perform DR function to specific load by Flex I/O Modules. In the other hands, CompactLogix will gather incoming power information (kW and kWh) to send back VEN and VTN.

The Factorytalk Energy Metrix will collect the electrical power information and PLC logic status for trend and historical data.



This system is designed to communicate with:

1. LAMs (VTN) and DR Client (VEN) Communication xx Ethernet/TCP Protocol with Open ADR protocol via internet communication.
2. DR Client (VEN) and CompactLogix PLC will be Modbus TCP Communication
3. CompactLogix PLC and Flex I/O Module and PowerFlex 755 VSD for Load control will be Ethernet/TCP Protocol via Rockwell Communication Protocol
4. CompactLogix PLC and PM1000 Power Meter for Plant and Specific Load Power consumption will be Ethernet/TCP Protocol via Rockwell Communication Protocol

1. FactoryTalk EnergyMetrix will be also directly monitoring and collecting the Power Energy Parameters from the PLC and Power Meter by using Ethernet/TCP Protocol through Ethernet communication. Rockwell's EtherNet/IP communication module shall be installed in PLC and Remote I/O chassis.

2. Wifi remote communication

3. A Operator workstation installed on the control room/operator. This operator interface will be used for Monitoring, Configuration and report by using FactoryTalk EnergyMetrix and FactoryTalk View SE software This operator workstation will also The communication is handled by an Ethernet communication. This applications shall allow to:

- Power Monitoring,
- Power Demand Historical,
- Power Demand forecasting,
- Reporting

3. HARDWARE SPECIFICATION

This chapter gives an overview of main hardware for the Auto Demand Response system of TMC and KUMI Plant

3.1. PLC SYSTEM and REMOTE I/O PANEL

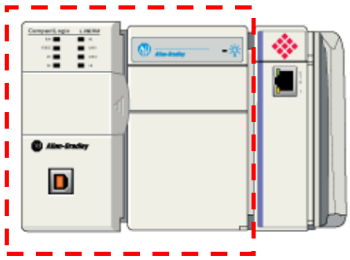
The PLC hardware and Remote Input/Output (RIO) hardware is mounted on the steel mounting plate inside the RIO panel. This panel accommodates the Flex Remote I/O hardware complete. All cabinets provide with the several size as follow;

3.2. COMPACTLOGIX PLC

This section will brief the specification of PLC hardware modules which are using in Demand Response Pilot Project.

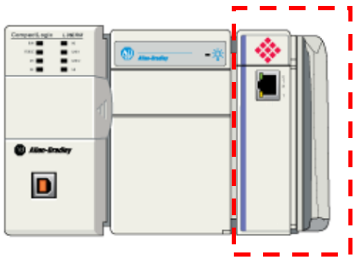
3.2.1. Controller Module (CPU)

CompactLogix controller module which provides is 1769-L33ER. The CompactLogix 5370 L3 programmable automation controllers (PAC) are designed to meet the growing need for a higher performance controller in a compact and affordable package with 2MB Memory



3.2.2. Modbus Communication Module (MODBUS RTU)

The MVI69E-MBTCP Modbus TCP/IP Master/Slave Communication Module allows CompactLogix processors to interface easily with other Modbus protocol compatible devices. The Modbus module acts as an input/output module between the ADR Client (Computer) and the Rockwell Automation backplane. The data transfer from the CompactLogix processor is asynchronous from the actions on the Modbus network



3.2.2.1. Module Specification

- Communication Rate: 10 - MBAP Connections
- Functional Spec
  - The module is recognized as an Input/output module and 60/120/240 - 16 bit integers
  - Support for the storage and transfer of up to 10,000 words to/from the processor's data file
  - Ladder Logic is used for data transfer between module and processor.
  - Configuration data obtained through user-defined ladder

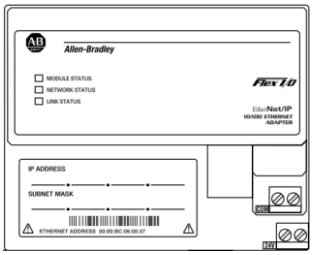
Modbus Function Codes Supported

1: Read Coil Status
2: Read Input Status
3: Read Holding Registers
4: Read Input Registers
5: Force (Write) Single Coil
6: Preset (Write) Single Holding Register
8: Diagnostics (Slave Only, Responds to Sub function 00)
15: Force(Write) Multiple Coils
16: Preset (Write) Multiple Holding Registers
17: Report Slave ID (Slave Only)
22: Mask Write Holding Register (Slave Only)
23: Read/Write Holding Registers (Slave Only)

3.3. FLEX REMOTE I/O

3.3.1. Ethernet Adapter Module

Flex I/O ControlNet adapter module which provides is 1794-AENT



3.3.1.1. <u>Module Specification</u>

- I/O Capacity: 8 modules
- Number of I/O Points (Max): 256
- Operating Voltage Range: 19.2-31.2 V dc (24 V dc nominal)
- Power Dissipation: 4.6W maximum @ 24.9 V dc
- Thermal Dissipation: 24.9 BTU/hr. @ 24.9 V dc
- Mean Time Between Failure (MTBF): 2,100,800 Hrs.
- Ethernet Connector: RJ-45 Cat. 5
- Communication Rate: 10/100 Mbps

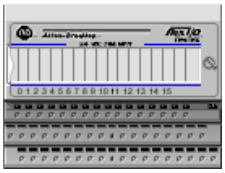
3.3.1.2. <u>LED Indicator</u>

The module status display provides diagnostic information as follows:

- Three LED indicator
  - STATUS: Indicate Module health status.
  - NETWORK: Indicate Network configuration status.
  - LINK: Indicate Communication Status.

3.3.2. Digital Input Module (DI)

Flex I/O digital input module which provides is 1794-IB16.



3.3.2.1. Module Specification

- Number of inputs: 16 (Diagnostic)
- Power Dissipation: 8.5W maximum @ 31.2V dc
- Thermal Dissipation: 29 BTU/hr. maximum @ 31.2V dc
- Mean Time Between Failure (MTBF): 13,757,120 Hr.
- Operating Voltage Range: 10-31.2 V dc, 24 V dc Nominal
- On-State Current: 2 mA min @ 10 V dc, 12.1 mA max @ 31.2 V dc
- Input Delay Time (User Configurable – 0.25ms is default)
  OFF to ON: 0.25ms, 0.5ms, 1ms, 2ms, 4ms, 8ms, 16ms, 32ms
  ON to OFF: 0.25ms, 0.5ms, 1ms, 2ms, 4ms, 8ms, 16ms, 32ms
- Diagnostic Functions: Module Error
  Sensor Power Short Circuit
  Sensor Power Open Wire
  External Power Reverse Polarity
- Terminal Base Unit: 1794-TB3 (recommended)

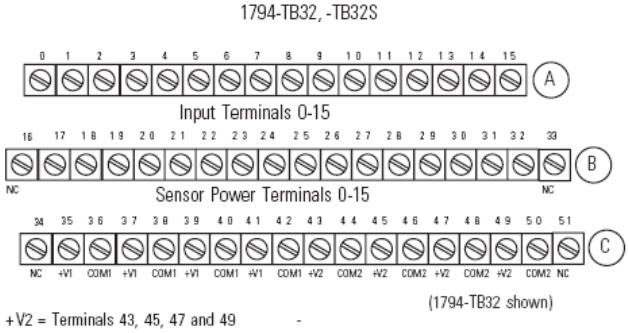
3.3.2.2. LED Indicator

The module status display provides diagnostic information as follows:

- Channel LED Status - Displays the ON/OFF state of the input channel, as well as channel wiring fault conditions.
  - Off: indicates the channel is off with no faults.
  - Yellow: indicates the channel is on with no faults.
  - Red: indicates either a channel open or short condition.
- Module Fault LED Status (FLT) - This indicator turns red for any individual input channel open, short or module reverse power conditions. With no fault, the module fault status indicator turns off.

3.3.2.3. Wire The Module

The input module mounts on a 1794-TB3 or 1794-TB32 terminal base (recommended terminal base is 1794-TB32) . The picture below shows the connecting wiring for 1794-IB16D module.



(1794-TB32 shown)

+V2 = Terminals 43, 45, 47 and 49 - Voltage applied to Inputs 0-15 and Sensor power 0-15

COM1, COM2 = Terminals 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48 and 50 - Common for inputs 0 through 15 and sensor power 0 through 15

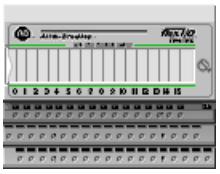
NC = No connections (terminals 16, 33, 34 and 51)

+V1 = Terminals 35, 37, 39 and 41 (not used)

Input Channel	Input Terminal	Sensor Power Terminal	Common	Supply
0	A-0	B-17	-V common connected to terminals 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48 and 50	+V2 connected to terminals 43, 45, 47 and 49
1	A-1	B-18		
2	A-2	B-19		
3	A-3	B-20		
4	A-4	B-21		
5	A-5	B-22		
6	A-6	B-23		
7	A-7	B-24		
8	A-8	B-25		
9	A-9	B-26		
10	A-10	B-27		
11	A-11	B-28		
12	A-12	B-29		
13	A-13	B-30		
14	A-14	B-31		
15	A-15	B-32		
+V2 dc power	Power terminals 43, 45, 47 and 49 (power terminals are internally connected together in the module)			
COM dc	Common terminals 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48 and 50 (common terminals are internally connected together in the module)			

3.3.3. Digital Output Module (DO)

Flex I/O ControlNet adapter module which provides is 1794-OB16.



3.3.3.1. Module Specification

- Number of outputs: 16 (Diagnostic)
- Max Power Dissipation: 4.8W @ 31.2V dc
- Thermal Dissipation: 16.4 BTU/hr. maximum @ 31.2V dc
- Mean Time Between Failure (MTBF): 18,861,440 Hr.
- Operating Voltage Range: 10-31.2 V dc
- On-State Current: 2.0mA min per output, 0.5A max per output
- Diagnostic Functions: Module Error
  Output Short Circuit
  Output Open Wire
  Power Reverse Polarity
- Terminal Base Unit: 1794-TB3 (recommended), 1794-TB3S, 1794-TBKD

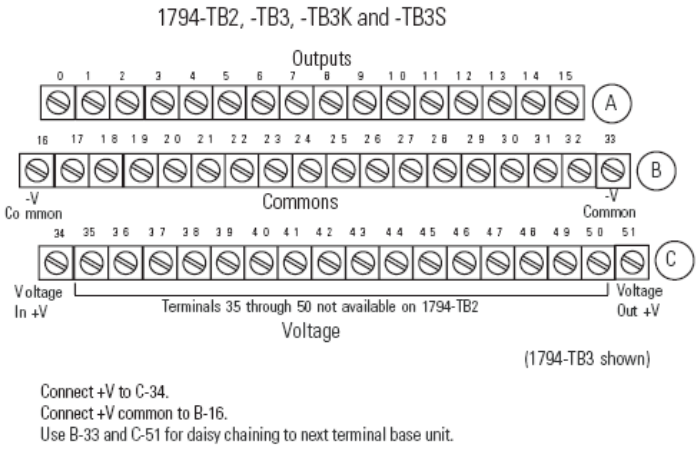
3.3.3.2. LED Indicator

The module status display provides diagnostic information as follows:

- Channel LED Status - Displays the ON/OFF state of the output channel, as well as channel wiring fault conditions.
  - Off: indicates the channel is off with no faults.
  - Yellow: indicates the channel is on with no faults.
  - Red: indicates either a channel open or short condition.
- Module Fault LED Status (FLT) - This indictor turns red for any individual output channel open, short or module reverse power conditions. With no fault, the module fault status indicator turns off.

3.3.3.3. Wire The Module

The input module mounts on a 1794-TB2, -TB3 or -TB3S terminal base (recommended terminal base is 1794-TB3) . The picture below shows the connecting wiring for 1794-OB16D module.

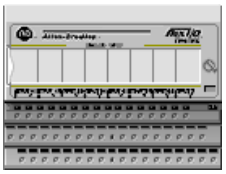


Connect +V to C-34.
Connect +V common to B-16.
Use B-33 and C-51 for daisy chaining to next terminal base unit.

Output Channel [1]	Output Terminal	Common Terminal
0	A-0	B-17
1	A-1	B-18
2	A-2	B-19
3	A-3	B-20
4	A-4	B-21
5	A-5	B-22
6	A-6	B-23
7	A-7	B-24
8	A-8	B-25
9	A-9	B-26
10	A-10	B-27
11	A-11	B-28
12	A-12	B-29
13	A-13	B-30
14	A-14	B-31
15	A-15	B-32
+V dc	C-34 and C-51 for 1794-TB2 C-34 through B-51 for the 1794-TB3, -TB3K and -TB3S	
Common	B-16 through B-33	

3.3.4. Analogue Input Module (AI)

Floex I/O ControlNet adapter module which provides is 1794-IF4I.



3.3.4.1. Module Specification

- Number of Inputs: 8 Channels (Voltage/Current), Single-ended
- Input Signal Range: 4-20mA, 0-20mA, ± 10V, 0-10V (User Configurable)
- Power Dissipation: 3W maximum @ 31.2V dc
- Thermal Dissipation: 10.2 BTU/hr. maximum @ 31.2V dc
- Mean Time Between Failure (MTBF): 45,710,254 Hr.
- Input Impedance: Current Input 238 Ω, Voltage Input 100 kΩ
- Accuracy: Current Input 0.20% Full Scale @ 25 °C, Voltage Input 0.20% Full Scale @ 25 °C
- Terminal Base Unit: 1794-TB3 (recommended), 1794-TB2, 1794-TB3S 1794-TB3T, 1794-TB3TS

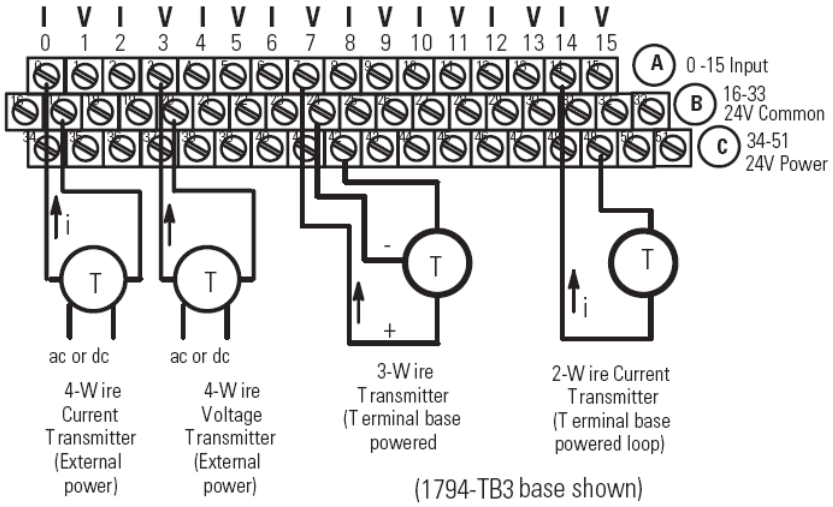
3.3.4.2. LED Indicator

The module status display provides diagnostic information as follows:

- Only one LED indicator
  - PWR: On when power is applied to the module.

3.3.4.3. Wire The Module

The input module mounts on a 1794 terminal base (recommended terminal base is 1794-TB3) . The picture below shows the connecting wiring for 1794-IE8 module.



		TB2, TB3, TB3K, TB3S, TB3T, TB3TS	TB2, TB3, TB3K, TB3S		TB3T, TB3TS			TB2, TB3, TB3K, TB3S, TB3T, TB3TS	TB2, TB3, TB3K, TB3S		TB3T, TB3TS
Chamel	Signal Type	Input Terminals	Common Terminals		Shield	Channel	Signal Type	Input Terminals	Common Terminals		Shield
0	Current	A-0	B-17	B-17	C-39	4	Current	A-8	B-25	B-25	C-43
	Voltage	A-1	B-18	B-17	C-39		Voltage	A-9	B-26	B-25	C-43
1	Current	A-2	B-19	B-19	C-40	5	Current	A-10	B-27	B-27	C-44
	Voltage	A-3	B-20	B-19	C-40		Voltage	A-11	B-28	B-27	C-44
2	Current	A-4	B-21	B-21	C-41	6	Current	A-12	B-29	B-29	C-45
	Voltage	A-5	B-22	B-21	C-41		Voltage	A-13	B-30	B-39	C-45
3	Current	A-6	B-23	B-23	C-42	7	Current	A-14	B-31	B-31	C-46
	Voltage	A-7	B-24	B-23	C-42		Voltage	A-15	B-32	B-31	C-46

Common for 1794-TB2, -TB3S: B-16 through B-33
Common for 1794-TB3T and -TB3TS: B-16, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31 and 33

+V dc Power for 1794-TB2: C-34 and C-51;
+V dc Power for 1794-TB3, TB3K and TB3S: C-34 through C-51
+V dc Power for 1794-TB3T and -TB3TS: C-34, 35, 50 and 51

Connect any signal wiring shields to functional ground as near as possible to the module when using the 1794-TB2, -TB3, -TB3K, and -TB3S. With the 1794-TB3T and -TB3TS, use terminals C-39 through C-46.

3.4. Adjustable Speed Drive PowerFLEX 755

The PowerFlex® 755 AC drive provides greater functionality across your manufacturing systems and is available in the following ratings; 5.5 kW at 400 AC

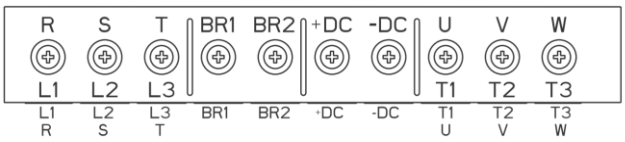


3.4.1.1. Module Specification

Frequency Tolerance:	47…63 Hz
Input Phases:	Three-phase input provides full rating for all drives. Single-phase operation on Frames 1…7 provides up to 50% of rated current at 25 °C (77 °F) surrounding temperature. Single-phase operation is not recommended for Frames 8 and larger.
DC Input Voltage Tolerance:	±10% of Nominal Bus Voltage
Displacement Power Factor:	0.98 across entire speed range
DC Link Impedance:	Greater than or equal to 5%
Efficiency:	97.5% at rated amps, nominal line volts
Maximum Short Circuit Rating:	200,000 Amps RMS symmetrical (20F & 20G drives only)
Actual Short Circuit Rating:	Determined by AIC rating of installed fuse/circuit breaker
Drive to Motor Power Ratio	
Minimum:	Recommended not less than 1:2 ratio
Maximum:	Recommended not greater than 2:1 ratio
Control Method:	Sine coded PWM with programmable carrier frequency. Ratings apply to all drives.
Carrier Frequency	
Default Settings:	Frame 1…4: 4 kHz Frame 5…10: 2 kHz
Settings:	Frame 1…6: 2, 4, 8, 12 kHz Frame 7: 2, 4, 8 kHz Frame 8…10: 2, 4 kHz
Output Voltage Range:	0 to rated motor voltage
Output Frequency Range:	0…325 Hz at 2 kHz carrier, 0…650 Hz at 4 kHz carrier
Frequency Accuracy	
Digital Input:	Within ±0.01% of set output frequency
Analog Input:	Within ±0.4% of maximum output frequency
Frequency Control:	Speed regulation - with Slip Compensation (V/Hz & Sensorless Vector modes) 0.5% of base speed across 40:1 speed range, 40:1 operating range
Speed Control:	Without feedback (Flux Vector mode), 0.1% of base speed across 100:1 speed range, 120:1 operating range, 50 rad/sec bandwidth With feedback (Flux Vector mode), 0.001% of base speed across 100:1 speed range, 1000:1 operating range, 190 rad/sec bandwidth

3.4.1.2. Wire The Module

The Powerflex775 terminal base is as the picture below shows the connecting wiring



Terminal	Description	Notes
+DC	DC Bus (+)	DC Input Power or Dynamic Brake Chopper
-DC	DC Bus (–)	DC Input Power or Dynamic Brake Chopper
BR1	DC Brake (+)	Dynamic Brake Resistor Connection (+)
BR2	DC Brake (–)	Dynamic Brake Resistor Connection (–)
U	U (T1)	Motor Connections (1)
V	V (T2)	
W	W (T3)	
R	R (L1)	AC Line Input Power
S	S (L2)	
T	T (L3)	
PE / ⏚	PE Ground	Terminating point to chassis ground for incoming AC line and motor shield.

3.5. PowerMonitor 1000

The power monitor connects to the user's three-phase or single-phase AC power system directly or through instrument transformers (PTs and CTs). It converts instantaneous voltage and current values to digital values, and uses the resulting digital values in calculations of voltage, current, power, or energy



Module Specification

Control Power	85V …264V AC 47…63 Hz 2.5VA maximum loading
Voltage Sense Inputs: V1, V2, V3	Input Impedance: 5 M ohm minimum input current: 2 mA maximum
Current Sense Inputs: I1, I2, I3	Overload Withstand: 15 Amps Continuous, 200 Amps for one-half second Burden: 0.05VA Impedance: 0.002 ohms Maximum Crest Factor at 5 A is 3.0 Starting Current: 5 mA
Status Inputs	Contact Closure (Internal 24V DC)
KYZ Output	30 mA at 240V AC / 300V DC

3.5.1.1. LED Indicator

The module status display provides diagnostic information as follows:

LNK indicator	Solid GREEN: IP link established Off: no link established
ACT indicator	Flashing YELLOW: data present on Ethernet port Off: no data activity present

4. SOFTWARE SPECIFICATION

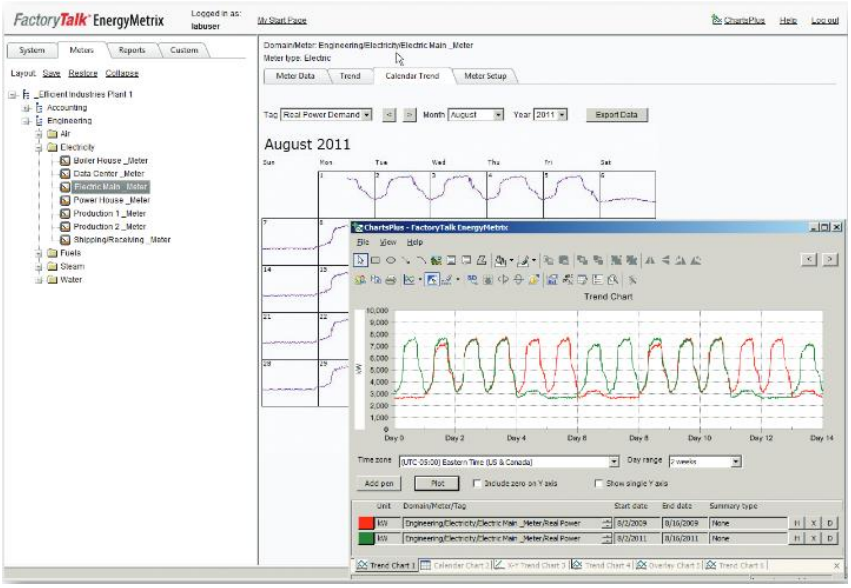
4.1. Factorytalk View Energy Metrix

The following are the functions that can be also carried out remotely, via direct operator initiation, from the operator workstation:

- Energy Monitoring
- Power Quality Reporting
- Configure Demand Management and Demand Control / Response

Monitoring

- Capture a variety of data to support load-profiling, cost-allocation and billing analysis
- Log power and energy data from PowerMonitor 1000 meters
- Log energy usage, flow, temperature and pressure from PLCs or third-party devices
- Log Load data manually or from a PLC
- View real-time data
- View and trend historical data dynamically or within custom reports and charts
- Compare alternative rate schedules to analyse potential cost savings
- Create energy budgets and forecasts
- Establish energy savings goals and track progress based on live data



Power Quality Analysis
Better understand power quality and how it affects your facility

- Perform waveform captures to correlate phase-to-phase relationships
- Plot transients, surges and sags on ITI
- Display harmonics, THD, K-factor and Crest Factor
- Generate power quality charts and reports

Configure Demand Management and Demand Control / Response
Configure groups and tree structure to simulate organization or department schema

- Allocate meters to groups for cost allocation
- Create rate schedules to replicate energy bills
- Generate threshold alarms based off of any parameter being logged to the system
- Calendar Setup

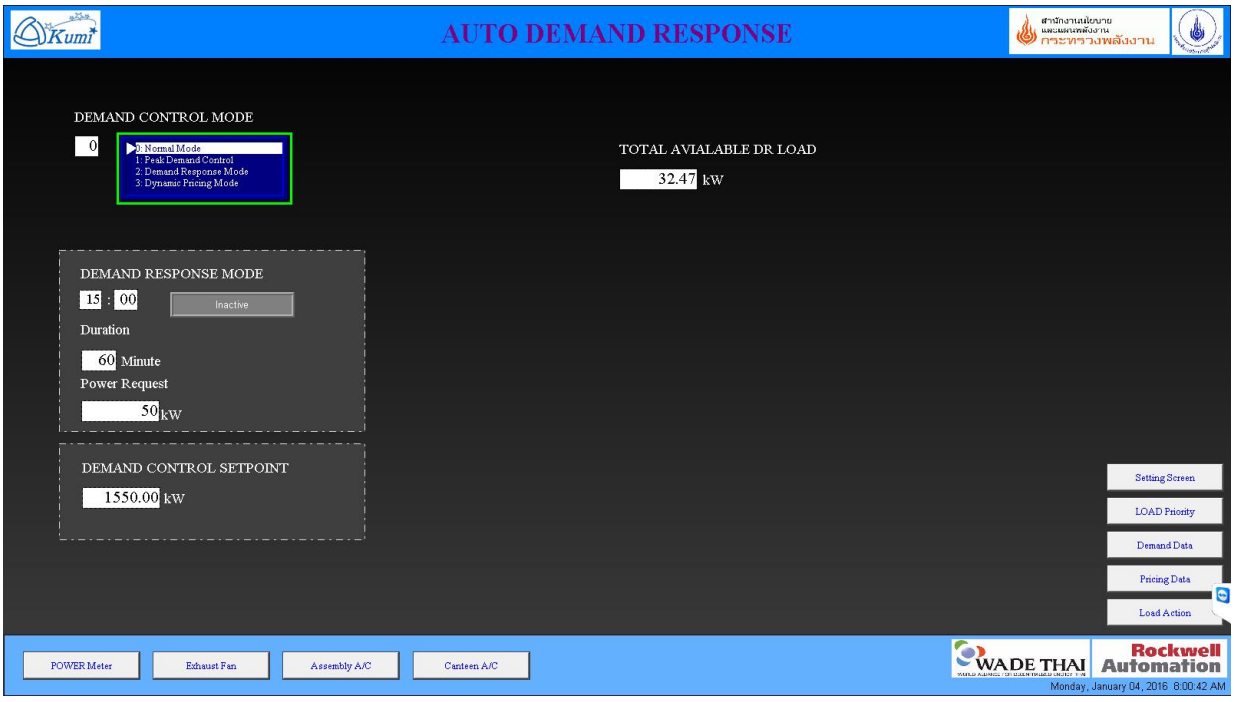
Reporting
Individual Meter Parameter



4.2. Basic Operation

Demand Response System in Pilot Project, There are 3 mode as following.

- Peak Demand Control Mode
- Demand Response Mode
- Dynamic Pricing Mode



From Demand control page, operator can select mode of control by put number into Mode box. Operator can put number from 0 to 3. After select mode, system will control follow that mode.

In Demand Response Mode, if select mode “2”, system will show time to start demand response mode, how long for event, status of event and how must of power request from LAMS for this event. Then system will use those value to control Load.

And for Demand control Mode, if select mode “1”, operator can put setpoint into box. Then system will use this setpoint to control Load

4.3.1 Peak Demand Control Mode

Peak Demand Control Mode will limit Load Consume by Peak setpoint. If Active Power is more than peak setpoint, The System will sent command off to off load. until total active power is less than threshold setpoint, the load will resume the same status before off load.

4.3.2 Demand Response Mode

Demand Response system will get information from LAMS (VTN). LAMS (VTN) will sent request for reduce power for each plant via VEN client. For pilot project we have 2 Sites. When the power provider need to reduce power. They will sent request to LAMS (VTN), then LAMS will sent request to each site for reduce power up to site’s contract (VEN Client) via Modbus to PLC. Then PLC will receive the setpoint parameter and duration. ControlLogix PLC will control to available specified load.

4.3.3 Dynamic Pricing Mode

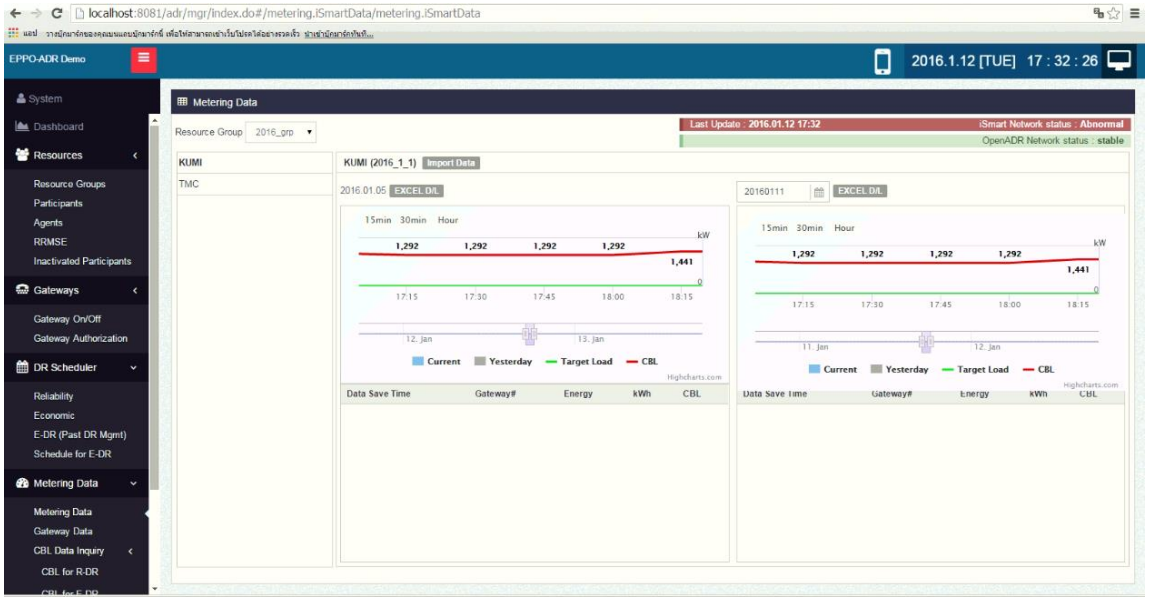
Demand Response system will get information from LAMS. LAMS will sent pricing and load profile for each day via Modbus to PLC. Then PLC will evaluate for each hours and sent command to control load for optimize price.

Before using Demand response mode, Operator need to check status for each load are set in Auto mode and enable ADR Control mode. After prepare system for control with Demand response mode. Operator need to put mode control into Demand Control Mode. After that demand control mode will control load up to mode of control.

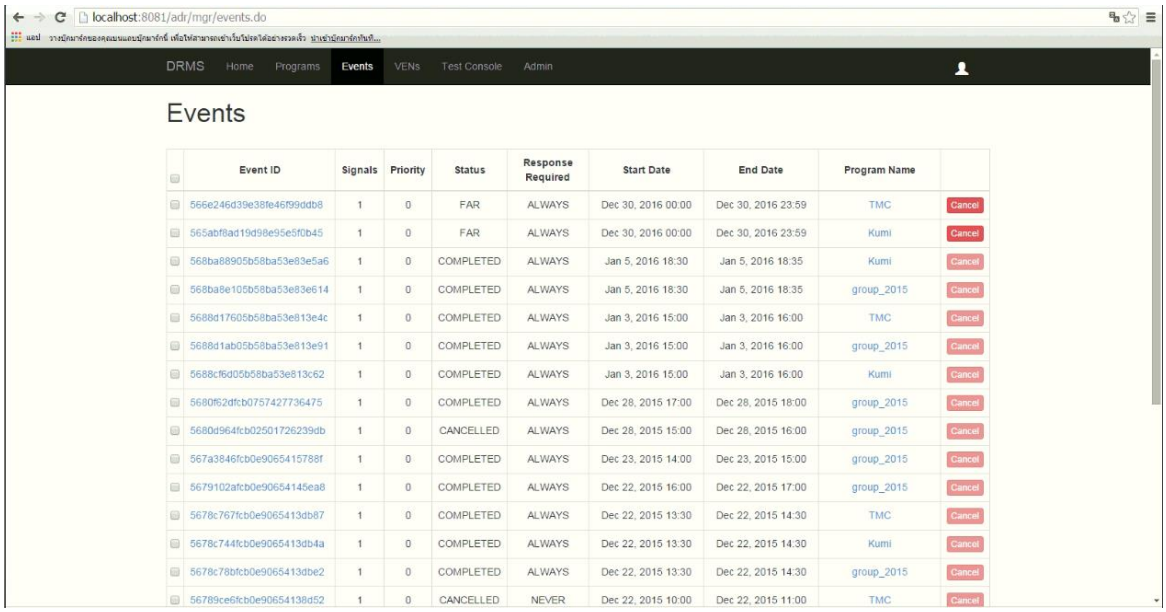
4.3. LAMS (VTN) and VEN Client

LAMS (VTN)

LAMS (VTN) will gather active power and energy via VEN Client for Kumi and TMC plant . The value will be displayed and forecast for next day power demand.

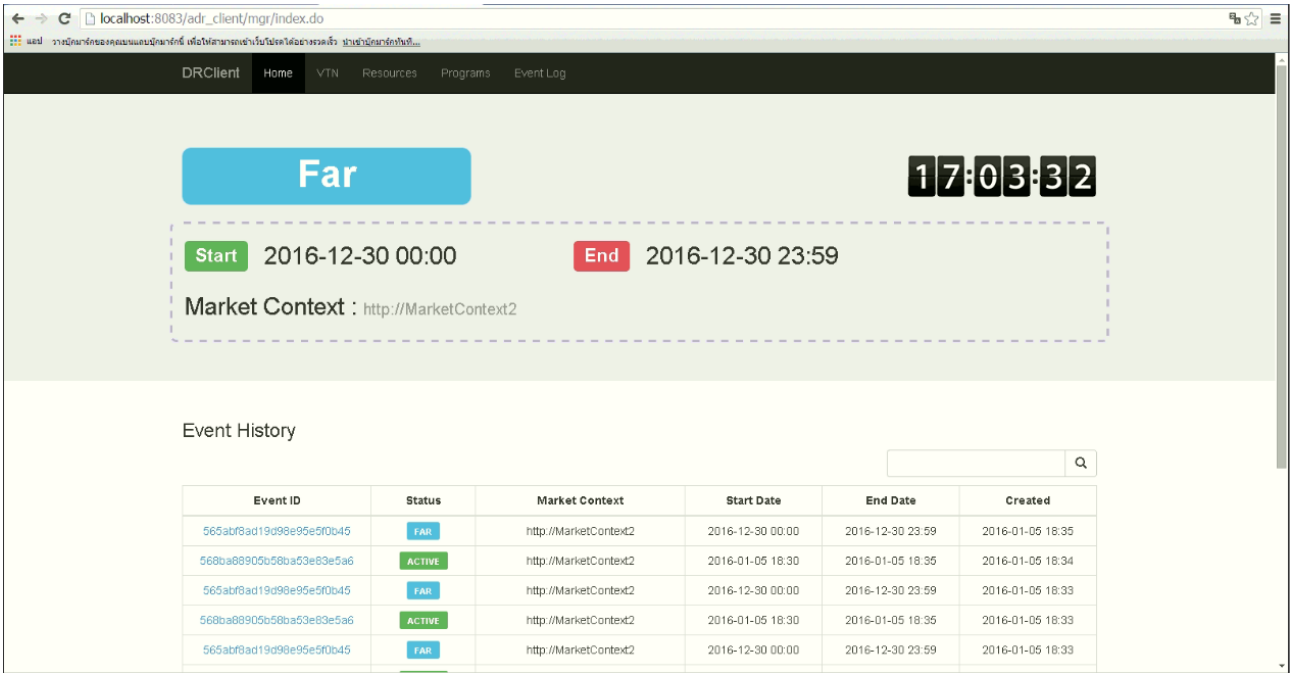


Demand Response and Demand pricing are Events in DRMS of LAMS. Theses Event be created and send to VEN Client for both TMC and KUMI factory.



VEN Client

VEN Client software will communicate by OpenADR2.0b protocol with LAMS (VTN). VEN Client will send Event information to PLC via Modbus Communication.



4.4. Communication System

VTN communicates with DR Client (VEN) via TCP/IP Protocol by using port as following:

KUMI Configuration

TCP/IP	IP Address	Subnet Mask:	Gateway	DNS Server
Operation Workstation LAMS (VTN) ADR Client (VEN) FTViewer SE	172.21.129.134	255.255.0.0	172.21.129.254	172.21.129.254
CompactLogix PLC	172.21.129.129	255.255.0.0	172.21.129.254	172.21.129.254

TMC Configuration

TCP/IP	IP Address	Subnet Mask:	Gateway	DNS Server
Operation Workstation LAMS (VTN) ADR Client (VEN) FTViewer SE	192.168.8.11	255.255.255.0	192.168.8.1	172.30.10.5/172.30.10.6
CompactLogix PLC	192.168.8.21	255.255.255.0	192.168.8.1	172.30.10.5/172.30.10.6

Note: Please find detail in Appendix A. IT Documentation

4.4.1. DR Client Modbus Mapping

This provides ADR Client Modbus mapping between ADR Client and CompactLogix Event, CBL and Pricing from ADR Client will be mapped into CompactLogix PLC via Modbus TCP Interfacing as following Table

DR Event Mapping Table

Address	Byte	Type	Remark
40001	1	Decimal	year (yyyy)
40002	1	Decimal	month and day (mmdd)
40003	1	Decimal	hour and minutes(hhmi)
40004	1	Decimal	total duration of the event in minutes
40005	1	Decimal	duration in minutes of current interval
40006	1	Decimal	index number of intervals (starts from 0)
40007	1	Decimal	Event status 0 : INACTIVE (Event finished or no event is progressing) 1 : ACTIVE (Event is started and progressing) 2 : NEAR (Ramp up time is set and event is going to start very soon) 3 : FAR (Event is going to start soon) 4 : CANCELLED (Event has cancelled)
40008 - 40009	2	Floating Point	Load value in kw unit

Pricing Mapping Table

Address	Byte	Type	Remark
40101-40102	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 00:00 - 0:59
40103-40104	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 01:00 - 1:59
40105-40106	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 02:00 - 2:59
40107-40108	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 03:00 - 3:59
40109-40110	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 04:00 - 4:59
40111-40112	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 05:00 - 5:59
40113-40114	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 06:00 - 6:59
40115-40116	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 07:00 - 7:59
40117-40118	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 08:00 - 8:59
40119-40120	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 09:00 - 9:59
40121-40122	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 010:00 - 10:59
40123-40124	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 011:00 - 11:59
40125-40126	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 012:00 - 12:59
40127-40128	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 013:00 - 13:59
40129-40130	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 014:00 - 14:59
40131-40132	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 015:00 - 15:59
40133-40134	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 016:00 - 16:59
40135-40136	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 017:00 - 17:59
40137-40138	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 018:00 - 18:59
40139-40140	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 019:00 - 19:59
40141-40142	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 020:00 - 20:59
40143-40144	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 021:00 - 21:59
40145-40146	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 022:00 - 22:59
40147-40148	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 023:00 - 23:59

CBL Mapping Table

Address	Byte	Type	Remark
40201-40202	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 00:00 - 0:59
40203-40204	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 01:00 - 1:59
40205-40206	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 02:00 - 2:59
40207-40208	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 03:00 - 3:59
40209-40210	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 04:00 - 4:59
40211-40212	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 05:00 - 5:59
40213-40214	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 06:00 - 6:59
40215-40216	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 07:00 - 7:59
40217-40218	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 08:00 - 8:59
40219-40220	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 09:00 - 9:59
40221-40222	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 010:00 - 10:59
40223-40224	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 011:00 - 11:59
40225-40226	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 012:00 - 12:59
40227-40228	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 013:00 - 13:59
40229-40230	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 014:00 - 14:59
40231-40232	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 015:00 - 15:59
40233-40234	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 016:00 - 16:59
40235-40236	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 017:00 - 17:59
40237-40238	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 018:00 - 18:59
40239-40240	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 019:00 - 19:59
40241-40242	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 020:00 - 20:59
40243-40244	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 021:00 - 21:59
40245-40246	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 022:00 - 22:59
40247-40248	2	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 023:00 - 23:59

Plant Incoming Power Consumption Mapping

Address	Byte	Type	Remark
41001-41002	2	Floating Point	Incoming Kilo Watt
41003-41004	2	Floating Point	Incoming Total Kilo Watt - Hour

PowerMonitor 1000 Power Meter

The Compactlogix will gather information from all power meter by using Power Monitoring Add on logic as shown below:

Kumi Power Meter

Subnet Mask : 255.255.0.0
Gateway : 172.21.129.254
DNS : 172.21.129.254

No.	Power Meter	IP Address	PT 1/PT2	CT1/CT2	
1	MDB#1	172.21.129.120	400/400	2500/5	
2	MDB#2	172.21.129.121	400/400	2500/5	
3	MDB#3	172.21.129.122	400/400	2500/5	
4	MDB#4	172.21.129.123	400/400	2500/5	
5	MDB#5	172.21.129.124	400/400	1500/5	
6	Exhaust FAN	172.21.129.125	400/400	100/5	
7	Canteen Air	172.21.129.126	400/400	300/5	
8	Production Air Left	172.21.129.127	400/400	250/5	
9	Production Air Right	172.21.129.128	400/400	250/5	

TMC Power Meter

Subnet Mask : 255.255.255.0
Gateway : 192.168.8.1
DNS : 172.30.10.5 / 172.30.10.6

No.	Power Meter	IP Address	PT 1/PT2	CT1/CT2	
1	MDB#1	192.168.8.12	400/400	1500/5	
2	MDB#2	192.168.8.13	400/400	1200/5	
3	MDB#3	192.168.8.14	400/400	4000/5	
4	MDB#4	192.168.8.15	400/400	1500/5	
5	MDB#5	192.168.8.16	400/400	4000/5	
6	Exhaust Fan	192.168.8.17	400/400	200/5	
7	Battery Charger	192.168.8.18	400/400	100/5	
8	Spot A/C	192.168.8.19	400/400	100/5	

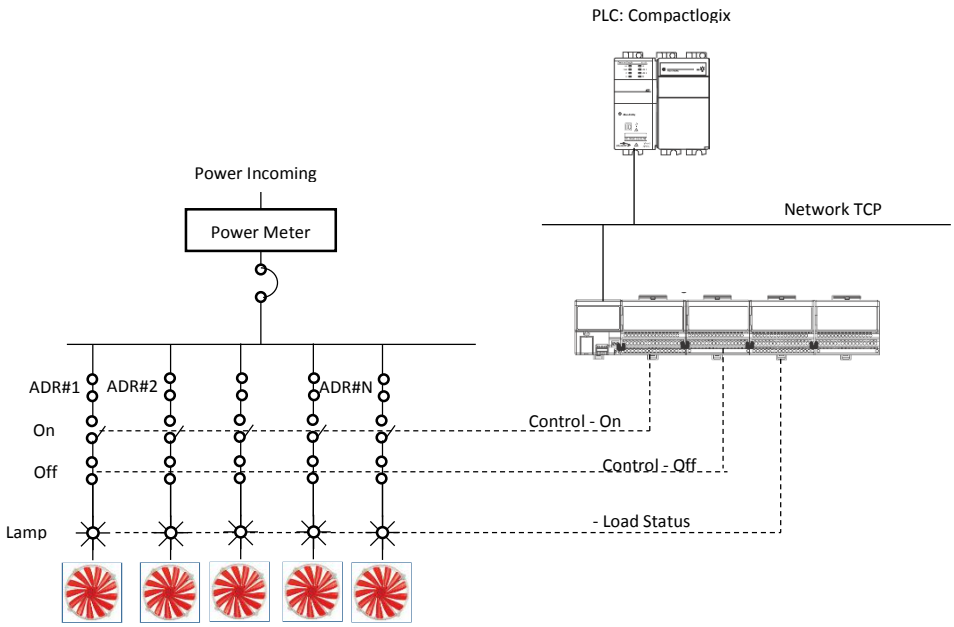
Load Monitoring and Control

For Demand Responses the specific loads will be controlled and monitored by Factorytalk Energy Metrix. In TMC and KUMI factories, They have 4 type of load control as following:

- Exhaust Fan
- Battery Charger
- Air Condition
- Fan Coil Unit

Exhaust Fan Load

Exhaust FAN Group





Mode	DR event signal (ADR)	Command Start/Stop	Remark
Auto	Enable/Disable	-	Auto Demand Response Mode
Manual	-	Start/Stop	Manual Start/Stop

Auto Mode:

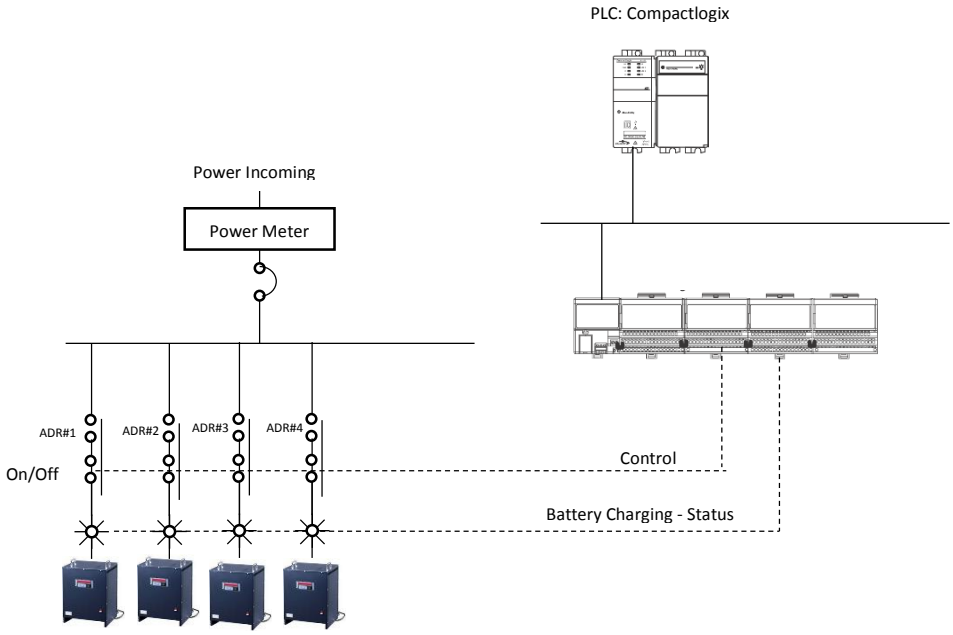
Exhaust Fan will be started /Stopped by Demand Response Mode. The Operator can select Mode of operation from FactoryTalk View SE. The Automatic Mode (AUTO) and ADR signal need to be selected from Exhaust FAN page. The operator cannot override the FAN when Auto Mode was selected.

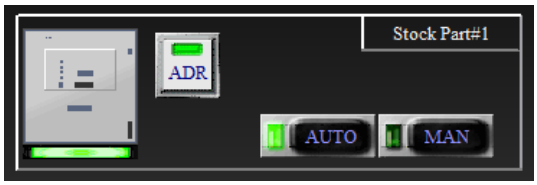
Manual Mode:

Exhaust Fan will be started /Stopped by Operator from panel or FactoryTalk View SE. Operator need to select Manual Mode (MAN) from Exhaust FAN page. Operator can select “Start/Stop”.

Battery Charger

Battery Charger will be also controlled by remote I/O of PLC the same as Exhaust FAN, which PLC will receive the command from Factorytalk Energy Metrix. These Battery charger will be monitored Electrical Power when there is Demand response signal from Factorytalk Energy Metrix. PLC will check the Battery Charging status before sending command to battery chargers, that it will be depended on priority of load to command / turn off the each Battery charger.





Mode	DR event signal (ADR)	Command Start/Stop	Remark
Auto	Enable/Disable	-	Auto Demand Response Mode
Manual	-	Start/Stop	Manual Start/Stop

Auto Mode:

Battery charger will be on/off by Demand Response Mode. The Operator can select Mode of operation from FactoryTalk View SE. The Automatic Mode (AUTO) and ADR signal need to be selected from Battery charger page. The operator cannot override the Battery charger when Auto Mode was selected.

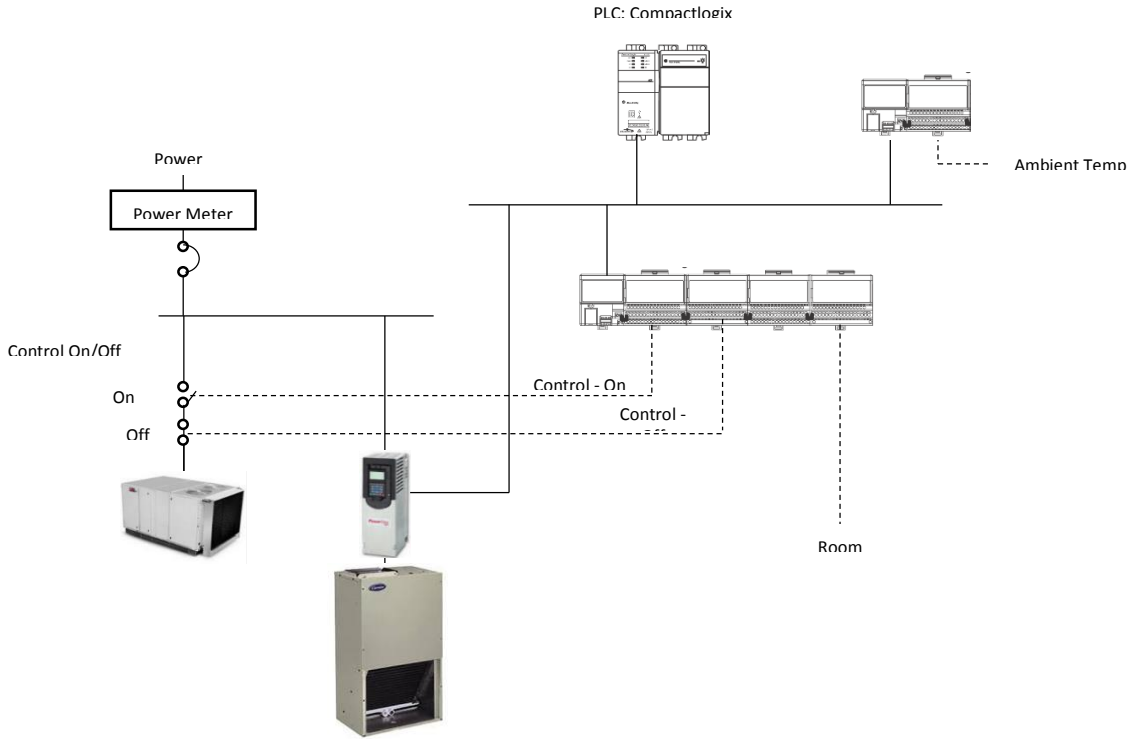
Manual Mode:

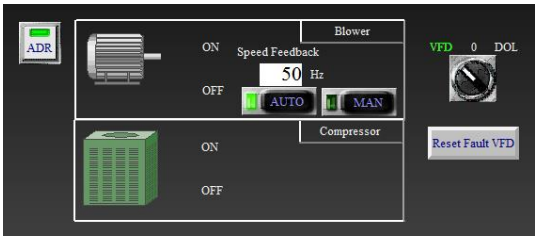
Battery charger will be on/off by Operator from panel or FactoryTalk View SE. Operator need to select Manual Mode (MAN) from Battery charger page. Operator can select “On/Off” charger.

Air Condition

TMC Air-Condition

The Air-Condition at TMC consists of Cooling Unit and Fan Coil Unit, The Cooling Unit will be controlled by PLC I/O and Fan Coil Unit will connect to VFD that will be directly command from PLC to reduce/increase Fan Speed. Before the Demand Response command occurs the Precool Signal will release to FactoryTalk Energy Metrix and the Factorytalk Energy Metrix will command to PLC to increase Fan speed to reach the precool temperature set point. When the Demand Response common occurred the cooling unit will be shut down or reduce the speed of FAN.





Control Signal and I/O Signal

Auto Mode:

Air condition will be on/off or adjust Fan speed by Demand Response Mode. The Operator can select Mode of operation from FactoryTalk View SE. The Automatic Mode (AUTO) and ADR signal need to be selected from Spot A/C page. The operator cannot override the Air condition when Auto Mode was selected.

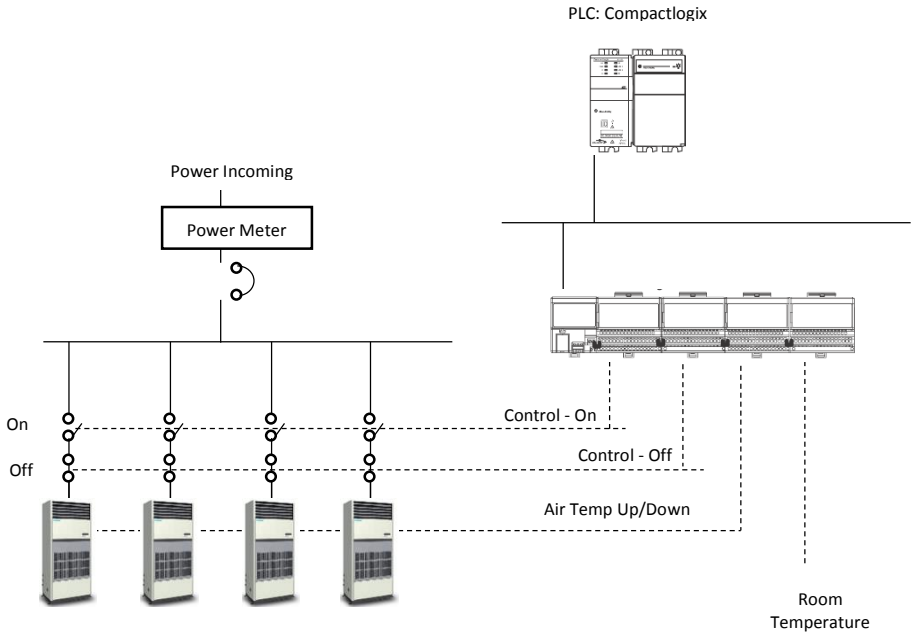
Manual Mode:

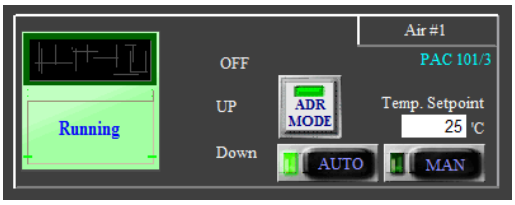
Air condition will be on/off by Operator from panel or FactoryTalk View SE. Operator need to select Manual Mode (MAN) from Spot A/C page. Operator can select On/Off Fan, adjust Fan speed and On/Off Compressor.

Air Condition

Kumi Air-Condition

The Air-Condition at KUMI are the split type, They can be controlled temperature and turn/off by PLC I/O. The Precool Signal also use for release command to Factorytalk Energy Metrix and PLC to increase/decrease temperature to reach the precool temperature set point. When the Demand Response common occurred the Air Condition Unit can be increase temperature or shut down.





Control Signal and I/O Signal

Auto Mode:

Air condition will be on/off or adjust Temperature setpoint by Demand Response Mode. The Operator can select Mode of operation from FactoryTalk View SE. The Automatic Mode (AUTO) and ADR signal need to be selected from Assembly A/C or Canteen A/C page. The operator cannot override the Air condition when Auto Mode was selected.

Manual Mode:

Air condition will be on/off or adjust temperature setpoint by Operator from panel or FactoryTalk View SE. Operator need to select Manual Mode (MAN) from Assembly A/C or Canteen A/C page. Operator can select On/Off Fan or adjust temperature setpoint.

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

GENERAL ARRANGEMENT

C1	03-01-16	PA	As Built				
A1	17-09-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-DES-GA-01-EN	**REVISION** C1	**STATUS** C

KUMI

WADE THAI PROJECT
KUMI CABINET
COVER SHEET

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
KUMI CABINET
COVER SHEET

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	01	C1

WADE THAI PROJECT
KUMI CABINET
INDEX SHEET

NO.	DRAWING NO.	DRAWING TITLE	REV.
01	R5THS00107-DES-GA-EN	KUMI CABINET COVER SHEET	C1
02	R5THS00107-DES-GA-EN	KUMI CABINET INDEX SHEET	C1
03	R5THS00107-DES-GA-EN	CANTEEN CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
04	R5THS00107-DES-GA-EN	CANTEEN CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
05	R5THS00107-DES-GA-EN	CANTEEN CABINET EQUIPMENT LIST	C1
06	R5THS00107-DES-GA-EN	PRODUCTION RIGHT CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
07	R5THS00107-DES-GA-EN	PRODUCTION RIGHT CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
08	R5THS00107-DES-GA-EN	PRODUCTION RIGHT CABINET EQUIPMENT LIST	C1
09	R5THS00107-DES-GA-EN	PRODUCTION LEFT CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
10	R5THS00107-DES-GA-EN	PRODUCTION LEFT CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
11	R5THS00107-DES-GA-EN	PRODUCTION LEFT CABINET EQUIPMENT LIST	C1
12	R5THS00107-DES-GA-EN	EXHAUST FAN CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
13	R5THS00107-DES-GA-EN	EXHAUST FAN CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
14	R5THS00107-DES-GA-EN	EXHAUST FAN CABINET EQUIPMENT LIST	C1
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

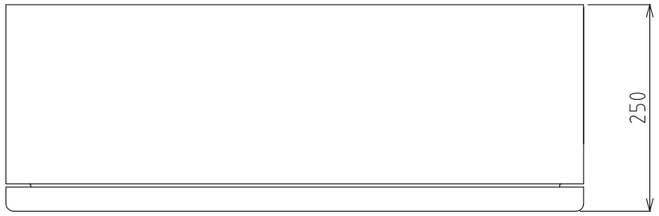
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

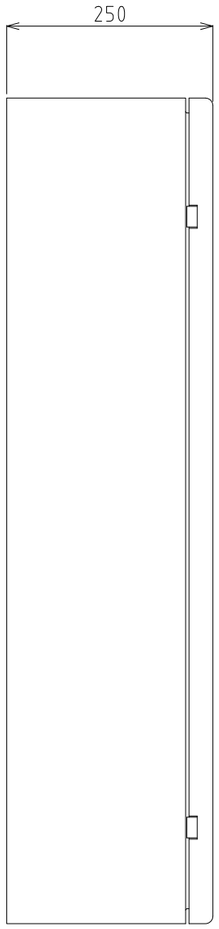
PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
KUMI CABINET
INDEX SHEET

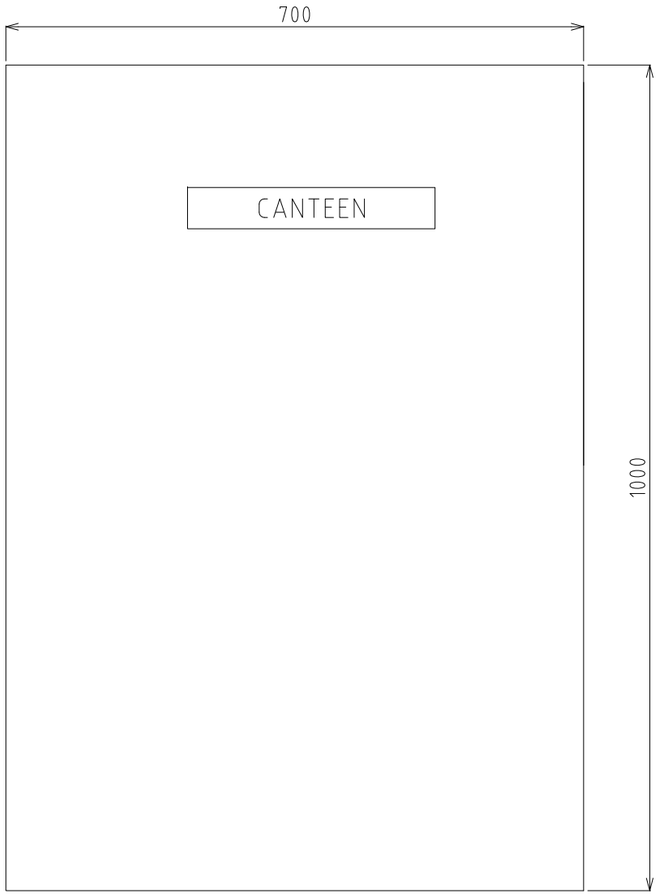
SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	02	C1



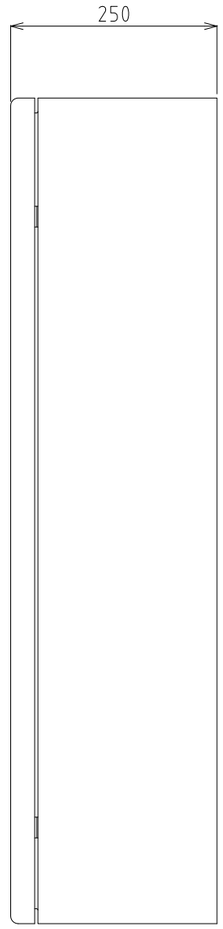
TOP VIEW



LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

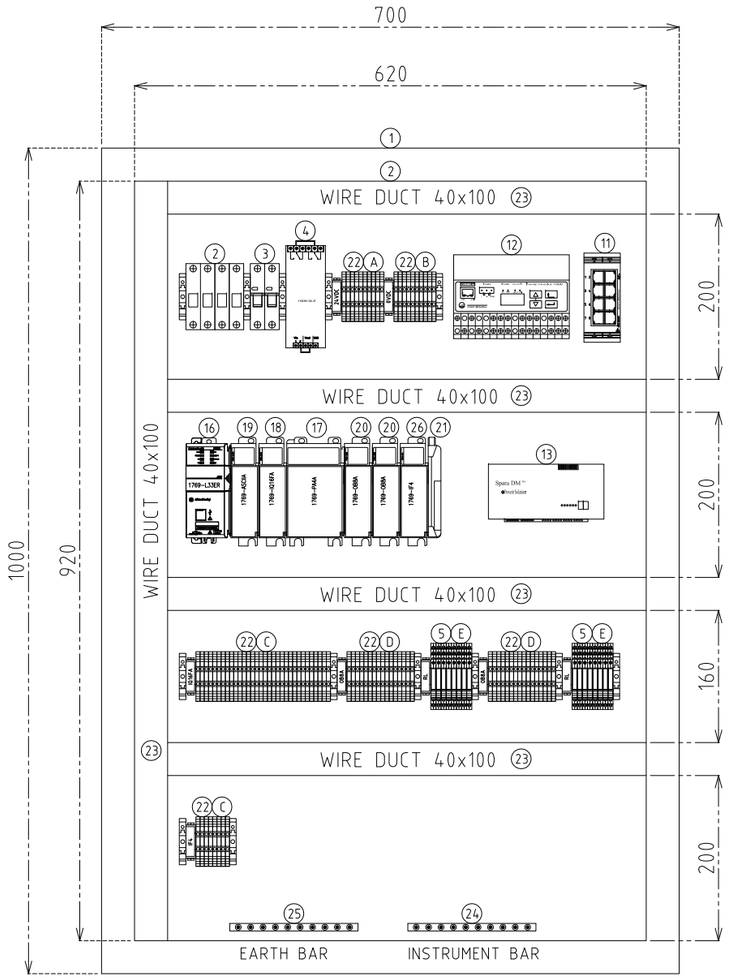
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
CANTEEN CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	03	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
Ⓐ	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
Ⓑ	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
Ⓒ	IQ16FA	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
Ⓓ	OB8A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	16
Ⓔ	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16
Ⓕ	OB8A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	16
Ⓖ	OB8A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	8

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
CANTEEN CABINET
INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	04	C1

EQUIPMENT LIST				
ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	16
6	REMOTE I/O	1794-AENTB	Allen-Bradley	0
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16A	Allen-Bradley	0
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16A	Allen-Bradley	0
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4IA	Allen-Bradley	0
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3A	Allen-Bradley	0
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US08T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENTA	Allen-Bradley	1
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	1
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	0
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	2
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4A	Allen-Bradley	2
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16FA	Allen-Bradley	2
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCIIA	Allen-Bradley	2
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8A	Allen-Bradley	2
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	1
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	92
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	5
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	1
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26	ANALOG INPUT	1769-IF4	Allen-Bradley	1
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

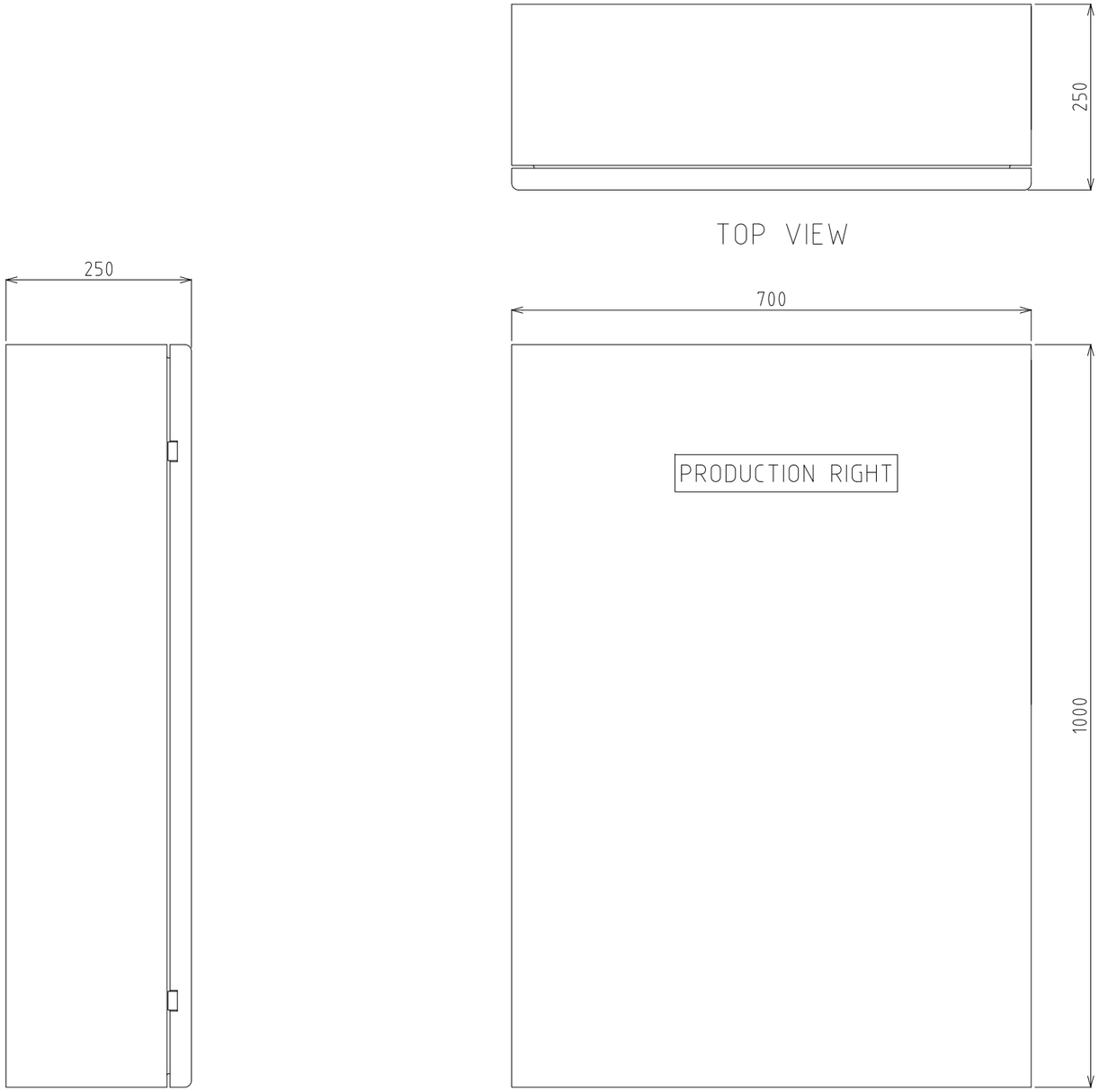
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
CANTEEN CABINET
EQUIPMENT LIST

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	05	C1



TOP VIEW

LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

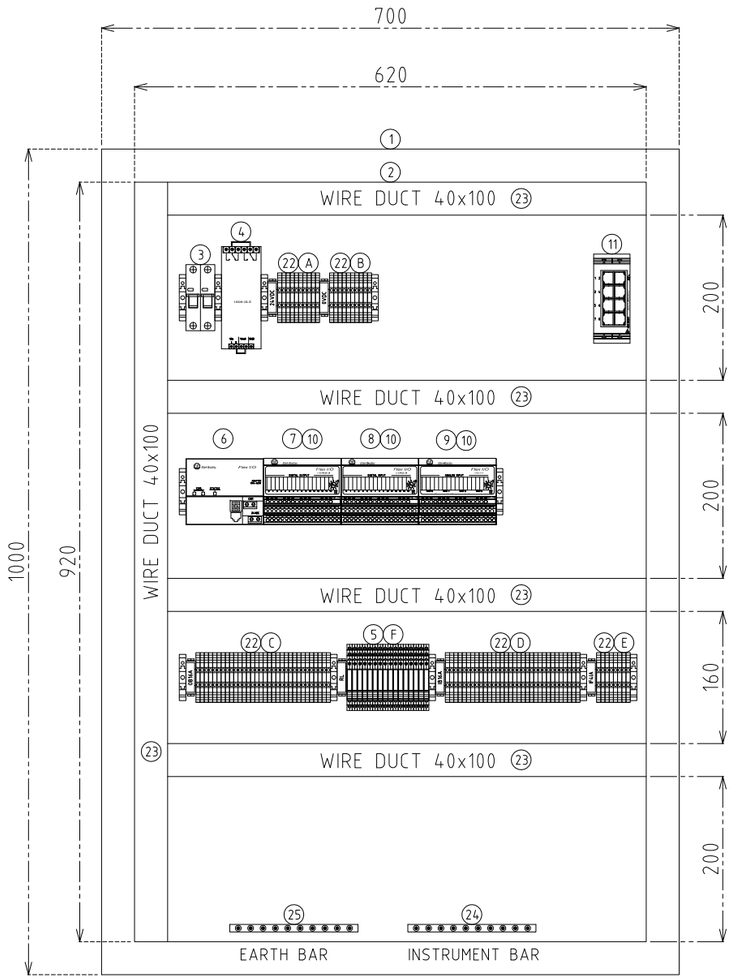
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
PRODUCTION RIGHT CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	06	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
A	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
B	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
C	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
D	IB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
E	IF4IA	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	8
F	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR: **WADE THAI**
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT: *WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY*

PROJECT: *DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT*

DRAWING TITLE: PRODUCTION RIGHT CABINET INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	07	C1

EQUIPMENT LIST				
ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	16
6	REMOTE I/O	1794-AENT B	Allen-Bradley	1
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16 A	Allen-Bradley	1
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16 A	Allen-Bradley	1
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4I A	Allen-Bradley	1
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3 A	Allen-Bradley	3
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US08T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENT A	Allen-Bradley	0
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	0
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	0
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	0
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4 A	Allen-Bradley	0
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16F A	Allen-Bradley	0
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCII A	Allen-Bradley	0
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8 A	Allen-Bradley	0
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	0
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	92
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	5
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	1
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26				
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

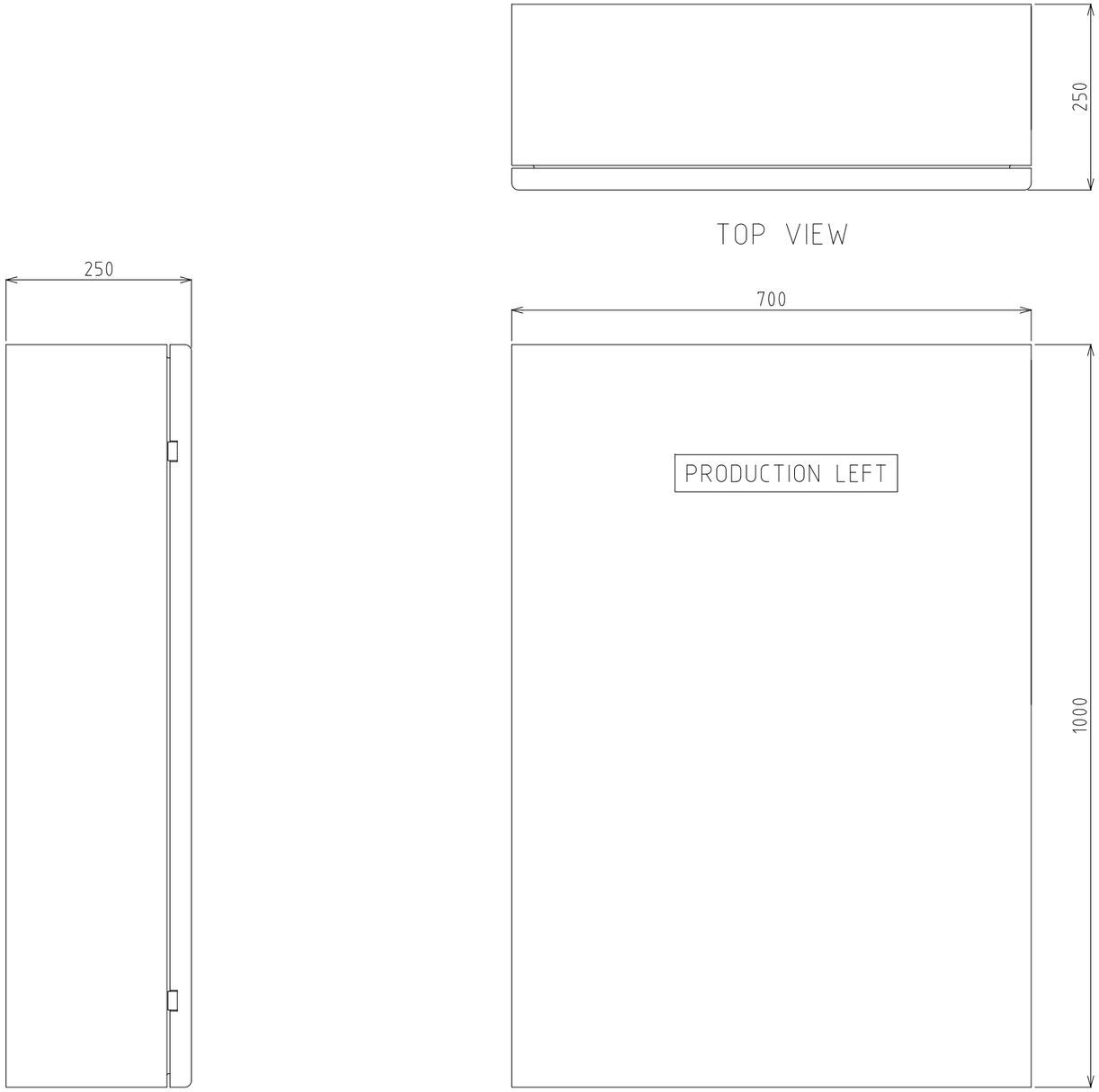
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
PRODUCTION RIGHT CABINET
EQUIPMENT LIST

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	08	C1



TOP VIEW

LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

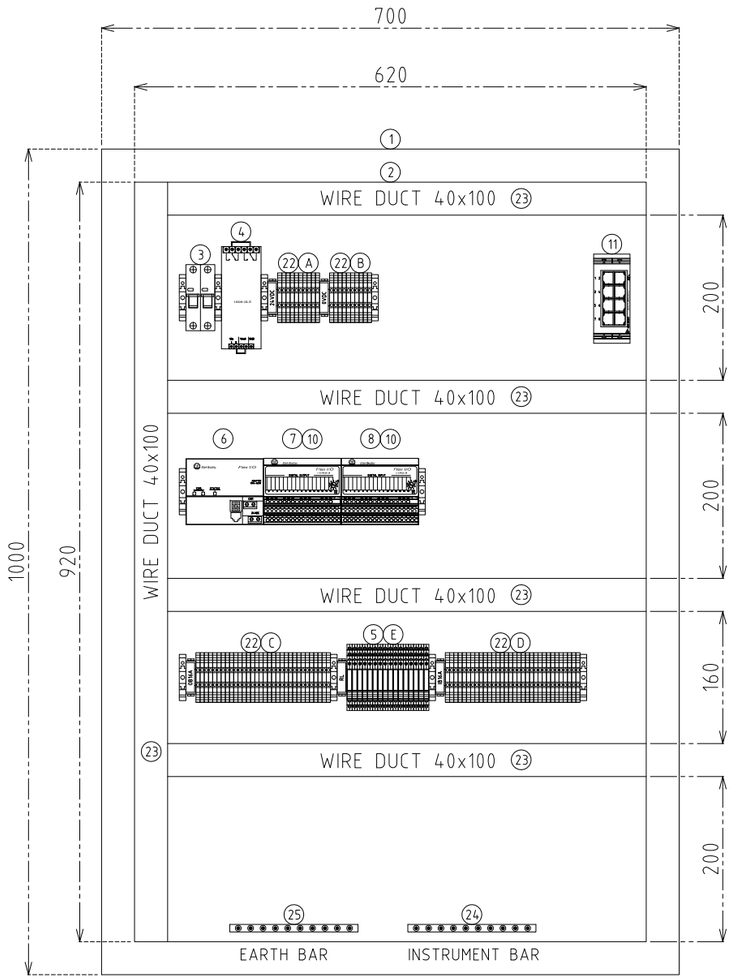
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
PRODUCTION LEFT CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	09	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
A	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
B	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
C	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
D	IB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
E	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR, TP&T BUILDING, 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
PRODUCTION LEFT CABINET
INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	10	C1

EQUIPMENT LIST				
ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	16
6	REMOTE I/O	1794-AENT B	Allen-Bradley	1
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16 A	Allen-Bradley	1
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16 A	Allen-Bradley	1
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4I A	Allen-Bradley	0
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3 A	Allen-Bradley	2
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US08T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENT A	Allen-Bradley	0
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	0
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	0
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	0
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4 A	Allen-Bradley	0
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16F A	Allen-Bradley	0
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCII A	Allen-Bradley	0
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8 A	Allen-Bradley	0
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	0
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	84
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	5
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	1
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26				
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

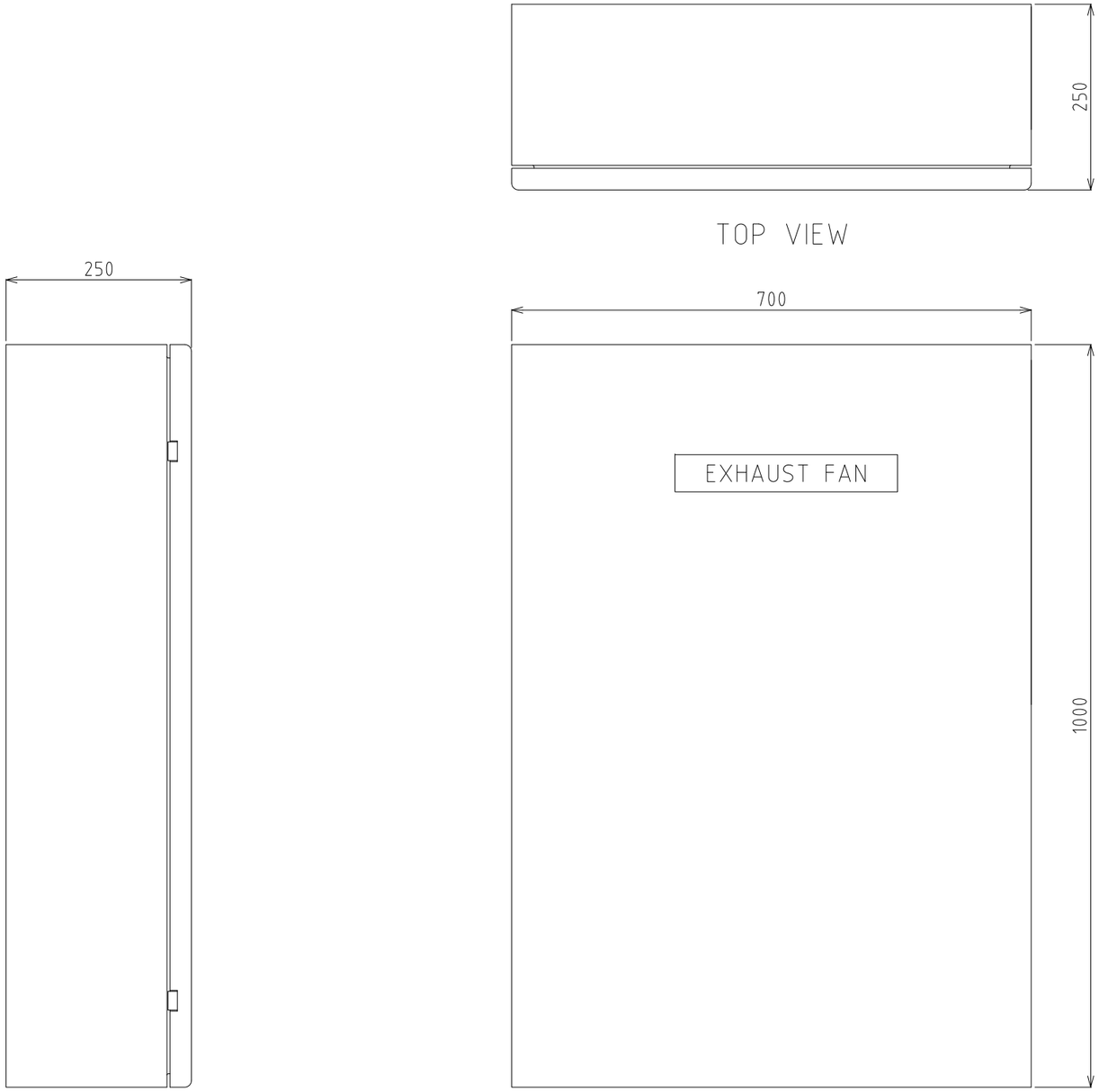
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
PRODUCTION LEFT CABINET EQUIPMENT LIST

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	11	C1



TOP VIEW

LEFT SIDE VIEW

FRONT VIEW

RIGHT SIDE VIEW

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

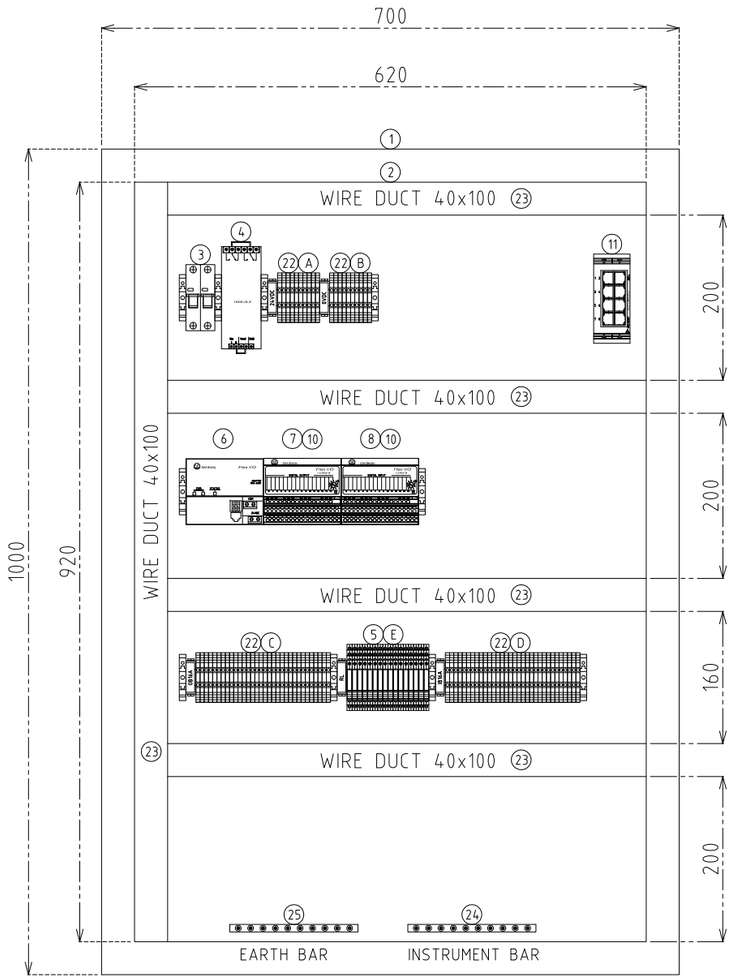
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
EXHAUST FAN CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	12	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
A	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
B	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
C	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
D	IB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
E	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR, TP&T BUILDING, 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
EXHAUST FAN CABINET
INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	13	C1

EQUIPMENT LIST

ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	16
6	REMOTE I/O	1794-AENT B	Allen-Bradley	1
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16 A	Allen-Bradley	1
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16 A	Allen-Bradley	1
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4I A	Allen-Bradley	0
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3 A	Allen-Bradley	2
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US08T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENT A	Allen-Bradley	0
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	0
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	0
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	0
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4 A	Allen-Bradley	0
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16F A	Allen-Bradley	0
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCII A	Allen-Bradley	0
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8 A	Allen-Bradley	0
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	0
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	84
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	5
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	1
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26				
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
EXHAUST FAN CABINET
EQUIPMENT LIST

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	14	C1

TMC

WADE THAI PROJECT
TMC CABINET
COVER SHEET

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC CABINET
COVER SHEET

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	01	C1

WADE THAI PROJECT
TMC CABINET
INDEX SHEET

NO.	DRAWING NO.	DRAWING TITLE	REV.
01	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC CABINET COVER SHEET	C1
02	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC CABINET INDEX SHEET	C1
03	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC EXHAUST FAN CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
04	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC EXHAUST FAN CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
05	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC EXHAUST FAN CABINET EQUIPMENT LIST	C1
06	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC BATTERY CHARGER CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
07	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC BATTERY CHARGER CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
08	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC BATTERY CHARGER CABINET EQUIPMENT LIST	C1
09	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC CHILLER CABINET GENERAL ARRANGEMENT	C1
10	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC CHILLER CABINET INTERNAL ARRANGEMENT	C1
11	R5THS00107-DES-GA-EN	TMC CHILLER CABINET EQUIPMENT LIST	C1
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

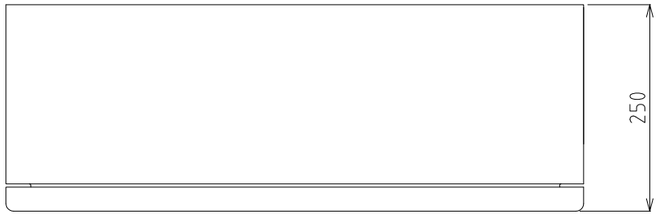
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

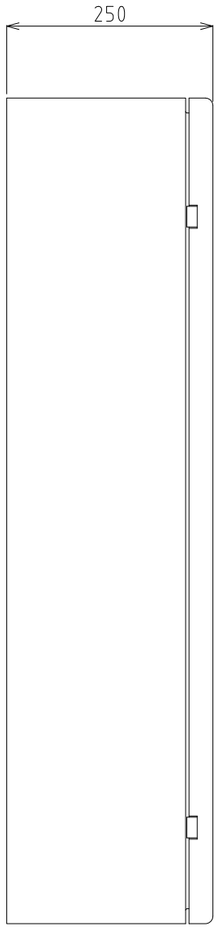
PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC CABINET
INDEX SHEET

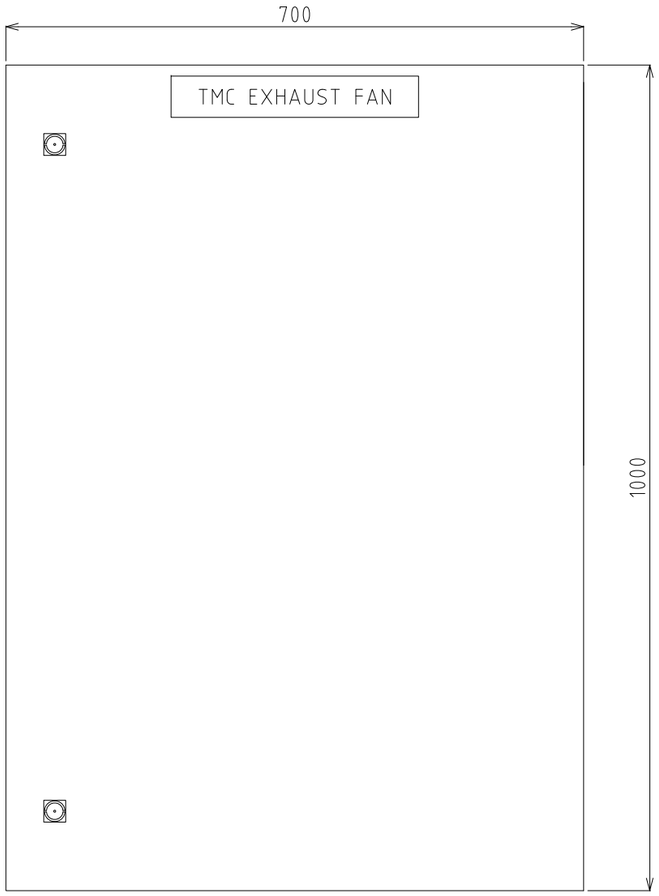
SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	02	C1



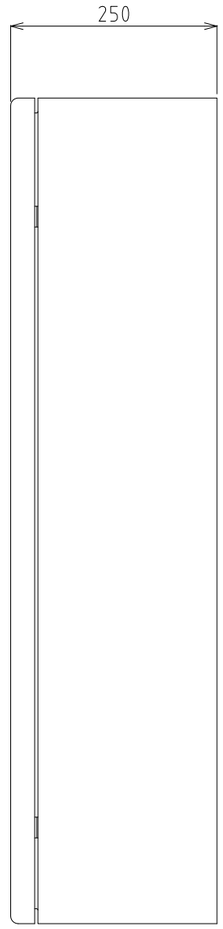
TOP VIEW



LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

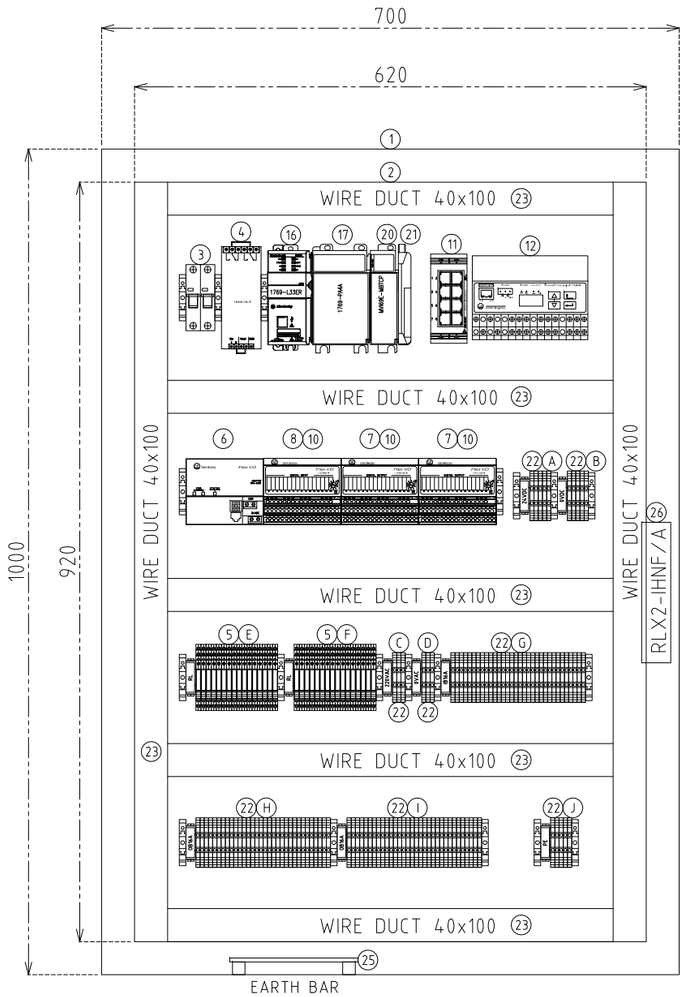
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC EXHAUST FAN CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	03	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
A	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5
B	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5
C	220VAC	220 VAC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5
D	0VAC	0 VAC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5
E	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16
F	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16
F	IB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
F	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
F	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
J	PE	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC EXHAUST FAN CABINET
INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	04	C1

EQUIPMENT LIST				
ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	64
6	REMOTE I/O	1794-AENTB	Allen-Bradley	1
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16A	Allen-Bradley	2
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16A	Allen-Bradley	1
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4IA	Allen-Bradley	0
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3A	Allen-Bradley	3
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US08T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENTA	Allen-Bradley	1
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	0
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	0
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	1
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4A	Allen-Bradley	1
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16FA	Allen-Bradley	0
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCIIA	Allen-Bradley	0
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8A	Allen-Bradley	0
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	1
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	117
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	7
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	0
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26	PROSOFT	RLX2-IHNF/A	PROSOFT	1
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

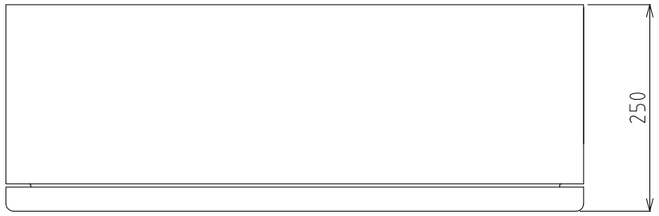
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

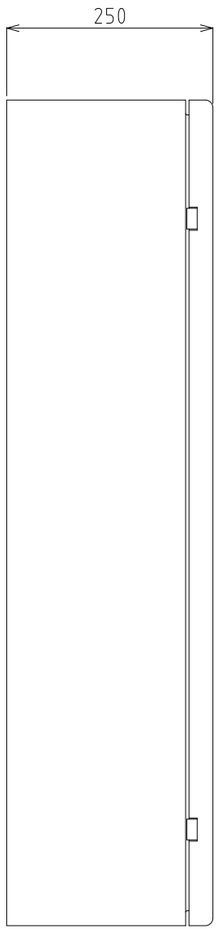
PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC EXHAUST FAN CABINET
EQUIPMENT LIST

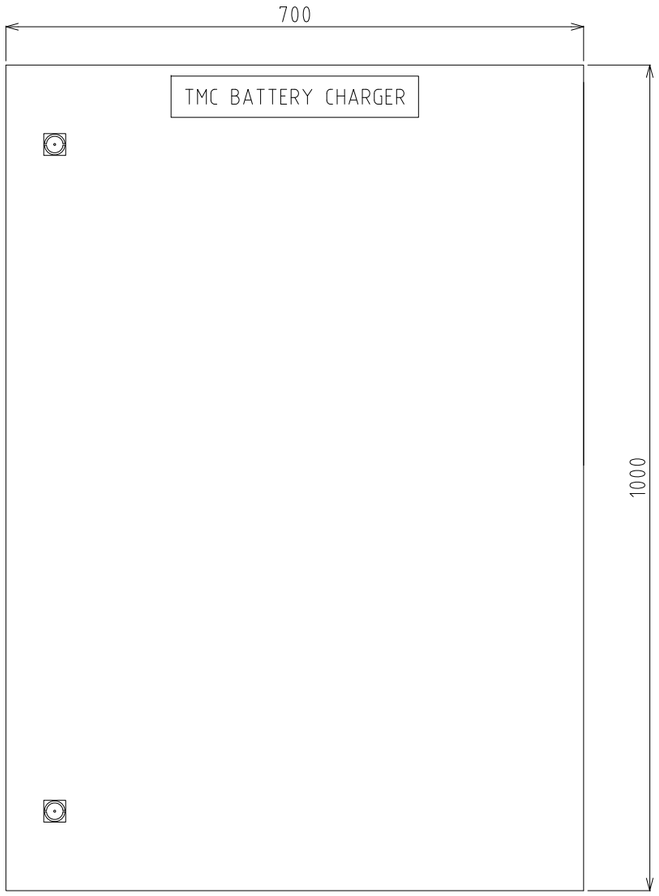
SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	05	C1



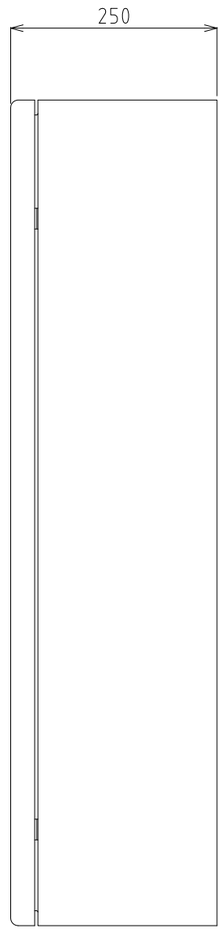
TOP VIEW



LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW



RIGHT SIDE VIEW

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

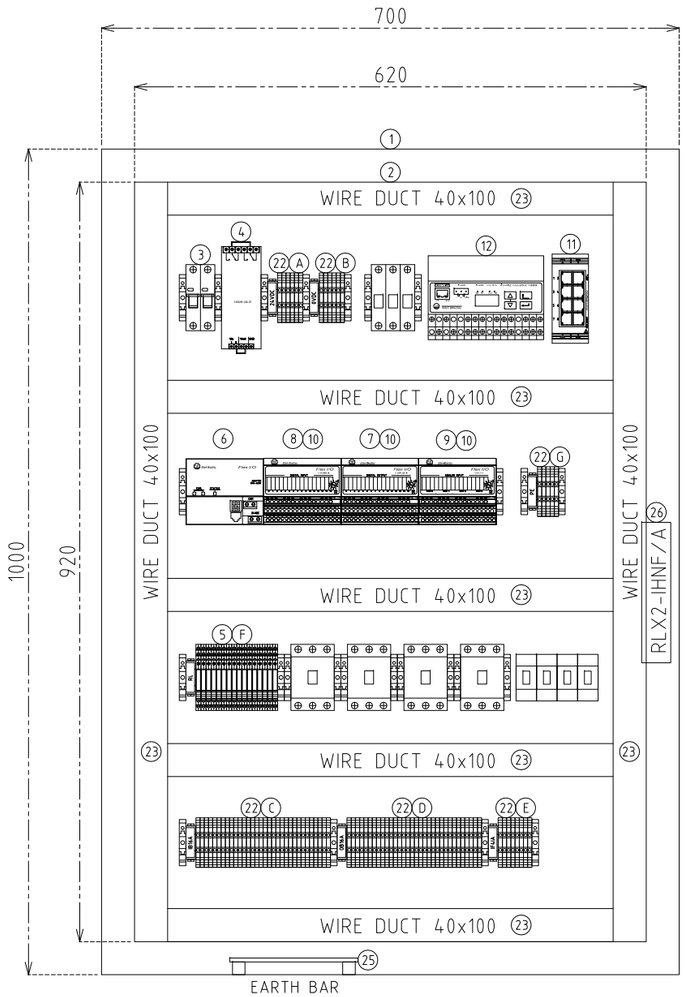
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC BATTERY CHARGER CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	06	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
(A)	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	6
(B)	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	6
(C)	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
(D)	IB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
(E)	IF4IA	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	8
(F)	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16
(G)	PE	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC BATTERY CHARGER CABINET
INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	07	C1

EQUIPMENT LIST				
ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	16
6	REMOTE I/O	1794-AENT B	Allen-Bradley	1
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16 A	Allen-Bradley	1
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16 A	Allen-Bradley	1
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4I A	Allen-Bradley	1
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3 A	Allen-Bradley	3
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US08T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENT A	Allen-Bradley	1
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	0
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	0
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	0
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4 A	Allen-Bradley	0
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16F A	Allen-Bradley	0
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCII A	Allen-Bradley	0
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8 A	Allen-Bradley	0
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	0
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	89
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	7
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	6
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26	PROSOFT	RLX2-IHNF/A	PROSOFT	1
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

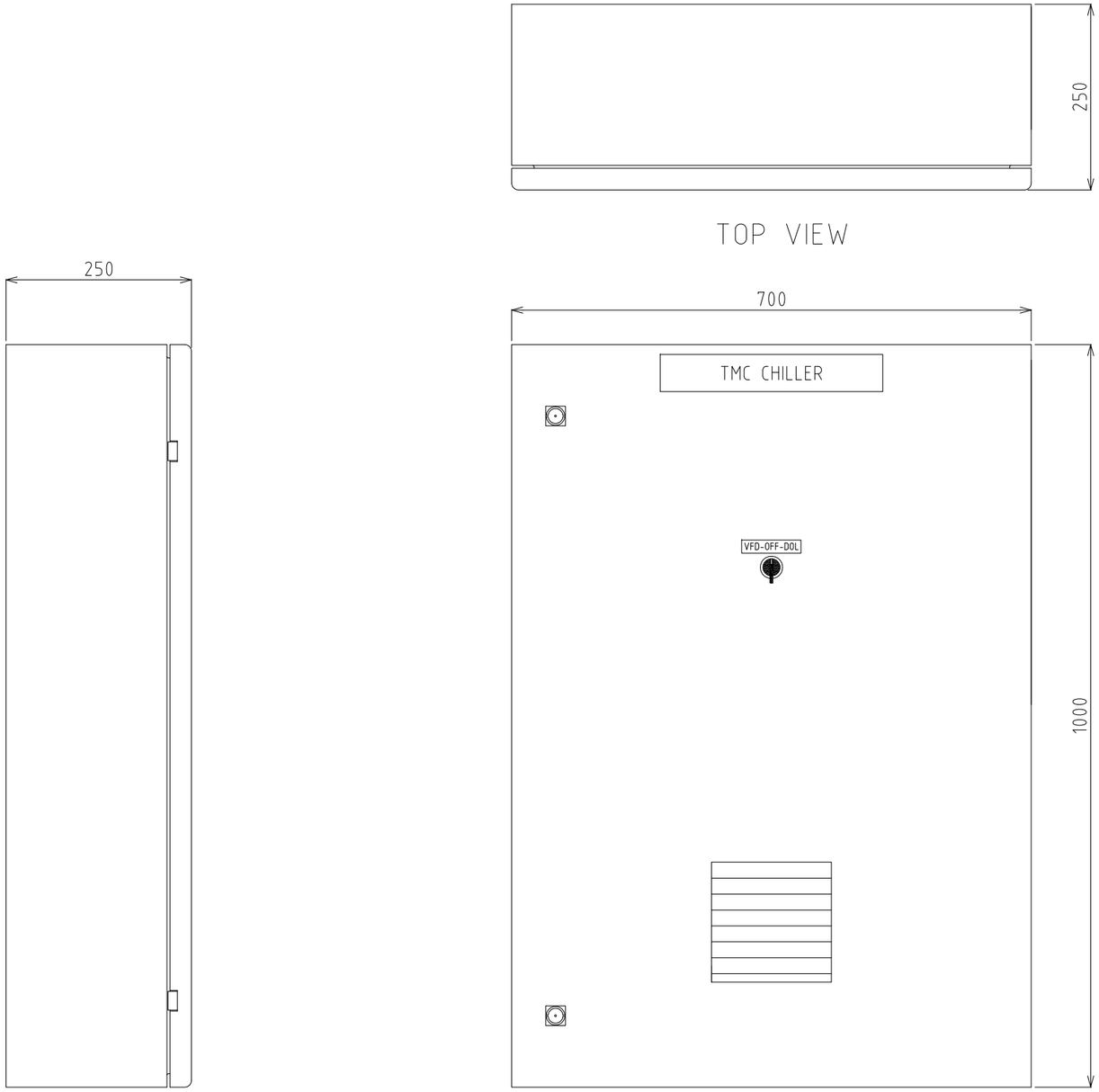
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC BATTERY CHARGER CABINET
EQUIPMENT LIST

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	08	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

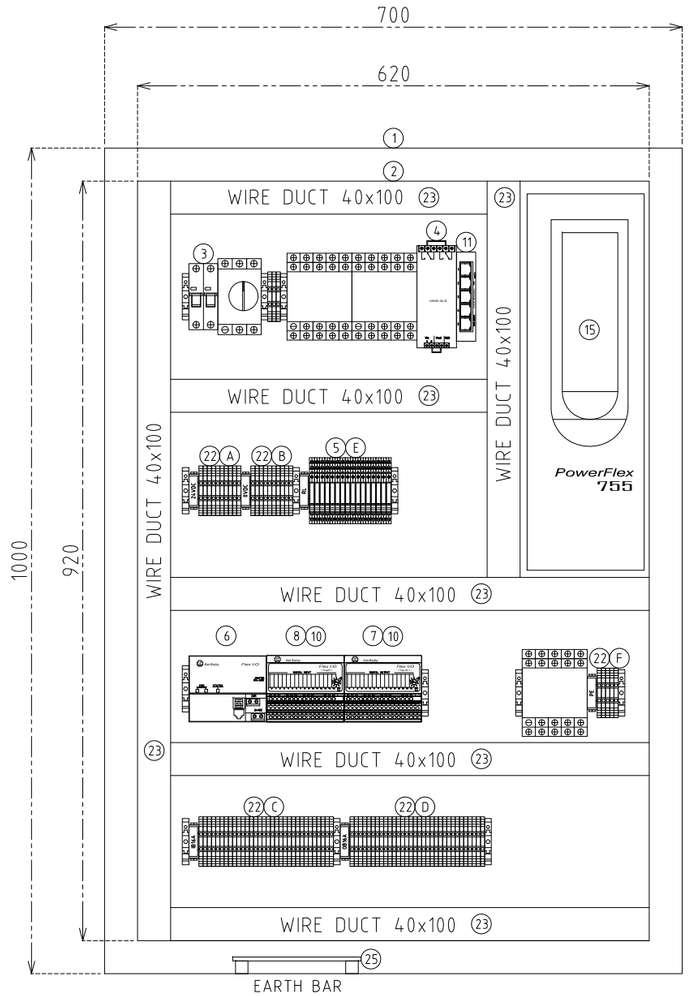
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC CHILLER CABINET
GENERRAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	09	C1



INSIDE FRONT VIEW

TERMINAL SCHEDULE

ITEM	MARK	DESCRIPTION	BRAND	TYPE	Q'TY
A	24VDC	24 VDC FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
B	0VDC	0 VDC TFEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	10
C	IB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
D	OB16A	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	32
E	RL	RELEY	PHOENIX CONTACT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	16
F	PE	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	Allen-Bradley	1492-J3	5

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR: **WADE THAI**
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT: *WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY*

PROJECT: *DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT*

DRAWING TITLE: TMC CHILLER CABINET INTERNAL ARRANGEMENT

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	10	C1

EQUIPMENT LIST				
ITEM	DESCRIPTION	PART NO.	BRAND	QTY.
1	JUNCTION BOX	-	LOCAL	1
2	MOUNTING PLATE	-	LOCAL	1
3	MINATURE CIRCUIT BREAKER, 220VAC, 2 POLE , 10A	1492-SP2C100	Allen-Bradley	1
4	POWER SUPPLY 24 VDC, 60W	1606-XLS	Allen-Bradley	1
5	PLC RELAY 24VDC DPDT, 6A MAX CONTACT CURRENT	PLC-RSC-24DC/21-C1D2	PHOENIX CONTACT	16
6	REMOTE I/O	1794-AENT B	Allen-Bradley	1
7	FLEX 16 POINTS DIGITAL OUTPUT MODULE	1794-OB16 A	Allen-Bradley	1
8	FLEX 16 POINTS DIGITAL INPUT MODULE	1794-IB16 A	Allen-Bradley	1
9	FLEX 4 POINTS ANALOG INPUT MODULE	1794-IF4I A	Allen-Bradley	0
10	FLEX TERMINAL BASE	1794-TB3 A	Allen-Bradley	2
11	HUB SWITCH PN-171228	1783-US05T	Allen-Bradley	1
12	POWER MONITOR 1000 ENERGY MONITOR WITH ETHERNET	1408-EM3A-ENT A	Allen-Bradley	0
13	SPARA DEMAND MANAGEMENT	SPARA DM	Allen-Bradley	0
14	SPARA HUB	SPARA HUB	Allen-Bradley	0
15	POWER FLEX755 VFD 5.5 KW 400VAC	20G11NC011JA0NNNNN	Allen-Bradley	1
16	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLER STSYEM	1769-L33ER	Allen-Bradley	0
17	COMPACTLOGIX POWER SUPPLY AC 4A/2A	1769-PA4 A	Allen-Bradley	0
18	COMPACTLOGIX 16 POINTS 24VDC FAST D/I MODULE	1769-IQ16F A	Allen-Bradley	0
19	COMPACTLOGIX ASCII INTERFACE MODULE	1769-ASCII A	Allen-Bradley	0
20	DIGITAL OUTPUT	1769-OB8 A	Allen-Bradley	0
21	RIGHT END CAP TERMINATOR	1769-ECR	Allen-Bradley	0
22	FEED THROUGH TERMINAL BLOCK	1492-J3	Allen-Bradley	92
23	40x100mm.WIRING DUCT WITH COVER	WD-40100-8	BANDEX	7
24	INSTRUMENT BAR	LOCAL	LOCAL	0
25	EARTH BAR	LOCAL	LOCAL	1
26	PROSOFT	RLX2-IHNF/A	PROSOFT	0
27				
28				
29				
30				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	AS BUILT	12/22/15	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC CHILLER CABINET
EQUIPMENT LIST

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-GA-EN	11	C1

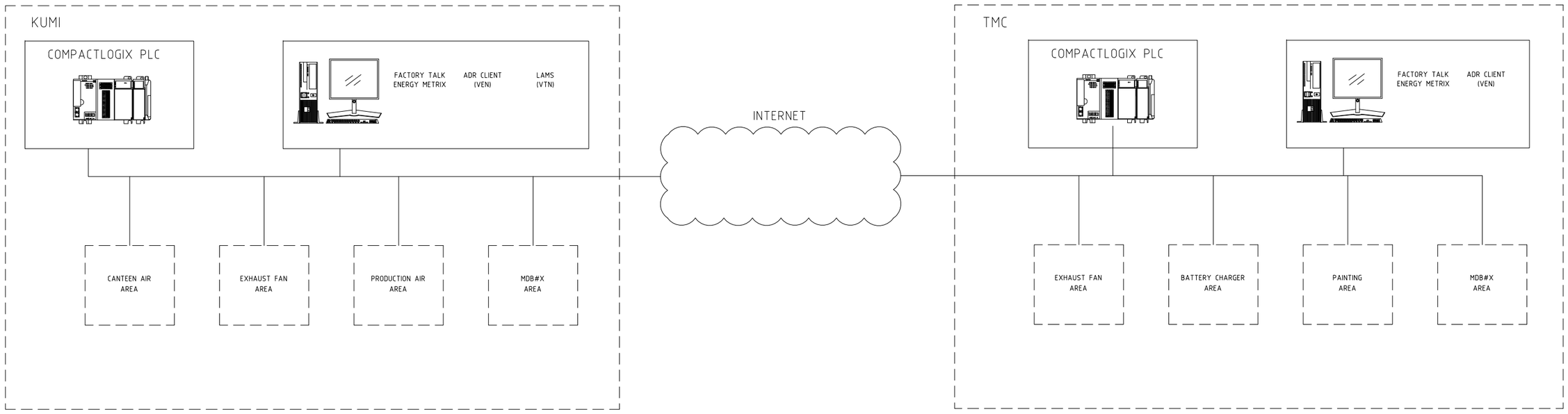
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

INSTRUMENT WIRING DIAGRAM

C1	03-01-16	PA	As Built				
A1	17-09-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-DES-WIR-01-EN	**REVISION** C1	**STATUS** C



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C2	AS BUILT	12/21/15	SP	PC	BW	
C1	ISSUED FOR APPROVAL	10/12/15	SP	PC	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	06/22/15	SP	PC	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	PONGSAKORN C.	BORWORN W.	
DATE: 06/22/15	DATE: 06/22/15	DATE: 06/22/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
OVERVIEW SYSTEM ARCHITECTURE

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	01	C2

IP192.168.8.11

FACTORY TALK ENERGY METRIX

ADR CLIENT (VEN)

EXHAUST FAN AREA

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.17
EXHAUST FAN

Compact Logix

IP192.168.8.21

IP192.168.8.22

ModbusTCP
IP192.168.8.20

BATTERY CHARGER AREA

IP192.168.8.23

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.18
BATTERY CHARGER

MDB2

IP192.168.8.26

INTERNET

To KUMI LAMS (VTN)

TMC Network (Ethernet TCP/IP)

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.12
MDB#1

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.13
MDB#2

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.14
MDB#3

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.15
MDB#4

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8.16
MDB#5

IP192.168.8.25

Powerflex VFD

IP192.168.8.27

1408-EM3A-ENT
IP192.168.8-19

PAINTING ROOM

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C2	AS BUILT	12/21/15	SP	PC	BW	
C1	ISSUED FOR APPROVAL	10/12/15	SP	PC	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	06/22/15	SP	PC	BW	

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	PONGSAKORN C.	BORWORN W.	
DATE: 06/22/15	DATE: 06/22/15	DATE: 06/22/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

OVERVIEW SYSTEM ARCHITECTURE (TMC)

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	02	C2

IP172.21.129.134

FACTORY TALK ENERGY METRIX

ADR CLIENT (VEN)

LAMS (VTN)

CANTEEN AIR AREA

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.126
EXHAUST FAN

Compact Logix

IP172.21.129.129

Modbus TCP
IP172.21.129.138

EXHAUST FAN AREA

IP172.21.129.130

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.125
BATTERY CHARGER

INTERNET

To TMC ADR Client

TMC Network (Ethernet TCP/IP)

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.120
MDB#1

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.121
MDB#2

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.122
MDB#3

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.123
MDB#4

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.124
MDB#5

IP172.21.129.131

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.127

PRODUCTION AIR RIGHT

IP172.21.129.132

1408-EM3A-ENT
IP172.21.129.128

PRODUCTION AIR LEFT

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C2	AS BUILT	12/21/15	SP	PC	BW	
C1	ISSUED FOR APPROVAL	10/12/15	SP	PC	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	06/22/15	SP	PC	BW	

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	PONGSAKORN C.	BORWORN W.	
DATE: 06/22/15	DATE: 06/22/15	DATE: 06/22/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

OVERVIEW SYSTEM ARCHITECTURE
(KUMI)

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	03	C2

KUMI

WADE THAI PROJECT
KUMI WIRING DIAGRAM
COVER SHEET

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
KUMI WIRING DIAGRAM
COVER SHEET

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	01	C1

WADE THAI PROJECT
KUMI WIRING DIAGRAM
INDEX SHEET

NO.	DRAWING NO.	DRAWING TITLE	REV.
01	R5THS00107-DES-WIR-EN	KUMI WIRING DIAGRAM COVER SHEET	C1
02	R5THS00107-DES-WIR-EN	KUMI WIRING DIAGRAM INDEX SHEET	C1
03	R5THS00107-DES-WIR-EN	CANTEEN CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
04	R5THS00107-DES-WIR-EN	CANTEEN CABINET WIRING DIAGRAM	C1
05	R5THS00107-DES-WIR-EN	CANTEEN CABINET WIRING DIAGRAM	C1
06	R5THS00107-DES-WIR-EN	PRODUCTION RIGHT CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
07	R5THS00107-DES-WIR-EN	PRODUCTION RIGHT CABINET WIRING DIAGRAM	C1
08	R5THS00107-DES-WIR-EN	PRODUCTION LEFT CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
09	R5THS00107-DES-WIR-EN	PRODUCTION LEFT CABINET WIRING DIAGRAM	C1
10	R5THS00107-DES-WIR-EN	EXHAUST FAN CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
11	R5THS00107-DES-WIR-EN	EXHAUST FAN CABINET WIRING DIAGRAM	C1
12	R5THS00107-DES-WIR-EN	SPARE	C1
13	R5THS00107-DES-WIR-EN	SPARE	C1
14	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#1	C1
15	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#2	C1
16	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#3	C1
17	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#4	C1
18	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#5	C1
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

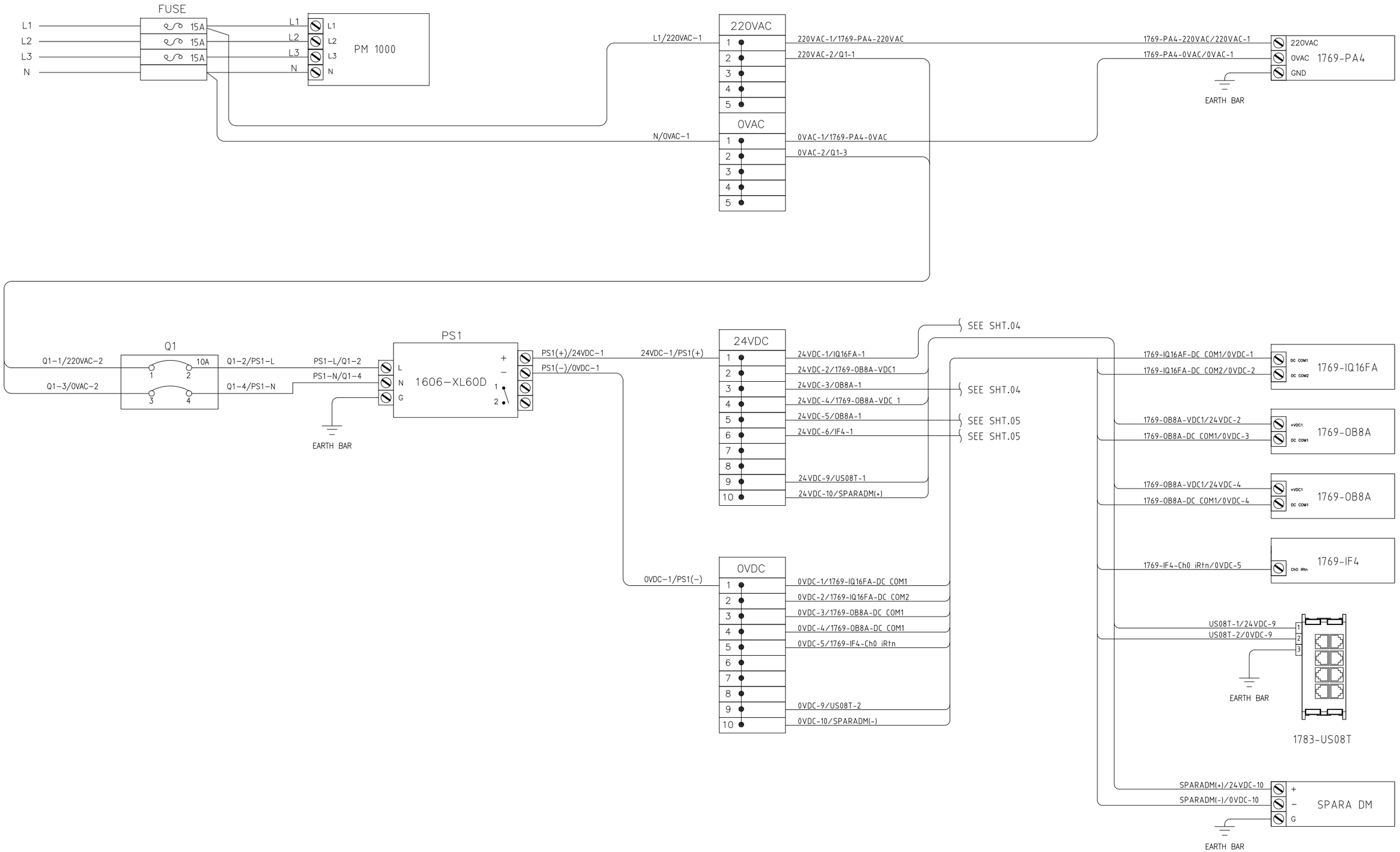
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
KUMI WIRING DIAGRAM
INDEX SHEET

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	02	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

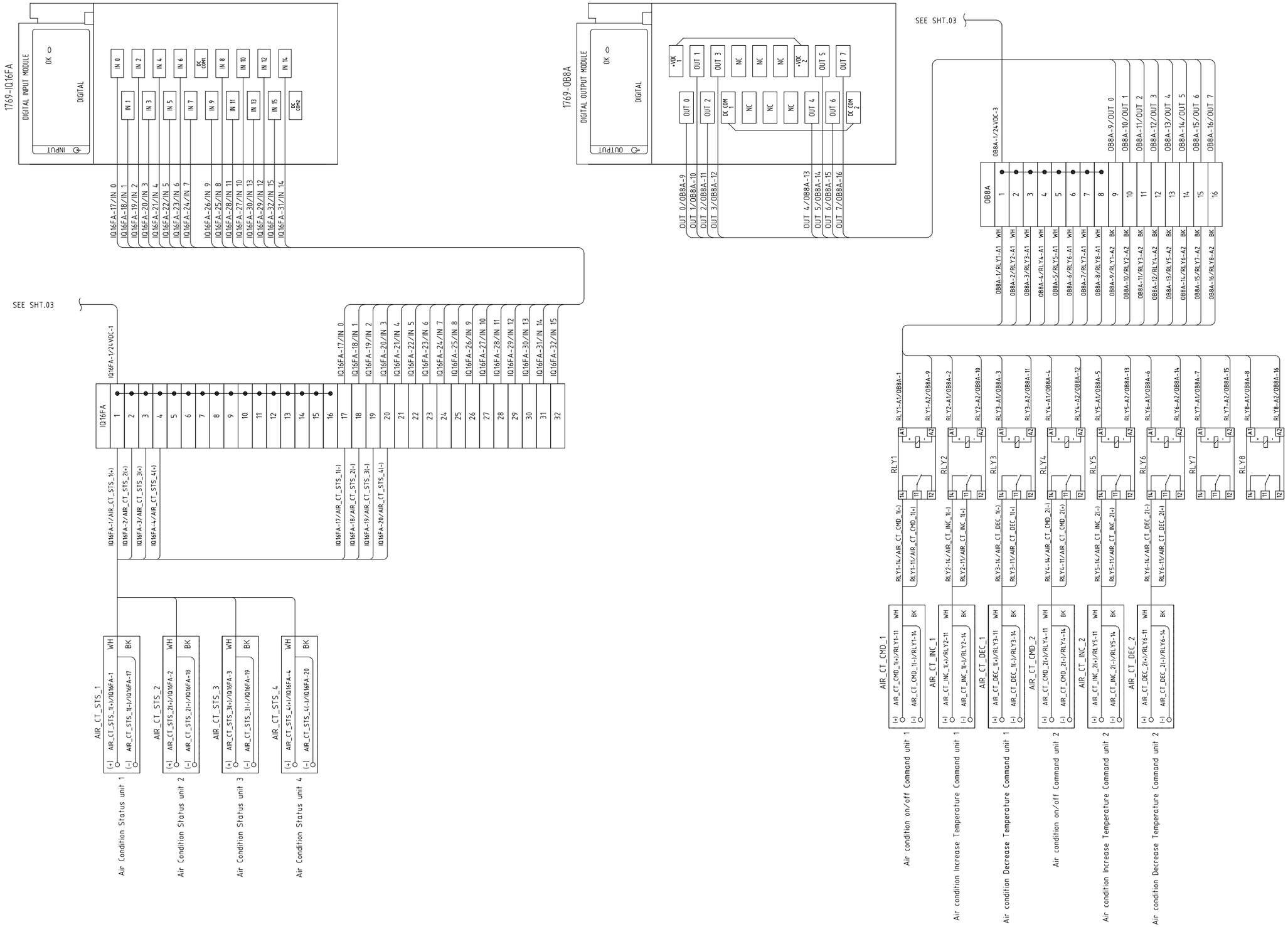
PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

CANTEEN CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	03	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

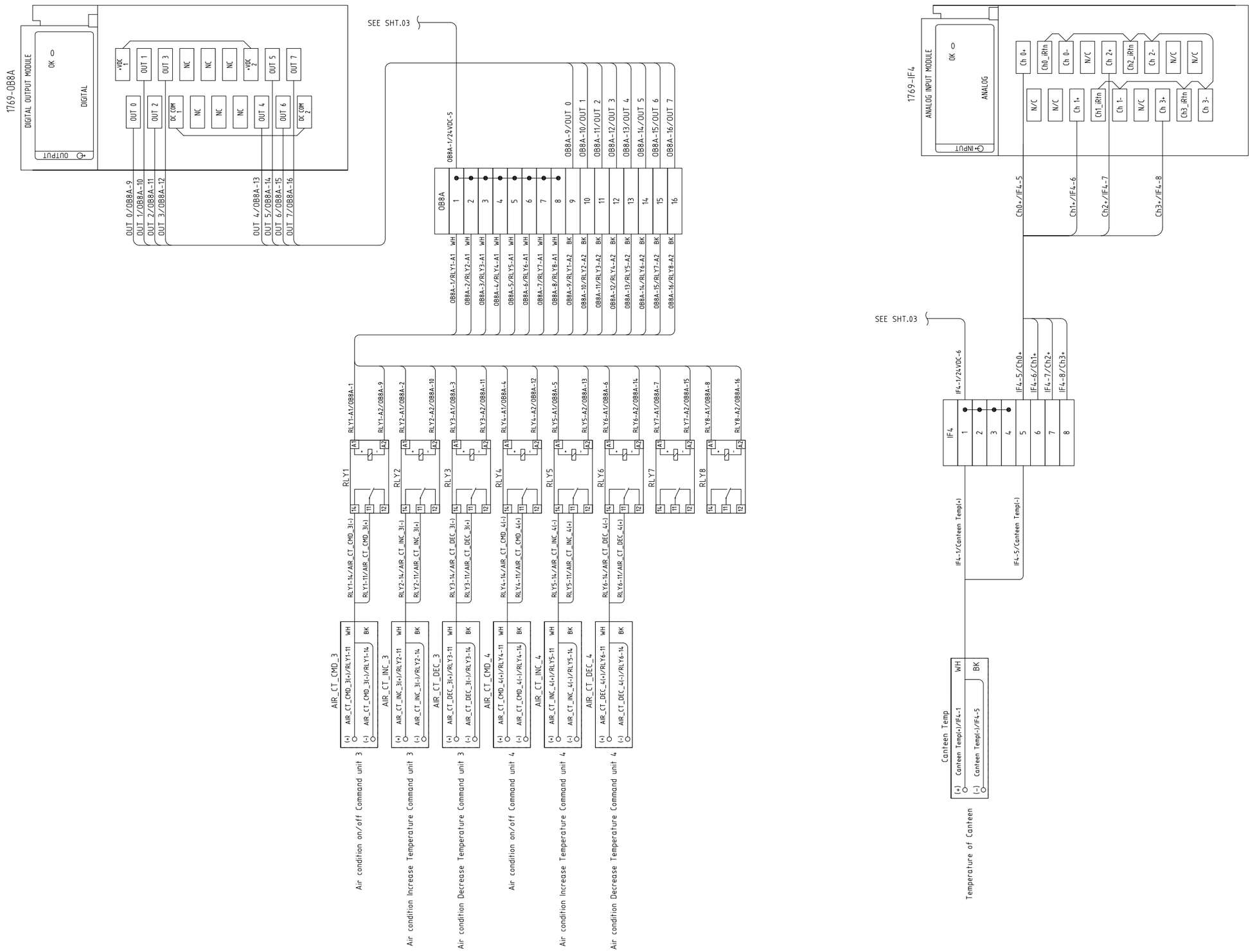
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
CANTEEN CABINET
WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	04	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

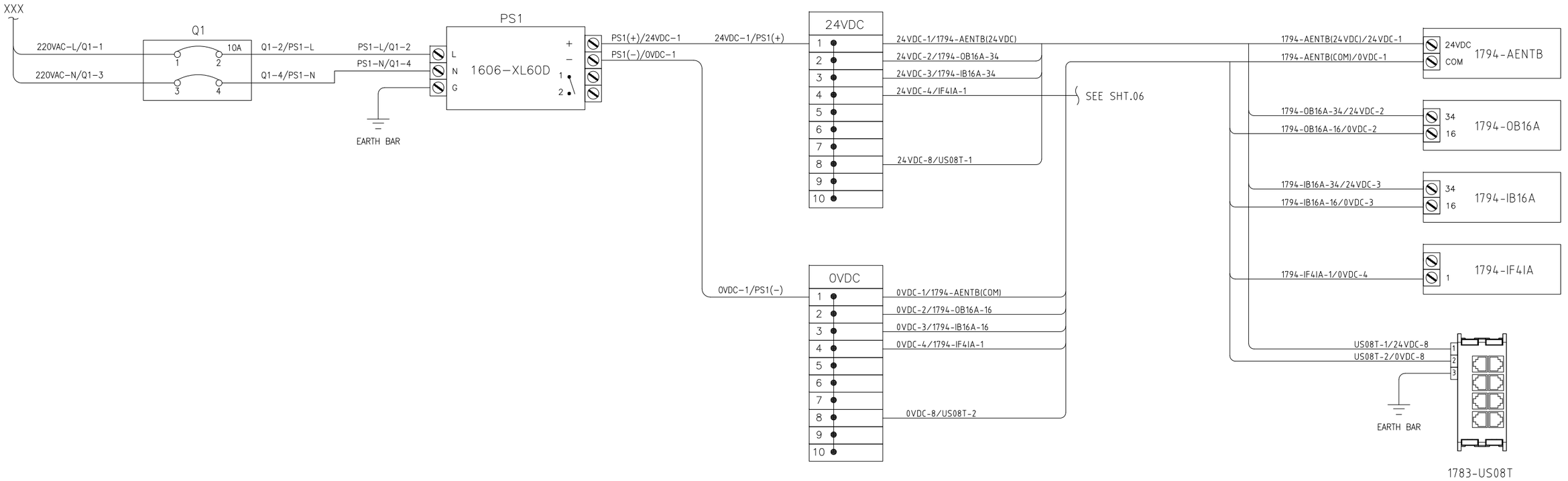
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
CANTEEN CABINET
WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	05	C1



REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

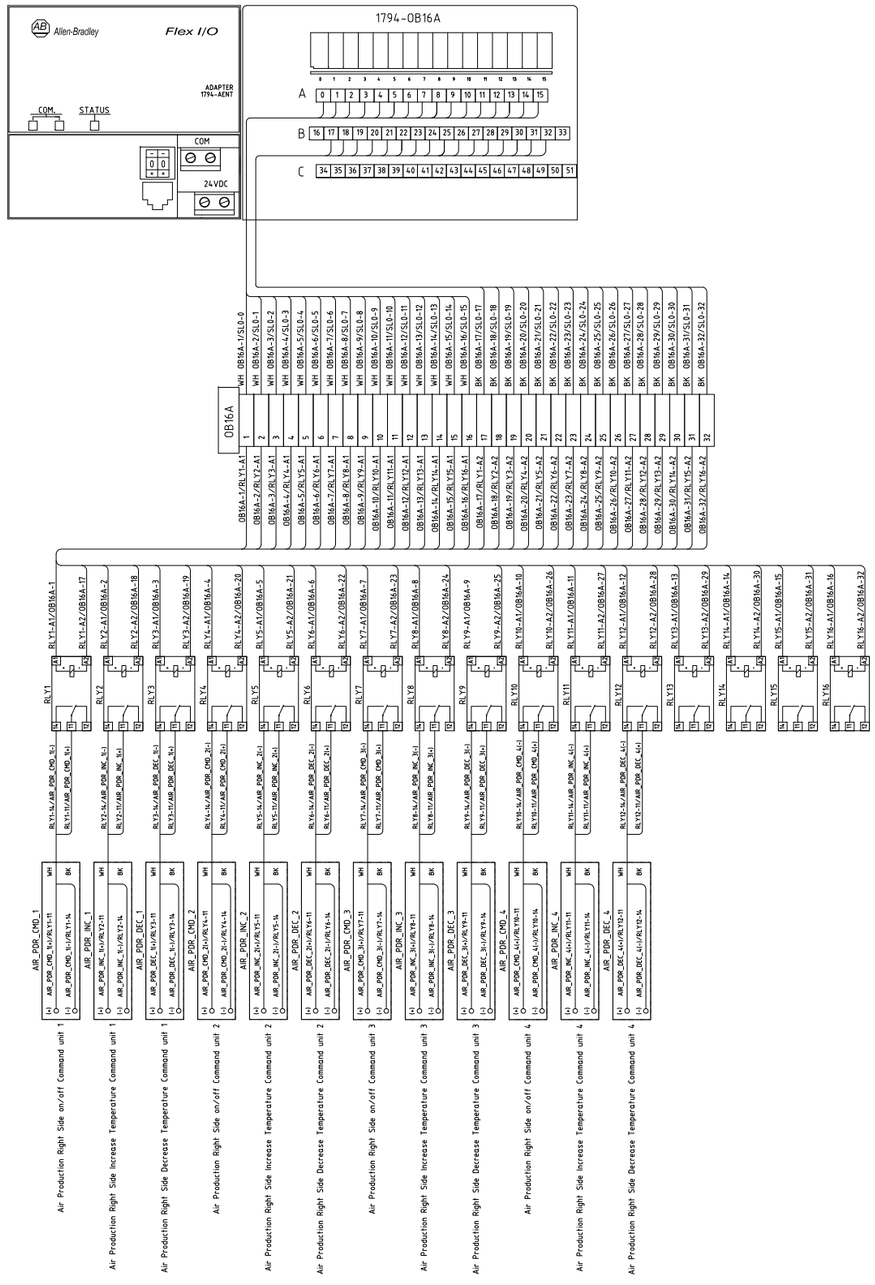
PROJECT:

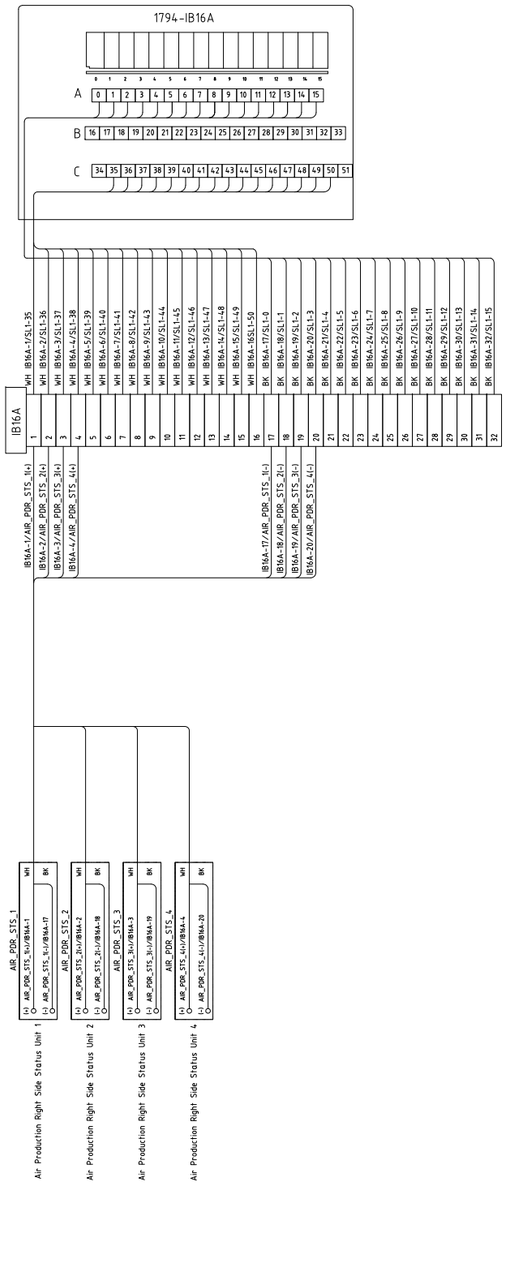
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

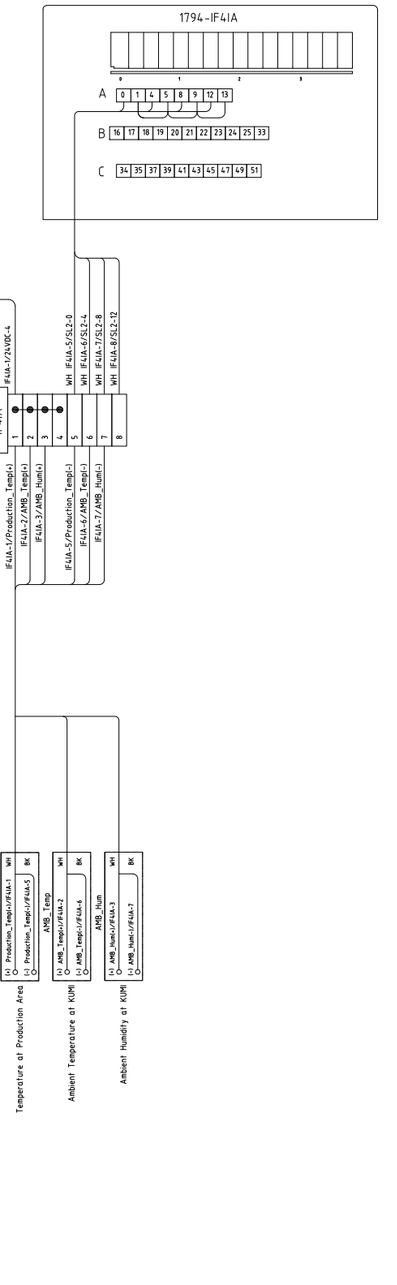
DRAWING TITLE:

PRODUCTION RIGHT CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	06	C1







C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW		
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW		
REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI	
			VENDOR				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

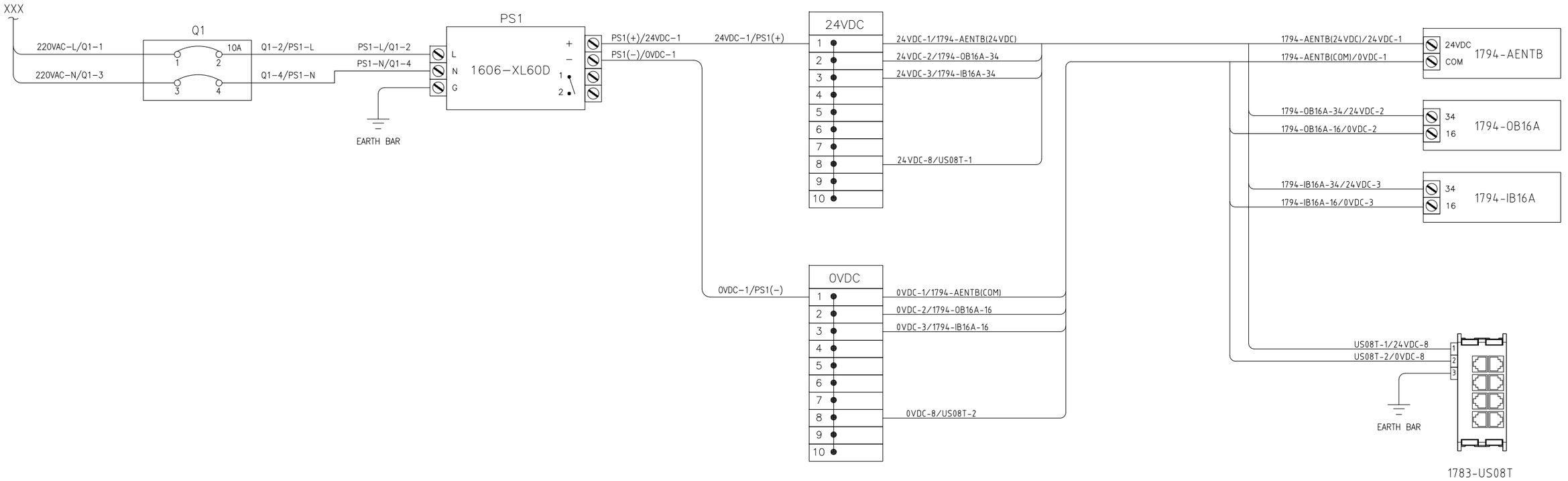
PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

PRODUCTION RIGHT CABINET WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	07	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

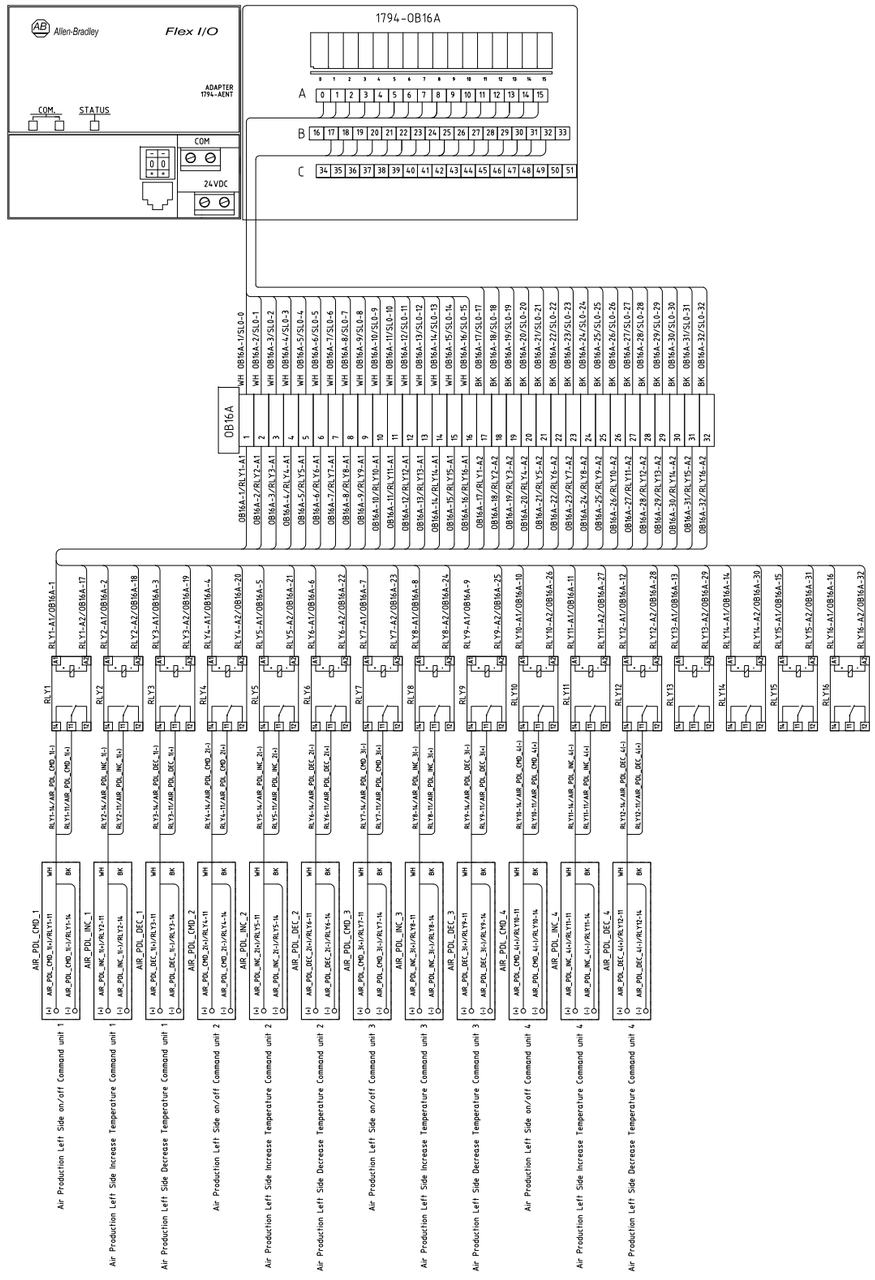
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
PRODUCTION LEFT CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	08	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

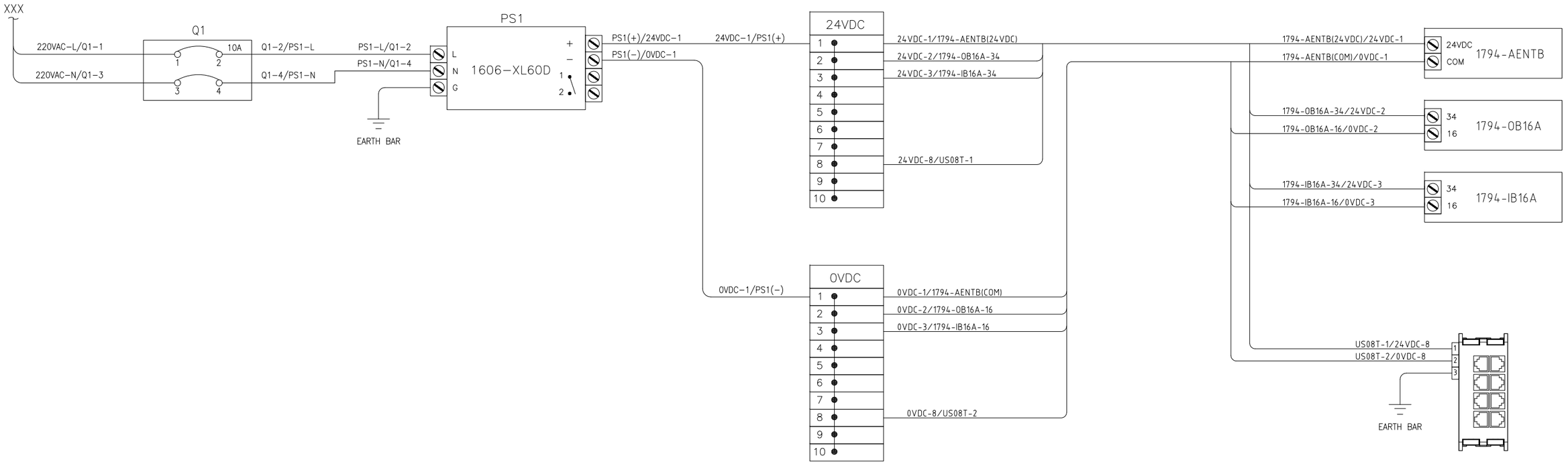
PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

PRODUCTION LEFT CABINET
WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	09	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

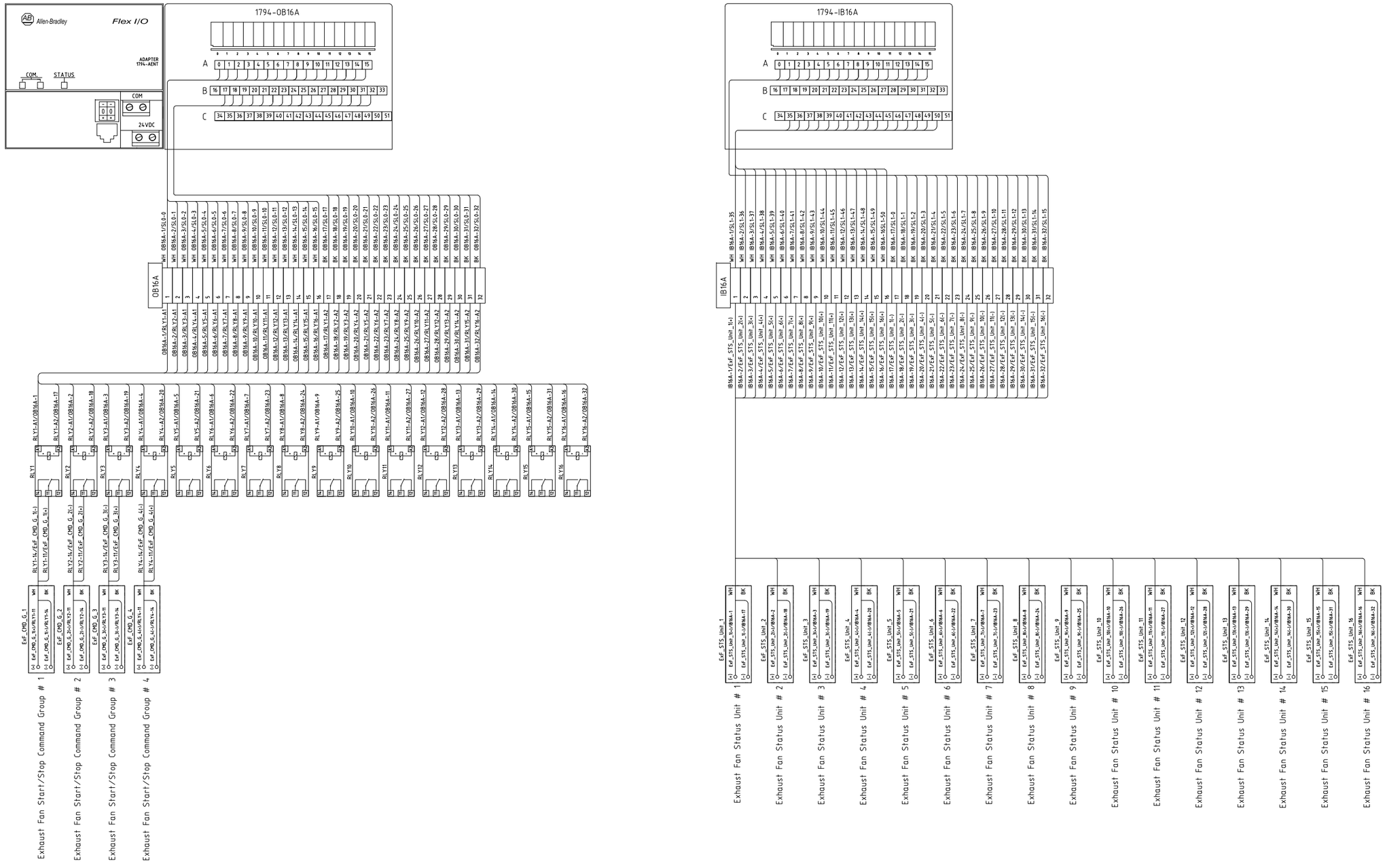
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
EXHAUST FAN CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	10	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

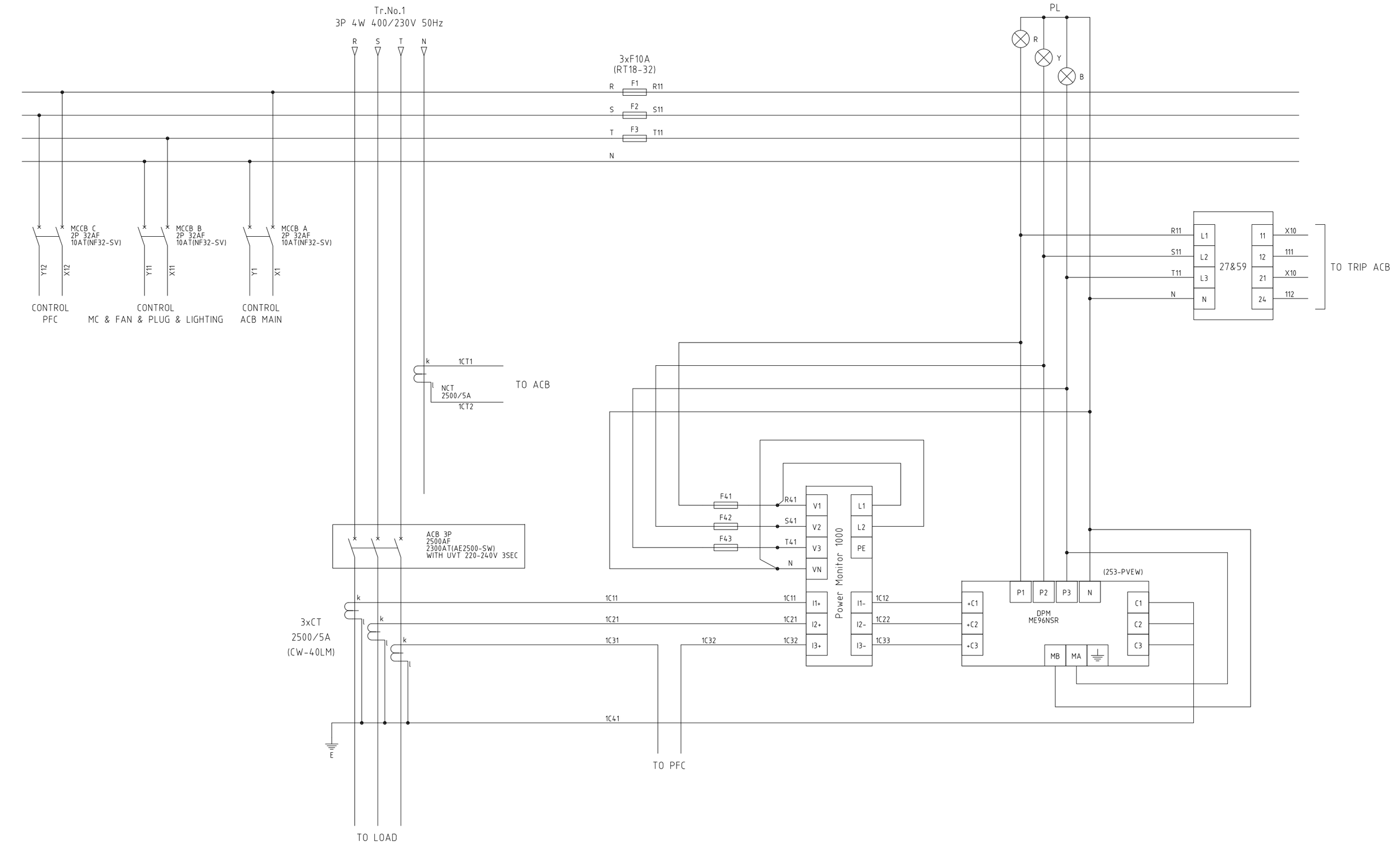
PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

EXHAUST FAN CABINET WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	11	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

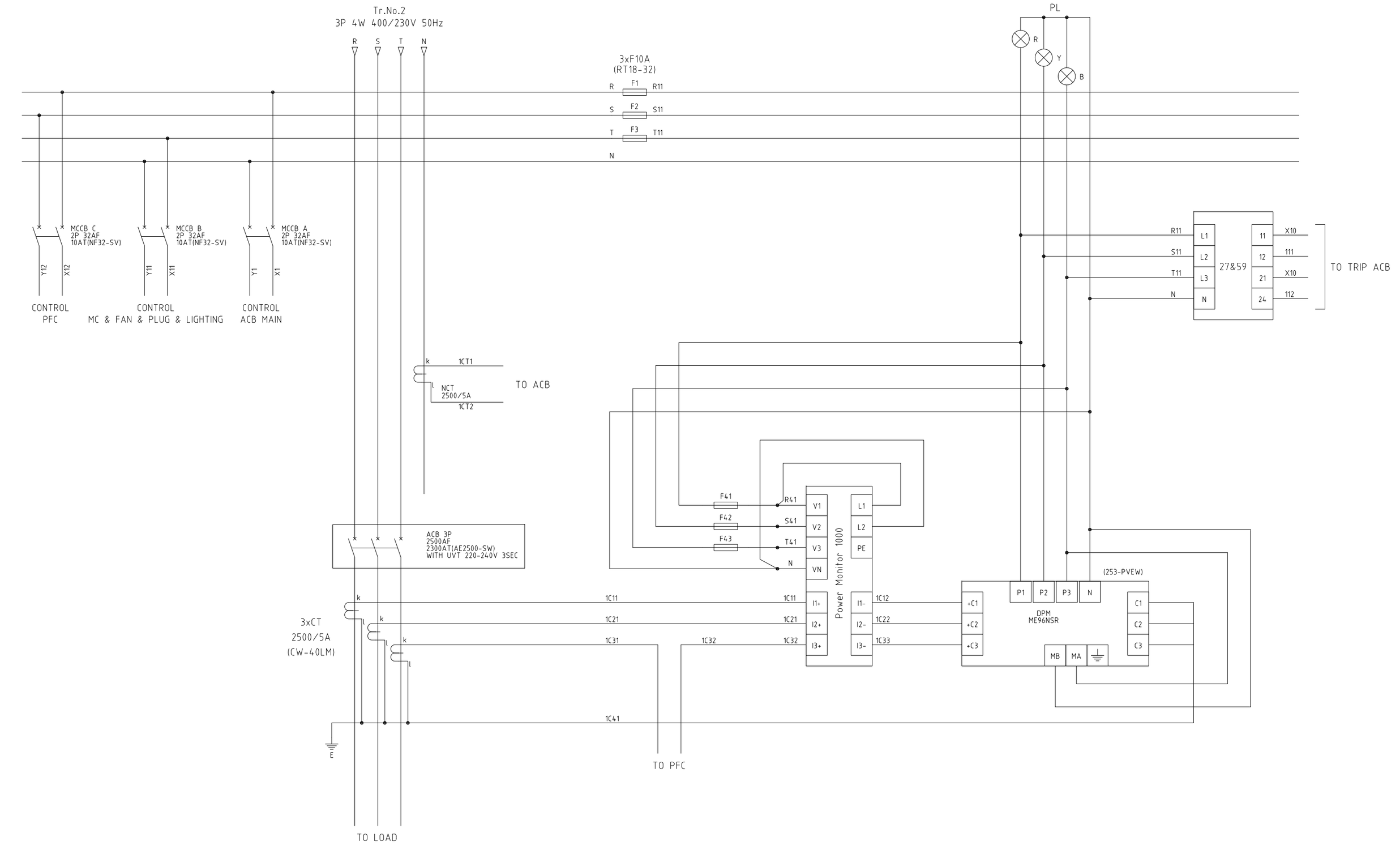
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#1

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	14	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

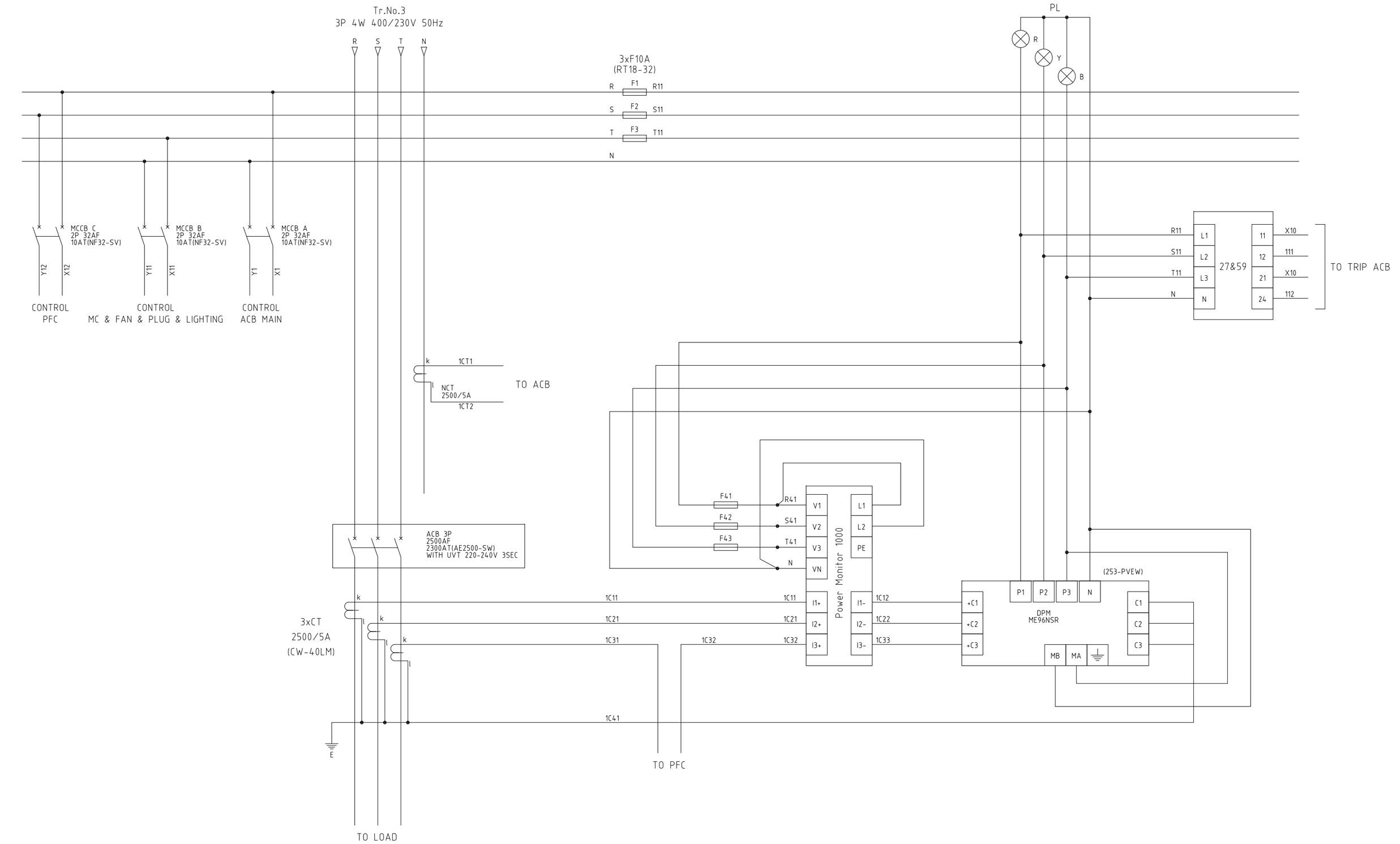
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#2

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	15	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

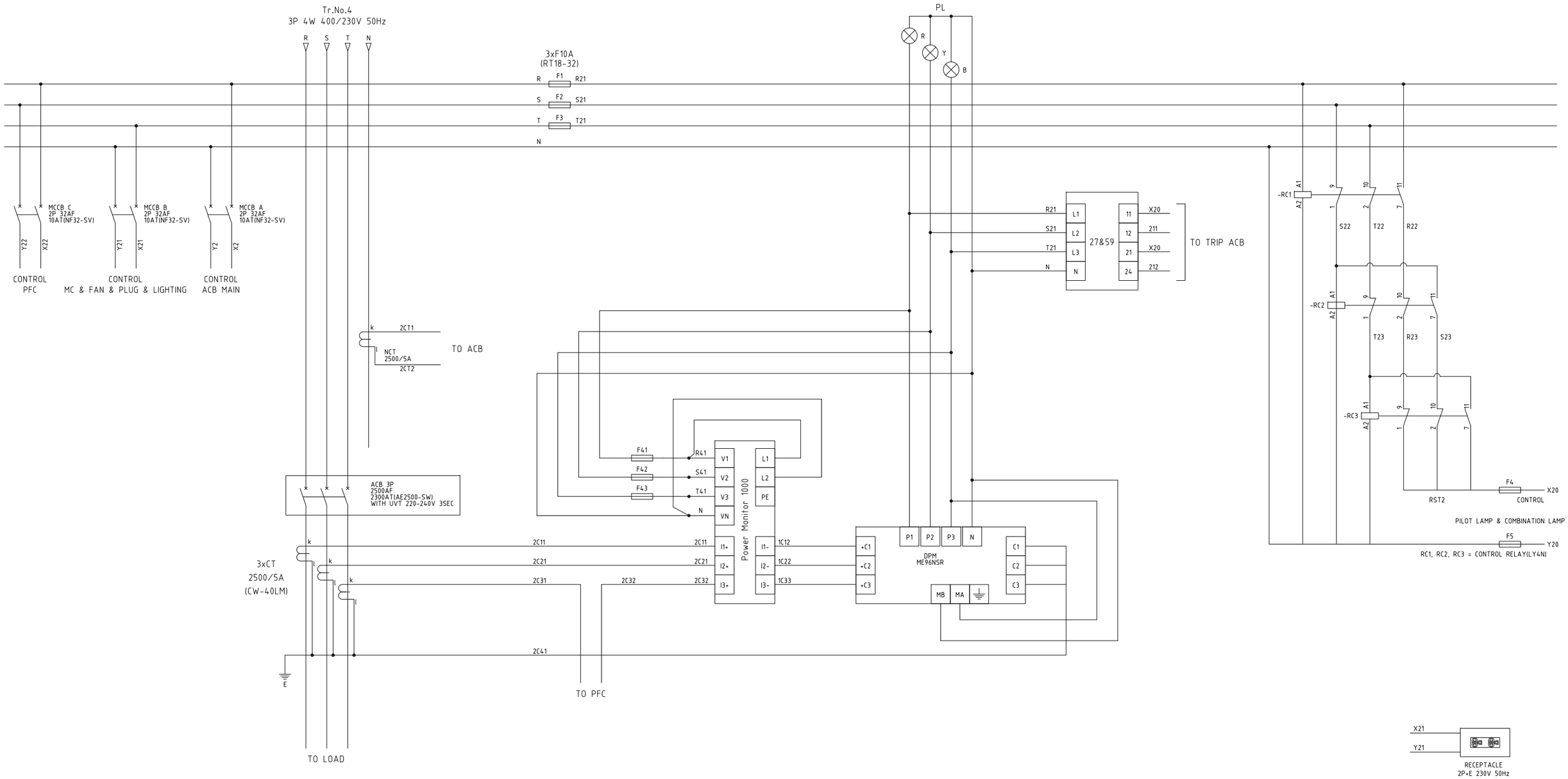
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#3

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	16	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

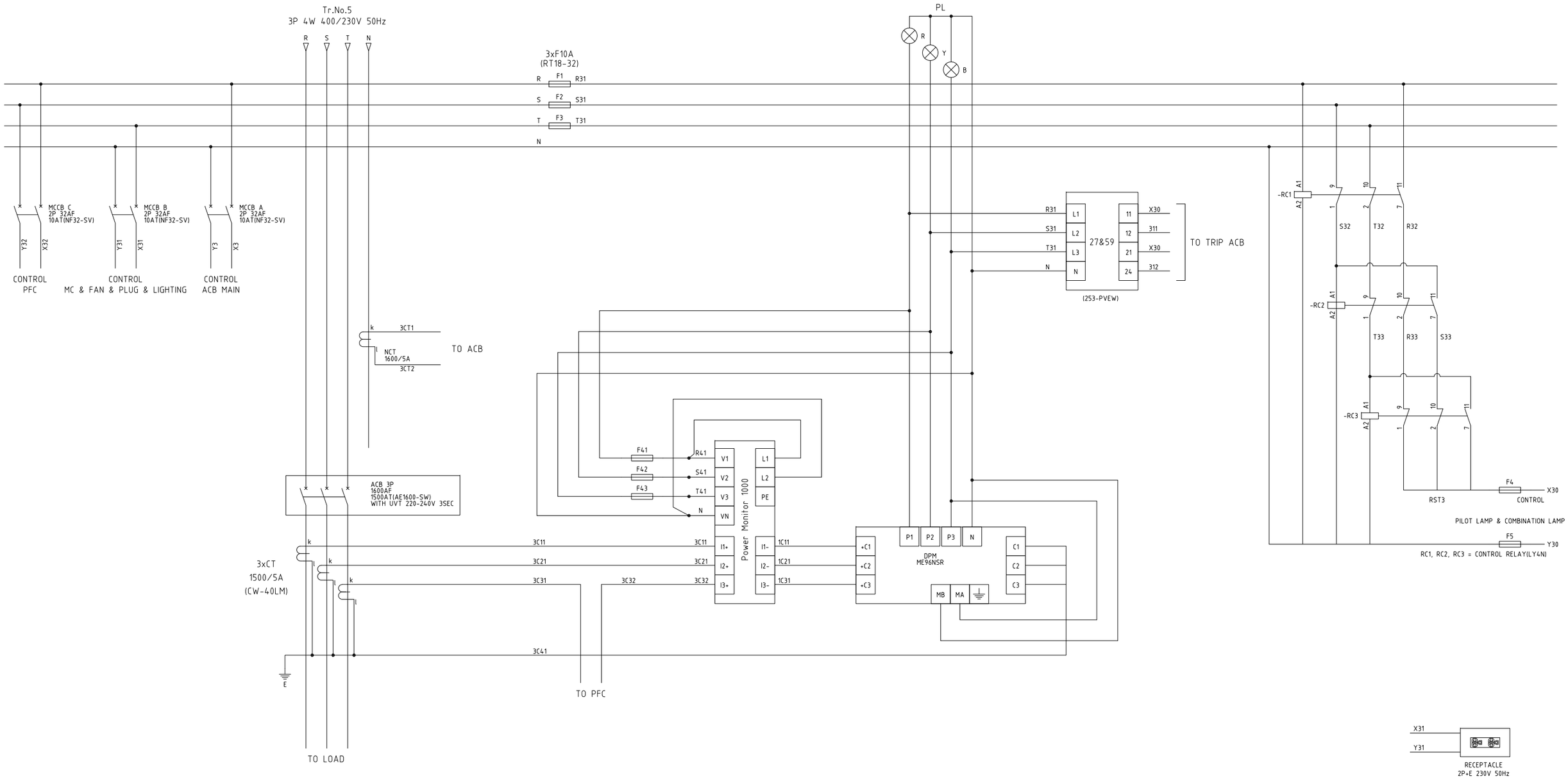
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#4

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	17	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#5

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	18	C1

TMC

WADE THAI PROJECT
TMC WIRING DIAGRAM
COVER SHEET

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC WIRING DIAGRAM
COVER SHEET

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	01	C1

WADE THAI PROJECT
TMC WIRING DIAGRAM
INDEX SHEET

NO.	DRAWING NO.	DRAWING TITLE	REV.
01	R5THS00107-DES-WIR-EN	TMC WIRING DIAGRAM COVER SHEET	C1
02	R5THS00107-DES-WIR-EN	TMC WIRING DIAGRAM INDEX SHEET	C1
03	R5THS00107-DES-WIR-EN	EXHAUST FAN CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
04	R5THS00107-DES-WIR-EN	EXHAUST FAN CABINET WIRING DIAGRAM	C1
05	R5THS00107-DES-WIR-EN	BATTERY CHARGER CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
06	R5THS00107-DES-WIR-EN	BATTERY CHARGER CABINET WIRING DIAGRAM	C1
07	R5THS00107-DES-WIR-EN	MDB 2 CABINET POWER DISTRIBUTION	C1
08	R5THS00107-DES-WIR-EN	MDB 2 CABINET WIRING DIAGRAM	C1
09	R5THS00107-DES-WIR-EN	SPARE	C1
10	R5THS00107-DES-WIR-EN	SPARE	C1
11	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#1	C1
12	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#2	C1
13	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#3	C1
14	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#4	C1
15	R5THS00107-DES-WIR-EN	POWER METER WIRING DIAGRAM MDB#5	C1
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	
			VENDOR			

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

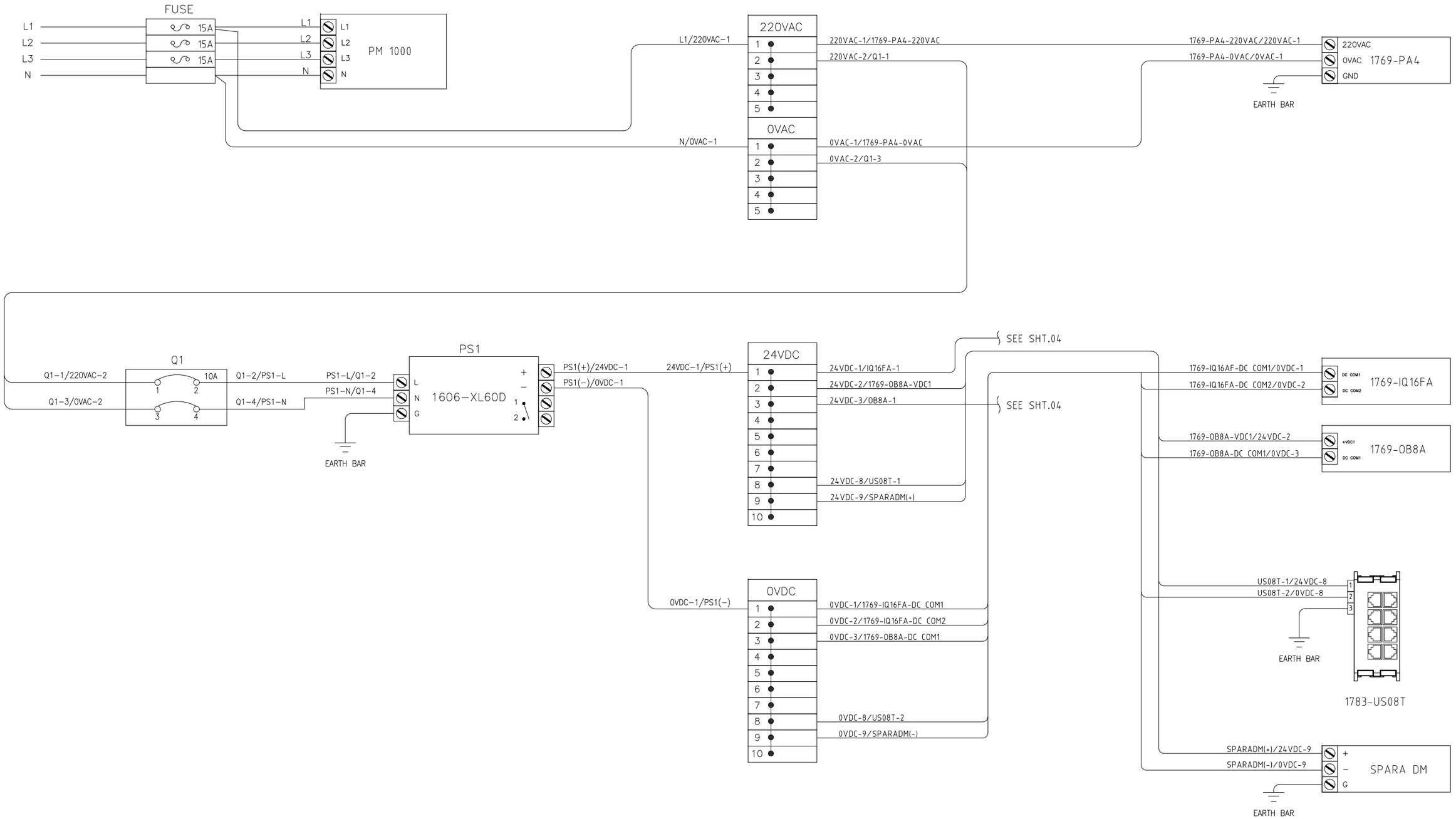
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
TMC WIRING DIAGRAM
INDEX SHEET

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	02	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

VENDOR

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

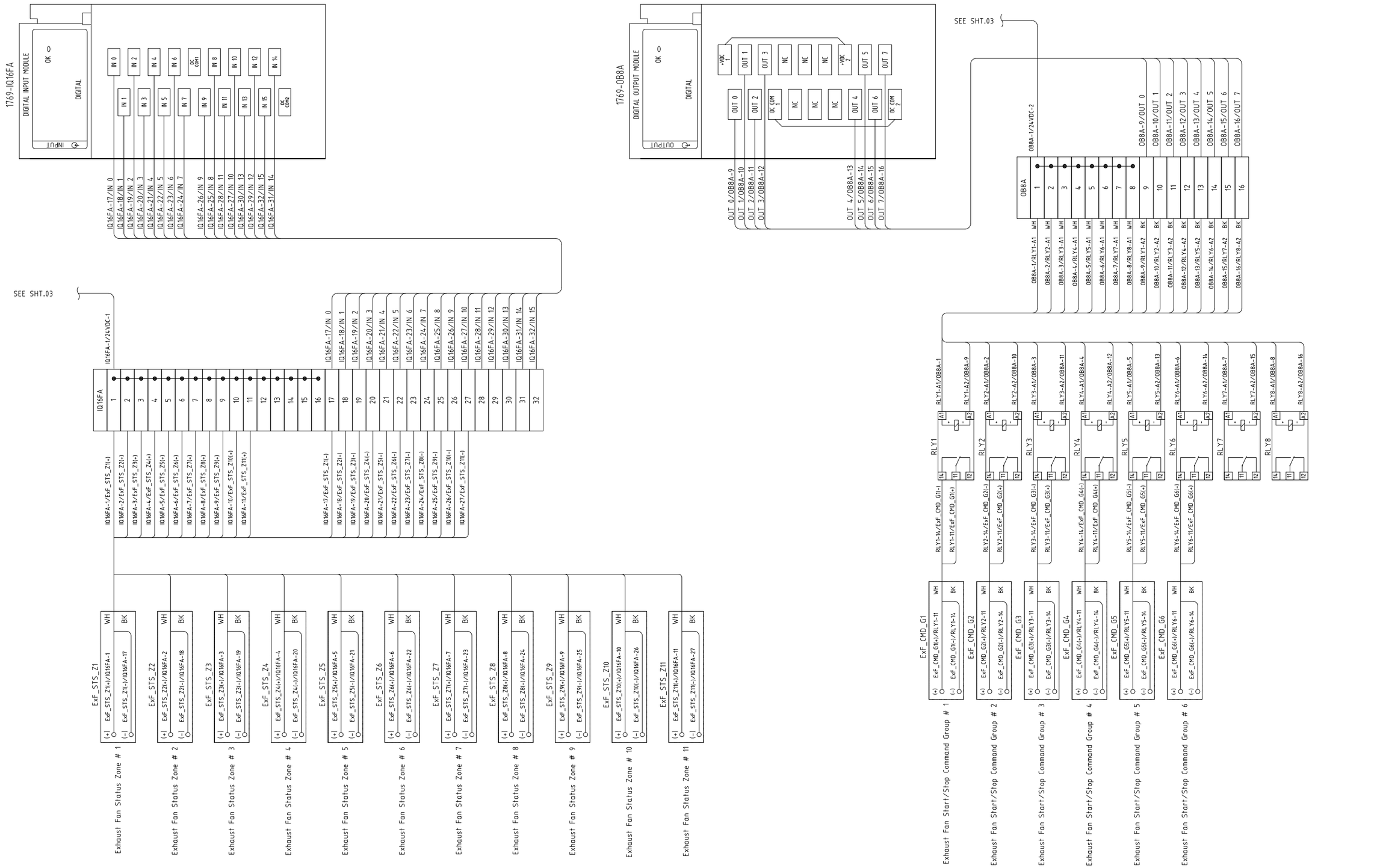
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
EXHAUST FAN CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	03	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

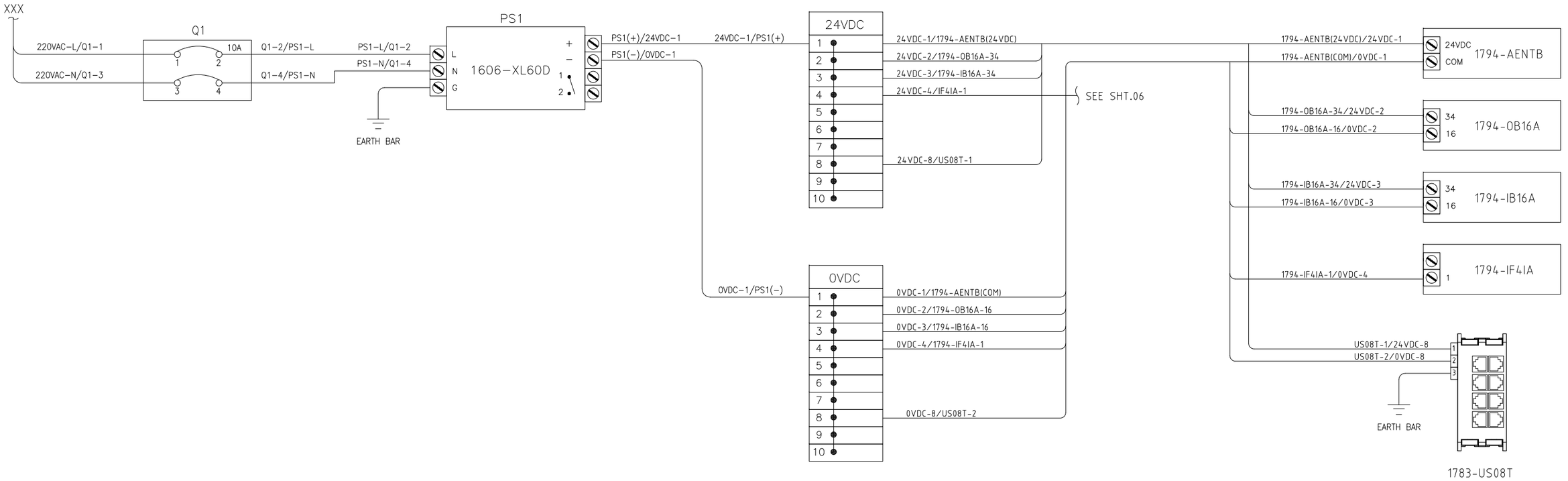
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
EXHAUST FAN CABINET WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	04	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

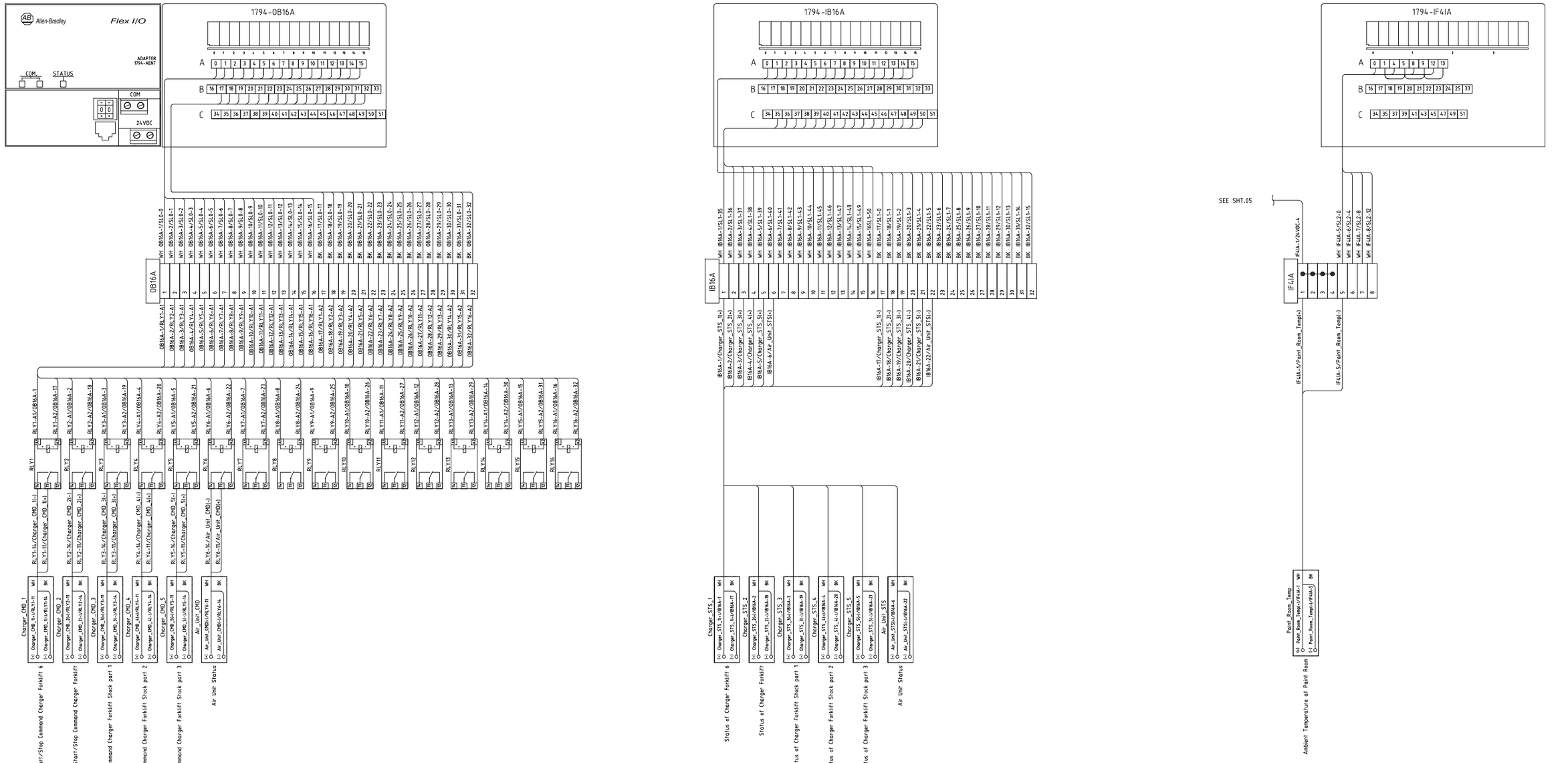
PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

BATTERY CHARGER CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	05	C1



C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW		
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW		
REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI	
			VENDOR				

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

CONTRACTOR:

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

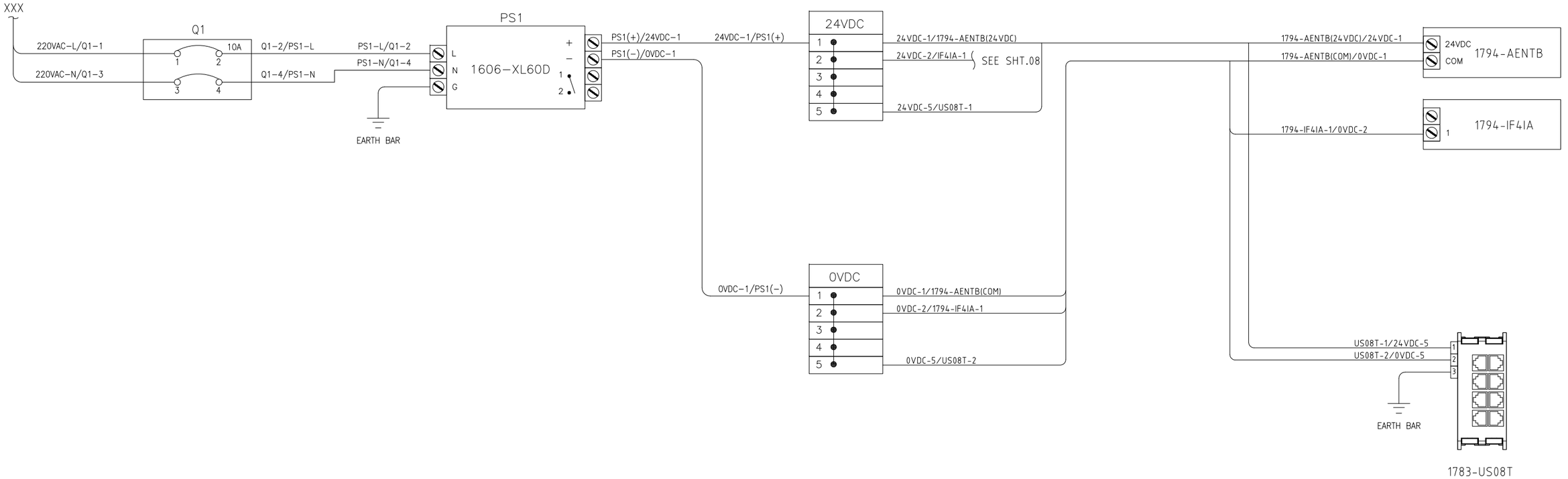
PROJECT:

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:

BATTERY CHARGER CABINET
WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	06	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
MDB 2 CABINET
POWER DISTRIBUTION

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	07	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

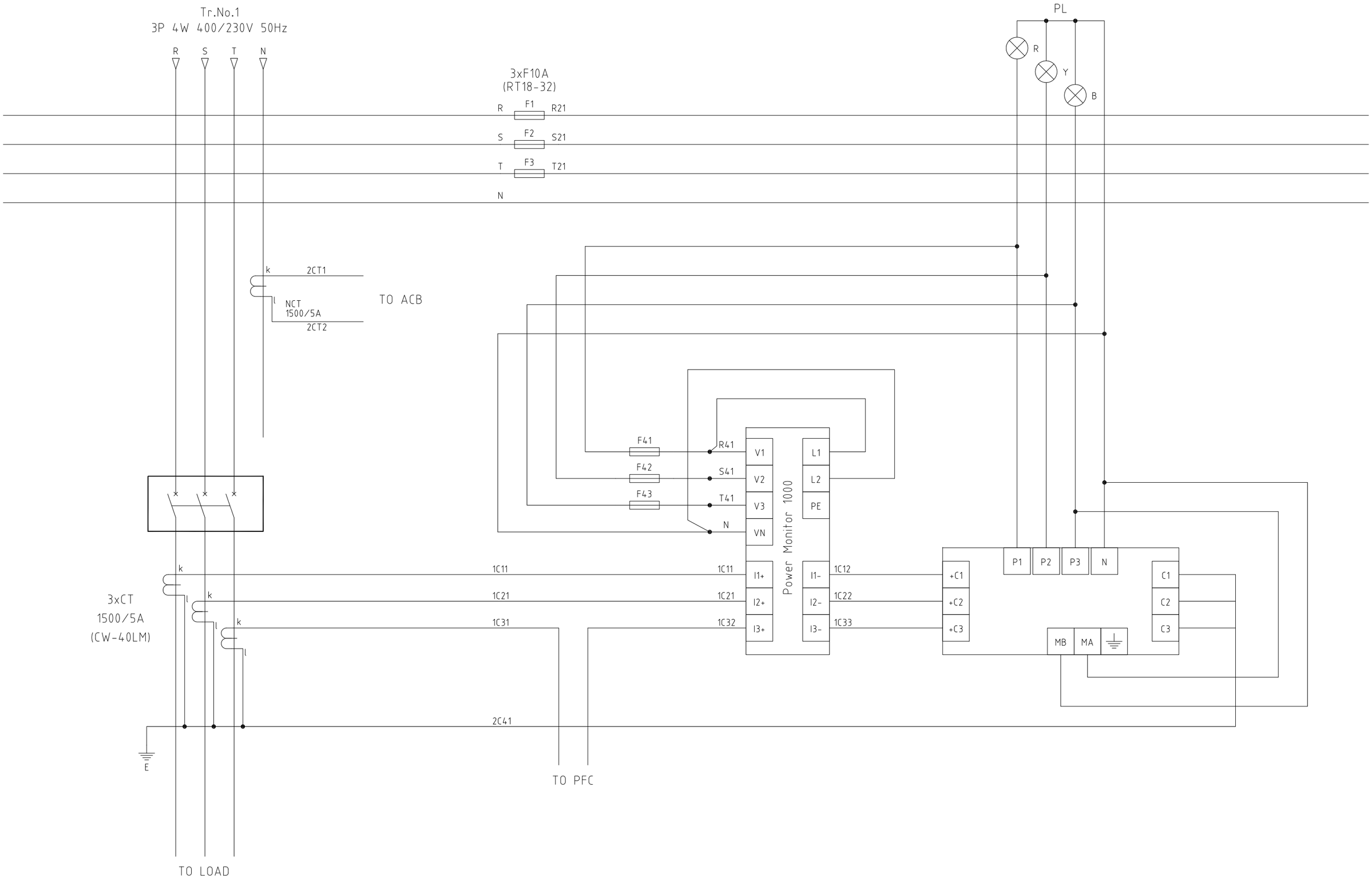
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
MDB 2 CABINET
WIRING DIAGRAM

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	08	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

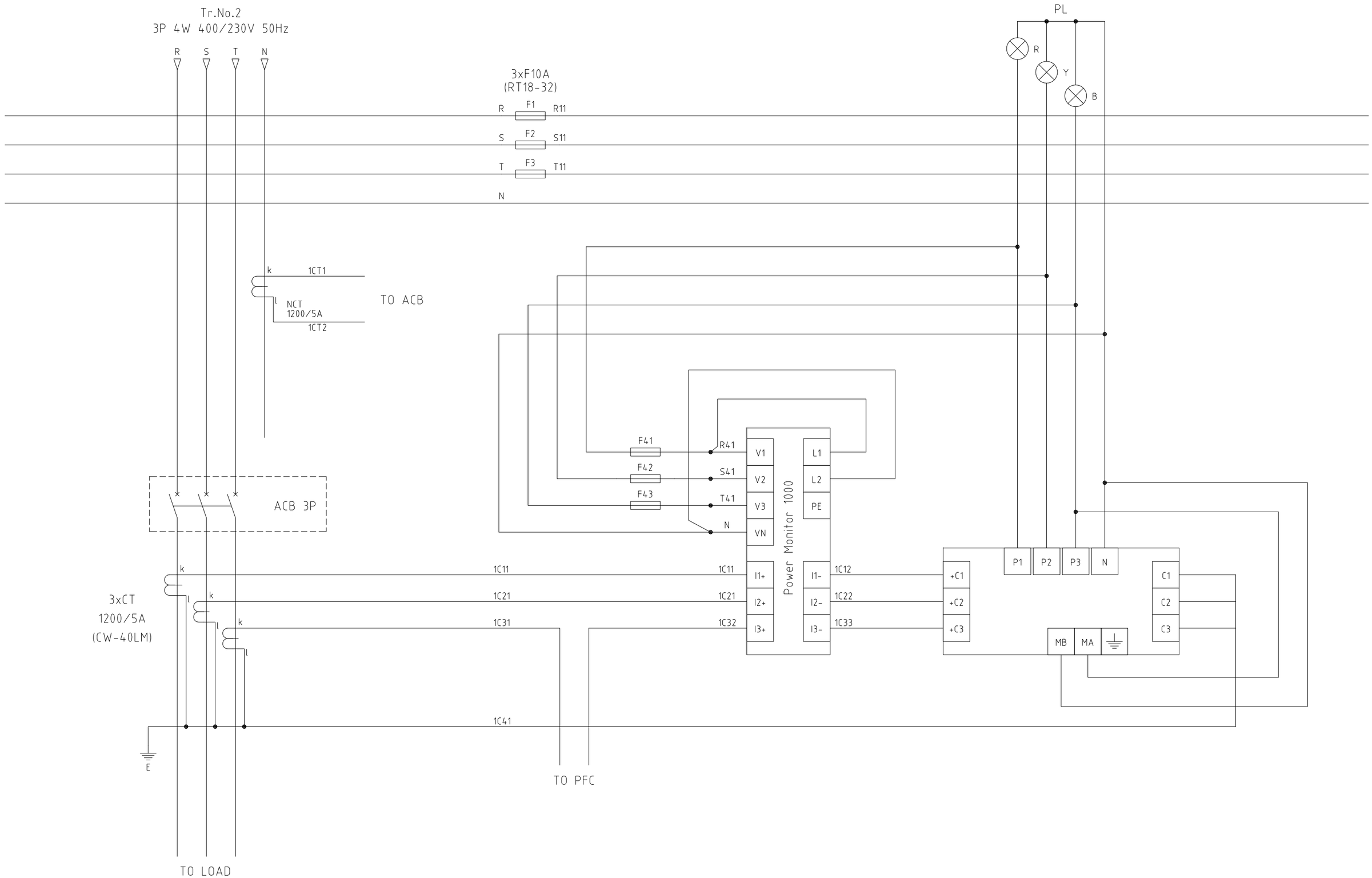
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#1

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	11	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

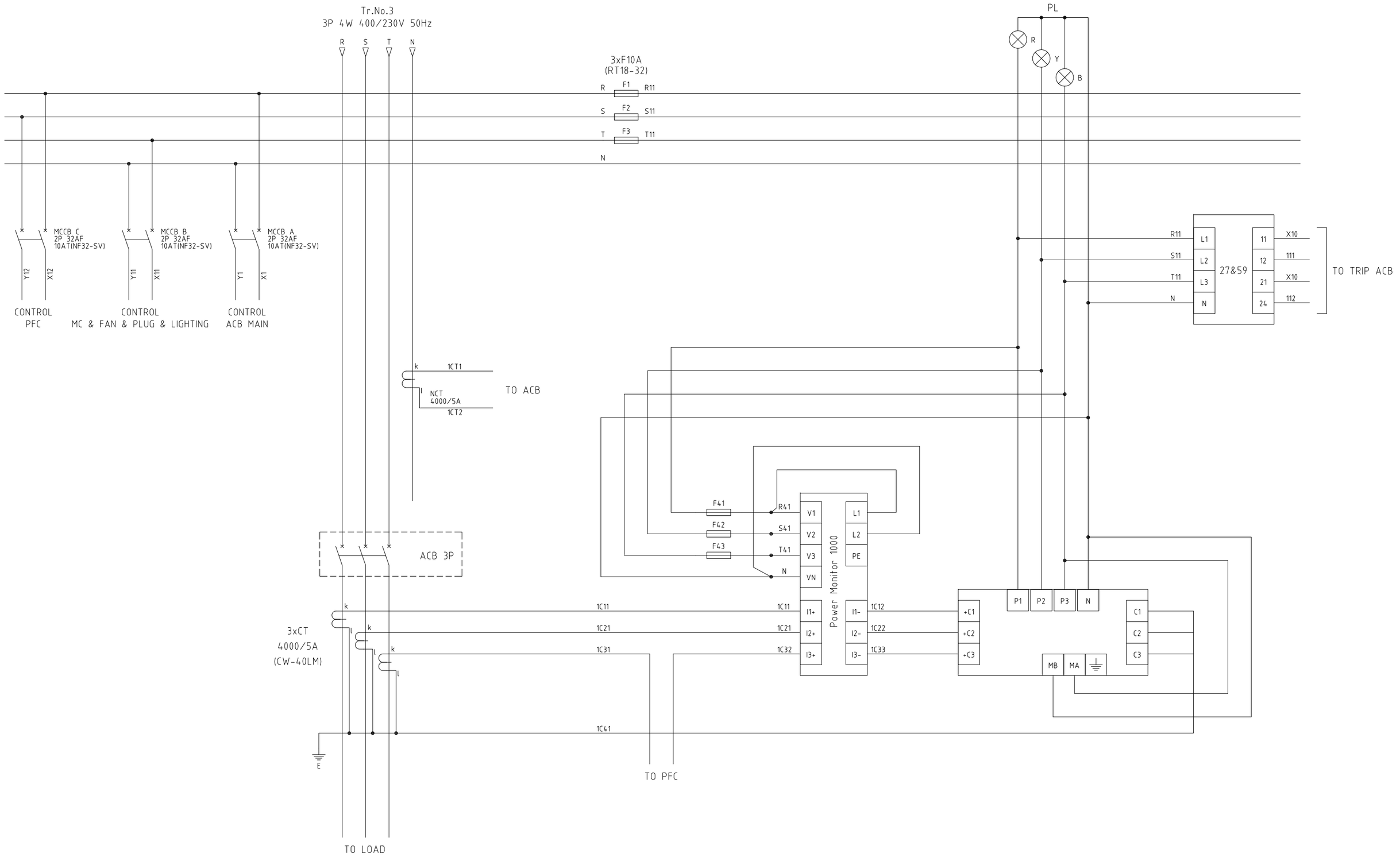
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#2

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	12	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

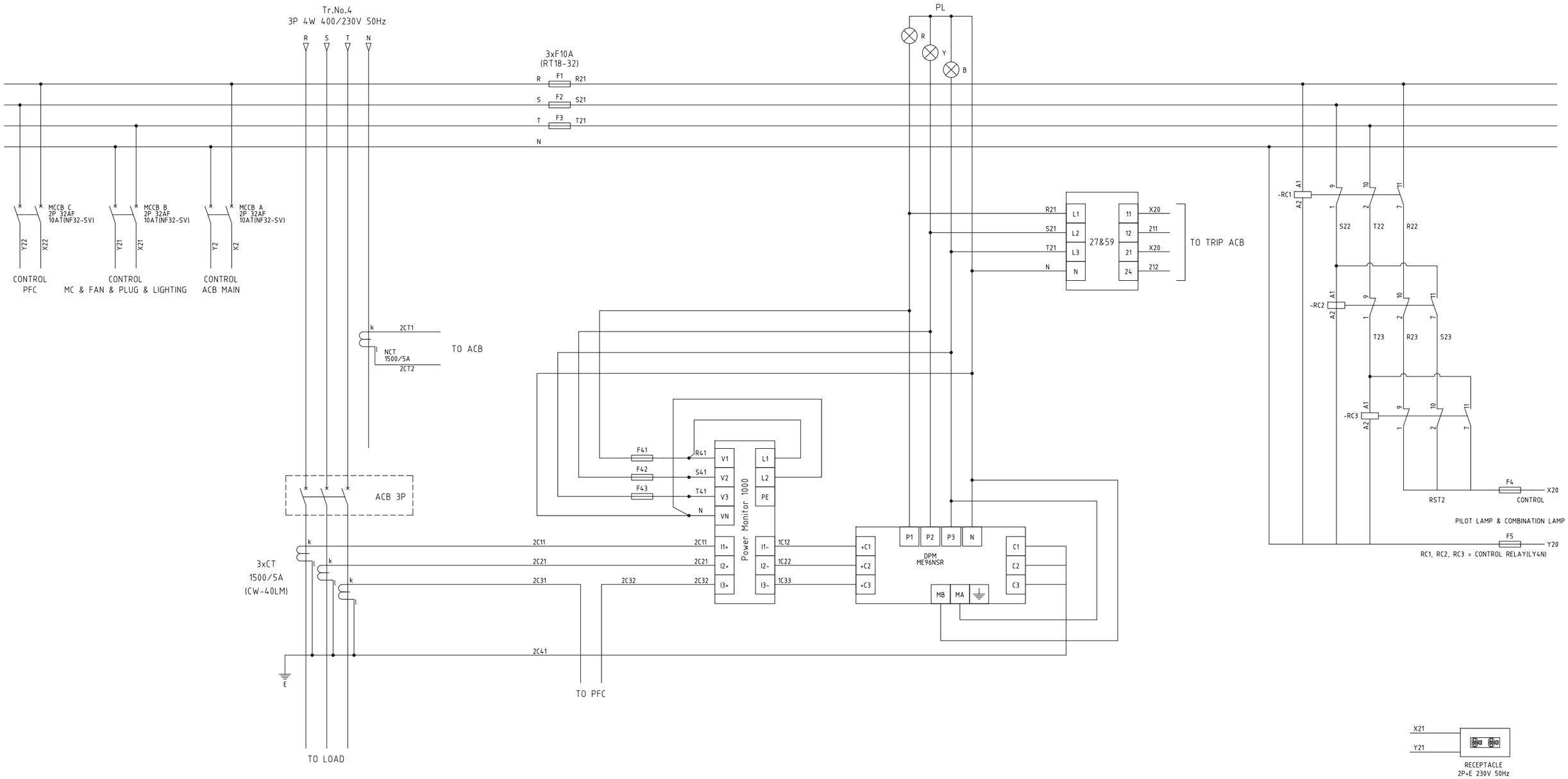
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#3

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	13	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
			VENDOR			
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

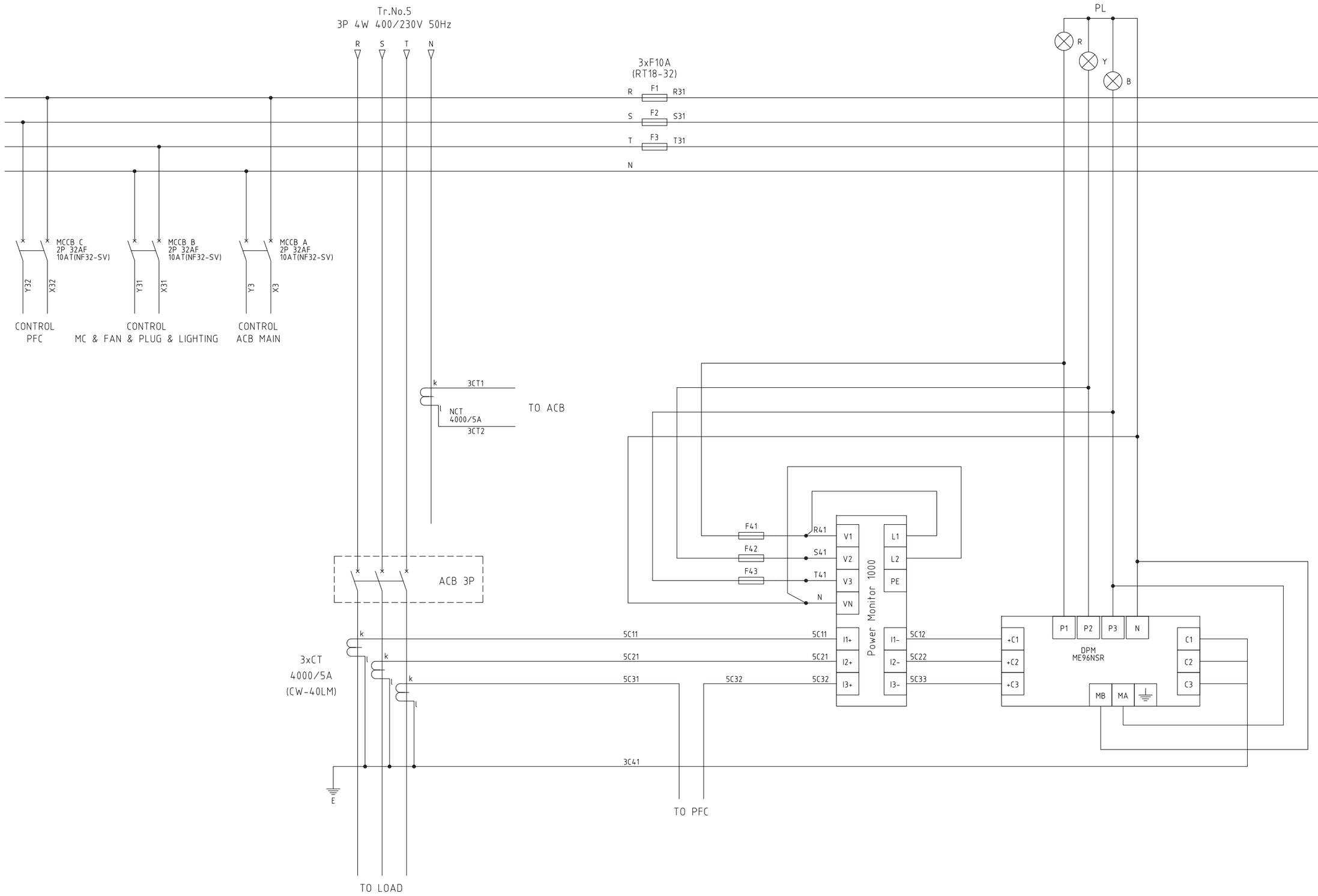
DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#4

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	14	C1



Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions
ROCKWELL AUTOMATION THAI CO.,LTD.
22 FLOOR. TP&T BUILDING. 1 VIBHAVADEE 19, VIBHAVADEE-RANGSIT RD.
CHATUCHAK, CHATUCHAK, BANGKOK 10900 THAILAND
TEL +66 (0) 2936-1500 FAX +66 (0) 2936-1511

REV	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHK'D	APP'D	APP'D WADE THAI
				VENDOR		
C1	APPROVED FOR CONSTRUCTION	01/07/16	SP	BW	BW	
A1	ISSUED FOR REVIEW	09/01/15	SP	BW	BW	

CONTRACTOR:
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DRAWN BY:	CHECKED BY:	APP'D.:	WADE THAI APP'D.:
SONGKRAN P.	BORWORN W.	BORWORN W.	
DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE: 09/01/15	DATE:

CLIENT:
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT:
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

DRAWING TITLE:
POWER METER WIRING DIAGRAM
MDB#5

SCALE:	PROJECT NO.	DRAWING NO:	SHEET	REV.
NONE	R5THS00107	R5THS00107-DES-WIR-EN	15	C1

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

PLC IO ASSIGNMENT AND MODBUS MAPPING

CLASS 1

C1	08-01-16	BW	As-Built				
A1	25-06-15	BW	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-DES-WIO-01-EN	**REVISION** C1	**STATUS** C

PLC I/O ASSIGNMENT

Thai Marujun Company Limited									PLC I/O ASSIGNMENT FOR TMC								TMC Plant			
																	DOC. NO.:	R5THS00107-DES-WIO-01-EN		
Item	Tag Name	Description 1	Description 2	TB	Type	Card	Slot	Pnt/Chn	Address	Range (Min)	Range (Max)	Range Unit	Alarm LL	Alarm L	Alarm H	Alarm HH	Cont. Sys	Remark	Rev.
		Main Chassis																	
		Logix5533 Processor				1769-L33-CC	0												
	ADR_Exhaust Fan																		
1	ExF_Status_G_1	Exhaust Fan Status Comand Group #1	Exhaust Fan Zone #1		DI	1794-IB16													0
2	ExF_Status_G_2	Exhaust Fan Status Comand Group #2	Exhaust Fan Zone #2, 4		DI	1794-IB16													0
3	ExF_Status_G_3	Exhaust Fan Status Comand Group #3	Exhaust Fan Zone #3, 5		DI	1794-IB16													0
4	ExF_Status_G_4	Exhaust Fan Status Comand Group #4	Exhaust Fan Zone #6, 10		DI	1794-IB16													0
5	ExF_Status_G_5	Exhaust Fan Status Comand Group #5	Exhaust Fan Zone #6, 10		DI	1794-IB16													0
6	ExF_Status_G_6	Exhaust Fan Status Comand Group #6	Exhaust Fan Zone #8, 9		DI	1794-IB16													0
7		Spare			DI	1794-IB16													0
8		Spare			DI	1794-IB16													
9		Spare			DI	1794-IB16													
10		Spare			DI	1794-IB16													
11		Spare			DI	1794-IB16													
12		Spare			DI	1794-IB16													
13		Spare			DI	1794-IB16													
14		Spare			DI	1794-IB16													
15		Spare			DI	1794-IB16													
16		Spare			DI	1794-IB16													0
17	ExF_CMD_ON_G_1	Exhaust Fan Start Comand Group #1	Exhaust Fan Zone #1		DO	1794-OB16													0
18	ExF_CMD_ON_G_2	Exhaust Fan Start Comand Group #2	Exhaust Fan Zone #2, 4		DO	1794-OB16													0
19	ExF_CMD_ON_G_3	Exhaust Fan Start Comand Group #3	Exhaust Fan Zone #3, 5		DO	1794-OB16													0
20	ExF_CMD_ON_G_4	Exhaust Fan Start Comand Group #4	Exhaust Fan Zone #6, 10		DO	1794-OB16													0
21	ExF_CMD_ON_G_5	Exhaust Fan Start Comand Group #5	Exhaust Fan Zone #6, 10		DO	1794-OB16													0
22	ExF_CMD_ON_G_6	Exhaust Fan Start Comand Group #6	Exhaust Fan Zone #8, 9		DO	1794-OB16													0
23		Spare			DO	1794-OB16													0
24		Spare			DO	1794-OB16													
25		Spare			DO	1794-OB16													
26		Spare			DO	1794-OB16													
27		Spare			DO	1794-OB16													
28		Spare			DO	1794-OB16													
29		Spare			DO	1794-OB16													
30		Spare			DO	1794-OB16													
31		Spare			DO	1794-OB16													
32		Spare			DO	1794-OB16													0
33	ExF_CMD_OFF_G_1	Exhaust Fan Stop Comand Group #1	Exhaust Fan Zone #1		DO	1794-OB16													0
34	ExF_CMD_OFF_G_2	Exhaust Fan Stop Comand Group #2	Exhaust Fan Zone #2, 4		DO	1794-OB16													0
35	ExF_CMD_OFF_G_3	Exhaust Fan Stop Comand Group #3	Exhaust Fan Zone #3, 5		DO	1794-OB16													0
36	ExF_CMD_OFF_G_4	Exhaust Fan Stop Comand Group #4	Exhaust Fan Zone #6, 10		DO	1794-OB16													0
37	ExF_CMD_OFF_G_5	Exhaust Fan Stop Comand Group #5	Exhaust Fan Zone #6, 10		DO	1794-OB16													0
38	ExF_CMD_OFF_G_6	Exhaust Fan Stop Comand Group #6	Exhaust Fan Zone #8, 9		DO	1794-OB16													0
39		Spare			DO	1794-OB16													0
40		Spare			DO	1794-OB16													
41		Spare			DO	1794-OB16													
42		Spare			DO	1794-OB16													
43		Spare			DO	1794-OB16													
44		Spare			DO	1794-OB16													
45		Spare			DO	1794-OB16													
46		Spare			DO	1794-OB16													
47		Spare			DO	1794-OB16													
48		Spare			DO	1794-OB16													0

PLC I/O ASSIGNMENT

Thai Marujun Company Limited									PLC I/O ASSIGNMENT FOR TMC										TMC Plant		
																			DOC. NO.:	R5THS00107-DES-WIO-01-EN	
Item	Tag Name	Description 1	Description 2	TB	Type	Card	Slot	Pnt/Chn	Address	Range (Min)	Range (Max)	Range Unit	Alarm LL	Alarm L	Alarm H	Alarm HH	Cont. Sys	Remark	Rev.
	ADR_Battery Charger	Flex I/O Ethernet Adapter Module				1794-AENT B													
1	Charger_1_Status	StatusCharger Forklift …6			DI	1794-IB16													0
2	Charger_2_Status	StatusCharger Forklift …			DI	1794-IB16													0
3	Charger_3_Status	StatusCharger Forklift Stock part 1			DI	1794-IB16													0
4	Charger_4_Status	StatusCharger Forklift Stock part 2			DI	1794-IB16													0
5		Spare			DI	1794-IB16													0
6		Spare			DI	1794-IB16													0
7		Spare			DI	1794-IB16													0
8		Spare			DI	1794-IB16													
9		Spare			DI	1794-IB16													
10		Spare			DI	1794-IB16													
11		Spare			DI	1794-IB16													
12		Spare			DI	1794-IB16													
13		Spare			DI	1794-IB16													
14		Spare			DI	1794-IB16													
15		Spare			DI	1794-IB16													
16		Spare			DI	1794-IB16													0
17	Charger_1_CMD	Start/Stop Comand Charger Forklift …6			DO	1794-OB16													0
18	Charger_2_CMD	Start/Stop Comand Charger Forklift …			DO	1794-OB16													0
19	Charger_3_CMD	Start/Stop Comand Charger Forklift Stock part 1			DO	1794-OB16													0
20	Charger_4_CMD	Start/Stop Comand Charger Forklift Stock part 2			DO	1794-OB16													0
21		Spare			DO	1794-OB16													0
22		Spare			DO	1794-OB16													0
23		Spare			DO	1794-OB16													0
24		Spare			DO	1794-OB16													
25		Spare			DO	1794-OB16													
26		Spare			DO	1794-OB16													
27		Spare			DO	1794-OB16													
28		Spare			DO	1794-OB16													
29		Spare			DO	1794-OB16													
30		Spare			DO	1794-OB16													
31		Spare			DO	1794-OB16													
32		Spare			DO	1794-OB16													0
33	Air_Unit_CMD	Start/Stop Comand for Air Unit			AI	1794-IF4I													0
34		Spare			AI	1794-IF4I													0
35		Spare			AI	1794-IF4I													0
36		Spare			AI	1794-IF4I													0
	Air_Unit_CMD	Flex I/O Ethernet Adapter Module				1794-AENT B													
1	Air_Unit_CMD	Status for Air Unit			DI	1794-IB16													0
2		Spare			DI	1794-IB16													0
3		Spare			DI	1794-IB16													0
4		Spare			DI	1794-IB16													0
5		Spare			DI	1794-IB16													0
6		Spare			DI	1794-IB16													0
7		Spare			DI	1794-IB16													0
8		Spare			DI	1794-IB16													0
9		Spare			DI	1794-IB16													0
10		Spare			DI	1794-IB16													0
11		Spare			DI	1794-IB16													0
12		Spare			DI	1794-IB16													0
13		Spare			DI	1794-IB16													0
14		Spare			DI	1794-IB16													0
15		Spare			DI	1794-IB16													0
16		Spare			DI	1794-IB16													0

PLC I/O ASSIGNMENT

Thai Marujun Company Limited						PLC I/O ASSIGNMENT FOR TMC												TMC Plant		
																		DOC. NO.:	R5THS00107-DES-WIO-01-EN	
Item	Tag Name	Description 1	Description 2	TB	Type	Card	Slot	Pnt/Chn	Address	Range (Min)	Range (Max)	Range Unit	Alarm LL	Alarm L	Alarm H	Alarm HH	Cont. Sys	Remark	Rev.
17	Air_Unit_CMD	Status for Air Unit			DO	1794-OB16													0
18		Spare			DO	1794-OB16													0
19		Spare			DO	1794-OB16													0
20		Spare			DO	1794-OB16													0
21		Spare			DO	1794-OB16													0
22		Spare			DO	1794-OB16													0
23		Spare			DO	1794-OB16													0
24		Spare			DO	1794-OB16													0
25		Spare			DO	1794-OB16													0
26		Spare			DO	1794-OB16													0
27		Spare			DO	1794-OB16													0
28		Spare			DO	1794-OB16													0
29		Spare			DO	1794-OB16													0
30		Spare			DO	1794-OB16													0
31		Spare			DO	1794-OB16													0
32		Spare			DO	1794-OB16													0
	MDB#2	Flex I/O Ethernet Adapter Module				1794-AENT B													
1	AMB_Temp	Ambient Temperature at TMC			AI	1794-IF4I													0
2	AMB_RH	Releative Humidity at TMC			AI	1794-IF4I													0
3		Spare			AI	1794-IF4I													0
4		Spare			AI	1794-IF4I													0

PLC I/O ASSIGNMENT

Kumi (Thailand) Co.,ltd								PLC I/O ASSIGNMENT FOR TMC						KUMI Plant							
														DOC. NO.:	R5THS00107-DES-WIO-01-EN						
Item	Tag Name	Description 1	Description 2	TB	Type	Card	Slot	Pnt/Chn	Address	Range (Min)	Range (Max)	Range Unit	Alarm LL	Alarm L	Alarm H	Alarm HH	Cont. Sys	Remark	Rev.
		Node..01.. Main Chassis																Panel: XXX	
		Logix5533 Processor				1769-L33-CC	0												
	ADR_Canteen						1												
1	AIR_CT_STATUS_1	Air Condition on/off Comand unit 1			DI	1769-IQ16													0
2	AIR_CT_STATUS_2	Air Condition increase Temperature Comand unit 1			DI	1769-IQ16													0
3	AIR_CT_STATUS_3	Air Condition Decrease Temperature Comand unit 1			DI	1769-IQ16													0
4	AIR_CT_STATUS_4	Air Condition on/off Comand unit 2			DI	1769-IQ16													0
5		Spare			DI	1769-IQ16													0
6		Spare			DI	1769-IQ16													0
7		Spare			DI	1769-IQ16													0
8		Spare			DI	1769-IQ16													0
9		Spare			DI	1769-IQ16													0
10		Spare			DI	1769-IQ16													0
11		Spare			DI	1769-IQ16													0
12		Spare			DI	1769-IQ16													0
13		Spare			DI	1769-IQ16													0
14		Spare			DI	1769-IQ16													0
15		Spare			DI	1769-IQ16													0
16		Spare			DI	1769-IQ16													0
17	AIR_CT_CMD_1	Air Condition on/off Comand unit 1			DO	1769-OB8													0
18	AIR_CT_INC_1	Air Condition increase Temperature Comand unit 1			DO	1769-OB8													0
19	AIR_CT_DEC_1	Air Condition Decrease Temperature Comand unit 1			DO	1769-OB8													0
20	AIR_CT_CMD_2	Air Condition on/off Comand unit 2			DO	1769-OB8													0
21	AIR_CT_INC_2	Air Condition increase Temperature Comand unit 2			DO	1769-OB8													0
22	AIR_CT_DEC_2	Air Condition Decrease Temperature Comand unit 2			DO	1769-OB8													0
23		Spare			DO	1769-OB8													0
24		Spare			DO	1769-OB8													0
25	AIR_CT_CMD_3	Air Condition on/off Comand unit 3			DO	1769-OB8													0
26	AIR_CT_INC_3	Air Condition increase Temperature Comand unit 3			DO	1769-OB8													0
27	AIR_CT_DEC_3	Air Condition Decrease Temperature Comand unit 3			DO	1769-OB8													0
28	AIR_CT_CMD_4	Air Condition on/off Comand unit 4			DO	1769-OB8													0
29	AIR_CT_INC_4	Air Condition increase Temperature Comand unit 4			DO	1769-OB8													0
30	AIR_CT_DEC_4	Air Condition Decrease Temperature Comand unit 4			DO	1769-OB8													0
31		Spare			DO	1769-OB8													0
32		Spare			DO	1769-OB8													0
33	Canteen_Temp	Temperature at Canteen			AI	1769-IF4													0
34		Spare			AI	1769-IF4													0
35		Spare			AI	1769-IF4													0
36		Spare			AI	1769-IF4													0
	ADR_Exhaust Fan	Flex I/O Ethernet Adapter Module				1794-AENT B													
1	ExF_STATUS_G_1	Exhaust Fan Status Group #1	Exhaust Fan Group 1(1, 5, 9, 13)		DI	1794-IB16													0
2	ExF_STATUS_G_2	Exhaust Fan Status Group #2	Exhaust Fan Group 2(2, 6, 10, 14)		DI	1794-IB16													0
3	ExF_STATUS_G_3	Exhaust Fan Status Group #3	Exhaust Fan Group 3(3, 7, 11, 15)		DI	1794-IB16													0
4	ExF_STATUS_G_4	Exhaust Fan Status Group #4	Exhaust Fan Group 4(4, 8, 12, 16)		DI	1794-IB16													0
5		Spare			DI	1794-IB16													0
6		Spare			DI	1794-IB16													0
7		Spare			DI	1794-IB16													0
8		Spare			DI	1794-IB16													0
9		Spare			DI	1794-IB16													0
10		Spare			DI	1794-IB16													0
11		Spare			DI	1794-IB16													0
12		Spare			DI	1794-IB16													0
13		Spare			DI	1794-IB16													0
14		Spare			DI	1794-IB16													0
15		Spare			DI	1794-IB16													0
16		Spare			DI	1794-IB16													0

PLC I/O ASSIGNMENT

Kumi (Thailand) Co.,ltd									PLC I/O ASSIGNMENT FOR TMC									KUMI Plant		
																		DOC. NO.:	R5THS00107-DES-WIO-01-EN	
Item	Tag Name	Description 1	Description 2	TB	Type	Card	Slot	Pnt/Chn	Address	Range (Min)	Range (Max)	Range Unit	Alarm LL	Alarm L	Alarm H	Alarm HH	Cont. Sys	Remark	Rev.
17	ExF_START_G_1	Exhaust Fan Start Comand Group #1	Exhaust Fan Group 1(1, 5, 9, 13)		DO	1794-OB16													0
18	ExF_START_G_2	Exhaust Fan Start Comand Group #2	Exhaust Fan Group 2(2, 6, 10, 14)		DO	1794-OB16													0
19	ExF_START_G_3	Exhaust Fan Start Comand Group #3	Exhaust Fan Group 3(3, 7, 11, 15)		DO	1794-OB16													0
20	ExF_START_G_4	Exhaust Fan Start Comand Group #4	Exhaust Fan Group 4(4, 8, 12, 16)		DO	1794-OB16													0
21		Spare			DO	1794-OB16													0
22		Spare			DO	1794-OB16													0
23		Spare			DO	1794-OB16													0
24		Spare			DO	1794-OB16													0
25		Spare			DO	1794-OB16													0
26		Spare			DO	1794-OB16													0
27		Spare			DO	1794-OB16													0
28		Spare			DO	1794-OB16													0
29		Spare			DO	1794-OB16													0
30		Spare			DO	1794-OB16													0
31		Spare			DO	1794-OB16													0
32		Spare			DO	1794-OB16													0
33	ExF_STOP_G_1	Exhaust Fan Stop Comand Group #1	Exhaust Fan Group 1(1, 5, 9, 13)		DO	1794-OB16													0
34	ExF_STOP_G_2	Exhaust Fan Stop Comand Group #2	Exhaust Fan Group 2(2, 6, 10, 14)		DO	1794-OB16													0
35	ExF_STOP_G_3	Exhaust Fan Stop Comand Group #3	Exhaust Fan Group 3(3, 7, 11, 15)		DO	1794-OB16													0
36	ExF_STOP_G_4	Exhaust Fan Stop Comand Group #4	Exhaust Fan Group 4(4, 8, 12, 16)		DO	1794-OB16													0
37		Spare			DO	1794-OB16													0
38		Spare			DO	1794-OB16													0
39		Spare			DO	1794-OB16													0
40		Spare			DO	1794-OB16													0
41		Spare			DO	1794-OB16													0
42		Spare			DO	1794-OB16													0
43		Spare			DO	1794-OB16													0
44		Spare			DO	1794-OB16													0
45		Spare			DO	1794-OB16													0
46		Spare			DO	1794-OB16													0
47		Spare			DO	1794-OB16													0
48		Spare			DO	1794-OB16													0
	ADR_Production_Left	Flex I/O Ethernet Adapter Module				1794-AENT B													
1	AIR_PDL_STATUS_1	Air Production Left Status Group #1			DI	1794-IB16													0
2	AIR_PDL_STATUS_2	Air Production Left Status Group #2			DI	1794-IB16													0
3	AIR_PDL_STATUS_3	Air Production Left Status Group #3			DI	1794-IB16													0
4	AIR_PDL_STATUS_4	Air Production Left Status Group #4			DI	1794-IB16													0
5		Spare			DI	1794-IB16													0
6		Spare			DI	1794-IB16													0
7		Spare			DI	1794-IB16													0
8		Spare			DI	1794-IB16													0
9		Spare			DI	1794-IB16													0
10		Spare			DI	1794-IB16													0
11		Spare			DI	1794-IB16													0
12		Spare			DI	1794-IB16													0
13		Spare			DI	1794-IB16													0
14		Spare			DI	1794-IB16													0
15		Spare			DI	1794-IB16													0
16		Spare			DI	1794-IB16													0
17	AIR_PDL_CMD_1	Air production Left Side on/off Comand unit 1			DO	1794-OB16													0
18	AIR_PDL_INC_1	Air production Left Side increase Temperature Comand unit 1			DO	1794-OB16													0
19	AIR_PDL_DEC_1	Air production Left Side Decrease Temperature Comand unit 1			DO	1794-OB16													0
20	AIR_PDL_CMD_2	Air production Left Side on/off Comand unit 2			DO	1794-OB16													0
21	AIR_PDL_INC_2	Air production Left Side increase Temperature Comand unit 2			DO	1794-OB16													0
22	AIR_PDL_DEC_2	Air production Left Side Decrease Temperature Comand unit 2			DO	1794-OB16													0
23	AIR_PDL_CMD_3	Air production Left Side on/off Comand unit 3			DO	1794-OB16													0

PLC I/O ASSIGNMENT

Kumi (Thailand) Co.,ltd					PLC I/O ASSIGNMENT FOR TMC				KUMI Plant										
									DOC. NO.:	R5THS00107-DES-WIO-01-EN									
Item	Tag Name	Description 1	Description 2	TB	Type	Card	Slot	Pnt/Chn	Address	Range (Min)	Range (Max)	Range Unit	Alarm LL	Alarm L	Alarm H	Alarm HH	Cont. Sys	Remark	Rev.
24	AIR_PDL_INC_3	Air production Left Side increase Temperature Comand unit 3			DO	1794-OB16													0
25	AIR_PDL_DEC_3	Air production Left Side Decrease Temperature Comand unit 3			DO	1794-OB16													0
26	AIR_PDL_CMD_4	Air production Left Side on/off Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
27	AIR_PDL_INC_4	Air production Left Side increase Temperature Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
28	AIR_PDL_DEC_4	Air production Left Side Decrease Temperature Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
29	AIR_PDL_INC_4	Air production Left Side increase Temperature Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
30	AIR_PDL_DEC_4	Air production Left Side Decrease Temperature Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
31		Spare			DO	1794-OB16													0
32		Spare			DO	1794-OB16													0
	ADR_Production_Right	Flex I/O Ethernet Adapter Module				1794-AENT B													
1	AIR_PDR_STATUS_1	Air Production RIGHT Status Group #1			DI	1794-IB16													0
2	AIR_PDR_STATUS_2	Air Production RIGHT Status Group #2			DI	1794-IB16													0
3	AIR_PDR_STATUS_3	Air Production RIGHT Status Group #3			DI	1794-IB16													0
4	AIR_PDR_STATUS_4	Air Production RIGHT Status Group #4			DI	1794-IB16													0
5		Spare			DI	1794-IB16													0
6		Spare			DI	1794-IB16													0
7		Spare			DI	1794-IB16													0
8		Spare			DI	1794-IB16													0
9		Spare			DI	1794-IB16													0
10		Spare			DI	1794-IB16													0
11		Spare			DI	1794-IB16													0
12		Spare			DI	1794-IB16													0
13		Spare			DI	1794-IB16													0
14		Spare			DI	1794-IB16													0
15		Spare			DI	1794-IB16													0
16		Spare			DI	1794-IB16													0
17	AIR_PDR_CMD_1	Air production Right Side on/off Comand unit 1			DO	1794-OB16													0
18	AIR_PDR_INC_1	Air production Right Side increase Temperature Comand unit 1			DO	1794-OB16													0
19	AIR_PDR_DEC_1	Air production Right Side Decrease Temperature Comand unit 1			DO	1794-OB16													0
20	AIR_PDR_CMD_2	Air production Right Side on/off Comand unit 2			DO	1794-OB16													0
21	AIR_PDR_INC_2	Air production Right Side increase Temperature Comand unit 2			DO	1794-OB16													0
22	AIR_PDR_DEC_2	Air production Right Side Decrease Temperature Comand unit 2			DO	1794-OB16													0
23	AIR_PDR_CMD_3	Air production Right Side on/off Comand unit 3			DO	1794-OB16													0
24	AIR_PDR_INC_3	Air production Right Side increase Temperature Comand unit 3			DO	1794-OB16													0
25	AIR_PDR_DEC_3	Air production Right Side Decrease Temperature Comand unit 3			DO	1794-OB16													0
26	AIR_PDR_CMD_4	Air production Right Side on/off Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
27	AIR_PDR_INC_4	Air production Right Side increase Temperature Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
28	AIR_PDR_DEC_4	Air production Right Side Decrease Temperature Comand unit 4			DO	1794-OB16													0
29		Spare			DO	1794-OB16													0
30		Spare			DO	1794-OB16													0
31		Spare			DO	1794-OB16													0
32		Spare			DO	1794-OB16													0
33	Production_Temp	Temperature at Production Area			AI	1794-IF4I													0
34	AMB_Temp	Ambient Temperature at KUMI			AI	1794-IF4I													0
35	AMB_HUM	Spare			AI	1794-IF4I													0
36		Spare			AI	1794-IF4I													0

VEN MODBUS MAPPING

Address		Value	Type	Remark
DR Event Mapping				
40001		2015	Decimal	year (yyyy)
40002		1114	Decimal	month and day (mmdd)
40003		1750	Decimal	hour and minutes(hhmi)
40004		60	Decimal	total duration of the event in minutes
40005		30	Decimal	duration in minutes of current interval
40006		1	Decimal	index number of intervals (starts from 0)
40007		1	Decimal	Event status
				0 : INACTIVE (Event finished or no event is progressing)
				1 : ACTIVE (Event is started and progressing)
				2 : NEAR (Ramp up time is set and event is going to start very soon)
				3 : FAR (Event is going to start soon)
				4 : CANCELLED (Event has cancelled)
40008		N/A	N/A	N/A. Floating Point value should start from an address of odd number.
40009	40010	50	Floating Point	Load value in kw unit
Pricing Mapping				
40101	40102	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 00:00 - 0:59
40103	40104	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 01:00 - 1:59
40105	40106	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 02:00 - 2:59
40107	40108	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 03:00 - 3:59
40109	40110	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 04:00 - 4:59
40111	40112	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 05:00 - 5:59
40113	40114	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 06:00 - 6:59
40115	40116	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 07:00 - 7:59
40117	40118	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 08:00 - 8:59
40119	40120	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 09:00 - 9:59
40121	40122	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 010:00 - 10:59
40123	40124	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 011:00 - 11:59
40125	40126	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 012:00 - 12:59
40127	40128	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 013:00 - 13:59
40129	40130	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 014:00 - 14:59
40131	40132	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 015:00 - 15:59
40133	40134	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 016:00 - 16:59
40135	40136	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 017:00 - 17:59
40137	40138	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 018:00 - 18:59
40139	40140	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 019:00 - 19:59
40141	40142	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 020:00 - 20:59
40143	40144	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 021:00 - 21:59
40145	40146	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 022:00 - 22:59
40147	40148	0.1	Floating Point	The electricity price is a value (rate) from 023:00 - 23:59
CBL Mapping				
40201	40202	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 00:00 - 0:59
40203	40204	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 01:00 - 1:59
40205	40206	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 02:00 - 2:59
40207	40208	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 03:00 - 3:59
40209	40210	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 04:00 - 4:59
40211	40212	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 05:00 - 5:59
40213	40214	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 06:00 - 6:59
40215	40216	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 07:00 - 7:59
40217	40218	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 08:00 - 8:59
40219	40220	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 09:00 - 9:59
40221	40222	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 010:00 - 10:59
40223	40224	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 011:00 - 11:59
40225	40226	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 012:00 - 12:59
40227	40228	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 013:00 - 13:59
40229	40230	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 014:00 - 14:59

VEN MODBUS MAPPING

Address		Value	Type	Remark
40231	40232	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 015:00 - 15:59
40233	40234	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 016:00 - 16:59
40235	40236	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 017:00 - 17:59
40237	40238	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 018:00 - 18:59
40239	40240	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 019:00 - 19:59
40241	40242	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 020:00 - 20:59
40243	40244	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 021:00 - 21:59
40245	40246	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 022:00 - 22:59
40247	40248	0.1	Floating Point	CBL Value kW- one day ahead) from 023:00 - 23:59
Incomming Energy				
41001	41002	0.1	Floating Point	Incoming Kilo Watt
41002	41003	0.1	Floating Point	Incoming Total Kilo Watt - Hour

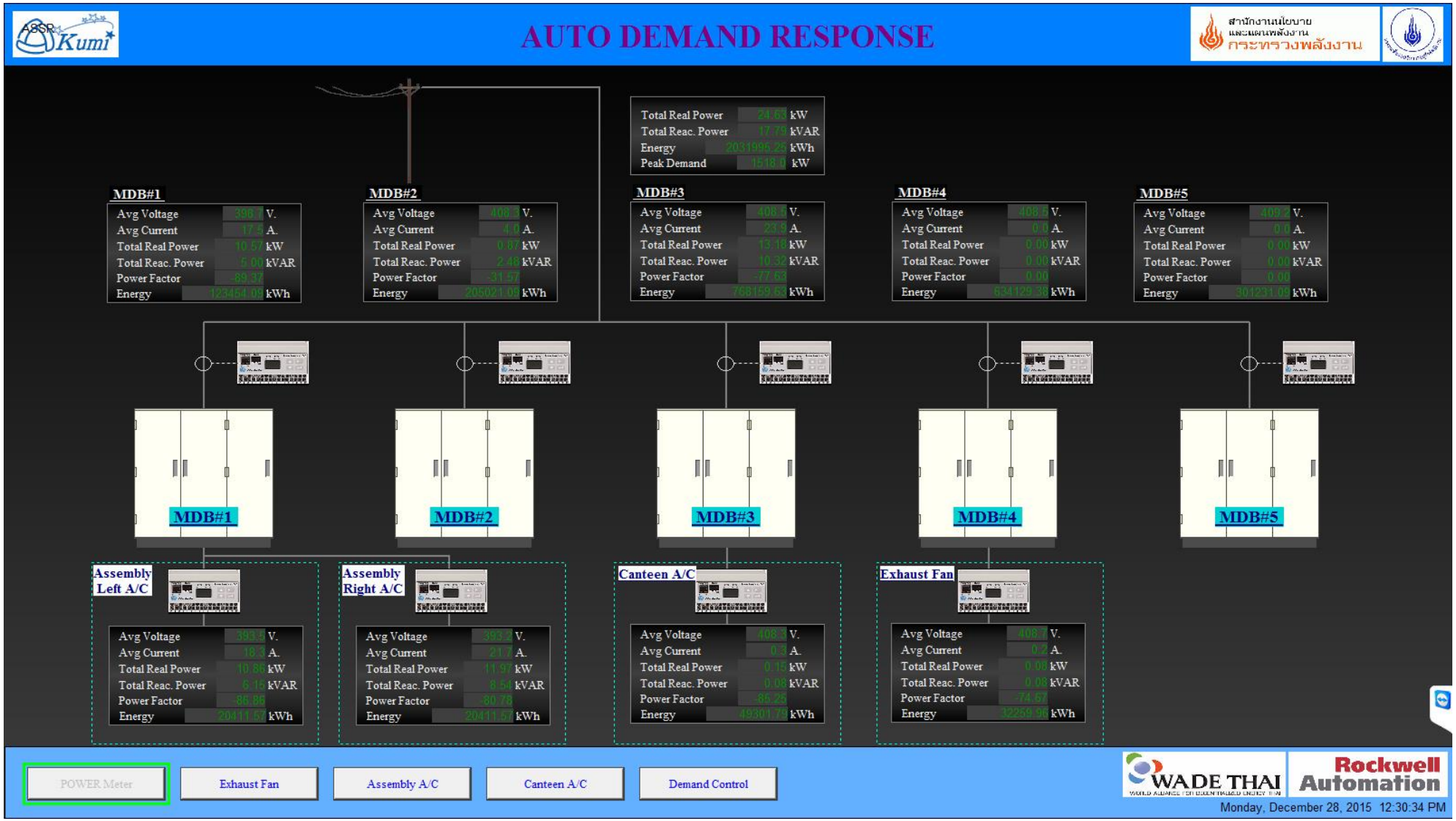
DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

VDU SCREEN DISPLAY GRAPHICS

1	03-01-16	PA	As Built				
0	17-09-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-DES-HMI-01-EN	**REVISION** 1	**STATUS** C



									DRAWN PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
									CHECKED PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
									RA APP BW	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)
REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP		

Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

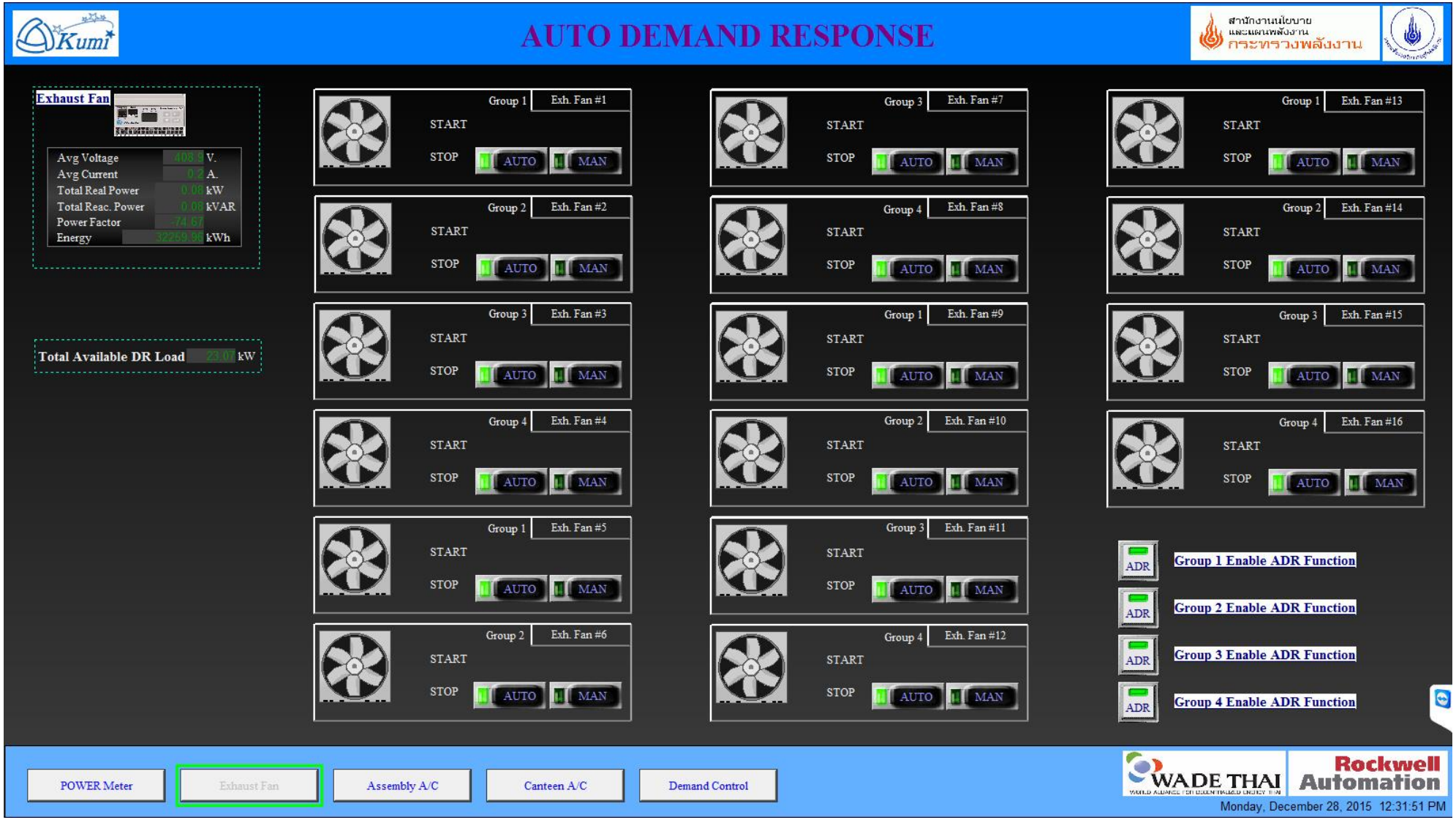
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 1 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	30-DEC-15
	RA APP BW	30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

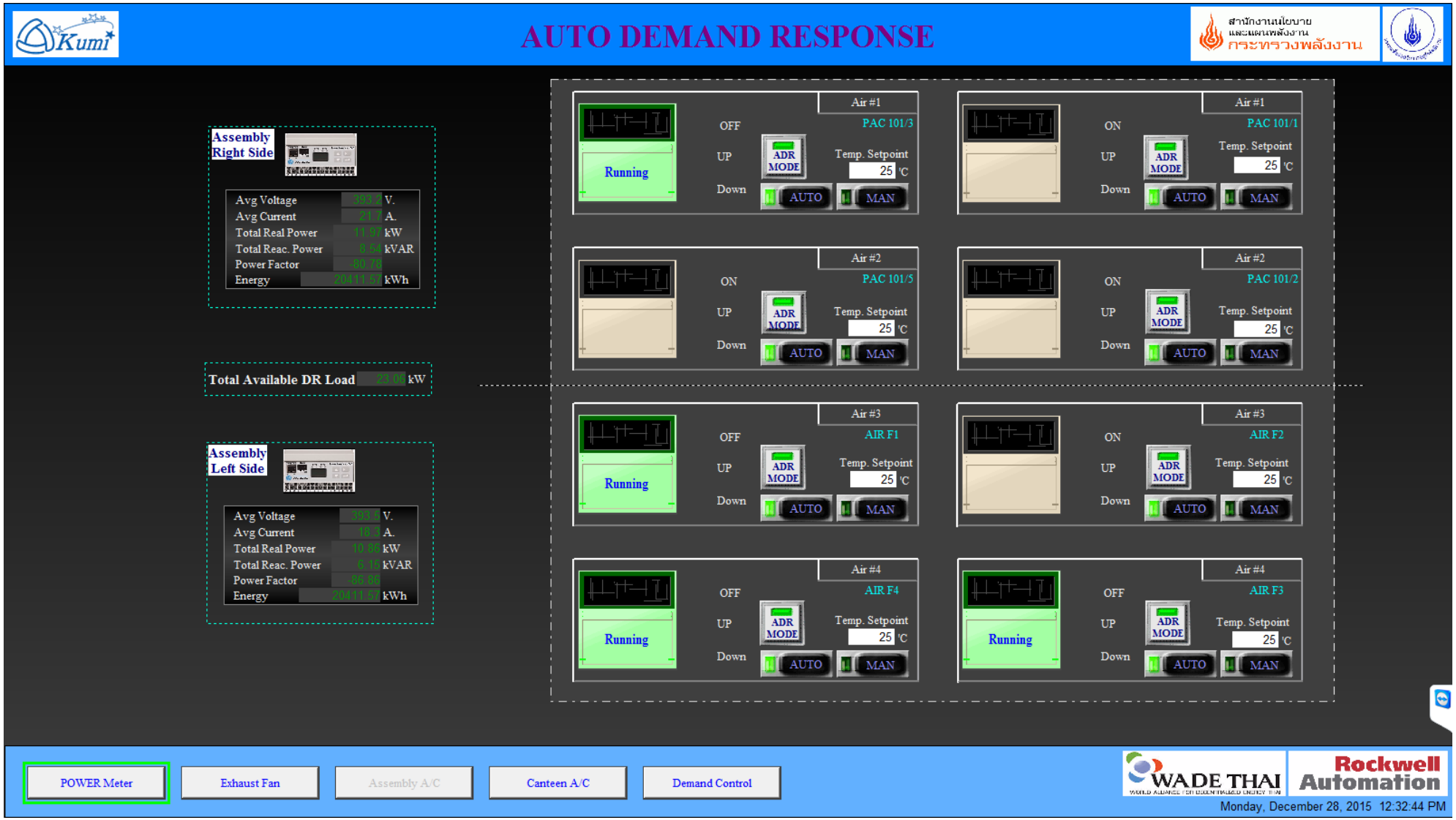
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 2 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	30-DEC-15
	RA APP BW	30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

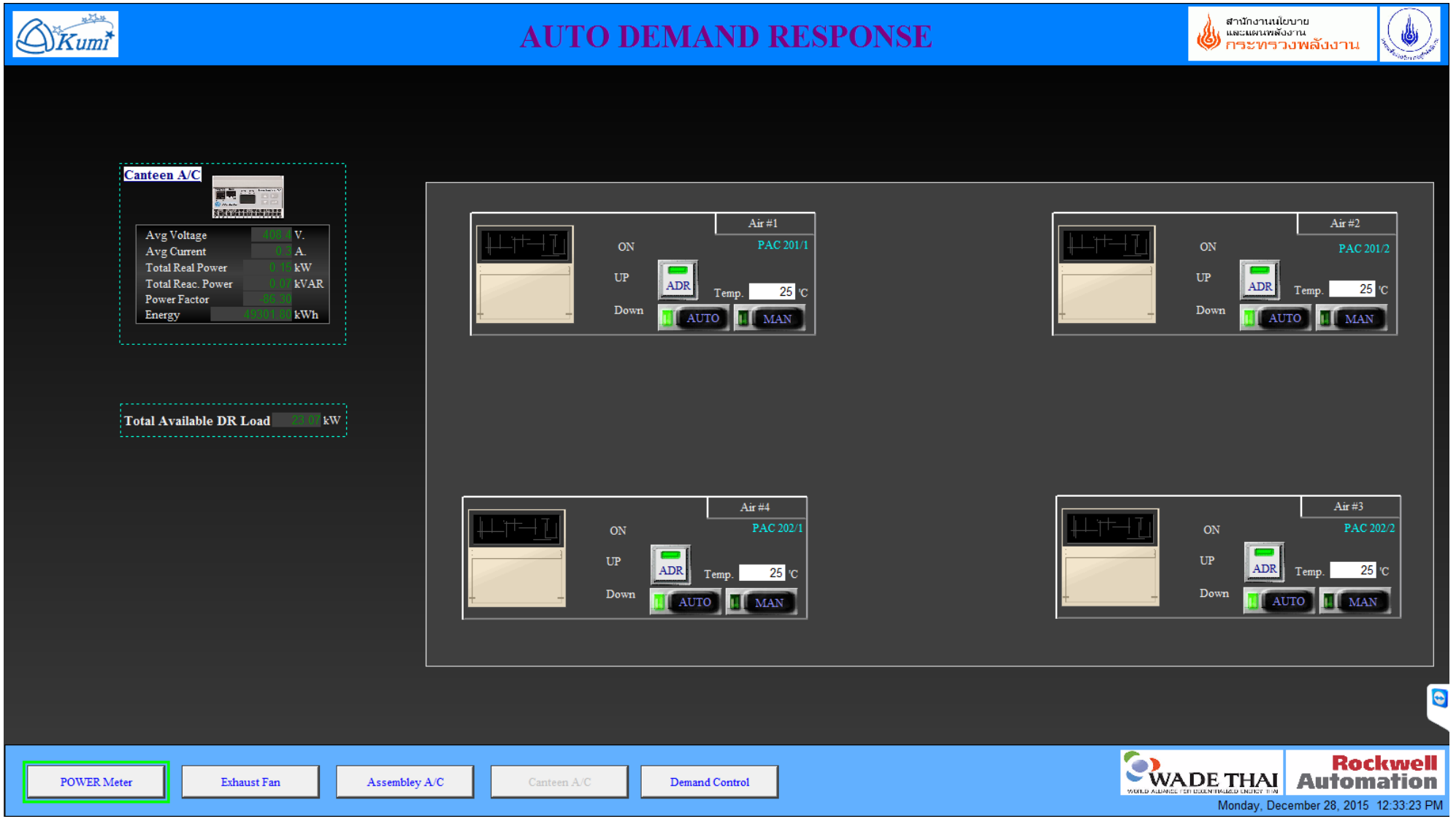
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 3 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DATE(MO/DY/YR)
DRAWN PA	30-DEC-15
CHECKED PA	30-DEC-15
RA APP BW	30-DEC-15
CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

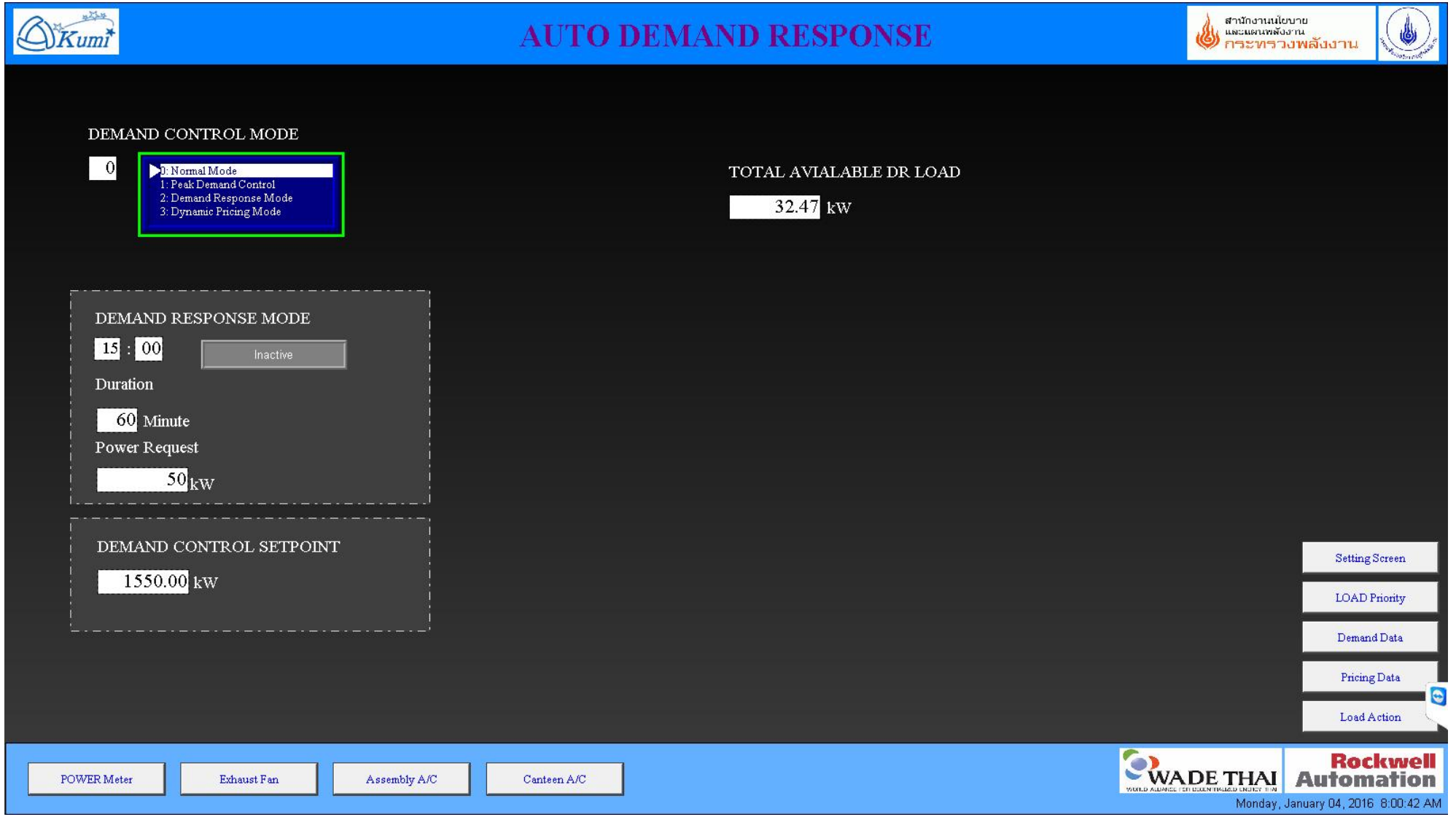
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 4 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	30-DEC-15
	RA APP BW	30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO.
R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 5 : 17

DRAWING NO.
R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	RA APP BW	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

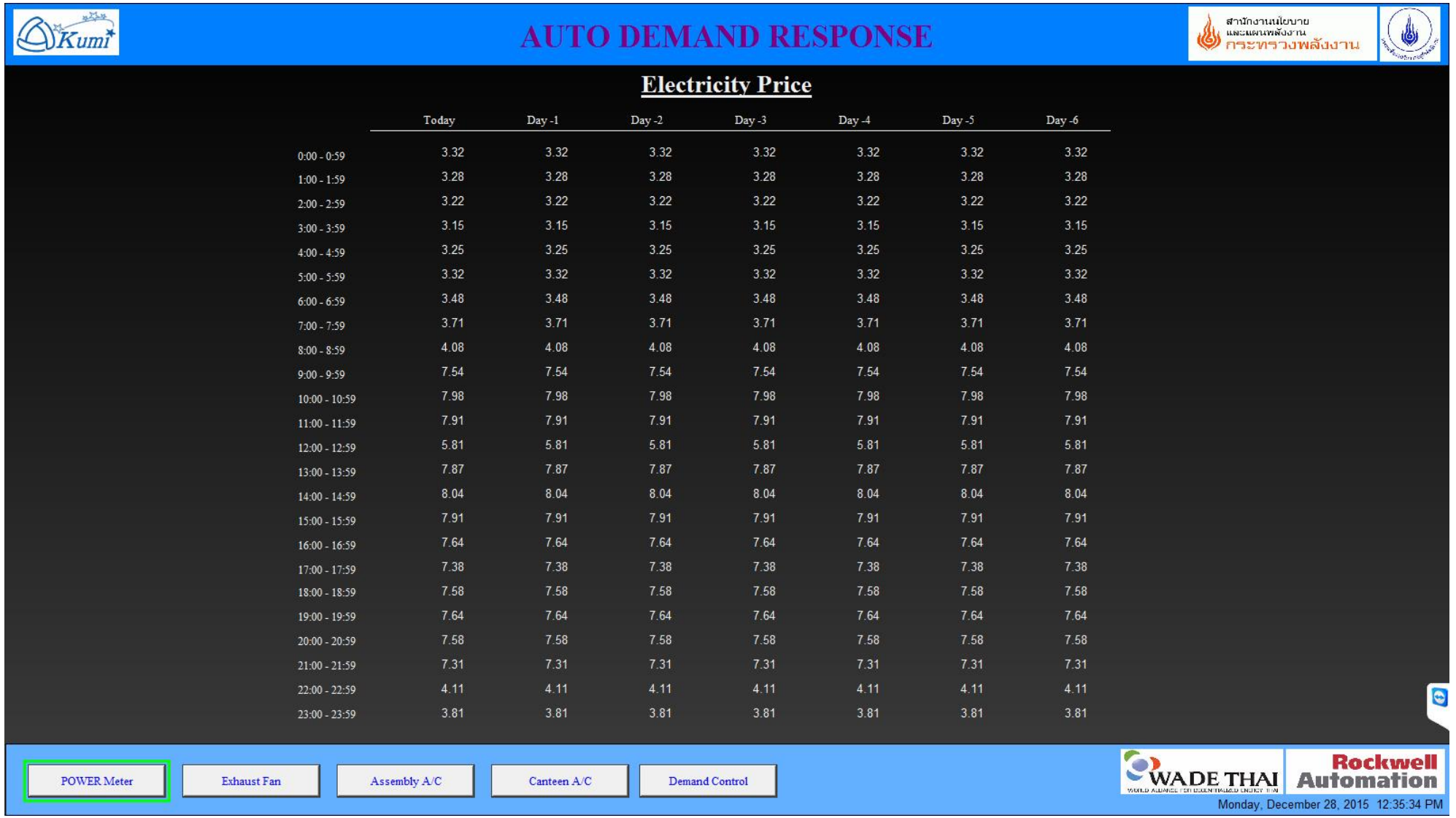
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 6 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	RA APP BW	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

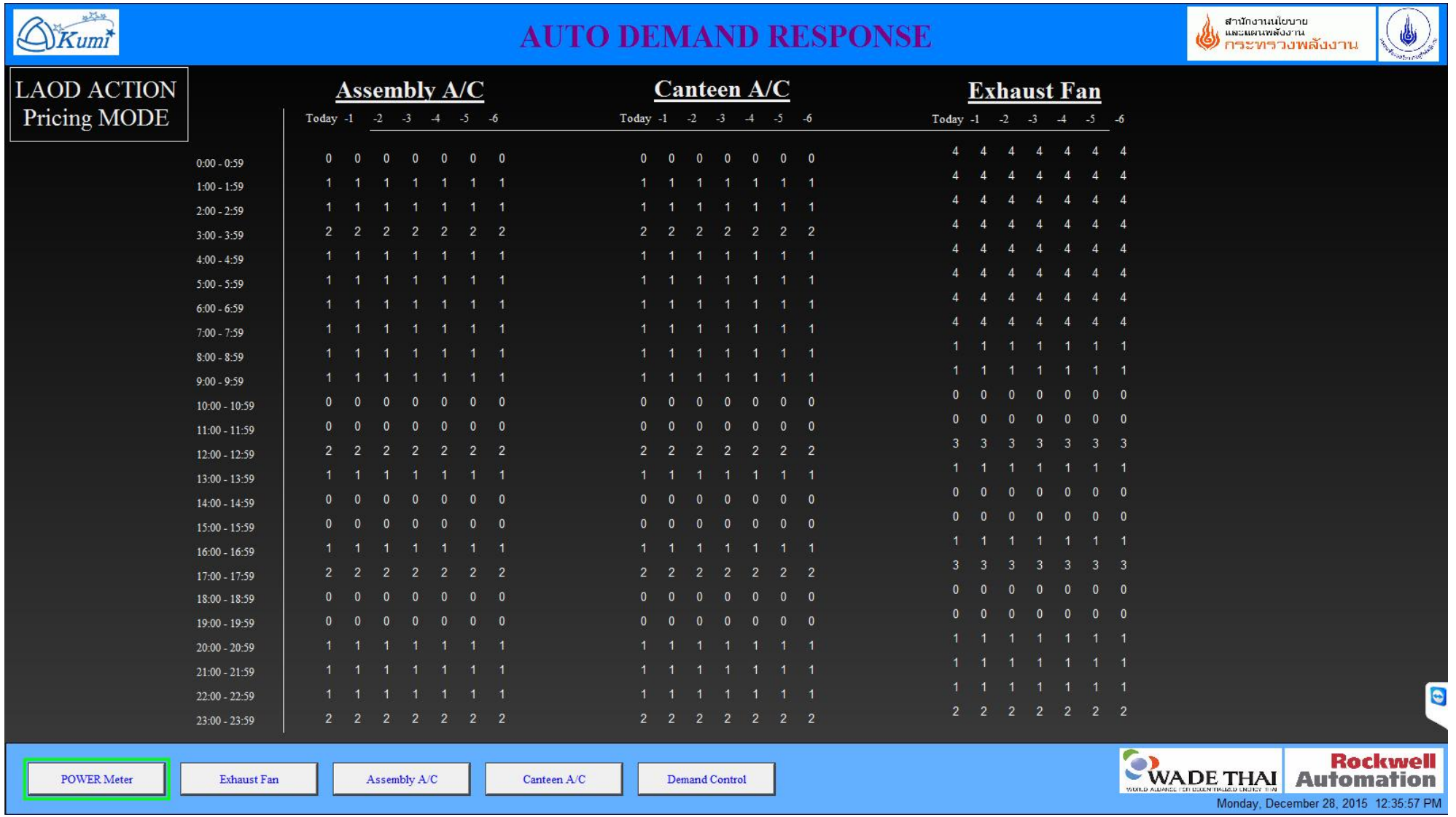
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 7 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DATE(MO/DY/YR)
DRAWN PA	30-DEC-15
CHECKED PA	30-DEC-15
RA APP BW	30-DEC-15
CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

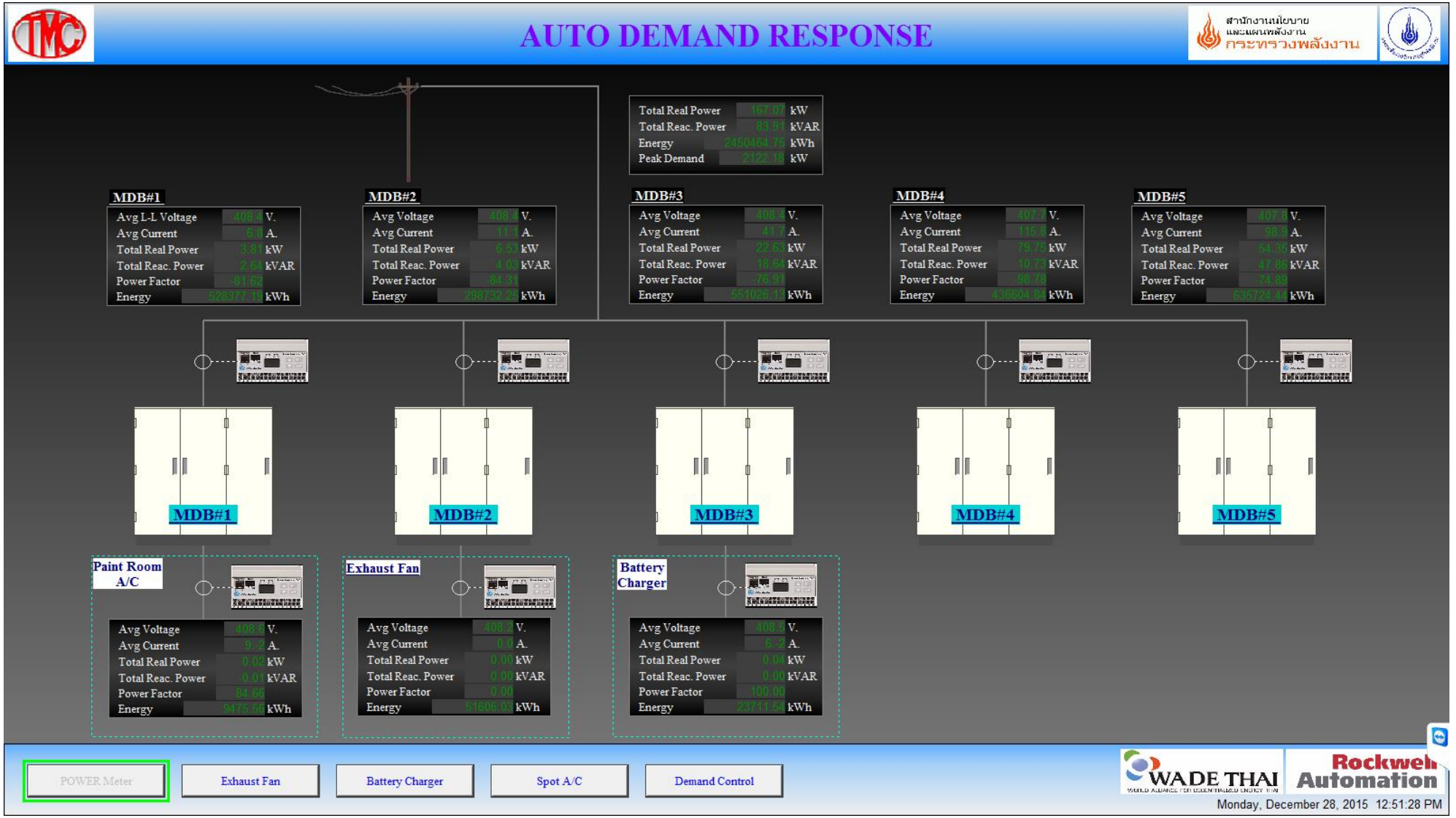
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 8 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	30-DEC-15
	RA APP BW	30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

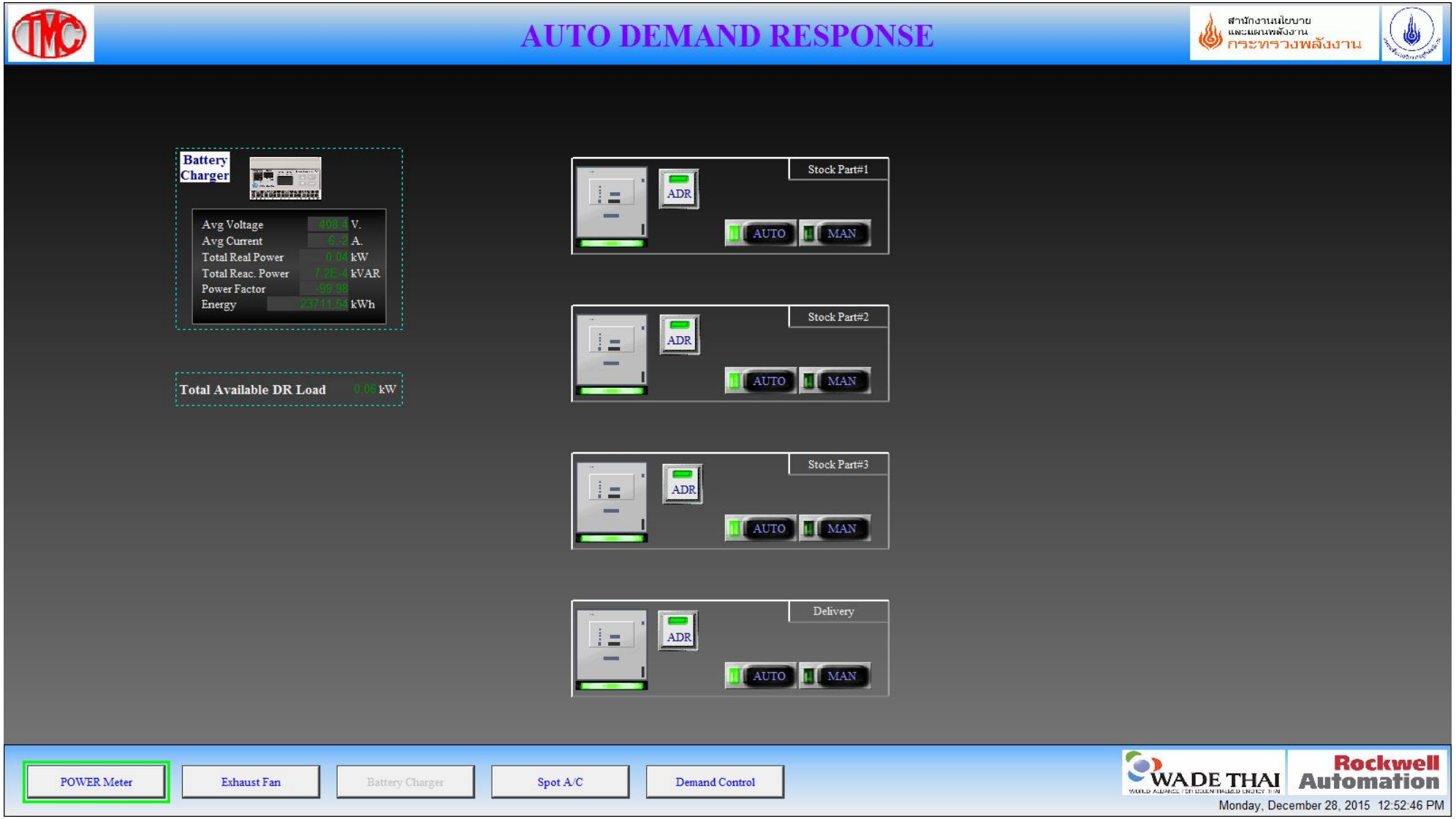
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 9 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

									DRAWN PA DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
									CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
									RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA	
REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP	CLIENT SA DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

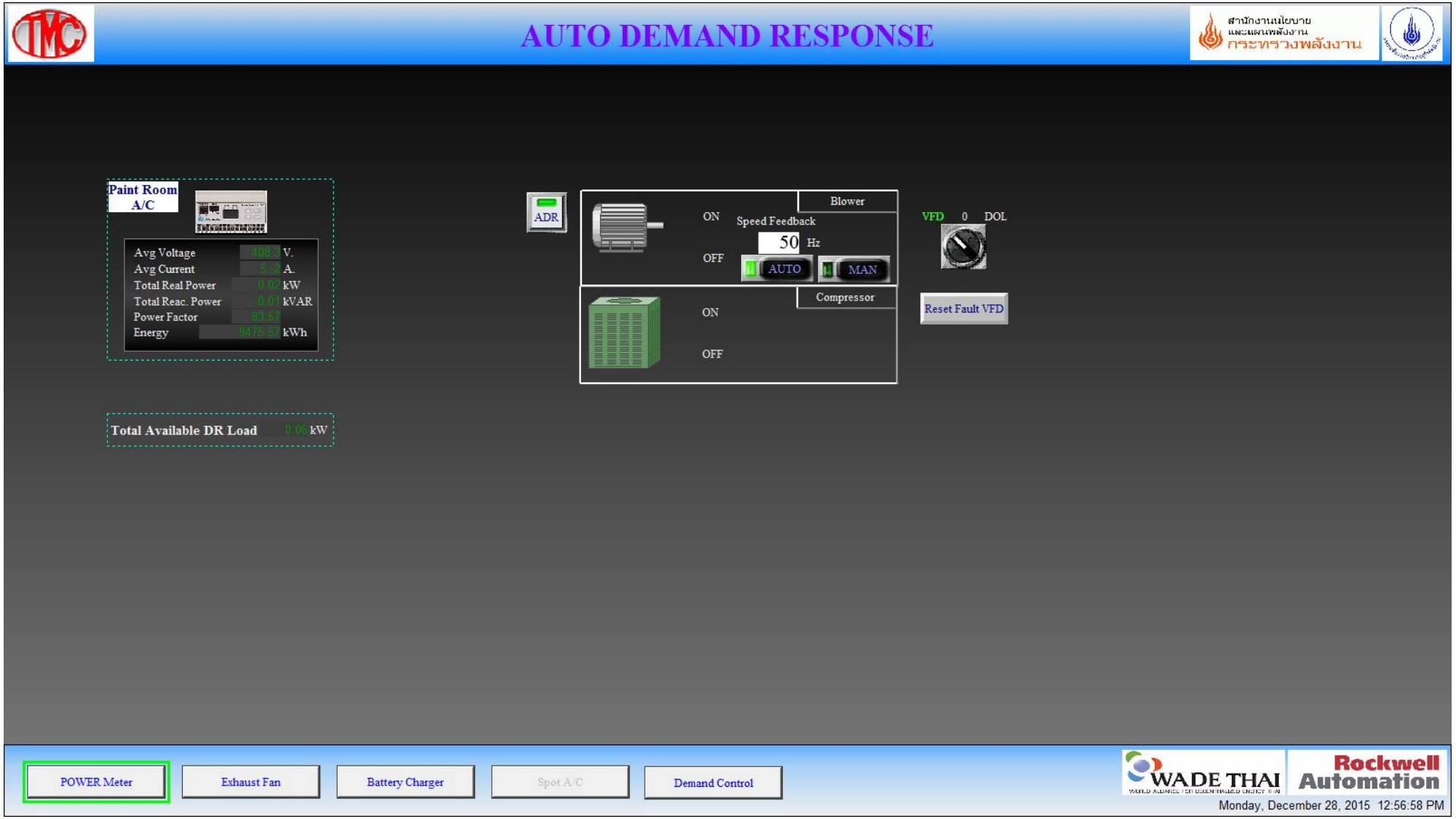
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 10 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
	PA	30-DEC-15
	CHECKED PA	30-DEC-15
	RA APP BW	30-DEC-15
	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

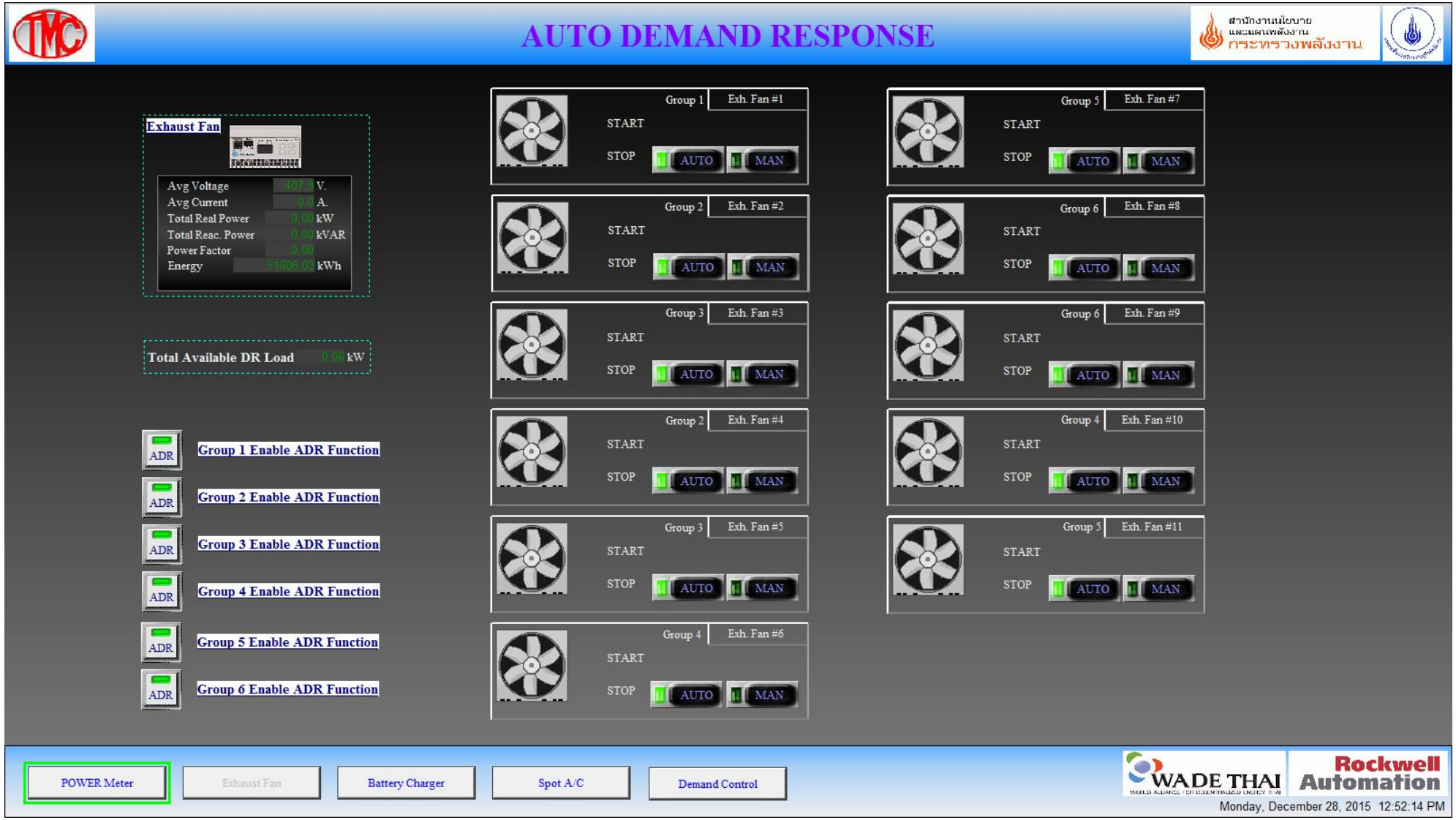
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 11 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

	DATE(MO/DY/YR)
DRAWN PA	30-DEC-15
CHECKED PA	30-DEC-15
RA APP BW	30-DEC-15
CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

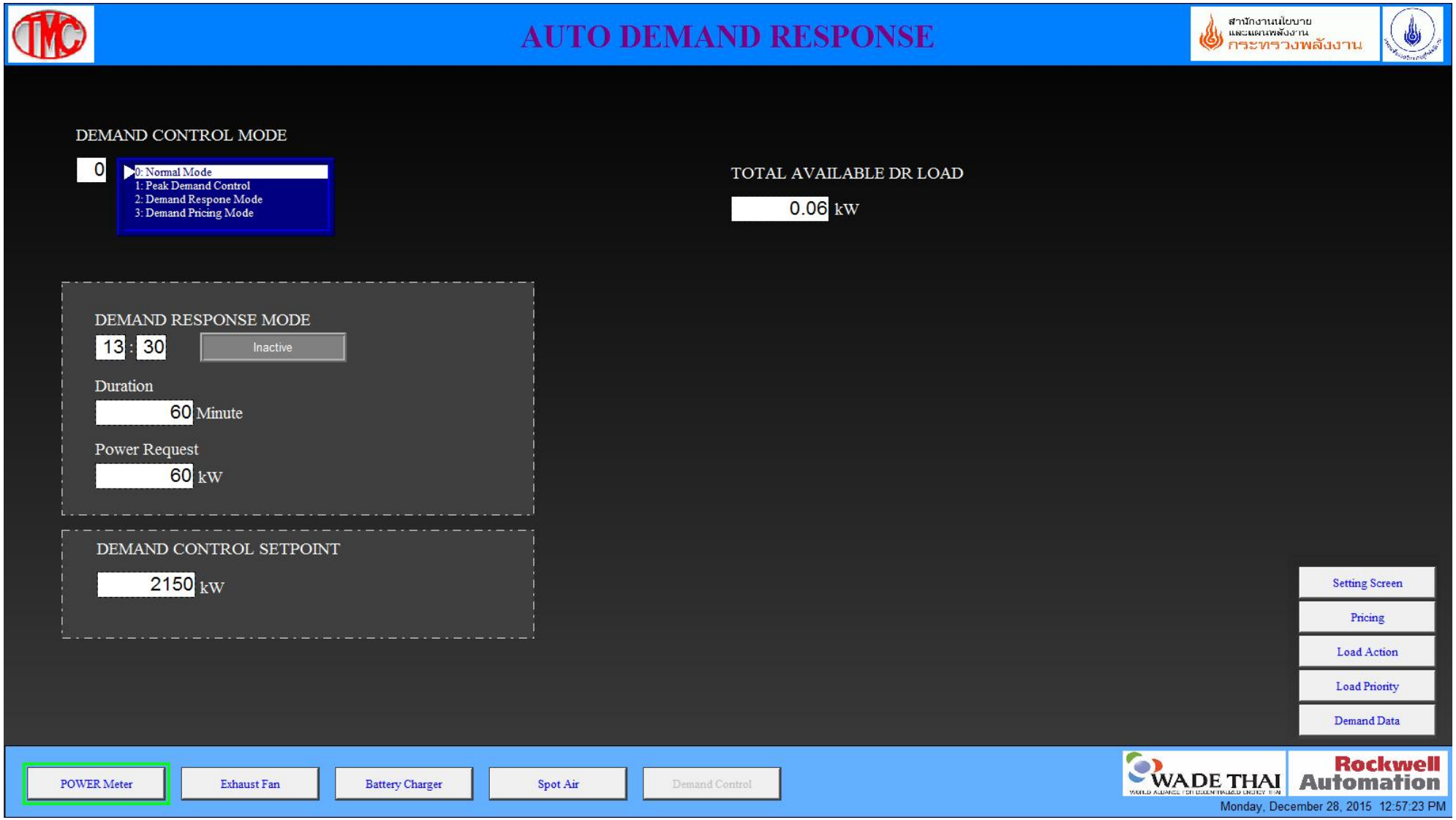
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 12 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



										DRAWN PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
										CHECKED PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
										RA APP BW	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA		CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)
REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP			

Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

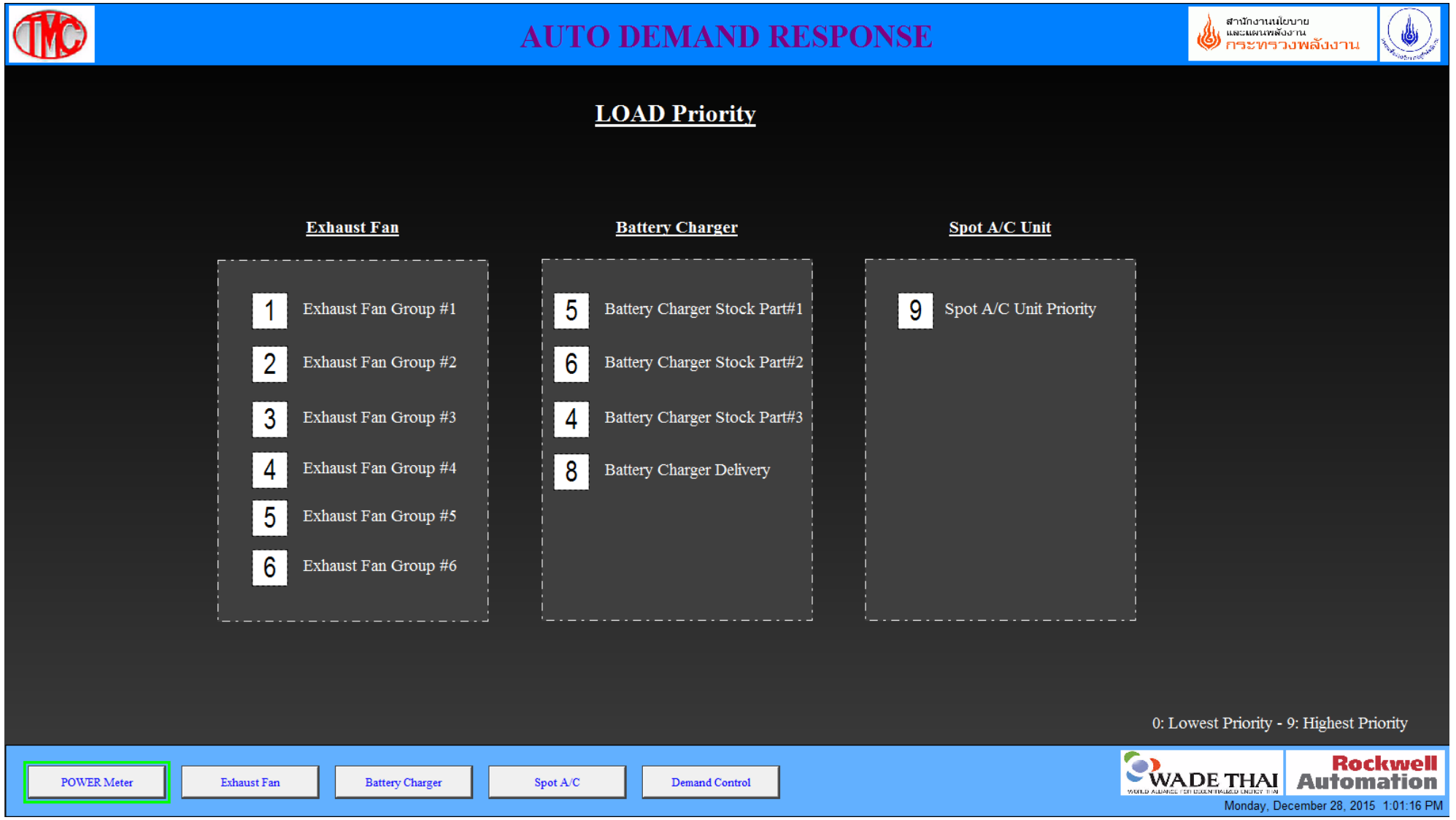
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 13 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP	CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA	BW	30-DEC-15

DRAWN PA DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 14 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

AUTO DEMAND RESPONSE

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

	Today	Day -1	Day -2	Day -3	Day -4	Day -5	Day -6
0:00 - 0:59	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
1:00 - 1:59	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
2:00 - 2:59	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22
3:00 - 3:59	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
4:00 - 4:59	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
5:00 - 5:59	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
6:00 - 6:59	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48
7:00 - 7:59	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
8:00 - 8:59	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08
9:00 - 9:59	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54
10:00 - 10:59	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98
11:00 - 11:59	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
12:00 - 12:59	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81
13:00 - 13:59	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87
14:00 - 14:59	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04
15:00 - 15:59	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
16:00 - 16:59	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
17:00 - 17:59	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38
18:00 - 18:59	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
19:00 - 19:59	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
20:00 - 20:59	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
21:00 - 21:59	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31
22:00 - 22:59	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
23:00 - 23:59	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

Rockwell Automation

Monday, December 28, 2015 12:57:51 PM

Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

DRAWN PA DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
CLIENT SA DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

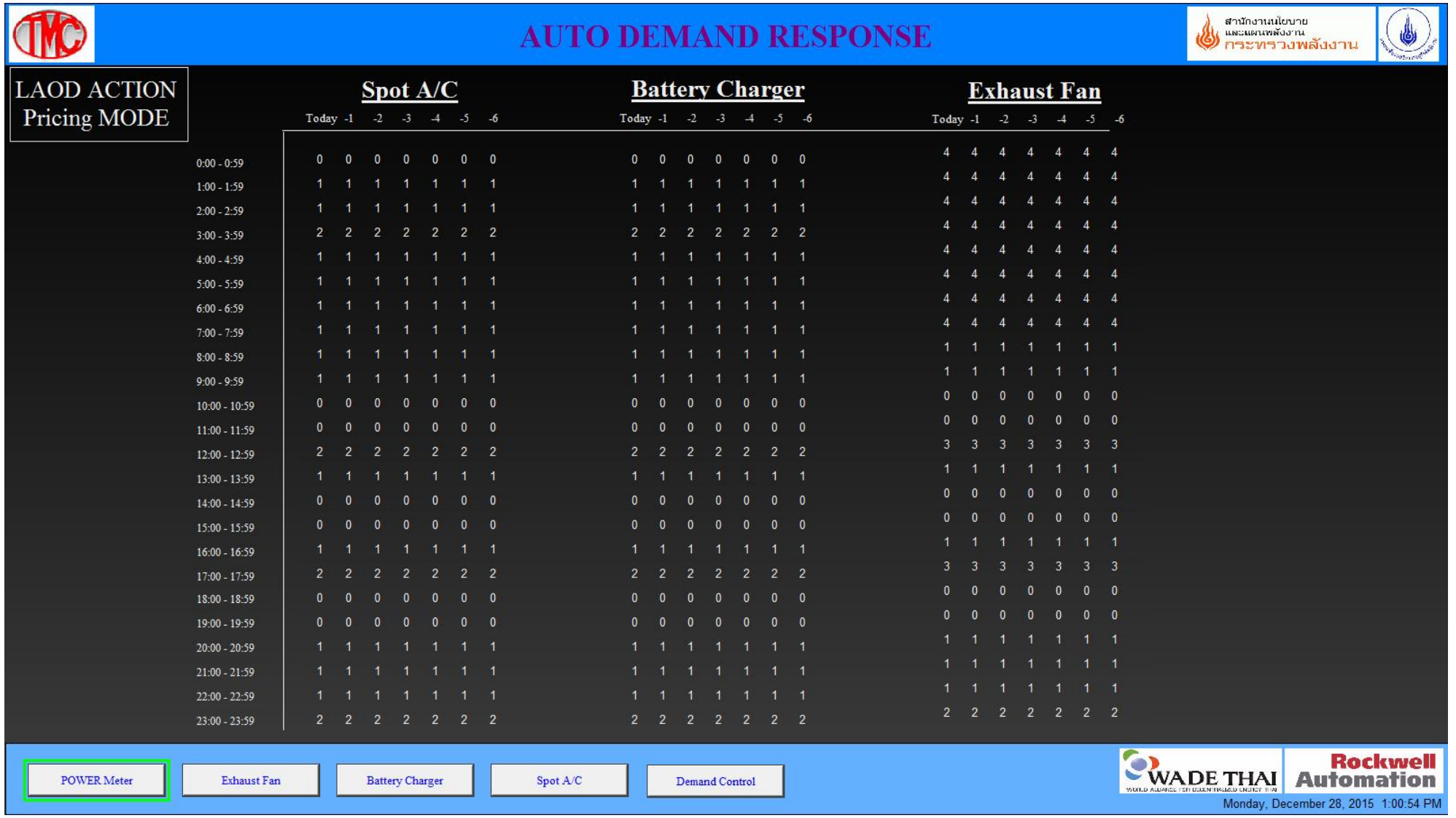
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 15 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor. TP&T Building. 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT APP
	1	30-DEC-15	AS-BUILT	PA	PA	PA	BW	SA

DRAWN	DATE(MO/DY/YR)
PA	30-DEC-15
CHECKED PA	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
RA APP BW	DATE(MO/DY/YR) 30-DEC-15
CLIENT SA	DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00107

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 16 : 17

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

QUALITY PLAN

A1	06-01-16	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-QAC-QUP-01-EN	**REVISION** A1	**STATUS** A

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION 2
2. GLOSSARY 2
3. PROJECT GOALS & OBJECTIVES 2
4. DELIVERABLES 3
5. PROJECT ORGANIZATION 4
6. QUALITY MANAGEMENT 6
7. CONTROL OF DOCUMENTS 7
8. INSPECTION AND TESTING 8
9. CONTROL OF APPLICATION 8
10. CORRESPONDENCE 8
11. PROJECT PROGRESS MEETING 9
APPENDIX 1 – DOCUMENT COVER SHEET 10
APPENDIX 2 – TRANSMITTAL FORM 11
APPENDIX 3 – FAT/SAT SIGN-OFF CERTIFICATE SHEET 12
APPENDIX 4 – DOCUMENT INDEX LIST 12

1. INTRODUCTION

The purpose of this Project Quality Plan (PQP) is to define the procedures taken by Rockwell Automation will be utilized to produce the deliverables listed below and to meet the quality and technical requirements of WADE THAI as contractually defined in the Rockwell Automation proposal **QNPLO0010**. Specific quality activities, as detailed below, are utilized to achieve the quality objectives required by WADE THAI.

2. GLOSSARY

PQP	Project Quality Plan
DLI	Document List Index
PM	Project Manager
PLE	Project Leader Engineer
PDE	Project Discipline Engineer
PO	Purchase Order
TQ	Technical Query
SDRL	Supplier Data Requirement Listing

3. PROJECT GOALS & OBJECTIVES

3.1. Summary Of Application

Rockwell Automation will work with the system purchaser to provide Survey, Design, Fabrication, Configuration, Programming, Testing, Documentation and Preparation for Shipment of a Demand Response Pilot System.

3.2. Approach

The Demand Response Pilot System will be completed utilizing Rockwell Automation resources who will be assigned to the project full time. Development, testing and pre Factory Acceptance Test customer evaluation will be accomplished at the Rockwell Automation Thai Co. Ltd. facility.

The basic phases of all sections will be Analyze, Design, Implement, Test and Customer Review. There are three (3) sections to the project:

System Design and Development
System Fabrication & Testing
System Startup & Commissioning

The Following Personnel will be assigned to the Project and will be responsible for the Following Tasks

- One full time Rockwell Automation Project Manager
- One Team for PLC Development
- One Team for HMI application Development
- Define Development and Testing Requirements
- Internal System Integration Testing
- Site Acceptance Test

3.3. Interface To 3rd Party Equipment

- Communication Network Infrastructure of TMC & KUMI Factories.
- Integrate with ION VEN Modbus
- Integrate/Modify with Air Condition Battery Chargers and Exhaust Fan System.

4. DELIVERABLES

4.1. Analysis

- Project Quality Plan
- Hardware Specifications
- System Architecture Layout
- System Junction Boxes , Computer Sets, Power Meters and Software
- Functional Design Specification

4.2. Documentation

The project document will be provided following.

- Functional Design Specification
- PLC I/O Assignment
- Junction Box Layout/Arrangement
- Wiring Diagram
- Site Acceptance Test Procedure
- HMI Graphic Sketches
- PLC Equipment & Software List
- Etc.

4.3. Hardware

The major hardware parts will be provide as follow list; (Refer to Project : SCADA 4B)

- System Junction Boxes
- PLC Chassis & Modules
- Computer Sets.
- Power Meter.

For details of the supplied materials see Rockwell Automation Proposal: **QNPLO0010**

4.4. Programming

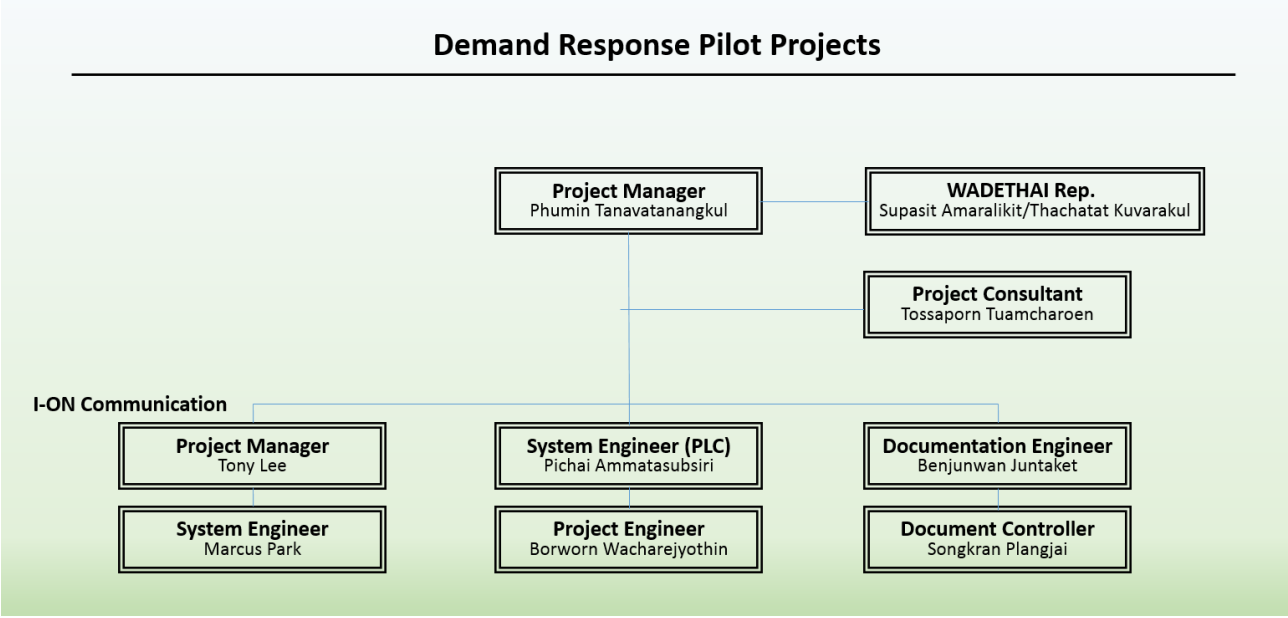
- PLC Programming
- HMI Programming

For details of the training see Rockwell Automation Proposal: **QNPLO0010**

5. PROJECT ORGANIZATION

A basic principle that underlines Rockwell Automation Project/Program methodology is the development of a "spirit of partnership" between Rockwell Automation its client and subcontractors. This concept encourages commitment and mutual cooperation throughout the life of the project. The following figure shows the project organization.

5.1. Project Organization Chart



5.2. Project Duties & Responsibilities

The following analysis of the duties and responsibilities of the main actors, whether they are involved in carrying out work or whether they are responsible for quality control operations gives a good idea of:

- The organizational interfaces put in place
- The nature of the links between the various hierarchical levels of the persons involved

5.2.1. Project Manager (PM)

Authority

- Directly answerable to the Managing Director

Management

- Responsible of the technical, financial and schedules performances of the project
- Verification that completed work units meet the defined acceptance criteria
- Manages and co-ordinates of impacts on the project schedule and/or budget
- Issues principal purchase orders
- Assisting the project team in resolving the problem

Commercial
- Responsible for commercial contacts with the Client
- Responsible for estimates drawn up under his responsibility
- Responsible for contacts with the other actors (3rd party companies, subcontractors, etc ...)
- Obtains the suppliers certificates, reports, etc …

Technical
- Responsible for the technical quality of tenders for which he has responsibility
- Responsible for receipt of dispatching notes for drawings and documents addressed to and which are returned to
- Responsible for material implemented and for the provision of all the services necessary to fill the order

Personal
- Manages all the personal placed at his disposal for the performance of his work (Coordination, making available)

Quality and Safety
- Responsible for procurement and for the implementation within the allocated time of all the resources necessary for the performance of the works
- Draws up the procedures with the various managers if necessary
- Ensures compliance with the Quality Assurance requirements
- Ensures compliance with the Safety requirements

5.2.2. Project Leader Engineer (PLE)

Authority
- The Engineering lead engineers report to PM

Management
- Responsible of discipline engineers work definition and follow-up

Technical
- Responsible of equipment sizing calculations, specification and requisitions
- Responsible of all suppliers technical follow-up
- Responsible of the issue of technical documents as listed in the document register

Quality and Safety
- Responsible of the factory acceptance Test procedure and lead

5.2.3. Project Design Engineer (PDE)

Authority
- The discipline engineers report to PLE

Management
- Responsible of designers and configuration technicians work definition and follow-up

Technical
- Responsible of equipment sizing calculations, specification and requisitions
- Responsible of all suppliers technical follow-up

Quality and Safety
- Responsible of material control upon delivery

6. QUALITY MANAGEMENT

6.1. Quality Policy

The combination of economic constraints allied with the specific nature of the tasks, developments in work methods, in personal capacities and training, have all led the General Management of Rockwell Automation to define the direction to be taken for Quality Initiative with a view to constant improvement in performances. This need implies mastering the following points:

Professionalism
- Rigorous working methods
- Maintenance and transmission of know-how

Customer satisfaction
- Availability, presence, advice
- Anticipation and satisfaction of customer needs

Viability
- Elimination of malfunctions
- Productivity, cost reduction
- Drawing on our experience

Collective Effectiveness
- Sharing and organization of resources
- Feedback and transfer of experience
- Group work
- Homogenization of methods and know-how

The General Management, and the entire Rockwell Automation staff undertake, each as concerns their own field, to comply with all the criteria with a view to improve their relationship of partnership with their customers.

7. CONTROL OF DOCUMENTS

7.1. Document Deliverable Control

The delivery of project document during studies progress will be coordinated through the Project Manager to the contractor. Each document transmission will be done as follow:

A Document cover sheet / Title block will accompany with all documents to identify a document number, revision and status of deliverable, the date of delivery and signature areas for the contractor approval as per example form attached in ***APPENDIX 1***.

All document transmission shall be accompanied with a transmittal form as per example form attached in ***APPENDIX 2.***

7.2. Updating of Document

TNS shall comment and/or approve the documents within 8 days from submittal and transmit the same to Rockwell Automation.

The first revision number of all issued document must be start from A1. The revision number of each document will be revised after the modification or comments have been incorporated.

7.3. Document List Index (DLI)

The delivery of project document during studies progress will be logged into DLI. It is the internal document for referencing not part of official SDS. DLI will keep up to date for monitors the status progress of project document. The DLI includes as following information:

- Order of Issue 1,2,3…
- Issue Date
- Return Date
- Document Issue Revision Number A1, A2, B1, B2, C1;
- Document Issue Status A, B or C
    - A = Issue for Comments
    - B = Issue for Approval
    - C = Approval for Construction

as per example form attached in ***APPENDIX 4***.

8. INSPECTION AND TESTING

8.1. Inspection And Testing

Inspection and testing by PDE prior to FAT/Sat will be carried out for visual & functional test. Prior to every inspection.

8.2. Factory Acceptance Test/Site Acceptance Test

Factory acceptance tests or integrated factory acceptance tests will be carried out by the PDE and PLE as per the dedicated equipment FAT/SAT procedures (as mentioned in the supplier document list).

Any non-conform point will be recorded in a punch list. Correction of the punch list will be incorporate in parallel or later after FAT/SAT period depends on case and will be retested before the end of the FAT/SAT or retested again after all punch list were incorporated.

A signoff sheet will accompany with each FAT/SAT procedure document. The certification/approval sheet will contain a brief description of the deliverable, the date of delivery, a place for signature areas for vendor representative and contractor representative.

9. CONTROL OF APPLICATION

9.1. Software Application / Program Modification Control

The PLC/HMI application will be implementing is based on the following quote from the document as Rockwell will be taken the software application / program that completed the FAT/SAT with customer witness and the punch list with everything that happened during the FAT/SAT have been fixed already, hold a master application.

In order to control Integrity of software application / program that has created it. If there is a request to modify, amend or supplement from the version FAT/SAT, then all cases must be recorded in the software change log form to record the details such as date request, person who request, the request description, summary or conclusion, date completed.

10. CORRESPONDENCE

10.1. Communication

10.1.1. Contractor Addresses

Company Details:

Company	Telephone	Fax
WADE THAI World Alliance for Decentralized Energy	+662-564 7921	+662-564 7924

Representatives:

Name	Function	Telephone	E-mail
Supasit Amaralikit	Director	+662-564 7921	ssa.fulladvantage@gmail.com

10.1.2. Vendor Addresses

Company Details:

Company	Telephone	Fax
ROCKWELL AUTOMATION (RA) Rockwell Automation Thai Co., Ltd. 22nd Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand	+66 2 936-1500	+66 2 936-1511

Representatives:

Name	Function	Telephone	E-mail
Phumin Tanavatanangkul	Project Manager/ Project Leader	+66 2 936-1500 Ext. 56228	ptanavatanangkul@ra.rockwell.com

10.2. Correspondence Channel

For proper monitoring of the project progressive, Rockwell Automation will use many correspondence channels depends on content of information.

- Telephone
- E-mail

11. PROJECT PROGRESS MEETING

11.1. Project Progress Meeting

A weekly progress meeting will be held internally between the PM, PLE and the PDE .
Following activities will be settled

- the engineering progress
- the procurement progress
- the outstanding interfaces concerns
- the specifically technical concerns and comments
- the technical queries register follow up.

The weekly progress meeting will serve as a base for monthly progress report and overall progress follow up.

APPENDIX 1 – DOCUMENT COVER SHEET

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

BILL OF MATERIAL
AND
MISCELLANEOUS DRAWINGS/ CATALOGUES

CLASS 1

REV	DATE	BY	DESCRIPTION	CHECK	APPR.	CHECK	APPR.
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	
C1	08-01-16	BW	As-Built				
A1	25-06-15	BW	Issued for Review				

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DEMAND RESPONSE PILOT Project

	REVISION	STATUS
R5THS00107-DES-BOM-01-EN	C1	C

Rockwell Automation

APPENDIX 2 – TRANSMITTAL FORM

Rockwell Automation Thai Co., Ltd.
22nd Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19,
Vibhavadee-Rangsit Rd., Chatuchak,
Chatuchak,
Bangkok, 10900
Tel : (662) 936 1500 Fax : (662) 936 1511

Rockwell Automation
Global Manufacturing Solutions

TRANSMITTAL

Company	WADE THAI	**Date**	Sep 17, 2015
Address		**Ref No.**	R5THS0000107-TRAN06
		Project	Demand Responses Pilot Project
		Project No.	R5THS00107
Attention	Ornthipa Mongkolsawat /Supasit	**From**	Borworn

Transmitted Herewith

- ☐ Copies
- ☐ Drawings
- ☑ Specifications
- ☐ Calculation
- ☐ Hardware
- ☐ Disk/Software
- ☐ Schedules
- ☐ Reports
- ☐ Technical Query

Document / Item No.	Rev	Description	Qty
R5THS00107-DES-HMI-01-EN	A1	VDU SCREEN DISPLAY GRAPHICS	1

Issued for

- ☐ Information
- ☐ As Requested
- ☐ Verification
- ☑ Approval
- ☐ Tender
- ☐ Construction
- ☐ As Built

Remarks

Sent by

- ☐ Our Messenger
- ☐ Your Messenger
- ☐ Mail
- ☐ Air Freight
- ☑ E-Mail
- ☐ Courier
- ☐ Fax

Dispatch Borworn 17/09/15

Received / /

APPENDIX 3 – FAT/SAT SIGN-OFF CERTIFICATE SHEET

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

SITE ACCEPTANCE TEST (TMC)

7. **PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE**

Customer: WADE THAI - TMC
Project: Demand Response Pilot Project
System Description: Demand Response

RA Job Number: R5THS00107
The control software for Demand Response Pilot Project purchased from Rockwell Automation has been subjected to the tests defined herein and with the exception of the noted comments on the attached SAT Punch list report and correction, is accepted by WADE THAI as having passed the Factory Acceptance Test.

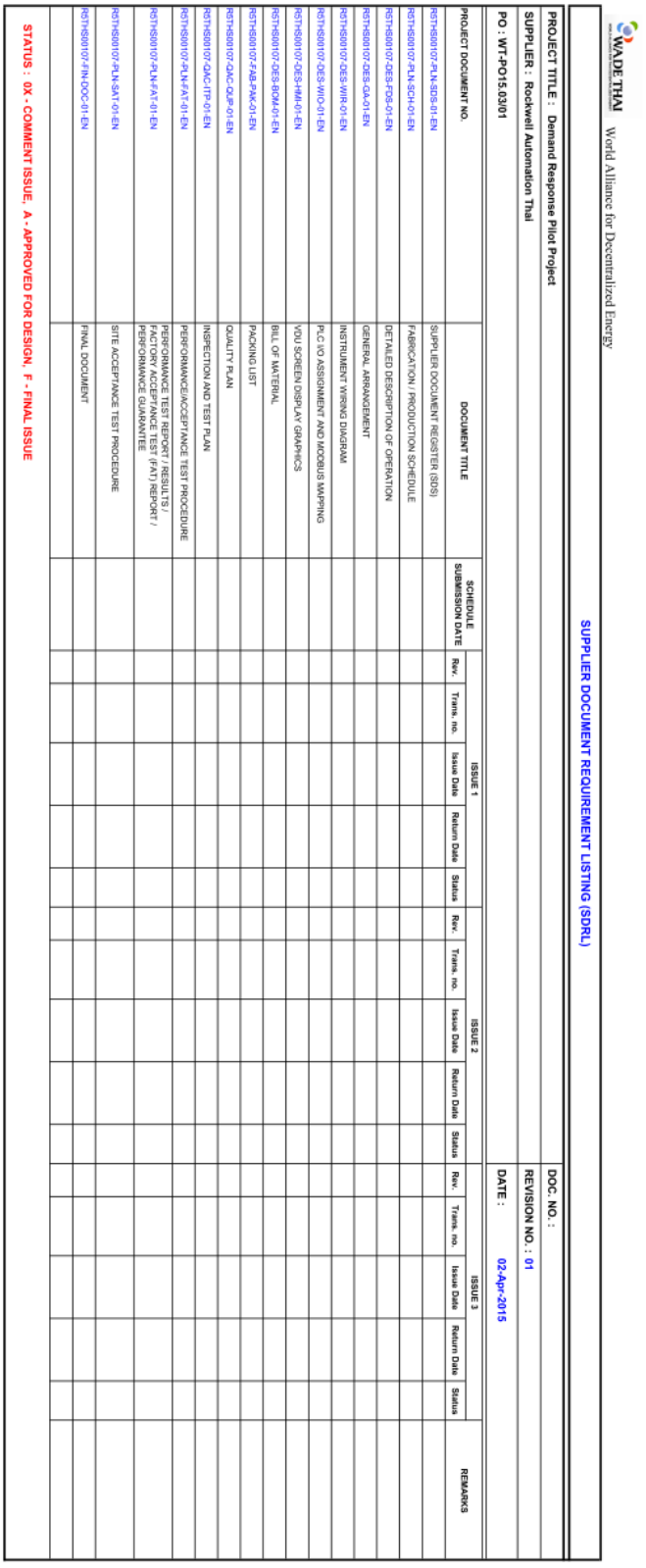
Rockwell Representative

..... (Name)	..... (Title)
..... (Signature)	..... (Date)

WADE THAI

..... (Name)	..... (Title)
..... (Signature)	..... (Date)

APPENDIX 4 – DOCUMENT INDEX LIST



WADE THAI
World Alliance for Decentralized Energy

SUPPLIER DOCUMENT REQUIREMENT LISTING (SDRL)

PROJECT TITLE : Demand Response Pilot Project — DOC. NO. :

SUPPLIER : Rockwell Automation Thai — REVISION NO. : 01

PO : WT-PO15.03/01 — DATE : 02-Apr-2015

PROJECT DOCUMENT NO.	DOCUMENT TITLE	SCHEDULE SUBMISSION DATE	ISSUE 1 Rev.	ISSUE 1 Trans. no.	ISSUE 1 Issue Date	ISSUE 1 Return Date	ISSUE 1 Status	ISSUE 2 Rev.	ISSUE 2 Trans. no.	ISSUE 2 Issue Date	ISSUE 2 Return Date	ISSUE 2 Status	ISSUE 3 Rev.	ISSUE 3 Trans. no.	ISSUE 3 Issue Date	ISSUE 3 Return Date	ISSUE 3 Status	REMARKS
R5THS00107-PLN-SDS-01-EN	SUPPLIER DOCUMENT REGISTER (SDS)																	
R5THS00107-PLN-SCH-01-EN	FABRICATION / PRODUCTION SCHEDULE																	
R5THS00107-DES-FDS-01-EN	DETAILED DESCRIPTION OF OPERATION																	
R5THS00107-DES-GA-01-EN	GENERAL ARRAGEMENT																	
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	INSTRUMENT WIRING DIAGRAM																	
R5THS00107-DES-WIO-01-EN	PLC I/O ASSIGNMENT AND MODBUS MAPPING																	
R5THS00107-DES-HMI-01-EN	VOU SCREEN DISPLAY GRAPHICS																	
R5THS00107-DES-BOM-01-EN	BILL OF MATERIAL																	
R5THS00107-FAB-PAK-01-EN	PACKING LIST																	
R5THS00107-QAC-QUP-01-EN	QUALITY PLAN																	
R5THS00107-QAC-ITP-01-EN	INSPECTION AND TEST PLAN																	
R5THS00107-PLN-FAT-01-EN	PERFORMANCE/ACCEPTANCE TEST PROCEDURE																	
R5THS00107-PLN-FAT-01	PERFORMANCE TEST REPORT / RESULTS / FACTORY ACCEPTANCE TEST (FAT) REPORT / PERFORMANCE GUARANTEE																	
R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	SITE ACCEPTANCE TEST PROCEDURE																	
R5THS00107-FIN-DOC-01-EN	FINAL DOCUMENT																	

STATUS : 0X - COMMENT ISSUE, A - APPROVED FOR DESIGN, F - FINAL ISSUE

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

INSPECTION AND TEST PLAN

A1	06-01-16	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107- QAC-ITP-01-EN	**REVISION**	**STATUS**
		A1	A

INSPECTION AND TEST PLAN (ITP)

Client :	World Alliance For Thai Decentralized Energy Association	**Job No. :**	
Project Title :	Demand Response Pilot Project	**Page :**	1 of 3
Supplier :	Rockwell Automation Thai Co., Ltd.	**Purchaser :**	World Alliance For Thai Decentralized Energy Association
Location :	22nd Floor. TP&T Building.1 Vibhavadee 19. Vibhavadee-Rangsit Rd.	**Supplier Document No. :**	N/A
Purchase Order No. :	WT-PO15.03_01	**Document No. :**	R5THS00107-QAC-ITP-01-EN
Description :	Demand Response Pilot Project	**Approved By :**	
		Revision No. :	

INSPECTION / SURVEILLANCE ACTIVITIES

Activity No.	Activity Description	Controlling Document		Acceptance Criteria	Certifying / Verifying Document	Include Document in MDR? Y / N	Subvendor (if app.) (1)		Supplier (2)		WADE THAI's Rep (nom. insp.) (3)		PTTEP (4)	
		Std. Spec. or Dwg. etc.	Ref. Para. or Detail				Activity	Signature	Activity	Signature	Activity	Signature	Activity	Signature
1	Verification of compliance with approved design drawings	R5THS00107-PLN-SDS-01	Note 6			Y	-		M		R		R	
2	Inventory check	R5THS00107-DES-GA-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		M		V/R		V/R	
3	Visual inspection of complete system	R5THS00107-DES-GA-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Approved drawing		Y	-		H		V/R		V/R	
4	Labeling, Nameplate / Tagging & Presentation	R5THS00107-DES-GA-01-EN R5THS00107-D04-0061		Approved drawing		Y	-		H		V		V	
5	Hardware Visual and Dimensional Check	R5THS00107-DES-GA-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Approved drawing		Y	-		H		V		V	
6	Free movement and correct fit of all mechanical components	R5THS00107-DES-GA-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	
7	Cabinet maintenance work accessibility	R5THS00107-DES-GA-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	
8	Hardware Test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Signed FAT/SAT		Y	-		H		W/R		W/R	
9	Radio Interference Test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Signed FAT/SAT		Y	-		H		W/R		W/R	
10	Power supply test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	Note 2	Signed FAT/SAT		Y	-		H		W/R		W/R	
11	Redundancy test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Signed FAT/SAT			-		H					
	a) Power supply	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
	b) Communications	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
	c) Serial links	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
12	Electrical Test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	Note 1	Signed FAT/SAT		Y	-		H		W/R		W/R	
13	Total system shutdown and start-up test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Signed FAT/SAT		Y	-		H		W/R		W/R	

Key to activity codes :

- H = Hold points (no progress without Inspector's presence)
- W = Witness (show frequency - I = initial process, % = extent) or V = Verify
- M = Monitor on a random basis
- I = Inspection
- R = Review documentation produced

1. For 'H' and 'W' stages, Supplier shall notify Purchaser ten (10) days in advance of stage being reached.
2. Equipment shall not be released until acceptance of all stages by Purchaser.

(1) and (2) to be completed by Supplier before submission to Purchaser

(3) and (4) to be completed in accordance with the requirements of Requisition / Purchase Order / Surveillance Plan by Supplier. Purchaser will add / state its additional involvement through review, audit, monitoring, witness, hold or certification point.

MDR : Manufacturer's Data Reports

INSPECTION AND TEST PLAN (ITP)

Client :	World Alliance For Thai Decentralized Energy Association	**Job No. :**	
Project Title :	Demand Response Pilot Project	**Page :**	2 of 3
Supplier :	Rockwell Automation Thai Co., Ltd.	**Purchaser :**	World Alliance For Thai Decentralized Energy Association
Location :	22nd Floor. TP&T Building.1 Vibhavadee 19. Vibhavadee-Rangsit Rd.	**Supplier Document No. :**	N/A
Purchase Order No. :	WT-PO15.03_01	**Document No. :**	R5THS00107-QAC-ITP-01-EN
Description :	Demand Response Pilot Project	**Approved By :**	
		Revision No. :	

INSPECTION / SURVEILLANCE ACTIVITIES

Activity No.	Activity Description	Controlling Document		Acceptance Criteria	Certifying / Verifying Document	Include Document in MDR? Y / N	Subvendor (if app.) (1)		Supplier (2)		WADE THAI's Rep (nom. insp.) (3)		PTTEP (4)	
		Std. Spec. or Dwg. etc.	Ref. Para. or Detail				Activity	Signature	Activity	Signature	Activity	Signature	Activity	Signature
14	Total system shutdown and start-up test	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Signed FAT/SAT		Y	-		H		W/R		W/R	
15	Process control software tests			Signed FAT/SAT										
	a) Controller functions and control configurations	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
	b) Equipment duty / standby logic	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
	c) Sequence logic	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
	d) Input & output checks	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W/R		W/R	
	e) Computations	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	
	f) Applications	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	
	j) Loop configurations / Control modes	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	
	k) Application software functional check	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	
	l) Keyboard and key lock functions	R5THS00107-DES-HMI-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	
	n) Graphic displays	R5THS00107-DES-HMI-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	
16	Functional test of Panel View based HMI			Signed FAT/SAT			-		H		W		W	
	a) Engineering functional checks	R5THS00107-DES-HMI-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	
	b) Configuration changes	R5THS00107-DES-HMI-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	
	e) Display request	R5THS00107-DES-HMI-01-EN R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		W		W	

Key to activity codes :

- H = Hold points (no progress without Inspector's presence)
- W = Witness (show frequency - I = initial process, % = extent) or V = Verify
- M = Monitor on a random basis
- I = Inspection
- R = Review documentation produced

1. For 'H' and 'W' stages, Supplier shall notify Purchaser ten (10) days in advance of stage being reached.
2. Equipment shall not be released until acceptance of all stages by Purchaser.

(1) and (2) to be completed by Supplier before submission to Purchaser

(3) and (4) to be completed in accordance with the requirements of Requisition / Purchase Order / Surveillance Plan by Supplier. Purchaser will add / state its additional involvement through review, audit, monitoring, witness, hold or certification point.

MDR : Manufacturer's Data Reports

INSPECTION AND TEST PLAN (ITP)

Client :	World Alliance For Thai Decentralized Energy Association	**Job No. :**	
Project Title :	Demand Response Pilot Project	**Page :**	3 of 3
Supplier :	Rockwell Automation Thai Co., Ltd.	**Purchaser :**	World Alliance For Thai Decentralized Energy Association
Location :	22nd Floor. TP&T Building.1 Vibhavadee 19. Vibhavadee-Rangsit Rd.	**Supplier Document No. :**	N/A
Purchase Order No. :	WT-PO15.03_01	**Document No. :**	R5THS00107-QAC-ITP-01-EN
Description :	Demand Response Pilot Project	**Approved By :**	
		Revision No. :	

INSPECTION / SURVEILLANCE ACTIVITIES

Activity No.	Activity Description	Controlling Document		Acceptance Criteria	Certifying / Verifying Document	Include Document in MDR? Y / N	Subvendor (if app.) (1)		Supplier (2)		WADE THAI's Rep (nom. insp.) (3)		PTTEP (4)	
		Std. Spec. or Dwg. etc.	Ref. Para. or Detail				Activity	Signature	Activity	Signature	Activity	Signature	Activity	Signature
17	Full test of system with all hardware and software at full load condition with external interfaces simulated by supplier equipment	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN		Signed FAT/SAT		Y	-		H		W		W	
18	System diagnostic test			Signed FAT/SAT										
	a) HMI level	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	
	b) Processor level	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	
	c) IO Module level	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN				Y	-		H		V		V	

Key to activity codes :

H = Hold points (no progress without Inspector's presence)
W = Witness (show frequency - I = initial process, % = extent) or V = Verify
M = Monitor on a random basis
I = Inspection
R = Review documentation produced

1. For 'H' and 'W' stages, Supplier shall notify Purchaser ten (10) days in advance of stage being reached.
2. Equipment shall not be released until acceptance of all stages by Purchaser.

(1) and (2) to be completed by Supplier before submission to Purchaser
(3) and (4) to be completed in accordance with the requirements of Requisition / Purchase Order / Surveillance Plan by Supplier. Purchaser will add / state its additional involvement through review, audit, monitoring, witness, hold or certification point.

MDR : Manufacturer's Data Reports

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

SITE ACCEPTANCE TEST (KUMI)

A1	01-10-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	**REVISION** A1	**STATUS** A

TABLE OF CONTENTS

1. INTRODUCTION 3

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES 3
1.2. SAT GUIDELINES 3
1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS 4

2. REFERENCE 4

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT 4

3. POWER METER INSTALLATION AND FUNCTINO 5

3.1. PM1000 at MDB1 5
3.2. PM1000 at MDB2 5
3.3. PM1000 at MDB3 5
3.4. PM1000 at MDB4 6
3.5. PM1000 at MDB5 6
3.6. PM1000 at EXHAUST FAN 6
3.7. PM1000 at CANTEEN 7
3.8. PM1000 at Production Left 7
3.9. PM1000 at Production Right 7

4. JUNCTION BOX INSTALLATION 8

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 8
4.2. CANTEEN JUNCTION BOX 8
4.3. Production Left JUNCTION BOX 8
4.4. Production Right JUNCTION BOX 8

5. PRELIMINARY POWER-ON TESTS 9

5.1. CANTEEN JUNCTION BOX 9
5.2. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 10
5.3. PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX 11
5.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX 12

6. FUNCTION TEST 14

6.1. CANTEEN JUNCTION BOX 14
6.2. EXHUAST FAN JUNCTION BOX 15
6.3. PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX 16
6.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX 17

7. PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE 18

8. APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (KUMI) 19

1. INTRODUCTION

This document details the Factory Acceptance Testing of the automation Hardware for WADE THAI Demand Response Pilot Project, The PLC interface each power meter and HMI systems. Testing is expected to take place in the 'dry docks' with the actual hardware including all PLC hardware connected, where possible, to the actual plant equipment. The local HMI station will be set-up and communicating to the PLC's, and used to verify software functionality and operator interface functions.

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES

After the test and verification of each item that item shall be marked as completed. If any malfunction is detected, the test sequence shall be repeated. If the malfunction cannot be reproduced, the error shall be investigated after the completion of the SAT – with an entry to be made into SAT Software Configuration query file. If the error can be reproduced, the test will be continued and the error logged on the punch-list sheets. Where possible the fault will be corrected prior to being re-tested on the next day or prior to the completion of the SAT. If this not possible, a further entry shall be made into the SAT Configuration query file. Rockwell will rectify and re-test these detects after the SAT has been completed.
Appendix A contains a sample punch-list sheet and SAT Configuration query file documents.
Once the SAT has been successfully completed, the nominated customer and Rockwell representatives shall sign the SAT Completion Certificate. At this point the SAT shall be deemed to be complete and commissioning contingent upon any defects noted in the SAT Software Configuration query index being rectified.
For the purpose of this document, a defect is deemed to be limited to software functionality that does not comply with the functional specification documents and other working documents listed in section 2.

1.2. SAT GUIDELINES

The following information is provided for the clarification of SAT guidelines and party responsibilities:

- RA will ensure the site and all equipment is safe and ready to be used.
- RA will provide the necessary personnel to conduct the system testing.
- Rockwell will provide an engineer, who will assist the WADE THAI representative with monitoring the results, and any fault finding.

1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS

The following table lists terms and acronyms used throughout this manual. Whilst every attempt has been made to avoid jargon or specialized technical language, several items of terminology must be included for efficiency and meaning. The "Context" column entry (if required) shows the system aspect to which the acronym or meaning applies

Term or Acronym	Context	Meaning
Button	Human-Machine Interface	Icon on a graphic, which appears as a button with beveled edges. Clicking the (left-hand) mouse button whilst the mouse pointer floats over the button simulates a 'push' of the button.
Digital	Control systems	Any control action or indication which operates at one of only two states: on or off.
HMI	Human-Machine Interface	Human-Machine Interface
PADT	Control systems	Programming and Debugging Tool - RSLogix 5000 software used to program and debugs ControlLogix application.
RA-TH		Rockwell Automation Thailand
SCADA		Supervisory Control and Data Acquisition

2. REFERENCE

The following table lists the document and revision numbers to be referred to during SAT.

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT

Document No.	Rev.	Document Title
R5THS00107-DES-WIO-01-EN	A2	PLC I/O Assignment
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	A2	INSTRUMENT WIRING DIAGRAM

3. POWER METER INSTALLATION AND FUNCTION

3.1. PM1000 at MDB1

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.2. PM1000 at MDB2

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.3. PM1000 at MDB3

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.4. PM1000 at MDB4

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.5. PM1000 at MDB5

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.6. PM1000 at EXHAUST FAN

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.7. PM1000 at CANTEEN

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.8. PM1000 at Production Left

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.9. PM1000 at Production Right

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

4. JUNCTION BOX INSTALLATION

Schedule: After Wiring Continuity check

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

4.2. CANTEEN JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

4.3. Production Left JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

4.4. Production Right JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) ..... (Date)

5. PRELIMINARY POWER-ON TESTS

Schedule: After Wiring Continuity check

5.1. CANTEEN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.1.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.1.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.1.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.1.4. PLC Communication Module chassis, Slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.5. 1769-PA4 Power Supply Module in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.6. 1769-IQ16 Digital Input Module in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.7. 1769-OB8A Digital Output Module in chassis,slot03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.8. 1769-OB8A Digital Output Module in chassis slot 04

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.9. 1769-IF4 Analog Input Module in Remote slot 05

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.10. Communication Module in chassis slot 06

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2. **EXHAUST FAN JUNCTION BOX**

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.2.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.2.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.2.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.2.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.7. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.3. **PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX**

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.3.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.3.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.3.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.3.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.3.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.3.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.4.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.4.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.4.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.4.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.4.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.4.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.4.7. 1794-IF4 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

Rockwell ....
(Signature) (Date)

WADE THAI ....
(Signature) (Date)

6. FUNCTION TEST

Schedule: After Preliminary Power-On Tests

6.1. CANTEEN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.1.1. PLC configuration & operation in chassis, slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Controller configured and operates correctly with no fault			

6.1.2. 1769-IQ16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Air Units to PLC correctly			

6.1.3. 1769-OB8 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON from PLC to Air Units correctly			

6.1.4. 1769-OB8 configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn OFF from PLC to Air Units correctly			

6.1.5. 1769-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register			
3	Analog Input can read the temperature transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC			

6.2. **EXHUAST FAN JUNCTION BOX**

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.2.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Battery Charger to PLC correctly			

6.2.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON from PLC to Exhaust FAN correctly			

6.2.3. 1794-OB16I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn OFF from PLC to Exhaust FAN correctly			

6.3. PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.3.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Air Unit Status to PLC correctly			

6.3.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.3.3. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.4. **PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX**

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.4.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Air Unit Status to PLC correctly			

6.4.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.4.3. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.4.4. 1794-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register			
3	Analog Input can read the temperature/Humidity transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC			

7. PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE

Customer: WADE THAI - KUMI
Project: Demand Response Pilot Project
System Description: Demand Response

RA Job Number: R5THS00107
The control software for Demand Response Pilot Project purchased from Rockwell Automation has been subjected to the tests defined herein and with the exception of the noted comments on the attached SAT Punch list report and correction, is accepted by WADE THAI as having passed the Factory Acceptance Test.

Rockwell Representative

.....	.....
(Name)	(Title)
.....	.....
(Signature)	(Date)

WADE THAI

.....	.....
(Name)	(Title)
.....	.....
(Signature)	(Date)

8. APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (KUMI)

PERFORMANCE SAT PUNCH LIST

Project : Demand Response Pilot Project **(KUMI)**
System : PLC & HMI

.NO	DATE	PROBLEM	INIT.	CORRECTION

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

SITE ACCEPTANCE TEST (TMC)

A1	01-10-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY	**WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY**		Rockwell Automation
	DEMAND RESPONSE PILOT Project		
	R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	**REVISION** A1	**STATUS** A

TABLE OF CONTENTS

1. **INTRODUCTION 3**

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES 3
1.2. SAT GUIDELINES 3
1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS 4

2. **REFERENCE 4**

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT 4

3. **POWER METER INSTALLATION AND FUNCTINO 5**

3.1. PM1000 at MDB1 5
3.2. PM1000 at MDB2 5
3.3. PM1000 at MDB3 5
3.4. PM1000 at MDB4 6
3.5. PM1000 at MDB5 6
3.6. PM1000 at EXHAUST FAN 6
3.7. PM1000 at Battery Charger 7
3.8. PM1000 at Air Fan Unit (Painting) 7

4. **JUNCTION BOX INSTALLATION 8**

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 8
4.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX 8
4.3. AIR UNIT JUNCTION BOX 8
4.4. MDB2 Remote I/O 8

5. **PRELIMINARY POWER-ON TESTS 9**

5.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 9
5.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX 10
5.3. AIR UNIT JUNCTION BOX 11

6. **FUNCTION TEST 13**

6.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 13
6.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX 14
6.3. AIR UNIT JUNCTION BOX 15
6.4. MDB2 Temp Remote I/O 16

7. **PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE 17**

8. **APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (TMC) 18**

1. INTRODUCTION

This document details the Factory Acceptance Testing of the automation Hardware for WADE THAI Demand Response Pilot Project, The PLC interface each power meter and HMI systems. Testing is expected to take place in the 'dry docks' with the actual hardware including all PLC hardware connected, where possible, to the actual plant equipment. The local HMI station will be set-up and communicating to the PLC's, and used to verify software functionality and operator interface functions.

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES

After the test and verification of each item that item shall be marked as completed. If any malfunction is detected, the test sequence shall be repeated. If the malfunction cannot be reproduced, the error shall be investigated after the completion of the SAT – with an entry to be made into SAT Software Configuration query file. If the error can be reproduced, the test will be continued and the error logged on the punch-list sheets. Where possible the fault will be corrected prior to being re-tested on the next day or prior to the completion of the SAT. If this not possible, a further entry shall be made into the SAT Configuration query file. Rockwell will rectify and re-test these detects after the SAT has been completed.
Appendix A contains a sample punch-list sheet and SAT Configuration query file documents.
Once the SAT has been successfully completed, the nominated customer and Rockwell representatives shall sign the SAT Completion Certificate. At this point the SAT shall be deemed to be complete and commissioning contingent upon any defects noted in the SAT Software Configuration query index being rectified.
For the purpose of this document, a defect is deemed to be limited to software functionality that does not comply with the functional specification documents and other working documents listed in section 2.

1.2. SAT GUIDELINES

The following information is provided for the clarification of SAT guidelines and party responsibilities:

- RA will ensure the site and all equipment is safe and ready to be used.
- RA will provide the necessary personnel to conduct the system testing.
- Rockwell will provide an engineer, who will assist the WADE THAI representative with monitoring the results, and any fault finding.

1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS

The following table lists terms and acronyms used throughout this manual. Whilst every attempt has been made to avoid jargon or specialized technical language, several items of terminology must be included for efficiency and meaning. The "Context" column entry (if required) shows the system aspect to which the acronym or meaning applies

Term or Acronym	Context	Meaning
Button	Human-Machine Interface	Icon on a graphic, which appears as a button with beveled edges. Clicking the (left-hand) mouse button whilst the mouse pointer floats over the button simulates a 'push' of the button.
Digital	Control systems	Any control action or indication which operates at one of only two states: on or off.
HMI	Human-Machine Interface	Human-Machine Interface
PADT	Control systems	Programming and Debugging Tool - RSLogix 5000 software used to program and debugs ControlLogix application.
RA-TH		Rockwell Automation Thailand
SCADA		Supervisory Control and Data Acquisition

2. REFERENCE

The following table lists the document and revision numbers to be referred to during SAT.

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT

Document No.	Rev.	Document Title
R5THS00107-DES-WIO-01-EN	A2	PLC I/O Assignment
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	A2	INSTRUMENT WIRING DIAGRAM

3. POWER METER INSTALLATION AND FUNCTION

3.1. PM1000 at MDB1

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.2. PM1000 at MDB2

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.3. PM1000 at MDB3

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.4. PM1000 at MDB4

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.5. PM1000 at MDB5

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.6. PM1000 at EXHAUST FAN

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.7. PM1000 at Battery Charger

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

3.8. PM1000 at Air Fan Unit (Painting)

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly			
2	Analog Input Parameter CT : PT :			
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct			
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway			

Rockwell **.....** **.....**
(Signature) (Date)

WADE THAI **.....** **.....**
(Signature) (Date)

4. JUNCTION BOX INSTALLATION

Schedule: After Wiring Continuity check

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

4.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

4.3. AIR UNIT JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			
3	VFD Ventilation			

4.4. MDB2 Remote I/O

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module fitted securely			
2	General condition clean and unblemished			

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) ..... (Date)

5. PRELIMINARY POWER-ON TESTS

Schedule: After Wiring Continuity check

5.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.1.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.1.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.1.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.1.4. PLC Communication Module chassis, Slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.5. 1769-PA4 Power Supply Module in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.6. Communication module in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.7. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.8. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.9. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.10. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.2.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.2.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.2.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.2.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.7. 1794-IF4I Analog Input Module in Remote slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.3. AIR UNIT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.3.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.3.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.3.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.3.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.3.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.3.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.3.7. PowerFlex 755 VFD

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

Rockwell **.....** **.....**
(Signature) (Date)

WADE THAI **.....** **.....**
(Signature) (Date)

6. FUNCTION TEST

Schedule: After Preliminary Power-On Tests

6.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.1.1. PLC configuration & operation in chassis, slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Controller configured and operates correctly with no fault			

6.1.2. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Exhaust fans to PLC correctly			

6.1.3. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON from PLC to Exhaust fans correctly			

6.1.4. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn OFF from PLC to Exhaust fans correctly			

6.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.2.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Battery Charger to PLC correctly			

6.2.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Battery Charger correctly			

6.2.3. 1794-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register			
3	Analog Input can read the temperature transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC			

6.3. AIR UNIT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.3.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Air Unit Status to PLC correctly			

6.3.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.3.3. POWERFLEX 1794-OB16 configuration & operation

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	VFD can be controlled Start/Stop from PLC			
2	VFD can very FCU motor speed 0-50 Hz or 0-100% from PLC			
3	PLC can read VFD Status from VFD			
4	FCU Motor can manually Turn on/off (by pass)			

6.4. MDB2 Temp Remote I/O

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.4.1. 1794-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register			
3	Analog Input can read the temperature/Humidity transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC			

Rockwell **.....** **.....**
(Signature) (Date)

WADE THAI **.....** **.....**
(Signature) (Date)

7. PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE

Customer: WADE THAI - TMC
Project: Demand Response Pilot Project
System Description: Demand Response

RA Job Number: R5THS00107
The control software for Demand Response Pilot Project purchased from Rockwell Automation has been subjected to the tests defined herein and with the exception of the noted comments on the attached SAT Punch list report and correction, is accepted by WADE THAI as having passed the Factory Acceptance Test.

Rockwell Representative

.....	.....
(Name)	(Title)
.....	.....
(Signature)	(Date)

WADE THAI

.....	.....
(Name)	(Title)
.....	.....
(Signature)	(Date)

8. APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (TMC)

PERFORMANCE SAT PUNCH LIST

Project : Demand Response Pilot Project **(TMC)**
System : PLC & HMI

.NO	DATE	PROBLEM	INIT.	CORRECTION

บทที่ 4
การติดตั้งและทดสอบระบบ Demand Response

สารบัญบทที่ 4

4-1 แนวทางในการดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบ Demand Response 4-1

4-1.1 แนวทางการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆ 4-1

4-1.2 แนวการดำเนินการทดสอบอุปกรณ์และระบบต่างๆ 4-1

4-2 รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบในโรงงาน KUMI 4-2

4-2.1 ภาพรวมการติดตั้งระบบ 4-2

4-2.1.1 ระบบตรวจวัด 4-7

4-2.1.2 ระบบสื่อสาร 4-15

2.1.3-4 ระบบประมวลผล 4-19

4-2.1.4 อุปกรณ์ควบคุม 4-21

4-2.2 รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบในโรงงาน TMC 4-26

4-2.2.1 ภาพรวมการติดตั้งระบบ 4-26

4-2.2.2 ระบบตรวจวัด 4-30

4-2.2.3 ระบบสื่อสาร 4-39

4-2.2.4 ระบบประมวลผล 4-43

4-2.2.5 อุปกรณ์ควบคุม 4-44

4-3 การเชื่อต่อระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิต 4-49

4-3.1 การเชื่อมต่อระหว่างโหลดทางไฟฟ้า (Electrical load) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC) 4-50

4-3.2 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน (Power meter) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC) 4-51

4-3.3 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุม (PLC) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer) 4-51

4-3.4 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน (Power meter) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer) 4-51

4-3.5 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer) และผู้ใช้ (End user) 4-51

ภาคผนวก 4ก: รายชื่อตัวอย่างการดำเนินงานอ้างอิงที่ผ่านมาของผู้ควบคุมการติดตั้งระบบ 4-54

ภาคผนวก 4ข: การทดสอบอุปกรณ์และระบบที่โรงงาน KUMI 4-56

ภาคผนวก 4ค: การทดสอบอุปกรณ์และระบบที่โรงงาน TMC 4-57

ภาคผนวก 4ง: รายงานการติดตั้งและทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย 4-58

บทที่ 4
การติดตั้งและทดสอบระบบ Demand Response

4-1 แนวทางในการดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบ Demand Response

4-1.1 แนวทางการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆ

สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และระบบทั้งหมดในโรงงานในโครงการสาธิตฯนั้น ได้ดำเนินการผ่าน บริษัท ร็อคเวล ออโตเมชั่น (Rockwell Automation: RA) จำกัด ซึ่งเป็นผู้จัดจำหน่ายระบบและอุปกรณ์การตอบสนองด้านโหลดสำหรับโครงการฯ ทั้งนี้ บริษัท RA เป็นผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมในสายอุตสาหกรรมต่างๆ (ดูรายชื่อตัวอย่างการดำเนินงานอ้างอิงที่ผ่านมาของผู้ควบคุมการติดตั้งระบบในภาคผนวก 7ข)

โดยการดำเนินการติดตั้งนั้น ที่ปรึกษาโครงการฯและ RA ได้ประสานงานกับทางโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ได้แก่ บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด (TMC) และ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (KUMI) ในเรื่องวันและเวลาที่ทางโรงงานอนุญาตทำการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆ ได้ ซึ่งโดยส่วนมากแล้วจะเน้นดำเนินการติดตั้งในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ที่ทางโรงงานไม่ได้เดินสายการผลิต ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อกำลังการผลิตหรือขัดขวางการดำเนินการผลิตของโรงงาน

ในตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆ นั้น ที่ปรึกษาโครงการฯ ได้ติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการและได้ประสานงานกับ บริษัท RA เป็นระยะ นอกจากนี้ได้มีการส่งผู้เชี่ยวชาญด้านระบบควบคุมอัตโนมัติเข้าตรวจสอบการติดตั้งและทดสอบระบบที่หน้างานเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากระบวนการติดตั้งและการทดสอบระบบทั้งหมดนั้นให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ และมีการดำเนินการถูกต้องตามมาตรฐานอุตสาหกรรมและหลักปฏิบัติทางวิศวกรรม

4-1.2 แนวการดำเนินการทดสอบอุปกรณ์และระบบต่างๆ

การทดสอบระบบ (Commissioning) เป็นกระบวนการตรวจสอบระบบที่ถูกติดตั้งเทียบกับการออกแบบและเปรียบเทียบการทำงานของระบบกับความต้องการใช้งาน ซึ่งกระบวนการในระหว่างติดตั้งและส่งมอบได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

- ตรวจสอบเอกสารผลิตภัณฑ์ (Equiment Documents) และเอกสารรายละเอียดทางเทคนิค (Technical Specification) จากผู้ผลิต รวมถึงคำแนะนำในการใช้งาน (Recommendations) ของผู้ผลิตก่อนการติดตั้ง

- ตรวจสอบเอกสารการติดตั้งอุปกรณ์และระบบจากผู้รับเหมา (Contractor)
- ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ติดตั้งหน้างานเทียบกับเอกสารผลิตภัณฑ์และเอกสารรายละเอียดทางเทคนิค
- ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งหน้างานพร้อมทำรายละเอียดการทดสอบ (Point tests)
- ทดสอบการทำงานของระบบตามการออกแบบและความต้องการใช้งานของระบบ

ทั้งนี้กระบวนการทดสอบที่หน้างานสามารถแบ่งออกได้เป็นสองระดับ ดังต่อไปนี้

- **การทดสอบรายอุปกรณ์ (Point test)** มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันว่าอุปกรณ์แต่ละตัวสามารถทำงานได้ตามหน้าที่และมีคุณสมบัติ ประสิทธิภาพการทำงานตามที่ถูกออกแบบไว้
- **การทดสอบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์** มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันว่าเมื่ออุปกรณ์ต่างๆได้ถูกนำมาต่อเชื่อมโยงเข้ากันเป็นระบบแล้วนั้น สามารถทำงานสอดประสานได้ตามวัตถุประสงค์ของระบบโดยรวม เช่น การตรวจสอบว่าอุปกรณ์สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆได้อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง เป็นต้น

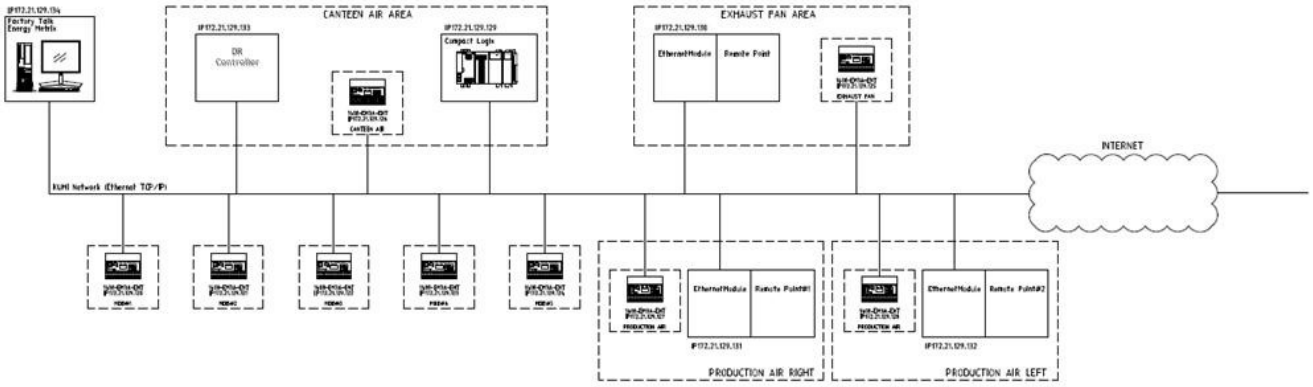
4-2 รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบในโรงงาน KUMI

4-2.1 ภาพรวมการติดตั้งระบบ

ระบบไฟฟ้าของโรงงาน KUMI

ระบบไฟฟ้าของโรงงาน KUMI ประกอบด้วยตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board: MDB) จำนวน 5 ตู้ ซึ่งทำหน้าที่กระจายไฟฟ้าไปยังโหลดต่างๆภายในโรงงานดังแสดงในรูปที่ 4-1 สำหรับโหลดที่ถูกคัดเลือกมาเข้าร่วมโครงการฯนั้นมีทั้งหมด 3 จุด ซึ่งประกอบไปด้วยระบบดังต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly Room Air Conditioning System: Assembly A/C)–ต่อเชื่อมโยงกับ MDB หมายเลข 1
- ระบบปรับอากาศในห้องอาหารพนักงาน (Canteen Air Conditioning System: Canteen A/C) – ต่อเชื่อมโยงกับ MDB หมายเลข 3
- ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) – ต่อเชื่อมโยงกับ MDB หมายเลข 4



รูปที่ 4-1 การติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆ ที่โรงงาน KUMI

การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติม

เพื่อให้สามารถรองรับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะต้องถูกติดตั้งเพิ่มเข้ามา บริษัท RA ได้ดำเนินการออกแบบ ผลิต และติดตั้งตู้ไฟฟ้า จำนวน 3 ตู้ในตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ห้องประกอบชิ้นงานฝั่งซ้าย (Assembly room - left)
- ห้องประกอบชิ้นงานฝั่งขวา(Assembly room – right)
- ห้องอาหารพนักงาน (Canteen)

อย่างไรก็ตาม สำหรับบริเวณระบบพัดลมระบายอากาศนั้น อุปกรณ์ใหม่ต่างๆสามารถติดตั้งเข้าไปได้ที่ตู้ไฟฟ้าเดิมของโรงงาน เนื่องจากตู้ไฟฟ้าดังกล่าวนั้นมีพื้นที่เหลือ ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องสร้างและติดตั้งตู้ไฟฟ้าใหม่ที่บริเวณดังกล่าว (ดังแสดงในรูปที่ 4-2 รูปที่ 4-3 รูปที่ 4-4 และรูปที่ 4-5)



รูปที่ 4-2 การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติมที่บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ฝั่งขวา



รูปที่ 4-3 การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติมที่บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ฝั่งซ้าย




รูปที่ 4-4 การติดตั้งตู้ไฟฟ้าใหม่ที่บริเวณห้องอาหารพนักงาน



รูปที่ 4-5 อุปกรณ์ต่างๆภายในตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณห้องอาหารพนักงาน

อุปกรณ์และระบบต่างๆซึ่งถูกติดตั้งที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด นั้น สามารถจำแนกออกตามหน้าที่การใช้งานได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจวัด ระบบสื่อสาร ระบบประมวลผล และอุปกรณ์ควบคุมดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 รายการการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆที่โรงงาน KUMI

อุปกรณ์ / รุ่น	ตำแหน่งติดตั้ง
1. <u>อุปกรณ์ตรวจวัด</u>	
มาตรวัดวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (Power meter) รุ่น PowerMonitor 1000 จำนวน 9 ตัว	- ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก หมายเลข 1 (MDB-1) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก หมายเลข 2 (MDB-2) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก หมายเลข 3 (MDB-3) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก หมายเลข 4 (MDB-4) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก หมายเลข 5 (MDB-5) - ตู้ไฟฟ้า (Enclosure) เดิมบริเวณพัดลมระบายอากาศ (Exhaust fan) - ตู้ไฟฟ้าเดิมบริเวณห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room) ฝั่งซ้าย - ตู้ไฟฟ้าเดิมบริเวณห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room) ฝั่งขวา - ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องอาหารพนักงาน (Canteen)
อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ จำนวน 3 ตัว	- ด้านนอกอาคาร - ห้องอาหารพนักงาน (Canteen) - ห้องผลิต (Production)
2. <u>ระบบสื่อสาร</u>	
ระบบเครือข่ายเฉพาะที่ (Local area network)	- ต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายเฉพาะที่เดิมของโรงงาน

อุปกรณ์ / รุ่น	ตำแหน่งติดตั้ง
ระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)	- ผนังห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room) ฝั่งด้านหน้าโรงงาน - ผนังห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room) ฝั่งด้านท้ายโรงงาน
3. <u>ระบบประมวลผล</u>	
เครื่องคอมพิวเตอร์เซิฟเวอร์	- สำนักงานการผลิต (Production office)
4. <u>อุปกรณ์ควบคุม</u>	
อุปกรณ์ Demand Response Controller	- ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องอาหารพนักงาน (Canteen)
อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล (Remote I/O)	- ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ด้านขวา - ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ด้านซ้าย - ตู้ไฟฟ้าเดิมบริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ

4-2.1.1 ระบบตรวจวัด

สำหรับระบบตรวจวัดที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) ประกอบไปด้วย Power meter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature sensor)

<u>การติดตั้ง Power Meter</u>

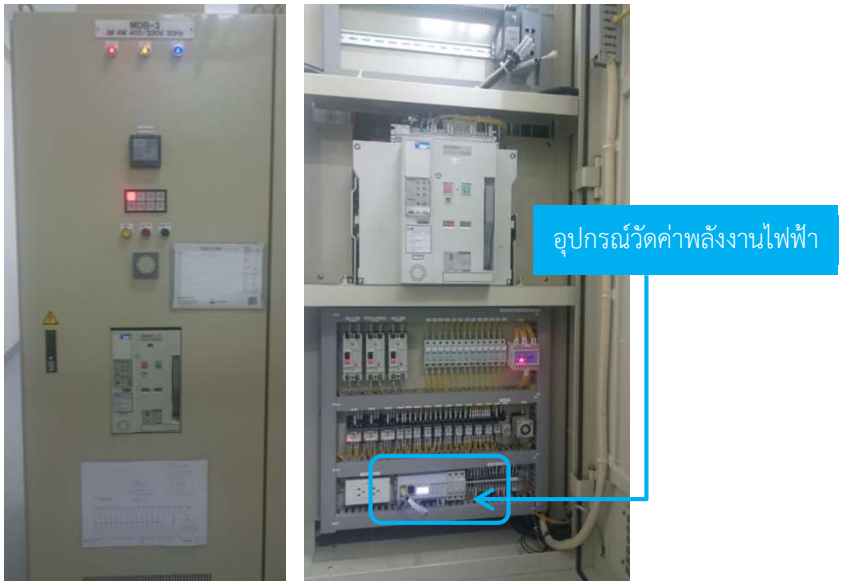
Power meter ทั้งหมด 8 ตัวได้ถูกติดตั้งที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด โดย Power meter จำนวน 5 ตัว ได้ถูกติดตั้งที่ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลักทั้ง 5 ตู้ (MDB-1 ถึง MDB-5) เพื่อตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าและตัวแปรสำคัญที่โหลดส่วนต่างๆของโรงงานนอกจากนี้ Power meter อีก 3 ตัวได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าที่บริเวณโหลดที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 3 จุดดังแสดงในรูปที่ 4-6 จนถึงรูปที่ 4-14



รูปที่ 4-6 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 1



รูปที่ 4-7 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 2



รูปที่ 4-8 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 3



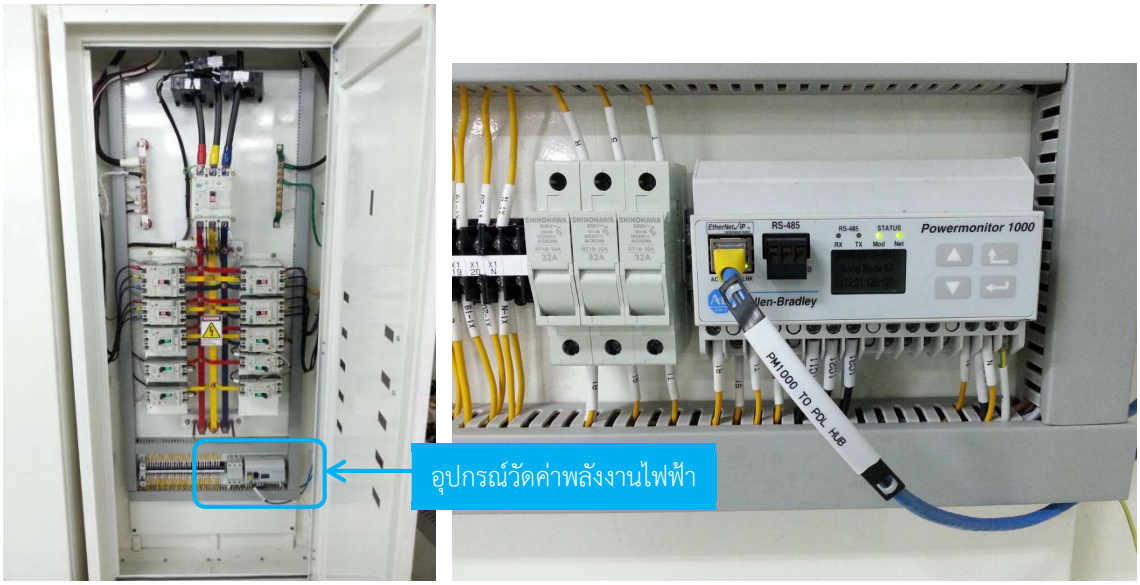
รูปที่ 4-9 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 4



รูปที่ 4-10 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 5



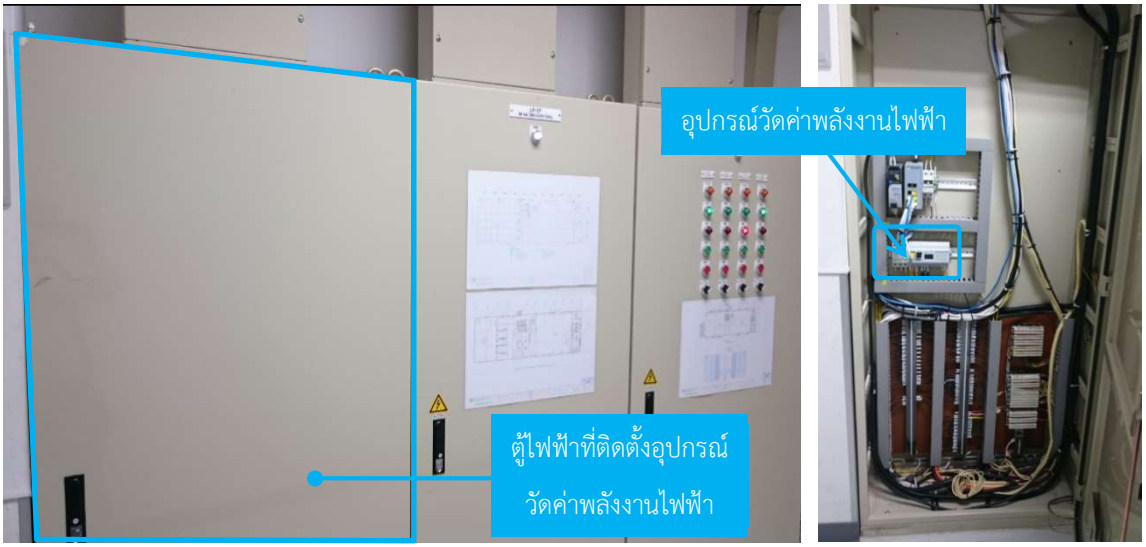
รูปที่ 4-11 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าเดิมของโรงงาน บริเวณห้องประกอบชิ้นงานฝั่งซ้าย



รูปที่ 4-12 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าเดิมของโรงงาน บริเวณห้องประกอบชิ้นงานฝั่งขวา



รูปที่ 4-13 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าเดิมของโรงงาน บริเวณพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 4-14 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณห้องอาหารพนักงาน

<u>การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า</u>

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้มีตรวจสอบการติดตั้ง การทดสอบการติดต่อสื่อสารระหว่างมาตรวัดกับหม้อแปลงกระแส (Current Transformer) การสื่อสารระหว่างมาตรวัดกับระบบอื่นๆ การแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอ การตั้งเวลาของมาตรวัดทุกตัวให้เท่ากัน โดยอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า Power Monitor 1000 ได้ผ่านเกณฑ์การตรวจวัดตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ (ดำเนินการตรวจสอบตามเกณฑ์โดยผู้ผลิตอุปกรณ์)

- ANSI C12.20 -2010 Class 1 Clause 5.5.4 American National Standard for Electricity Meters – Accuracy and Performance
- EN 62053-21 -2003 Class 1 Accuracy Electricity Metering Equipment (AC) – Static Meters for Active Energy

(อ้างอิงตาม: PROCUREMENT SPECIFICATION Energy Monitor PowerMonitor 1000[1])

[1] http://www.rockwellautomation.com/resources/downloads/rockwellautomation/doc/industries/procurement/1408-SR001A-EN-P.doc

สำหรับรายการการทดสอบโดยละเอียดพร้อมทั้งผลการทดสอบแต่ละรายการนั้น สามารถดูได้จากภาคผนวก

<u>การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ</u>

อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิจำนวน 3 ตัว ได้ถูกติดตั้งที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด โดยอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ 2 ตัวได้ถูกติดตั้งภายในตัวอาคาร และอีกหนึ่งตัวติดตั้งที่บริเวณด้านนอกอาคาร

สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ถูกติดตั้งภายในตัวอาคาร หลักการสำคัญในการเลือกจุดติดตั้งคือต้องให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถวัดอุณหภูมิซึ่งเป็นค่าตัวแทนสำหรับบริเวณดังกล่าวโดยรวมได้ ที่ปรึกษาฯ จึงพยายามเน้นเลือกจุดติดตั้งอุปกรณ์ให้ใกล้กับจุดกึ่งกลางของบริเวณนั้นๆให้มากที่สุด ดังนั้น อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหูมิตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งบนเพดานที่บริเวณกึ่งกลางห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly room) ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิอีกตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งบนเพดานที่บริเวณกึ่งกลางห้องอาหารพนักงาน (Canteen) ดังแสดงในรูปที่ 4-15 และรูปที่ 4-16



รูปที่ 4-15 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ห้องประกอบชิ้นงาน



รูปที่ 4-16 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่บริเวณห้องอาหารพนักงาน

สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่อยู่บริเวณด้านนอกอาคารนั้น หลักการเลือกจุดติดตั้งที่สำคัญคือมาตรวัดจะต้องสามารถวัดค่าที่เป็นตัวแทนของอุณหภูมิภายนอกอาคารได้ ดังนั้นจึงหลีกเลี่ยงการติดตั้งอุปกรณ์ในบริเวณที่โดนแดดโดยตรง เพื่อไม่ให้อ่านค่าอุณหภูมิได้สูงเกินความเป็นจริง นอกจากนี้ทิศทางการติดตั้งอุปกรณ์ต้องเป็นไปอย่างถูกต้องเพื่อไม่ให้น้ำเข้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-17



รูปที่ 4-17 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่บริเวณด้านนอกอาคาร

<u>การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ</u>

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิเรียบร้อยแล้วนั้น ได้มีการทดสอบตัวอุปกรณ์ว่ามีการติดตั้งอย่างเรียบร้อยตามหลักปฏิบัติหรือไม่ เช่น ทิศทางของแท่งวัด ตำแหน่งติดตั้ง หลังจากนั้นมีการทดสอบว่าการส่งข้อมูลไปยังระบบ PLC เป็นไปอย่างเรียบร้อยหรือไม่ และทดสอบว่าค่าอุณหภูมิที่อ่านได้นั้นใกล้เคียงกับอุณหภูมิ ณ ขณะนั้นหรือไม่

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิผ่านเกณฑ์การตรวจวัดอุณหภูมิที่ ±0.3°C และมาตรฐาน Stability ตามมาตรฐาน AEC-Q100 Rev G. (อ้างอิงตาม HM Series[2] และ Sensirion technical specifications[3])

4-2.1.2 ระบบสื่อสาร

ระบบสื่อสารที่ติดตั้งเพิ่มเติมที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด นั้นประกอบไปด้วย ระบบเครือข่ายเฉพาะที่ และระบบสื่อสารแบบไร้สาย

[2] http://www.pm.co.th/index.php?lay=show&ac=cat_show_pro_detail&pid=260320

[3] http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT1x_Datasheet_V5.pdf.

การติดตั้งระบบเครือข่ายเฉพาะที่

สำหรับระบบเครือข่ายเฉพาะที่นั้นไม่ได้มีการติดตั้งระบบใหม่ขึ้นมาทั้งระบบแต่ใช้วิธีการต่อพ่วงอุปกรณ์เข้ากับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ของทางโรงงานซึ่งได้รับการติดตั้งอยู่ก่อนหน้านี้แล้วโดยอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติมภายใต้โครงการฯ คือ Ethernet switch โดยรูปการติดตั้งแสดงในรูปที่ 4-18 และรูปที่ 4-19



รูปที่ 4-18 ตู้รวมสาย LAN ของโรงงาน



รูปที่ 4-19 Hub Switch ที่ได้ถูกติดตั้งเพิ่มเติม

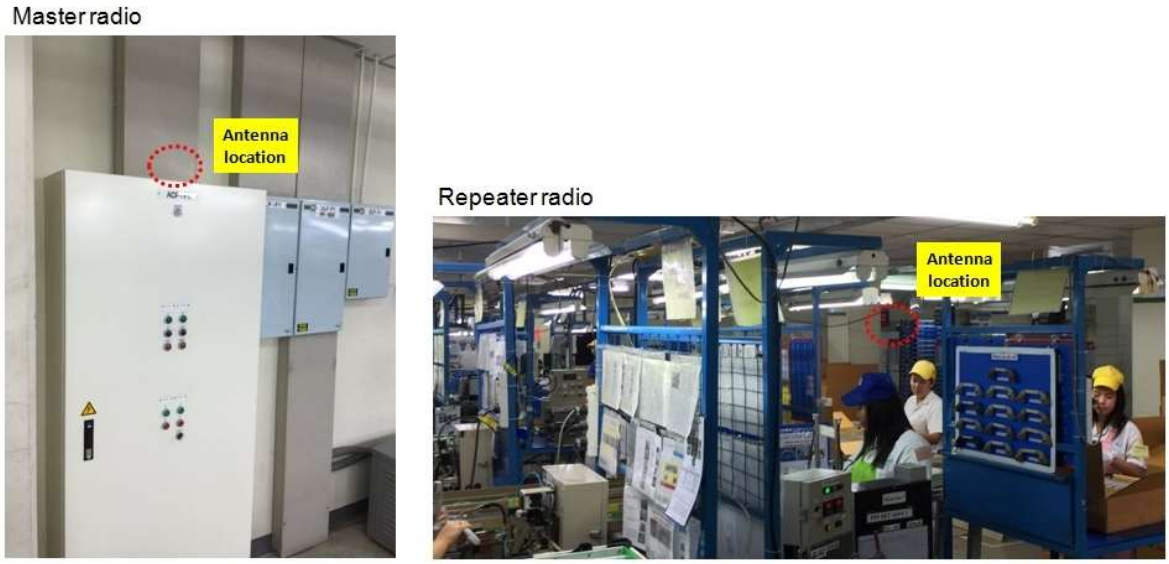
<u>การทดสอบระบบเครือข่ายเฉพาะที่</u>

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ Ethernet switch เป็นที่เรียบร้อยแล้ว การสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายเฉพาะที่ ได้ถูกดำเนินการโดยเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบรายอุปกรณ์ โดยมีหลักการว่าหากอุปกรณ์ต่างๆได้รับข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ตัวอื่น และการสั่งงานไปยังอุปกรณ์หรือระบบอื่นๆ ผ่านทางระบบเครือข่ายเฉพาะที่เป็นไปอย่างเรียบร้อยและไม่ติดขัด จะถือว่าระบบเครือข่ายเฉพาะจุดสามารถทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นตอนการทดสอบระบบเครือข่ายเฉพาะที่มีวิธีการทดสอบการเชื่อมต่อโดยการป้อนคำสั่ง Ping จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง IP Address ของ Power Monitor 100, Remote I/O และหรือ PLC ที่อยู่ในระบบเครือข่ายเฉพาะที่ โดยคำสั่ง Ping นั้นจะทำการทดสอบเป็นเวลา 5 นาทีเพื่อตรวจสอบ Time out package ของระบบสื่อสาร โดยเกณฑ์การตรวจสอบคือต้องมี Time out package น้อยกว่า 2 packages per minute

<u>การติดตั้งระบบสื่อสารแบบไร้สาย</u>

สำหรับการสื่อสารแบบไร้สายที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด นั้นจะมีการติดระบบใหม่เพิ่มเติมเข้าไปโดยไม่ได้เข้าไปเชื่อมต่อโดยตรงกับระบบการสื่อสารไร้สายเดิมของโรงงาน ทั้งนี้ ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทาง หรือ เราเตอร์ (Router) จำนวน 2 ตัว โดยตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ผนังห้องประกอบชิ้นงานฝั่งด้านหน้าโรงงาน และอีกตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ผนังห้องประกอบชิ้นงานฝั่งด้านท้ายโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 4-20 ถึงรูปที่ 4-22



รูปที่ 4-20 การติดตั้ง Router



รูปที่ 4-21 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทางของระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่ผนังห้องประกอบชิ้นงานฝั่งด้านหน้าโรงงาน



รูปที่ 4-22 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทางของระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่ผนังห้องประกอบชิ้นงานฝั่งด้านท้ายโรงงาน

<u>การทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย</u>

ระบบสื่อสารแบบไร้สายได้ถูกทดสอบโดยผู้จัดจำหน่ายระบบ โดยมีดำเนินการตามขั้นตอนมาตรฐานเช่น ตรวจสอบความแรงของสัญญาณ (Signal strength) และตรวจสอบความเร็วในการส่งข้อมูล เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4-23 ซึ่งผลจากการทดสอบพบว่ามีค่าความแรงของสัญญาณเท่ากับ: 49dBM, 40S/N รายละเอียดอื่นๆ เกี่ยวกับการทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สายตามภาคผนวก



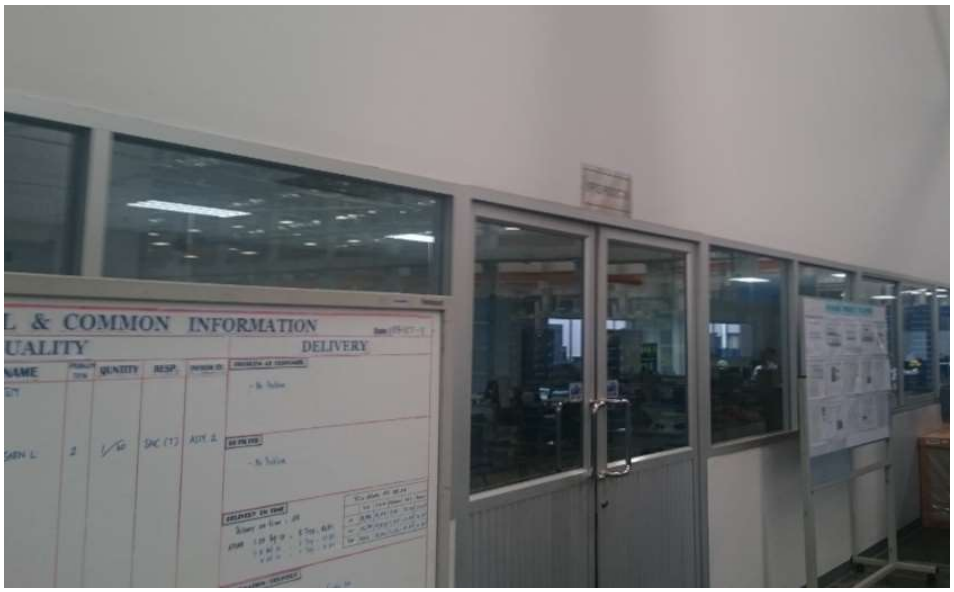
รูปที่ 4-23 การทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย

4-2.1.3 ระบบประมวลผล

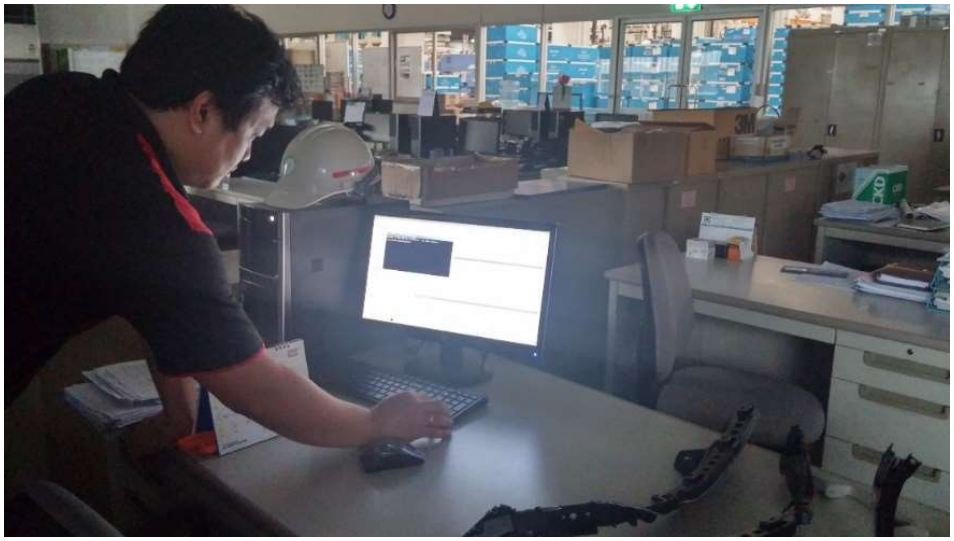
<u>การติดตั้งคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์และซอฟแวร์</u>

เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ได้ถูกติดตั้งที่บริเวณสำนักงานกระบวนการผลิต (Production Office) เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องของโรงงานสามารถติดตามข้อมูลด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงงานได้ รวมถึงเป็นที่สั่งการ ตั้งค่าตัวแปรต่างๆของระบบการตอบสนองด้านโหลด

โดยซอฟแวร์ที่ได้ถูกติดตั้งลงไปบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์นั้นคือ FactoryTalk EnergyMetrix และซอฟแวร์สำหรับ Demand Response Controller ดังแสดงในรูปที่ 4-24 และรูปที่ 4-25



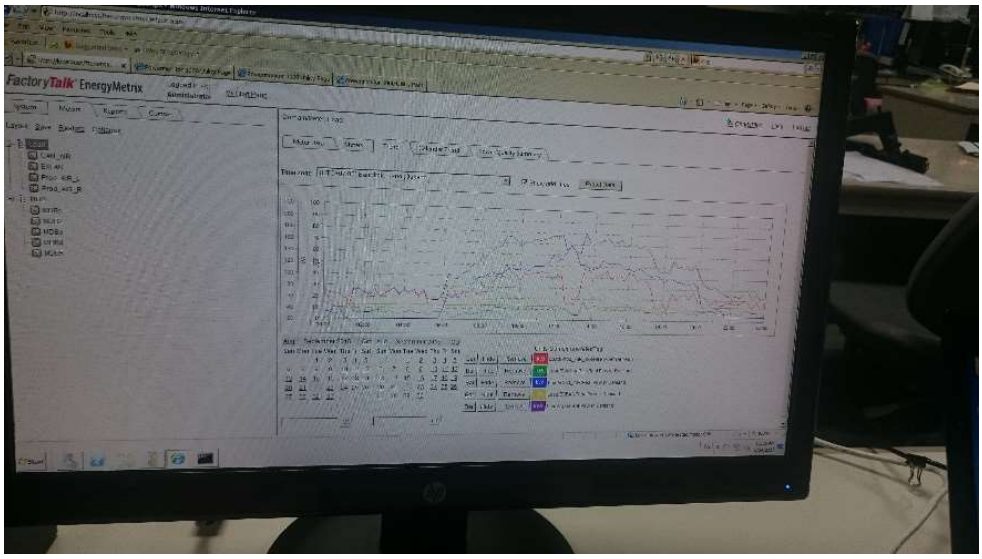
รูปที่ 4-24 สำนักงานกระบวนการผลิต



รูปที่ 4-25 การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟแวร์ที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด

<u>การทดสอบคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์และซอฟแวร์</u>

ภายหลังติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟแวร์เสร็จสิ้น ได้มีการทดลองระบบ โดยมีการเทียบข้อมูลทางเทคนิคระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งกับข้อมูลเทคนิคตามเอกสารเสนอราคา โดยรายละเอียดของเครื่องคอมพิวเตอร์มีดังต่อไปนี้ Processor: Intel Core i5-4460, CPU: 3.20 GHz, Ram: 4 GB, HDD: 1 TB, OS: Window 8 64-bit Operating System นอกจากนี้มีการทดสอบรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-26



รูปที่ 4-26 ระบบซอร์ฟแวร์ FactoryTalk EnergyMetrix ที่แสดงค่าตัวแปรที่วัดจากอุปกรณ์ต่างๆ

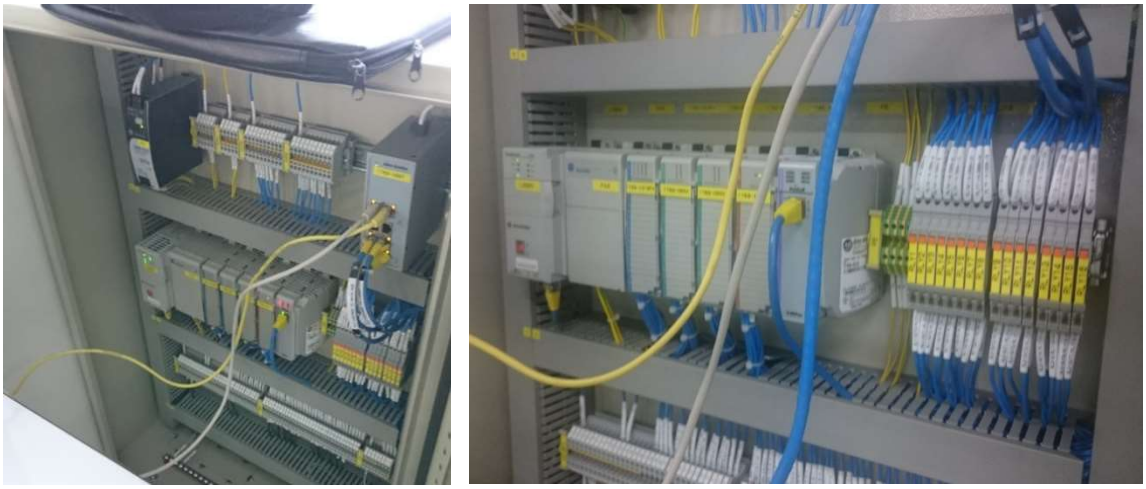
เนื่องจากซอฟแวร์ FactoryTalk EnergyMetrix และ Demand Response Controller นั้น ได้ผ่านการทดสอบโปรแกรม และชุดคำสั่งโดยละเอียดจากผู้ผลิตไปเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องทดสอบการทำงานของซอฟแวร์ในส่วนของชุดคำสั่งโดยละเอียดที่หน้างานอีก

4-2.1.4 อุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์ควบคุมที่ติดตั้ง ณ โรงงาน KUMI ประกอบด้วย ชุดอุปกรณ์ PLC อุปกรณ์ Demand Response Controller และอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล ดังแสดงในรูปที่ 4-27 ถึงรูปที่ 4-30

การติดตั้งชุดอุปกรณ์ Programmable Logic Controller

ชุดอุปกรณ์ PLC นั้นได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องอาหารพนักงาน ซึ่งชุดอุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วยอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ส่วนควบคุมสั่งการ (Controller) และอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (I/O)



รูปที่ 4-27 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ PLC ที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณห้องอาหารพนักงาน

ทั้งนี้ ชุดอุปกรณ์ PLC ซึ่งถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องอาหารพนักงานนั้นจะเชื่อมต่อกับโหลดที่ตำแหน่งอื่นผ่านทางอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลระยะไกลที่ติดตั้งอยู่ที่โหลดแต่ละตัว

การทดสอบชุดอุปกรณ์ Programmable Logic Controller

การทดสอบชุดอุปกรณ์ PLC นั้นเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบรายอุปกรณ์ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก)

การติดตั้งอุปกรณ์ Demand Response Controller

ระบบ Demand Response Controller ได้ถูกติดตั้งไว้ในตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณห้องอาหารพนักงาน

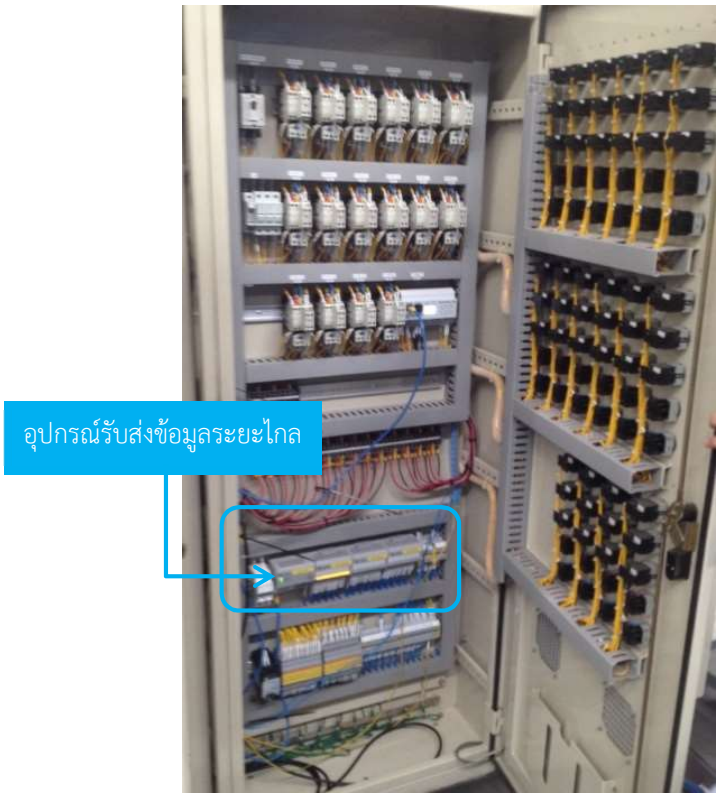
การทดสอบอุปกรณ์ Demand Response Controller

ระบบ Demand Response Controller นั้นมีโปรแกรมและตรรกกะการตัดสินใจสำเร็จรูปติดตั้งอยู่ ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมและตรรกกะต่างๆนั้นได้ถูกดำเนินการไปแล้วโดยผู้ผลิต และได้ถูกครอบคลุมไว้ในเงื่อนไขการรับประกันภายใต้สัญญาจัดจำหน่ายระบบ ทั้งนี้โปรแกรมและระบบตรรกกะนั้นไม่สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ใช้งาน

ทั่วไป อย่างไรก็ตามจะมีการวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลที่ได้ต่อไปในขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบ ดังนั้นจึงไม่มีการทดสอบเพิ่มเติมที่หน้างานนอกเหนือจากความเรียบร้อยในการติดตั้งระบบโดยรวม

<u>การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล</u>

อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกลจำนวน 3ตัว ได้ถูกติดตั้งที่ บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด โดยตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ฝั่งขวา ตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ฝั่งซ้าย และอีกตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าเดิมบริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 4-28 การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล ที่ตู้ไฟฟ้าเดิม บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 4-29 การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล ที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ฝั่งซ้าย



รูปที่ 4-30 การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล ที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณห้องประกอบชิ้นงาน ฝั่งขวา

<u>การทดสอบอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล</u>

การทดสอบอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกลนั้นมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบขนาดพิกัดกระแสและแรงดันของ Input และ Output ของหน่วยควบคุมเทียบกับสัญญาณควบคุมของอุปกรณ์หรือโหลดของระบบไฟฟ้า
- ตรวจสอบทำงานของหน่วยควบคุมระยะไกลเทียบกับการสั่งงานจาก PLC
- ตรวจสอบทำงานของหน่วยควบคุมระยะไกลเทียบกับการสั่งงานผ่านโปรแกรมสั่งงานที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

  สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จากภาคผนวก 4ข

4-2.2 รายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบในโรงงาน TMC

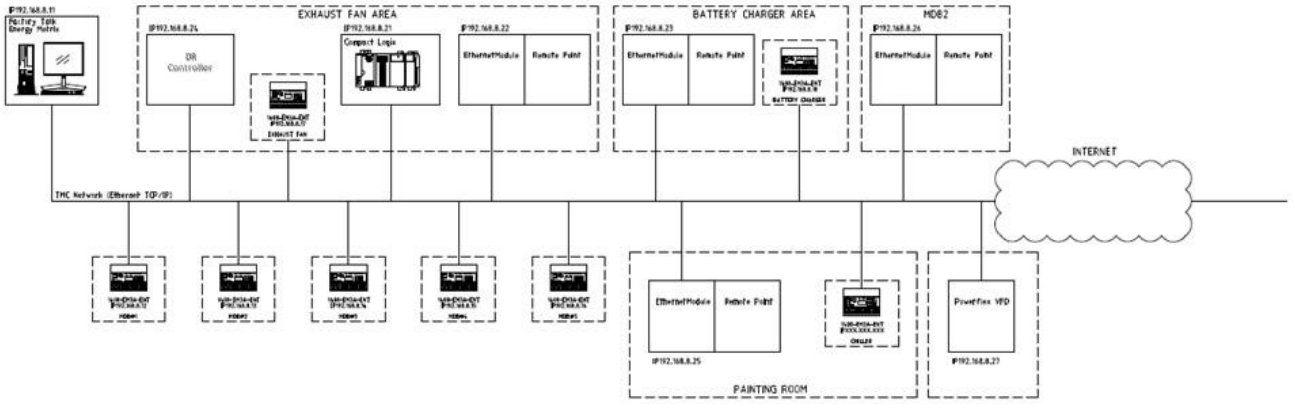
4-2.2.1 ภาพรวมการติดตั้งระบบ

<u>ระบบไฟฟ้าของโรงงาน TMC</u>

ระบบไฟฟ้าของโรงงาน TMC ประกอบด้วยตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board: MDB) ทั้งหมด 5 ตู้ ซึ่งทำหน้าที่กระจายไฟฟ้าให้ระบบต่างๆในโรงงาน โดยมีโหลดที่ถูกคัดเลือกมาเข้าร่วมโครงการทั้งหมด 3 จุด ดังต่อไปนี้

- ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot air conditioning) สำหรับห้องพ่นสี (Painting room)– ซึ่งต่อเชื่อมโยงกับ MDB หมายเลข 1
- ระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust fan) – ต่อเชื่อมโยงกับ MDB หมายเลข 2
- ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery charger) – ต่อเชื่อมโยงกับ MDB หมายเลข 3

การติดตั้งอุปกรณ์และการเชื่อมต่อระบบสื่อสารแสดงดังรูปที่ 4-31



รูปที่ 4-31 การติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆที่โรงงาน TMC

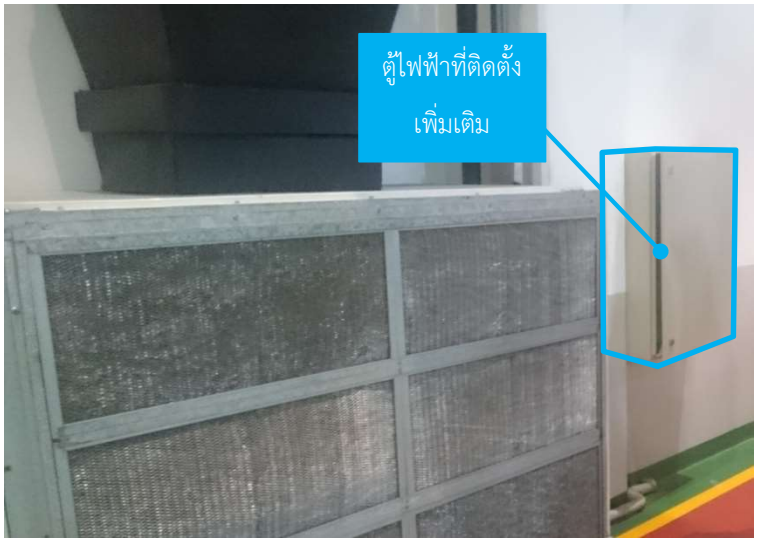
<u>การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติม</u>

เพื่อให้สามารถรองรับอุปกรณ์ใหม่ที่ต้องติดตั้งเพิ่มเติม จึงได้มีการสร้างและติดตั้งตู้ไฟฟ้า(Enclosure) เพิ่มเติมที่โรงงาน TMC จำนวน 3 ตู้ได้แก่

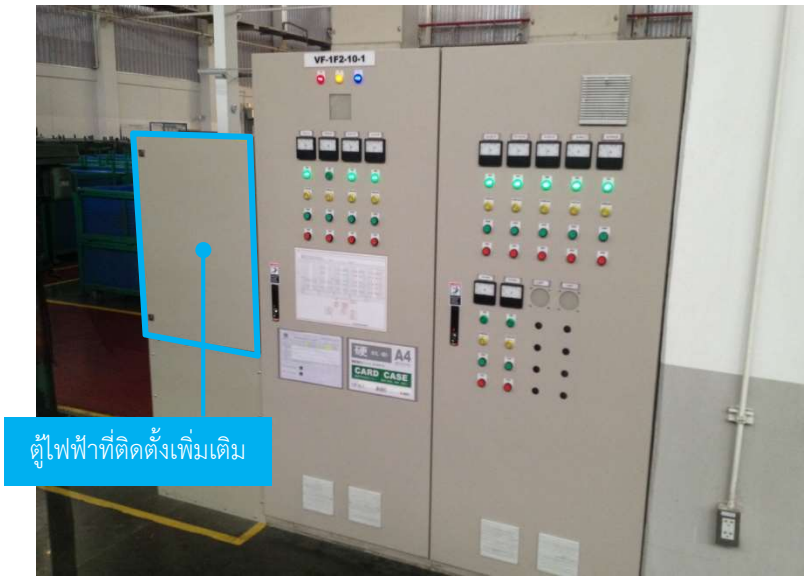
- ตู้ไฟฟ้าที่บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด
- ตู้ไฟฟ้าที่บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ

- ตู้ไฟฟ้าที่บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่

ซึ่ง บริษัท RA เป็นผู้ออกแบบการติดตั้งตู้ไฟฟ้าที่กล่าวมาข้างต้น ตั้งแต่รูปที่ 4-32 จนถึงรูปที่ 4-34 แสดงผลงานติดตั้งในโรงงาน TMC



รูปที่ 4-32 การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติมที่บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด



รูปที่ 4-33 การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติมที่บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 4-34 การติดตั้งตู้ไฟฟ้าเพิ่มเติมที่บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่

อุปกรณ์และระบบต่างๆซึ่งถูกติดตั้งที่โรงงาน TMC นั้น สามารถจำแนกออกตามหน้าที่การใช้งานได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจวัด ระบบสื่อสาร ระบบประมวลผล และอุปกรณ์ควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 รายการการติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่างๆ ที่โรงงาน TMC

อุปกรณ์ / รุ่น	ตำแหน่งติดตั้ง
1. <u>อุปกรณ์ตรวจวัด</u>	
Power meter รุ่น PowerMonitor 1000 จำนวน 8 ตัว	- ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลักหมายเลข 1 (MDB-1) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลักหมายเลข 2 (MDB-2) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลักหมายเลข 3 (MDB-3) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลักหมายเลข 4 (MDB-4) - ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลักหมายเลข 5 (MDB-5) - ตู้ไฟฟ้า (Enclosure) บริเวณพัดลมระบายอากาศ (Exhaust fan) - ตู้ไฟฟ้าบริเวณเครื่องปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot air conditioning system) - ตู้ไฟฟ้าบริเวณที่ชาร์จแบตเตอรี่ (Battery charger)
อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ จำนวน 2 ตัว	- ด้านนอกอาคาร - ห้องพ่นสี (Painting room)
2. <u>ระบบสื่อสาร</u>	
ระบบเครือข่ายเฉพาะที่ (Local area network)	- ต่อเชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายเฉพาะที่เดิมของโรงงาน
ระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)	- เหนือตู้ไฟฟ้าบริเวณพัดลมระบายอากาศ - บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่
3. <u>ระบบประมวลผล</u>	
เครื่องคอมพิวเตอร์เซิฟเวอร์ พร้อมซอฟแวร์ FactorTalk EnergyMetrix	- ห้องฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance office)
4. <u>อุปกรณ์ควบคุม</u>	

อุปกรณ์ / รุ่น	ตำแหน่งติดตั้ง
อุปกรณ์ DR Controller	- ห้องฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance office)
ชุดอุปกรณ์ Programmable Logic Controller	- ตู้ไฟฟ้าใหม่ที่บริเวณพัดลมระบายอากาศ
อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล (Remote I/O)	- ตู้ไฟฟ้าใหม่ที่บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่ - ตู้ไฟฟ้าใหม่ที่บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด
อุปกรณ์ Variable Speed Drive	- ตู้ไฟฟ้าใหม่ที่บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด

4-2.2.2 ระบบตรวจวัด

ระบบตรวจวัด ที่ได้ทำการติดตั้งที่ บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด นั้นประกอบด้วย Power meter และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Temperature sensor)

<u>การติดตั้ง Power meter</u>

Power meter รุ่น PowerMonitor 1000 ทั้งหมด 8 ตัวได้ถูกติดตั้งที่ บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด โดย Power meter จำนวน 5 ตัวได้ถูกติดตั้งที่ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก ทั้ง 5 ตู้ (MDB-1 ถึง MDB-5) เพื่อวัดค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าตัวแปรสำคัญต่างๆ ในแต่ละส่วนของโรงงานส่วน Power meter อีก 3 ตัวจะถูกติดตั้งที่บริเวณโหลดทั้ง 3 จุดซึ่งได้ถูกคัดเลือกมาเข้าร่วมโครงการฯ โดย Power meter ที่บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่นั้นได้ถูกติดตั้งไว้ในตู้ไฟฟ้าใหม่ ส่วน Power meter ที่บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศและระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุดได้ถูกติดตั้งไว้ในตู้ไฟฟ้าเดิมของโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 4-35 จนถึงรูปที่ 4-42



รูปที่ 4-35 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 1



รูปที่ 4-36 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 2



รูปที่ 4-37 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 3



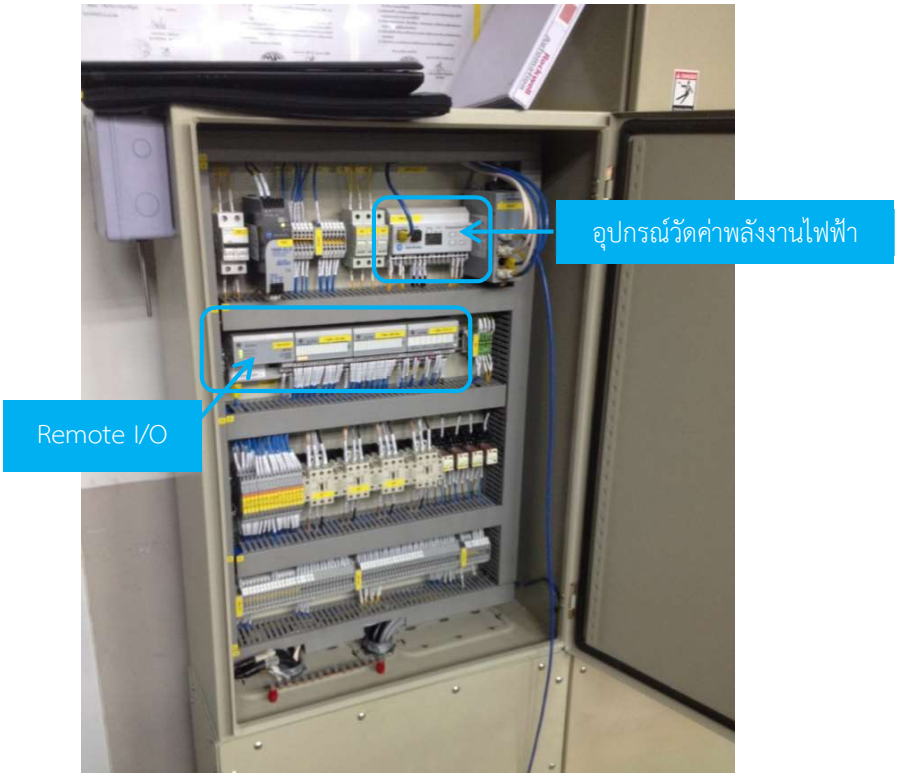
รูปที่ 4-38 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 4



รูปที่ 4-39 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ MDB 5



รูปที่ 4-40 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าเดิม บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด



รูปที่ 4-41 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 4-42 การติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตู้ไฟฟ้าเดิม บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ

<u>การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า</u>

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้มีตรวจสอบการติดตั้ง การทดสอบการติดต่อสื่อสารระหว่างมาตรวัดกับหม้อแปลงกระแส (Current Transformer) การสื่อสารระหว่างมาตรวัดกับระบบอื่นๆ การแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอ การตั้งเวลาของมาตรวัดทุกตัวให้เท่ากัน โดยอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า Power Monitor 1000 ได้ผ่านเกณฑ์การตรวจวัดตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ (ดำเนินการตรวจสอบตามเกณฑ์โดยผู้ผลิตอุปกรณ์)

- ANSI C12.20 -2010 Class 1 Clause 5.5.4 American National Standard for Electricity Meters – Accuracy and Performance
- EN 62053-21 -2003 Class 1 Accuracy Electricity Metering Equipment (AC) – Static Meters for Active Energy

(อ้างอิงตาม: PROCUREMENT SPECIFICATION Energy Monitor PowerMonitor 1000[4])

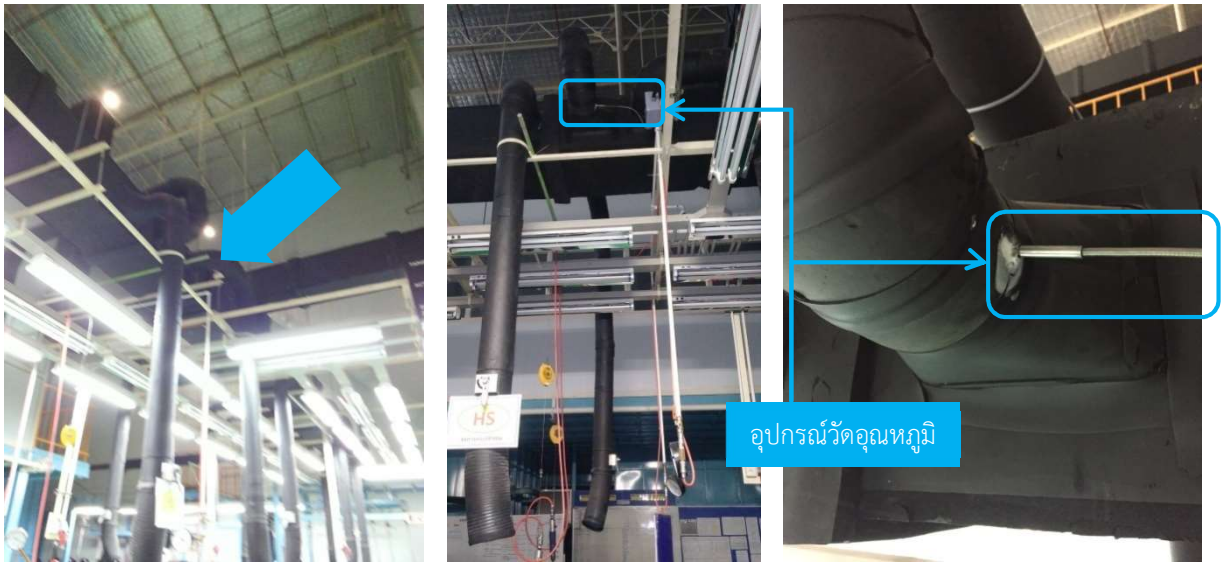
สำหรับรายการการทดสอบโดยละเอียดพร้อมทั้งผลการทดสอบแต่ละรายการนั้น สามารถดูได้จากภาคผนวก 4ค

<u>การติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ</u>

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิจำนวน 2 ตัวได้ถูกติดตั้งที่ บริษัท ไทย มารูจูน จำกัดโดยหนึ่งตัวติดตั้งที่บริเวณด้านนอกอาคารโรงงาน ส่วนอีกตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ด้านในอาคาร

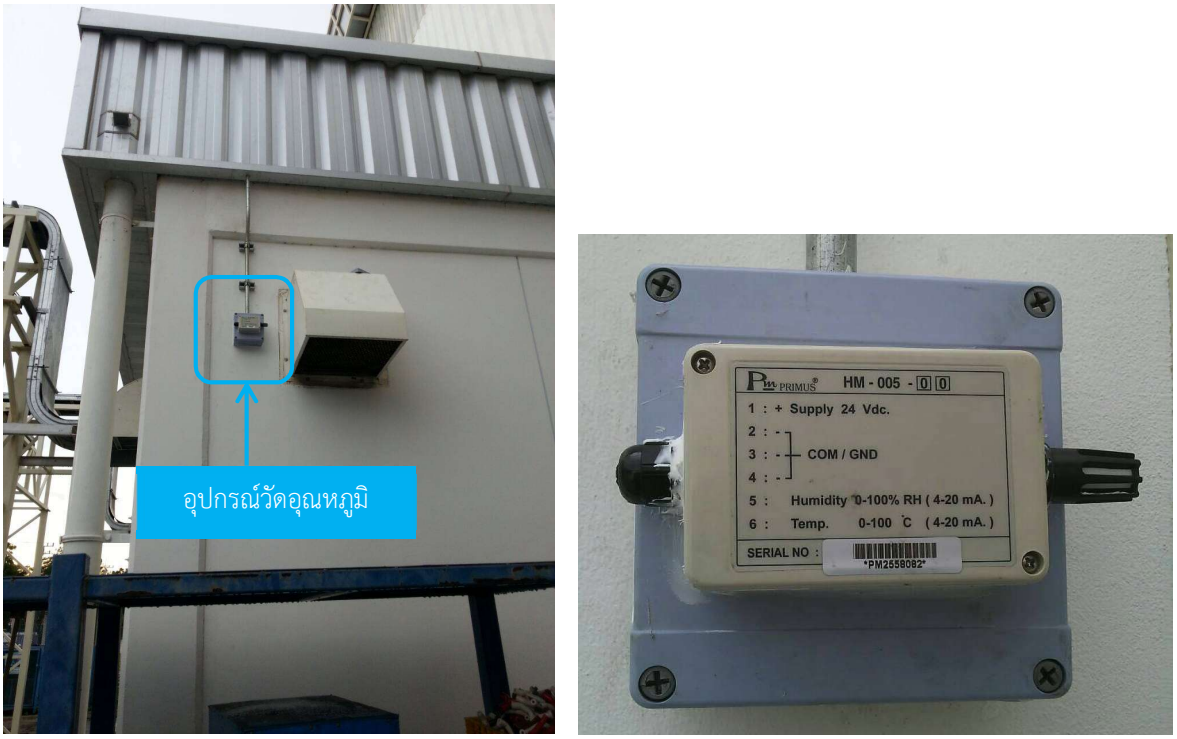
สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่ถูกติดตั้งภายในตัวอาคาร หลักการเลือกจุดติดตั้งคือให้สามารถวัดอุณหภูมิในจุดที่สามารถเป็นค่าตัวแทนสำหรับบริเวณดังกล่าวได้ ที่ปรึกษาฯจึงพยายามเลือกจุดติดตั้งให้อยู่บริเวณใกล้กับจุดกึ่งกลางของบริเวณนั้นๆให้มากที่สุด ดังนั้นจึงได้กำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหูมิตัวหนึ่งถูกติดตั้งบนเพดาน ณ บริเวณกึ่งกลางห้องพ่นสี (Painting room) ซึ่งติดตั้งโดยการยื่นอุปกรณ์วัดอุณหุภูมิเข้าไปตรงกลางท่อลมของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด ดังแสดงในรูปที่ 4-43

[4] http://www.rockwellautomation.com/resources/downloads/rockwellautomation/doc/industries/procurement/1408-SR001A-EN-P.doc



รูปที่ 4-43 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิภายในอาคาร บริเวณห้องพ่นสี

สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่อยู่บริเวณด้านนอกอาคารนั้น หลักการเลือกจุดติดตั้งคือให้สามารถวัดค่าที่เป็นตัวแทนของอุณหภูมิด้านนอกได้ ดังนั้นในการเลือกจุดติดตั้งจึงหลีกเลี่ยงบริเวณที่โดนแดด นอกจากนี้การติดตั้งอุปกรณ์ต้องให้มีทิศทางที่ถูกต้องเพื่อไม่ให้น้ำเข้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-44



รูปที่ 4-44 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิภายนอกอาคาร

<u>การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ</u>

ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิเรียบร้อยแล้วนั้น ได้มีการทดสอบตัวอุปกรณ์ว่ามีการติดตั้งอย่างเรียบร้อยตามหลักปฏิบัติหรือไม่ เช่น ทิศทางของแท่งวัด ตำแหน่งติดตั้ง หลังจากนั้นมีการทดสอบว่าการส่งข้อมูลไปยังระบบ PLC เป็นไปอย่างเรียบร้อยหรือไม่ และทดสอบว่าค่าอุณหภูมิที่อ่านได้นั้นใกล้เคียงกับอุณหภูมิ ณ ขณะนั้นหรือไม่

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิผ่านเกณฑ์การตรวจวัดอุณหภูมิที่ ±0.3°C และมาตรฐาน Stability ตามมาตรฐาน AEC-Q100 Rev G.

(อ้างอิงตาม HM Series[5] และ Sensirion technical specifications[6])

[5] http://www.pm.co.th/index.php?lay=show&ac=cat_show_pro_detail&pid=260320

[6] http://www.sensirion.com/fileadmin/user_upload/customers/sensirion/Dokumente/Humidity/Sensirion_Humidity_SHT1x_Datasheet_V5.pdf.

4-2.2.3 ระบบสื่อสาร

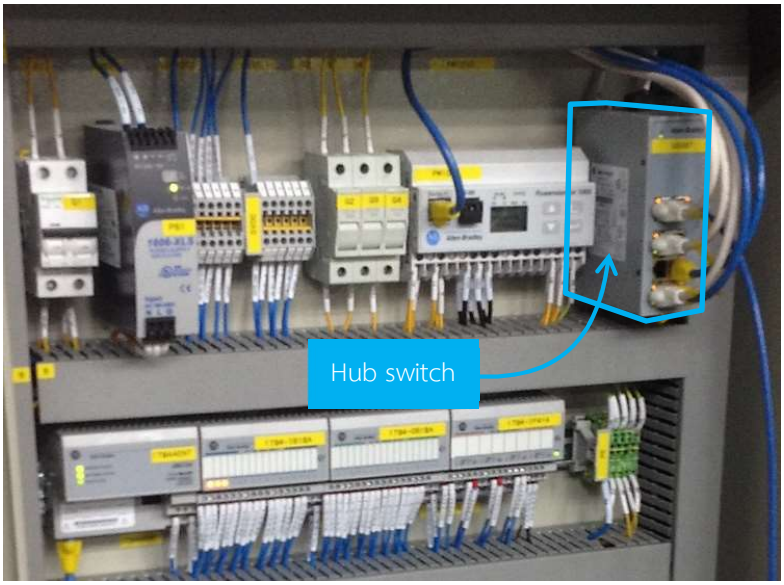
ระบบสื่อสารที่นำมาใช้งานที่โรงงาน TMC นั้นประกอบด้วยระบบเครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network: LAN) และระบบการสื่อสารแบบไร้สาย

<u>การติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายเฉพาะที่</u>

สำหรับอุปกรณ์ต่างๆภายใต้โครงการฯ ที่ต้องมีการเชื่อมต่อกันโดยผ่านระบบเครือข่ายเฉพาะที่นั้น ได้ถูกต่อพ่วงเข้ากับกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่เดิมของโรงงานซึ่งได้รับการติดตั้งไว้ก่อนหน้านี้แล้วโดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเข้าไปได้แก่ Hub Switch ดังแสดงในรูปที่ 4-45 และรูปที่ 4-46



รูปที่ 4-45 ตู้รวมสายระบบเครือข่ายเฉพาะที่ของโรงงาน TMC



รูปที่ 4-46 การติดตั้ง Hub Switch เพื่อเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ของโรงงาน

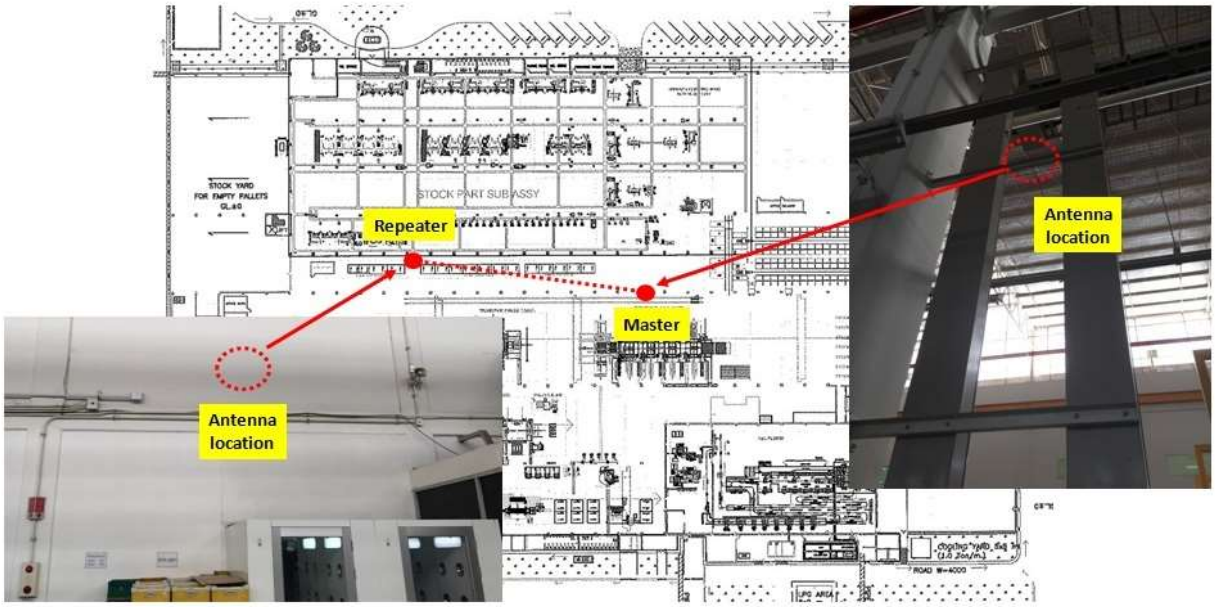
<u>การทดสอบอุปกรณ์ระบบเครือข่ายเฉพาะที่</u>

การทดสอบระบบเครือข่ายเฉพาะที่ได้ถูกรวมเข้าไว้เป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบรายอุปกรณ์ (Point test) โดยใช้หลักการว่าหากอุปกรณ์ต่างๆได้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ตัวอื่นๆ สามารถส่งข้อมูลออกไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นๆจะถือว่าระบบเครือข่ายเฉพาะที่ทำงานได้ตามปกติ

ขั้นตอนการทดสอบระบบเครือข่ายเฉพาะที่มีวิธีการทดสอบการเชื่อมต่อโดยการป้อนคำสั่ง Ping จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง IP Address ของ Power Monitor 100, Remote I/O และหรือ PLC ที่อยู่ในระบบเครือข่ายเฉพาะที่ โดยคำสั่ง Ping นั้นจะทำการทดสอบเป็นเวลา 5 นาทีเพื่อตรวจสอบ Time out package ของระบบสื่อสาร โดยเกณฑ์การตรวจสอบคือต้องมี Time out Package น้อยกว่า 2 Packages per Minute

<u>การติดตั้งอุปกรณ์การสื่อสารแบบไร้สาย</u>

การสื่อสารแบบไร้สายนั้นได้มีการติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทาง หรือ เราเตอร์ (Router) จำนวนสองตัว โดยตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งเหนือตู้ไฟฟ้าบริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ และอีกตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งบนผนังใกล้กับระบบชาร์จแบตเตอรี่ ดังแสดงในรูปที่ 4-47 ถึงรูปที่ 4-49



รูปที่ 4-47 แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทางของระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่



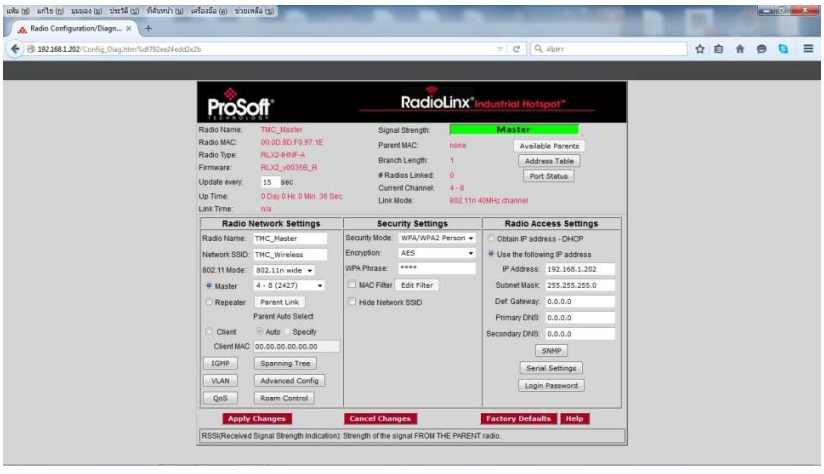
รูปที่ 4-48 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทางของระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่



รูปที่ 4-49 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์จัดเส้นทางของระบบสื่อสารแบบไร้สาย ที่บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ

การทดสอบอุปกรณ์การสื่อสารแบบไร้สาย

สำหรับการทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย ได้มีการตรวจสอบความแรงของสัญญาณ (Signal strength) และความเร็วในการส่งข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4-50 ซึ่งผลจากการทดสอบพบว่ามีค่าความแรงของสัญญาณเท่ากับ: -50dBM, 51S/N รายละเอียดอื่นๆ เกี่ยวกับการทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สายตามภาคผนวก



รูปที่ 4-50 การทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย

4-2.2.4 ระบบประมวลผล

<u>การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์และซอฟแวร์</u>

เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ได้ถูกติดตั้งที่สำนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Office) โดยระบบซอฟแวร์ที่ทำการติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ FactoryTalk EnergyMetrix ดังแสดงในรูปที่ 4-51 และรูปที่ 4-52



รูปที่ 4-51 บริเวณที่ทำการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ TMC

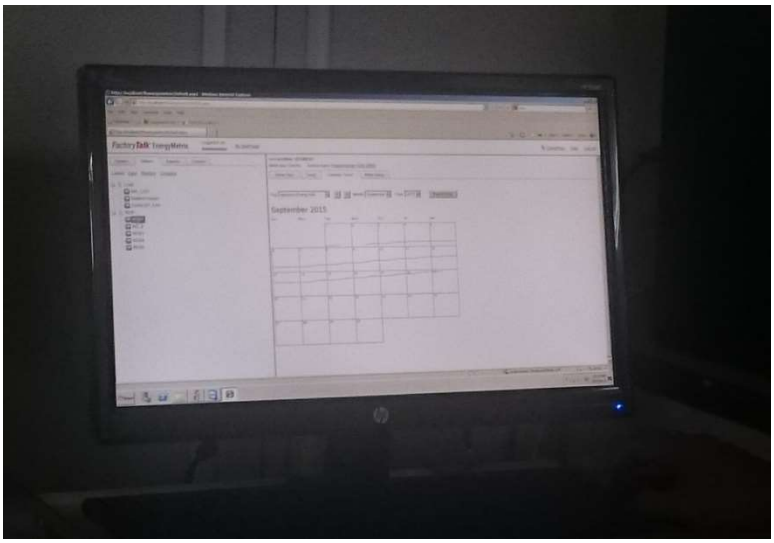


รูปที่ 4-52 การติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ที่ TMC

<u>การทดสอบเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์และซอฟแวร์</u>

ภายหลังติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟแวร์เสร็จสิ้น ได้มีการทดลองระบบ โดยมีการเทียบข้อมูลทางเทคนิคระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งกับข้อมูลเทคนิคตามเอกสารเสนอราคา โดยรายละเอียดของเครื่องคอมพิวเตอร์มีดังต่อไปนี้ Processor: Intel Core i5-4460, CPU: 3.20 GHz, Ram: 4 GB, HDD: 1 TB, OS: Window 8 64-bit Operating System นอกจากนี้มีการทดสอบรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-53

เนื่องจากซอฟแวร์ FactoryTalk EnergyMetrix เป็นซอฟแวร์สำเร็จรูปจึงได้ผ่านตรวจสอบตัวโปรแกรมโดยละเอียดจากทางผู้ผลิต ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบในรายละเอียดอีกครั้งในตัวโปรแกรมและชุดคำสั่งที่หน้างาน



รูปที่ 4-53 การอ่านผลข้อมูลด้วยซอฟแวร์ FactoryTalk EnergyMetrix

4-2.2.5 อุปกรณ์ควบคุม

อุปกรณ์ควบคุมซึ่งถูกติดตั้งที่โรงงาน TMC ได้แก่ ชุดอุปกรณ์ PLC อุปกรณ์ Demand Response Controller อุปกรณ์ Variable Speed Drive (VSD) และอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล

การติดตั้งชุดอุปกรณ์ PLC

ชุดอุปกรณ์ PLC นั้นได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ ซึ่งชุดอุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วยอุปกรณ์จ่ายไฟ (Power supply) ส่วนควบคุมสั่งการ (Controller) และอุปกรณ์รับส่งข้อมูล (I/O) ดังแสดงในรูปที่ 4-54



รูปที่ 4-54 การติดตั้งชุดอุปกรณ์ PLC ที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศ

ซึ่งชุดอุปกรณ์ PLC ที่ติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่บริเวณระบบพัดลมระบายอากาศนั้นจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลระยะไกลที่โหลดอีกสองตัว

การทดสอบ PLC

การทดสอบชุดอุปกรณ์ PLC นั้นเป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบรายอุปกรณ์ ดูรายละเอียดในภาคผนวก 4ค

การติดตั้ง Demand Response Controller

ระบบ Demand Response Controller ได้ถูกติดตั้งในห้องฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance office) ดังแสดงในรูปที่ 4-55



รูปที่ 4-55 การติดตั้ง Demand Response Controller ในห้องฝ่ายซ่อมบำรุง

การทดสอบ Demand Response Controller

ระบบ Demand Response Controller นั้นมีโปรแกรมและตรรกกะการตัดสินใจสำเร็จรูปติดตั้งอยู่ ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมและตรรกกะต่างๆนั้นได้ถูกดำเนินการไปแล้วโดยผู้ผลิต และได้ถูกครอบคลุมไว้ในเงื่อนไขการรับประกันภายใต้สัญญาจัดจำหน่ายระบบ ทั้งนี้โปรแกรมและระบบตรรกกะนั้นไม่สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามจะมีการวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลที่ได้ต่อไปในขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบ ดังนั้นจึงไม่มีการทดสอบเพิ่มเติมที่หน้างานนอกเหนือจากความเรียบร้อยในการติดตั้งระบบโดยรวม

การติดตั้ง Variable Speed Drive

อุปกรณ์ Variable Speed Drive ได้ถูกติดตั้งไว้ในตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุดแสดงดังรูปที่ 4-56



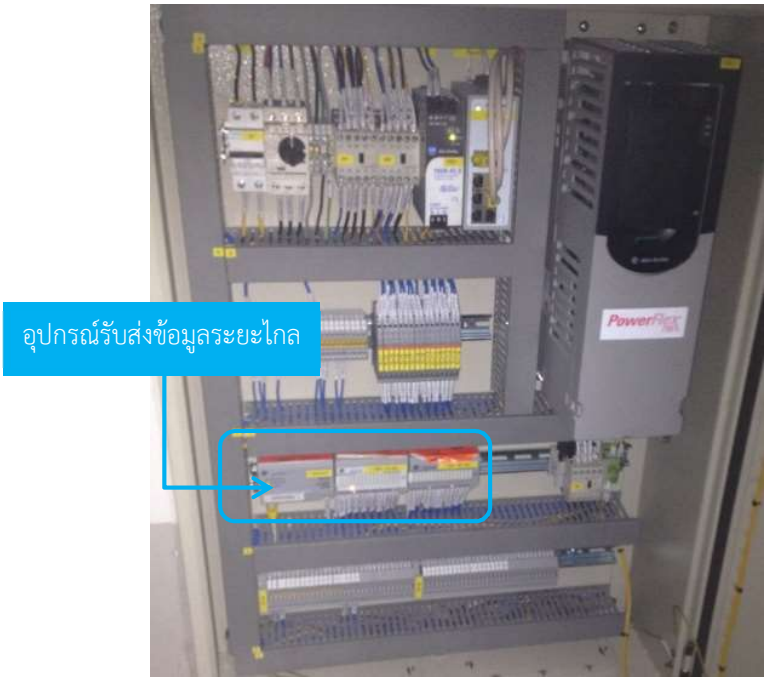
รูปที่ 4-56 การติดตั้งอุปกรณ์ VSD

การทดสอบ Variable Speed Drive

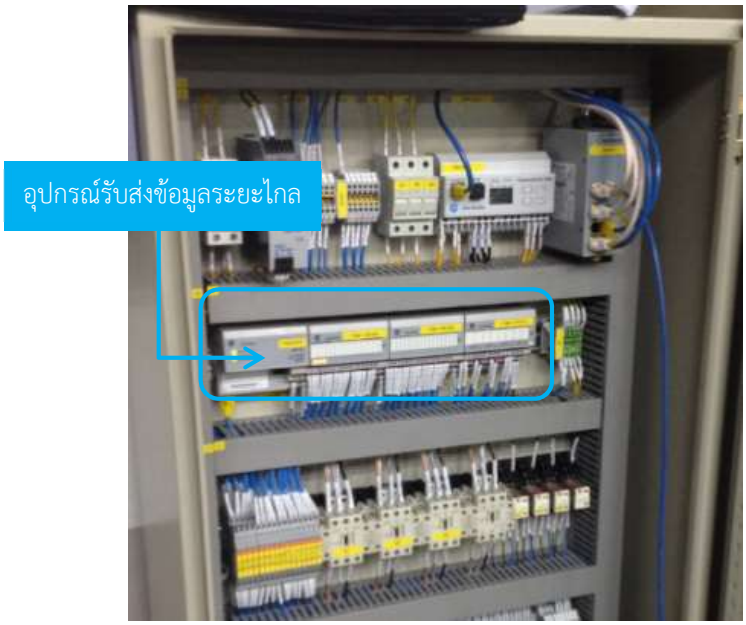
ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์ Variable Speed Drive เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้มีการทดสอบว่าสัญญาณกระแสที่ส่งออกมาจากตัวอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับสัดส่วนการลด (%) ความเร็วรอบหรือไม่ โดยมีการจำลองค่าสัญญาณกระแสไฟฟ้าระดับต่างๆ แล้วจึงตรวจสอบความเร็วอุปกรณ์ที่หน้างานว่ามีความเร็วสัมพันธ์กับค่ากระแสสัญญาณนั้นๆ หรือไม่ โดยการทดสอบนั้นครอบคลุมตั้งแต่ความเร็ว 0 – 100% ของความเร็วรอบฐาน

การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล

อุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล จำนวน 2 ชุด ได้ถูกติดตั้งที่โรงงาน TMC โดยตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่ ส่วนอีกตัวหนึ่งได้ถูกติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุดดังแสดงในรูปที่ 4-57 และรูปที่ 4-58



รูปที่ 4-57 การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล ที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด



รูปที่ 4-58 การติดตั้งอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล ที่ตู้ไฟฟ้าใหม่ บริเวณระบบชาร์จแบตเตอรี่

การทดสอบอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกล

การทดสอบอุปกรณ์รับส่งข้อมูลระยะไกลนั้นมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบขนาดพิกัดกระแสและแรงดันของ Input และ Output ของหน่วยควบคุมเทียบกับสัญญาณควบคุมของอุปกรณ์หรือโหลดของระบบไฟฟ้า
- ตรวจสอบทำงานของหน่วยควบคุมระยะไกลเทียบกับการสั่งงานจาก PLC
- ตรวจสอบทำงานของหน่วยควบคุมระยะไกลเทียบกับการสั่งงานผ่านโปรแกรมสั่งงานที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จากภาคผนวก 4ค

4-3 การเชื่อต่อระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิต

การเชื่อมต่อของระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตแสดงดังรูปที่ 4-59 แนวทางการเชื่อมในโครงการสาธิตแบ่งออกเป็น 5 ระดับได้แก่

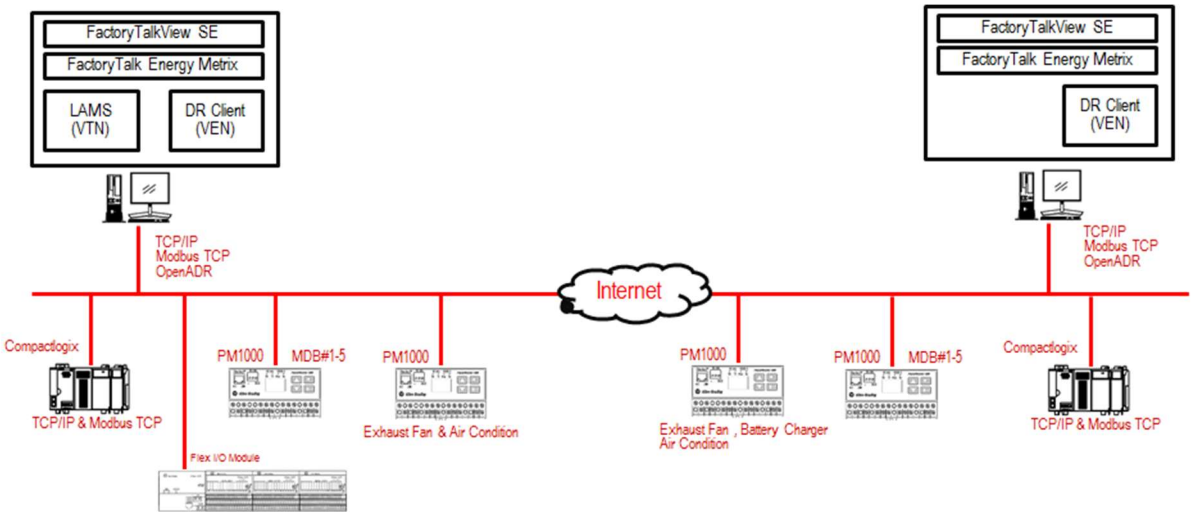
(1) การเชื่อมต่อระหว่างโหลดทางไฟฟ้า (Electrical load) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC)

(2) การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน (Power meter) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC)

(3) การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุม (PLC) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer)

(4) การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน (Power meter) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer)

(5) การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer) และผู้ใช้ (End user)



รูปที่ 4-59 โครงสร้างการเชื่อมต่อของระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิต

4-3.1 การเชื่อมต่อระหว่างโหลดทางไฟฟ้า (Electrical load) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC)

การเชื่อมต่อระหว่างโหลดทางไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมมีลักษณะการเชื่อมต่ออยู่ 2 รูปแบบได้แก่ การเชื่อมต่อด้วยรูปแบบการสื่อสาร (Communication protocol) และ หน้าสัมผัส (Dry contact) ในแต่ละรูปแบบขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อของโหลดที่อนุญาตให้เข้าไปควบคุมโหลดทางไฟฟ้านั้นได้

รูปแบบการสื่อสารสำหรับโครงการสาธิตนี้ได้มีรูปแบบการสื่อสารเพียงรูปแบบเดียวคือ สัญญาณกระแสไฟฟ้าขนาด 4-20mA เพื่อไปควบคุมความเร็วรอบของพัดลมด้วย Variable Frequency Drive (VFD) โหลดทางไฟฟ้านี้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานตามความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ถูกควบคุม การควบคุมโหลดประเภทนี้ในโครงการสาธิตจึงสามารถปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานได้หลากหลาย โดยที่อุปกรณ์ควบคุม จำเป็นต้องเตรียมช่องทางการควบคุม 4-20mA ไว้เพื่อควบคุม VFD ดังกล่าวด้วย Analog output port

โหลดทางไฟฟ้าที่อนุญาตให้ควบคุมผ่านทางหน้าสัมผัสนั้นเป็นโหลดทางไฟฟ้าที่อนุญาตให้ทำการปิดและเปิดระบบโหลดทางไฟฟ้าประเภทนี้จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปในทันทีทันใด อุปกรณ์ควบคุม จึงต้องมีช่องการติดต่อกับโหลดทางไฟฟ้าด้วย Digital input และ Digital output โดยที่ Digital input เป็นช่องทางรับสัญญาณสถานการณ์ทำงานของโหลดทางไฟฟ้า และ Digital output เป็นช่องทางส่งสัญญาณควบคุมโหลดทางไฟฟ้า

ข้อมูลของรูปแบบการเชื่อมต่อทั้ง 2 แบบคือ ข้อมูลความเร็วรอบของพัดลม ข้อมูลการเปิดและปิดของโหลดทางไฟฟ้า ข้อมูลเหล่านี้จะถูกจัดเก็บในอุปกรณ์ควบคุม และเพื่อนำไปเชื่อมโยงข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายต่อไป

4-3.2 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน (Power meter) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC)

รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน และอุปกรณ์ควบคุม คือ Common Industrial Protocol (CIP) ของ Ethernet/IP ของบริษัท Rockwell Automation (RA) ทำให้มีความน่าเชื่อถือและมีความปลอดภัยของข้อมูลระหว่างเครื่องมือวัดพลังงานและอุปกรณ์ควบคุม สูง นอกจากนั้นอุปกรณ์ควบคุมยังนำข้อมูลจากเครื่องมือวัดพลังงานไปทำการประมวลผลในอัลกอริธึมของ Demand response ทั้งแบบ DR event และ Dynamic pricing ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกเข้ารหัส (Encryption) จากโปรแกรมภายในของอุปกรณ์ควบคุม

4-3.3 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุม (PLC) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer)

รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุม และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย คือ Proprietary protocol ของบริษัท Rockwell Automation (RA) ทำให้มีความน่าเชื่อถือและมีความปลอดภัยของข้อมูลระหว่างเครื่องมือวัดพลังงานและอุปกรณ์ควบคุม สูง นอกจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายยังมีระบบรักษาความปลอดภัยจากการบุกรุกภายนอกด้วยการปิดช่องทางการเชื่อมต่อ (Communication ports) และจัดสรรหมายเลขเครื่อง (IP Address) เป็นหมายเลขเครื่องภายในโรงงาน ทำให้มีความปลอดภัยในระบบ Ethernet สูง

4-3.4 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน (Power meter) และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer)

รูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือวัดพลังงาน และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย คือ Common Industrial Protocol (CIP) ของ Ethernet/IP ของบริษัท Rockwell Automation (RA) เช่นเดียวกับการสื่อสารระหว่างเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุม ทำให้มีความน่าเชื่อถือและมีความปลอดภัยของข้อมูลระหว่างเครื่องมือวัดพลังงานและอุปกรณ์ควบคุม สูง เช่นเดียวกับช่องทางระหว่างเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุม

4-3.5 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer) และผู้ใช้ (End user)

การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในโครงการสาธิตเป็นการเชื่อมต่อผ่านระบบ Ethernet network ที่กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานด้วยการเข้ารหัส TLS1.2 based encryption ที่มีความปลอดภัยสูง และผู้ใช้จำเป็นต้องมีรหัสผ่านก่อนการเข้าถึงข้อมูลภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

จากการเชื่อมต่อของระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตดังได้กล่าวมาทั้งหมด ระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตจะมีความปลอดภัยเพียงพอที่จะให้บริการผู้ใช้ทั้งผู้ปฏิบัติงานภายในโรงงาน นักวิเคราะห์ หรือผู้เชี่ยวชาญในการเข้าถึงข้อมูลได้ตลอด 24 ชั่วโมง

ภาคผนวกบทที่ 4

- **ภาคผนวก 4ก:** รายชื่อตัวอย่างการดำเนินงานอ้างอิงที่ผ่านมาของผู้ควบคุมการติดตั้งระบบ
- **ภาคผนวก 4ข:** การทดสอบอุปกรณ์และระบบที่โรงงาน KUMI
- **ภาคผนวก 4ค:** การทดสอบอุปกรณ์และระบบที่โรงงาน TMC
- **ภาคผนวก 4ง:** รายงานการติดตั้งและทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย

ภาคผนวก 4ก: รายชื่อตัวอย่างการดำเนินงานอ้างอิงที่ผ่านมาของผู้ควบคุมการติดตั้งระบบ


Industries & Customers We Serve
Rockwell Automation
Automotive
Rockwell Automation has been part of the solution for streamlining manufacturing processes, enhancing productivity, minimizing costs, increasing flexibility and speeding time to market in the automotive industry for nearly 100 years.
• Toyota Motor
• General Motors
• Ford
• Goodyear
• Michelin
• Bridgestone
• Dana Spicer
Consumer: Food, Beverage & Packaging
Rockwell Automation can help food, beverage and packaging companies meet the challenges of today's rapidly changing market, stringent quality control standards and high production costs.
• Procter & Gamble
• Unilever
• Kellogg
• TIPCO
• Nestlé
•Thai Beverage Can
• Heineken
• Kimberley Clark
Pharmaceutical & Healthcare
Healthcare products manufacturers must meet the challenges of tough validation requirements and increasing operating costs. Our products and services help optimize processes and improve time to market.
• Johnson & Johnson
• Cardinal Health
• Safe skin
Petroleum & Chemical
Petroleum producers and chemical processors can meet the challenges of today's global marketplace such as competitive prices, quality products, reduced cycle times and stringent environmental regulations with solutions from Rockwell Automation.
• Chervon
• PearlOil
• PTT-EP
• CUEL
Material Handling
Rockwell Automation can help Material Handling companies meet the challenges of generating more revenue, maximizing uptime and minimizing safety hazards while increasing throughput.
• Tetrapak
• Autopack
Copyright © 2012 Rockwell Automation, Inc. All rights reserved.


Industries & Customers We Serve
Rockwell Automation
Forest Products
Environmental regulatory compliance and other challenges are a fact of life. Rockwell Automation has the expertise to help forest products companies grow their business.
• TUPI
Metals
Market fluctuations, intensifying global competition and changing materials and process technologies are everyday challenges in the metals industry. Rockwell Automation solutions can help.
• BlueScope
• Varoprakorn
• Nikhe Thai
• Myer
• Thai Copper
• KOBELCO (KMCT)
• KTC Home
• Thai Metal Process
• Samchai
• SSI
Semiconductor
Within the semiconductor industry, millions of dollars per day hinge on the ability to get to market fastest and to build and maintain ultra-pure semiconductor production facilities. Rockwell Automation has solutions to meet these needs.
• Seagate
• WD
Other Markets:
Fiber & Textile
Electric Power
Entertainment
Plastics
Airport/Seaport
Marine
• EGAT
• MWA
• Siam Cement
• Siam City Cement
• Irrigation Dep.
Copyright © 2012 Rockwell Automation, Inc. All rights reserved.


Major Customers
Rockwell Automation
TNS
GOODYEAR
GM
BRIDGESTONE
MICHELIN
Ford
Johnson & Johnson
Heineken
CUEL
Chevron
Unilever
Kellogg's
PTT Public Company Limited
P&G
Nestlé
Good Food, Good Life
DANA
Seagate
BLUESCOPE STEEL
TOYOTA
Copyright © 2012 Rockwell Automation, Inc. All rights reserved.

ภาคผนวก 4ข: การทดสอบอุปกรณ์และระบบที่โรงงาน KUMI

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

SITE ACCEPTANCE TEST (KUMI)

A1	01-10-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DEMAND RESPONSE PILOT Project

	REVISION	**STATUS**
R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	A1	A

Rockwell Automation

TABLE OF CONTENTS

1. **INTRODUCTION** 3

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES 3
1.2. SAT GUIDELINES 3
1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS 4

2. **REFERENCE** 4

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT 4

3. **POWER METER INSTALLATION AND FUNCTINO** 5

3.1. PM1000 at MDB1 5
3.2. PM1000 at MDB2 5
3.3. PM1000 at MDB3 5
3.4. PM1000 at MDB4 6
3.5. PM1000 at MDB5 6
3.6. PM1000 at EXHAUST FAN 6
3.7. PM1000 at CANTEEN 7
3.8. PM1000 at Production Left 7
3.9. PM1000 at Production Right 7

4. **JUNCTION BOX INSTALLATION** 8

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 8
4.2. CANTEEN JUNCTION BOX 8
4.3. Production Left JUNCTION BOX 8
4.4. Production Right JUNCTION BOX 8

5. **PRELIMINARY POWER-ON TESTS** 9

5.1. CANTEEN JUNCTION BOX 9
5.2. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 10
5.3. PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX 11
5.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX 12

6. **FUNCTION TEST** 14

6.1. CANTEEN JUNCTION BOX 14
6.2. EXHUAST FAN JUNCTION BOX 15
6.3. PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX 16
6.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX 17

7. **PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE** 18

8. **APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (KUMI)** 19

1. INTRODUCTION

This document details the Factory Acceptance Testing of the automation Hardware for WADE THAI Demand Response Pilot Project, The PLC interface each power meter and HMI systems. Testing is expected to take place in the 'dry docks' with the actual hardware including all PLC hardware connected, where possible, to the actual plant equipment. The local HMI station will be set-up and communicating to the PLC's, and used to verify software functionality and operator interface functions.

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES

After the test and verification of each item that item shall be marked as completed. If any malfunction is detected, the test sequence shall be repeated. If the malfunction cannot be reproduced, the error shall be investigated after the completion of the SAT – with an entry to be made into SAT Software Configuration query file. If the error can be reproduced, the test will be continued and the error logged on the punch-list sheets. Where possible the fault will be corrected prior to being re-tested on the next day or prior to the completion of the SAT. If this not possible, a further entry shall be made into the SAT Configuration query file. Rockwell will rectify and re-test these detects after the SAT has been completed.
Appendix A contains a sample punch-list sheet and SAT Configuration query file documents.
Once the SAT has been successfully completed, the nominated customer and Rockwell representatives shall sign the SAT Completion Certificate. At this point the SAT shall be deemed to be complete and commissioning contingent upon any defects noted in the SAT Software Configuration query index being rectified.
For the purpose of this document, a defect is deemed to be limited to software functionality that does not comply with the functional specification documents and other working documents listed in section 2.

1.2. SAT GUIDELINES

The following information is provided for the clarification of SAT guidelines and party responsibilities:

- RA will ensure the site and all equipment is safe and ready to be used.
- RA will provide the necessary personnel to conduct the system testing.
- Rockwell will provide an engineer, who will assist the WADE THAI representative with monitoring the results, and any fault finding.

1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS

The following table lists terms and acronyms used throughout this manual. Whilst every attempt has been made to avoid jargon or specialized technical language, several items of terminology must be included for efficiency and meaning. The "Context" column entry (if required) shows the system aspect to which the acronym or meaning applies

Term or Acronym	Context	Meaning
Button	Human-Machine Interface	Icon on a graphic, which appears as a button with beveled edges. Clicking the (left-hand) mouse button whilst the mouse pointer floats over the button simulates a 'push' of the button.
Digital	Control systems	Any control action or indication which operates at one of only two states: on or off.
HMI	Human-Machine Interface	Human-Machine Interface
PADT	Control systems	Programming and Debugging Tool - RSLogix 5000 software used to program and debugs ControlLogix application.
RA-TH		Rockwell Automation Thailand
SCADA		Supervisory Control and Data Acquisition

2. REFERENCE

The following table lists the document and revision numbers to be referred to during SAT.

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT

Document No.	Rev.	Document Title
R5THS00107-DES-WIO-01-EN	A2	PLC I/O Assignment
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	A2	INSTRUMENT WIRING DIAGRAM

3. POWER METER INSTALLATION AND FUNCTION

3.1. PM1000 at MDB1

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 2500:5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct			
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.120 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

3.2. PM1000 at MDB2

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : PT :	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: ~~172.129.~~ 172.21.129.121 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

3.3. PM1000 at MDB3

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 2500:5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.122 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

3.4. PM1000 at MDB4

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 2500 : 5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.123 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

3.5. PM1000 at MDB5

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : ~~1600:5~~ 1500 : 5 PT : 1	✓	~~1500:5~~	
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.124 Subnet : 255.255.0.0 Gateway	✓		

3.6. PM1000 at EXHAUST FAN

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 100 : 5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.~~128~~ 125 Subnet : 255.255.00 Gateway	✓		

3.7. PM1000 at CANTEEN

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : ~~2500:5~~ 300:5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.126 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

3.8. PM1000 at Production Left

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 2500:5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.127 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

3.9. PM1000 at Production Right

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 250:5 PT : 1:1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 172.21.129.128 Subnet : 255.255.0.0 Gateway 172.21.129.254	✓		

4. JUNCTION BOX INSTALLATION

Schedule: After Wiring Continuity check

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

4.2. CANTEEN JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

4.3. Production Left JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

4.4. Production Right JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) 16-10-58 (Date)

5. PRELIMINARY POWER-ON TESTS

Schedule: After Wiring Continuity check

5.1. CANTEEN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.1.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened	✓		
2	Check that all branch CB are opened	✓		

5.1.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC	✓		

5.1.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.4. PLC Communication Module chassis, Slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.5. 1769-PA4 Power Supply Module in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.6. 1769-IQ16 Digital Input Module in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.7. 1769-OB8A Digital Output Module in chassis,slot03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.8. 1769-OB8A Digital Output Module in chassis slot 04

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.9. 1769-IF4 Analog Input Module in Remote slot 05

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.1.10. Communication Module in chassis slot 06

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.2. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.2.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened	✓		
2	Check that all branch CB are opened	✓		

5.2.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC	✓		

5.2.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green	✓		

5.2.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.2.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.2.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.2.7. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3. **PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX**

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.3.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened	✓		
2	Check that all branch CB are opened	✓		

5.3.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC	✓		

5.3.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		



5.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.4.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened	✓		
2	Check that all branch CB are opened	✓		

5.4.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC	✓		

5.4.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green	✓		

5.4.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.4.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.4.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

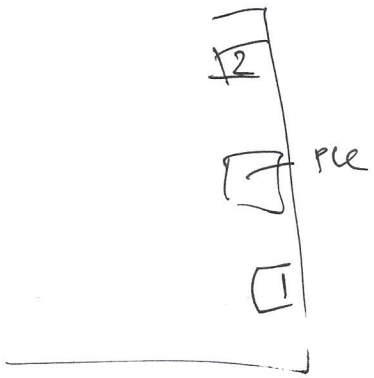
		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.4.7. 1794-IF4 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) ..... (Date)



6. FUNCTION TEST

Schedule: After Preliminary Power-On Tests

6.1. CANTEEN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.1.1. PLC configuration & operation in chassis, slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Controller configured and operates correctly with no fault	/		

6.1.2. 1769-IQ16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	/		
2	All input channel LEDs show required state	/		
3	Digital Input can read the input status from Air Units to PLC correctly	/		

6.1.3. 1769-OB8 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	/		
2	All Output channel LEDs show required state	/		
3	Digital Output can turn ON from PLC to Air Units correctly	/		

6.1.4. 1769-OB8 configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	/		
2	All Output channel LEDs show required state	/		
3	Digital Output can turn OFF from PLC to Air Units correctly	/		

6.1.5. 1769-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register			
3	Analog Input can read the temperature transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC			

6.2. EXHUAST FAN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.2.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Battery Charger to PLC correctly			

6.2.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON from PLC to Exhaust FAN correctly			

6.2.3. 1794-OB16I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn OFF from PLC to Exhaust FAN correctly			

6.3. PRODUCTION LEFT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.3.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All input channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Input can read the input status from Air Unit Status to PLC correctly	✓		

6.3.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All Output channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly	✓		

6.3.3. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.4. PRODUCTION RIGHT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.4.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All input channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Input can read the input status from Air Unit Status to PLC correctly	✓		

6.4.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All Output channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly	✓		

6.4.3. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.4.4. 1794-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register	✓		
3	Analog Input can read the temperature/Humidity transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC	✓		

7. PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE

Customer: WADE THAI - KUMI
Project: Demand Response Pilot Project
System Description: Demand Response

RA Job Number: R5THS00107
The control software for Demand Response Pilot Project purchased from Rockwell Automation has been subjected to the tests defined herein and with the exception of the noted comments on the attached SAT Punch list report and correction, is accepted by WADE THAI as having passed the Factory Acceptance Test.

Rockwell Representative

..... (Name)	..... (Title)
..... (Signature)	..... (Date)

WADE THAI

[illegible] (Name)	site Engineer (Title)
[illegible] (Signature)	16-10-58 (Date)

8. APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (KUMI)

PERFORMANCE SAT PUNCH LIST

Project : Demand Response Pilot Project **(KUMI)**
System : PLC & HMI

.NO	DATE	PROBLEM	INIT.	CORRECTION

ภาคผนวก 4ค: การทดสอบอุปกรณ์และระบบที่โรงงาน TMC

DEMAND RESPONSE PILOT PROJECT

SITE ACCEPTANCE TEST (TMC)

A1	01-10-15	PI	Issued for Review				
REV	**DATE**	**BY**	**DESCRIPTION**	**CHECK**	**APPR.**	**CHECK**	**APPR.**
				ENGINEERING APPROVAL		COMPANY APPROVAL	

TOTAL OR PARTIAL AND / OR UTILIZATION OF THIS DOCUMENT ARE FORBIDDEN WITHOUT PRIOR WRITTEN AUTHORIZATION OF THE OWNER

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

DEMAND RESPONSE PILOT Project

	REVISION	**STATUS**
R5THS00107-PLN-SAT-01-EN	A1	A

Rockwell Automation

TABLE OF CONTENTS

1. **INTRODUCTION** **3**

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES 3
1.2. SAT GUIDELINES 3
1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS 4

2. **REFERENCE** **4**

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT 4

3. **POWER METER INSTALLATION AND FUNCTINO** **5**

3.1. PM1000 at MDB1 5
3.2. PM1000 at MDB2 5
3.3. PM1000 at MDB3 5
3.4. PM1000 at MDB4 6
3.5. PM1000 at MDB5 6
3.6. PM1000 at EXHAUST FAN 6
3.7. PM1000 at Battery Charger 7
3.8. PM1000 at Air Fan Unit (Painting) 7

4. **JUNCTION BOX INSTALLATION** **8**

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 8
4.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX 8
4.3. AIR UNIT JUNCTION BOX 8
4.4. MDB2 Remote I/O 8

5. **PRELIMINARY POWER-ON TESTS** **9**

5.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 9
5.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX 10
5.3. AIR UNIT JUNCTION BOX 11

6. **FUNCTION TEST** **13**

6.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX 13
6.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX 14
6.3. AIR UNIT JUNCTION BOX 15
6.4. MDB2 Temp Remote I/O 16

7. **PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE** **17**

8. **APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (TMC)** **18**

1. INTRODUCTION

This document details the Factory Acceptance Testing of the automation Hardware for WADE THAI Demand Response Pilot Project, The PLC interface each power meter and HMI systems. Testing is expected to take place in the 'dry docks' with the actual hardware including all PLC hardware connected, where possible, to the actual plant equipment. The local HMI station will be set-up and communicating to the PLC's, and used to verify software functionality and operator interface functions.

1.1. PROCEDURE FOR CONFORMITIES

After the test and verification of each item that item shall be marked as completed. If any malfunction is detected, the test sequence shall be repeated. If the malfunction cannot be reproduced, the error shall be investigated after the completion of the SAT – with an entry to be made into SAT Software Configuration query file. If the error can be reproduced, the test will be continued and the error logged on the punch-list sheets. Where possible the fault will be corrected prior to being re-tested on the next day or prior to the completion of the SAT. If this not possible, a further entry shall be made into the SAT Configuration query file. Rockwell will rectify and re-test these detects after the SAT has been completed.
Appendix A contains a sample punch-list sheet and SAT Configuration query file documents.
Once the SAT has been successfully completed, the nominated customer and Rockwell representatives shall sign the SAT Completion Certificate. At this point the SAT shall be deemed to be complete and commissioning contingent upon any defects noted in the SAT Software Configuration query index being rectified.
For the purpose of this document, a defect is deemed to be limited to software functionality that does not comply with the functional specification documents and other working documents listed in section 2.

1.2. SAT GUIDELINES

The following information is provided for the clarification of SAT guidelines and party responsibilities:

- RA will ensure the site and all equipment is safe and ready to be used.
- RA will provide the necessary personnel to conduct the system testing.
- Rockwell will provide an engineer, who will assist the WADE THAI representative with monitoring the results, and any fault finding.

1.3. SAT GLOSSARY OF TERMS & ACRONYMS

The following table lists terms and acronyms used throughout this manual. Whilst every attempt has beer made to avoid jargon or specialized technical language, several items of terminology must be included for efficiency and meaning. The "Context" column entry (if required) shows the system aspect to which the acronym or meaning applies

Term or Acronym	Context	Meaning
Button	Human-Machine Interface	Icon on a graphic, which appears as a button with beveled edges. Clicking the (left-hand) mouse button whilst the mouse pointer floats over the button simulates a 'push' of the button.
Digital	Control systems	Any control action or indication which operates at one of only two states: on or off.
HMI	Human-Machine Interface	Human-Machine Interface
PADT	Control systems	Programming and Debugging Tool - RSLogix 5000 software used to program and debugs ControlLogix application.
RA-TH		Rockwell Automation Thailand
SCADA		Supervisory Control and Data Acquisition

2. REFERENCE

The following table lists the document and revision numbers to be referred to during SAT.

2.1. ROCKWELL AUTOMATION'S DOCUMENT

Document No.	Rev.	Document Title
R5THS00107-DES-WIO-01-EN	A2	PLC I/O Assignment
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	A2	INSTRUMENT WIRING DIAGRAM

3. POWER METER INSTALLATION AND FUNCTION

3.1. PM1000 at MDB1

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 1500 /5 PT : 400 /400	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.12 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 192.168.8.1	✓		

3.2. PM1000 at MDB2

T 800 kVA

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 1200/5 PT : 400/400	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.13 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 192.168.8.1	✓		

3.3. PM1000 at MDB3

Tr 2000 kVA

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 4000 /5 PT : 400/5	✓	CT Ratio ผิด ควร 3000/5	แก้ไข CT Ratio เป็น 4000/5 (15-12)
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.14 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 192.168.8.1	✓		

3.4. PM1000 at MDB4

Tr 2000 KVA

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 1500/5 PT : 400/400	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.15 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 192.168.8.1	✓		

3.5. PM1000 at MDB5

Tr 2000 KVA

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 4000/5 PT : 400/400	✓	CT RATIO ผิด เดิม เป็น 3000/5	ปรับแก้เป็น 4000/5 (15-10-15)
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.16 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 192.168.8.1	✓		

3.6. PM1000 at EXHAUST FAN

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : ~~250:5~~ 200:5 PT : 1	✓	CT RATIO ผิด เดิมเป็น 250/5	ปรับแก้เป็น 200/5 (15-10-15)
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.17 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 1928.168.8.1	✓		

3.7. PM1000 at Battery Charger

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : 100:5 PT : 1	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: 192.168.8.18 Subnet : 255.255.255.0 Gateway 192.168.8.1	✓		

3.8. PM1000 at Air Fan Unit (Painting)

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Meter install properly	✓		
2	Analog Input Parameter CT : PT :	✓		
3	Meter operate and display correct	✓		
4	Date and Time is correct	✓		
5	Communication Configuration IP Address: Subnet : Gateway	✓		

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) 16-10-58 (Date)

4. JUNCTION BOX INSTALLATION

Schedule: After Wiring Continuity check

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

4.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

4.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

4.3. AIR UNIT JUNCTION BOX

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Mounting Plates fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		
3	VFD Ventilation	✓		

4.4. MDB2 Remote I/O

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module fitted securely	✓		
2	General condition clean and unblemished	✓		

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) 16-10-58 (Date)

5. PRELIMINARY POWER-ON TESTS

Schedule: After Wiring Continuity check

5.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.1.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened	/		
2	Check that all branch CB are opened	/		

5.1.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC	/		

5.1.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green	/		

5.1.4. PLC Communication Module chassis, Slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	/		

5.1.5. 1769-PA4 Power Supply Module in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	/		

5.1.6. Communication module in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	/		

5.1.7. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	/		

5.1.8. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.9. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.1.10. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.2.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened			
2	Check that all branch CB are opened			

5.2.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC			

5.2.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green			

5.2.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green			

5.2.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.2.7. 1794-IF4I Analog Input Module in Remote slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3. AIR UNIT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

5.3.1. Isolated

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Check that main CB is opened	✓		
2	Check that all branch CB are opened	✓		

5.3.2. Power Distribution System

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	With CB Q1 turned ON, correct voltage measured at supply side of 24V PLC power supply is 24VDC	✓		

5.3.3. Network Switch

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Network Switch powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.4. Remote Communication Module 1794-AENT

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.5. 1794-IB16 Digital Input Module in Remote slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.6. 1794-OB16 Digital Output Module in Remote slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	I/O Module powers-up and OK LED shows green	✓		

5.3.7. PowerFlex 755 VFD

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Module powers-up and OK LED shows green	/		

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) 16-10-58 (Date)

6. FUNCTION TEST

Schedule: After Preliminary Power-On Tests

6.1. EXHAUST FAN JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.1.1. PLC configuration & operation in chassis, slot 00

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Controller configured and operates correctly with no fault	✓		

6.1.2. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All input channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Input can read the input status from Exhaust fans to PLC correctly	✓		

6.1.3. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All Output channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Output can turn ON from PLC to Exhaust fans correctly	✓		

6.1.4. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All Output channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Output can turn OFF from PLC to Exhaust fans correctly	✓		

6.2. BATTERY CHARGER JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.2.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All input channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Input can read the input status from Battery Charger to PLC correctly	✓		

6.2.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.	✓		
2	All Output channel LEDs show required state	✓		
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Battery Charger correctly	✓		

6.2.3. 1794-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register	✓		
3	Analog Input can read the temperature transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC	✓		

6.3. AIR UNIT JUNCTION BOX

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.3.1. 1794-IB16 configuration & operation in chassis, slot 01

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All input channel LEDs show required state			
3	Digital Input can read the input status from Air Unit Status to PLC correctly			

6.3.2. 1794-OB16 configuration & operation in chassis, slot 02

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Correct memory tag (bit) register 1/0 values corresponding to an ON/OFF 24VDC signal applied to each digital input in turn.			
2	All Output channel LEDs show required state			
3	Digital Output can turn ON/OFF from PLC to Air Unit correctly			

6.3.3. POWERFLEX 1794-OB16 configuration & operation

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	VFD can be controlled Start/Stop from PLC			
2	VFD can very FCU motor speed 0-50 Hz or 0-100% from PLC			
3	PLC can read VFD Status from VFD			
4	FCU Motor can manually Turn on/off (by pass)			

6.4. MDB2 Temp Remote I/O

Reference Documents:

Drawing No.	Sheet	Title
R5THS00107-DES-WIR-01-EN	3	WIRING DIAGRAM

Remark: All I/O wiring loop test shall refer to ***Appendix B***

6.4.1. 1794-IF4I configuration & operation in chassis, slot 03

		Pass/Fail or Data	Corrective Action Required	Retest Pass/Fail
1	Verify memory tag (word) registers show value for the following signal levels applied at each input channel: 4 mA signal (0%) = 4,000 in PLC register 8 mA signal (25%) = 8,000 in PLC register 12 mA signal (50%) = 12,000 in PLC register 16 mA signal (75%) = 16,000 in PLC register 20 mA signal (100%) = 20,000 in PLC register	✓		
3	Analog Input can read the temperature/Humidity transmitter signal 4-20 mA correctly to PLC	✓		

Rockwell ..... (Signature) ..... (Date)

WADE THAI ..... (Signature) 16-10-58 (Date)

7. PERFORMANCE SAT SIGN-OFF CERTIFICATE

Customer: WADE THAI - TMC
Project: Demand Response Pilot Project
System Description: Demand Response

RA Job Number: R5THS00107
The control software for Demand Response Pilot Project purchased from Rockwell Automation has been subjected to the tests defined herein and with the exception of the noted comments on the attached SAT Punch list report and correction, is accepted by WADE THAI as having passed the Factory Acceptance Test.

Rockwell Representative

..... (Name)	..... (Title)
..... (Signature)	..... (Date)

WADE THAI

ปกรณ์วิ ทองรักษ์ (Name)	Site Engineer (Title)
ปกรณ์ (Signature)	16-10-58 (Date)

8. APPENDIX A – PERFORMANCE SAT PUNCH LIST (TMC)

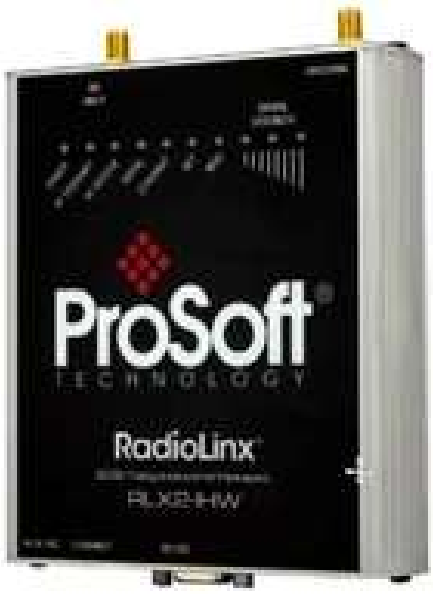
PERFORMANCE SAT PUNCH LIST

Project : Demand Response Pilot Project **(TMC)**
System : PLC & HMI

NO	DATE	PROBLEM	INIT.	CORRECTION

ภาคผนวก 4ง: รายงานการติดตั้งและทดสอบระบบสื่อสารแบบไร้สาย

Thai Marujun and Kumi



By

Mr.Pornthep Sanguanthoi

Senior Technical Consultant

Background:

ภายหลังจากบริษัท Thai Marujun (TMC) และ Kumi ได้ทำการติดตั้งระบบ Wireless ตัว Prosoft เข้าที่หน้างานหลังจากที่ได้มีการสำรวจไปแล้วนั้น เมื่อวันที่ 21 เดือนตุลาคม ทางที่ทีมงานได้เข้าไปทำการทดสอบการเชื่อมต่อ ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติและผลการทดสอบดังต่อไปนี้

Action:

1. ที่โรงงาน TMC ทำการติดตั้งตัว Wireless ไว้ทั้งหมด 2 ชุด ตัว Module อยู่ในตู้




ส่วนที่โรงงาน Kumi ตัว module นั้นอยู่นอกตู้




2. เริ่มทำการทดสอบโดยกำหนดให้มีตัว Master 1 ตัว แล้วตัว Repeater 1 ตัว ทั้งสองโรงงาน

Master

TMC

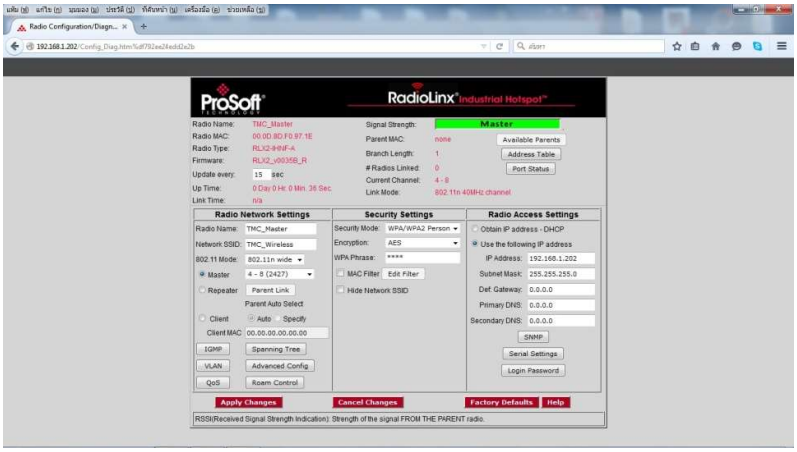
Master name : TMC_Master

Network name : TMC_Wireless

Security password : 1234567890

Login password : password

IP Address : 192.168.8.29



KUMI

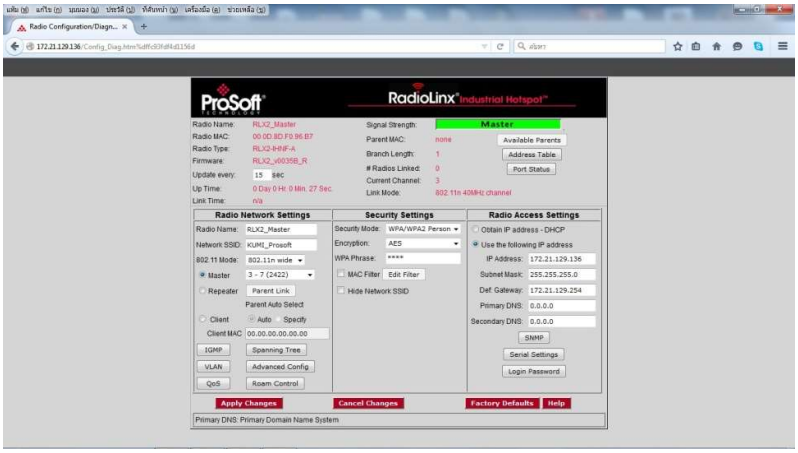
Master name : RLX2_Master

Network name : KUMI_Prosoft

Security password : 1234567890

Login password : password

IP Address : 172.21.129.136



Repeater

TMC

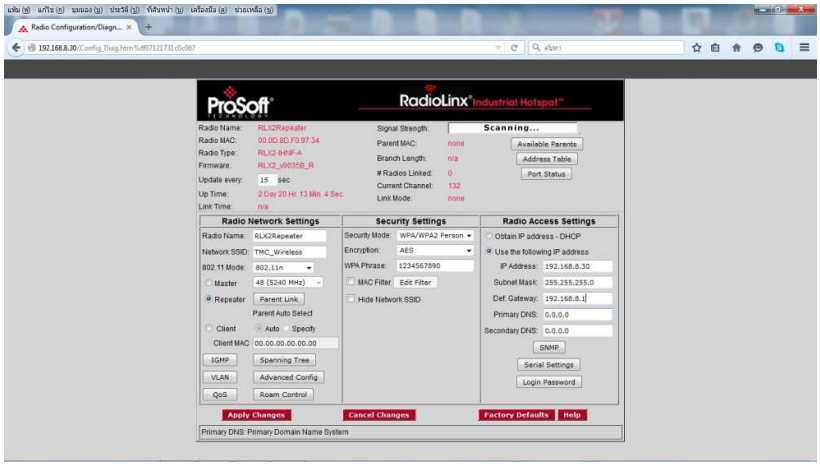
Master name : RLX2Repeater

Network name : TMC_Wireless

Security password : 1234567890

Login password : password

IP Address : 192.168.8.30



KUMI

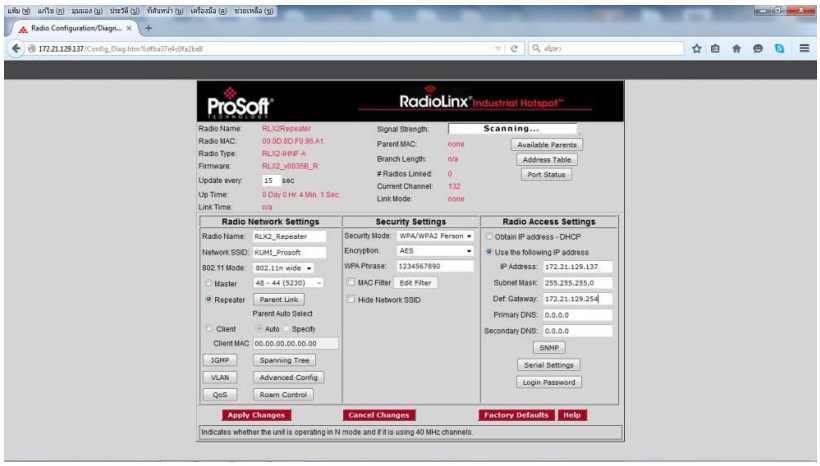
Master name : RLX2_Repeater

Network name : KUMI_Prosoft

Security password : 1234567890

Login password : password

IP Address : 172.21.129.137

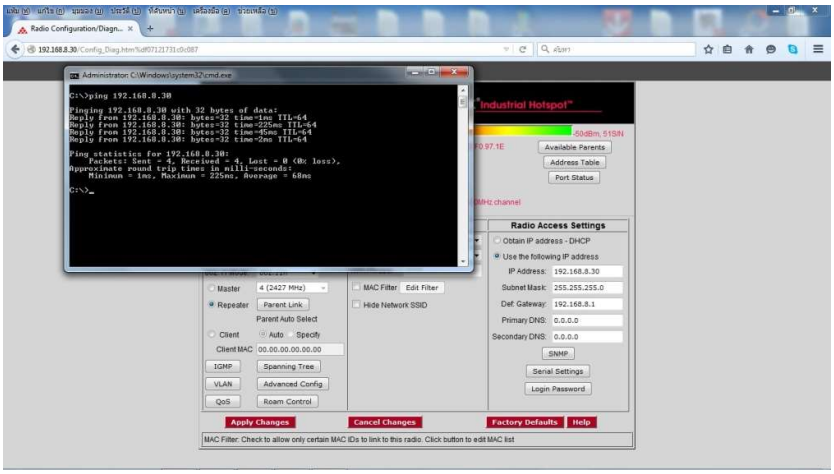


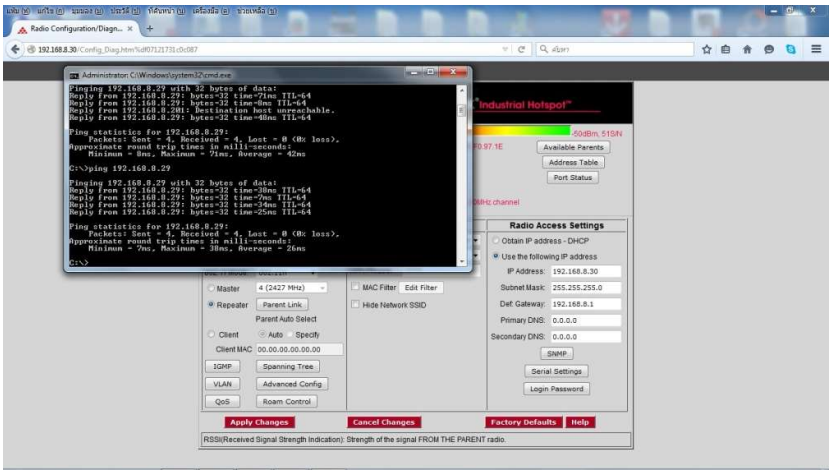
3. หลังจากทำการ Assign IP และทำการเชื่อมตัว Prosoft Module ทั้ง 2 ชุดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้ดำเนินการ ping test โดย cmd.exe โดยมีผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

TMC : ผลการทดสอบ ทั้ง 2 ชุดมีการตอบรับกันได้ดี

Repeater : C:\>ping 192.168.8.30

Master : C:\>ping 192.168.8.29

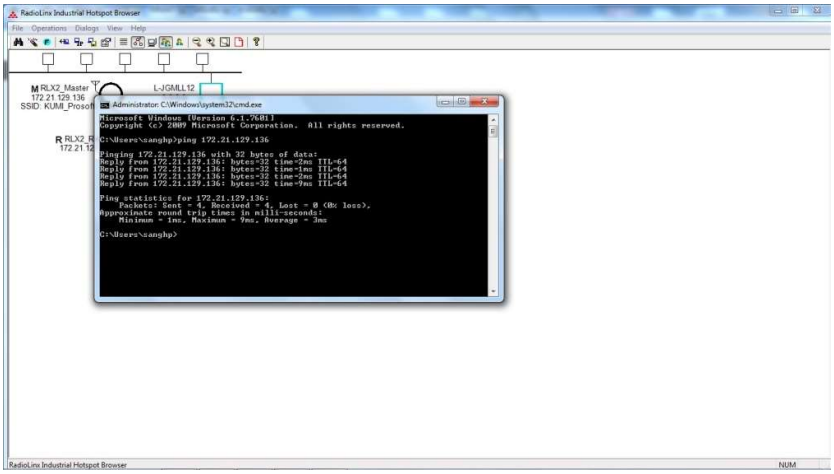


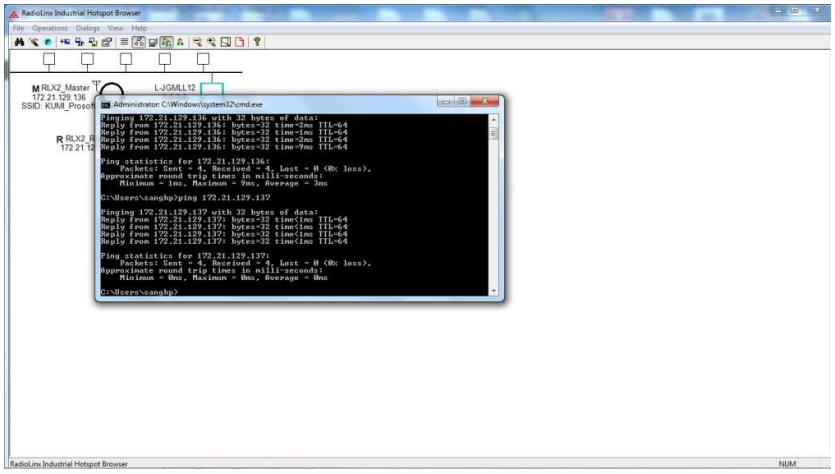


KUMI : ผลการทดสอบ ทั้ง 2 ชุดมีการตอบรับกันได้ดี

Repeater : C:\>ping 172.21.129.137

Master : C:\>ping 172.21.129.136





ภายหลังการทำการ ping ไปแล้วนั้น ปรากฏ Signal ดังต่อไปนี้

TMC Signal Strength : -50dBM,51S/N

KUMI Signal Strength : -49dBM,40S/N

ซึ่งถือว่าเป็นสัญญาณที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก การตอบรับของ 2 module เป็นไปได้ด้วยดี

บทที่ 5

การตรวจวัด วิเคราะห์และติดตามผลของระบบ Demand Response

สารบัญบทที่ 5

5-1 วัตถุประสงค์ของการตรวจวัดและวิเคราะห์ 5-1

5-2 ขั้นการตรวจวัดผลและเตรียมการดำเนินการ 5-2

5-2.1 การเก็บค่าตัวแปรและการสร้างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน 5-2

5-2.2 การใช้ไฟฟ้าฐานของโรงงาน KUMI 5-4

5-2.2.1 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน KUMI 5-4

5-2.2.2 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด 5-6

5-2.2.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นส่วน 5-8

5-2.2.4 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน 5-9

5-2.2.5 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบพัดลมระบายอากาศ 5-10

5-2.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน โรงงาน TMC 5-11

5-2.3.1 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน TMC 5-11

5-2.3.2 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด 5-12

5-2.3.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบชาร์จแบตเตอรี่ 5-14

5-2.3.4 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบพัดลมระบายอากาศ 5-15

5-2.3.5 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด 5-15

5-2.4 การหารือกับโรงงานเพื่อออกแบบ Demand Response 5-16

5-2.4.1 ผลสรุปการหารือกับโรงงาน KUMI 5-16

5-2.4.2 แนวทางการดำเนินการ Demand Response ในโรงงาน TMC 5-17

5-2.5 การดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ DR Event 5-18

5-2.5.1 รูปแบบการดำเนินการ การสั่งการ DR Event 5-19
5-2.5.2 การจัดเรียงลำดับความสำคัญของโหลด โรงงาน KUMI 5-21
5-2.5.3 การจัดเรียงลำดับความสำคัญของโหลด โรงงาน TMC 5-22
5-2.6 การดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ Dynamic Pricing 5-22
5-2.6.1 สัญญาณราคาที่ใช้ในโครงการสาธิต 5-23
5-2.6.2 รูปแบบการดำเนินการ การสั่งการ Dynamic Pricing 5-24
5-2.6.3 วิธีการกำหนด DR Logic ของโรงงาน KUMI 5-26
5-2.6.4 วิธีการกำหนด DR Logic ของโรงงาน TMC 5-27
5-3 ขั้นการติดตามและวิเคราะห์ผล 5-28
5-3.1 ผลการดำเนินการทดสอบ DR Event 5-28
5-3.1.1 โรงงาน KUMI 5-28
5-3.1.2 โรงงาน TMC 5-31
5-3.2 ผลการดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing 5-34
5-3.2.1 โรงงาน KUMI 5-34
5-3.2.2 โรงงาน TMC 5-36
5-4 ขั้นการสรุปศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response 5-39

บทที่ 5

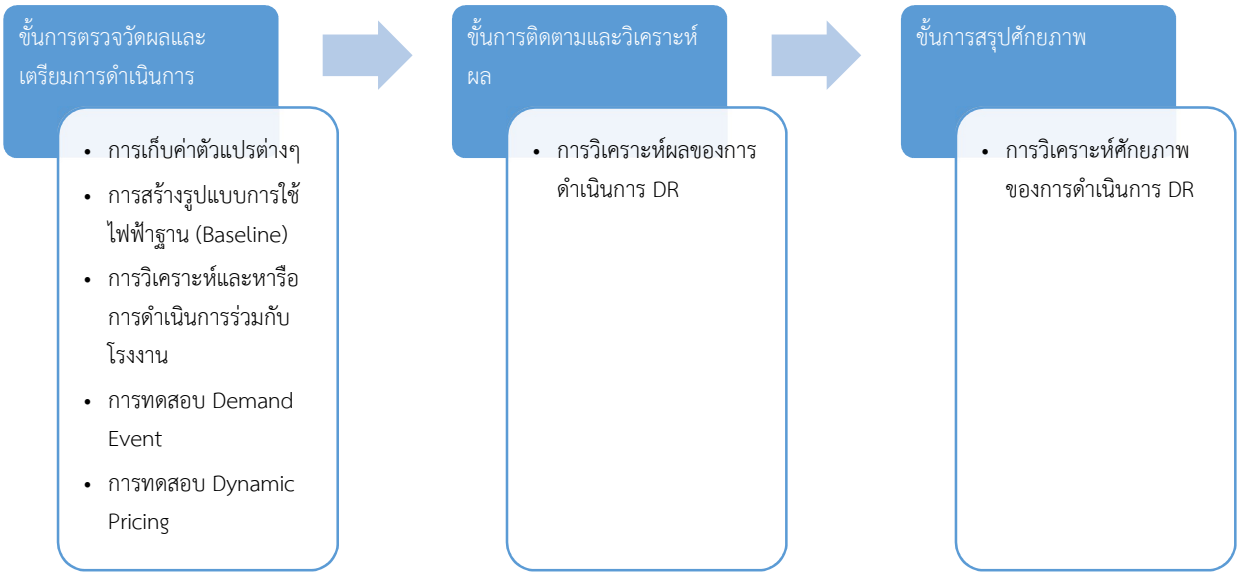
การตรวจวัด วิเคราะห์และติดตามผลของระบบ Demand Response

5-1 วัตถุประสงค์ของการตรวจวัดและวิเคราะห์

สำหรับเป้าหมายของการตรวจวัดค่า (Measuring) การวิเคราะห์ (Analysis) และการติดตามผลภายใต้โครงการสาธิตฯ มีเป้าหมายดังต่อไปนี้

- เพื่อให้ทราบรูปแบบการใช้พลังงานของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ ในสภาวะปกติ (ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าฐาน: Baseline Load Profile) สำหรับใช้เป็นเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าเมื่อได้มีการดำเนินการ Demand Response แล้ว
- เพื่อให้ทราบศักยภาพจริงเชิงตัวเลข (Quantitative) ของดำเนินการ Demand Response ในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ ได้แก่ การใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

โดยการดำเนินการนั้นสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นการวัดผลและเตรียมการดำเนินการ (2) ขั้นการติดตามและวิเคราะห์ผล และ (3) ขั้นการสรุปศักยภาพ ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ดังกล่าวจะถูกอธิบายในรายละเอียดต่อไปในบทนี้



รูปที่ 5-1 ขั้นตอนของการดำเนินการในภาพรวม

5-2 ขั้นการตรวจวัดผลและเตรียมการดำเนินการ

5-2.1 การเก็บค่าตัวแปรและการสร้างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน

ในขั้นของการเตรียมการ (Preparation) ที่ปรึกษาได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ของโรงงานในช่วงที่มีการใช้งานปกติ นั้นคือ ช่วงที่ยังไม่ได้มีผลของ Demand Response เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งข้อมูลตัวแปรต่างๆ เหล่านี้จะถูกนำมาสร้างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Load Profile – Baseline)

มิเตอร์ไฟฟ้า (Power Meter) อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor) และอุปกรณ์อื่นๆ ได้ส่งค่าตัวแปรจำนวนมากมายังเครื่องคอมพิวเตอร์เซิฟเวอร์ที่ติดตั้งอยู่ในแต่ละโรงงานในช่วงเวลา (Interval) ทุกๆ 1 นาที อย่างไรก็ตามมีเพียงค่าตัวแปรบางตัวเท่านั้นที่จำเป็นและถูกนำมาวิเคราะห์ภายใต้โครงการสาธิตฯ ในขั้นตอนนี้ โดยค่าตัวแปรสำคัญที่ต้องนำมาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 ค่าตัวแปรสำคัญที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

ตัวแปร	คำอธิบาย	ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล
Incoming Real Power	ค่าพลังไฟฟ้าจริง (Real Power) ที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลานั้น (นาทีนั้น) มีหน่วยเป็นกิโลวัต (kW)	มิเตอร์ไฟฟ้า (แต่ละ MDB และแต่ละโหลด)
Real Power Demand	ค่าพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาที มีหน่วยเป็น kW	มิเตอร์ไฟฟ้า (แต่ละ MDB และแต่ละโหลด)
Real Energy	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป ณ ขณะนั้น มีหน่วยเป็นกิโลวัต-ชั่วโมง (kWh)	มิเตอร์ไฟฟ้า (แต่ละ MDB และแต่ละโหลด)
Temperature	ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ณ ขณะนั้น	อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (ภายในห้องซึ่งมีระบบปรับอากาศที่เข้าร่วมโครงการสาธิต และภายนอกอาคาร)

ที่ปรึกษาโครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลฐาน (Baseline) จากโรงงานทั้ง 2 แห่งที่เข้าร่วมโครงการ ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้า (Load Profile) ของแต่ละโรงงาน เพื่อหาความเชื่อมโยงระหว่างการปฏิบัติงานของโรงงาน เช่น กะการทำงาน การพักการปฏิบัติงานช่วงต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ที่ปรึกษามีความเข้าใจในลักษณะการปฏิบัติงานของโรงงานนั้นๆมากขึ้นซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงมาถึงการตัดสินใจ การออกแบบการตอบสนองด้านโหลดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ซึ่งหลังจากการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ที่ปรึกษาโครงการฯ ก็ได้คำนวณเพื่อสร้างค่าข้อมูลฐาน (Baseline) ของโรงงานนั้นๆ ขึ้นมา เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าก่อนและหลังการดำเนินการตอบสนองด้านโหลด

โดยค่าที่ดึงมาทำการวิเคราะห์คือค่า Real Power Demand ซึ่งเกิดจากการเฉลี่ยค่า Real Power ที่มิเตอร์ไฟฟ้าอ่านทุกๆ 1 นาที มาเฉลี่ยย้อนหลัง 15 นาที ทั้งนี้เนื่องจากว่าหากนำค่า Real Power มาใช้จะทำให้สามารถเห็นผลได้ยาก เนื่องจากค่าจะเปลี่ยนทุกๆ 1 นาที ทำให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไม่ชัดเจนมากนัก

โดยภายหลังจากการเก็บข้อมูลฐานเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น ที่ปรึกษาฯ ได้คัดเลือกวันที่มีลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่ดีที่สุด (ไม่มีผลกระทบจากการทดสอบระบบ มีการปฏิบัติงานในโรงงานตามปกติ ไม่ได้เป็นวันหยุด ไม่ได้มีการหยุดพักซ่อมบำรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่คัดเลือกมาเข้าร่วมโครงการสาธิต) ขึ้นมา 4 วัน เพื่อเป็นตัวแทนสำหรับการสร้างข้อมูลการใช้ไฟฟ้าฐานของโรงงาน KUMI โดยวันที่ได้ทำการคัดเลือกมามีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5-2 วันที่คัดเลือกมาเพื่อสร้างลักษณะการใช้ไฟฟ้าฐาน (Baseline Load Profile) ของโรงงาน KUMI

วัน	วันที่
1	2 ธันวาคม พ.ศ. 2558
2	9 ธันวาคม พ.ศ. 2558
3	10 ธันวาคม พ.ศ. 2558
4	15 ธันวาคม พ.ศ. 2558

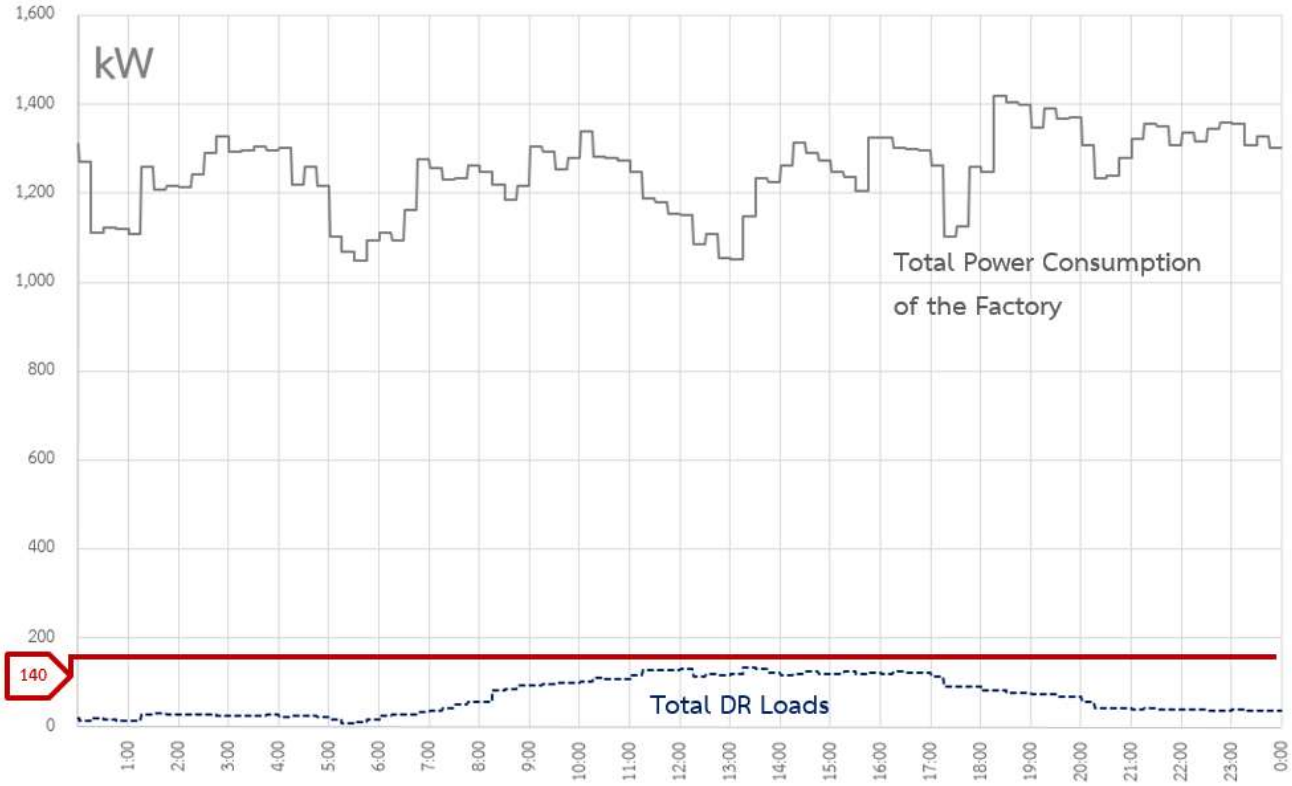
รูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Load Profile – Baseline) สามารถคำนวณได้โดยการนำค่า Power Demand ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของทั้ง 4 วันที่กล่าวมาในข้างต้น มาเฉลี่ยกัน (Average) โดยตรง ซึ่งเป็นรูปแบบการคำนวณคล้ายกับการคำนวณ Customer Baseline (CBL) ของ PJM Economic Program ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวิธีการ MAX4/5 ซึ่งคือการคัดเลือก 4 วันที่มีค่าความต้องการไฟฟ้าสูงที่สุดมาจาก 5 วันย้อนหลัง โดยไม่รวมวันหยุดและวันที่มีค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าปกติอย่างมีนัยสำคัญ (ต่ำลงเกิน 25% เทียบกับวันอื่น) แล้วจึงนำ 4 วันที่คัดเลือกมาหาค่าเฉลี่ย[1]

5-2.2 การใช้ไฟฟ้าฐานของโรงงาน KUMI

5-2.2.1 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน KUMI

รูปแบบการใช้งานฐานของโรงงาน KUMI (KUMI Baseline Load Profile) ดังแสดงในรูปที่ 5-2

[1] KANG-WOOK CHO, LAE-HYUK JEONG, and HYEOK-JUN YOON: Realization of demand response resources using enabling technologies and the improvement of CBL in the Korean electricity market



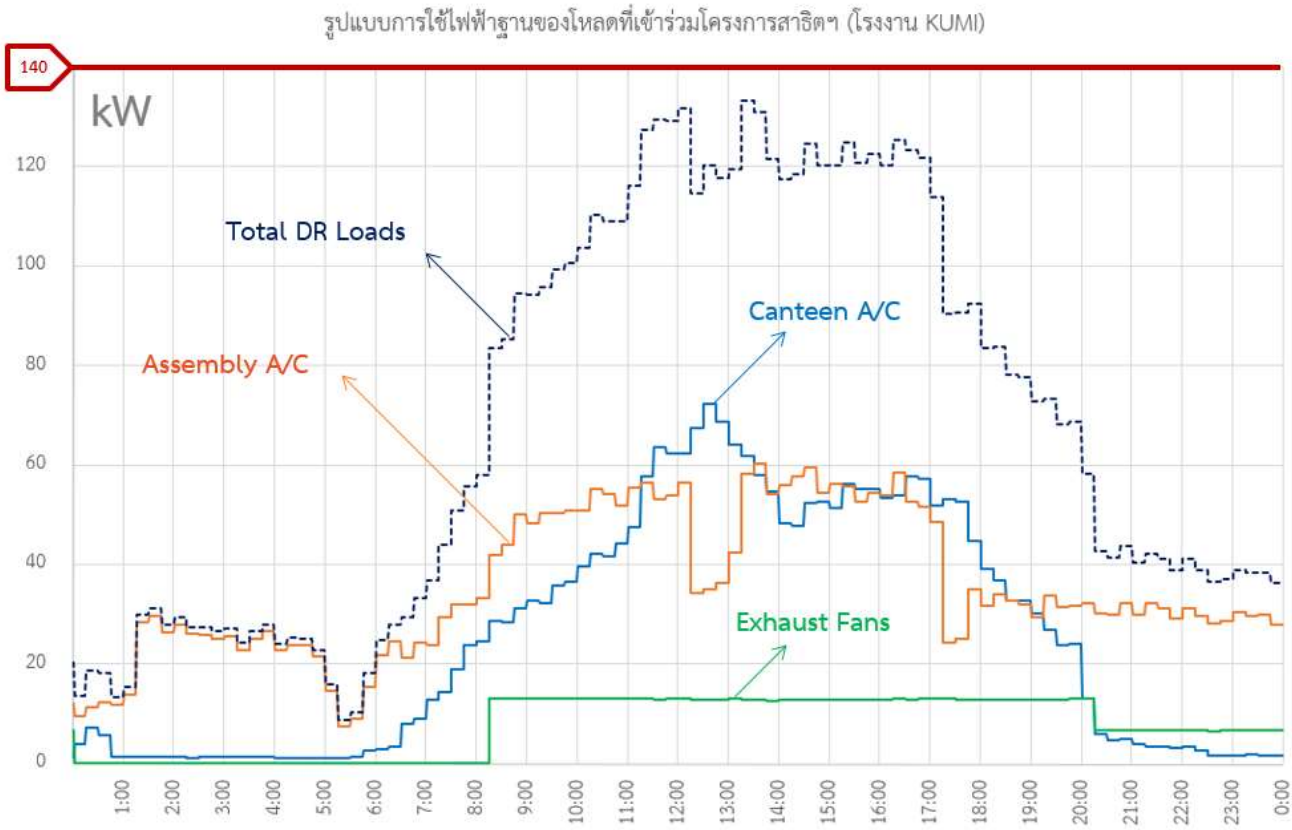
รูปที่ 5-2 ลักษณะการใช้ไฟฟ้าฐานของโรงงาน KUMI

โดยจะสามารถสังเกตได้ว่าค่าการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน KUMI นั้นค่อนข้างคงที่ และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 1,100 – 1,400 kW ซึ่งไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นนัยสำคัญตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ ลักษณะรูปแบบการใช้ไฟฟ้าดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะการปฏิบัติงานของโรงงาน KUMI ซึ่งมีการปฏิบัติงานตลอด 24 ชั่วโมง

จากรูปที่ 5-2 จะสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการ (Demand Response Resource: DR Resource) นั้น มีปริมาณน้อยหากเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าของทั้งโรงงาน ทั้งนี้ เนื่องจากว่าโหลดที่เข้าร่วมโครงการนั้นเป็นเพียงโหลดด้านสาธารณูปโภค (Utility Load) ได้แก่ ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System) และระบบระบายอากาศ (Ventilation System) เท่านั้น มิได้ครอบคลุมถึงโหลดสายการผลิตของโรงงานซึ่งเป็นโหลดไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ รายละเอียดของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ แสดงไว้ในหัวข้อ 5-2.2.2 จนถึง 5-2.2.5

5-2.2.2 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด

โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ของโรงงาน KUMI มีทั้งหมด 3 โหลด ได้แก่ ระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน (Canteen Air Conditioning System: Canteen A/C) ระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นส่วน (Assembly Room Air Conditioning System: Assembly A/C) และระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust fans) รูปที่ 5-3 แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดดังกล่าว



รูปที่ 5-3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ โรงงาน KUMI

จากรูปที่ 5-3 จะสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้ารวมของโหลดที่เข้าร่วมโครงการทุกโหลด (Total DR Resource) จะมีค่าสูงที่สุดในช่วงกลางวัน (Daytime Period) และมีค่าสูงสุดอยู่ที่เวลาประมาณ 12:00 น. และ 13:15 น. ทั้งนี้ สามารถอธิบายได้ว่าเป็นผลจากการที่ DR Resource ของโรงงาน KUMI ประกอบด้วยระบบปรับอากาศเป็นส่วนมาก ดังนั้นค่าการใช้ไฟฟ้าจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอกอาคาร เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นระบบปรับอากาศจะต้องทำงานมากขึ้นซึ่งจะส่งผลให้มีการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งลักษณะรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ได้ถูกอธิบายในรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ทั้งหมด โรงงาน TMC

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. – 0:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าต่ำอยู่ที่ประมาณ 15 kW	อุณหภูมิภายนอกต่ำในช่วงเวลากลางคืนระบบปรับอากาศจึงทำงานไม่มาก
1:00 น. – 4:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ประมาณ 25 – 30 kW	มีการปฏิบัติงานกะกลางคืนจึงมีการใช้ระบบปรับอากาศ อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิภายนอกต่ำในช่วงเวลากลางคืนระบบปรับอากาศจึงทำงานไม่มาก
5:00 น. – 5:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าต่ำอยู่ที่ประมาณ 15 kW	อุณหภูมิภายนอกต่ำในช่วงเวลากลางคืนระบบปรับอากาศจึงทำงานไม่มาก
6:00 น. – 11:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีค่าสูงสุด ณ เวลาประมาณ 12:00 น. ที่ค่าประมาณ 130 kW	โรงงานเริ่มการปฏิบัติงานกะกลางวัน อุณหภูมิภายนอกสูงขึ้นภายหลังจากที่พระอาทิตย์ขึ้น[2]
12:00 น. – 12:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 115 – 120 kW	ช่วงพักรับประทานอาหารกลางวัน
13:00 น. – 16:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นสูงสุดอีกครั้งช่วงเวลา 13:00 น. ที่ค่าประมาณ 130 kW ก่อนจะลดลงและคงที่ที่ประมาณ 120 kW หลังจากนั้น	โรงงานเริ่มการปฏิบัติงานกะกลางวันช่วงบ่าย อุณหภูมิภายนอกยังคงสูงอยู่
17:00 น. – 19:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญเหลือที่ประมาณ 90 kW ณ เวลาประมาณ 17:00 น. และหลังจากนั้นค่าความต้องการไฟฟ้าก็ยังคงลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงช่วง 19:59 น.	โรงงานสิ้นสุดการปฏิบัติงานกะกลางวัน ณ เวลา 17:00 น. ก่อนจะเริ่มการปฏิบัติงานกะกลางคืนช่วง 18:00 น. อุณหภูมิภายนอกลดลงในช่วงเย็นจนถึงหัวค่ำ
20:00 น. – 23:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าคงที่ที่ประมาณ 40 kW	ช่วงการปฏิบัติงานกะกลางคืน อุณหภูมิภายนอกช่วงกลางคืนไม่สูงมาก

[2] ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2558 ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลาประมาณ 6:10 – 6:20 น. (สมาคมดาราศาสตร์ไทย)

5-2.2.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นส่วน

ความต้องการไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นส่วน (Assembly A/C) ดังแสดงในรูปที่ 5-3 โดยสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของระบบนี้มีรูปแบบใกล้เคียงกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resources ซึ่งมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวันสูงกว่าในช่วงกลางคืนอย่างชัดเจน โดยลักษณะรูปแบบการใช้ไฟฟ้าโดยละเอียดของ Assembly A/C ได้ถูกอธิบายไว้ในตารางที่ 5-4

ตารางที่ 5-4 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Assembly A/C โรงงาน TMC

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. – 0:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าต่ำอยู่ที่ประมาณ 10 kW	ช่วงหยุดพักการปฏิบัติงานกะกลางคืน
1:00 น. – 4:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ประมาณ 25 – 30 kW	การใช้ไฟฟ้าของ DR Resource จะมาจากระบบ Assembly A/C เกือบทั้งหมด
5:00 น. – 5:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 10 kW	ช่วงพักการปฏิบัติงาน
6:00 น. – 11:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงค่าสูงสุดประมาณ 55 kW ณ เวลาประมาณ 11:15 น.	ช่วงการปฏิบัติงานกะกลางวัน (เช้า) อุณหภูมิภายนอกสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวัน ส่งผลให้ระบบปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้น
12:00 น. – 12:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 35 kW	ช่วงหยุดพักรับประทานอาหารกลางวัน
12:00 น. – 16:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 50 – 60 kW	ช่วงการปฏิบัติงานกะกลางวัน (บ่าย) อุณหภูมิภายนอกสูงแต่เริ่มลดลงในช่วงบ่ายถึงเย็นเล็กน้อย
17:00 น. – 17:30 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงอยู่ที่ประมาณ 25 kW	ช่วงพักการปฏิบัติงาน สิ้นสุดกะกลางวันเวลา 17:00 น.
17:31 น. – 23:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและคงที่ที่ประมาณ 30 – 35 kW	ช่วงการปฏิบัติงานกะกลางคืน อุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำในช่วงกลางคืน ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลง

5-2.2.4 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน

รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน (Canteen A/C) ดังแสดงในรูปที่ 5-3 โดยสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของระบบนี้มีรูปแบบใกล้เคียงกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resources ซึ่งมีการใช้ไฟฟ้าในช่วงกลางวันสูงกว่าในช่วงกลางคืนอย่างชัดเจน โดยลักษณะรูปแบบการใช้ไฟฟ้าโดยละเอียดของ Canteen A/C ได้ถูกอธิบายไว้ในตารางที่ 5-5

อนึ่ง ค่าการใช้ไฟฟ้าที่วัดได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณ Canteen A/C นั้น มิได้วัดและแสดงผลเฉพาะความต้องการไฟฟ้าของ Canteen A/C แต่เป็นการวัดและแสดงค่าความต้องการไฟฟ้าของ Canteen A/C รวมกับโหลดอื่นๆ (ซึ่งมีปริมาณไม่มากนัก: โหลดแฝง) ทั้งนี้ เป็นผลจากข้อจำกัดของการติดตั้งอุปกรณ์ที่หน้างานทำให้ไม่สามารถวัดค่าเฉพาะ Canteen A/C ได้

ตารางที่ 5-5 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Canteen A/C โรงงาน TMC

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. – 5:30 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้ามีค่าใกล้เคียงกับศูนย์	ช่วงกลางคืนไม่ได้มีการเปิดใช้งาน Canteen A/C ช่วง 0:15 – 0:45 น. มีค่าความต้องการไฟฟ้าสูงขึ้นมาเล็กน้อย อย่างไรก็ตามค่าความต้องการไฟฟ้าที่แสดงนี้ไม่ได้เป็นผลของการใช้งาน Canteen A/C แต่เป็นผลมาจากโหลดแฝงที่ได้อธิบายไว้ในข้างต้น
5:31 น. – 12:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีค่าสูงสุด ณ เวลาประมาณ 12:30 น. ที่ค่าประมาณ 70 kW	มีการเปิดใช้งาน Canteen A/C อุณหภูมิภายนอกสูงขึ้นในช่วงกลางวันจนถึงเที่ยงวัน ช่วง 12:00 น. – 12:59 น. เป็นช่วงพักรับประทานอาหารกลางวัน ทำให้มีโหลดความร้อน (Heat Load) ในห้องอาหารปริมาณมากที่สุดในช่วงเวลาดังกล่าว
13:00 น. – 20:30 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลง	อุณหภูมิภายนอกสูงในช่วงกลางวันและลดลงต่ำในช่วงเย็นและหัวค่ำ

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
20:31 น. – 23:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้ามีค่าใกล้เคียงศูนย์	ช่วงกลางคืนไม่ได้มีการเปิดใช้งาน Canteen A/C อย่างไรก็ตามค่าความต้องการไฟฟ้าที่วัดได้ไม่เป็นศูนย์เพราะมีประเด็นเรื่องโหลดแฝง

ในช่วงเวลากลางคืนโรงงาน KUMI ไม่มีการใช้งาน Canteen A/C ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าช่วงเวลา 0:00 น. จนถึงช่วง 6:00 น. ค่าความต้องการไฟฟ้ามีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ การใช้งาน Canteen A/C จะเริ่มขึ้นที่เวลาประมาณ 7:00 น. ซึ่งส่งผลให้ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในช่วง 12:00 – 13:00 น. จะมีค่าสูงสุดที่ประมาณ 70 kW เนื่องจากเป็นช่วงที่พนักงานมารับประทานอาหารในห้องอาหารพร้อมกัน ซึ่งเป็นการเพิ่มโหลดความร้อน (Thermal Load) ภายในห้องอย่างมีนัยสำคัญ ประกอบกับช่วงเที่ยงวันเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิภายนอกสูงที่สุด โดยภายหลังจากช่วงเวลาดังกล่าว ค่าการใช้ไฟฟ้าจะลดลงและคงที่ในระดับที่ต่ำลงมาจนถึงเวลา 17:00 น. ก่อนที่ค่าความต้องการไฟฟ้าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญอีกครั้งจนกระทั่งมีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ที่เวลา 20:00 น. เป็นต้นไป ซึ่งเป็นช่วงที่ Canteen A/C ไม่ได้มีการใช้งานแล้ว (ซึ่งการที่ค่าความต้องการไฟฟ้าไม่เป็นศูนย์ก็เนื่องมากจากประเด็นโหลดแฝงที่กล่าวมาในข้างต้น)

5-2.2.5 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบพัดลมระบายอากาศ

ความต้องการไฟฟ้าของระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fan) ดังแสดงในรูปที่ 5-3 โดยสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของระบบนี้มีรูปแบบที่ต่างออกไปจากรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Assembly A/C และ Canteen A/C ซึ่งเป็นโหลดประเภทระบบปรับอากาศ ในขณะที่ Exhaust Fan เป็นระบบระบายอากาศ ทำให้ผลของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปไม่มีผลต่อค่าความต้องการใช้ไฟฟ้ามากนัก โดยลักษณะรูปแบบการใช้ไฟฟ้าโดยละเอียดของ Exhaust Fans ได้ถูกอธิบายไว้ในตารางที่ 5-5

ตารางที่ 5-6 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Exhaust Fans โรงงาน TMC

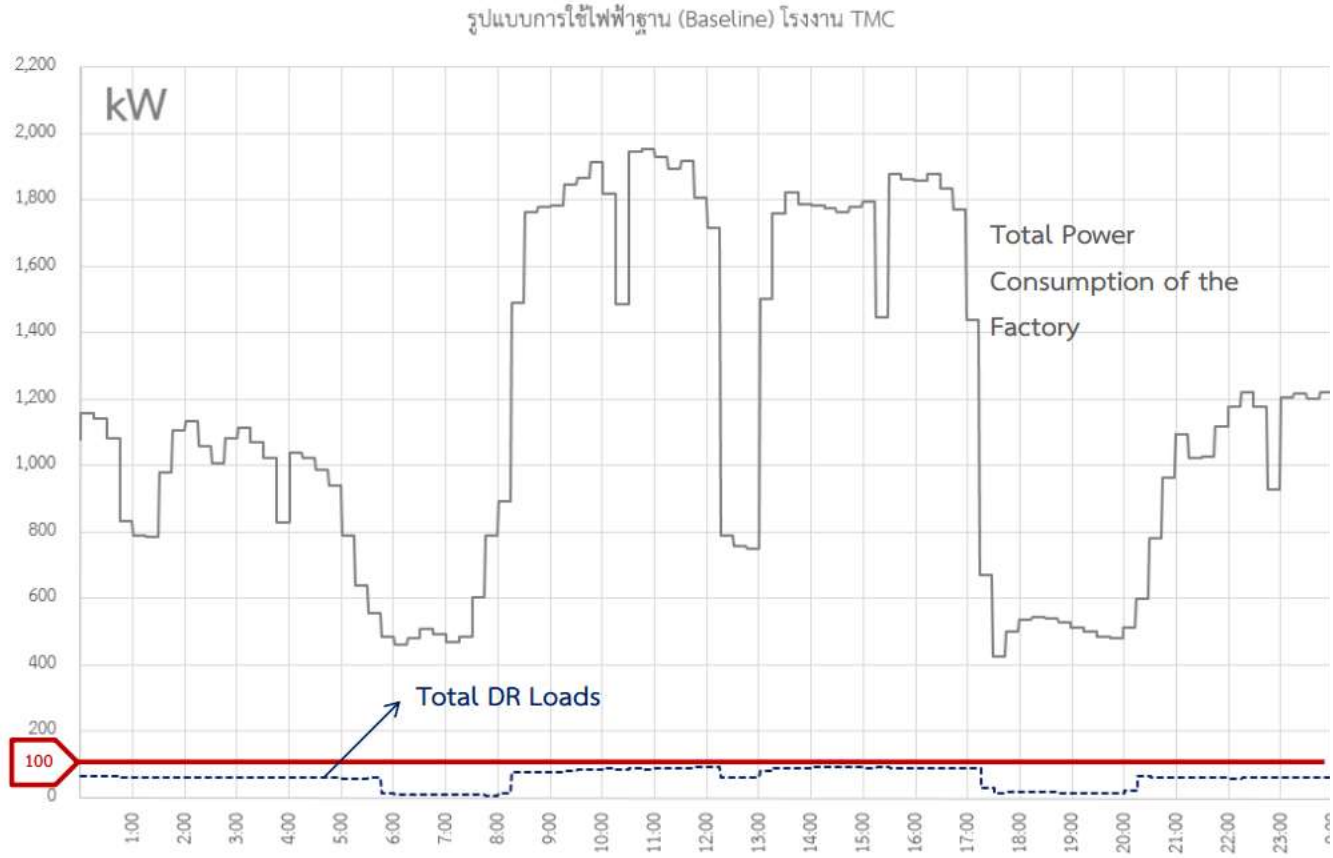
ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. – 7:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเป็นศูนย์	ไม่ได้มีการเดินระบบ Exhaust Fans ในเวลากลางคืน
8:00 น. – 19:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ค่าประมาณ 13 kW	มีการเดินระบบ Exhaust Fans เต็มที่

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
20:00 น. – 23:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 8 kW	มีการเดินระบบ Exhaust Fans บางส่วน

5-2.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน โรงงาน TMC

5-2.3.1 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน TMC

รูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐานของโรงงาน TMC (TMC Baseline Load Profile) ดังแสดงในรูปที่ 5-4 โดยจะสามารถสังเกตได้ว่าค่าการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน TMC นั้นมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจนตามรูปแบบการปฏิบัติงานของโรงงาน



รูปที่ 5-4 ลักษณะการใช้ไฟฟ้าฐานของโรงงาน TMC

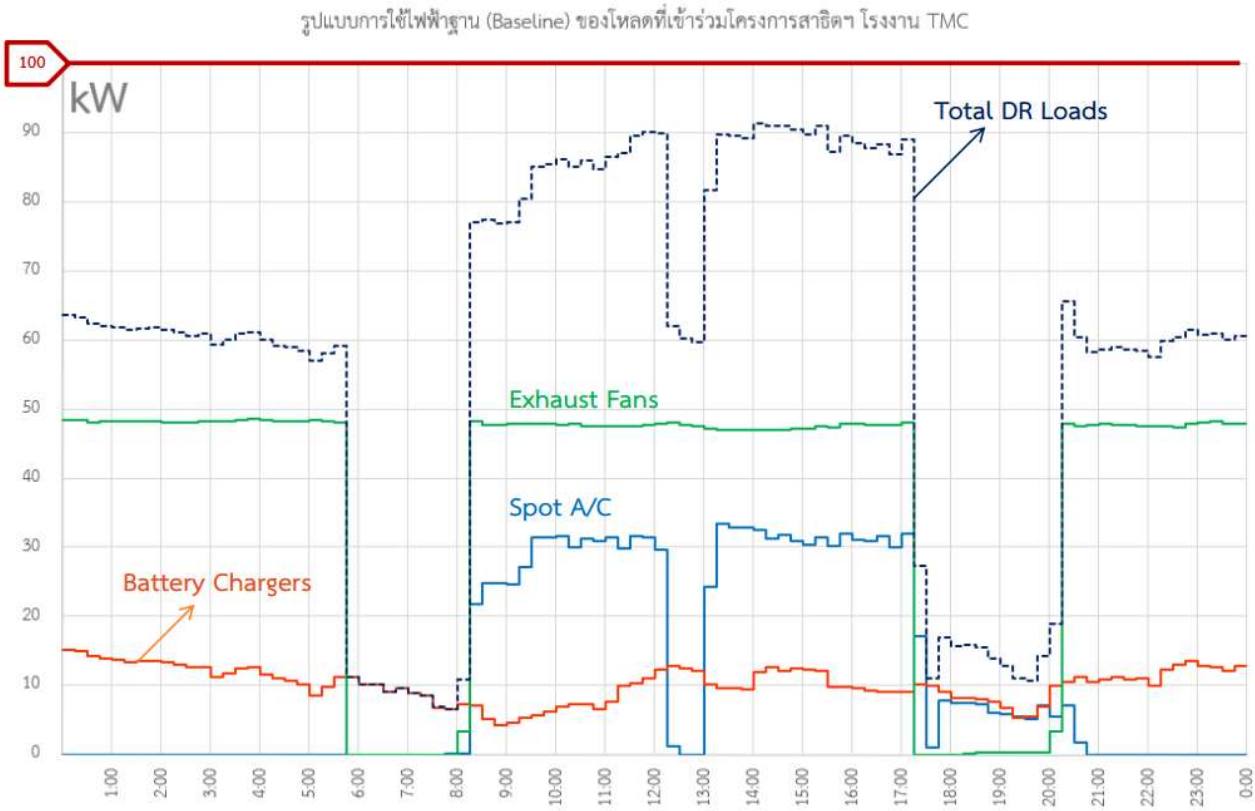
ในช่วงตั้งแต่ 0:00 น. จนถึง 5:00 น. มีการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ระดับสูงประมาณ 1,150 kW ในช่วงเวลา 5:00 น. จนถึงช่วง 8:00 น. เป็นช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าน้อยลง ในช่วง 8:00 น. จนถึง 17:00 น. เป็นช่วงที่มีการปฏิบัติงานในโรงงานอย่างเต็มที่ ดังนั้นจึงมีความต้องการไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างชัดเจน สำหรับในช่วง 10:00 น. ถึง 10:30 น. จะสามารถสังเกตได้ว่าค่าความต้องการไฟฟ้าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากมีการหยุดพักการปฏิบัติงานในช่วงเวลาดังกล่าว

โดยค่าความต้องการไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งและสูงสุดที่ค่าประมาณ 1,950 kW ณ เวลาประมาณ 10:45 น. ในช่วงระหว่าง 12:00 – 13:00 น. ความต้องการใช้ไฟฟ้าจะลดลงอีกครั้ง เนื่องจากเป็นช่วงพักรับประทานอาหารกลางวันของผู้ปฏิบัติงาน และในช่วงบ่ายจะมีค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่งที่เวลาประมาณ 15:30 น. และ 16:15 น. ที่ค่าประมาณ 1,900 kW และภายหลังช่วงปฏิบัติงานกะกลางวันเสร็จสิ้นลงที่เวลา 17:00 น. ค่าความต้องการไฟฟ้าของโรงงานจะลดลงต่ำลงจนอยู่ที่ค่าประมาณ 500 kW ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นสูงอีกครั้งหนึ่ง ณ เวลา 20:00 น.

จากรูปที่ 5-4 จะสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการ (DR Resource) นั้น มีปริมาณน้อยหากเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าของทั้งโรงงาน โดยการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource อยู่ที่ต่ำกว่า 100 kW ทั้งนี้ เนื่องจากว่าโหลดที่เข้าร่วมโครงการนั้นเป็นเพียงโหลดด้านสาธารณูปโภค (Utility Load) ได้แก่ ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System) ระบบระบายอากาศ (Ventilation System) และระบบชาร์จแบตเตอรี่เท่านั้น มิได้ครอบคลุมถึงโหลดสายการผลิตของโรงงานโดยตรงซึ่งเป็นโหลดไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่ รายละเอียดของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ แสดงไว้ในหัวข้อ 5-2.3.2 จนถึง 5-2.3.5

5-2.3.2 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด

โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ของโรงงาน TMC มีทั้งหมด 3 โหลด ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot Air Conditioning System: Spot A/C) ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Charger System) และระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust fans) รูปที่ 5-5 แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดดังกล่าว และตารางที่ 5-7 อธิบายลักษณะการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ทั้งหมดโดยละเอียด



รูปที่ 5-5 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐานของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) โรงงาน TMC

จากรูปที่ 5-5 สามารถสังเกตได้ว่าค่าความต้องการไฟฟ้าของ DR Resource มีรูปแบบคล้ายคลึงกับค่าความต้องการไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน โดยค่าความต้องการไฟฟ้าของ DR Resource จะเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลาก่อนเที่ยงวันและหลังเที่ยงวัน นอกจากนี้สามารถสังเกตได้อีกว่าโหลดที่มีขนาดใหญ่และมีผลมากที่สุดต่อ DR Resource คือโหลด Exhaust Fans

ตารางที่ 5-7 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource โรงงาน TMC

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. - 5:30 น.	ความต้องการไฟฟ้าคงที่ที่ประมาณ 60 - 65 kW	อุณหภูมิภายนอกลดลงต่ำในช่วงเวลากลางคืน อย่างไรก็ตาม การใช้ไฟฟ้ามิได้ลดลงจนเหลือศูนย์หรือใกล้เคียงศูนย์ ทั้งนี้ เนื่องจากในช่วงกลางคืนก็ยังมีการปฏิบัติงานตามปกติ ส่งผลให้ระบบปรับอากาศยังคงต้องทำงานอยู่

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
5:31 น. – 7:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงต่ำที่ประมาณ 10 kW	ช่วงที่ไม่ได้มีการปฏิบัติงานในโรงงาน
8:00 น. – 11:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 90 kW ณ เวลาประมาณ 12:00 น.	ช่วงที่มีการปฏิบัติงาน (กะกลางวันเช้า) ในโรงงาน อุณหภูมิภายนอกสูงขึ้นภายหลังจากที่พระอาทิตย์ขึ้น[3] ส่งผลให้ระบบปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้น
12:00 น. – 12:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 60 kW	ช่วงเวลาพักรับประทานอาหารกลางวัน
13:00 น. – 16:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีค่าการใช้ไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 90 kW ณ เวลาประมาณ 13:15 น.	การปฏิบัติงานในโรงงาน (กะกลางวันบ่าย) อุณหภูมิภายนอกยังคงสูงอยู่ในช่วงเวลากลางวัน
17:00 น. – 19:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือประมาณ 10 – 20 kW	ช่วงที่ไม่ได้มีการปฏิบัติงานในโรงงาน
20:00 น. – 23:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าคงที่ที่ประมาณ 60 kW ตลอดช่วงเวลา	ช่วงที่มีการปฏิบัติงาน (กะกลางคืน) อุณหภูมิในช่วงหัวค่ำและกลางคืนลดลงต่ำ

5-2.3.3 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบชาร์จแบตเตอรี่

ความต้องการไฟฟ้าของระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Chargers) ดังแสดงในรูปที่ 5-5 ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของ Battery Chargers ไม่มีรูปแบบการใช้งานที่ชัดเจน และไม่ได้มีความเชื่อมโยงที่ชัดเจนต่อความต้องการไฟฟ้าของ DR Resource

[3] ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2558 ดวงอาทิตย์ขึ้นเวลาประมาณ 6:10 – 6:20 น. (สมาคมดาราศาสตร์ไทย)

5-2.3.4 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบพัดลมระบายอากาศ

ความต้องการไฟฟ้าของระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) ดังแสดงในรูปที่ 5-5 ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของ Exhaust Fans ค่อนข้างจะสอดคล้องกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource โดยลักษณะความต้องการไฟฟ้าของ Exhaust Fans ได้ถูกอธิบายโดยละเอียดใน ตารางที่ 5-8

ตารางที่ 5-8 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Exhaust Fans โรงงาน TMC

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. - 6:00 น.	คงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 48 kW	โรงงานเปิดใช้งาน Exhaust Fans ในช่วงการปฏิบัติงานเวลากะกลางคืน
6:00 น. – 8:00 น.	ลดลงจนเหลือ 0 kW	โรงงานหยุดการทำงานของ Exhaust Fans
8:00 น. – 17:00 น.	คงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 48 kW	โรงงานเปิดใช้งาน Exhaust Fans ในช่วงการปฏิบัติงานเวลากะกลางวัน
17:00 น. – 20:00 น.	ลดลงจนเหลือ 0 kW	โรงงานหยุดการทำงานของ Exhaust Fans
20:00 น. – 23:59 น.	คงที่อยู่ที่ระดับประมาณ 48 kW	โรงงานเปิดใช้งาน Exhaust Fans ในช่วงการปฏิบัติงานเวลากะกลางคืน

5-2.3.5 รูปแบบการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด

ความต้องการไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot A/C) ดังแสดงในรูปที่ 5-5 ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าการใช้ไฟฟ้าของ Spot A/C จะอยู่ในช่วงระยะเวลากลางวันเป็นส่วนมาก เนื่องจากเป็นโหลดประเภทระบบปรับอากาศ จึงมีความจำเป็นในการใช้งานช่วงเวลากลางวันซึ่งมีอุณหภูมิ ค่อนข้างจะสอดคล้องกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource โดยลักษณะความต้องการไฟฟ้าของ Exhaust Fans ได้ถูกอธิบายโดยละเอียดใน ตารางที่ 5-9

ตารางที่ 5-9 อธิบายรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Spot A/C โรงงาน TMC

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
0:00 น. – 7:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเป็น 0	ไม่มีการเปิดระบบ Spot A/C ในช่วงเวลาดังกล่าว
8:00 น. – 11:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นสูง และมีค่าสูงสุดประมาณ 33 kW ณ ช่วงเวลา 9:30 น. – 12:00 น.	โรงงานมีการปฏิบัติงาน (กะกลางวันเช้า) อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันเพิ่มขึ้นสูง

ช่วงเวลา	ลักษณะความต้องการไฟฟ้า	หมายเหตุ
12:00 น. – 12:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือ 0	ช่วงพักรับประทานอาหารกลางวัน
13:00 น. – 16:59 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าคงที่ที่ประมาณ 30 – 35 kW ตลอดช่วงระยะเวลา	โรงงานมีการปฏิบัติงาน (กะกลางวันบ่าย) อุณหภูมิในช่วงกลางวันยังคงสูง
17:00 น. – 17:30 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงเหลือใกล้เคียง 0	ช่วงเปลี่ยนกะการทำงาน ไม่ได้มีการใช้งานระบบ Spot A/C
17:31 น. – 20:30 น.	ค่าความต้องการไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 7-8 kW	โรงงานมีการปฏิบัติงาน อุณหภูมิในช่วงเวลาเย็นและหัวค่ำลดลงต่ำกว่าช่วงกลางวัน

5-2.4 การหารือกับโรงงานเพื่อออกแบบ Demand Response

ภายหลังจากที่ปรึกษาได้ทราบข้อมูลและรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้ง 2 แห่ง ที่ปรึกษาฯ ได้เข้าหารือในรายละเอียดกับบุคลากรของโรงงานทั้ง 2 แห่งอีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาแนวทางการดำเนินการ Demand Response ร่วมกัน โดยให้เกิดผลต่อการปฏิบัติงานปกติของบุคลากรในโรงงานให้น้อยที่สุด

5-2.4.1 ผลสรุปการหารือกับโรงงาน KUMI

เนื่องจากโหลดที่โรงงาน KUMI เป็นโหลดประเภทระบบปรับอากาศเป็นส่วนมาก ดังนั้น โหลดที่สามารถทำการปรับเปลี่ยนหรือตัดการทำงานได้ก่อนจึงเป็นโหลด Exhaust Fan ซึ่งการปรับเปลี่ยนหรือตัดการทำงานดังกล่าวจะมีผลต่อผู้ปฏิบัติงานน้อยกว่าการดำเนินการใดๆ กับโหลดประเภทระบบปรับอากาศ โดยผลจากการหารือกับโรงงานได้ถูกแสดงในตารางที่ 5-10

ตารางที่ 5-10 โหลดที่เข้าร่วมโครงการของโรงงาน KUMI ลักษณะการใช้งาน และลำดับความสำคัญในการดำเนินการ Demand Response

โหลด	ลักษณะ	ความสำคัญ
Assembly A/C	โหลดประเภทระบบปรับอากาศ ผลจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานหรือตัดโหลดจะทำให้อุณหภูมิในบริเวณดังกล่าวสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากระบบนี้ติดตั้งในห้องประกอบชิ้นงานจึงอาจมีผลต่อ Productivity ของผู้ปฏิบัติงาน	1

โหลด	ลักษณะ	ความสำคัญ
Canteen A/C	โหลดประเภทระบบปรับอากาศ ผลจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานหรือตัดโหลดจะทำให้อุณหภูมิในบริเวณดังกล่าวสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้นๆ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ห้องอาหารไม่ได้เกี่ยวข้องกับสายการผลิตโดยตรง และบุคลากรของโรงงานที่ทำงานในพื้นที่ห้องอาหารมีน้อยกว่าบริเวณห้องประกอบชิ้นงาน	2
Exhaust Fans	โหลดประเภทระบบระบายอากาศ ผลจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานหรือการตัดโหลดจะทำให้ความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในบริเวณดังกล่าวน้อยลง เนื่องจากจะมีการระบายอากาศน้อยลง อย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาเปรียบเทียบกับโหลดอื่นๆ พบว่าความสะดวกสบายจากการตัดระบบระบายอากาศจะน้อยกว่าการตัดโหลดระบบปรับอากาศ	3

ดังนั้น สามารถวางกรอบแนวทางกว้างๆ ในการดำเนินการ Demand Response ในโรงงาน KUMI ได้ โดยจะจัดลำดับให้การดำเนินการ Demand Response เริ่มจาก Exhaust Fan ก่อนที่จะไปยัง Canteen A/C และ Assembly A/C ตามลำดับ

5-2.4.2 แนวทางการดำเนินการ Demand Response ในโรงงาน TMC

จากการเข้าไปหารือกับผู้จัดการโรงงาน TMC โดยพิจารณาตัวแปรที่สำคัญดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 5-2.1 สำหรับโรงงาน TMC นั้น มีประเภทของโหลดที่เข้าร่วมโครงการหลากหลายกว่าโรงงาน KUMI ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5-11

ตารางที่ 5-11 โหลดที่เข้าร่วมโครงการของโรงงาน TMC ลักษณะการใช้งาน และลำดับความสำคัญในการดำเนินการ Demand Response

โหลด	ลักษณะ	ความสำคัญ
Spot A/C	โหลดประเภทระบบปรับอากาศซึ่งอยู่บริเวณสายการผลิตโดยตรง (ห้องพ่นสี: Painting Room) ผลจากการปรับเปลี่ยนการใช้งานหรือตัดโหลดจะทำให้ความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานลดลง ซึ่งอาจทำให้ Productivity ของการปฏิบัติงานลดลง	1
Battery Charger	โหลดประเภทระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage) ซึ่งไม่ได้มีรูปแบบเวลาการใช้งานที่ชัดเจน ผลจากการตัดโหลดอาจจะมีผลโดยตรงกับการปฏิบัติงานของระบบรถยก (Forklift)	2

Exhaust Fans	โหลดประเภทระบบระบายอากาศ ผลจากการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานหรือการตัดโหลดจะทำให้ความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในบริเวณดังกล่าวน้อยลง เนื่องจากจะมีการระบายอากาศน้อยลง อย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาเปรียบเทียบกับโหลดอื่นๆ พบว่าความสะดวกสบายจากการตัดระบบระบายอากาศจะน้อยกว่าการตัดโหลดระบบปรับอากาศ	3

5-2.5 การดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ DR Event

วัตถุประสงค์หลักของการดำเนินการ DR Event คือสำหรับกรณีฉุกเฉิน เช่น กรณีโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ต้องปิดซ่อมบำรุง ทำให้ไม่สามารถจ่ายไฟได้เพียงพอในช่วง Peak เป็นต้น ลักษณะของมาตรการตอบสนองแบบฉุกเฉิน คือ ผู้ดูแลระบบไฟฟ้าจะมีกลไกราคาผลตอบแทนแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าที่เข้าร่วมโครงการ และยินยอมลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาฉุกเฉินตามที่ผู้ดูแลระบบร้องขอ มาตรการตอบสนองแบบฉุกเฉินมีทั้งแบบบังคับและแบบสมัครใจ โดยผู้ใช้ไฟฟ้าที่เข้าร่วมโครงการจะได้รับค่าตอบแทนตามปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ลดได้จริง โดยผู้ใช้ไฟฟ้าที่เข้าร่วมโครงการแบบบังคับจะได้รับค่าตอบแทนที่สูงกว่าผู้ใช้ไฟฟ้าที่เข้าร่วมแบบสมัครใจ

ตัวอย่าง DR Event แบบฉุกเฉิน (Emergency) ในต่างประเทศ

PJM Emergency Demand Response Program ประเทศสหรัฐอเมริกา จะมีการลงทะเบียนของผู้ใช้ไฟฟ้าที่สนใจเข้าร่วมลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงฉุกเฉิน โหลดไฟฟ้าที่ลดลงขั้นต่ำคือ 100 kW ซึ่งทาง PJM จะมีการแจ้งล่วงหน้าอย่างน้อย 2 ชั่วโมง โดยจะให้ผลตอบแทนตามที่ได้ทำสัญญาไว้ โดยมี 2 รูปแบบ คือ Energy-only (แบบสมัครใจ ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าอาจลดการใช้ไฟฟ้าได้น้อยกว่า/มากกว่าเกณฑ์สูงสุดที่ตกลงไว้ โดยจะได้รับผลตอบแทนเป็นสัดส่วนต่อปริมาณไฟฟ้าที่ลดได้) และ Full Emergency (แบบบังคับ ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าที่ลงทะเบียนประเภทนี้จะได้รับเงินเพิ่ม (Capacity Credit) จึงจำเป็นต้องลดปริมาณไฟฟ้าให้ได้ตามที่ตกลงไว้)

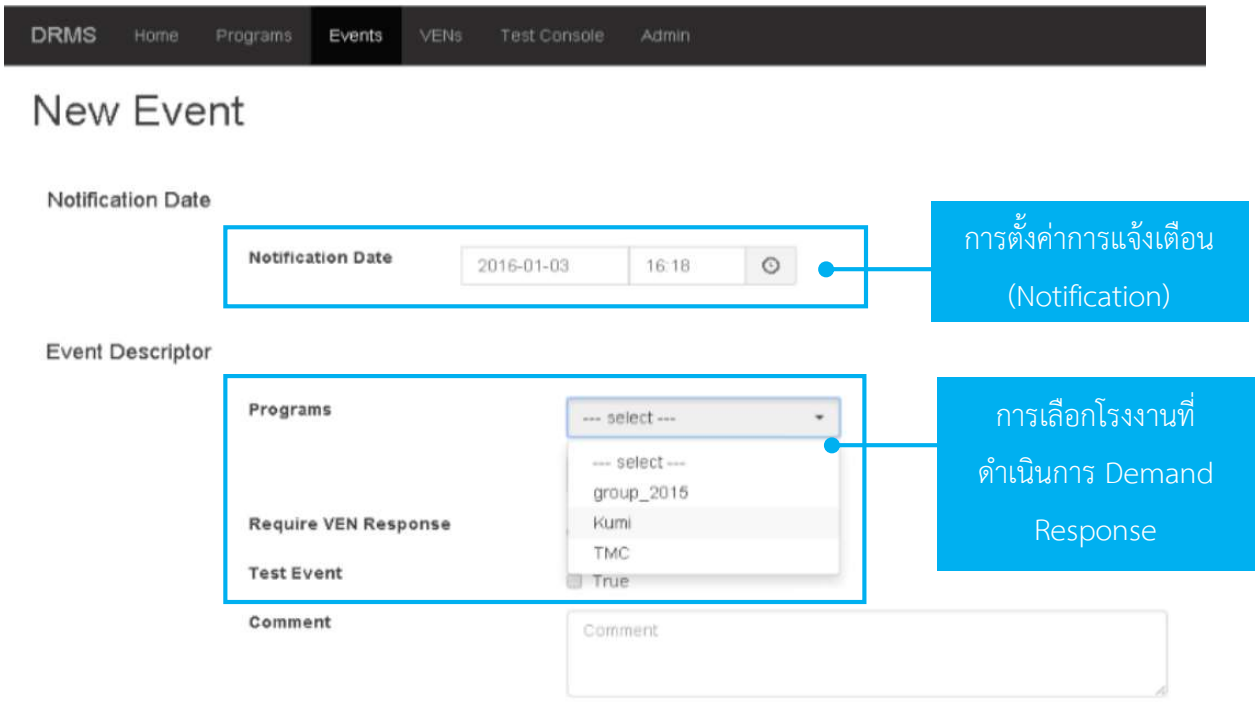
โดยสัญญาณที่จะถูกส่งจากผู้ดูแลระบบไฟฟ้าไปยังโรงงานที่เข้าร่วมโครงการได้แก่ (1) ค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการเรียก (Requested kW) (2) เวลาในการดำเนินการ DR Event ซึ่งจะประกอบไปด้วย เวลาที่เริ่มดำเนินการ ระยะเวลาในการดำเนินการ และเวลาที่สิ้นสุดการดำเนินการ และ (3) การแจ้งเตือน ซึ่งสามารถดำเนินการผ่านระบบอีเมลหรือ SMS ได้ (สำหรับในโครงการสาธิตฯ นั้นจะมีการแจ้งเตือนผ่านทางอีเมลเท่านั้น)

หลังจากที่โรงงานได้รับการแจ้งเตือนและทราบรายละเอียดของ DR Event แล้ว โรงงานจะต้องดำเนินการปรับเปลี่ยนหรือลดการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ตามลำดับความสำคัญ (Load Priority) ที่ได้ถูกตั้งไว้ล่วงหน้าและผ่านอัลกอริธึม (Algorithm) สำหรับการตัดโหลดของโรงงาน

5-2.5.1 รูปแบบการดำเนินการ การสั่งการ DR Event

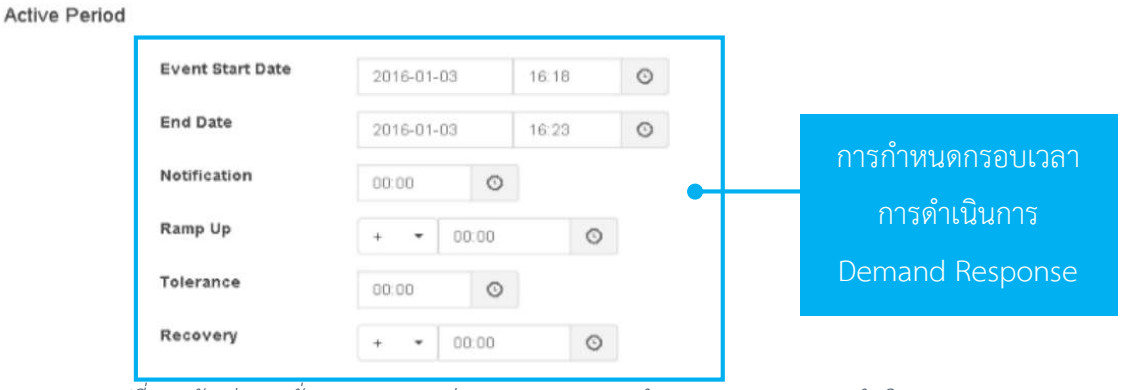
ในลำดับแรก จะมีการจำลองการสั่งการจากส่วนกลาง (เช่น จากการไฟฟ้า หรือผู้รวบรวมโหลด) ผ่านทางระบบบริหารจัดการการดำเนินการ Demand Response (Demand Response Management System: DRMS) ซึ่งผู้ดำเนินการจะสร้าง DR Event ขึ้นมาในระบบดังแสดงในรูปที่ 5-6 จนถึงรูปที่ 5-9

รูปที่ 5-6 แสดงการเลือกโรงงานเพื่อดำเนินการ Demand Response ในแต่ละครั้ง ซึ่งภายใต้โครงการสาธิตฯ ประกอบด้วยโรงงานเพียง 2 แห่ง ได้แก่ KUMI และ TMC ดังแสดงในรูป นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าการแจ้งเตือน (Notification) กล่าวคือกำหนดเวลาที่จะส่งการแจ้งเตือนไปยังโรงงานที่มีเข้าร่วมการดำเนินการ Demand Response ในครั้งนั้นด้วย

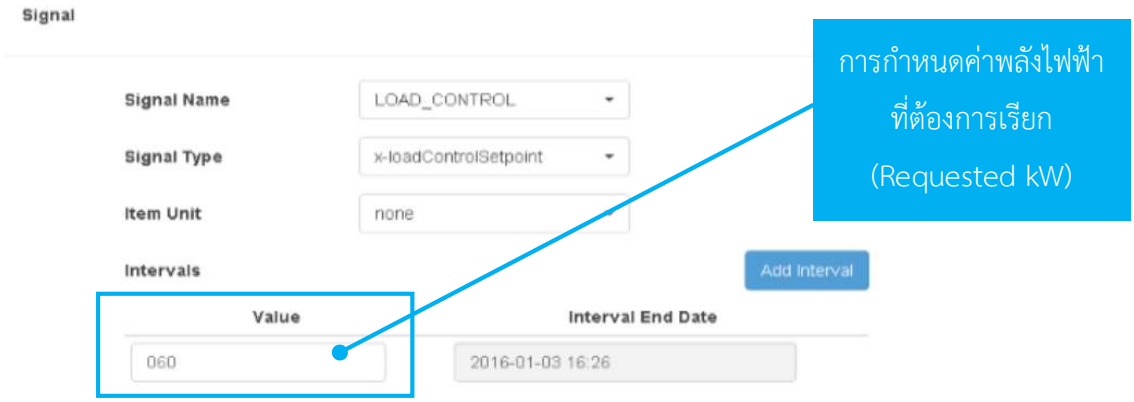


รูปที่ 5-6 ตัวอย่างการสั่งการ DR Event ผ่านระบบ DRMS (การสร้าง Notification และการเลือกโปรแกรม)

รูปที่ 5-7 แสดงการตั้งกำหนดการการดำเนินการ Demand Response เช่น เวลาเริ่มดำเนินการ เวลาสิ้นสุด เป็นต้น สำหรับรูปแบบการดำเนินการ Demand Response แบบ DR Event นั้น จะต้องมีการสื่อสารค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการเรียก (Requested kW) ไปยังโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ ซึ่งการกำหนดค่านี้ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 5-8 (ในตัวอย่างนี้แสดงการกำหนดค่า 60 kW)



รูปที่ 5-7 ตัวอย่างการสั่งการ DR Event ผ่านระบบ DRMS (การกำหนดกรอบเวลาของการดำเนินการ)



รูปที่ 5-8 ตัวอย่างการสั่งการ DR Event ผ่านระบบ DRMS (การกำหนดค่าให้กับสัญญาณ DR Event)

ภายหลังจากที่ได้สร้าง Event ขึ้นเป็นที่เรียบร้อย ระบบ DRMS จะส่งการแจ้งเตือนในรูปแบบอีเมลหรือ SMS ไปยังโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ สำหรับในโครงการสาธิตฯ นี้ได้เลือกระบบการแจ้งเตือนผ่านทางอีเมลซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5-9 โดยในอีเมลแจ้งเตือนนั้นจะระบุเวลาที่เริ่มดำเนินการ Demand Response ค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการเรียก เป็นต้น

From: EPPO-ADR [mailto:info.wadethai@gmail.com]
Sent: Monday, December 28, 2015 3:47 PM
To: Pichai Ammatasubsiri <pammatasubsiri@ra.rockwell.com>
Subject: [DR] There's a DR Event.

!!DR Ready!! (R-DR)
Start : 17:00 / Duration : 1h / Contract : 0.04M
> 17:00 ~ 18:00h / CBL: 1.3M / Target Usage: 1.3M
Current : 0.00M

รูปที่ 5-9 ตัวอย่างอีเมลแจ้งเตือนการดำเนินการ DR Event

5-2.5.2 การจัดเรียงลำดับความสำคัญของโหลด โรงงาน KUMI

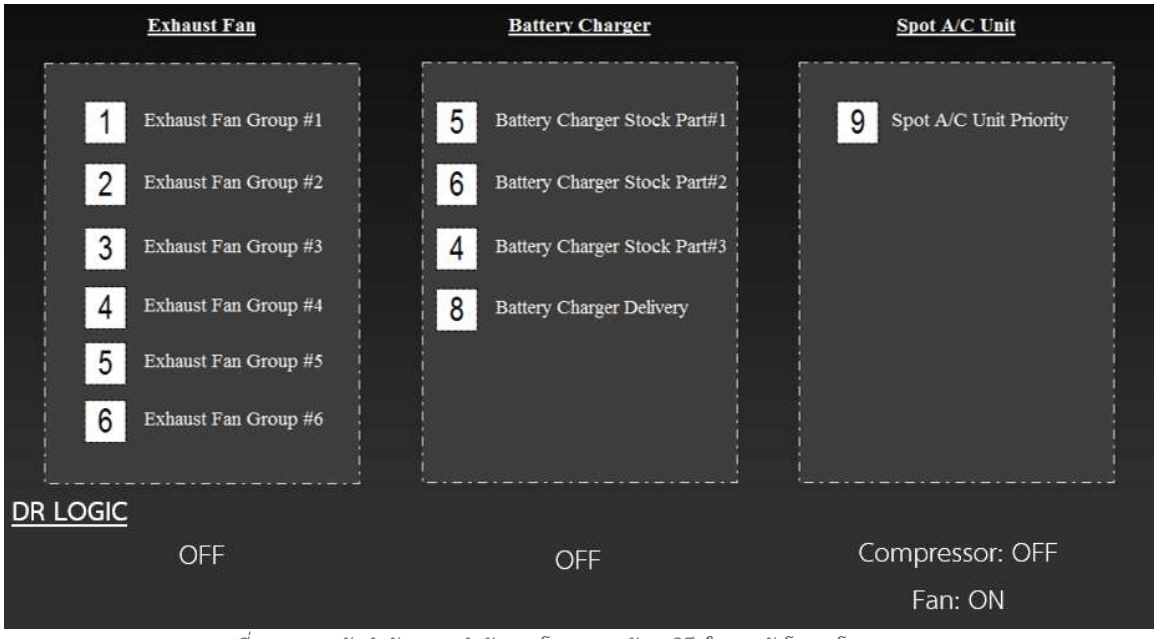
รูปที่ 5-10 แสดงการจัดลำดับความสำคัญของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (Load Prioritization) ในโรงงาน KUMI โดยหมายเลขที่มีลำดับต่ำสุด (1) จะถูกตัดก่อน แล้วจึงไล่ไปตามเลขลำดับที่สูงขึ้นต่อๆ ไปดังตัวอย่างในรูปที่ 5-10 ลำดับที่สูงที่สุดคือ (7) โดยอัลกอริธึมในการดำเนินการ DR Event ของทุกโหลดที่เข้าร่วมโครงการในโรงงาน KUMI คือการตัดโหลด 100% (Off)



รูปที่ 5-10 การจัดลำดับความสำคัญของโหลดและอัลกอริธึมในการตัดโหลด โรงงาน KUMI

5-2.5.3 การจัดเรียงลำดับความสำคัญของโหลด โรงงาน TMC

รูปที่ 5-11 แสดงการจัดลำดับความสำคัญของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ในโรงงาน TMC โดยหมายเลขที่มีลำดับต่ำสุดจะถูกตัดก่อน แล้วจึงไล่ไปตามเลขลำดับที่สูงขึ้นต่อๆ ไป โดยอัลกอริธึมในการดำเนินการ DR Event ของโหลด Exhaust Fans และ Battery Charger คือการตัดโหลด 100% (Off) อย่างไรก็ตาม สำหรับโหลด Spot A/C จะเป็นการดำเนินการตัดโหลดอุปกรณ์คอมเพรสเซอร์ (Compressor) แต่จะยังคงอนุญาตให้พัดลมเป่าอากาศเย็น (Fan) ทำงานได้อยู่ ทั้งนี้เพื่อให้ความเย็นที่ยังคงเหลืออยู่ในระบบภายหลังจากการปิดคอมเพรสเซอร์ยังคงสามารถถูกพัดพาไปยังผู้ปฏิบัติงานได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง



รูปที่ 5-11 การจัดลำดับความสำคัญของโหลดและอัลอกริธึมในการตัดโหลด โรงงาน TMC

5-2.6 การดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ Dynamic Pricing

วัตถุประสงค์หลักของการดำเนินการ Dynamic Pricing คือ เพื่อปรับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าให้ตอบสนองต่อกลไกราคาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา โดยจะกำหนดราคาค่าไฟฟ้าให้มีราคาสูงในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง หรือช่วงที่มีความเสี่ยงต่อที่จะเกิดเหตุการณ์ผิดปกติในระบบไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าลดการใช้ไฟฟ้า หรือหลีกเลี่ยงไปใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาอื่นที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำ

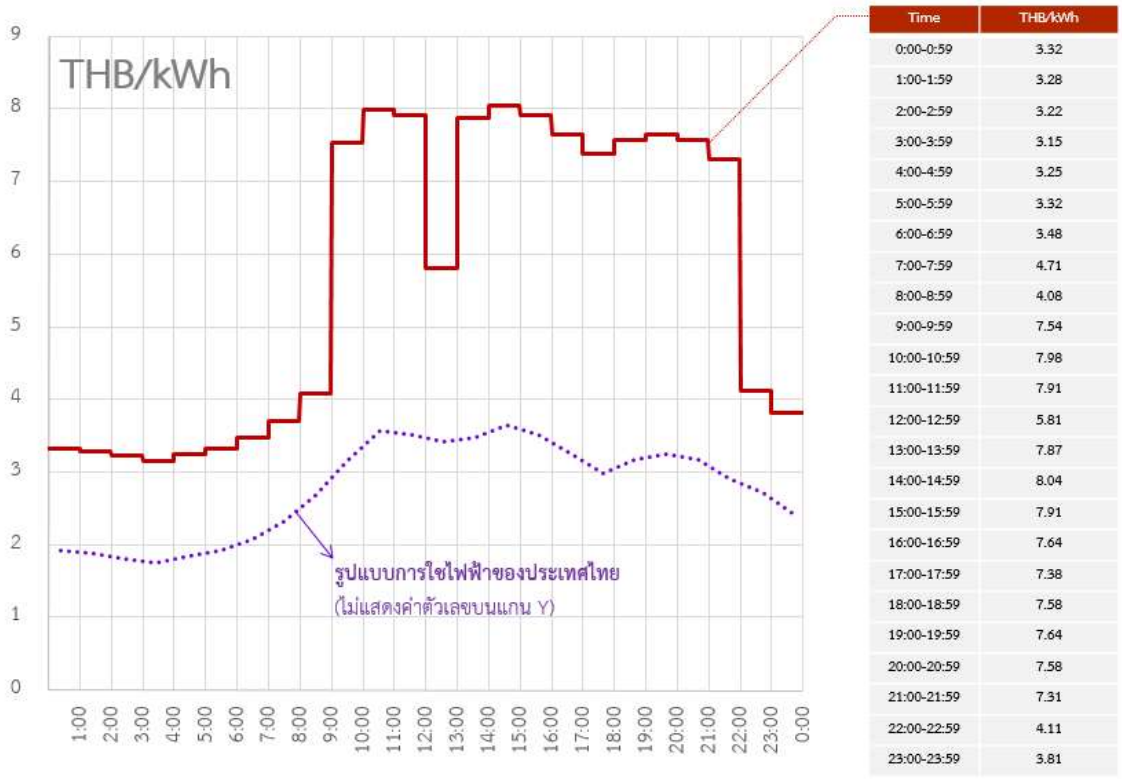
สำหรับการดำเนินการ Dynamic Pricing จะมีการสร้างสัญญาณราคา (Price Signal) และส่งล่วงหน้าไปยังโรงงานหรือผู้ที่เข้าร่วมโครงการ โดยสัญญาณราคาสามารถมีความละเอียดเชิงเวลาที่แตกต่างกัน (เช่น ในระดับชั่วโมงหรือละเอียดกว่านั้น เป็นต้น) สำหรับโครงการสาธิตฯ ได้มีการใช้สัญญาณราคาจำนวน 24 ค่า สำหรับ 24 ชั่วโมงของแต่ละวัน

เมื่อโรงงานได้รับสัญญาณราคาแล้ว จะนำรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐานของตนเองวิเคราะห์เทียบกับราคาค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงและดำเนินการตอบสนองโดยการปรับโหลดผ่านอัลกอริธึม (Algorithm) ของโรงงานนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อให้ในภาพรวมมีรูปแบบการใช้ไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดค่าไฟฟ้าต่ำที่สุดในวันนั้นๆ

5-2.6.1 สัญญาณราคาที่ใช้ในโครงการสาธิต

เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีกลไกราคาที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลานอกเหนือจากระบบการคิดค่าไฟแบบ Time-of-Day (TOD) หรือ Time-of-Use (TOU) ซึ่งมีราคาค่าไฟที่แตกต่างกันสำหรับช่วง Peak และ Off-peak เท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถเห็นผลการดำเนินการ Dynamic Pricing ได้ชัดเจนมากขึ้น ที่ปรึกษาฯ จึงได้จำลองโครงสร้างราคาค่าไฟฟ้าที่มีการแปรผันรายชั่วโมงขึ้นมา

โดยหลักการที่นำมาสร้างโครงสร้างค่าไฟจำลองดังกล่าวได้พิจารณาจากรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของประเทศ โดยกำหนดให้ช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงมีค่าไฟฟ้าราคาสูง และกำหนดให้ช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าต่ำมีค่าไฟฟ้าราคาต่ำ รูปที่ 5-12 แสดงค่าไฟฟ้าจำลองที่ใช้ในโครงการสาธิตฯ ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ว่าลักษณะของค่าไฟฟ้าจำลอง (เส้นทึบ) เป็นไปในทำนองเดียวกันกับกราฟแสดงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาต่างๆ ของประเทศ (เส้นประ)



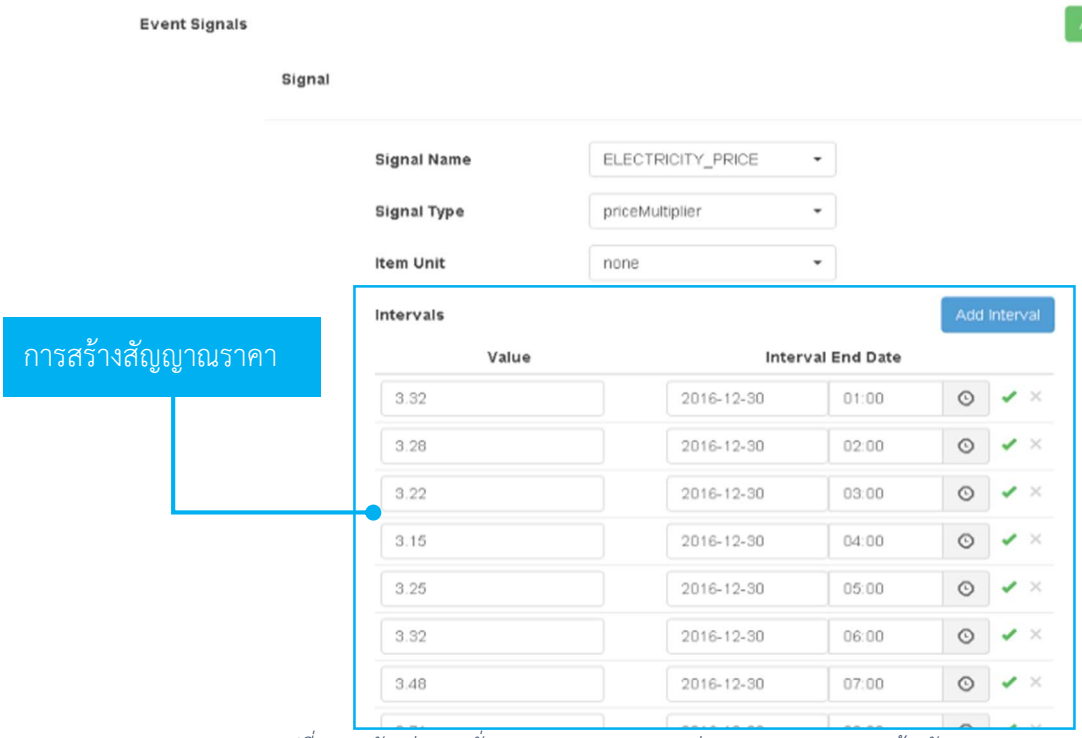
Time	THB/kWh
0:00-0:59	3.32
1:00-1:59	3.28
2:00-2:59	3.22
3:00-3:59	3.15
4:00-4:59	3.25
5:00-5:59	3.32
6:00-6:59	3.48
7:00-7:59	4.71
8:00-8:59	4.08
9:00-9:59	7.54
10:00-10:59	7.98
11:00-11:59	7.91
12:00-12:59	5.81
13:00-13:59	7.87
14:00-14:59	8.04
15:00-15:59	7.91
16:00-16:59	7.64
17:00-17:59	7.38
18:00-18:59	7.58
19:00-19:59	7.64
20:00-20:59	7.58
21:00-21:59	7.31
22:00-22:59	4.11
23:00-23:59	3.81

รูปที่ 5-12 การจำลองค่าไฟฟ้าที่มีการแปรผันรายชั่วโมง สำหรับการทดสอบ Dynamic Pricing ในโครงการสาธิตฯ

5-2.6.2 รูปแบบการดำเนินการ การสั่งการ Dynamic Pricing

ในขั้นตอนแรก จะมีการจำลองการสั่งการ Dynamic Pricing ผ่านทางระบบบริหารจัดการ Demand Response (Demand Response Management System: DRMS) โดย จะมีการสร้าง Event ขึ้นมาในระบบ DRMS ซึ่งในกระบวนการนี้จะเหมือนกันกับการสร้าง Event สำหรับการดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ DR Event (ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-6 และรูปที่ 5-7)

สำหรับการดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ Dynamic Pricing นั้น จะต้องมีการส่งค่าสัญญาณราคา (Price Signal) ไปยังโรงงานที่เข้าร่วมโครงการล่วงหน้า ดังแสดงในรูปที่ 5-13



รูปที่ 5-13 ตัวอย่างการสั่งการ Dynamic Pricing ผ่านระบบ DRMS (การสร้างสัญญาณราคา)

สำหรับในโครงการสาธิตฯ นั้นภายหลังจากที่โรงงานได้รับสัญญาณราคาจะมีการนำสัญญาณดังกล่าวไปเก็บไว้ในระบบ PLC ของโรงงาน (ดังแสดงใน รูปที่ 5-14) จากนั้นจึงนำรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Baseline) มาคำนวณค่าไฟฟ้าที่คาดว่าจะต้องจ่ายในกรณีที่ไม่ได้มีการดำเนินการ Demand Response หลังจากนั้นจึงใช้อัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้นมาในแต่ละโรงงานมาปรับการใช้งานของโหลดแต่ละตัวที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

Electricity Price

	Today	Day -1	Day -2	Day -3	Day -4	Day -5	Day -6
0:00 - 0:59	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
1:00 - 1:59	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
2:00 - 2:59	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22
3:00 - 3:59	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
4:00 - 4:59	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
5:00 - 5:59	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
6:00 - 6:59	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48
7:00 - 7:59	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
8:00 - 8:59	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08
9:00 - 9:59	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54
10:00 - 10:59	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98
11:00 - 11:59	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
12:00 - 12:59	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81
13:00 - 13:59	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87
14:00 - 14:59	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04
15:00 - 15:59	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
16:00 - 16:59	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
17:00 - 17:59	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38
18:00 - 18:59	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
19:00 - 19:59	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
20:00 - 20:59	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
21:00 - 21:59	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31
22:00 - 22:59	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
23:00 - 23:59	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81

รูปที่ 5-14 การนำค่าสัญญาณราคาที่ได้รับมาเก็บไว้ในระบบ PLC ของโรงงาน

5-2.6.3 วิธีการกำหนด DR Logic ของโรงงาน KUMI

รูปที่ 5-15 แสดงการกำหนด DR Logic สำหรับการดำเนินการ Dynamic Pricing ที่โรงงาน KUMI สำหรับโหลด Exhaust Fans จะถูกสั่งปิดการทำงานรายกลุ่ม โดยในโรงงาน KUMI ได้มีการแบ่งกลุ่มของโหลด Exhaust Fans ออกเป็น 4 กลุ่ม จึงได้มีการตั้งระดับการปิดออกเป็น 50% (เหลือ Exhaust Fans ทำงานอยู่ 50% หรือ 2 กลุ่ม) 75% (เหลือ Exhaust Fans ทำงานอยู่ 25% หรือ 1 กลุ่ม) และ 100% (ปิดการทำงานของ Exhaust Fans ทั้งหมดทุกกลุ่ม)

สำหรับโหลด Canteen A/C และ Assembly A/C จะใช้การปรับอุณหภูมิเป็นหลัก โดยจะมีการปรับ Setpoint อุณหภูมิขึ้น 2 องศา (ในช่วงที่ค่าไฟฟ้าราคาสูง) และมีการปรับ Setpoint อุณหภูมิลง 2 องศา (ในช่วงที่ค่าไฟฟ้าราคาต่ำ)

	Exhaust Fans	Canteen A/C	Assembly A/C (Left)	Assembly A/C (Right)
DR LOGIC				
	OFF (50%/75%/100%)	ADJUST Temp. Setpoint (+/- 2 deg. C)	ADJUST Temp. Setpoint (+/- 2 deg. C)	ADJUST Temp. Setpoint (+/- 2 deg. C)

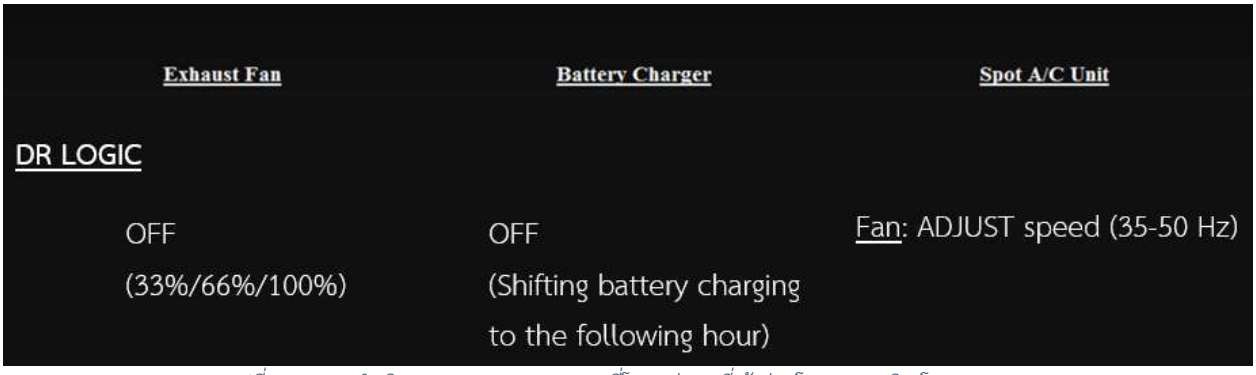
รูปที่ 5-15 การดำเนินการ Dynamic Pricing ที่โหลดต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการสาธิต โรงงาน KUMI

5-2.6.4 วิธีการกำหนด DR Logic ของโรงงาน TMC

รูปที่ 5-16 แสดงการกำหนด DR Logic สำหรับการดำเนินการ Dynamic Pricing ที่โรงงาน TMC โดยสำหรับโหลด Exhaust Fans นั้นจะถูกสั่งปิดการทำงานรายกลุ่ม โดยในโรงงาน TMC ได้มีการแบ่งกลุ่มของโหลด Exhaust Fans ออกเป็น 6 กลุ่ม จึงได้มีการตั้งระดับการปิดออกเป็น 33% (เหลือ Exhaust Fans ทำงานอยู่ 66% หรือ 4 กลุ่ม) 66% (เหลือ Exhaust Fans ทำงานอยู่ 33% หรือ 2 กลุ่ม) และ 100% (ปิดการทำงานของ Exhaust Fans ทั้งหมดทุกกลุ่ม)

สำหรับโหลด Battery Chargers นั้นจะมีการปิดการใช้งานในช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาสูง ซึ่งจะส่งผลให้การชาร์จแบตเตอรี่ในช่วงหลังจากนั้นมีค่าสูงขึ้นกว่าปกติ นั่นคือ สำหรับโหลด Battery Chargers การตอบสนองต่อ Dynamic Pricing จะเป็นไปในลักษณะการเลื่อนหรือปรับเวลาการทำงาน มีบางช่วงที่จะมีการใช้ไฟฟ้าน้อยลงกว่าปกติแต่จะส่งผลให้บางช่วงมีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นกว่าปกติ

สำหรับโหลด Spot A/C จะใช้การปรับความเร็วของพัดลมเป่าอากาศเย็นเป็นหลัก (ผ่านอุปกรณ์ Variable Speed Drive: VSD) โดยจะมีการลดความเร็วรอบของมอเตอร์จากค่าปกติ 50 Hz ลงเหลือต่ำสุด 35 Hz ตามระดับของค่าไฟฟ้า ณ ขณะนั้น ซึ่งค่า 35 Hz นั้นได้มาจากการสังเกตหน้างานในช่วงของการทดสอบระบบ โดยหากลดความเร็วของมอเตอร์พัดลมลงต่ำกว่า 35 Hz ผู้ปฏิบัติงานจะเริ่มไม่รู้สึกว่าได้รับลมเย็นที่ปลายท่อระบบปรับอากาศ อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินการ Dynamic Pricing นั้นจะไม่ได้มีการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 5-16 การดำเนินการ Dynamic Pricing ที่โหลดต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการสาธิต โรงงาน TMC

5-3 ขั้นการติดตามและวิเคราะห์ผล

ภายหลังจากการดำเนินการ Demand Response ในทั้ง 2 รูปแบบ (DR Event และ Dynamic Pricing) ที่ปรึกษาโครงการฯ ได้เปรียบเทียบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าในวันที่ดำเนินการ Demand Response กับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Baseline) ของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด และแต่ละโหลดแยกกัน ซึ่งผลการทดสอบการดำเนินการ Demand Response มีดังต่อไปนี้

5-3.1 ผลการดำเนินการทดสอบ DR Event

5-3.1.1 โรงงาน KUMI

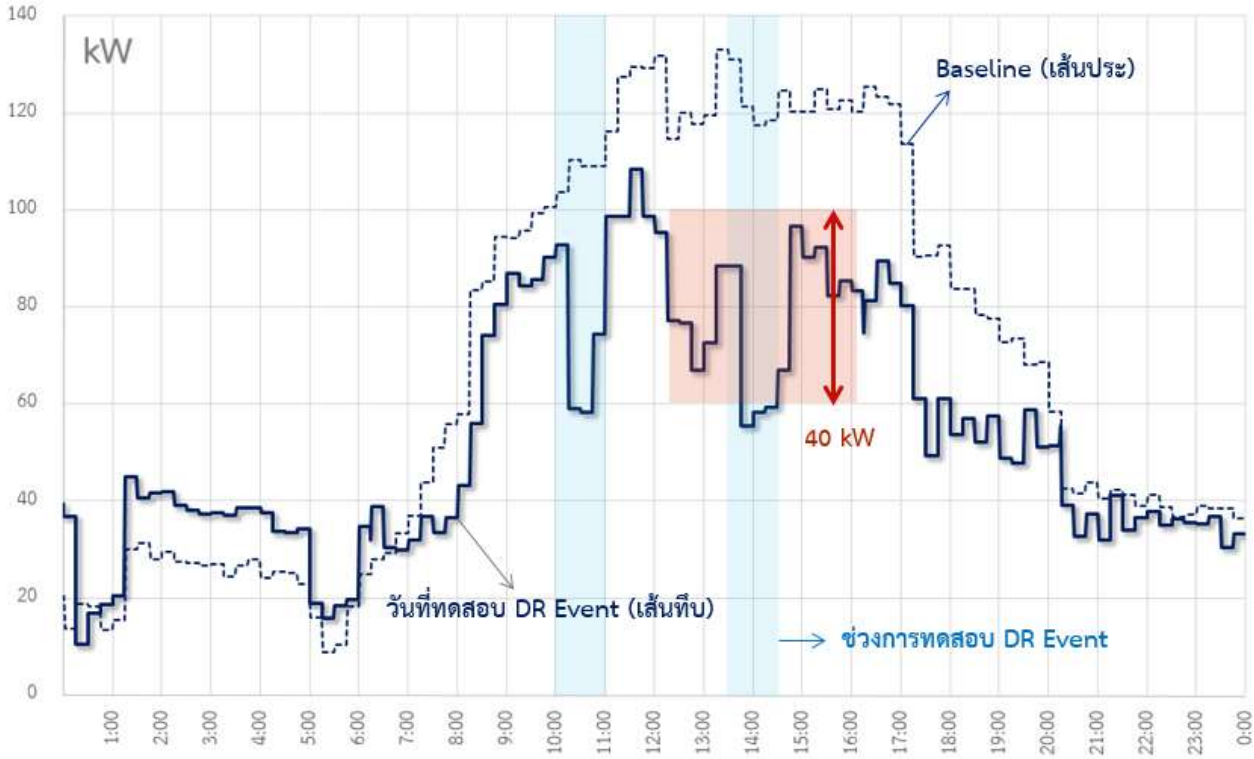
การทดสอบ DR Event ที่โรงงาน KUMI ได้ดำเนินการในวันที่ 22 ธันวาคม 2558 โดยได้มีการเตรียมการทดสอบในช่วงเวลา 10:00 น. – 11:00 น. เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีการเรียกการตัดโหลดที่ 40 kW และได้มีการทดสอบจริงในช่วงเวลา 13:30 น. – 14:30 น. เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีการเรียกตัดโหลดที่ 40 kW ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าปริมาณการเรียก DR Event เป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของ DR Resource ทั้งหมด

ผลที่ได้จากการทดสอบ DR Event มีดังต่อไปนี้

<u>การวิเคราะห์โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด</u>

รูปที่ 5-17 แสดงการรูปแบบการใช้ไฟฟ้ารวมของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ของโรงงาน KUMI ซึ่งได้แก่ ผลรวมค่าความต้องการไฟฟ้า (Real Power Demand) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที ของ ระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly A/C) ระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน (Canteen A/C) และระบบ

พัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) โดยรูปที่ 5-17 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ฐาน (Baseline, เส้นประ) กับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ในวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event (เส้นทึบ)



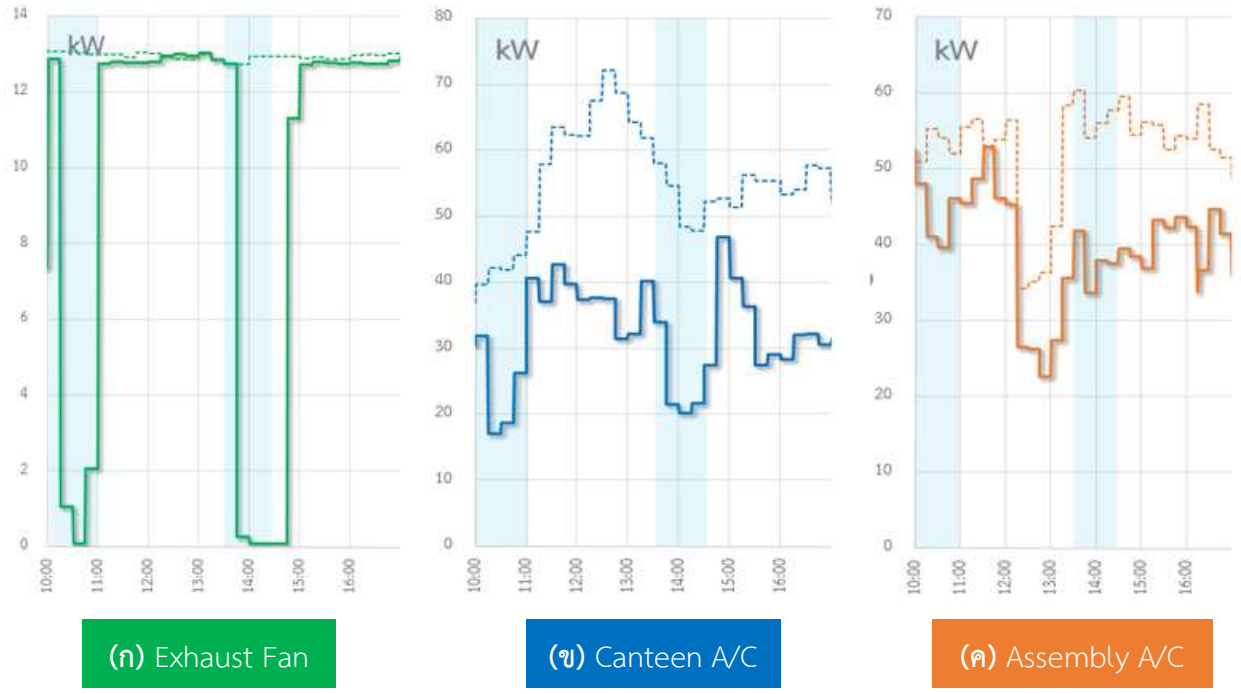
รูปที่ 5-17 เปรียบเทียบการดำเนินการ DR Event โรงงาน KUMI - โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ทั้งหมดรวมกัน

จากรูปที่ 5-17 สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงเวลาที่ดำเนินการทดสอบ DR Event (แถบสีฟ้าอ่อน) ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงเวลา 13:30 น. ถึง 14:30 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ดำเนินการทดสอบจริง โดยค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 40 kW ซึ่งใกล้เคียงกับค่าพลังไฟฟ้าที่เรียก (Requested kW) จากการทำ DR Event

ทั้งนี้ ค่า 40 kW ที่ระบุอยู่ในแผนภูมิไม่ได้เป็นการเปรียบโดยตรงกับเส้น Baseline โดยจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบเส้น Baseline กับเส้นวันที่ทดสอบ DR Event นั้นจะสามารถสังเกตได้ว่าค่าความต้องการไฟฟ้าในวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event อยู่ต่ำกว่าค่า Baseline โดยรวม ซึ่งจากการที่อุณหภูมิภายนอกในวันที่ทดสอบ DR Event นั้นต่ำกว่าในช่วงเวลาที่ดำเนินการเก็บค่าข้อมูลฐานเพื่อสร้าง Baseline ทำให้ค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ทั้งหมดลดต่ำลง ดังนั้นที่ปรึกษาจึงเปรียบเทียบแนวโน้มของเส้นวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event เทียบกับค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าจริงที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่ดำเนินการทดสอบ ซึ่งมีค่าประมาณ 40 kW

การวิเคราะห์โหลดแยก

รูปที่ 5-18 แสดงการรูปแบบการใช้ไฟฟ้าแยกแต่ละโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ของโรงงาน KUMI โดยได้แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Baseline, เส้นประ) ของแต่ละโหลดเทียบกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดนั้นๆ ในวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event (เส้นทึบ) โดยค่าที่ได้นำมาแสดงในแผนภูมินั้นคือค่า Real Power Demand ซึ่งเป็นค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที



รูปที่ 5-18 เปรียบเทียบการดำเนินการ DR Event โรงงาน KUMI - โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ แยกรายโหลด
หมายเหตุ: เส้นประแสดงถึง Baseline เส้นทึบแสดงถึง วันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event แถบสีฟ้าแสดงช่วงเวลาทดสอบ DR Event

ในรูปที่ 5-18 (ก) แสดงผลของการดำเนินการ DR Event ที่โหลด Exhaust Fans ซึ่งเป็นโหลดที่ถูกจัดให้อยู่ในลำดับแรกสุดในการดำเนินการ DR Event สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงดำเนินการทดสอบ DR Event ณ เวลา 13:30 – 14:40 น. ได้มีการดำเนินการตัดโหลด Exhaust Fans ทั้งหมด ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 13 kW

ในรูปที่ 5-18 (ข) แสดงผลของการดำเนินการ DR Event ที่โหลด Canteen A/C ซึ่งเป็นโหลดที่ถูกจัดให้อยู่ในลำดับกลางในการดำเนินการ DR Event สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงดำเนินการทดสอบ DR Event ณ เวลา 13:30 – 14:40 น. ได้มีการดำเนินการตัดโหลด Canteen A/C ทั้งหมด ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 20 kW

ในรูปที่ 5-18 (ค) แสดงผลของการดำเนินการ DR Event ที่โหลด Assembly A/C ซึ่งเป็นโหลดที่ถูกจัดให้อยู่ในลำดับสุดท้ายในการดำเนินการ DR Event สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงดำเนินการทดสอบ DR Event ณ เวลา 13:30 – 14:40 น. ได้มีการดำเนินการตัดโหลด Assembly A/C ทั้งหมด ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 7 kW

ทั้งนี้ ค่าความต้องการไฟฟ้าที่ลดลงของโหลด Canteen A/C (20 kW) และของโหลด Assembly A/C (7 kW) ไม่ได้เป็นการเปรียบโดยตรงระหว่างเส้นค่าความต้องการไฟฟ้าในวันที่ดำเนินการ DR Event (เส้นทึบ) กับเส้น Baseline (เส้นประ) โดยจากการวิเคราะห์ในภาพรวมสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าค่าความต้องการไฟฟ้าในวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event อยู่ต่ำกว่าค่า Baseline ซึ่งเป็นผลมาจากการที่อุณหภูมิภายนอกในวันที่ทดสอบ DR Event นั้นต่ำกว่าในช่วงเวลาที่ดำเนินการเก็บค่าข้อมูลฐานเพื่อสร้างเส้น Baseline ทำให้ค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ทั้งหมดลดต่ำลง ดังนั้นที่ปรึกษาจึงเปรียบเทียบแนวโน้มของเส้นวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event เทียบกับค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าจริงที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่ดำเนินการทดสอบ ซึ่งทำให้ได้ค่า 20 kW และ 7 kW สำหรับ Canteen A/C และ Assembly A/C ตามลำดับ

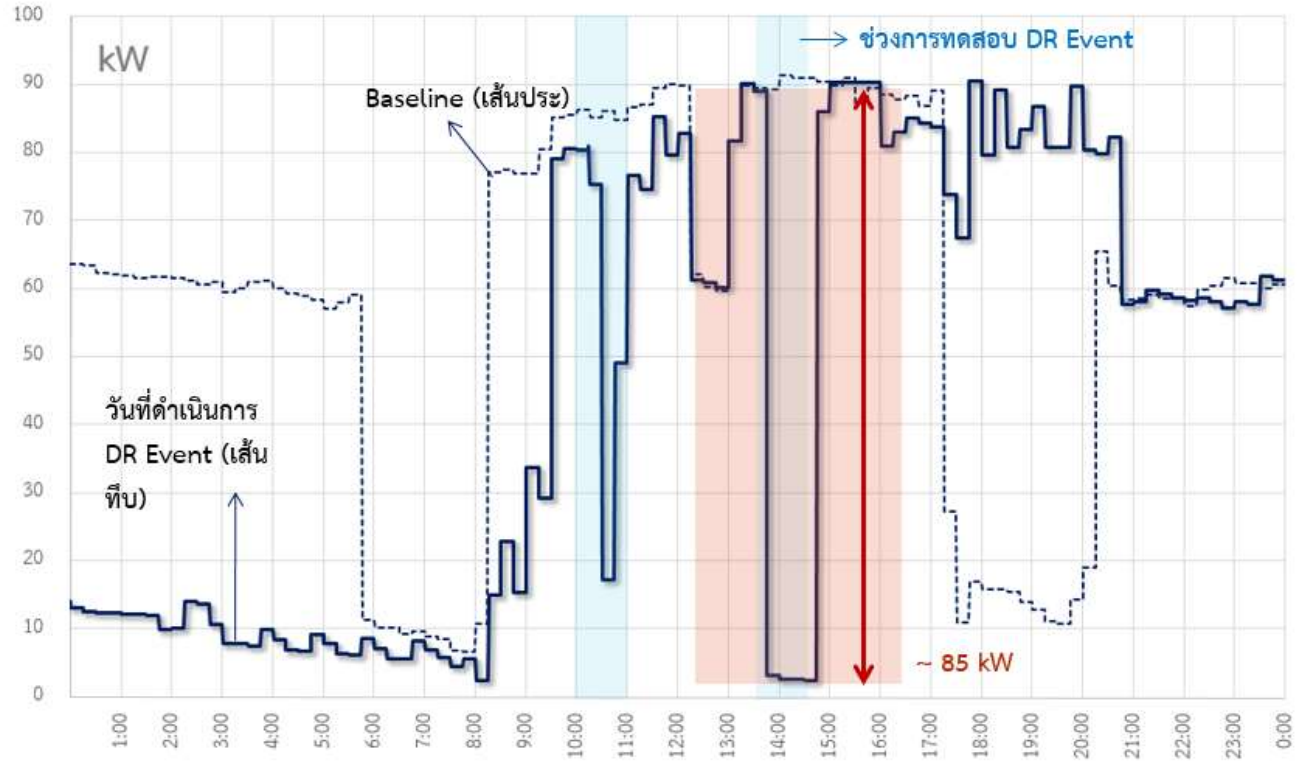
5-3.1.2 โรงงาน TMC

เช่นเดียวกับที่โรงงาน KUMI การทดสอบ DR Event ที่โรงงาน TMC ได้ดำเนินการในวันที่ 22 ธันวาคม 2558 โดยได้มีการเตรียมการทดสอบในช่วงเวลา 10:00 น. – 11:00 น. เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีการเรียกการตัดโหลดที่ 60 kW และได้มีการทดสอบจริงในช่วงเวลา 13:30 น. – 14:30 น. เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีการเรียกตัดโหลดที่ 60 kW ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่าปริมาณการเรียก DR Event เป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของ DR Resource ทั้งหมด

ผลที่ได้จากการทดสอบ DR Event มีดังต่อไปนี้

<u>การวิเคราะห์โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด</u>

รูปที่ 5-19 แสดงการรูปแบบการใช้ไฟฟ้ารวมของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ของโรงงาน TMC ซึ่งได้แก่ ผลรวมค่าความต้องการไฟฟ้า (Real Power Demand) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที ของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot A/C) ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Chargers) และระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) โดยรูปที่ 5-19 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ฐาน (Baseline, เส้นประ) กับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ในวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event (เส้นทึบ)



รูปที่ 5-19 เปรียบเทียบการดำเนินการ DR Event โรงงาน TMC - โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ทั้งหมดรวมกัน

จากรูปที่ 5-19 สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงเวลาที่ดำเนินการทดสอบ DR Event (แถบสีฟ้าอ่อน) ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงเวลา 13:30 น. ถึง 14:30 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ดำเนินการการทดสอบจริง โดยพบว่าค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 85 kW ซึ่งสูงกว่าค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการ (Requested kW) จากการทำ DR Event ซึ่งมีค่า 60 kW โดยสาเหตุที่ค่าทั้ง 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนั้นจะถูกอธิบายในรายละเอียดในส่วนของการวิเคราะห์โหลดแยกต่อไป

การวิเคราะห์โหลดแยก

รูปที่ 5-20 แสดงการรูปแบบการใช้ไฟฟ้าแยกแต่ละโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ของโรงงาน TMC โดยได้แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้า ฐาน (Baseline, เส้นประ) ของแต่ละโหลดเทียบกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดนั้นๆ ในวันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event (เส้นทึบ) โดยค่าที่ได้นำมาแสดงในแผนภูมินั้นคือค่า Real Power Demand ซึ่งเป็นค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที



รูปที่ 5-20 เปรียบเทียบการดำเนินการ DR Event โรงงาน TMC - โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ แยกรายโหลด
หมายเหตุ: เส้นประแสดงถึง Baseline เส้นทึบแสดงถึง วันที่ดำเนินการทดสอบ DR Event แถบสีฟ้าแสดงช่วงเวลาทดสอบ DR Event

ในรูปที่ 5-20 (ก) แสดงผลของการดำเนินการ DR Event ที่โหลด Exhaust Fans ซึ่งเป็นโหลดที่ถูกจัดให้อยู่ในลำดับแรกสุดในการดำเนินการ DR Event สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงดำเนินการทดสอบ DR Event ณ เวลา 13:30 – 14:40 น. ได้มีการดำเนินการตัดโหลด Exhaust Fans ทั้งหมด ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 47 kW

ในรูปที่ 5-20 (ข) แสดงผลของการดำเนินการ DR Event ที่โหลด Battery Chargers ซึ่งเป็นโหลดที่ถูกจัดให้อยู่ในลำดับกลางในการดำเนินการ DR Event สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงดำเนินการทดสอบ DR Event ณ เวลา 13:30 – 14:40 น. ได้มีการดำเนินการตัดโหลด Battery Chargers ทั้งหมด ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 10 kW

ทั้งนี้ จะสังเกตได้ว่าภายหลังการดำเนินการตัดโหลดตามลำดับความสำคัญที่ได้กำหนดไว้ เมื่อตัดโหลด Exhaust Fans และ Battery Chargers เรียบร้อยแล้วพบว่าได้ผลรวมของโหลดที่ลดลง 57 kW (47 kW จาก Exhaust Fans และ 10 kW จาก Battery Chargers) ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่ลดลงจึงยังไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการลด (Requested kW) ดังนั้น ระบบจึงดำเนินการตัดโหลดในลำดับถัดไป ซึ่งได้แก่โหลด Spot A/C

ในรูปที่ 5-20 (ค) แสดงผลของการดำเนินการ DR Event ที่โหลด Spot A/C ซึ่งเป็นโหลดที่ถูกจัดให้อยู่ในลำดับสุดท้ายในการดำเนินการ DR Event สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงดำเนินการทดสอบ DR Event ณ เวลา 13:30 – 14:40 น. ได้มีการดำเนินการตัดโหลด Spot A/C ทั้งหมด ทำให้ค่าความต้องการไฟฟ้าลดลงประมาณ 28 kW

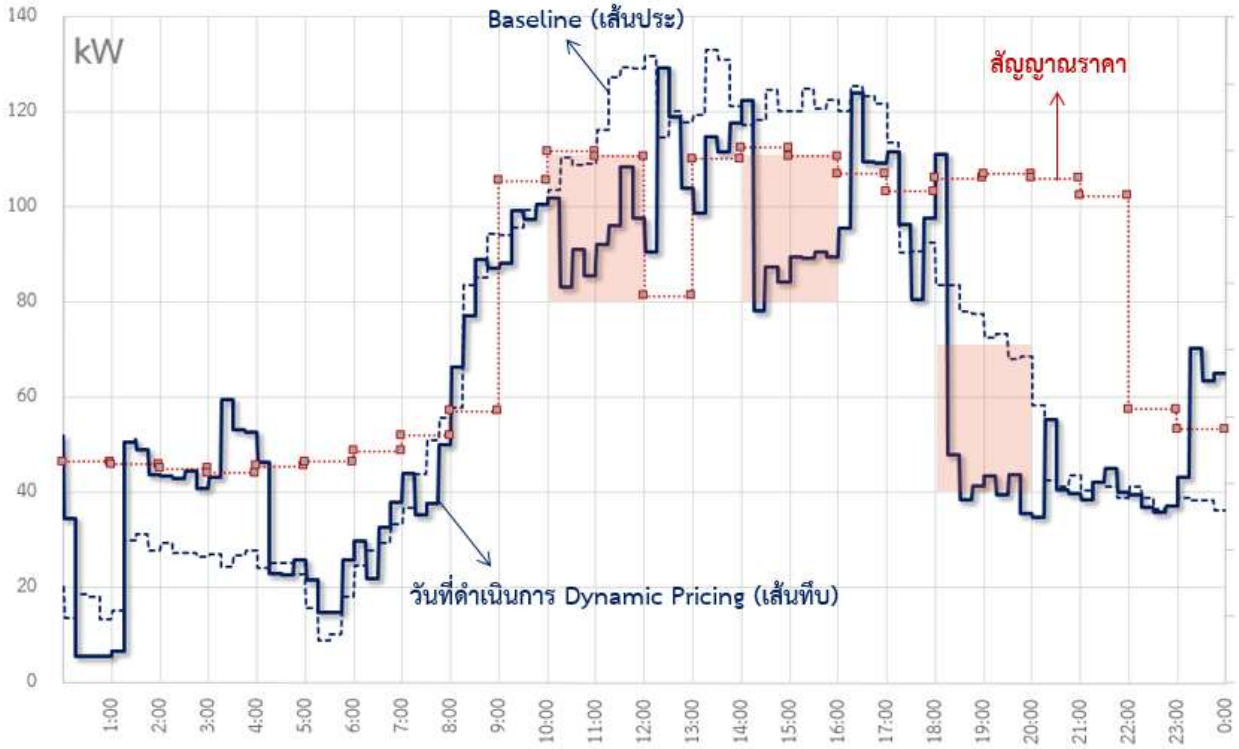
5-3.2 ผลการดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing

5-3.2.1 โรงงาน KUMI

การทดสอบ Dynamic Pricing ที่โรงงาน KUMI ได้ดำเนินการในวันที่ 23 ธันวาคม 2558 ตั้งแต่เวลา 0:00 น. – 23:59 น. ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีดังต่อไปนี้

<u>การวิเคราะห์โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด</u>

รูปที่ 5-21 แสดงการรูปแบบการใช้ไฟฟ้ารวมของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ของโรงงาน KUMI ซึ่งคำนวณจากผลรวมค่าความต้องการไฟฟ้า (Real Power Demand) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที ของ ระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly A/C) ระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน (Canteen A/C) และระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) โดยรูปที่ 5-21 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ฐาน (Baseline, เส้นประ) กับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ในวันที่ดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing (เส้นทึบ) นอกจากนี้ ยังได้มีการแสดงเส้นสัญญาณราคา (Price Signal) ในชั่วโมงต่างๆ ควบคู่ไปด้วย

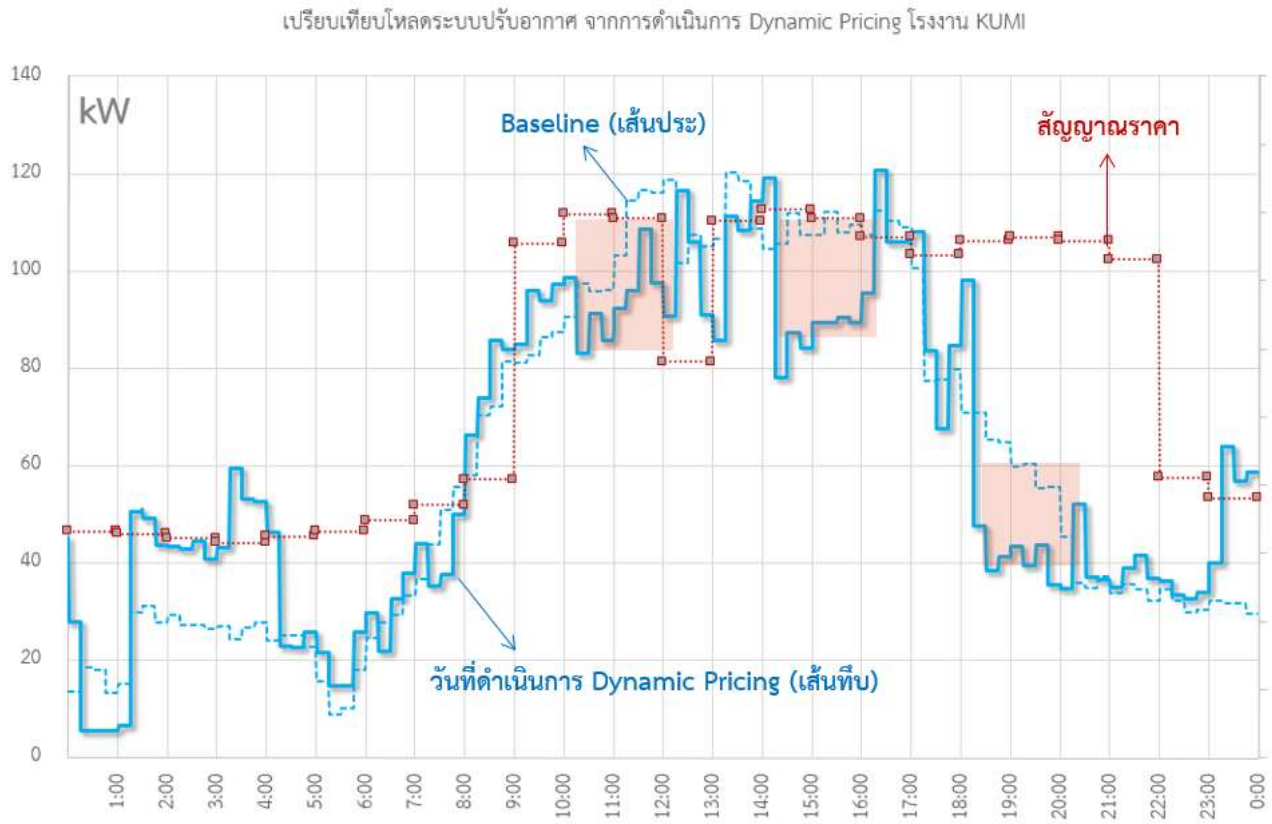


รูปที่ 5-21 เปรียบเทียบการดำเนินการ Dynamic Pricing โรงงาน KUMI - โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ทั้งหมดรวมกัน

จากรูปที่ 5-21 สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงเวลาที่มีราคาค่าไฟฟ้าสูงสุด ได้แก่ ช่วงเวลา 10:00 น. – 12:00 น. ช่วงเวลา 14:00 น. – 16:00 น. และช่วงเวลา 18:00 น. – 20:00 น. ระบบ Demand Response ได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานในช่วงเวลาดังกล่าวให้มีปริมาณน้อยลงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของพลังไฟฟ้าที่ลดลงได้ในช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ที่ประมาณ 30 kW

การวิเคราะห์โหลดแยกที่สำคัญ

รูปที่ 5-22 แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดด้านระบบปรับอากาศของโรงงาน TMC ซึ่งแผนภูมินี้ได้ถูกสร้างโดยนำค่าความต้องการไฟฟ้าของระบบปรับอากาศภายในห้องประกอบชิ้นงาน (Assembly A/C) และระบบปรับอากาศภายในห้องอาหารพนักงาน (Canteen A/C) มารวมกัน โดยได้แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Baseline, เส้นประ) และเทียบกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดระบบปรับอากาศรวมในวันที่ดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing (เส้นทึบ) ซึ่งค่าที่แสดงอยู่บนแผนภูมินั้นคือค่า Real Power Demand ซึ่งเป็นค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที



รูปที่ 5-22 เปรียบเทียบการดำเนินการ Dynamic Pricing โรงงาน TMC – โหลดรวมระบบปรับอากาศ

จากรูปที่ 5-22 สามารถสังเกตได้ว่ารูปแบบการใช้ไฟฟ้ารวมของระบบปรับอากาศมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้ารวมของ DR Resource ในโรงงาน KUMI โดยในช่วงที่ค่าไฟฟ้าราคาสูง ระบบ Demand Response จะปรับ Setpoint ของระบบปรับอากาศขึ้น ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลงและมีความต้องการไฟฟ้าในระดับที่ต่ำลงมา

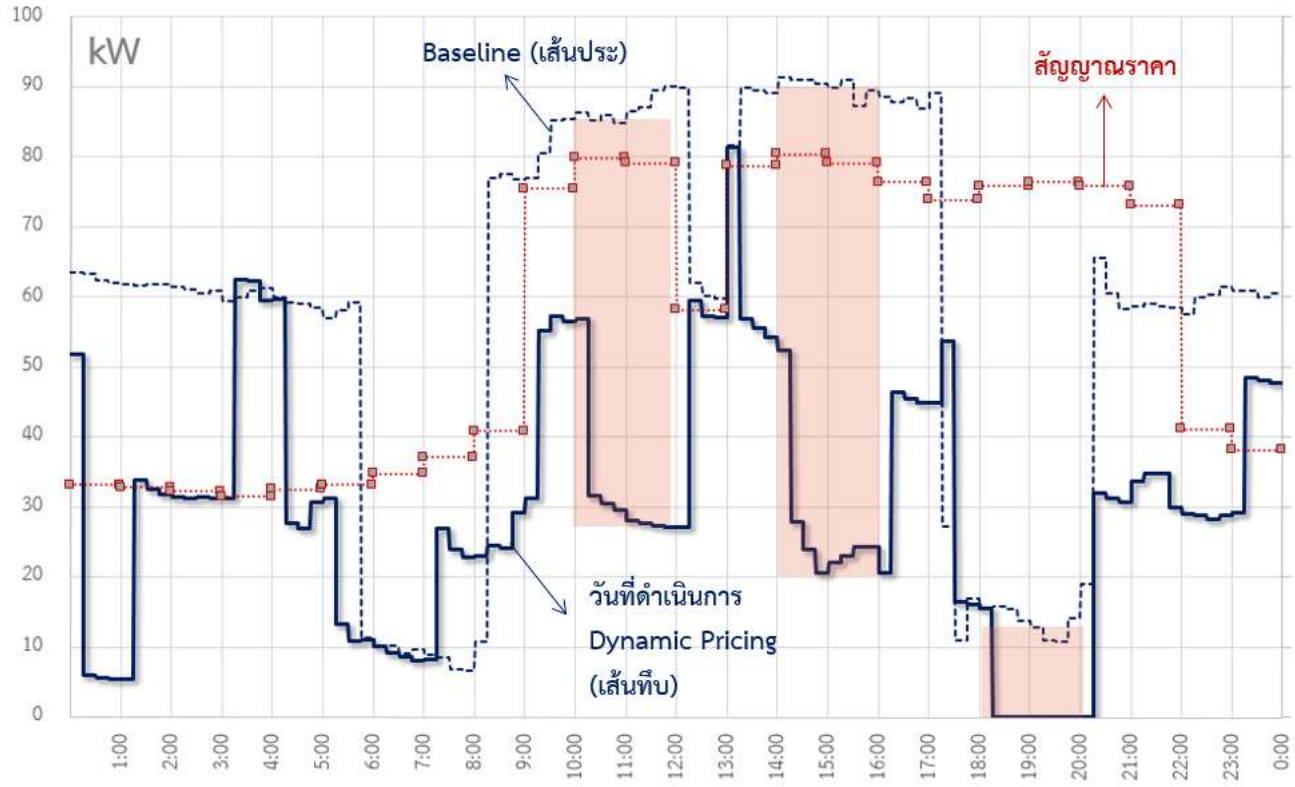
5-3.2.2 โรงงาน TMC

การทดสอบ Dynamic Pricing ที่โรงงาน KUMI ได้ดำเนินการในวันที่ 23 ธันวาคม 2558 ตั้งแต่เวลา 0:00 น. – 23:59 น. ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีดังต่อไปนี้

<u>การวิเคราะห์โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ ทั้งหมด</u>

รูปที่ 5-23 แสดงการรูปแบบการใช้ไฟฟ้ารวมของโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ของโรงงาน TMC ซึ่งคำนวณจากผลรวมค่าความต้องการไฟฟ้า (Real Power Demand) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที ของระบบปรับอากาศแบบเฉพาะจุด (Spot A/C) ระบบชาร์จแบตเตอรี่ (Battery Chargers) และระบบพัดลมระบายอากาศ (Exhaust Fans) โดยรูปที่ 5-21 แสดงการเปรียบเทียบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ DR Resource ฐาน (Baseline, เส้นประ) กับรูปแบบการใช้

ไฟฟ้าของ DR Resource ในวันที่ดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing (เส้นทึบ) นอกจากนี้ ยังได้มีการแสดงเส้นสัญญาณราคา (Pricing Signal) ในชั่วโมงต่างๆ ควบคู่ไปด้วย



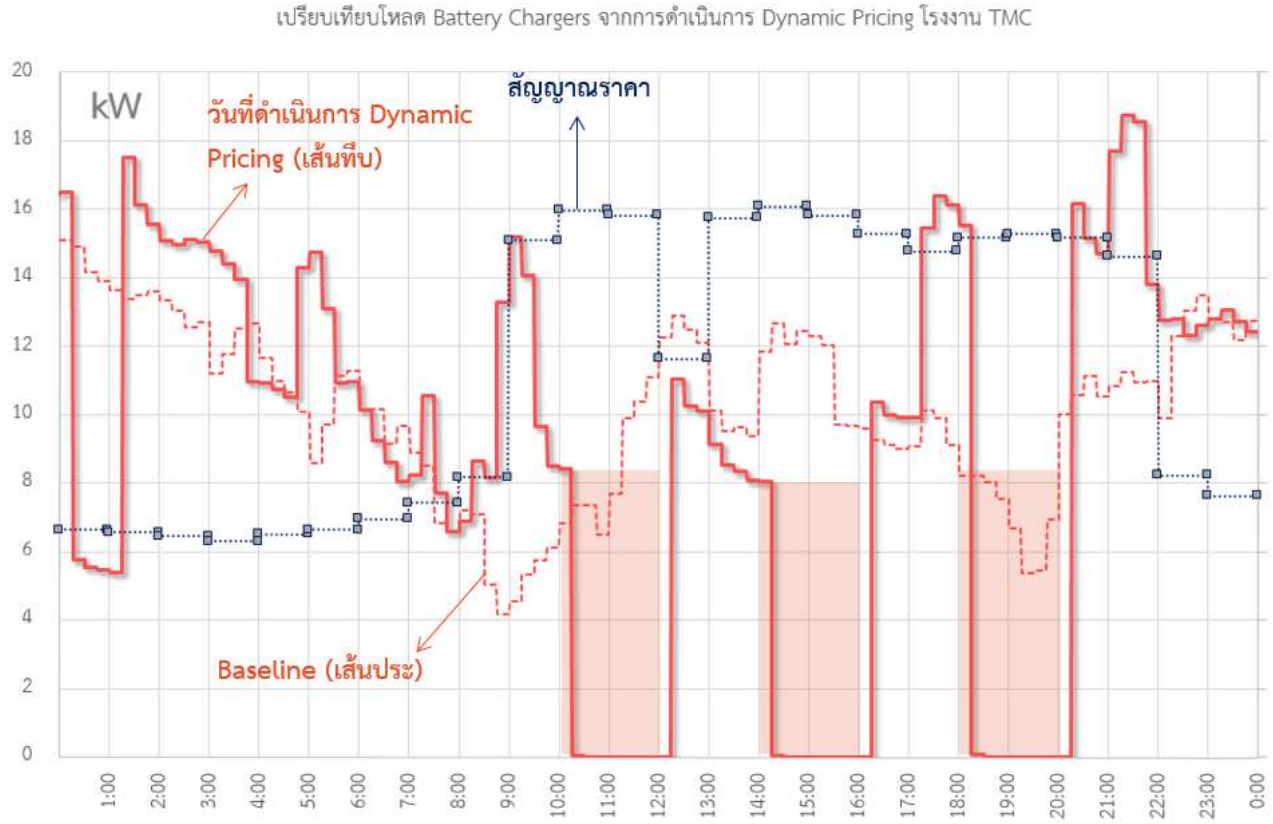
รูปที่ 5-23 เปรียบเทียบการดำเนินการ Dynamic Pricing โรงงาน TMC - โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (DR Resource) ทั้งหมดรวมกัน

จากรูปที่ 5-23 สามารถสังเกตได้ว่าในช่วงเวลาที่มีราคาค่าไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งได้แก่ ช่วงเวลา 10:00 น. – 12:00 น. ช่วงเวลา 14:00 น. – 16:00 น. และช่วงเวลา 18:00 น. – 20:00 น. ระบบ Demand Response ได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานในช่วงเวลาดังกล่าวให้มีปริมาณน้อยลงอย่างอัตโนมัติ ซึ่งค่าการลดความต้องการไฟฟ้าในแต่ละช่วงนั้นไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับการใช้ไฟฟ้า ณ ช่วงเวลานั้นๆ โดยค่าเฉลี่ยของพลังไฟฟ้าที่ลดลงได้ในช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ที่ประมาณ 53 kW

การวิเคราะห์โหลดแยกที่สำคัญ

รูปที่ 5-24 แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดด้านระบบชาร์จแบตเตอรี่ของโรงงาน TMC โดยได้แสดงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าฐาน (Baseline, เส้นประ) และเทียบกับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโหลดระบบปรับอากาศรวมในวันที่ดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing (เส้นทึบ) ซึ่งค่ารูปแบบการใช้ไฟฟ้าที่แสดงอยู่บนแผนภูมินั้นคือค่า Real Power Demand ซึ่ง

เป็นค่าความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยทุกๆ 15 นาที นอกจากนี้ ยังได้มีการแสดงค่าสัญญาณราคาของแต่ละชั่วโมงควบคู่กันไปด้วย



รูปที่ 5-24 เปรียบเทียบการดำเนินการ Dynamic Pricing โรงงาน TMC – โหลด Battery Chargers

จากรูปที่ 5-24 สามารถสังเกตได้ว่ารูปแบบการใช้ไฟฟ้าของ Battery Chargers นั้นไม่ได้เป็นไปโดยการลดการใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว แต่เป็นไปในลักษณะการปรับเปลี่ยนช่วงเวลาการใช้ โดยในช่วงที่ค่าไฟฟ้าราคาสูง ระบบ Demand Response จะปรับปิด Battery Chargers หลังจากที่ราคาค่าไฟฟ้าลดต่ำลงหลังจากนั้น ระบบ Demand Response จะสั่งการให้เปิดระบบ Battery Chargers ขึ้นมา ซึ่งจะส่งผลให้ค่าความต้องการไฟฟ้าสำหรับชาร์จแบตเตอรี่ในช่วงแรกมีค่าสูงเกินกว่าค่า Baseline ดังนั้น ในภาพรวมจะสังเกตได้ว่าผลจากการดำเนินการทดสอบ Dynamic Pricing จะทำให้บางช่วงเวลามีค่าความต้องการไฟฟ้าต่ำกว่า Baseline และบางช่วงเวลามีค่าสูงกว่าค่า Baseline อย่างชัดเจน Battery Chargers จึงเป็นตัวอย่างที่สำคัญของการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานโหลดในกรณีที่ดำเนินการ Dynamic Pricing

5-4 ขั้นการสรุปศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response

เนื่องจากโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ (Demand Response Resource: DR Resource) เป็นเพียงส่วนหนึ่งของโหลดด้านสาธารณูปโภค (Utility Load) ของแต่ละโรงงาน ดังนั้นศักยภาพในภาพรวมจึงไม่สูงมากนัก ตารางที่ 5-12 แสดงศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response ของโรงงานต่างๆ ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณของของค่าพลังไฟฟ้าที่ลดลงได้จากการดำเนินการ Demand Response ในสองรูปแบบ ได้แก่ DR Event และ Dynamic Pricing เทียบกับปริมาณค่าความต้องการไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน

จากตารางที่ 5-12 สามารถสังเกตได้ว่าศักยภาพในการดำเนินการ DR Event มีมากกว่าศักยภาพในการดำเนินการ Dynamic Pricing เนื่องจากในการดำเนินการ DR Event นั้นจะใช้การตัดโหลดเป็นหลัก (ปิดการทำงานของโหลดนั้นๆ) อย่างไรก็ตาม สำหรับการดำเนินการ Dynamic Pricing จะใช้การตัดโหลด การตัดโหลดบางกลุ่ม ผสมผสานกับการปรับลดการใช้งานของโหลด เป็นต้น ดังนั้นค่าพลังไฟฟ้าที่ลดลงในการดำเนินการ Dynamic Pricing จึงน้อยกว่าหากเปรียบเทียบกับ DR Event

ตารางที่ 5-12 ศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response โดยประมาณ ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

โรงงาน	**ศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response (โดยประมาณ)**	
	DR Event	**Dynamic Pricing**
โรงงาน KUMI	**~ 7%** พลังไฟฟ้าที่ลดลง: 109 kW ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด: 1,500 kW	**~ 2%** พลังไฟฟ้าที่ลดลง: 30 kW ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด: 1,500 kW
โรงงาน TMC	**~ 4%** พลังไฟฟ้าที่ลดลง: 95 kW ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด: 2,000 kW	**~ 3%** พลังไฟฟ้าที่ลดลง: 53 kW ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด: 2,000 kW

บทที่ 6
ประเด็นควรพิจารณาและข้อเสนอแนะในการขยายผล

สารบัญบทที่ 6

6-1 ประเด็นควรพิจารณาในการดำเนินโครงการ Demand Response 6-1

6-1.1 การพัฒนาวิธีการคำนวณ Customer Baseline Load (CBL) 6-1

6-1.2 ปริมาณของ DR Resource 6-1

6-1.3 การจัดลำดับความสำคัญของโหลดในการดำเนินการ Demand Response 6-3

6-1.4 อินเตอร์เฟซระหว่างระบบ Demand Response กับอุปกรณ์เดิม 6-4

6-1.5 การทำความรู้ความเข้าใจกับบุคลากรในโรงงาน 6-5

6-2 ข้อเสนอแนะในการขยายผล 6-5

6-2.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนเบื้องต้นของโครงการ 6-5

6-2.1.1 ตัวแปรสำหรับการดำเนินการวิเคราะห์ 6-5

6-2.1.2 Scenario ในการวิเคราะห์ 6-7

6-2.1.3 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทน 6-9

6-2.2 ประเด็นควรพิจารณา 6-10

6-2.2.1 การคำนวณค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ซึ่งเกิดจากการดำเนินการ Demand Response 6-10

6-2.2.2 รูปแบบธุรกิจและกลไกการดำเนินการ Demand Response ที่เป็นไปได้ 6-11

6-2.2.3 ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในการเข้าถึงข้อมูล 6-12

6-2.2.4 Interoperability กับระบบสมาร์ทกริด 6-14

6-2.2.5 อินเตอร์เฟซระหว่างระบบ Demand Response กับอุปกรณ์หรือระบบเดิม 6-15

6-2.3 ข้อเสนอในการดำเนินการขยายผล 6-16

6-2.3.1 รูปแบบทางธุรกิจและกลไกที่เป็นไปได้ 6-19

6-2.3.2 กลุ่มโหลดที่มีศักยภาพในการขยายผล 6-20

6-2.3.3 กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการขยายผล 6-21

6-3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 6-22

บทที่ 6
ประเด็นควรพิจารณาและข้อเสนอแนะในการขยายผล

6-1 ประเด็นควรพิจารณาในการดำเนินโครงการ Demand Response

ในการที่จะมีการดำเนินการ Demand Response นั้น มีหลายประเด็นที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเห็นผลที่ชัดเจน ซึ่งประเด็นต่างๆ ที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

6-1.1 การพัฒนาวิธีการคำนวณ Customer Baseline Load (CBL)

Customer Baseline Load หรือ CBL เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการดำเนินการ Demand Response ซึ่ง ณ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการคำนวณค่า CBL ต่างๆ กันขึ้นในประเทศที่มีการดำเนินการ Demand Response เช่น ในประเทศเกาหลีใต้ มีกระบวนการคำนวณ MAX4/5 และ MID6/10 โดยโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสามารถเลือกได้ว่าจะใช้หลักการคำนวณในรูปแบบใด

ซึ่งวิธีการคำนวณในแต่ละรูปแบบนั้นจะส่งผลโดยตรงต่อการสร้างค่าความต้องการไฟฟ้าฐานของโรงงาน นอกจากนี้การเลือกวิธีการคำนวณที่แตกต่างกันจะทำให้ได้ค่า CBL แตกต่างกันออกไปซึ่งอาจจะส่งผลดีผลเสียต่อโรงงานผู้เข้าร่วมโครงการ ดังนั้น การพิจารณาเลือกวิธีการคำนวณ CBL ที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการ Demand Response ซึ่งผู้ที่กำหนดวิธีการคำนวณ CBL จะต้องทราบถึงลักษณะของกระบวนการคำนวณดังกล่าว รวมถึงผลที่ได้จากการคำนวณว่ามีความเหมาะสมกับลักษณะการดำเนินการของโรงงานมากน้อยเพียงไร

6-1.2 ปริมาณของ DR Resource

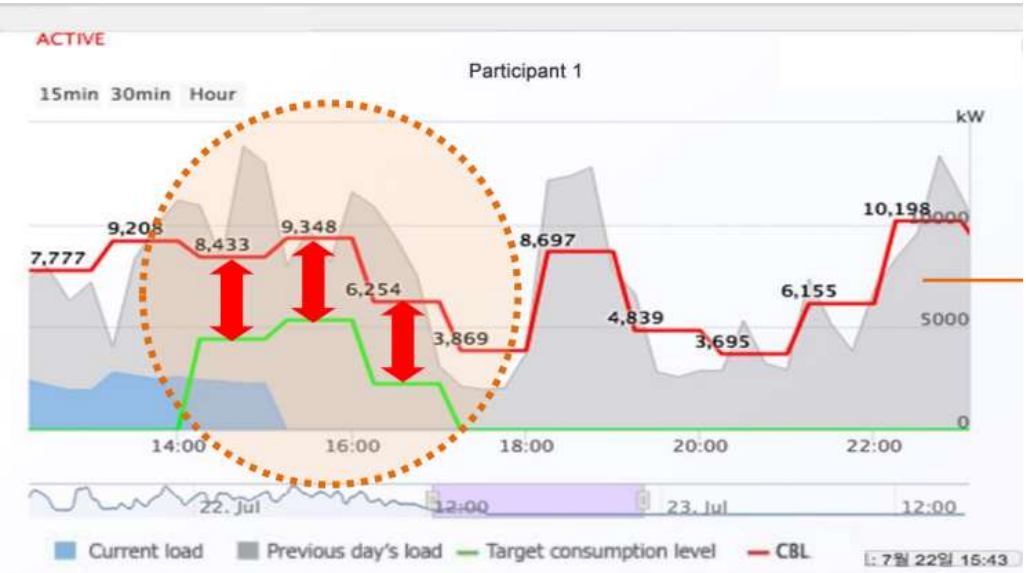
ในโครงการสาธิตฯ DR Resource มีปริมาณที่ไม่มากนักหากเปรียบเทียบกับค่าความต้องการไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน โดยที่โรงงาน KUMI มี DR Resource รวมทั้งหมด 109 kW (คิดเป็นประมาณ 7% ของค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของโรงงาน) และที่โรงงาน TMC มี DR Resource รวมทั้งหมด 95 kW (คิดเป็นประมาณ 5% ของค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของโรงงาน) ทั้งนี้ เนื่องจากโหลดที่คัดเลือกมาเข้าร่วมโครงการเป็นโหลดด้านสาธารณูปโภค (Utility Load)

ซึ่งผลจากการที่ DR Resource มีปริมาณน้อยหากเทียบกับความต้องการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน ทำให้ผลจากการดำเนินการ Demand Response เปรียบเทียบกับค่า CBL มีไม่มากและไม่สามารถเห็นผลได้อย่างชัดเจนนัก

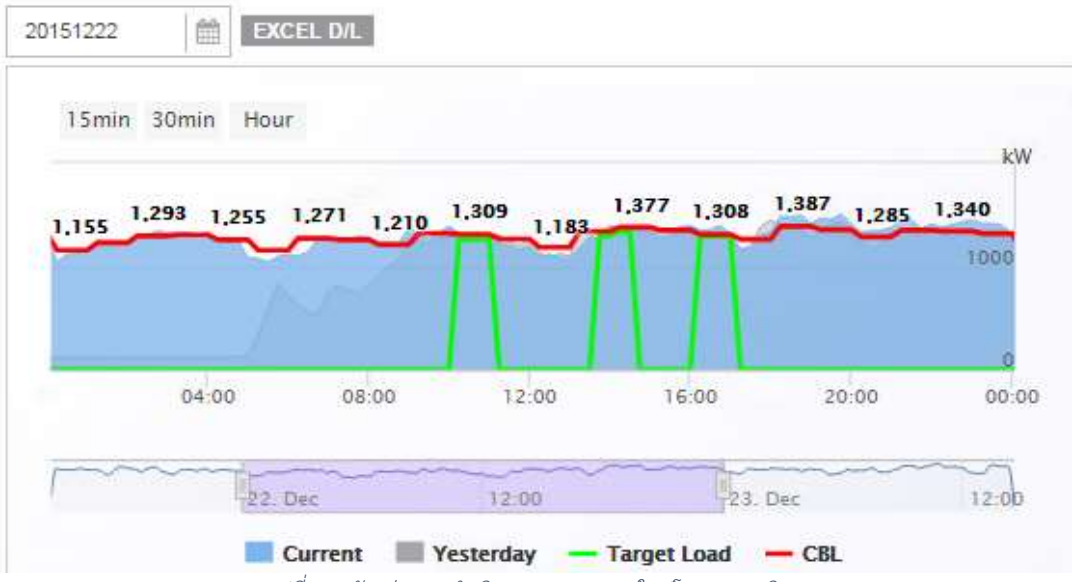
รูปที่ 6-1 แสดงตัวอย่างการดำเนินการ DR Event ในประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการที่ยกตัวอย่างมานั้นมีปริมาณ DR Resource ที่ค่อนข้างสูง (ประมาณ 40-50% ของความต้องการไฟฟ้าสูงสุดทั้งหมดของผู้เข้าร่วมโครงการ

รายนี้) ดังนั้นในช่วงที่มีการดำเนินการ DR Event (ช่วงเวลา 14:00 น. ถึง 17:00 น.) จะสามารถสังเกตได้ว่าเส้น Target Load (เส้นสีเขียว) จะลดลงต่ำกว่าเส้น CBL (เส้นสีแดง) อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม รูปที่ 6-2 แสดงตัวอย่างการดำเนินการ DR Event ของโครงการสาธิตฯ ซึ่งเนื่องจากปริมาณ DR Resource ของแต่ละโรงงานที่เข้าร่วมโครงการฯ เทียบเป็นอัตราส่วนที่น้อยหากเทียบกับค่าความต้องการไฟฟ้าของทั้งโรงงาน ดังนั้นในช่วงที่มีการดำเนินการทดสอบ DR Event (10:00 น. – 11:00 น., 13:30 น. – 14:30 น. และ 16:00 น. – 17:00 น.) สามารถสังเกตได้ว่าเส้น Target Load (เส้นสีเขียว) และเส้น CBL (เส้นสีแดง) มีค่าใกล้เคียงกันมากในช่วงที่มีการดำเนินการ DR Event



รูปที่ 6-1 ตัวอย่างการดำเนินการ DR Event ในประเทศเกาหลีใต้



รูปที่ 6-2 ตัวอย่างการดำเนินการ DR Event ในโครงการสาธิตฯ

6-1.3 การจัดลำดับความสำคัญของโหลดในการดำเนินการ Demand Response

การจัดลำดับความสำคัญของโหลด (Load Prioritization) เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจในการปฏิบัติงานของโรงงาน ดังนั้น ที่ปรึกษาโครงการฯ จึงได้ให้ความสำคัญในการเข้าหารือในรายละเอียดกับผู้จัดการโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบลักษณะการใช้งานโหลดต่างๆ รวมถึงเพื่อให้ทราบถึงความสำคัญของโหลดแต่ละตัวในเชิงของกระบวนการผลิตและผู้ปฏิบัติงานภายในโรงงาน (ซึ่งกระบวนการหารือนี้ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 5-2.4)

โดยลำดับความสำคัญของโหลดจะมีผลต่อค่าพลังไฟฟ้าที่ลดลงได้ในการดำเนินการ Demand Response ในบางกรณีอาจจะทำให้การดำเนินการ Demand Response เป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพสูงสุดมากนัก ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือกรณีการทดสอบ DR Event ที่โรงงาน TMC ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 5-3.1.2 ซึ่งได้มีการส่งค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการเรียก (Requested kW) ไปเพียง 60 kW อย่างไรก็ตาม การจัดลำดับความสำคัญของโหลดที่ TMC ส่งผลให้ระบบ Demand Response จะเริ่มจากการตัดโหลด Exhaust Fans ก่อนที่จะดำเนินการตัดโหลด Battery Chargers และโหลด Spot A/C ตามลำดับ ซึ่งเมื่อระบบได้ตัดโหลด Exhaust Fans และ Battery Chargers เรียบร้อยแล้วทำให้ค่าพลังไฟฟ้าลดลงประมาณ 57 kW ซึ่งยังคงต่ำกว่าค่า Requested kW อยู่ ดังนั้นระบบ Demand Response จึงสั่งให้ตัดโหลดที่มีความสำคัญรองลงไปนั่นคือ Spot A/C ซึ่งส่งผลให้ค่าพลังไฟฟ้าลดลงประมาณ 85 kW

จากตัวอย่างในข้างต้น หากมีการจัดเรียงลำดับโหลดใหม่ เช่น เริ่มจากการตัดโหลด Exhaust Fans ก่อนที่จะดำเนินการตัดโหลด Spot A/C และ Battery Chargers ตามลำดับ จะพบว่า เมื่อดำเนินการตัดโหลด Exhaust Fans และ Spot A/C เรียบร้อยแล้ว ค่าพลังไฟฟ้าที่ลดลงจะเกิน 60 kW ซึ่งเป็นค่า Requested kW ที่ได้รับ ดังนั้นระบบ Demand Response จะไม่ดำเนินการตัดโหลดตัวถัดไป (Battery Chargers) ซึ่งการดำเนินการตัดโหลดในลักษณะนี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่า (ตัดการทำงานเพียง 2 โหลด แทนที่จะตัดการทำงาน 3 โหลดในกรณีที่กล่าวไว้ข้างต้น)

นอกจากนี้ ลำดับความสำคัญในการดำเนินการ Demand Response นั้น เป็นสิ่งที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ขึ้นอยู่กับสภาวะและสถานการณ์ ณ ขณะนั้นของโรงงาน เช่น ที่โรงงาน TMC ได้มีการจัดลำดับความสำคัญของโหลดโดยให้ Spot A/C มีความสำคัญมากกว่า Battery Chargers (ระบบ Demand Response จะตัดโหลด Battery Charger ก่อนที่จะดำเนินการตัดโหลด Spot A/C) อย่างไรก็ตาม หากบางช่วงเวลาทางโรงงานมีความจำเป็นต้องใช้รถยกมากกว่าปกติ (เช่น กรณีที่ต้องมีการขนย้ายชิ้นงานจำนวนมากในบางช่วงเวลา หรือ กรณีที่ระบบ Battery Chargers บางส่วนต้องมีการซ่อมบำรุงส่งผลให้ไม่มีแบตเตอรี่สำรองมากนัก) ในช่วงเวลาดังกล่าว ความสำคัญของ Battery Chargers อาจจะมีมากกว่า Spot A/C ซึ่งทางโรงงานอาจจะประสงค์ที่จะตัดโหลด Spot A/C เพื่อที่จะคงการทำงานของ Battery Chargers ต่อไป

หรือสำหรับโรงงาน KUMI ซึ่งมีการจัดให้โหลด Assembly A/C มีความสำคัญมากกว่า Canteen A/C ด้วยเหตุผลที่ว่าการตัดโหลด Assembly A/C จะส่งผลให้ความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิตลดลงและอาจทำให้ Productivity ของผู้ปฏิบัติงานลดลงตามไปด้วย ในขณะที่การตัดโหลด Canteen A/C จะกระทบต่อบุคลากรของโรงงานในจำนวนที่น้อยกว่าและไม่ได้ส่งผลต่อ Productivity ในกระบวนการผลิตโดยตรง อย่างไรก็ตาม ลำดับความสำคัญนี้อาจจะใช้ไม่ได้ในบางสถานการณ์ เช่น ในวันที่โรงงานมีการเลี้ยงรับรองแขกที่มาดูงานที่โรงงาน ผู้จัดการโรงงานอาจจะไม่ประสงค์ให้มีการตัดโหลดที่ Canteen A/C เลย แต่อาจจะยอมให้มีการตัดโหลดบางส่วนที่ Assembly A/C เป็นต้น

6-1.4 อินเตอร์เฟซระหว่างระบบ Demand Response กับอุปกรณ์เดิม

การนำระบบ Demand Response มาใช้จะต้องพิจารณาถึงการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่แล้วของโรงงาน เนื่องจากอุปกรณ์บางชนิดแม้จะมีศักยภาพที่เหมาะสมในการดำเนินการ Demand Response แต่อุปกรณ์ดังกล่าวอาจไม่ได้มีการออกแบบมาสำหรับเชื่อมต่อกับระบบ Demand Response

ซึ่งตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนจากโครงการสาธิตฯ คือ การเชื่อมต่อระบบ Demand Response เข้ากับระบบปรับอากาศที่โรงงาน KUMI เนื่องจากระบบปรับอากาศนั้นเป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) ธรรมดา ซึ่งไม่มีอุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณสั่งการจากภายนอกเข้าไป อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินโครงการสาธิตฯ ที่ปรึกษาโครงการ

ต้องการที่จะควบคุมระบบปรับอากาศดังกล่าวให้สามารถตอบสนองได้อย่างยืดหยุ่นมากขึ้น (ต้องการปรับอุณหภูมิด้วย นอกเหนือจากการที่จะสั่งการเปิด/ปิดระบบเพียงอย่างเดียว) เพื่อให้สามารถครอบคลุมการดำเนินการ DR Event และ Dynamic Pricing ได้ ดังนั้น ที่ปรึกษาโครงการจึงใช้วิธีการเชื่อมต่อระบบสั่งการเข้าโดยตรงที่หลังแผงปรับอุณหภูมิ (บัดกรีสายไฟฟ้าสั่งการเข้าโดยตรงที่ปุ่มปรับควบคุมอุณหภูมิ)

6-1.5 การทำความรู้ความเข้าใจกับบุคลากรในโรงงาน

เนื่องจากระบบการควบคุมอัตโนมัติด้านโรงงานมีความซับซ้อน ดังนั้น ในการพิจารณาเพิ่ม DR Resource ในอนาคตจึงต้องดำเนินการผ่านกระบวนการอบรมผู้ปฏิบัติงานให้มีความรู้ความเข้าใจอย่างชัดเจนถึงกลไกและหลักการทำงานของระบบ Demand Response นอกจากนี้ประเด็นด้านการบำรุงรักษาระบบที่ติดตั้งก็ต้องนำมาพิจารณาประกอบด้วย

นอกจากนี้ การให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ปฏิบัติงานทั่วไปของโรงงานก็เป็นสิ่งจำเป็น แม้ผู้ปฏิบัติงานเหล่านั้นอาจจะไม่ได้เกี่ยวข้องกับการดำเนินการหรือบำรุงรักษาระบบ Demand Response โดยตรง เช่น การแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าโรงงานมีการดำเนินการ Demand Response เพื่อป้องกันปัญหาการ Override ระบบ Demand Response จากหน้างาน เป็นต้น

6-2 ข้อเสนอแนะในการขยายผล

6-2.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนเบื้องต้นของโครงการ

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นของโครงการนั้นจะใช้การคำนวณระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) เป็นตัวแปรหลักในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ ได้มีการคาดการณ์ว่าการดำเนินการ Demand Response ในประเทศไทยจะก่อให้เกิดผู้รวบรวมโหลด (Load Aggregator) ขึ้นมา อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้หลายแนวทางว่าหน่วยงานใดหรือภาคส่วนใดจะทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวมโหลดในประเทศไทย (เช่น หน่วยงานด้านการไฟฟ้า ภาคเอกชน เป็นต้น) ดังนั้น แบบจำลองการวิเคราะห์ผลตอบแทนได้มีการรวมผู้รวบรวมโหลดไว้ด้วย ทำให้การวิเคราะห์ผลตอบแทนมองครอบคลุมถึง 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ (1) ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้า (2) ผู้รวบรวมโหลด และ (3) โรงงานที่เข้าร่วมโครงการ Demand Response

6-2.1.1 ตัวแปรสำหรับการดำเนินการวิเคราะห์

สำหรับตัวแปรและค่าที่ใช้สำหรับการดำเนินการวิเคราะห์ผลตอบแทนได้ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 ตัวแปรและค่าสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลตอบแทน

ตัวแปร		ค่าที่ใช้
INV	ค่าการลงทุนในระบบ Demand Response	10,000 บาท/kW
AVC	ค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้จากการดำเนินการ Demand Response	2,500 บาท/kW/ปี

ตารางที่ 6-2 แสดงการประเมินค่าการลงทุนในระบบ Demand Response ซึ่งมีค่าประมาณ 239 USD/kW (ซึ่งเทียบเท่าประมาณ 8,700 บาท/kW) ซึ่งสำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนนี้ ที่ปรึกษาโครงการฯ ได้เห็นถึงความไม่แน่นอนในมูลค่าการลงทุน ทั้งประเด็นเรื่องการเริ่มดำเนินการเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ซึ่งอาจส่งผลให้ต้นทุนสูงกว่าที่ได้ประเมินไว้ดังตารางที่ 6-2 ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงปรับให้ค่าการลงทุนสูงขึ้นประมาณ 15% ซึ่งส่งผลให้ค่าการลงทุนในระบบ Demand Response อยู่ที่ 10,000 บาท/kW

ตารางที่ 6-2 การประเมินค่าการลงทุนในระบบ Demand Response

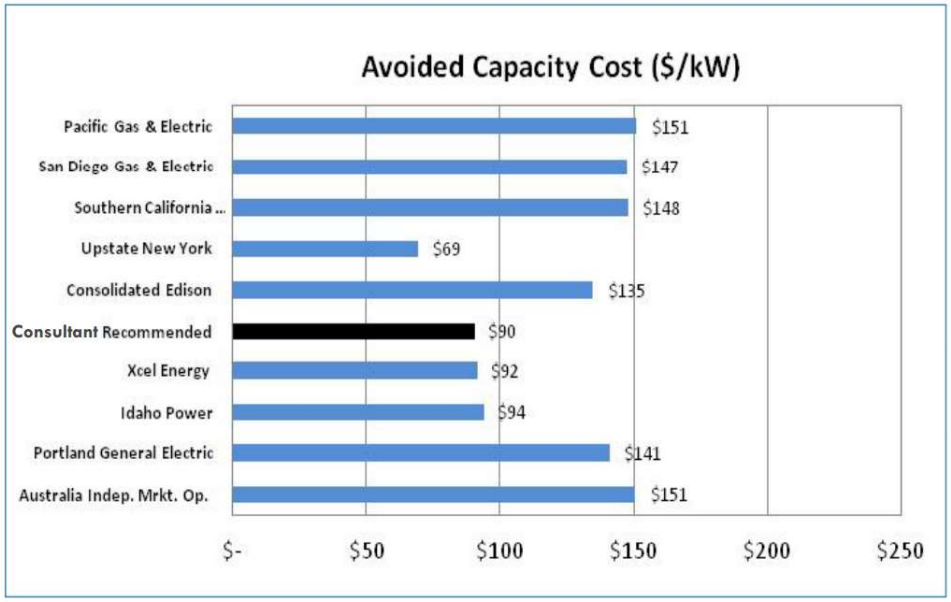
DR Project Cost	**USD/kW**
Program Development and Operation	
Planning and Design	4.56
Qualification and Training	10.31
Marketing and Recruitment	16.90
Enablement	18.89
Testing and Validation	9.29
Operation	26.11
Technical Intensive Element	
Recruitment Incentives	5.09
Technical Coordination	18.63
Equipment	79.12
Paricipation Incentives	50.09
Sum	238.98

Source: PGE Auto-DR Assessment Study (FINAL 021108)

รูปที่ 6-3 แสดงค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยง (Avoided Cost) จากการดำเนินการ Demand Response ซึ่งประเมินโดยหน่วยงานต่างๆ โดยค่าที่ที่ปรึกษาโครงการฯ ใช้อ้างอิงคือ 90 USD/kW/ปี (ซึ่งเทียบเท่าประมาณ 3,300 บาท/kW/ปี) โดยค่าดังกล่าวได้มาจากการประเมินว่าโรงไฟฟ้า Peaking สามารถถูกชะลอหรือหลีกเลี่ยงการสร้างได้ (สำหรับในกรณีประเทศไทยคือโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง: Gas Turbine (Natural Gas) Power Plant) ซึ่งได้มีการ

คำนวณต้นทุนการลงทุนของโรงไฟฟ้า ค่าการปฏิบัติการและบำรุงรักษา (Operation & Management: O&M) เป็นต้น แล้วจึงนำค่าใช้จ่ายทั้งหมดซึ่งคำนวณตลอดระยะเวลาการดำเนินโครงการมาคิดออกมาเป็นค่าใช้จ่ายรายปี

อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ซึ่งจะแปลงมาเป็นผลตอบแทนของการดำเนินการ Demand Response นั้นจะน้อยกว่าค่าดังกล่าว เนื่องจากระบบ Demand Response จะต้องมีค่าการปฏิบัติการและบำรุงรักษา (Operation & Maintenance: O&M) ซึ่งจะต้องนำไปหักลบจากค่าอ้างอิงดังกล่าวทุกปี ดังนั้น ที่ปรึกษาโครงการจึงปรับลดค่าดังกล่าวลงเหลือ 2,500 บาท/kW/ปี (คิดเป็นประมาณ 25%)



รูปที่ 6-3 ค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้จากการดำเนินการ Demand Response ต่อปี
(ที่มา: รายงานโครงการศึกษาการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) ในสภาวะวิกฤตด้านพลังงานไฟฟ้าในระยะสั้นและระยะยาว)

6-2.1.2 Scenario ในการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนนั้น จะมีการพิจารณา Scenario หลักๆ ดังต่อไปนี้

- **Scenario A** – การที่ผู้รวบรวมโหลดลงทุนติดตั้งระบบ Demand Response 100% ให้กับโรงงานต่างๆ
- **Scenario B** - กรณีที่ผู้รวบรวมโหลดลงทุนติดตั้งระบบ Demand Response 50% และโรงงานลงทุนติดตั้งระบบ Demand Response 50%

- **Scenario C** – กรณีที่ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าลงทุนติดตั้งระบบ Demand Response 50% และผู้รวบรวมโหลดลงทุนติดตั้งระบบอีก 50%
- **Scenario D** - กรณีที่ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าลงทุนติดตั้งระบบ Demand Response 50% และโรงงานลงทุนติดตั้งระบบอีก 50%
- **Scenario E** – กรณีที่แบ่งการลงทุนโดยทุกภาคส่วน โดยภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าลงทุนติดตั้งระบบ Demand Response 20% ผู้รวบรวมโหลดลงทุนติดตั้งระบบ 40% และโรงงานลงทุนติดตั้งระบบ 40%

ซึ่งในแต่ละ Scenario หลัก ก็จะมีการแบ่งผลตอบแทนในสัดส่วนที่แตกต่างอันออกไป ซึ่งผลตอบแทนนี้คำนวณมาจากค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoided Cost) ซึ่งเป็นผลประโยชน์ต่อทางภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งได้แก่

- กรณีที่ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าแบ่งผลประโยชน์ให้ทั้ง 3 ภาคส่วนเท่าๆ กัน นั่นคือ ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้า 33% ผู้รวบรวมโหลด 33% และโรงงาน 33%
- กรณีที่ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้ากระจายผลประโยชน์ส่วนมากของการดำเนินการ Demand Response ให้ผู้รวบรวมโหลดและโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ นั่นคือ ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าได้รับผลประโยชน์ 5% ผู้รวบรวมโหลด 47.5% และโรงงาน 47.5%
- กรณีที่ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้ากระจายผลประโยชน์ส่วนมากของการดำเนินการ Demand Response ให้ผู้รวบรวมโหลดและโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ นั่นคือ ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้าได้รับผลประโยชน์ 20% ผู้รวบรวมโหลด 40% และโรงงาน 40%

ดังนั้น จึงสามารถสรุป Scenario ต่างๆที่จะใช้ในการวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-3 อธิบาย Scenario ต่างๆในการวิเคราะห์ผลตอบแทน

Scenario	รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า		ผู้รวบรวมโหลด		โรงงาน	
	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน
A1		33%	100%	33%		33%
A2		5%	100%	47.5%		47.5%
A3		20%	100%	40%		40%

Scenario	รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า		ผู้รวบรวมโหลด		โรงงาน	
	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน
B1		33%	50%	33%	50%	33%
B2		5%	50%	47.5%	50%	47.5%
B3		20%	50%	40%	50%	40%
C1	50%	33%	50%	33%		33%
C2	50%	5%	50%	47.5%		47.5%
C3	50%	20%	50%	40%		40%
D1	50%	33%		33%	50%	33%
D2	50%	5%		47.5%	50%	47.5%
D3	50%	20%		40%	50%	40%
E1	20%	33%	40%	33%	40%	33%
E2	20%	5%	40%	47.5%	40%	47.5%
E3	20%	20%	40%	40%	40%	40%

6-2.1.3 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทน

โดยจากการวิเคราะห์ผลตอบแทนเบื้องต้นได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6-4 กระบวนการแบ่งสรรการลงทุนและผลประโยชน์ไปยังทุกภาคส่วนจะส่งผลให้ระยะเวลาการคืนทุนน้อยลงต่อทุกภาคส่วน โดย Scenario ที่ทางที่ปรึกษาโครงการฯ แนะนำคือ Scenario E3 ซึ่งเป็นการแบ่งสรรการลงทุนและผลประโยชน์ออกในอัตราส่วน ภาครัฐหรือหน่วยงานด้านการไฟฟ้า 20% ผู้รวบรวมโหลด 40% และโรงงาน 40%

ตารางที่ 6-4 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทน

Scenarios	รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า	ผู้รวบรวมโหลด	โรงงาน
A1	ไม่ได้ลงทุน	12 ปี	ไม่ได้ลงทุน
A2	ไม่ได้ลงทุน	8 ปี	ไม่ได้ลงทุน
A3	ไม่ได้ลงทุน	10 ปี	ไม่ได้ลงทุน
B1	ไม่ได้ลงทุน	6 ปี	6 ปี
B2	ไม่ได้ลงทุน	4 ปี	4 ปี

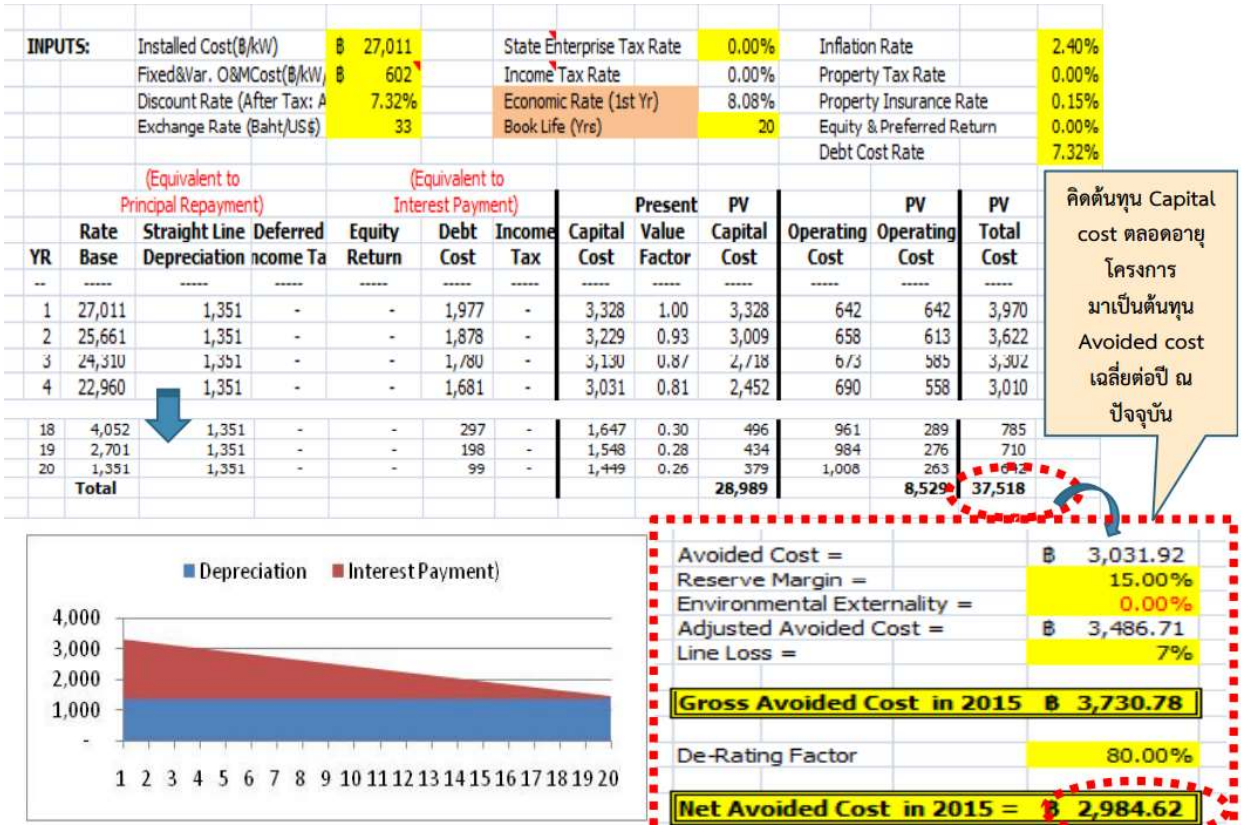
B3	ไม่ได้ลงทุน	5 ปี	5 ปี
C1	6 ปี	6 ปี	ไม่ได้ลงทุน
C2	40 ปี	4 ปี	ไม่ได้ลงทุน
C3	10 ปี	5 ปี	ไม่ได้ลงทุน
D1	6 ปี	ไม่ได้ลงทุน	6 ปี
D2	40 ปี	ไม่ได้ลงทุน	4 ปี
D3	10 ปี	ไม่ได้ลงทุน	5 ปี
E1	2 ปี	5 ปี	5 ปี
E2	16 ปี	3 ปี	3 ปี
E3	4 ปี	4 ปี	4 ปี

6-2.2 ประเด็นควรพิจารณา

6-2.2.1 การคำนวณค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ซึ่งเกิดจากการดำเนินการ Demand Response

ค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoided Cost) เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญมากสำหรับการดำเนินการ Demand Response โดยจะแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินการ Demand Response ในเชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น การหลีกเลี่ยงหรือชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ขึ้นมาเนื่องจากการดำเนินการ Demand Response

สำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้จากการดำเนินการ Demand Response นั้น มักจะใช้หลักการว่าการดำเนินการ Demand Response สามารถหลีกเลี่ยงหรือชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าประเภท Peaking Plant ได้ ซึ่งในบริบทของประเทศไทยนั้นก็คือการสร้างโรงไฟฟ้ากังหันแก๊สที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั่นเอง โดยจะคำนวณค่าการลงทุนการสร้างโรงไฟฟ้าดังกล่าว และนำไปรวมกับค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า (Operation & Maintenance: O&M) ตลอดอายุการใช้งาน (20 ปี) โดยในการคำนวณนั้นจะมีการนำปัจจัยการเปลี่ยนแปลงด้านอัตราเงินเฟ้อเข้ามาประเมินร่วมด้วย ซึ่งจะคำนวณออกมาเป็นมูลค่าปัจจุบันของทั้งโครงการ (Present Value) ก่อนที่จะนำค่าดังกล่าวมาคำนวณให้เป็นค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ต่อปีและต่อกำลังการผลิตติดตั้ง (kW)



รูปที่ 6-4 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ของการดำเนินการ Demand Response
(ที่มา: รายงานโครงการศึกษาการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) ในสภาวะวิกฤตด้านพลังงานไฟฟ้าในระยะสั้นและระยะยาว)

นอกเหนือจากการลดหรือชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่แล้ว ยังสามารถมองได้ว่าการดำเนินการ Demand Response ทำให้สามารถลดการสร้างสายส่งและสายจำหน่ายไฟฟ้าได้ ซึ่งก็จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้สูงมากขึ้น

เนื่องจากการคำนวณค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้นั้นเป็นการมองหรือประเมินความเป็นไปได้ในอนาคต ดังนั้น ข้อสมมติฐานต่างๆ รวมถึงตัวเลขการประเมินต่างๆ จึงเป็นเพียงการคาดการณ์หรือประมาณการเท่านั้น นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้ดังกล่าวจะมีผลต่อหลายภาคส่วน จึงทำให้การคำนวณค่าใช้จ่ายที่หลีกเลี่ยงได้เป็นประเด็นสำคัญ ซึ่งอาจจะเป็นที่ถกเถียงกันและสามารถหาข้อสรุปร่วมกันได้ยาก

6-2.2.2 รูปแบบธุรกิจและกลไกการดำเนินการ Demand Response ที่เป็นไปได้

รูปแบบการดำเนินการ Demand Response และกลไกการดำเนินการที่ชัดเจนเป็นปัจจัยหลักในการที่จะดึงดูดให้ภาคส่วนต่างๆ เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ Demand Response โดยภาคนโยบายจะต้องสนับสนุนให้มีความชัดเจนในรูปแบบธุรกิจการดำเนินการ Demand Response ในประเทศไทยขึ้น เพื่อกำหนดทิศทางให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและภาค

ส่วนต่างๆ สามารถกำหนดบทบาทของตนเองให้สอดคล้องกับทิศทางดังกล่าวได้ เช่น รูปแบบการดำเนินการ Demand Response ในประเทศไทยจะเป็นไปในลักษณะใด จะมีการสนับสนุนให้เกิดผู้รวบรวมโหลด (Load Aggregator) ขึ้นมาหรือไม่ การติดต่อประสานงานหรือสั่งการจะเป็นไปในลักษณะใด แหล่งที่มาของงบประมาณสนับสนุน เป็นต้น

6-2.2.3 ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในการเข้าถึงข้อมูล

<u>ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล</u>

ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของการเชื่อมต่อของข้อมูลระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตฯ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามลักษณะของข้อมูลได้แก่

(1) การเข้าถึงข้อมูลระหว่างมิเตอร์พลังไฟฟ้า (Power Meter) และอุปกรณ์ควบคุม (PLC)
(2) การเข้าถึงข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ควบคุม (PLC) มิเตอร์พลังไฟฟ้า และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server Computer) และ
(3) การเข้าถึงข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server computer) และผู้ใช้ (End user)

<u>การเข้าถึงข้อมูลระหว่างเครื่องมือวัดพลังงานและอุปกรณ์ควบคุม</u>

ในโครงการสาธิตรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างมิเตอร์พลังไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุม คือ Common Industrial Protocol (CIP) ของ Ethernet/IP ของบริษัท ร็อคเวล ออโตเมชั่น จำกัด (Rockwell Automation: RA) ซึ่งมีการเข้ารหัสแบบ Transport Layer Security (TLS) 1.2 และทำงานอยู่บน Virtual Private Network (VPN) เท่านั้น การป้องกันทั้งสองชั้นนี้สามารถป้องกันการเข้าถึงข้อมูลในเครื่องมือวัดพลังงานและอุปกรณ์ควบคุมผ่านทางระบบเครือข่ายได้

แนวทางการพัฒนาในอนาคตของความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลสำหรับการเชื่อมต่อระหว่างมิเตอร์พลังไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมนั้นสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานให้ทำงานอยู่บน Virtual Private Network หรือ Virtual Local Area Network เพื่อให้การเข้าถึงเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมถูกกำหนดสิทธิ์และการเข้าถึงข้อมูลเป็นไปได้อย่างปลอดภัย

<u>การเข้าถึงข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ควบคุม เครื่องมือวัดพลังงาน และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย</u>

ความปลอดภัยของของรูปแบบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุม มิเตอร์พลังไฟฟ้า และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย คือ Proprietary Protocol ของ RA ซึ่งไม่เปิดเผยลักษณะการเข้ารหัส และยังทำงานอยู่บน VPN เท่านั้น ซึ่งการป้องกันดังกล่าวสามารถป้องกันการเข้าถึงข้อมูลในช่องทางการเชื่อมต่อนี้ได้

แนวทางการพัฒนาในอนาคตสำหรับความปลอดภัยของข้อมูลในระดับอุปกรณ์ควบคุมและมิเตอร์พลังไฟฟ้านั้น สามารถสร้างความปลอดภัยที่สูงมากกว่าความปลอดภัยในโครงการสาธิตฯ โดยยึดถือแนวทางตามมาตรฐานความปลอดภัยตามมาตรฐาน NISTIR 7628 revision 1 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับ Smart Grid Cyber Security

ในกรณีที่ไม่สามารถหาอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่รองรับมาตรฐานดังกล่าวได้สามารถกำหนดให้อุปกรณ์หรือเครื่องมือทำงานอยู่บน Virtual Private Network หรือ Virtual Local Area Network เพื่อให้การเข้าถึงเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมถูกกำหนดสิทธิ์และการเข้าถึงข้อมูลเป็นไปได้อย่างปลอดภัย

<u>การเข้าถึงข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและผู้ใช้</u>

ในโครงการสาธิตฯ การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายในโครงการสาธิตเป็นการเชื่อมต่อผ่านระบบ Ethernet Network ที่กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานด้วยการเข้ารหัส TLS1.2 based Encryption ที่มีความปลอดภัยสูง และผู้ใช้จำเป็นต้องมีรหัสผ่านก่อนการเข้าถึงข้อมูลภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

แนวทางการพัฒนาในอนาคตสามารถกำหนดให้รูปแบบการเข้าถึงข้อมูลต้องทำการเชื่อมต่อกับ Virtual Private Network หรือ Virtual Local Area Network เดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและนอกจากนั้นการใช้มาตรฐาน NISTIR 7628 ก็จะทำให้ความปลอดภัยของข้อมูลที่อยู่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

<u>คุณสมบัติด้านความปลอดภัยของอุปกรณ์ในระบบตรวจติดตาม</u>

อุปกรณ์ในระบบตรวจติดตามที่อยู่ในระบบ Ethernet Network ควรรอบรับการเข้าถึงข้อมูลและมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่างๆ โดยอุปกรณ์หลักเหล่านี้คือ อุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือวัด (Meter) และอุปกรณ์เครือข่าย (Network Devices)

<u>อุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือวัด</u>

จากแนวทางการพัฒนาความปลอดภัยของข้อมูลของมิเตอร์พลังไฟฟ้า จะพบว่ามิเตอร์วัดพลังไฟฟ้าจำเป็นต้องมีความฉลาด (Intelligence) ในการป้องกันการเข้าถึงข้อมูล โดยที่สามารถทำงานรองรับการป้องกันทั้งในระดับ Application Layer ระดับ Transport Layer และระดับ Physical Layer ตามมาตรฐานของ NISTIR 7628 หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ทางด้าน Transport Layer ยังต้องมีความสามารถในด้าน Transport Layer Security (TLS) และสามารถทำงานอยู่บน Virtual Private Network ได้ จะทำให้ความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูลมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ อุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือวัดควรจะสามารถส่งข้อมูลผ่านทาง Protocol มาตรฐานสำหรับการสื่อสารในระบบควบคุมหรือ SCADA ได้ ยกตัวอย่างเช่น MODBUS over TCP/IP with cyber security, DNP 3.0, IEC 61850, IEC 62746-10-1 หรือ SIP เป็นต้น ซึ่งเป็น Protocol ที่มีความปลอดภัยในการ Defragment ตาม Frame Packet ใน Protocol นั้นๆ

ในกรณีที่ต้องการให้ระบบตรวจติดตามมีเสถียรภาพในการจัดเก็บข้อมูล อุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือวัดควรจะมีระบบสำรองข้อมูล (Backup system) หรือการจัดเก็บข้อมูล (Logging) ภายในอุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือวัดเพื่อจะเป็น Secondary backup system สำหรับระบบตรวจติดตามในกรณีที่ Primary database system เกิดมีความผิดปกติหรือไม่สามารถกู้ข้อมูลได้

<u>อุปกรณ์เครือข่าย (Network devices)</u>

การเข้าถึงด้านช่องทางการสื่อสารสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายต้องสามารถป้องกันกำหนดนโยบายรักษาความปลอดภัย (Security Policy) โดยสามารถป้องกันการโจมตีในรูปแบบต่างๆ ได้เช่น การทำลายระบบผ่านทาง TCP SYN Flooding, Ping of death, Teardrop, LAND, Winnuke หรือ การโจมตีในรูปแบบของ Packet Sniffing เป็นต้น ดังนั้น การป้องกันของอุปกรณ์เครือข่ายต้องมี Firewall System, Log Server, VPN, Web Filtering และ Anti-virus เพื่อป้องกันการโจมตีดังกล่าว

การเข้าถึงทางกายภาพได้เป็นช่องทางที่ควรได้รับการป้องกันการบุกรุก การป้องกันการขโมยอุปกรณ์ หรือการทำลายอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้รับความเสียหาย ยกตัวอย่างเช่น การติดตั้งอุปกรณ์กระจายของ Wireless LAN ไว้ใน บริเวณที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่ายจะมีความเสี่ยงสูงในการที่อุปกรณ์ดังกล่าวถูกเชื่อมต่อผ่านทาง Console หรือสูญหายได้ ดังนั้น อุปกรณ์เครือข่ายที่อยู่ภายนอกห้องที่ปิดมิดชิด ควรได้รับการติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ปลอดภัยและไม่สามารถเข้าถึงได้ง่าย

6-2.2.4 Interoperability กับระบบสมาร์ทกริด

การดำเนินการ Demand Response มีความสัมพันธ์กับระบบสมาร์ทกริดโดยรวม โดยเฉพาะการดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic) หรือรูปแบบอัตโนมัติ (Automatic) การพัฒนาระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System: EMS) ระบบไมโครกริด (Microgrid) รวมถึงระบบกักเก็บพลังงาน (Energy Storage System: ESS) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบสมาร์ทกริดสามารถมีส่วนช่วยสนับสนุนให้เกิดการดำเนินการ Demand Response อย่างมีประสิทธิภาพได้

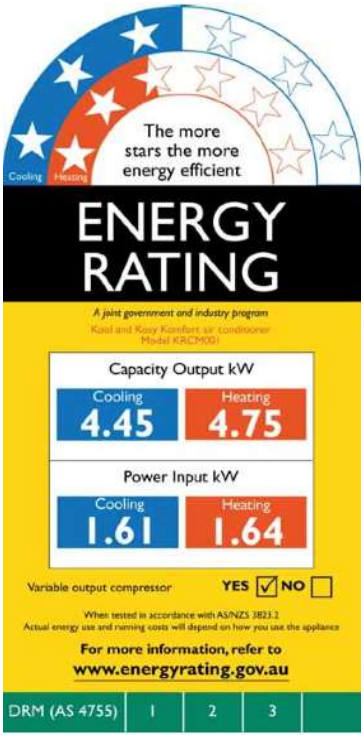
ในปัจจุบัน ได้มีการจัดตั้งคณะทำงาน Interoperability ภายใต้สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) เพื่อกำหนดมาตรฐานและกระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการติดต่อสั่งการในการดำเนินการ Demand Response ให้มีความชัดเจนมากขึ้น ดังนั้น การวางแผนหรือดำเนินการใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Demand Response จะต้องมีการประสานงานและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับทางคณะทำงาน Interoperability ชุดดังกล่าวนี้ ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินการในภาพรวมเป็นไปในทิศทางเดียวกันและมีส่วนช่วยในการสนับสนุนซึ่งกันและกัน

6-2.2.5 อินเตอร์เฟซระหว่างระบบ Demand Response กับอุปกรณ์หรือระบบเดิม

เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือระบบต่างๆ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันในภาคอุตสาหกรรมไม่ได้มีการออกแบบเพื่อรองรับการดำเนินการ Demand Response มาก่อน ดังนั้นการนำระบบ Demand Response หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมาติดตั้งเพิ่มเติมเข้าไปจึงต้องพิจารณาประเด็นการเชื่อมต่อหรืออินเตอร์เฟซด้วย ตัวอย่างอุปสรรคการอินเตอร์เฟซระบบใหม่เข้าไปกับอุปกรณ์เดิมในโครงการสาธิตฯ นั้น ได้ถูกอธิบายในรายละเอียดไว้ใน 6-1.4

สำหรับโรงงานหรือผู้ที่ต้องการดำเนินการ Demand Response ในอนาคต อาจจะเลือกติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องจักรหรือระบบที่มีการรองรับการดำเนินการ Demand Response ได้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเชื่อมต่อระบบในอนาคต ตัวอย่างเช่น ระบบปรับอากาศในประเทศออสเตรเลียที่สามารถรองรับการดำเนินการ Demand Response ได้จะมีการติดฉลากไว้ (ดังแสดงในรูปที่ 6-5) โดยรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์ (Demand Response Modes: DRM) เป็นไปตามมาตรฐาน AS4755 ประกอบไปด้วย

- DRM1 – การหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เป็นระยะเวลาหนึ่ง
- DRM2 - เครื่องปรับอากาศยังคงให้ความเย็นอยู่ แต่จะจำกัดความต้องการไฟฟ้าของอุปกรณ์ไว้ที่ 50% ของค่าพิกัดเครื่อง
- DRM3 - เครื่องปรับอากาศยังคงให้ความเย็นอยู่ แต่จะจำกัดความต้องการไฟฟ้าของอุปกรณ์ไว้ที่ 75% ของค่าพิกัดเครื่อง

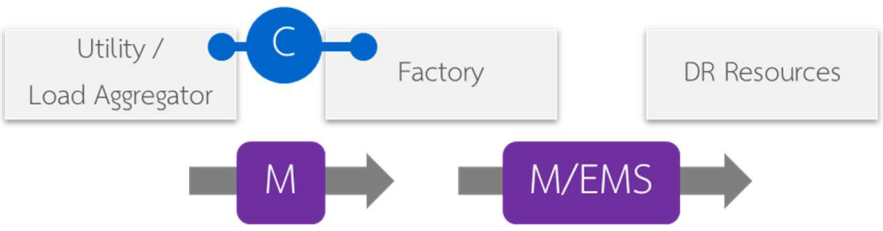


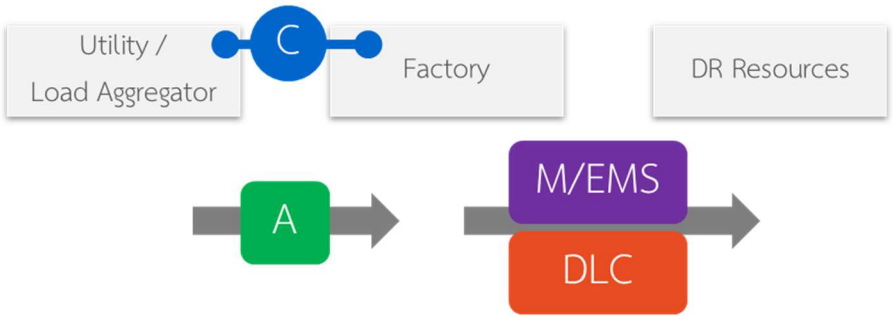
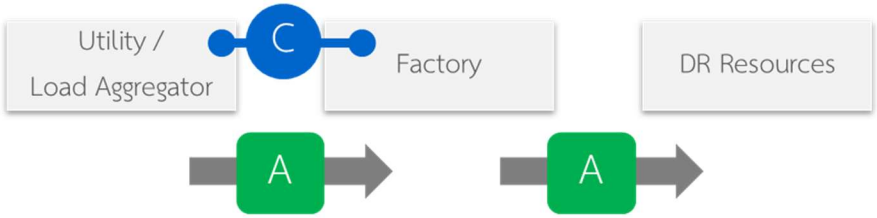
รูปที่ 6-5 ฉลากสติ๊กเกอร์ DRM ในประเทศออสเตรเลีย สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการดำเนินการ Demand Response ได้

6-2.3 ข้อเสนอในการดำเนินการขยายผล

ตารางที่ 6-5 แสดงข้อเสนอแนะเชิงเทคนิคสำหรับการขยายผลการดำเนินการ Demand Response ต่อไปในภาคอุตสาหกรรม โดยได้มีการแบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 รูปแบบ ตามระดับความซับซ้อนของเทคโนโลยี และได้มีการพิจารณาประเด็นความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันต่อการดำเนินการ Demand Response ด้วย

ตารางที่ 6-5 ข้อเสนอแนะในเชิงเทคนิคในการดำเนินการขยายผล

รูปแบบที่ 1 **ระบบ Manual** (ระยะเวลาการดำเนินการประมาณ 1-2 ปี)	

รูปแบบที่ 2 **ระบบผสมผสาน** (ระยะเวลาการดำเนินการประมาณ 2-3 ปี)	
รูปแบบที่ 3 **ระบบ Automatic** (ระยะเวลาการดำเนินการประมาณ 3-5 ปี)	
<u>รายการตัวย่อ</u> C: Contract, A: Automatic, M: Manual, EMS: Energy Management System, DLC: Direct Load Control	

ตารางที่ 6-5 ได้แจกแจงความเชื่อมโยงระหว่างต้นทางของการสั่งการ Demand Response ไปจนถึงปลายทางออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ผู้สั่งการและบริหารการดำเนินการ Demand Response (ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งหน่วยงานด้านการไฟฟ้า, Power Utility หรือผู้รวบรวมโหลด: Load Aggregator) (2) โรงงานอุตสาหกรรมที่เข้าร่วมการดำเนินการ Demand Response และ (3) โหลดที่เข้าร่วมการดำเนินการ Demand Response (DR Resource)

<u>รูปแบบที่ 1: ระบบ Manual</u>

รูปแบบที่ 1 เป็นการดำเนินการ Demand Response ในระดับที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด โดยการสื่อสารสั่งการ Demand Response จะเป็นไปในลักษณะ Manual ทั้งหมด นั่นคือ การสั่งการดำเนินการ Demand Response โดยหน่วยงานด้านไฟฟ้าหรือผู้รวบรวมโหลดจะผ่านทางระบบการสื่อสารพื้นฐาน เช่น ทางโทรศัพท์ ทางอีเมล เป็นต้น และภายหลังจากที่โรงงานได้รับทราบถึงการสั่งการ Demand Response โรงงานก็จะดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานของโหลดต่างๆ ในลักษณะ Manual เช่น การสั่งให้ผู้ปฏิบัติงานหยุดเดินเครื่องจักรบางตัว เป็นต้น

นอกจากนี้ อีกแนวทางย่อยที่เป็นไปได้ภายใต้รูปแบบนี้ คือ การสั่งการดำเนินการ Demand Response จากหน่วยงานด้านการไฟฟ้าหรือผู้รวบรวมโหลด ยังคงเป็นไปในรูปแบบ Manual แต่นำไปประยุกต์ใช้ควบคู่กับระบบบริหารจัดการพลังงานของโรงงาน (Energy Management System: EMS)

ซึ่งการดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบนี้น่าจะใช้เวลาการดำเนินการน้อยที่สุด คือ ประมาณ 1–2 ปี ซึ่งสามารถประเมินและแจกแจงได้เป็น การหารือกับโรงงานเพื่อดำเนินการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ต่างๆ (1 ปี) การพัฒนาสัญญาเพื่อกำกับการดำเนินการ Demand Response (1 ปี) การติดตั้งและทดสอบระบบ (1 ปี) โดยในบางขั้นตอนสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้ ซึ่งจะส่งผลให้เวลาในการดำเนินการโดยรวมนั้นอยู่ที่ประมาณ 1-2 ปี

<u>รูปแบบที่ 2: ระบบผสมผสาน</u>

การดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบที่ 2 นี้มีความซับซ้อนมากขึ้นหากเทียบกับการดำเนินการในรูปแบบที่ 1 กล่าวคือ การสื่อสารสั่งการ Demand Response โดยหน่วยงานด้านไฟฟ้าหรือผู้รวบรวมโหลดจะเป็นไปโดยผ่านทางระบบอัตโนมัติภายใต้มาตรฐาน Open ADR ภายหลังที่โรงงานได้รับทราบถึงการสั่งการ Demand Response ดังกล่าวแล้ว ทางโรงงานจะบริหารจัดการและสั่งการไปยังโหลดต่างๆ ในลักษณะ Manual ยกตัวอย่างเช่น การโทรสั่งให้ผู้ปฏิบัติงานหยุดเดินเครื่องจักรบางตัว เป็นต้น

สำหรับอีกแนวทางการดำเนินการในรูปแบบนี้ คือ การสั่งการจากหน่วยงานทางการไฟฟ้าหรือผู้รวบรวมโหลดไปยังโรงงานเป็นไปในรูปแบบอัตโนมัติผ่านมาตรฐานการสื่อสารสั่งการ Open ADR แต่นำไปประยุกต์ใช้กับไปยังโรงงานที่มีการติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน (Energy Management System: EMS) เรียบร้อยแล้ว

นอกจากนี้ ยังมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการในรูปแบบที่การติดต่อสั่งการจากหน่วยงานทางการไฟฟ้าหรือผู้รวบรวมโหลดไปยังโรงงานเป็นไปในรูปแบบอัตโนมัติผ่านมาตรฐานการสั่งการสื่อสาร Open ADR และมีการสั่งการโดยตรงไปยังโหลด (Direct Load Control: DLC)

โดยการดำเนินการในรูปแบบที่ 2 นี้มีความซับซ้อนมากกว่ารูปแบบที่ 1 จึงมีระยะเวลาในการดำเนินการที่มากกว่า ซึ่งสามารถประเมินและแจกแจงคร่าวๆ ได้ดังต่อไปนี้ การพัฒนาระบบการติดต่อสื่อสารสั่งการระหว่างหน่วยงานส่วนกลาง (เช่น หน่วยงานด้านการไฟฟ้า หรือ ผู้รวบรวมโหลด เป็นต้น) ไปยังโรงงานต่างๆในรูปแบบอัตโนมัติ (2 ปี) การหารือกับโรงงานเพื่อดำเนินการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ต่างๆ (1 ปี) การพัฒนาสัญญาเพื่อกำกับการดำเนินการ Demand Response (1 ปี) การติดตั้งและทดสอบระบบ (1 ปี) โดยในบางขั้นตอนสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้ ซึ่งจะส่งผลให้เวลาในการดำเนินการโดยรวมนั้นอยู่ที่ประมาณ 2-3 ปี

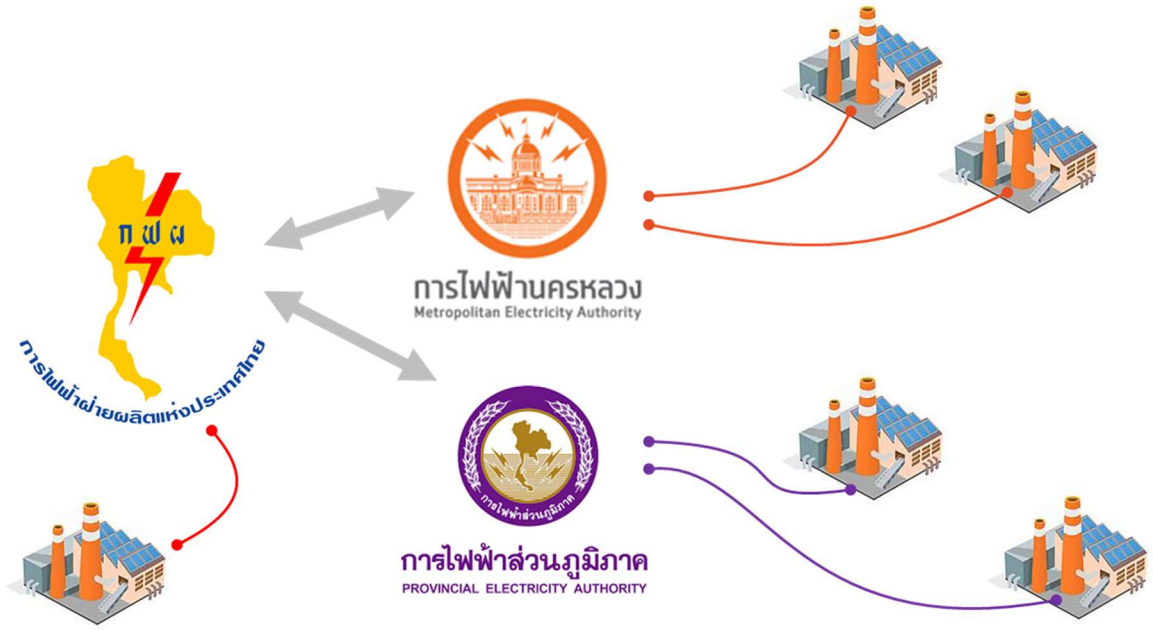
<u>รูปแบบที่ 3: ระบบ Automatic</u>

รูปแบบที่ 3 นั้นเป็นการดำเนินการที่มีความซับซ้อนมากที่สุดในรูปแบบระบบอัตโนมัติโดยสมบูรณ์ นั่นคือ การสื่อสารสั่งการจากหน่วยงานส่วนกลาง (เช่น หน่วยงานด้านการไฟฟ้า หรือ ผู้รวบรวมโหลด เป็นต้น) ไปยังโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ เป็นไปโดยผ่านระบบอัตโนมัติภายใต้มาตรฐาน OpenADR นอกจากนี้ ภายหลังที่โรงงานได้รับทราบการสั่งการจากส่วนกลางแล้ว โรงงานจะสั่งการไปยังโหลดต่างๆ โดยอัตโนมัติ กล่าวคือ ระบบอัตโนมัติจะควบคุมการดำเนินการตั้งแต่ต้นทาง (หน่วยงานส่วนกลาง) ไปยังปลายทาง (โหลดต่างๆ) ด้วยตนเอง ซึ่งการดำเนินการในรูปแบบนี้ได้ถูกสาธิตภายใต้การดำเนินโครงการนี้ โดยภายหลังที่มีการสร้าง Event การดำเนินการ Demand Response ขึ้นใน Demand Response Management System (DRMS) แล้ว ระบบอัตโนมัติจะควบคุมและกำกับการดำเนินการจนกระทั่งไปถึงโหลดปลายทางด้วยตนเอง

เนื่องจากรูปแบบที่ 3 นี้เป็นรูปแบบที่ซับซ้อนมากที่สุดจึงใช้ระยะเวลาในการดำเนินการทั้งหมดมากกว่าหากเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ซึ่งระยะเวลาการดำเนินการสามารถประเมินและแจกแจงคร่าวๆ ได้ดังต่อไปนี้ การพัฒนากระบวนการสื่อสารสั่งการแบบอัตโนมัติตั้งแต่หน่วยงานส่วนกลาง (เช่น หน่วยงานด้านการไฟฟ้า ผู้รวบรวมโหลด เป็นต้น) ไปยังโรงงานและต่อไปยังโหลดต่างๆ (3 ปี) การพัฒนาสัญญาเพื่อกำกับการดำเนินการ Demand Response (1 ปี) การติดตั้งและทดสอบระบบ (1-2 ปี) โดยในบางขั้นตอนสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้ ซึ่งจะส่งผลให้เวลาในการดำเนินการโดยรวมนั้นอยู่ที่ประมาณ 3-5 ปี

6-2.3.1 รูปแบบทางธุรกิจและกลไกที่เป็นไปได้

รูปแบบทางธุรกิจ (Business Model) สำหรับการดำเนินการ Demand Response ในประเทศไทย ซึ่งน่าจะสามารถดำเนินการได้โดยสะดวกที่สุดคือการให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย (ได้แก่ การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค) เป็นผู้รวบรวมโหลด (Load Aggregator) สำหรับการดำเนินการ Demand Response เนื่องจากหน่วยงานทั้ง 2 แห่ง เป็นผู้ที่มีข้อมูลที่จำเป็นต่อการดำเนินการเป็นผู้รวบรวมโหลดอยู่แล้ว เช่น ทราบรูปแบบการใช้ไฟฟ้าของโรงงานต่างๆ ในเบื้องต้น ดังนั้นจึงมีความเข้าใจและสามารถบริหารจัดการการดำเนินการ Demand Response ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 6-6 รูปแบบทางธุรกิจที่เป็นไปได้ - หน่วยงานการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวมโหลด

นอกจากนี้ ยังมีความเป็นไปได้ที่จะให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ Demand Response โดยอาจจะอนุญาตให้เอกชนเข้ามาทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวมโหลดให้กับการไฟฟ้า ซึ่งการดำเนินการในลักษณะนี้จะต้องเน้นไปยังภาคเอกชนที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงและมีลูกข่ายที่สามารถสั่งการให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ไฟฟ้าได้จำนวนมาก ซึ่งตัวอย่างของกลุ่มเอกชนที่มีศักยภาพในการดำเนินการในลักษณะนี้คือ ห้างสรรพสินค้า Hypermarket ต่างๆ ซึ่งมีสาขากระจายอยู่ทั่วไปและมีการใช้ไฟฟ้าในระดับที่สูง เป็นต้น

6-2.3.2 กลุ่มโหลดที่มีศักยภาพในการขยายผล

กลุ่มโหลดที่มีศักยภาพในการขยายผลในภาคอุตสาหกรรม มีดังต่อไปนี้

<u>โหลดในกระบวนการผลิต</u>

โหลดในกระบวนการผลิต (Production Line) มีศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response สูงที่สุด เนื่องจากเป็นโหลดที่มีปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูง อย่างไรก็ตาม การดำเนินการ Demand Response ในโหลดดังกล่าวเป็นเรื่องที่อาจจะดำเนินการได้ลำบาก เนื่องจากการปรับเปลี่ยนการใช้งานโหลดดังกล่าวจะส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิต ซึ่งจะ

มีผลโดยตรงต่อเนื่องไปถึงรายได้ของโรงงานนั้นๆ ดังนั้นจึงต้องมีกลไกแรงจูงใจมากพอในการที่สะสามารถทำให้เกิดการดำเนินการบนโหลดเหล่านี้ได้

โหลดระบบปรับอากาศ

โหลดระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System) เป็นโหลดที่มีศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response เนื่องจากเป็นโหลดที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้หลากหลาย เช่น การดำเนินการ Precool ซึ่งคือการที่ปรับค่า Setpoint ของอุณหภูมิของระบบปรับอากาศให้ต่ำลงในช่วงที่ค่าไฟฟ้าราคาต่ำ ซึ่งจะส่งผลให้ระบบปรับอากาศทำงานมากขึ้นและต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าวสูงขึ้น และหลังจากที่ค่าไฟฟ้ามีราคาสูงในช่วงเวลาต่อมาระบบจะปรับ Setpoint ของอุณหภูมิของระบบปรับอากาศให้สูงขึ้น เพื่อลดการทำงานของระบบปรับอากาศในช่วงเวลานั้น ส่งผลให้มีการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่ลดลงในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งความเย็นที่ได้มีการดำเนินการในช่วง Precool ลดผลกระทบจากการที่ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลงในช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าราคาสูง

โหลดระบบระบายอากาศ

โหลดในระบบระบายอากาศ (Ventilation System) เป็นระบบด้านสาธารณูปโภคที่สามารถดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้ โดยจะมีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้นๆ น้อยกว่าระบบปรับอากาศ นอกจากนี้ ในโรงงานบางแห่งโหลดระบบระบายอากาศมีขนาดใหญ่ เช่น ที่โรงงาน TMC มีปริมาณสูงถึง 50 kW เป็นต้น

โหลดระบบที่มีลักษณะเป็นระบบกักเก็บ

ตัวอย่างของระบบที่มีลักษณะเป็นระบบกักเก็บ (Storage System) เช่น ระบบชาร์จแบตเตอรี (Battery Charger) ระบบอัดอากาศ (Air Compressor) ระบบบำบัดน้ำ (Water Treatment) เป็นต้น ซึ่งโหลดในลักษณะนี้สามารถปรับเปลี่ยนช่วงเวลาทำงานได้

6-2.3.3 กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการขยายผล

กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response มีดังแสดงในตารางที่ 6-6

ตารางที่ 6-6 กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการดำเนินการ Demand Response
(ที่มา: รายงานโครงการศึกษาการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response) ในสภาวะวิกฤตด้านพลังงานไฟฟ้าในระยะสั้นและระยะยาว)

ประเภท TSIC	กระบวนการผลิต			ระบบที่มีศักยภาพในการดำเนินการ DR			
	ความต่อเนื่อง	มูลค่า	ความยากในการตอบสนอง DR	Utilities	ระบบปรับอากาศและแสงสว่าง	ระบบควบคุมอัตโนมัติ	
19 โรงกลั่นน้ำมัน	ต่อเนื่อง	สูง	ยาก	Pump, Air Compressor, Storage Tank	1-3%	มี	ปรับปรุงเพิ่มเติม
20 ปิโตรเคมี	ต่อเนื่อง	สูง	ยาก	Pump, Air Compressor, Storage Tank, Treatment	1-5%	มี	ปรับปรุงเพิ่มเติม
21 เคมี เคมีภัณฑ์ และพลาสติก	Batch บางส่วน	ปานกลาง	ปานกลาง สามารถบริหารการผลิต	Pump, Air Compressor, Warehouse, Treatment	5-10%	มี	ปรับปรุงเพิ่มเติม
22 เหล็กและโลหะพื้นฐาน	Batch	ปานกลาง	ปานกลาง สามารถบริหารการผลิต	Pump, Cooling, Air Compressor, Conveyor	1-5%	มี	ปรับปรุงเพิ่มเติม
35 ไฟฟ้า ก๊าซ ไอน้ำ และระบบปรับอากาศ	ต่อเนื่อง	ปานกลาง	ปานกลาง	Pump, Air Compressor	1-3%	มี	ปรับปรุงเพิ่มเติม
50 การขนส่งทางน้ำ	Batch	ปานกลาง	ง่าย	Pump, Storage Tank	5-10%	มี	ปรับปรุงเพิ่มเติม
52 กิจกรรมคลังสินค้าและสนับสนุนการขนส่ง	Batch	ปานกลาง	ง่าย	Warehouse, Storage Tank	10-30%	ไม่มี	ติดตั้งเพิ่ม

นอกเหนือจากภาคอุตสาหกรรมที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีศักยภาพในการขยายผลการดำเนินการ Demand Response ต่อไปยังภาคส่วนอื่นๆ เช่น อาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ ห้างสรรพสินค้า โรงแรมขนาดใหญ่ เป็นต้น

6-3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากเนื้อหาต่างๆ ในบทที่ 6 ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปประเด็นสำคัญเพื่อขยายผลการดำเนินงานด้าน Demand Response ในภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทยได้ดังต่อไปนี้

<u>กลุ่มอุตสาหกรรมและโหลดที่มีศักยภาพ</u>

ในการขยายผลการดำเนินการด้าน Demand Response ในภาคอุตสาหกรรมนั้น ควรจะเริ่มต้นจากโรงงานที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- โรงงานที่มีการใช้ไฟฟ้าในระบบสาธารณูปโภค (เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศ เป็นต้น) ในปริมาณที่สูง ตัวอย่างของโรงงานประเภทนี้ที่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนได้แก่ โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ห้องเย็น โกดังแช่แข็งสินค้า เป็นต้น
- โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานไม่ต่อเนื่องตลอดเวลา (Batch Process) เนื่องจากจะสามารถดำเนินการ Demand Response ในบางช่วงเวลาได้ เช่น โรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โรงงานเหล็ก เป็นต้น
- โรงงานที่มีกระบวนการผลิตที่เป็นลักษณะเป็นระบบกักเก็บ เช่น โรงงานที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น และโรงงานที่มีการใช้งานระบบกักเก็บพลังงาน เช่น ระบบชาร์จแบตเตอรี่ เป็นต้น ซึ่งสามารถเลื่อนเวลาการชาร์จแบตเตอรี่ออกไปได้ในช่วงเวลาที่ต้องการดำเนินการ Demand Response

ตัวอย่างของโหลดที่สามารถเริ่มดำเนินการ Demand Response ได้ในทันทีได้ถูกสรุปไว้ในตารางที่ 6-7 สามารถจัดลำดับตามระดับความยากง่ายในการดำเนินการได้ รวมถึงวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ Demand Response ต่อกระบวนการผลิตของโรงงาน

ตารางที่ 6-7 สรุปประเภทของโหลดที่เหมาะสมกับการดำเนินงานด้าน Demand Response ระดับความยากง่ายในการดำเนินการ และผลกระทบที่เป็นไปได้จากการดำเนินการ

ประเภทของโหลด	ระดับความยาก/ง่ายในการดำเนินการ	ผลกระทบจากการดำเนินการ Demand Response ต่อกระบวนการผลิต
ระบบระบายอากาศ	ง่าย	ส่งผลให้มีการระบายที่น้อยลง กระทบกับความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้นๆ ในบางกรณีอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงาน (Productivity) ของผู้ปฏิบัติงานลดลง ทั้งนี้ต้องพิจารณาข้อจำกัดด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานควบคู่กันไปด้วย
ระบบปรับอากาศ	ปานกลาง	ส่งผลให้ระบบปรับอากาศทำงานลดน้อยลง กระทบต่อความสะดวกสบายของผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้นๆ อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

ประเภทของโหลด	ระดับความยาก/ง่ายในการดำเนินการ	ผลกระทบจากการดำเนินการ Demand Response ต่อกระบวนการผลิต
		โดยการดำเนินการ Demand Response นั้นไม่จำเป็นต้องเป็นการตัดระบบปรับอากาศเสมอไป แต่สามารถใช้การปรับอุณหภูมิได้เช่นกัน
ระบบชาร์จแบตเตอรี่	ปานกลาง	ส่งผลให้ไม่สามารถชาร์จแบตเตอรี่ได้ในช่วงที่ดำเนินการ Demand Response อย่างไรก็ตาม หากมีการวางแผนที่ดีและลักษณะกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับระบบแบตเตอรี่นี้มีความเอื้ออำนวย การดำเนินการ Demand Response อาจจะไม่ส่งผลกระทบมากต่อกระบวนการผลิต
ระบบบำบัดน้ำเสีย	ค่อนข้างยาก	ส่งผลให้ปริมาณการบำบัดน้ำเสียลดน้อยลง อย่างไรก็ตาม ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นกระบวนการที่เป็นลักษณะเป็นระบบกักเก็บ ดังนั้นจึงมีความสามารถในการหยุดหรือลดกระบวนการผลิตในบางช่วงเวลาโดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานสุดท้าย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณการกักเก็บที่ระบบสามารถรองรับได้
กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch Process)	ยาก	ส่งผลต่อกระบวนการผลิตโดยตรง ทำให้โรงงานสูญเสียรายได้จากการผลิตในช่วงเวลาที่ดำเนินการ Demand Response อย่างไรก็ตามนั้น กระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่องบางประเภทที่สามารถ Stock การไหลของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ได้จะเอื้ออำนวยให้การดำเนินการ Demand Response ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้
กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process)	ยากมาก	ส่งผลต่อกระบวนการผลิตโดยตรง ทำให้โรงงานสูญเสียรายได้จากการผลิตในช่วงเวลาที่ดำเนินการ Demand Response

สิ่งจูงใจสำหรับการดำเนินการด้าน Demand Response

การกำหนดแรงจูงใจที่จำเป็นขึ้นอยู่กับรูปแบบโปรแกรมการดำเนินการ Demand Response ว่าเป็นไปในลักษณะใด ทั้งนี้ เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีรูปแบบการดำเนินการ Demand Response ที่ชัดเจนในประเทศไทย ที่ปรึกษาโครงการ

จึงอ้างอิงการดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบ Event-based จากต่างประเทศ นั่นคือ มีการสั่งการ Demand Response เป็นครั้งคราวภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัด (จำนวนครั้ง ระยะเวลาต่อปี ฯลฯ)

สิ่งจูงใจในการดำเนินการโครงการ Demand Response ในต่างประเทศจะประกอบด้วยสองส่วน นั่นคือ ส่วนของ Availability Payment (บาท/kW) และ Energy Payment (บาท/kWh) ตัวอย่างเช่น โปรแกรมการดำเนินการ Demand Response ในประเทศเกาหลีใต้นั้น จ่ายค่า Availability Payment ที่ประมาณ 1,200 บาท/kW/ปี (ณ ปี 2558) และค่า Energy Payment ที่ประมาณ 4-6 บาท/kWh (ณ ปี 2558) โดยค่า Availability Payment นั้นเป็นค่าที่คำนวณจากปริมาณโหลดที่สามารถควบคุมได้ และจะได้รับการจ่ายทุกปีให้กับผู้เข้าร่วมโครงการโดยไม่คำนึงถึงการสั่งการจริงหรือไม่ ส่วนค่า Energy Payment นั้นจะคำนวณจากกรณีมีการสั่งการ Demand Response จริงและวัดผลจากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงเมื่อเทียบกับค่า Baseline (https://www.poscoict.co.kr/business/teo_03_en.jsp)

หากพิจารณาสิ่งจูงใจที่ใช้อยู่ในประเทศเกาหลีใต้ ตัวอย่างโรงงานที่เข้าร่วมในโครงการสาธิตนี้ซึ่งมีโหลดที่สามารถควบคุมได้อยู่ที่ประมาณ 100 kW (โรงงาน KUMI และโรงงาน TMC) จะสร้างรายได้เพิ่มจากการเข้าร่วมโครงการ Demand Response ที่ 120,000 บาทต่อปี ในส่วนของ Availability Payment และจะมีรายได้จาก Energy Payment ประมาณ 30,000 บาทต่อปี (ประเมินจาก การสั่งการ Demand Response ที่ 60 ชั่วโมงต่อปี) โดยรวมแล้วจะทำให้มีรายได้ประมาณปีละ 150,000 บาทต่อปี

ทั้งนี้ โปรแกรมของ Demand Response จะไม่ใช่การลดรายจ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยตรง แต่จะเป็นการสร้างรายได้เพิ่มเติมตามที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น

รูปแบบทางเทคนิคของระบบซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสมกับการดำเนินการ Demand Response ในนิคมอุตสาหกรรม

สำหรับระบบฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ที่นำมาใช้งานในการดำเนินการ Demand Response ควรจะต้องรอบรับมาตรฐาน OpenADR เนื่องจากเป็นมาตรฐานการควบคุมที่แพร่หลาย และเป็นมาตรฐานเปิด (Open Source) ซึ่งไม่จำกัดเพียงผู้ผลิตรายใดรายหนึ่ง หรือประเทศใดประเทศหนึ่ง ปัจจุบันมีผู้ผลิตและผู้พัฒนาจำนวนมากที่เข้าร่วม OpenADR Alliance และผู้ผลิตรายใหม่ก็สามารถเข้าร่วมได้หากผ่านกระบวนการรับรองจาก Alliance (www.openadr.org)

ในระยะเริ่มต้น ควรเน้นการดำเนินการ Demand Response ในโรงงานที่มีการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น ระบบ PLC หรือโรงงานที่มีระบบบริหารจัดการด้านพลังงานของโรงงาน (Factory Energy Management System: FEMS) เป็นต้น เนื่องจากมีระบบโครงสร้างพื้นฐานอยู่แล้ว และสามารถควบคุมโหลดต่างๆ ได้โดยอัตโนมัติ เพียงแค่เพิ่มเติม

ในส่วนของระบบอินเตอร์เฟสกับส่วนกลาง (หน่วยงานด้านการไฟฟ้า หรือผู้รวบรวมโหลด) และติดตั้งซอฟแวร์สำหรับการดำเนินการ Demand Response

ในระยะถัดไป การขยายผลควรดำเนินการไปสู่กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงและอาจจะยังไม่มีการใช้ระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ (เช่น PLC เป็นต้น) ซึ่งกลุ่มดังกล่าวจะใช้เงินการลงทุนในการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้สามารถรองรับการสั่งการแบบ OpenADR ได้

ประมาณมูลค่าการลงทุนระบบ Demand Response ในโรงงานอุตสาหกรรม

มูลค่าการลงทุนของระบบ Demand Response ขึ้นอยู่กับจำนวนและประเภทของโหลดที่จะทำการควบคุม ซึ่งยากต่อการประเมินตัวเลขที่แน่นอน อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของผู้ดำเนินการ Demand Response ในต่างประเทศ พบว่าเงินลงทุนสำหรับการติดตั้งระบบ Demand Response แบบอัตโนมัติ อยู่ที่ประมาณ 10,000 บาท/kW

ดังนั้นในโรงงานทั่วไปที่ต้องการควบคุมโหลดในปริมาณ 500 kW สามารถประเมินได้ว่าจะมีการลงทุนในระบบ Demand Response อยู่ที่ประมาณ 5 ล้านบาท

รูปแบบในการสนับสนุนด้านการเงินของการขยายผลการดำเนินงาน Demand Response

สำหรับรูปแบบในการสนับสนุนมีความหลากหลายตามที่ได้แสดงการคำนวณไว้ในหัวข้อ 6-2.1 จาก Scenario ที่เหมาะสมที่สุดในด้านของระยะเวลาการคืนทุนคือ Scenario E3 นั้น ทุกภาคส่วน (รัฐ/หน่วยงานด้านการไฟฟ้า ผู้รวบรวมโหลด โรงงาน) ได้รับผลการคืนทุนในช่วงเวลา 4 ปีเท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 6-8

ตารางที่ 6-8 การวิเคราะห์การคืนทุนใน Scenario E3

Scenario	รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า		ผู้รวบรวมโหลด		โรงงาน	
	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน
E3	20%	20%	40%	40%	40%	40%
Scenarios	**รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า**		**ผู้รวบรวมโหลด**		**โรงงาน**	
E3	4.0 ปี		4.0 ปี		4.0 ปี	

อย่างไรก็ตาม หากภาครัฐต้องการสนับสนุนให้เกิดการดำเนินการด้าน Demand Response อย่างรวดเร็วในช่วงระยะสั้น ภาครัฐอาจจะช่วยเหลือในส่วนของผู้รวบรวมโหลดและผู้ประกอบการในแง่ของการร่วมลงทุน ซึ่งตาม Scenario

E3 นั้นคือร่วมลงทุน 20% แต่ในด้านของผลตอบแทนกระจายให้แต่เพียงผู้รวบรวมโหลดและโรงงานเท่านั้น นั่นคือให้ผลตอบแทนของผู้รวบรวมโหลดและโรงงานเป็น 50% แทน ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาการคืนทุนของผู้รวมรวมโหลดและโรงงานลดลงเหลือ 3.2 ปี ดังแสดงในตารางที่ 6-9

ตารางที่ 6-9 การวิเคราะห์การคืนทุนใน Scenario E3-Subsidy

Scenario	รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า		ผู้รวบรวมโหลด		โรงงาน	
	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน	ลงทุน	ผลตอบแทน
E3-Subsidy	20%	-	40%	50%	40%	50%
Scenarios	**รัฐ / หน่วยงานด้านการไฟฟ้า**		**ผู้รวบรวมโหลด**		**โรงงาน**	
E3-Subsidy	ไม่ได้รับผลตอบแทน		3.2 ปี		3.2 ปี	

บทที่ 7

การนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ

สารบัญบทที่ 7

7-1 การสัมมนาเปิดตัวโครงการ 7-1

7-2 การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน 7-2

7-2.1 กำหนดการสัมมนา 7-3

7-2.2 ประเด็นถามตอบจากผู้เข้าร่วมสัมมนา 7-5

7-2.3 สรุปแบบประเมินการสัมมนา 7-6

ภาคผนวก 7ก: รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการ 7-11

ภาคผนวก 7ข: ตัวอย่างหนังสือเชิญ และกำหนดการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ 7-12

ภาคผนวก 7ค: เอกสารประกอบการนำเสนอการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ 7-13

ภาคผนวก 7ง: รายชื่อลงทะเบียน การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ 7-14

บทที่ 7

การนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ

บทที่ 7 นำเสนอการสัมมนาที่ได้มีการดำเนินการไป 2 ครั้ง ภายใต้โครงการสาธิตฯ ซึ่งได้แก่ (1) การสัมมนาเปิดตัวโครงการ เพื่อคัดเลือกโรงงานเข้าร่วมโครงการ และ (2) การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินการ

7-1 การสัมมนาเปิดตัวโครงการ

การสัมมนาเปิดตัวโครงการได้ถูกจัดขึ้นในวันพุธที่ 30 เมษายน 2557 เวลา 8:30 – 13:00 น. ณ ห้องเบต้า ชั้น 2 โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์ กรุงเทพมหานคร โดยมีผู้เข้าร่วมการสัมมนาทั้งหมด 55 ท่าน โดยรายละเอียดการสัมมนาสามารถดูได้จากภาคผนวก 7ก รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการ



รูปที่ 7-1 การสัมมนาเปิดตัวโครงการ – วิทยากรและบุคลากรหลักในโครงการ



รูปที่ 7-2 การสัมมนาเปิดตัวโครงการ – การนำเสนอโครงการ

7-2 การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ได้ถูกจัดขึ้นในวันพุธที่ 6 มกราคม 2559 เวลา 08:30 – 13:00 น. ณ ห้องบางลำพู ชั้น 6 โรงแรมอมารีวอเตอร์เกท กรุงเทพมหานคร โดยมีผู้เข้าร่วมการสัมมนาทั้งหมด 113 ท่าน (ดังแสดงในรูปที่ 7-3) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการดำเนินการของโครงการให้แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดำเนินการ Demand Response



รูปที่ 7-3 การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน - การนำเสนอผลลัพธ์

7-2.1 กำหนดการสัมมนา

สำหรับการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม มีระยะเวลาการสัมมนาทั้งหมดครึ่งวัน โดยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ส่วน และมีช่วงที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมสัมมนาได้ซักถามในประเด็นข้อสงสัยต่างๆ โดยกำหนดการโดยละเอียดของการสัมมนาดังแสดงในตารางที่ 7-1 โดยเอกสารประกอบการสัมมนาทั้งหมดสามารถดูได้จากภาคผนวก 7ค

ตารางที่ 7-1 กำหนดการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

เวลา	กิจกรรม	โดย
๐๘.๓๐–๐๙.๐๐	ลงทะเบียน	
๐๙.๐๐–๐๙.๑๐	กล่าวเปิดงาน	ดร.ทวารัฐ สูตะบุตร ผู้อำนวยการ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
๐๙.๑๐-๐๙.๓๐	ภาพรวม "โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม"	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)
๐๙.๓๐-๑๐.๑๕	ระบบบริหารจัดการการตอบสนองด้านโหลดและประสบการณ์การดำเนินงานการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response Management System: DRMS & DR Experiences) *	I-On Communication (ประเทศเกาหลีใต้)
๑๐.๑๕–๑๐.๓๐	พักรับประทานอาหารว่าง	
๑๐.๓๐–๑๑.๐๐	สถาปัตยกรรมของระบบโครงการสาธิตการตอบสนองด้านโหลด	บริษัท ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
๑๑.๐๐–๑๑.๔๕	สรุปผลการดำเนินงาน "โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม"	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)
๑๑.๔๕–๑๒.๐๐	ถาม – ตอบ ปิดการสัมมนา	
๑๒.๐๐–๑๓.๐๐	รับประทานอาหารกลางวัน	

** หัวข้อสัมมนาภาษาอังกฤษ จะเป็นการบรรยายในภาษาอังกฤษ และมีการสรุปใจความเป็นภาษาไทย*

7-2.2 ประเด็นถามตอบจากผู้เข้าร่วมสัมมนา

ข้อมูลเพิ่มเติม: ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้มีการดำเนินการ Demand Response แล้วแต่จะเน้นไปในลักษณะ Manual อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งในอนาคตจะมีการดำเนินการในลักษณะ Automatic มากขึ้นสำหรับการดำเนินการ Direct Load Control (DLC) กฟผ. ได้มีเคยมีการศึกษาศักยภาพของการดำเนินการ Demand Response ในประเทศไทย โดยได้ผลสรุปว่าการดำเนินการ Demand Response ในภาคอุตสาหกรรมและภาคอาคารพาณิชย์รวมกันแล้วมีศักยภาพประมาณ 2,000 MW (ซึ่งการประเมินศักยภาพดังกล่าวได้มีการพิจารณาถึง Stand-by Generator ตามอาคารพาณิชย์หรือโรงพยาบาลแล้ว) นอกจากนี้ กฟผ. ก็ได้มีการศึกษาการใช้งาน Smart Thermostat ในต่างประเทศ เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น โดยผู้ที่เข้าร่วมโครงการจะได้รับส่วนลดค่าไฟฟ้า ในช่วงที่หน่วยงานด้านการไฟฟ้าต้องการลดโหลดก็จะสามารถปรับ Setpoint ของผู้ที่เข้าร่วมโครงการได้โดยตรง (ทำให้คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงาน)
ถาม: ทำไมโครงการนี้ถึงเน้นการดำเนินงานไปยังนิคมอุตสาหกรรม ทำไมจึงไม่ดำเนินการในภาคอุตสาหกรรมโดยรวม **ตอบ:** สาเหตุที่ทางโครงการเน้นไปยังนิคมอุตสาหกรรมก็เนื่องจากความสะดวกในการดำเนินงาน เนื่องจากโรงงานต่างๆ ได้รวมอยู่ในบริเวณเดียวกัน ทำให้การเข้าไปติดต่อประสานงานสามารถดำเนินการได้โดยสะดวก นอกจากนี้ยังทำให้ช่วงการติดตั้งระบบ การทดสอบระบบสามารถดำเนินการได้โดยง่าย
ถาม: ไม่ทราบว่าที่นิคมอุตสาหกรรมที่ทางโครงการเข้าไปดำเนินการมีโรงไฟฟ้าอยู่หรือไม่ ถ้ามีจะมีกระบวนการในการจ่ายสิ่งจูงใจ (Incentive) อย่างไร ใครจะเป็นผู้จ่าย **ตอบ:** ที่นิคมอุตสาหกรรมหนองแคมีโรงไฟฟ้า SPP จ่ายไฟให้กับโรงงานต่างๆภายในนิคมอุตสาหกรรมอยู่ อย่างไรก็ตามเนื่องจากโครงการสาธิตฯ นี้เน้นการทดสอบเทคโนโลยีเป็นหลัก ดังนั้น จึงไม่ได้มีการจำลองการจ่ายสิ่งจูงใจขึ้นในโครงการสาธิตฯ
ถาม: ในการดำเนินโครงการนี้ ได้มีการพิจารณาการดำเนินการ Demand Response โดยใช้ Standby Generator หรือไม่ **ตอบ:** การใช้ Standby Generator เพื่อดำเนินการ Demand Response ในต่างประเทศจะเรียกว่า Virtual Power Plant (VPP) ที่ปรึกษาโครงการฯ ได้รับทราบว่าทาง กฟผ. ได้มีการดำเนินการศึกษาในประเด็นนี้อยู่แล้ว จึงไม่ได้นำประเด็นนี้มารวมไว้ในขอบเขตการดำเนินงาน นอกจากนี้การใช้ Diesel Generator มาดำเนินการ Demand Response ก็มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ความพร้อมใช้งานของ Diesel Generator ราคาเชื้อเพลิง เป็นต้น
ถาม: สำหรับการดำเนินการ Demand Response ในเกาหลีนั้น มีการใช้ Standby Diesel Generator ด้วยหรือไม่ **ตอบ:** เนื่องจากการดำเนินการ Demand Response ในเกาหลีนั้นเพิ่มเริ่มขึ้นในปี 2557 ดังนั้นจึงยังไม่มีการนำ Standby Diesel Generator มาใช้

ถาม: ในการดำเนินการ Demand Response ในเกาหลีนั้นมีขีดความสามารถในการลดโหลดได้ถึง 1,000 MW ซึ่งสูงมาก มีปัจจัยใดที่ส่งผลให้การดำเนินการในเกาหลีใต้ประสบความสำเร็จ **ตอบ:** ปัจจัยหลักที่ทำให้การดำเนินการ Demand Response ประสบความสำเร็จในเกาหลีใต้คือสิ่งจูงใจ (Incentive) มีการจ่าย Fixed Incentive ประมาณ 1,200 kW ต่อปี และมีการจ่ายสิ่งจูงใจในช่วงการดำเนินการทุกครั้ง (คิดเป็นต่อ kWh) นอกจากนี้อีกปัจจัยที่สำคัญคือสัญญาที่กำกับการดำเนินการ Demand Response
ถาม: ในเกาหลีใต้มีการเรียกการดำเนินการ Demand Response ต่อผู้เข้าร่วมโครงการบ่อยมากน้อยเพียงใด **ตอบ:** การเรียกการดำเนินการ Demand Response จะจำกัดที่ไม่เกิน 60 ชั่วโมงต่อปี โดยในแต่ละครั้งจะมีช่วงเวลาการดำเนินการ 2-4 ชั่วโมง
ถาม: ในประเทศเกาหลีใต้มี DR Resource ทั้งหมดเท่าไหร่ และการเรียก Demand Response ในแต่ละครั้งมีการตอบสนองของ DR Resource เหล่านั้นคิดเป็นปริมาณร้อยละเท่าใด **ตอบ:** มีการตั้งเป้า DR Resource ไว้ที่ 5% ของโหลดทั้งหมด
ถาม: เนื่องจากผู้รวบรวมโหลดต้องดูแลผู้เข้าร่วมโครงการจำนวนมาก ดังนั้น มีกระบวนการอย่างไรในการคัดเลือกหรือประเมินผู้เข้าร่วมโครงการแต่ละราย **ตอบ:** พิจารณาค่า Relative Root Mean Squared Error (RRMSE) ของผู้เข้าร่วมโครงการ ซึ่งหากค่า RRMSE ของผู้เข้าร่วมโครงการรายใดเกิน 30% แสดงว่ามีความเป็นไปได้น้อยที่ผู้เข้าร่วมโครงการรายนั้นจะสามารถมีส่วนร่วมในการดำเนินการ Demand Response ได้ตามที่คาดหวังไว้
ข้อเสนอแนะ: เนื่องจากโครงสร้างการดำเนินการไฟฟ้าของประเทศไทยเป็นไปในลักษณะ Enhanced Single Buyer ซึ่งแตกต่างจากโครงสร้างของประเทศเกาหลีใต้ ดังนั้น ควรจะต้องมีการศึกษาต่อเนื่องโดยยึดหลักว่าโครงสร้างระบบไฟฟ้าของประเทศไทยยังคงเป็น Enhanced Single Buyer ต่อไป
ข้อเสนอแนะ: ในประเทศไทยมีการดำเนินการ Demand Response ในรูปแบบหนึ่งอยู่แล้ว นั่นคือ Interruptible Rate ซึ่งมีสิ่งจูงใจอยู่ที่ประมาณ 712 บาท/kW/ปี (เทียบกับในประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งให้สิ่งจูงใจประมาณ 1,200 บาท/kW/ปี) ส่วนพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงไม่มีสิ่งจูงใจ ครั้งละไม่เกิน 3 ชั่วโมง ไม่เกิน 40 ครั้งต่อปี ดังนั้นสิ่งจูงใจจึงไม่ดึงดูดและไม่คุ้มค่ากับการที่ต้องถูกสั่งลดการใช้งาน ดังนั้น จึงควรมีการพิจารณาแรงจูงใจใหม่เพื่อให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

7-2.3 สรุปแบบประเมินการสัมมนา

ที่ปรึกษาโครงการฯ ได้จัดทำแบบประเมินการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม” และได้แจกจ่ายแบบประเมินดังกล่าวต่อผู้เข้าร่วมการสัมมนาทุกท่าน ซึ่งภายหลัง

สิ้นสุดการสัมมนา ผู้เข้าร่วมการสัมมนาจำนวน 63 ท่านได้ส่งแบบตอบรับกลับคืน (ซึ่งสามารถคิดเป็น 56% ของจำนวนผู้เข้าร่วมการสัมมนาทั้งหมด) โดยผลจากการประเมินสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 7-2

ตารางที่ 7-2 สรุปผลการประเมินการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินการ

ประเด็นการประเมิน	มากที่สด	มาก	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	ไม่แสดงความเห็น
การสัมมนาในภาพรวม					
1 ท่านได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการเข้าร่วมสัมมนาครั้งนี้มาก/น้อยเพียงใด	6 **(10%)**	44 **(70%)**	13 **(20%)**	-	-
2 ความรู้จากการสัมมนาครั้งนี้มีความเกี่ยวข้องกับงานที่ท่านทำอยู่ในปัจจุบันมาก/น้อยเพียงใด	7 **(11%)**	30 **(48%)**	25 **(40%)**	1 **(1%)**	-
3 ระยะเวลาในการสัมมนามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด	3 **(5%)**	22 **(35%)**	27 **(43%)**	4 **(6%)**	7 **(11%)**
การนำเสนอ					
ท่านได้รับประโยชน์/ความรู้เพิ่มเติมจากหัวข้อดังต่อไปนี้มาก/น้อยเพียงใด					
1 ภาพรวม “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม”	10 **(16%)**	37 **(59%)**	16 **(25%)**	-	-
2 ระบบบริหารจัดการการตอบสนองด้านโหลดและประสบการณ์การดำเนินงานการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response Management System: DRMS & DR Experiences)	6 **(10%)**	48 **(76%)**	9 **(14%)**	-	-
3 สถาปัตยกรรมของระบบโครงการสาธิตการตอบสนองด้านโหลด	7 **(11%)**	37 **(59%)**	17 **(27%)**	1 **(1%)**	1 **(1%)**
4 สรุปผลการดำเนินงาน “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม”	8 **(13%)**	44 **(70%)**	10 **(16%)**	-	1 **(1%)**
สถานที่และการประสานงาน					

ประเด็นการประเมิน	มากที่สด	มาก	ปานกลาง	ควรปรับปรุง	ไม่แสดงความเห็น
1 สถานที่จัดสัมมนา/ฝึกอบรมมีความเหมาะสมเพียงใด	26 **(41%)**	33 **(52%)**	4 **(6%)**	-	-
2 โสตทัศนูปกรณ์	16 **(25%)**	40 **(63%)**	7 **(11%)**	-	-
3 อาหารว่างและเครื่องดื่ม	20 **(32%)**	41 **(65%)**	2 **(3%)**	-	-
4 การประสานงานทั่วไป	16 **(25%)**	46 **(73%)**	1 **(1%)**	-	-

หมายเหตุ: บางประเด็นผลรวมของค่าร้อยละอาจจะไม่เท่ากับ 100% ทั้งนี้เนื่องจากการปัดจุดทศนิยม

นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมการสัมมนาบางท่านยังได้มีการให้ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมไว้ในแบบประเมินดังกล่าว ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังตารางที่ 7-3

ตารางที่ 7-3 สรุปข้อสังเกตและข้อเสนอแนะของผู้เข้าร่วมการสัมมนา

ประเด็นด้านเนื้อหาการสัมมนา
▪ การนำเสนอยังไม่ได้พูดถึงฝั่ง Supply Side ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม เช่น โรงไฟฟ้า SPP เป็นต้น ว่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการ Demand Response ได้อย่างไร (ไม่ใช่ผู้รวบรวมโหลด) ▪ การนำเสนอในช่วงสรุปผลการดำเนินงาน “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม” มีการสรุปข้อมูลและผลลัพธ์ได้ดี ชัดเจน และเข้าใจง่าย ▪ ควรมีการสาธิตการทำงานของระบบจริงขึ้นในระหว่างการสัมมนา และควรอธิบายรายละเอียดลงให้ลึกกว่านี้ ▪ ควรจะมีการจัดให้มีการเข้าชมโรงงานในโครงการสาธิตฯ ▪ เวลาในการจัดสัมมนาน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถครอบคลุมเนื้อหาได้เท่าที่ควร ดังนั้น จึงควรเพิ่มเวลาการสัมมนาให้มากกว่านี้
ประเด็นการจัดการสัมมนา
▪ สถานที่การจัดสัมมนาควรจะเป็นสถานที่ที่เข้าถึงได้ง่ายกว่านี้ เช่น มีรถไฟฟ้าผ่าน เป็นต้น ▪ ห้องประชุมมีขนาดเล็กเกินไป ▪ ควรรักษาเวลาให้เป็นไปตามกำหนดการสัมมนา ไม่ควรให้เกินเวลามากนัก

ประเด็นอื่นๆ
▪ ควรจะมีการนำเสนอการดำเนินการ Demand Response ให้กับระดับผู้ออกนโยบาย (Policymaker) เพื่อให้เกิดการดำเนินงานในขั้นตอนถัดไป

ภาคผนวกบทที่ 7

- **ภาคผนวก 7ก:** รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการ
- **ภาคผนวก 7ข:** ตัวอย่างหนังสือเชิญ และกำหนดการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ
- **ภาคผนวก 7ค:** เอกสารประกอบการนำเสนอ การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ
- **ภาคผนวก 7ง:** รายชื่อลงทะเบียน การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ

ภาคผนวก 7ก: รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการ

รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการ

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

เสนอ

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

เสนอโดย

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์
(WADE THAI)

สารบัญ

กำหนดการสัมมนา 3

ประเด็น ถาม – ตอบ จากผู้เข้าร่วมสัมมนา 5

สรุปแบบประเมินผลการสัมมนา 7

เอกสารแนบ: ก. เอกสารประกอบการสัมมนา 8

เอกสารแนบ: ข. แบบลงทะเบียนผู้เข้าร่วมการสัมมนา 9

รายงานการสัมมนาเปิดตัวโครงการ

กำหนดการสัมมนา

ที่ปรึกษา ได้จัดงานสัมมนาเพื่อแนะนำและเปิดตัวโครงการอย่างเป็นทางการ ในวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2557 ที่โรงแรมพูลแมน คิงเพาเวอร์ กรุงเทพฯ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อแจ้งให้ทราบถึงรายละเอียดโครงการและความช่วยเหลือที่ได้รับการสนับสนุนจาก สนพ. ขอบเขตการดำเนินโครงการ รวมทั้งกรอบเวลาการดำเนินงานในภาพรวมตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดโครงการ แก่กลุ่มเป้าหมายซึ่งส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมที่สนใจเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ และผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ

กำหนดการสัมมนาเปิดตัวโครงการ
“โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน
วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น.
ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน คิงเพาเวอร์ กรุงเทพฯ

๐๘.๓๐ – ๐๙.๐๐	ลงทะเบียน	
๐๙.๐๐ – ๐๙.๑๕	กล่าวเปิดงาน	นายเสมอใจ ศุขสุเมฆ ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน
๐๙.๑๕ – ๑๐.๐๐	Demand Response for Industries – Technology and Solution *	นาย Juergen Bender ผู้เชี่ยวชาญด้าน DR / IT
๑๐.๐๐ – ๑๐.๑๕	พักรับประทานอาหารว่าง	
๑๐.๑๕ – ๑๑.๐๐	Demand Response for Industries – Global Trends and Lessons Learned *	นาย Juergen Bender ผู้เชี่ยวชาญด้าน DR / IT
๑๑.๐๐ – ๑๑.๔๕	แนะนำ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”	นายศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต กรรมการสมาคมฯ / ผู้ประสานงานโครงการ
๑๑.๔๕ – ๑๒.๐๐	ถาม – ตอบ ปิดการสัมมนา	
๑๒.๐๐ – ๑๓.๐๐	รับประทานอาหารกลางวัน	

** หัวข้อดังกล่าว จะเป็นการบรรยายในภาษาอังกฤษ และมีการสรุปใจความเป็นภาษาไทย*

บรรยากาศงานสัมมนาเปิดโครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม







ประเด็น ถาม – ตอบ จากผู้เข้าร่วมสัมมนา

ถาม : โครงการดังกล่าวจะเป็นการสั่งการจากส่วนกลางแบบ Auto ใช่หรือไม่ ถ้าเป็นอย่างนั้นทางโรงงานคงไม่เห็นด้วย หรือถ้าเป็นลักษณะ Manual โดยที่การไฟฟ้าฯ แจ้งเพื่อขอปรับลด แล้วโรงงานไม่สามารถลดได้ในช่วงเวลาดังกล่าว ประสิทธิภาพของโครงการก็จะไม่ชัดเจน จึงต้องการขอความชัดเจนในเรื่องนี้ **ตอบ :** การคัดเลือกกระบวนการผลิตในโรงงานจะคัดเลือกส่วนที่สามารถบริหารจัดการได้ โดยจะมีคณะทำงานที่จะเข้าตรวจสอบภายในโรงงาน ก่อนทำการคัดเลือกโรงงานและเครื่องจักรที่เข้าร่วมโครงการสาธิต
ถาม : การแจ้งล่วงหน้าเพื่อปรับลด สามารถแจ้งล่วงหน้าอย่างน้อย 60 นาทีได้หรือไม่ เพราะในความเป็นจริงเครื่องจักรที่ทำงานโดยไม่มีความเกี่ยวเนื่องกับเครื่องจักรอื่น มีน้อยมาก ดังนั้นในการปรับลดการใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องมีการแจ้งล่วงหน้าเพื่อให้ทางโรงงานได้เตรียมตัว **ตอบ :** ในการนำเสนอเป็นเพียงตัวอย่าง ซึ่งการแจ้งล่วงหน้าคงต้องเข้าปรึกษาร่วมกับทางโรงงานอีกครั้งในช่วงเข้าตรวจสอบความเป็นไปได้ในการเข้าร่วมโครงการของแต่ละโรงงาน
ถาม : การสั่งการเพื่อปรับลดเพียงไม่กี่ kW ในโรงงาน ไม่ทำให้เห็นประสิทธิผล เพราะแต่ละโรงงาน ใช้ไฟฟ้าเป็น MW รวมถึงระยะเวลาในการแจ้งล่วงหน้าควรต้องแจ้งล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 2 วัน ดังเช่น โครงการก่อน (Thailand Demand Response) **ตอบ :** ในส่วนของระยะเวลาการแจ้งล่วงหน้าคงกำหนดหลังจากไปตรวจสอบหน้างาน ส่วนอุปกรณ์ที่สามารถเข้าร่วมโครงการนั้น จำเป็นต้องเข้าไปสำรวจภายในโรงงานเช่นเดียวกัน ส่วนที่นำเสนอเป็นเพียงตัวอย่างสำหรับความง่ายในการเข้าใจ
ถาม : การสั่งการโดยตรงจากส่วนกลางผ่านเครื่องจักรโดยตรง คงไม่มีโรงงานไหนยินยอม ควรเป็นเพียงการแจ้งเพื่อให้ผู้ควบคุมสั่งการเอง **ตอบ :** ระบบการสั่งการจะเป็นสั่งตรงไปยังเครื่องจักร โดยจะต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ควบคุมเครื่องจักรก่อน ซึ่งก่อนดำเนินการติดตั้งหน้างานจริงจะมีการจำลองเหตุการณ์ เพื่อให้ทางโรงงานมั่นใจว่าการสั่งการจะไม่กระทบต่อกระบวนการผลิตของโรงงาน
ถาม : เนื่องจากโครงการดังกล่าวเป็นโครงการสาธิต คงยังไม่สามารถใช้ได้กับทุกอุตสาหกรรม มีการกำหนดเบื้องต้นถึงประเภทของอุตสาหกรรม ที่จะเข้าร่วมหรือไม่ **ตอบ :** กระบวนการผลิตที่จะคัดเลือกควรมีลักษณะการเดินเครื่องเป็นช่วงๆ (Batch) หรือมีการเก็บ Stock สำหรับกระบวนการถัดไป ซึ่งคงไม่ใช่สำหรับทุกอุตสาหกรรม ที่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ ซึ่งในอนาคตอาจจะมีการศึกษาต่อเนื่องสำหรับโรงงานที่มีลักษณะการเดินเครื่องแบบต่อเนื่อง จะมีการนำ DR ไปใช้ส่วนใดได้บ้าง
ถาม : เนื่องจากโครงการมีระยะเวลาค่อนข้างนาน ถ้าหากในระยะแรกเข้าร่วมแล้ว ขอยกเลิกระหว่างโครงการจะมีผลอย่างไร **ตอบ :** การเข้าร่วมโครงการของโรงงานจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูงของบริษัท เพื่อป้องกันปัญหาการขอยกเลิก ในระหว่างดำเนินโครงการ
ถาม : ระบบที่ออกแบบไว้ต่างจาก Demand Controller ที่แต่ละโรงงานมีอยู่แล้วอย่างไรบ้าง **ตอบ :** อุปกรณ์อาจจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่จะต่างกันตรงที่มีการสั่งการจากภายนอก ในกรณีที่เกิด

ปัญหาในระบบไฟฟ้า ซึ่งถ้าโรงงานที่ผลิตไฟฟ้าใช้เองคงไม่มีปัญหา แต่จะเป็นปัญหากับผู้ใช้ไฟฟ้าที่ซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาในระบบไฟฟ้าแล้วทางโรงงานช่วยกันปรับลดการใช้ไฟฟ้าบางส่วนเพื่อให้ระบบไฟฟ้าไม่เกิดโหลดสูงเกินไป ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ล่ม ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายมากกว่า
ถาม : ผู้ที่ตอบรับเข้าร่วมโครงการจะได้อะไรบ้างจากโครงการ **ตอบ :** ผู้ที่เข้าร่วมโครงการจะได้รับอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมด หลังจากจบโครงการแล้ว ซึ่งสามารถนำไปต่อยอดใช้ภายในโรงงานต่อไปได้ นอกจากนี้ การที่คณะทำงานที่เข้าไปศึกษาจะทำให้โรงงานได้รับทราบถึงศักยภาพที่มีอยู่ของโรงงาน
ถาม : ทางผู้เข้าร่วมสัมมนาเคยได้เข้าร่วมสัมมนา โครงการ Demand Response แล้ว 2 ครั้ง ซึ่งครั้งนี้จะเป็นโครงการต่อเนื่องกับ 2 โครงการก่อนหรือไม่ **ตอบ :** โครงการนี้ไม่เกี่ยวเนื่อง และไม่ทับซ้อนกับโครงการก่อนหน้า ซึ่งโครงการก่อนหน้านี้เป็นลักษณะของการขอความร่วมมือจากผู้ประกอบการในการปรับลดการใช้ไฟฟ้าในสภาวะวิกฤติ แต่โครงการนี้จะเป็นการวางแผนสำหรับในอนาคต เพื่อความยั่งยืนของระบบไฟฟ้าในอนาคต
ถาม : ตอนนี้มีโรงงานที่กำหนดไว้หรือยัง ถ้ามีการกำหนดแล้วสามารถเพิ่มเป็นโรงงานที่ 3 หรือไม่ **ตอบ :** โรงงานสาธิตยังไม่มีการระบุ ส่วนถ้ามีโรงงานสนใจมากกว่า 2 โรงงาน คงต้องดูในเรื่องของกรอบเวลาและงบประมาณว่า เพียงพอหรือไม่

สรุปแบบประเมินผลการสัมมนา

จากยอดรวมผู้เข้าสัมมนาทั้งหมด จำนวน 55 คน ที่ปรึกษา ได้รับแบบประเมินผลการสัมมนาจำนวน 32 แบบประเมิน โดยสามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. งานสัมมนา

การสัมมนาในภาพรวม	**มากที่สุด**	**มาก**	**ปานกลาง**	**ควรปรับปรุง**
1. ท่านได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการเข้าร่วมการสัมมนา ครั้งนี้ มาก/น้อย เพียงใด	4 (13%)	20 (63%)	8 (25%)	
2. ความรู้จากการสัมมนาครั้งนี้เกี่ยวข้องกับงานที่ท่านทำอยู่ในปัจจุบัน มาก/น้อย เพียงใด	4 (13%)	14 (44%)	14 (44%)	
3. ระยะเวลาในการสัมมนามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด	3 (9%)	26 (81%)	2 (6%)	1 (3%)
การนำเสนอ	**มากที่สุด**	**มาก**	**ปานกลาง**	**ควรปรับปรุง**
ท่านได้รับประโยชน์/ความรู้เพิ่มเติมจากหัวข้อต่อไปนี้ มาก/น้อย เพียงใด				
1. Demand Response for Industries – Technology and Applications	7 (22%)	21 (66%)	4 (13%)	
2. Demand Response for Industries – Global Trends and Lessons Learned	4 (13%)	22 (69%)	6 (19%)	
3. แนะนำ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม”	6 (19%)	21 (66%)	4 (13%)	
สถานที่และการประสานงาน	**ดีมาก**	**ดี**	**พอใช้**	**ควรปรับปรุง**
1. สถานที่จัดสัมมนา/ฝึกอบรมมีความเหมาะสมเพียงใด	14 (44%)	18 (56%)		
2. โสตทัศนูปกรณ์	17 (53%)	15 (47%)		
3. อาหารว่างและเครื่องดื่ม	15 (47%)	16 (50%)	1 (3%)	
4. การประสานงานทั่วไป	14 (44%)	16 (50%)	2 (6%)	

2. โครงการสาธิต

รายการประเมิน	**มากที่สุด**	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**
1. ท่านคิดว่าโครงการสาธิตจะเป็นประโยชน์มากน้อยต่อหน่วยงานของท่านเพียงใด	7 (22%)	15 (47%)	7 (22%)	1 (3%)
2. ท่านคิดว่าหน่วยงานของท่านมีความสนใจ และ/หรือ มีความเหมาะสมต่อการเป็นโครงการสาธิต มาก/น้อยเพียงใด	6 (19%)	12 (38%)	9 (28%)	3 (9%)

เอกสารแนบ: ก. เอกสารประกอบการสัมมนา

โครงการสาธิตระบบ DEMAND RESPONSE ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

Demand Response for Industries – Technology and Applications

30 เมษายน 2014

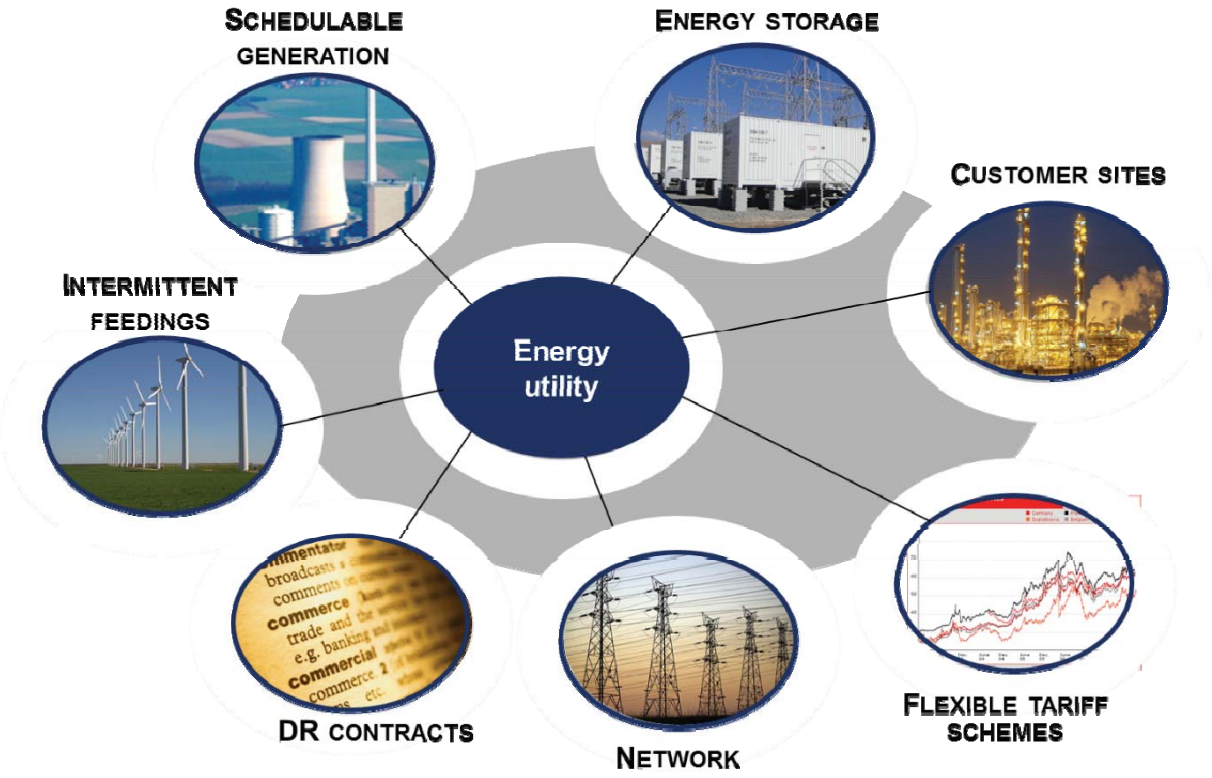
Mr. Juergen Bender

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

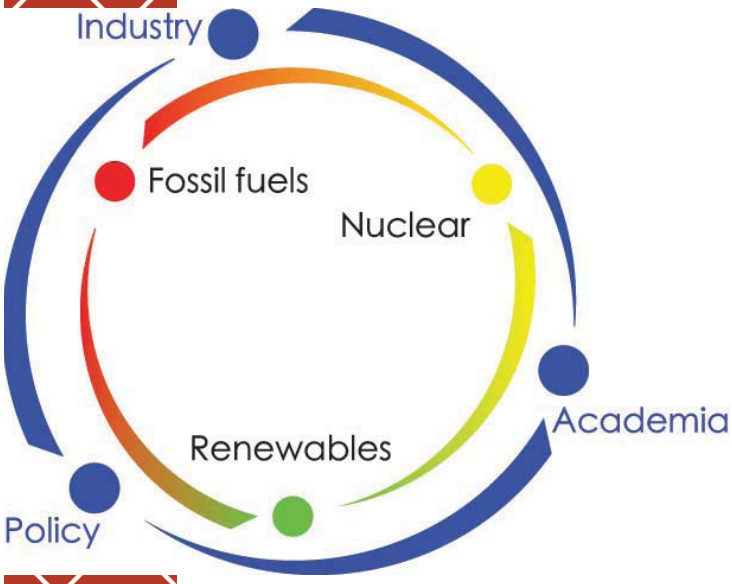
DR IS PART OF A COMPLEX ENVIRONMENT



สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

VARYING CONDITIONS BY REGION



Demand Response solutions are complex systems that incorporate a number of technologies, consumer interactions and decision points. This complexity makes it difficult to define detailed development and deployment scenarios.

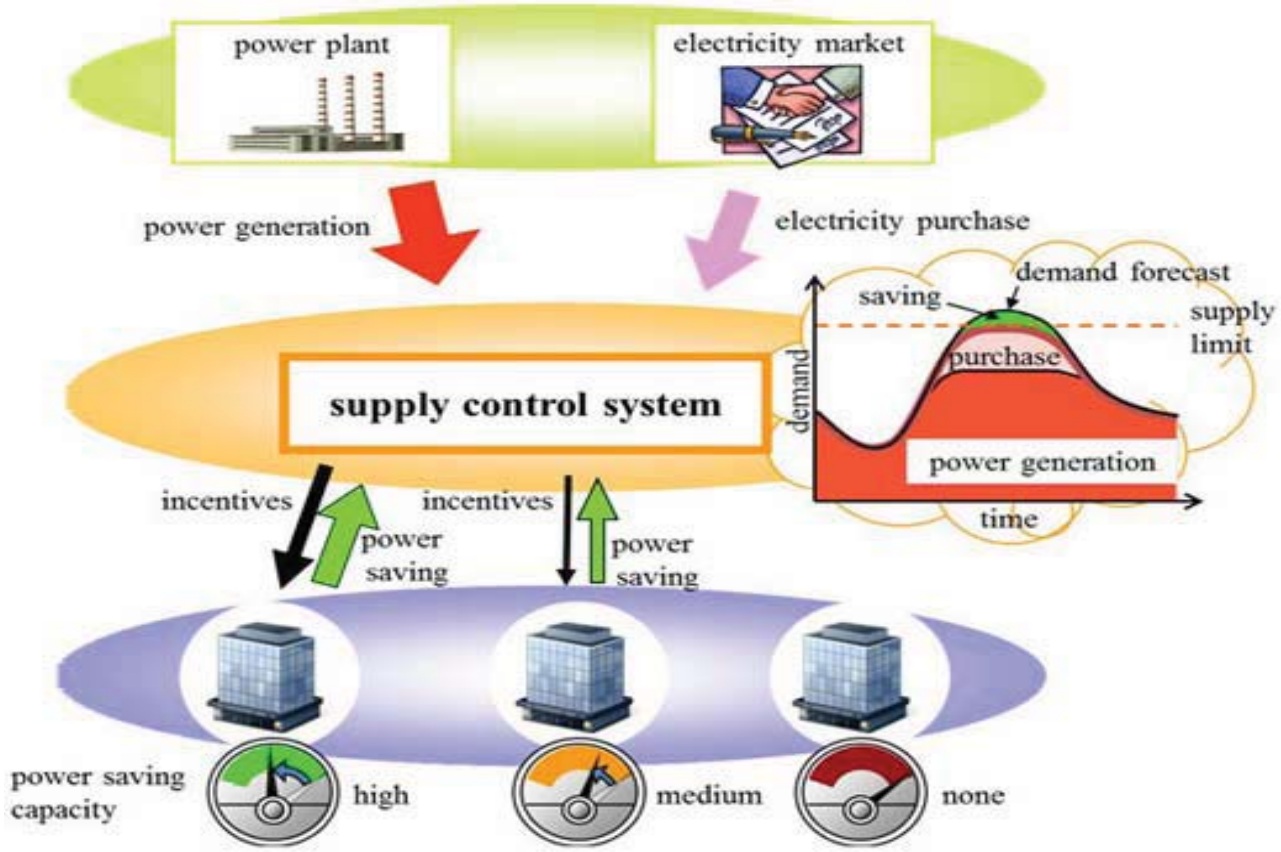
Demand Response technologies are being developed worldwide, so much of the research, development and demonstration (R&D) can be discussed in a global context. But deployment needs to be discussed at the regional level, where important factors such as the age of infrastructure, demand growth, generation make-up, and regulatory and market structures vary significantly.

© 2013 Bender-IS, LLC | All rights reserved | bender-is.com

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

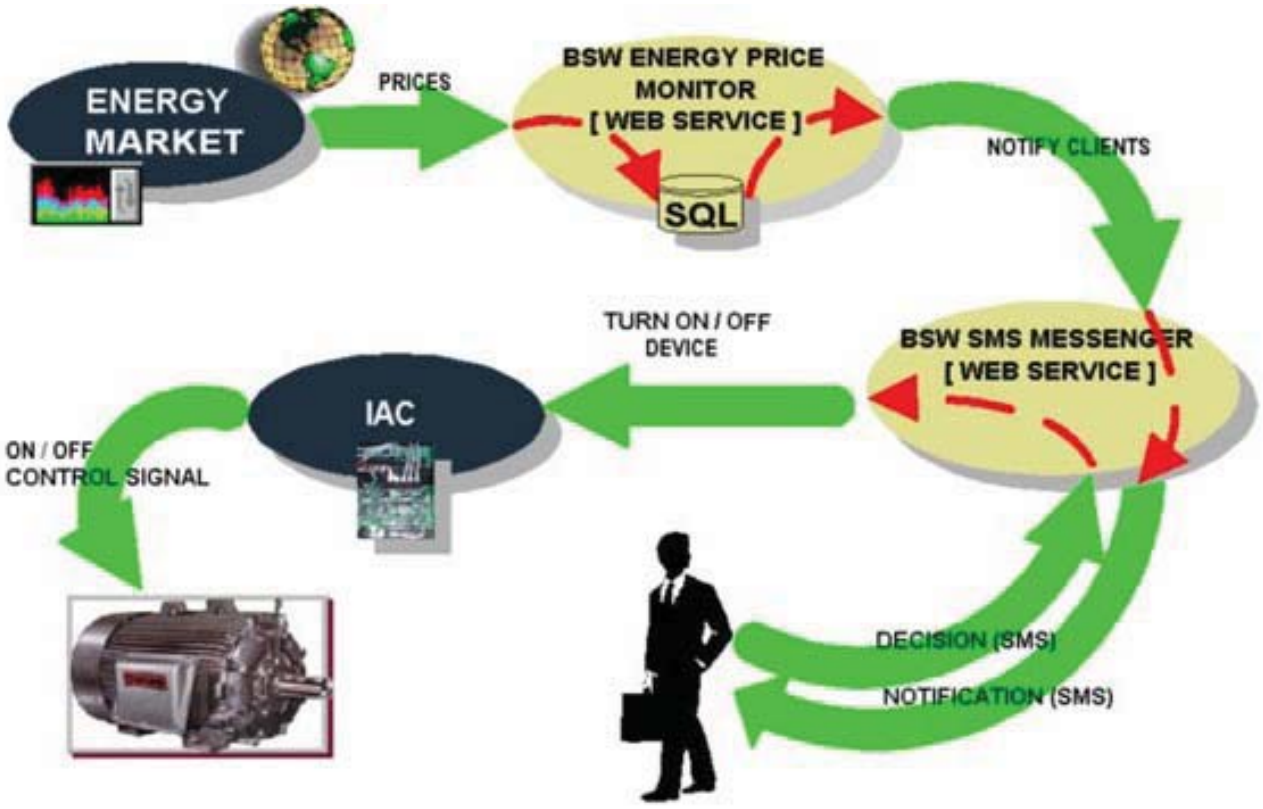
DR IN THE ENERGY SUPPLY SYSTEM



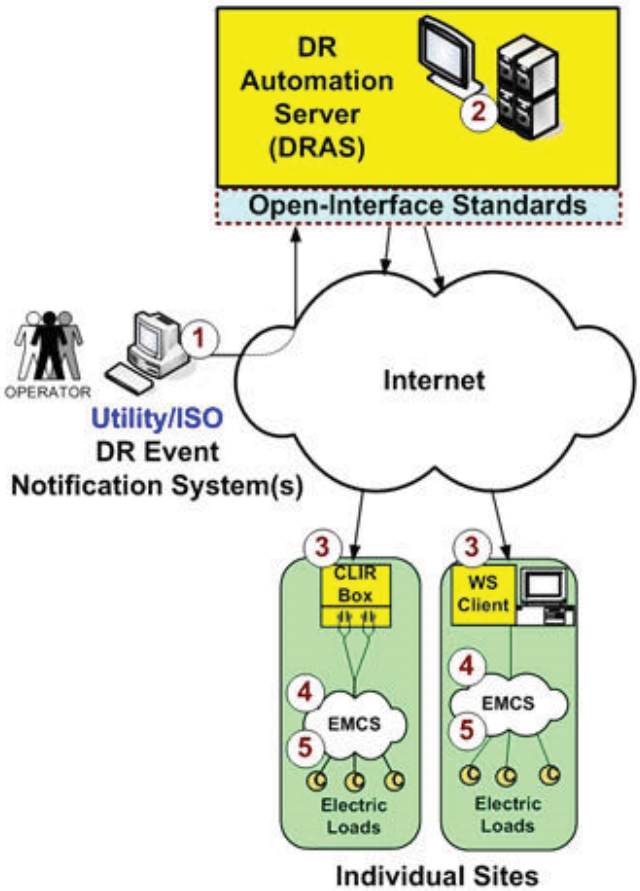
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

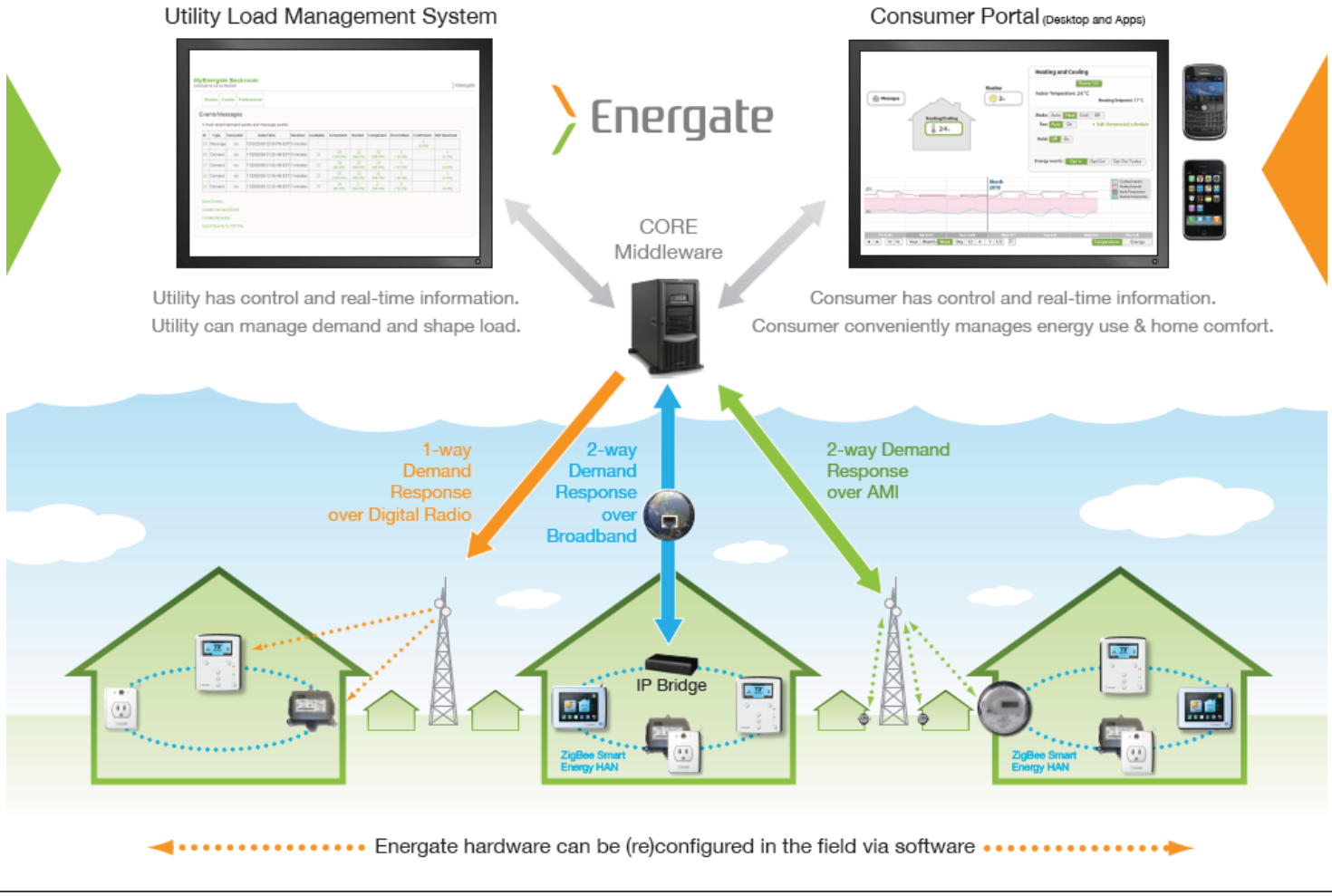
MANUAL DR VS AUTO DR



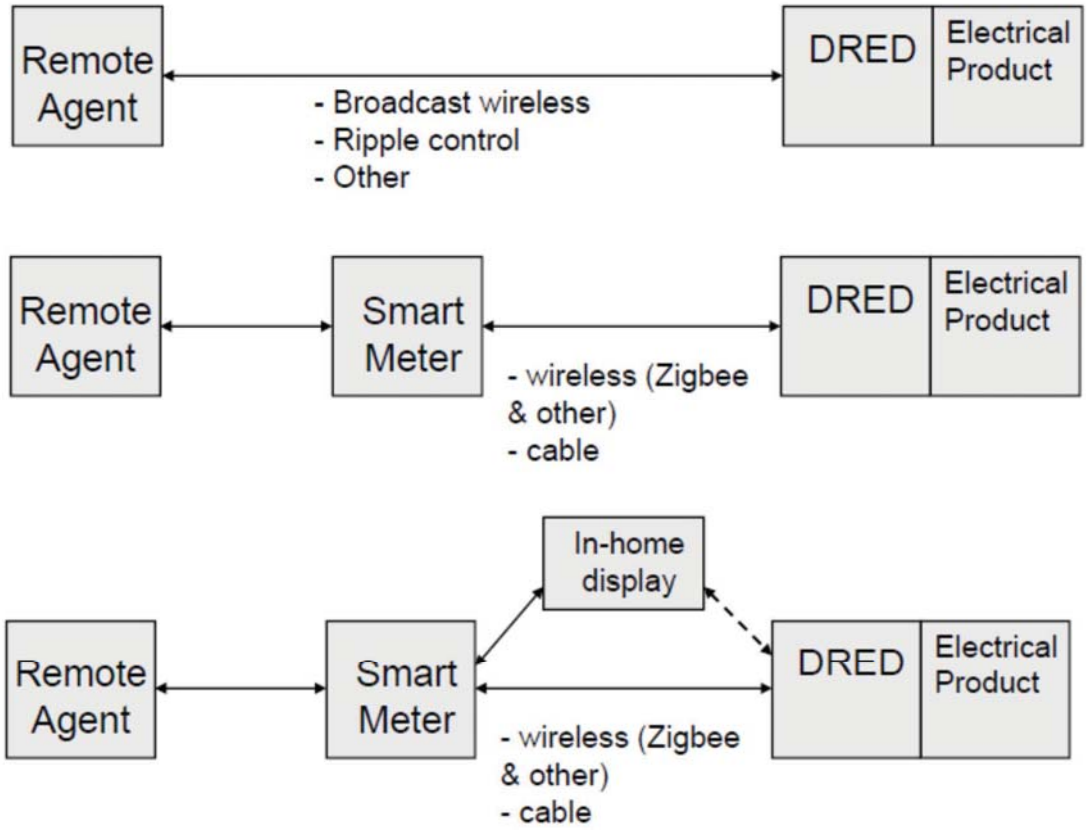
HIGH LEVEL DR ARCHITECTURE



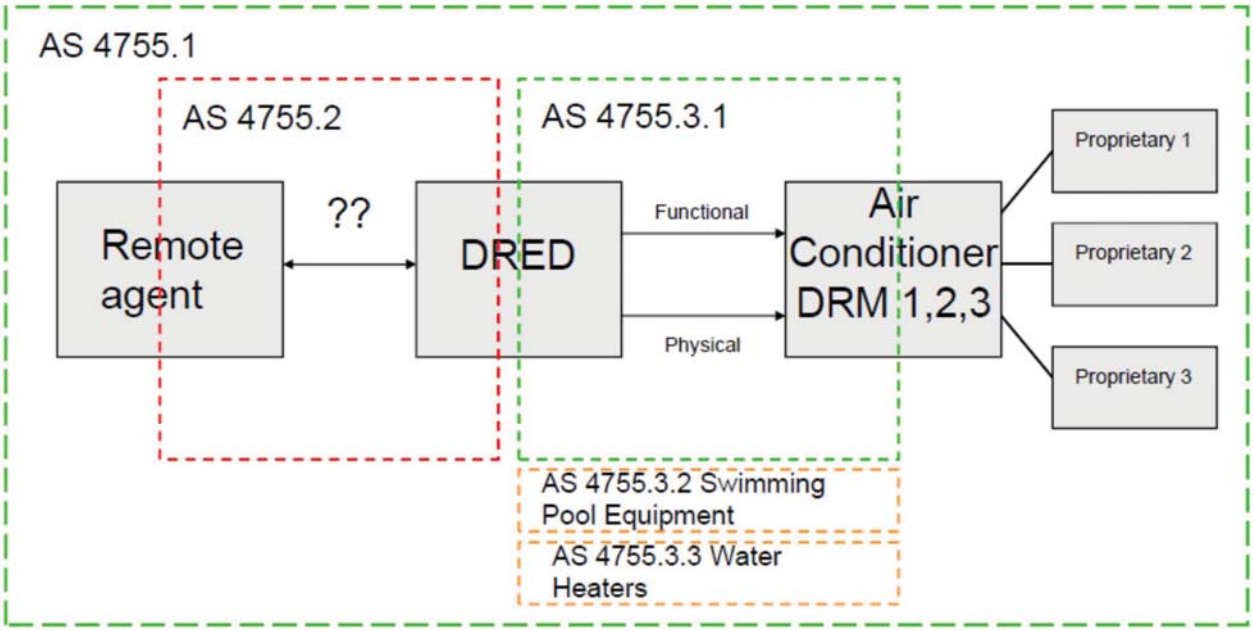
CONSUMER CONNECTED DEMAND RESPONSE (CCDR)



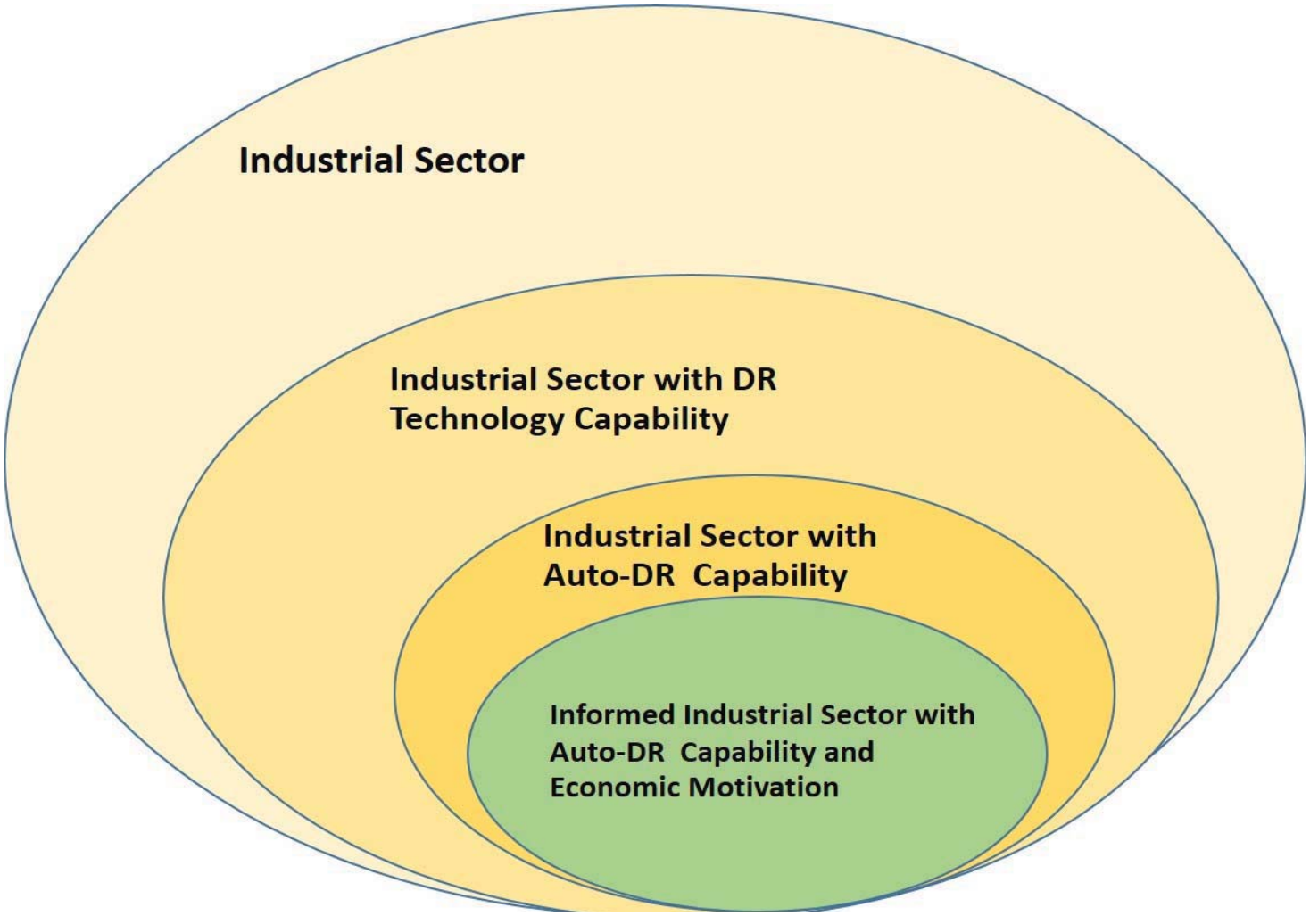
POSSIBLE CONFIGURATIONS OF AUTO DR



SAMPLE OF DEMAND RESPONSE STANDARDS



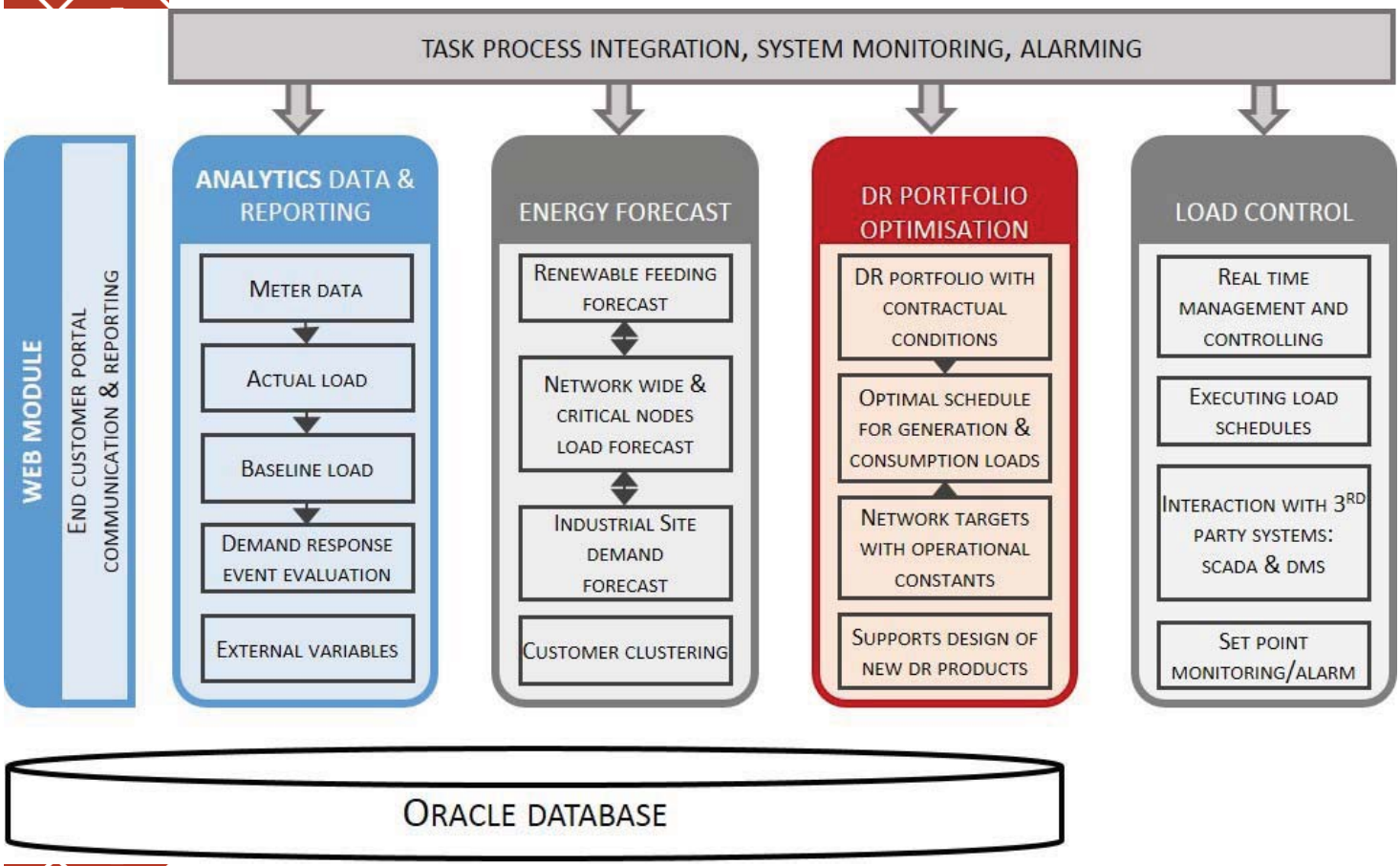
DISCOVERY PROCESS FOR INDUSTRIAL AUTO-DR IMPLEMENTATION



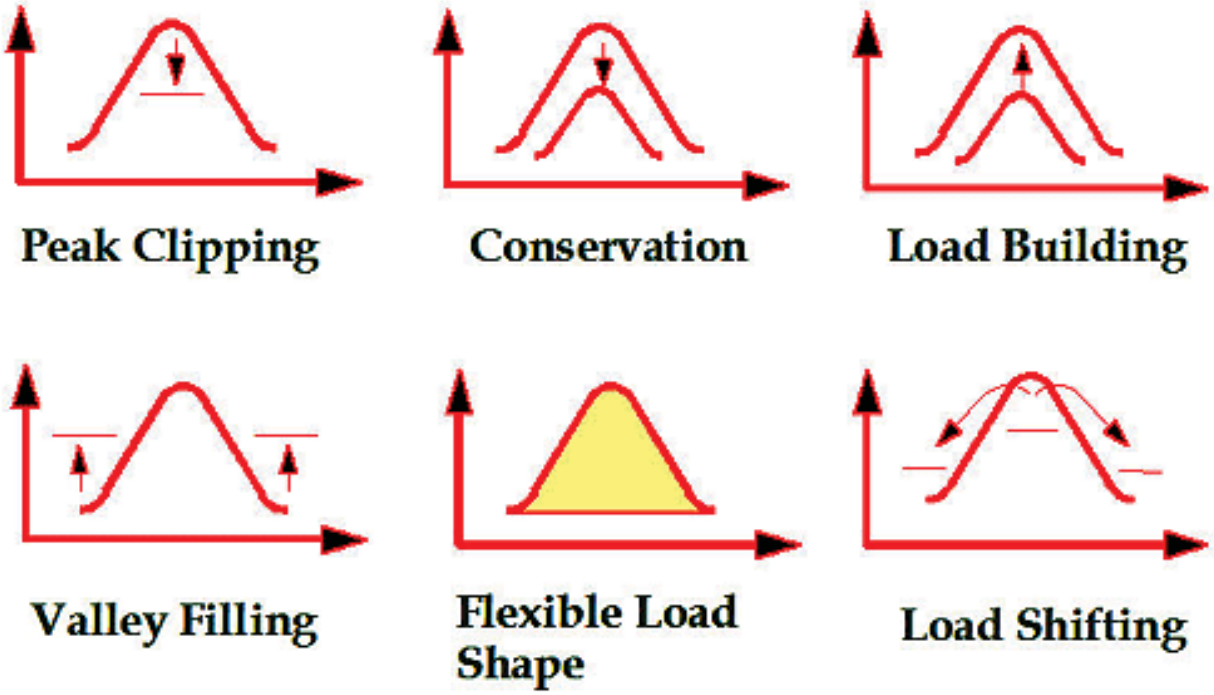
DR APPLICATIONS FOR INDUSTRIES

	Demand-Side Management		
	Efficiency and Conservation (Daily)	**Peak Load Management (Daily)**	**Demand Response (Dynamic Event Driven)**
Motivation	-Utility Bill Savings - Environmental Protection	-TOU Savings - Demand Charge Saving - Grid Protection	-Price - Reliability - Emergency - Grid Protection
Design	- Efficient Production and Support Equipment &Systems	- Low Power Design	- Dynamic Control Capability for Production and Support Systems
Operations	-Integrated Support System Operations - Optimized Production System Operations	- Demand Limiting - Demand Shifting	-Demand Shedding - Demand Shifting - Demand Limiting
Initiation	Local	Local	Remote

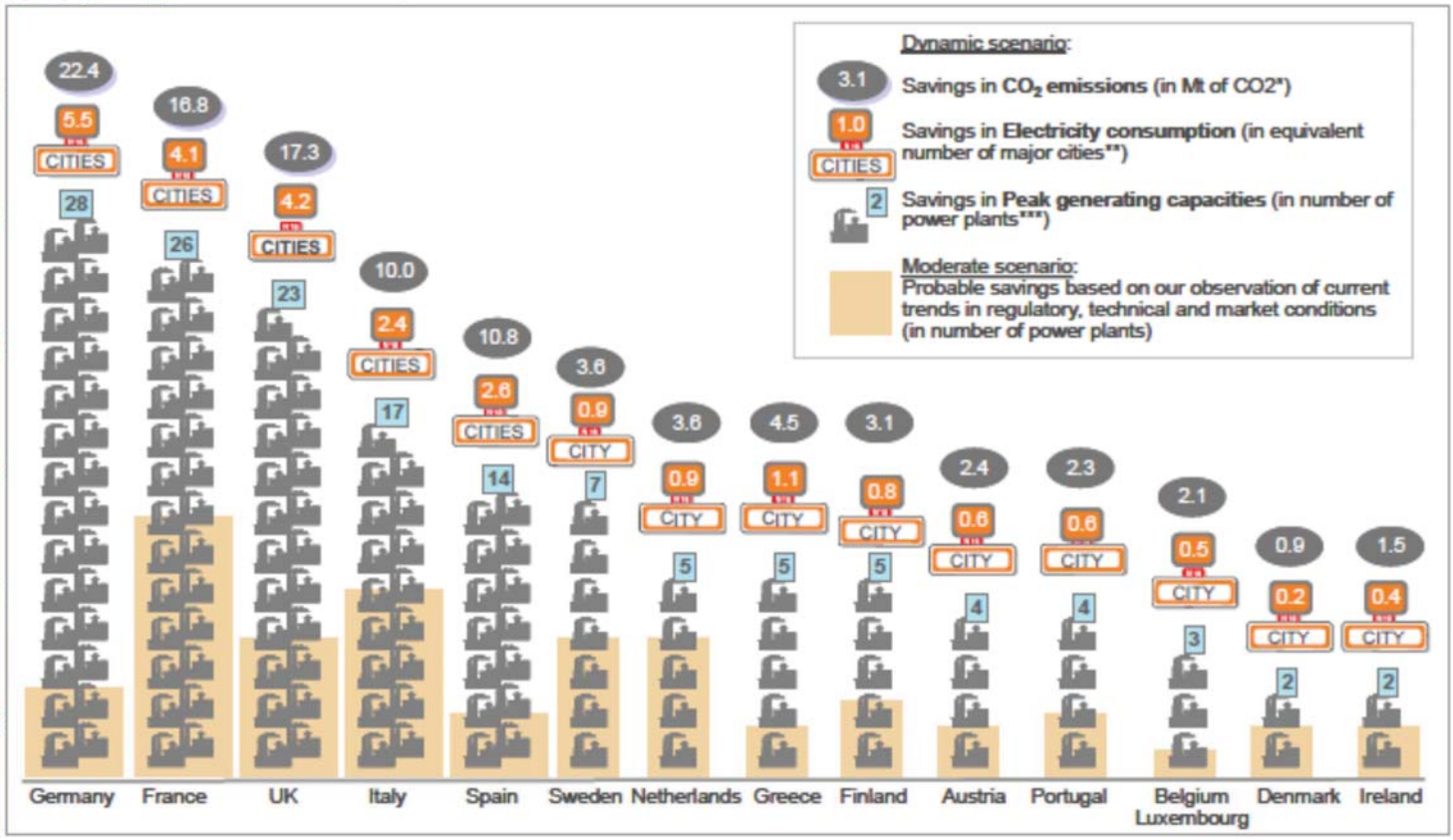
DR SYSTEM ARCHITECTURE



DEMAND SIDE MANAGEMENT LOAD-SHAPE



ILLUSTRATIVE SAVINGS IN THE EU-15 COUNTRIES IN 2020



* considering that 1 kWh saves 500 gCO2

** expressed in equivalent of avoided consumption of large size cities (2 million inhabitants and 150,000 commercials, based on an average consumption of 8,2 TWh/year)

*** expressed in equivalent of avoided construction of thermal plants (500 MW)

THANK YOU

สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

โครงการสาธิตระบบ DEMAND RESPONSE ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

Demand Response for Industries – Global Trends and Lessons Learned

30 เมษายน 2014

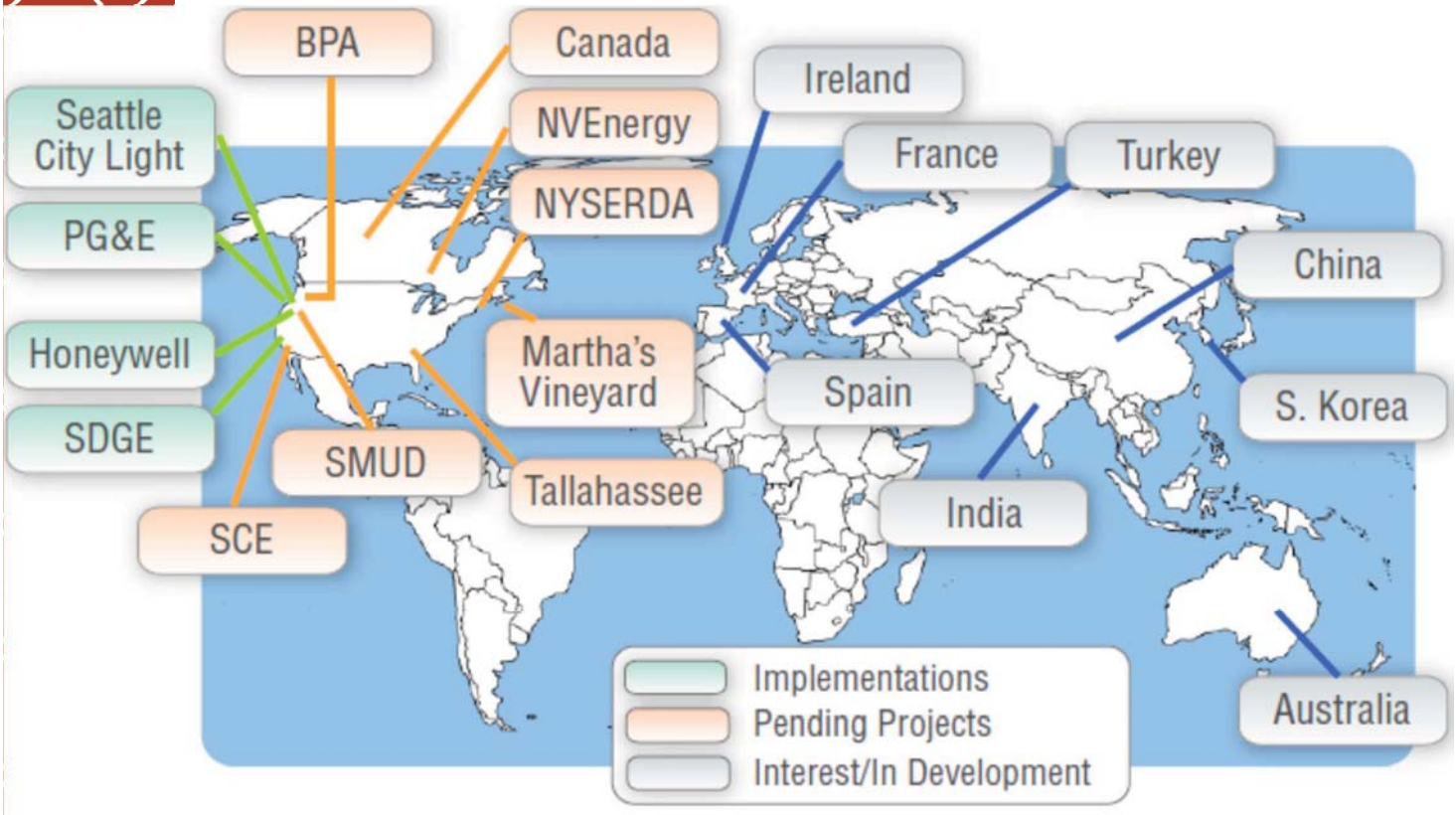
Mr. Juergen Bender

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

GLOBAL DEPLOYMENTS AND REFERENCES



GERMANY/SPAIN/UK/BELGIUM

- **Fully Deregulated Market – Energy Wholesale Scheme**
  - Manual DR and Energy Efficiency Programs for C&I Customers – Price Signals
  - Auto DR for Larger Industries Only – Price Signals / VPP Concept
  - DR Initiatives are not Initiated by the Government
  - Industries with DR Programs are Likely also Generators and Trader in the Energy Spot Market
- **Residential DR is still Pending Larger Scale AMI Roll Out**
- **Legal Issues around Data Privacy**

NETHERLAND/ITALY/SCANDINAVIA

- **Fully Deregulated Market – Energy Wholesale Scheme**
  - Manual DR and Energy Efficiency Programs for C&I Customers – Price Signals
  - Auto DR Being Deployed Cross Industries – Price Signals / VPP Concept
  - AMI Roll Out Largely Completed with Residential DR Deployed – Price Signals / Grid Related Events
  - DR Initiatives are not Initiated by the Government
  - Participants in DR Programs are Likely also Generators and Trader in the Energy Spot Market
- **Legal Issues around Data Privacy**

CALIFORNIA/COLORADO (US)

- **Fully Deregulated Market with Free Retail Competition**
  - Manual DR for Residential Consumers – Incentive Based
  - AutoDR for C&I and Residential – ToU and Grid Events
  - DR Initiatives Driven by the Utilities
  - Significant Consumer Engagement Programs
- **After the Exhaustion of the Stimulus Money AMI Roll Outs Came to a Stand Still**
- **No Standards Across all Legislatives**
- **Very Weak and Aging Infrastructure**
- **Other States in the US are Far Behind CA and CO**

AUSTRALIA

- **Recent Finalization of Retail Separation for Most States – DSO Drive AMI Roll Out Completed in Victoria**
  - No Significant Manual DR At All
  - AutoDR for Residential and C&I in Victoria Deployed – ToU and Grid Events
  - NSW and QLD Started Retail Driven Roll Out of AMI – AutoDR for Residential and C&I Part of the Business Case
- **Very Cheap Fossil Fuels Hinder Renewable Deployment**
- **Challenging Geography**

JAPAN

- **DR Still in its Infancy – Only EE Programs**
  - Manual DR only in Some Industries with Own Generation
  - No AutoDR Programs Deployed
  - Larger Scale AMI Roll Out Still Pending
- **Still Have to Overcome Fukushima Disaster**
- **Government is Reviewing the Energy Policy Therefore Legal Uncertainty**

VOLKSWAGEN GROUP – DR PROJECT




Wolfsburg Nord
- Electrical 140 MW
- Thermal 755 MW


Wolfsburg West
- Electrical 300 MW
- Thermal 180 MW


Kassel
- Electrical 42 MW
- Thermal 210 MW

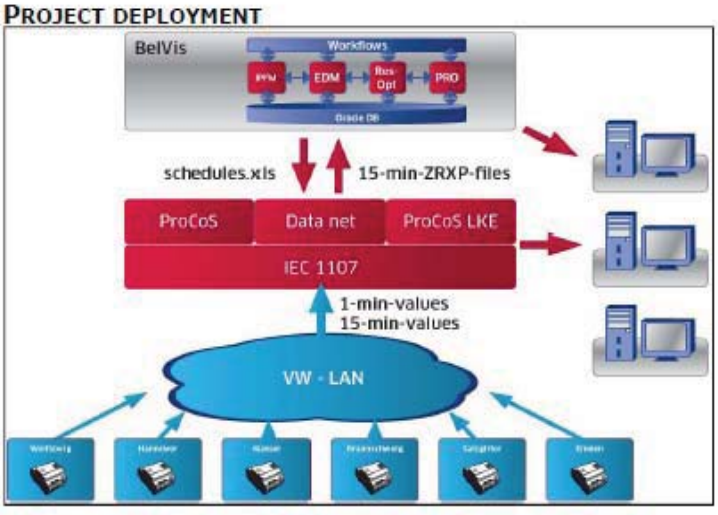

Hannover
- Electrical 300 MW
- Thermal 420 MW


Emden
- Electrical na
- Thermal 140 MW


Mlada' Boleslav
- Electrical 90 MW
- Thermal 450 MW

PROJECT SCOPE
- ENERGY NEEDS FOR THE WHOLE VW GROUP (VW, AUDI, PORSCHE, SKODA, SEAT)
- MULTICOMMODITY PROJECT: ELECTRICITY, GAS, HEAT, COMPR AIR, WATER, CO2
- OPERATION OF OWN GENERATION CAPACITY WITH MARKET TRADE / PROCUREMENT
- CONTROL OF THE INTERRUPTIBLE INDUSTRIAL SITES IN DIFFERENT GEOGRAPHICAL AREAS
- TIME HORIZON INTEGRATION : LONG TERM PLANNING – SHORT TERM SCHEDULING – INTRADAY & MINUTE RESERVE MANAGEMENT

PROJECT DEPLOYMENT



PROJECT NUMBERS AND ACHIEVEMENT

FULLY INTEGRATED ENERGY PLATFORM
PORTFOLIO ELECTRICITY 900 MW AND HEAT 2,100 MW
ENERGY REQUIREMENT 1 GWH, TRADED VOLUME 4.5 GWH
13 ASSET LOCATIONS

IDENTIFIED DEPLOYMENT BARRIERS

Policy and Regulation

Current regulatory frame work does not support price volatility resulting in uncertainty regarding the market model.

Market Uncertainty and Distortion

Many technologies have only been tested on a pilot scale and savings estimates are uncertain.

Regulatory uncertainty about who invests and who reaps the benefits.

Investment in renewable power still largely dependent on government incentives.

Technology Barriers

Challenges with respect to interoperability data security and technological skills

Lack of Consumer Involvement

Identified by utility executives as the biggest barrier to DR value creation.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน © 2013 Bender-IS, LLC | All rights reserved | bender-is.com

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

THANK YOU

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน
WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

โครงการสาธิตระบบ DEMAND RESPONSE ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

30 เมษายน 2557

นายศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

เนื้อหาการนำเสนอ

- สรุปรายละเอียดโครงการโดยย่อ
- ระยะเวลาและแผนการดำเนินโครงการ
- การติดต่อสอบถาม

บทนำ

- ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี
- กำลังสำรองไฟฟ้าที่มีอยู่อย่างจำกัด
- ความพร้อมและระยะเวลาในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มลูกค้าอุตสาหกรรม ในการระบุสถานะปัจจุบันของการใช้เทคโนโลยี Demand Response ที่เหมาะสมและสามารถนำไปปรับใช้งานได้จริง โดยจะพิจารณาทั้งประเด็นในด้านความน่าเชื่อถือและมูลค่าผลตอบแทน
- เพื่อเพิ่มความสามารถในการขยายผลที่ได้จากการทำโครงการสาธิตไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ ในระดับประเทศ

ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น

- การสื่อสารทางเดียว (One-way Communication)
- การสั่งการหรือควบคุมการทำงานซึ่งมิได้เป็นไปโดยอัตโนมัติ

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- **ประโยชน์เชิงการเงินของผู้ใช้ไฟฟ้า**

  โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าให้ตอบสนองต่อกลไกราคาค่าไฟในช่วงเวลาต่างๆ

- **ประโยชน์เชิงการเงินในภาพรวม**

  ต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าช่วงที่ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจะมีราคาสูงกว่าในช่วงฐาน (Base Load)

- **ประโยชน์ด้านความมั่นคงพลังงาน**

  การลดความเสี่ยงที่ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น และสูงขึ้นเกินกว่ากำลังสำรองไฟฟ้าของประเทศ

- **ประโยชน์ด้านการเพิ่มสมรรถภาพของตลาด**

  ผู้จำหน่ายไฟฟ้าจะสามารถขายไฟได้ในราคาที่เหมาะสมตามต้นทุนการผลิต

ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดและกำหนดโรงงานที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิต จำนวนสูงสุดไม่เกิน 2 โรงงาน
2. กำหนดรายละเอียด ออกแบบและติดตั้งระบบ Demand Response เข้ากับอุปกรณ์ในโรงงานไม่เกิน 3 ชนิดอุปกรณ์ต่อโรงงาน พร้อมระบบสื่อสาร
3. กำหนดรายละเอียด ออกแบบและติดตั้งมิเตอร์อัจฉริยะ (Smart Meters)
4. พัฒนาระบบการตรวจติดตามของโครงการสาธิตที่สามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง ผ่านการเชื่อมต่อทางอินเตอร์เน็ต
5. ออกแบบระบบ DR Optimization & Forecasting
6. พัฒนา Business Model และแผนการขยายขีดความสามารถการดำเนินโครงการ
7. สนับสนุนและให้คำปรึกษาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดระยะเวลาโครงการ

ขั้นตอนงานต่างๆ ของโครงการ

กิจกรรมที่ 1: ประเมินและสรุปแนวทางการจัดทำรายงานศึกษาเบื้องต้น

กิจกรรมที่ 2: การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

- กิจกรรมที่ 2.1: จัดสัมมนาเพื่อเปิดตัวโครงการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก
- กิจกรรมที่ 2.2: กำหนดคุณสมบัติของโรงงานที่มีความเหมาะสมเป็นโรงงานสาธิต และดำเนินการคัดเลือกเบื้องต้นเพื่อนำเสนอสนพ.
- กิจกรรมที่ 2.3: ร่วมกับผู้แทนสนพ. ดำเนินการคัดเลือกโรงงานที่มีความพร้อมและความเหมาะสม จำนวน 2 โรงงาน เพื่อเป็นตัวแทนเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

ขั้นตอนงานต่างๆ ของโครงการ (ต่อ)

กิจกรรมที่ 3: การคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับโครงการสาธิตฯ

- กิจกรรมที่ 3.1: สำรวจวิเคราะห์และประเมินโรงงานจำนวน 2 โรง ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกโดยละเอียด เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบ
- กิจกรรมที่ 3.2: วิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิค เพื่อคัดสรรเทคโนโลยีและกำหนดคุณสมบัติของระบบที่เหมาะสมต่อโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
- กิจกรรมที่ 3.3: จัดหาระบบ Demand Response ในโรงงานสาธิต

กิจกรรมที่ 4: การติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบ

- กิจกรรมที่ 4.1: ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องจักรของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
- กิจกรรมที่ 4.2: ทดสอบระบบ

ขั้นตอนงานต่างๆ ของโครงการ (ต่อ)

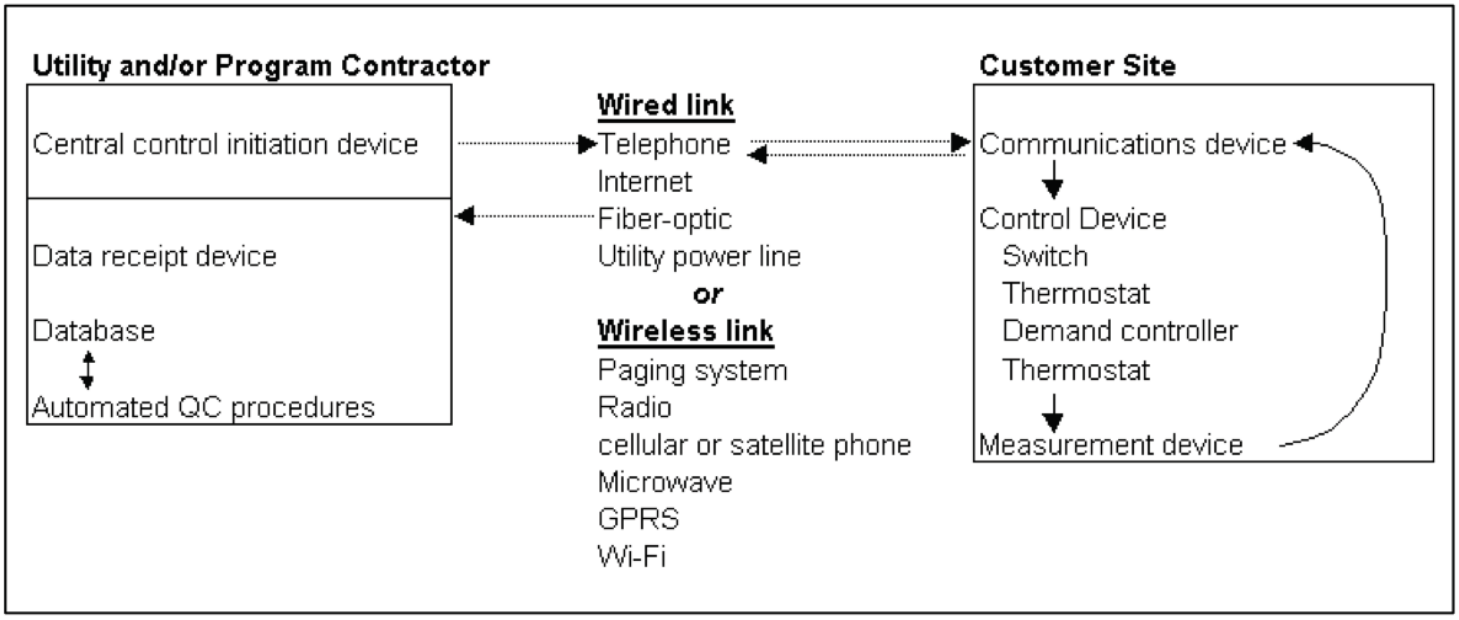
กิจกรรมที่ 5: การตรวจวัด วิเคราะห์และติดตามผลของระบบ DR

- กิจกรรมที่ 5.1: ตรวจวัดและติดตามผลจากการติดตั้งระบบ Demand Response ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ
- กิจกรรมที่ 5.2: วิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจวัด พร้อมทั้งปรับปรุงค่าตัวแปรต่างๆ ภายหลังจากการติดตั้งระบบ

กิจกรรมที่ 6: การนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

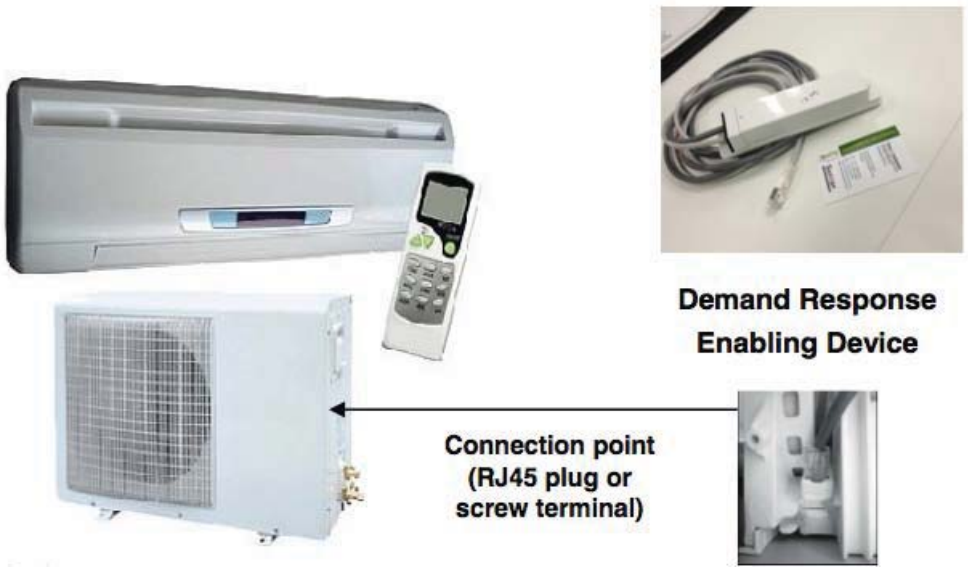
- กิจกรรมที่ 6.1: จัดทำสรุปผลการดำเนินงานของโครงการสาธิตฯ
- กิจกรรมที่ 6.2: จัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ



อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ (ต่อ)

- ด้านผู้ประกอบการ (Customer Site)
  - อุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าของโหลด (Demand Response Enabling Devices: DRED)



อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ (ต่อ)

- ด้านผู้ประกอบการ (Customer Site) (ต่อ)
  - อุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Concentrator Unit: DCU) พร้อมทั้ง TCP/IP Gateway



อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ (ต่อ)

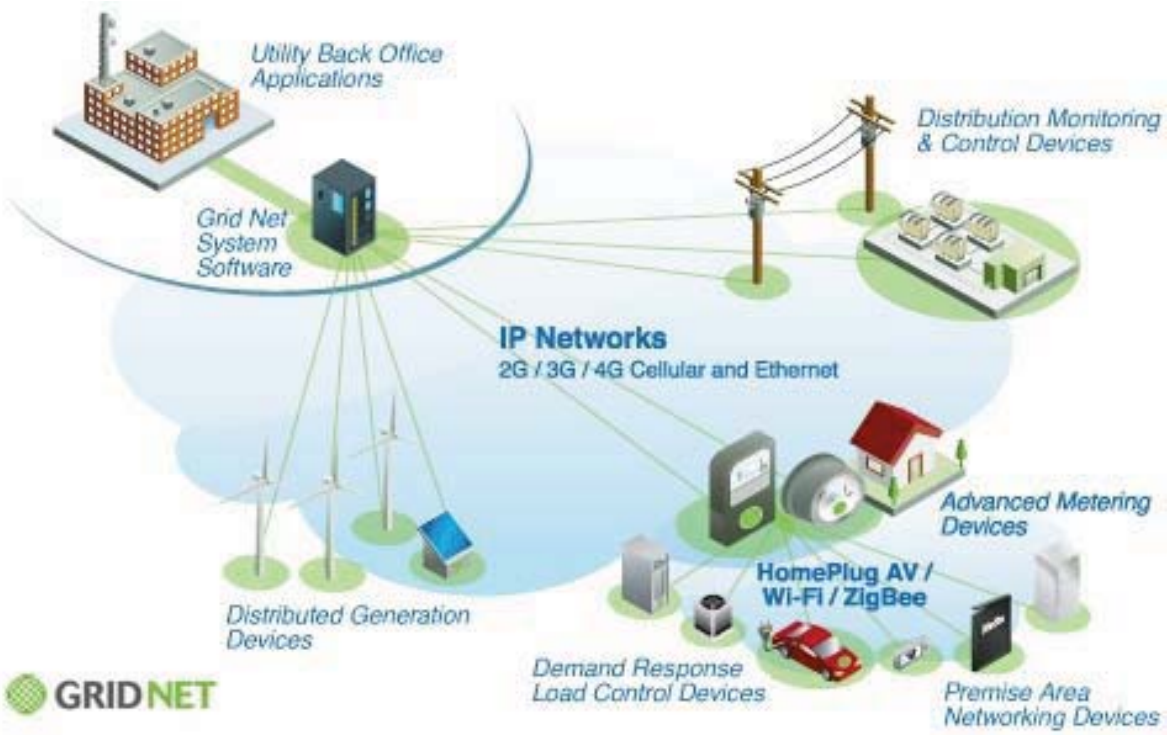
- ด้านผู้ประกอบการ (Customer Site) (ต่อ)
  - มิเตอร์อัจฉริยะ (Smart Meter)





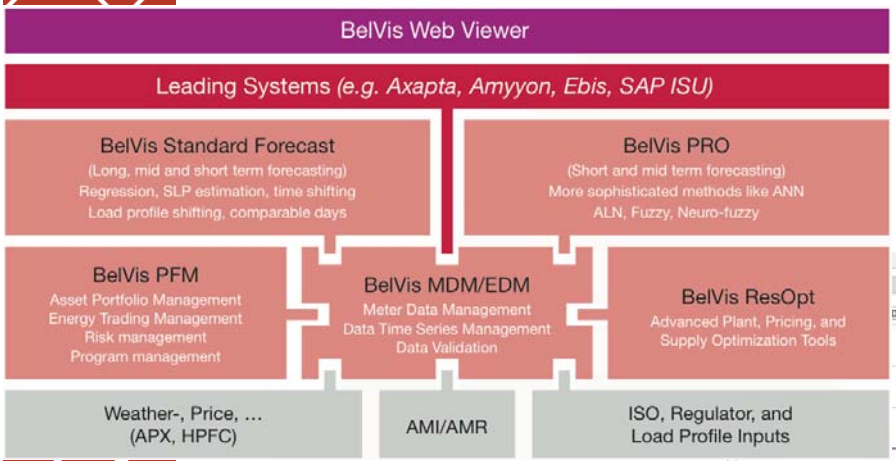
อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ (ต่อ)

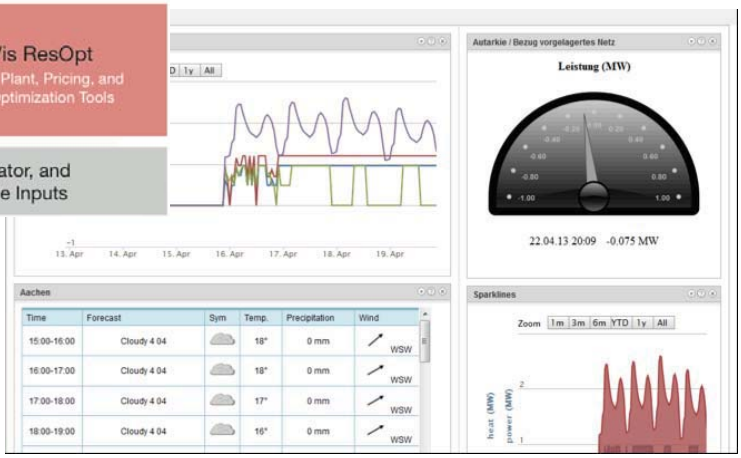
- ด้านระบบสื่อสาร (Telecommunication Link)



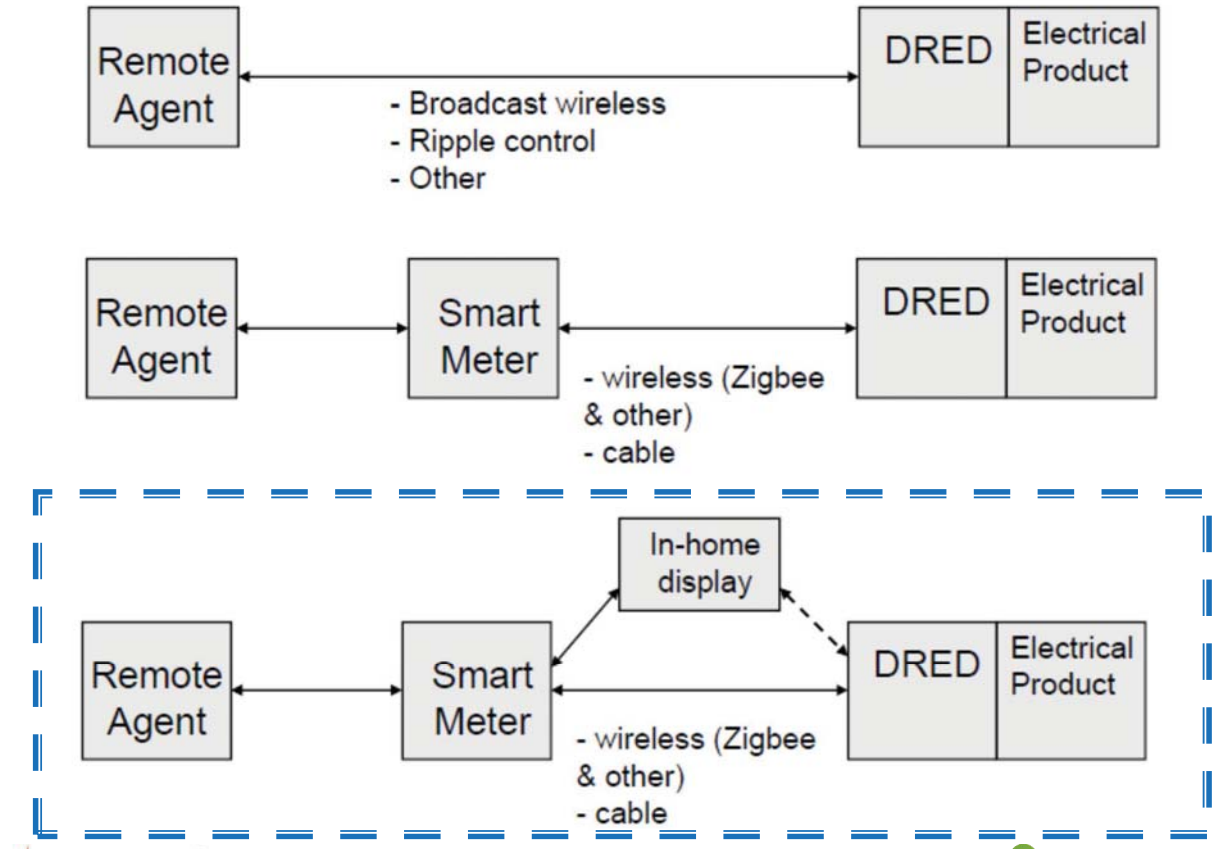
อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ (ต่อ)

- ด้านผู้ให้บริการสาธารณูปโภคไฟฟ้าหรือผู้ดูแลโครงการ (Utility or Program Contractor)
  - BelVis Demand Response Platform





อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ (ต่อ)



ระยะเวลาและแผนการดำเนินงาน

แผนงาน	เดือน														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
กิจกรรมที่ 1: ประเมินและสรุปแนวทางการจัดทำรายงานศึกษาเบื้องต้น															
กิจกรรมที่ 2: การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 2.1: จัดสัมมนาเพื่อเปิดตัวโครงการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก															
กิจกรรมที่ 2.2: กำหนดคุณสมบัติของโรงงานที่มีความเหมาะสมเป็นโรงงานสาธิต และดำเนินการคัดเลือกเบื้องต้นเพื่อนำเสนอสนพ.															
กิจกรรมที่ 2.3: ร่วมกับผู้แทนสนพ. ดำเนินการคัดเลือกโรงงานที่มีความพร้อมและความเหมาะสม จำนวน 2 โรงงาน เพื่อเป็นตัวแทนเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 3: การคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 3.1: สำรวจวิเคราะห์และประเมินโรงงานจำนวน 2 โรง ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกโดยละเอียด เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบ															
กิจกรรมที่ 3.2: วิเคราะห์เปรียบเทียบด้านเทคนิค เพื่อคัดสรรเทคโนโลยีและกำหนดคุณสมบัติของระบบที่เหมาะสมต่อโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 3.3: จัดหาระบบ Demand Response ในโรงงานสาธิต															
กิจกรรมที่ 4: การติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบ															
กิจกรรมที่ 4.1: ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องจักรของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 4.2: ทดสอบระบบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเข้ากันได้ของอุปกรณ์															
กิจกรรมที่ 5: การตรวจวัด วิเคราะห์และติดตามผลของระบบ Demand Response															
กิจกรรมที่ 5.1: ตรวจวัดและติดตามผลจากการติดตั้งระบบ Demand Response ของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 5.2: วิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจวัด พร้อมทั้งปรับปรุงค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมต่อสภาพการใช้งานจริงที่เกิดขึ้นภายหลังจากการติดตั้งระบบ															
กิจกรรมที่ 6: การนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย															
กิจกรรมที่ 6.1: จัดทำสรุปผลการดำเนินงานของโครงการสาธิตฯ															
กิจกรรมที่ 6.2: จัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้เกี่ยวข้อง															

ระยะเวลาและแผนการดำเนินงาน (ต่อ)

ดำเนินการคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิต

- ประมาณเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน 2557

ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบแล้วเสร็จ

- ประมาณเดือน พฤศจิกายน 2557

ดำเนินการตรวจวัด วิเคราะห์และติดตามผลของระบบ

- ประมาณเดือน พฤศจิกายน 2557 ถึง เมษายน 2558

นำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ

- ประมาณเดือน พฤษภาคม 2558

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินตามโครงการ

- ศักยภาพในการลดการใช้พลังงานอันเนื่องมาจากการประยุกต์ใช้ระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรมของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิต

- ประเด็นที่ควรพิจารณา รวมทั้งข้อจำกัดในด้านต่างๆ จากการดำเนินโครงการสาธิตฯ อันจะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน และกำหนดทิศทางนโยบายในการขยายผลการใช้ระบบ Demand Response ต่อไปในอนาคต

การติดต่อสอบถาม

- WADE THAI
  - นายศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต

    081-9421279

    info@wadethai.org ;

    info.wadethai@gmail.com

ขอบคุณครับ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

เอกสารแนบ: ข. แบบลงทะเบียนผู้เข้าร่วมการสัมมนา

Total 55

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ "โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม"

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
1	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	เสมอใจ ศุขสุเมฆ	
2	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	ทิพากร พูลสวัสดิ์	
3	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	เสกสันต์ พันธุ์บุญมี	
4	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	สุรพงศ์ แพรภัทรประสิทธิ์	
5	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	อนิรุทธิ์ เทศสิงห์	
6	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	ธวัชชัย พัฒชนะ	
7	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	ศิริศักดิ์ เกียรติหนุนทวี	
8	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.)	สมจินต์ พิลึก	
9	การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.)	สุภัทรา แย้มสรวล	
10	โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี่ (บจก.) Global Power Synergy Co., Ltd.	ปกครอง ชาญโลหะ	

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ "โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม"

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อนามสกุล-	ลายเซ็น
11	กรีนเนอร์ คอนซัลแทนท์ (บจก.)	สรศักดิ์ ธรรมาพิทักษ์พร	
12	กรีนเนอร์ คอนซัลแทนท์ (บจก.)	สิรินดา ศรีสันต์	
13	กรีนเนอร์ คอนซัลแทนท์ (บจก.)	~~สายชล ทองประกอบ~~ กุสุมา ศรีสันต์	
14	คิทช์ (ประเทศไทย) (บจก.)	ศักดิ์วุฒิ คลังเกตุ	
15	คิทช์ (ประเทศไทย) (บจก.)	~~สุปราณี อยู่พุ่ม~~	
16	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	อ.ดร. สุรชัย ชัยทัศนีย์	
17	เนชั่นแนล เพาเวอร์ ซัพพลาย (บมจ.)	ธนรัตน์ วิทยเตชะกุล	
18	แน็บเทสโก้ พาวเวอร์ คอนโทรล (ประเทศไทย) (บจก.) Nabtesco Power Control (Thailand) Co., Ltd.	ศรายุธ โนอินทร์	
19	เบสเทรด พรีซิชั่น (บจก.)	กวิศ วงเวียนสุข	
20	ไบเออร์ไทย (บจก.)Bayer Thai Co., Ltd.	สาธิต พานิช	

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อนามสกุล-	ลายเซ็น
21	วิทยุการบินแห่งประเทศไทย (บจก.)	สมชาย กิติศรีวรพันธุ์	
22	วิทยุการบินแห่งประเทศไทย (บจก.)	สราวุธ ชนะโลก	
23	เหล็กก่อสร้างสยาม (บจก.)	เกียรติก้อง จังตระกูล	
24	เหล็กก่อสร้างสยาม (บจก.)	อำพัน สิงห์โตทอง	
25	เหล็กก่อสร้างสยาม (บจก.)	พิษณุ เจริญธนสิน	
26	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย คณะพลังงาน	จิรวดี ผลประเสริฐ	
27	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	ธีระพงษ์ คำประเสริฐ	
28	สมาคมผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน	วิภาสินี เกษรพิกุล	
29	สำนักงานนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร	ปนัดดา รุ่งเรืองศรี	
30	สำนักงานนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร	ปรมัตต์ สุวรรณศิลป์	

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อนามสกุล-	ลายเซ็น
31	เอ็นโซล (บจก.)	สามารถ กันทาเขียว	
32	เอ็นโซล (บจก.)	กตัญญู ดิเรกวุฒิกุล	
33	เอ็นโซล (บจก.)	พิชัย นิลทะราช	
34	เอ็กซ์เซลเล้นท์ เอ็นเนอร์ยี่ อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	อาทิตย์ เวชกิจ	
35	เอ็กซ์เซลเล้นท์ เอ็นเนอร์ยี่ อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	มรกต เกิดแดง	
36	เอ็กซ์เซลเล้นท์ เอ็นเนอร์ยี่ อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	ศรันย์ ศรีพิพัฒน์	
37	เอ็นเนอร์ยี่ คอนเซอร์เวชัน ซีสเต็มส์ (ประเทศไทย) (บจก.)	ปรีชา ปรีดาวิจิตร	
38	เอ็นเนอร์ยี่ คอนเซอร์เวชัน ซีสเต็มส์ (ประเทศไทย) (บจก.)	รุ่งทิพย์ อาสา	
39	ไออาร์พีซี (บมจ.)	ธีระศักดิ์ สกุลวา	
40	ไออาร์พีซี (บมจ.)	อลงกรณ์ อายุวัฒน์	

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อนามสกุล-	ลายเซ็น
41	เอจเลส (ประเทศไทย) (บจก.)	วุฒิชัย มุระดา	
42	Individual Consultant	อ้อยทิพย์ มงคลสวัสดิ์	
43	Individual Consultant (Energy)	ไพสิทธ์ วัฒนาวิทวัส	
44	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	กิตติ คัมภีระ	
45	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	Juergen Bender	
46	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	วสันต์ ติรางกูร	
47	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	ศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต	
48	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	อรทิพา มงคลสวัสดิ์	

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อนามสกุล-	ลายเซ็น
49	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	อนงค์นุช ทับกล่ำ	
50	ฟุล แอดแวนเทจ (บจก.)	อนุจิน ขวัญจิตรพิทักษ์	
51	เอเชี่ยน คลีน เอ็นเนอจี กรีน ดิเวลลอพเมนท์ (บจก.)	อัจฉรา ภูงามนิล	
	อธิคม บางวิชมย์		
	~~ปรีชาพล~~ พลสุวรรณ สนพ.	ปรีชาพล พลสุวรรณ	ปรีชาพล
	~~อัคร~~ สนพ.	ธนชนม์ เก่งการค้า	
	สนพ.	ศรีศักดิ์ เสียรสันเทียะ	
✓	ปกค.	อำนาจ ปักษ์ใน	

แบบลงทะเบียน

การสัมมนาเปิดตัวโครงการ “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๓๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๗ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องเบต้า ชั้น ๒ โรงแรมพูลแมน บางกอก คิงเพาเวอร์

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อนามสกุล-	ลายเซ็น
	WADE THAI Association	Alan Dale Gonzales	

ภาคผนวก 7ข: ตัวอย่างหนังสือเชิญ และกำหนดการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์
ห้อง 206 อาคารกลุ่มนวัตกรรม 1 เลขที่ 131 หมู่ 9
อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน
ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทร +662-564-7921 แฟกซ์ +662-564-7924
อีเมล์ info@wadethai.org

ที่ WT1401.05/XXX

XX ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญเข้าร่วมการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน
โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม
ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

เรียน ชื่อเรียนเชิญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ร่างกำหนดการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน และแผนที่สถานที่จัดสัมมนา
๒. แบบตอบรับการเข้าร่วมสัมมนา

ด้วย สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน ได้มอบหมายให้สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI) ดำเนินการเป็นที่ปรึกษา “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม” ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มลูกค้าอุตสาหกรรม ในการทดลองใช้เทคโนโลยี Demand Response ที่เหมาะสมและสามารถนำไปปรับใช้งานได้จริงในอนาคตนั้น

ในการนี้ ทางสมาคมฯ ใคร่ขอเรียนเชิญท่าน และ/หรือผู้แทนของหน่วยงานเข้าร่วมสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานใน**วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท ถนนเพชรบุรี กรุงเทพมหานคร** โดยมีกำหนดการสัมมนา และแผนที่สถานที่จัดสัมมนาตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ทั้งนี้ขอความกรุณาส่งแบบตอบรับการเข้าร่วมสัมมนา (ตามสิ่งที่ส่งมาด้วย ๒) กลับคืนทางอีเมล์ info@wadethai.org หรือโทรสาร ๐๒-๕๖๔-๗๙๒๔ ภายในวันพฤหัสบดีที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ จักขอบคุณยิ่ง

หากต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมกรุณาติดต่อผู้ประสานงานโครงการ คุณธชทัต คูวรากุล โทรศัพท์ ๐๙๘-๕๑๙-๗๘๑๗ หรือ ๐๒-๕๖๔-๗๙๒๑

ขอแสดงความนับถือ

(นายศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต)
กรรมการสมาคมฯ

โทร. ๐๒-๕๖๔-๗๙๒๑
โทรสาร ๐๒-๕๖๔-๗๙๒๔
อีเมล์ info@wadethai.org

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

ห้อง 206 อาคารกลุ่มนวัตกรรม 1
131 หมู่ 9 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทร +662-564-7921 แฟกซ์ +662-564-7924
อีเมล์ info@wadethai.org

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๒

กำหนดการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

"โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม"

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น.

ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพมหานคร

เวลา	กิจกรรม	โดย
๐๘.๓๐–๐๙.๐๐	ลงทะเบียน	
๐๙.๐๐–๐๙.๑๐	กล่าวเปิดงาน	ดร.ทวารัฐ สูตะบุตร ผู้อำนวยการ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
๐๙.๑๐-๐๙.๓๐	ภาพรวม "โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม"	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)
๐๙.๓๐-๑๐.๑๕	ระบบบริหารจัดการการตอบสนองด้านโหลดและประสบการณ์การดำเนินงานการตอบสนองด้านโหลด (Demand Response Management System: DRMS & DR Experiences) *	I-On Communication (ประเทศเกาหลีใต้)
๑๐.๑๕–๑๐.๓๐	พักรับประทานอาหารว่าง	
๑๐.๓๐–๑๑.๐๐	สถาปัตยกรรมของระบบโครงการสาธิตการตอบสนองด้านโหลด	บริษัท ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
๑๑.๐๐–๑๑.๔๕	สรุปผลการดำเนินงาน "โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม"	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)
๑๑.๔๕–๑๒.๐๐	ถาม – ตอบ ปิดการสัมมนา	
๑๒.๐๐–๑๓.๐๐	รับประทานอาหารกลางวัน	

** หัวข้อสัมมนาภาษาอังกฤษ จะเป็นการบรรยายในภาษาอังกฤษ และมีการสรุปใจความเป็นภาษาไทย*

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

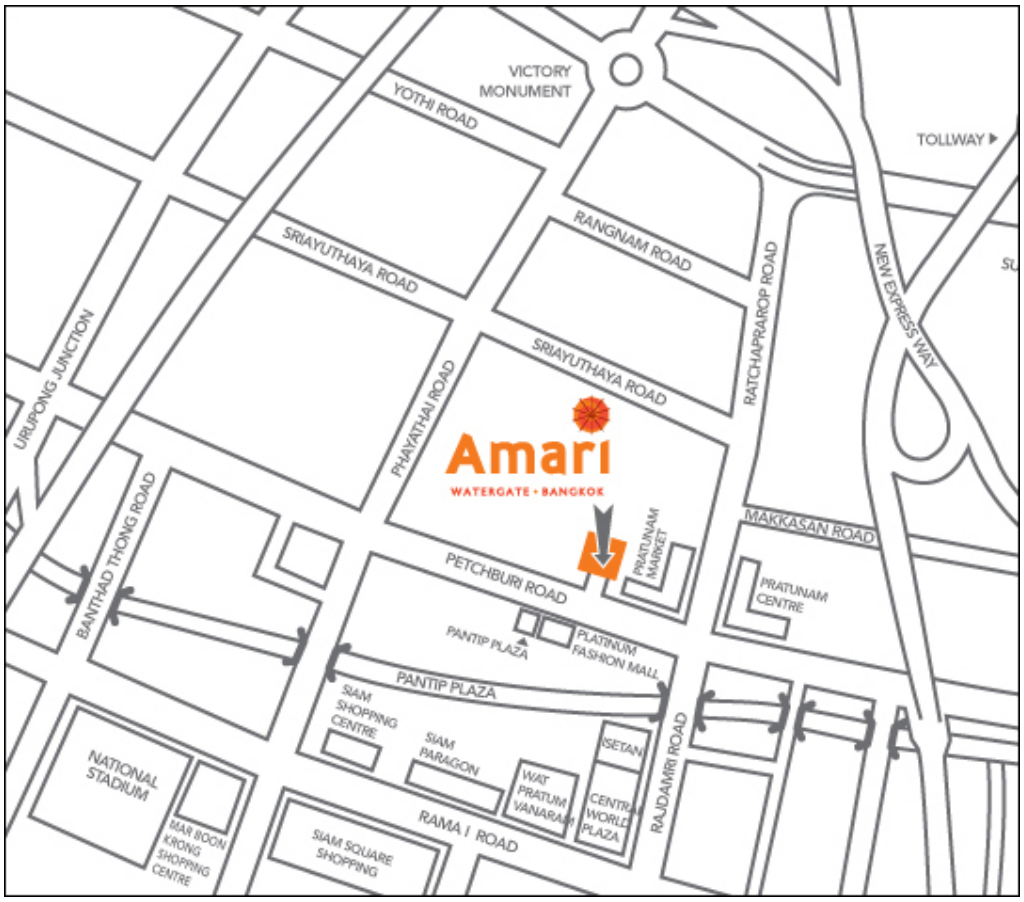
ห้อง 206 อาคารกลุ่มนวัตกรรม 1
131 หมู่ 9 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทร +662-564-7921 แฟกซ์ +662-564-7924
อีเมล์ info@wadethai.org

แผนที่

โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท

๘๔๗ ถนนเพชรบุรี กรุงเทพมหาคร ๑๐๔๐๐

โทรศัพท์: ๐ ๒๖๕๓ ๙๐๐๐ โทรสาร: ๐ ๒๖๕๓ ๙๐๔๕



การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน “โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม”

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น.

ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพมหานคร

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

ห้อง 206 อาคารกลุ่มนวัตกรรม 1
131 หมู่ 9 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
โทร +662-564-7921 แฟกซ์ +662-564-7924
อีเมล์ info@wadethai.org

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๓

แบบตอบรับเข้าร่วมการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน
"โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม"
ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน
วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น.
ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพมหานคร

ชื่อ-นามสกุล..... **ตำแหน่ง**.....

หน่วยงาน..... **ฝ่าย**.....

ที่อยู่.....

โทรศัพท์..... **โทรสาร**.....

อีเมล.....

ชื่อ-นามสกุล..... **ตำแหน่ง**.....

หน่วยงาน..... **ฝ่าย**.....

ที่อยู่.....

โทรศัพท์..... **โทรสาร**.....

อีเมล.....

---

1. ไม่มีค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียนและเข้าร่วมสัมมนา (ฟรี) รับจำนวนจำกัด ไม่เกินหน่วยงานละ ๒ ท่าน และขอสงวนสิทธิ์แก่คนที่ลงทะเบียนมาก่อนในกรณีที่ที่นั่งเต็ม
2. ขอความกรุณายืนยันการเข้าร่วมการสัมมนา ภายในวันพฤหัสบดีที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ โดยส่งแบบตอบรับทางโทรสาร ๐๒-๕๖๔-๗๙๒๔ หรือ อีเมล์ info@wadethai.org
3. สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมที่ คุณธชทัต ควูรากุล ผู้ประสานงานโครงการ โทรศัพท์ ๐๙๘-๕๑๙-๗๘๑๗ หรือ info@wadethai.org

ภาคผนวก 7ค: เอกสารประกอบการนำเสนอการสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ

โครงการสาธิตระบบ DEMAND RESPONSE ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

6 มกราคม 2559

นายศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

เนื้อหาการนำเสนอ

สรุปรายละเอียดโครงการและการดำเนินงาน

- วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ ขอบเขตการดำเนินงาน กิจกรรมภายใต้โครงการ
- อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในโครงการ
- ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินโครงการ

ที่มาและความจำเป็น

ระบบไฟฟ้า

- ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี และกำลังสำรองไฟฟ้ามีอยู่อย่างจำกัด
- ระบบไฟฟ้าจะต้องมีความสามารถใน**รองรับสถานการณ์ผิดปกติ**ที่เกิดขึ้นอย่างกระทันหันในระบบได้ เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้น

กลุ่มอุตสาหกรรม

- เป็นกลุ่มที่มี**ความต้องการไฟฟ้าสูง**
- **มีความพร้อม**ในการดำเนินการทำ Demand Response เมื่อเปรียบเทียบกับภาคส่วนอื่นๆ

เกี่ยวกับโครงการ

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

งบประมาณสนับสนุน: กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน

ผู้ได้รับจัดสรรเงินกองทุน: สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

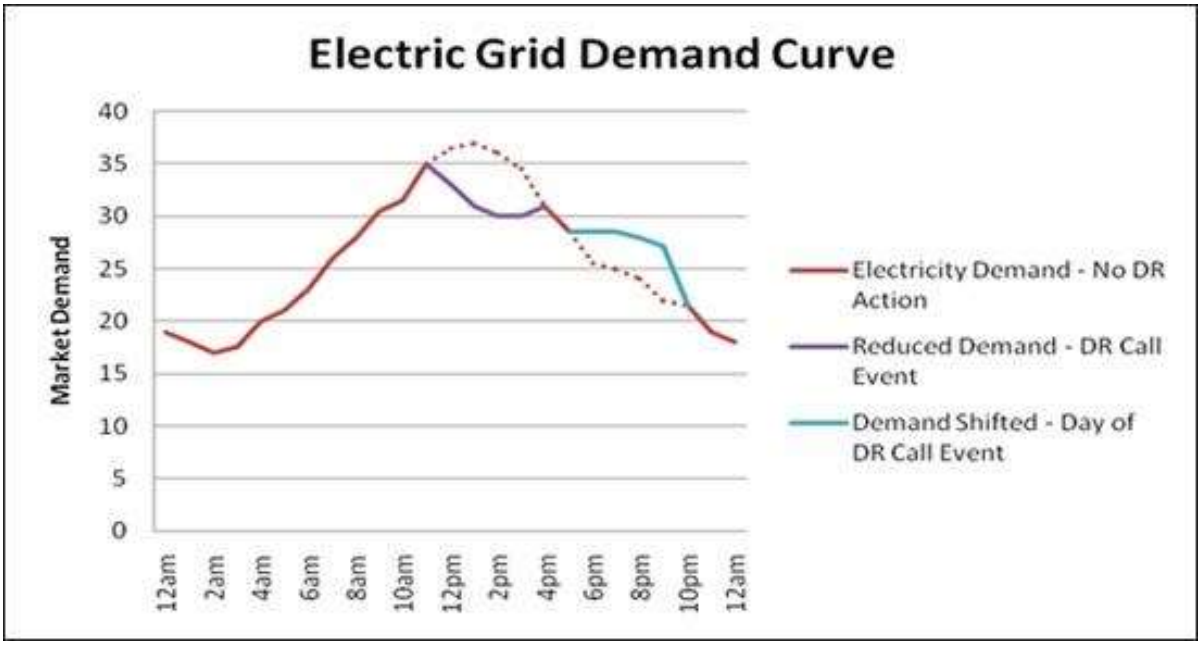
ระยะเวลาการดำเนินโครงการ: 15 เดือน (สิ้นสุด มกราคม 2559)

วัตถุประสงค์

- เพื่อ**ศึกษาศักยภาพ**ของกลุ่มลูกค้าอุตสาหกรรม ในการระบุสถานะปัจจุบันของการใช้เทคโนโลยี Demand Response ที่เหมาะสมและสามารถนำไปปรับใช้งานได้จริง

- เพื่อเพิ่มความสามารถใน**การขยายผล**ที่ได้จากการทำโครงการสาธิตไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ

DEMAND RESPONSE



ที่มา: http://www.greenbiz.com/blog/2014/04/29/greenbiz-101-what-do-you-need-know-about-demand-response

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- **ประโยชน์ด้านความมั่นคงพลังงาน**

  การลดความเสี่ยงที่ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้น และสูงขึ้นเกินกว่ากำลังสำรองไฟฟ้าของประเทศ

- **ประโยชน์เชิงการเงินในภาพรวม**

  ต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าช่วงที่ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจะมีราคาสูงกว่าในช่วงฐาน (Base Load)

- **ประโยชน์เชิงการเงินของผู้ใช้ไฟฟ้า**

  โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ไฟฟ้าให้ตอบสนองต่อกลไกราคาค่าไฟในช่วงเวลาต่างๆ (หากมีกลไกราคามารองรับ)

ขอบเขตของการดำเนินงาน

- ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดและกำหนดพื้นที่โรงงานที่จะเข้าร่วมโครงการสาธิต จำนวนสูงสุด**ไม่เกิน 2 โรงงาน**
- กำหนดรายละเอียด **ออกแบบและติดตั้งระบบ Demand Response** เข้ากับอุปกรณ์ในโรงงาน**ไม่เกิน 3 ชนิดอุปกรณ์ต่อโรงงาน** พร้อมระบบเชื่อมโยงการสื่อสาร
- กำหนดรายละเอียด ออกแบบและติดตั้ง**มิเตอร์ไฟฟ้า**
- พัฒนา**ระบบการตรวจติดตาม**ของโครงการสาธิต ผ่านการเชื่อมต่อทางอินเตอร์เน็ต
- เสนอรูปแบบ**การขยายขีดความสามารถ**การดำเนินโครงการในอนาคต
- สนับสนุนและให้คำปรึกษาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดระยะเวลาโครงการ

ขั้นตอนงานต่างๆ ของโครงการ

กิจกรรมที่ 1: ประเมินและสรุปแนวทางการจัดทำรายงานศึกษาเบื้องต้น

กิจกรรมที่ 2: การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

กิจกรรมที่ 3: การคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับโครงการสาธิตฯ

กิจกรรมที่ 4: การติดตั้งอุปกรณ์และทดสอบระบบ

กิจกรรมที่ 5: การตรวจวัดและวิเคราะห์ผลในภาพรวมของระบบ DR

กิจกรรมที่ 6: การนำเสนอและเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินโครงการสาธิตฯ แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การคัดเลือกโรงงานเพื่อเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ



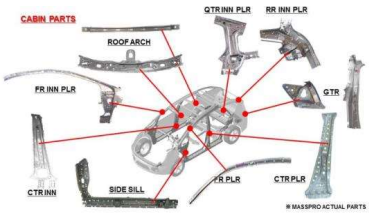
โรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

THAI MARUJUN CO.,LTD



โรงงาน 1: บริษัท ไทย มารูจูน จำกัด (TMC)

ผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนรถยนต์ (โลหะ)



รูป: http://www.marujun.co.th/en/index.html

Kumi



โรงงาน 1: บริษัท คุมิ (ไทยแลนด์) จำกัด (KUMI)

ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (พลาสติก และยาง)



รูป: http://www.kumi.co.jp/

โหลดที่คัดเลือกเข้าร่วมโครงการสาธิตฯ

Loads (TMC)	Qty	kW
Spot A/C	1	30
Exhaust Fans	45	50
Battery Charger	4	15
Total DR Resource		**95**



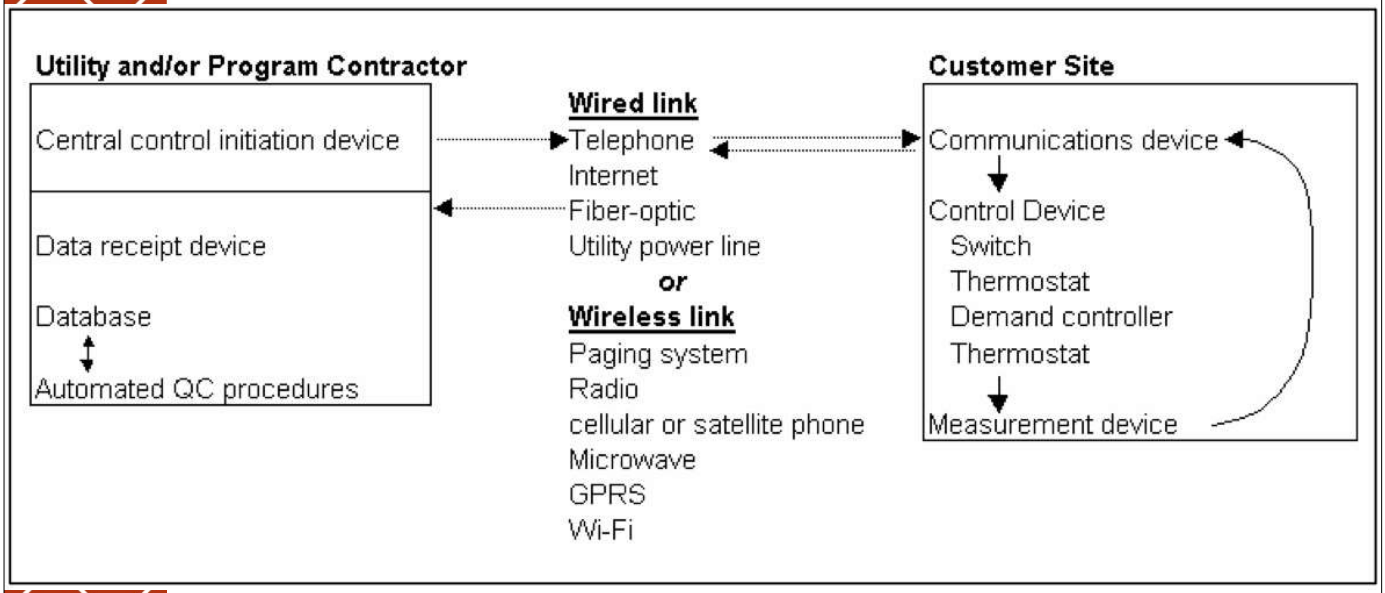
Peak Demand
Approx. **2,000 kW**

Loads (KUMI)	Qty	kW
Production A/C	8	64
Canteen A/C	4	32
Exhaust Fans	16	13
Total DR Resource		**109**



Peak Demand
Approx. **1,500 kW**

อุปกรณ์ หรือ เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในโครงการ



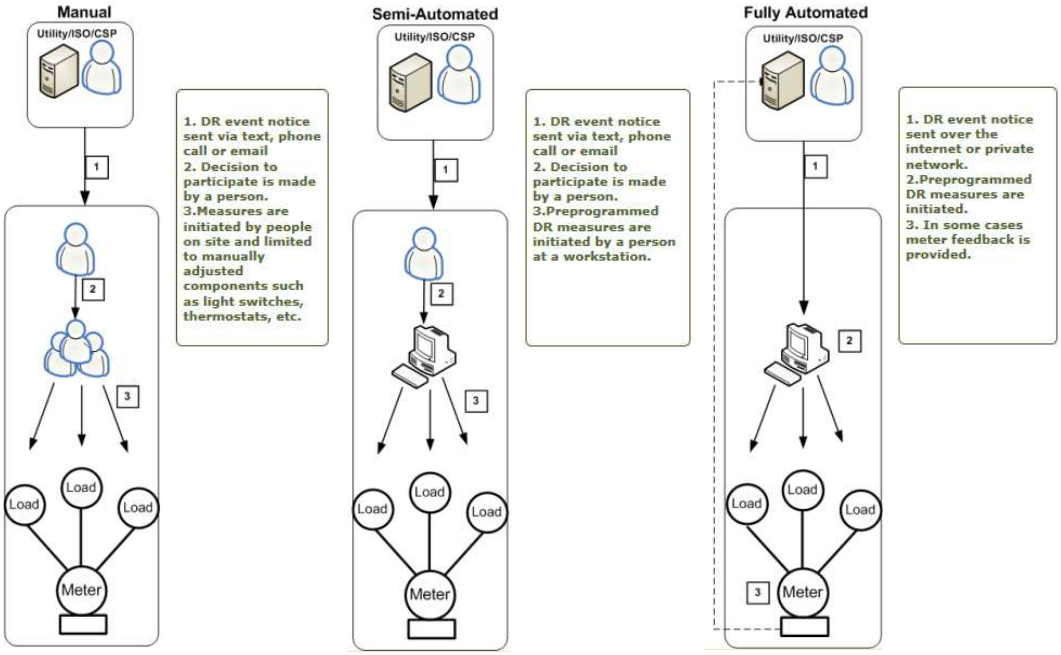
- ระบบตรวจวัด
- ระบบสื่อสาร
- ระบบประมวลผล
- อุปกรณ์ควบคุม

ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินตามโครงการ

- **ศักยภาพ**ในการลดการใช้พลังไฟฟ้าอันเนื่องมาจากการประยุกต์ใช้ระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรมของโรงงานที่เข้าร่วมโครงการสาธิต

- **ประเด็นที่ควรพิจารณา** รวมทั้ง**ข้อจำกัด**ในด้านต่างๆ จากการดำเนินโครงการสาธิตฯ อันจะนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผน และกำหนดรูปแบบ**การขยายผล**การใช้ระบบ Demand Response ต่อไปในอนาคต

รูปแบบการดำเนินโครงการสาธิตฯ



ที่มา: www.demandresponsesdirectory.com

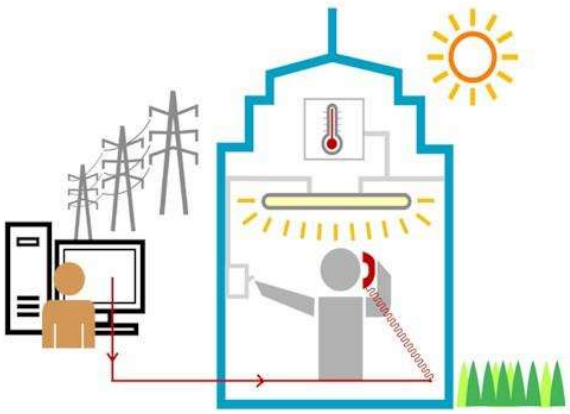
ประเภทของ DR [แบ่งตามลักษณะวิธีดำเนินการ]

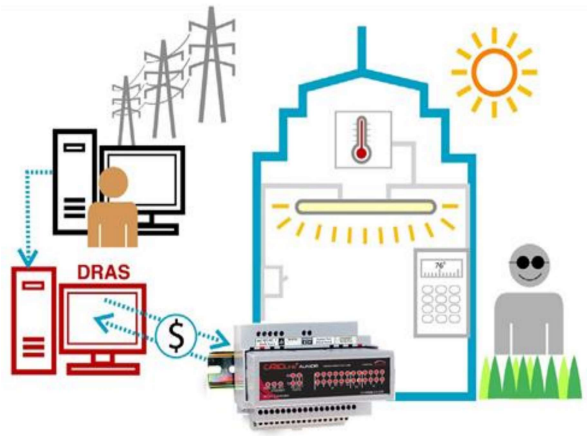
1) DR แบบสั่งการเอง

(Manual Demand Response)

2) DR แบบอัตโนมัติ

(Automated Demand Response)





ขอบคุณครับ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

I-ON communications

DR solution & Case study

I-ON Communications, South Korea
Presenter : Marcus Park, Tony Lee

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Overview

After being established in 1999, I-ON Communications strived to play an important role in the industry and achieved #1 market share in Korea and Japan in Web Content Management.

I-ON communications
Software, **Beyond Expectations!**

Name	I-ON Communications Co., Ltd.
CEO	Jae Cheol, OH
Business	S/W Development, System Integration, S/W Service, Mobile Service
Date Established	July 5th 1999
Employee	157 (As of March 2015)
Sales	USD 10.6M(2014)
Address (Headquarters)	15, Teheran-ro 10-gil, Gangnam-gu, Seoul, Korea 135-933, Korea (Tel : +82-2-3430-1200 / Fax : +82-2-3430-1205)
Japan office	Tsubasesu P15 Okachimachi, 4-5-12, Tahito, Tahito-Ku, Tokyo, Japan (K.K. I-ON)
Homepage	www.i-on.net

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Performance

I-ON Communications has...

16 Years

of expertise as CMS company with state-of-the-art technology in Content Management System.

- **2014** — Listed as a vendor of Magic Quadrant for WCM
- **2014** — Red Herring Top 100 Asia Winner
- **2013** — 1st Cloud-based Content Management Solution in Korea with ICS6
- **2010** — Export to 400 companies in Japan
- **2008** — GS Certificate with ICS5
- **2004** — Patent for CMS template-based page creation & management
- **2000** — 1st CMS company in Korea with I-Publisher

160 Employees

ensuring professional development/management and service.

Over **56%** of engineers are above senior **specialists**



1,000 Customers

in the world
I-ON Communications is a leader in global standard technology.

About **500** customers in Japan, South-East Asia and USA

HQ in Korea
Branches in Japan & Indonesia
Office: Malaysia USA



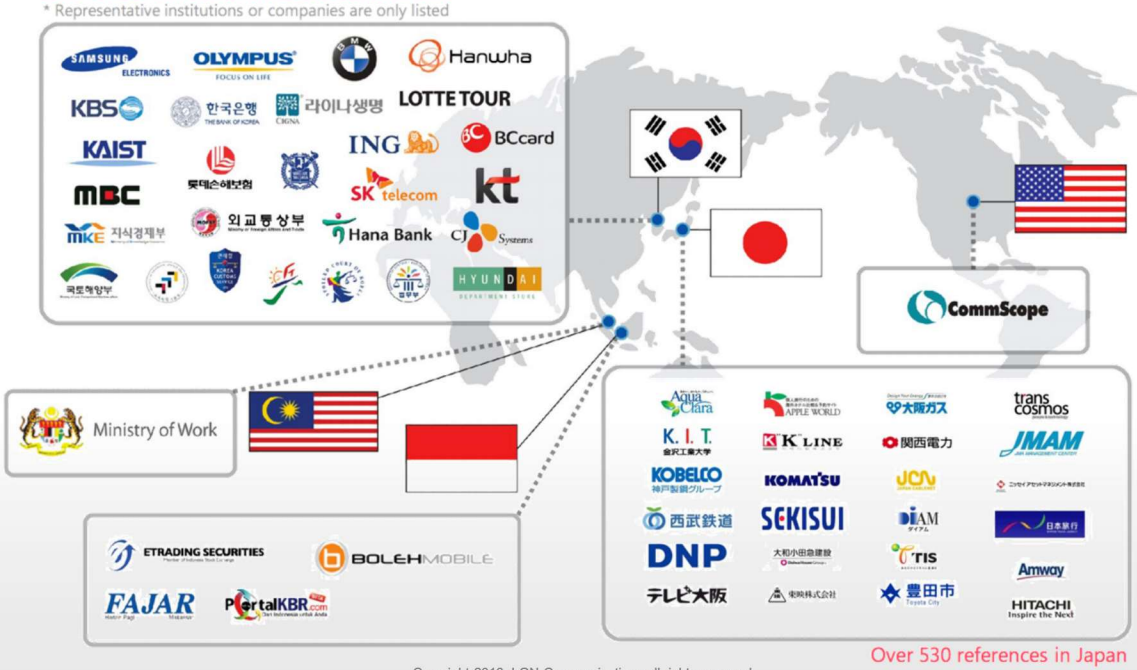
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Global Customers

As a leading provider of Content Management solution for 15 years, ICS (I-ON Content Server) earned recognition for reliability and stability of its products in the world.

Over 1,000 references in the domestic market

* Representative institutions or companies are only listed



Over 530 references in Japan

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Contents

1. Demand Response with OpenADR
2. Korea's DR market and system structure
3. I-ON DR solution, LAMS (Load Aggregator's Management System)
4. I-ON's DR case study : Aggregation and Resource management process
5. Closing

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Contents

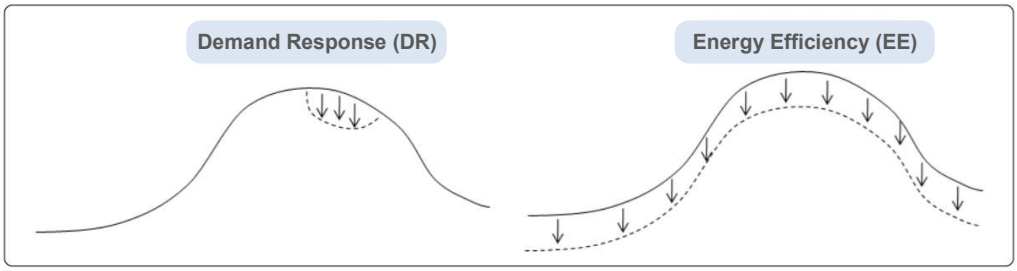
1. **Demand Response with OpenADR**
2. Korea's DR market and system structure
3. I-ON DR solution, LAMS (Load Aggregator's Management System)
4. I-ON's DR case study : Aggregation and Resource management process
5. Closing

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-1. Definition of DSM(Demand Side Management)

Comparing DR and EE

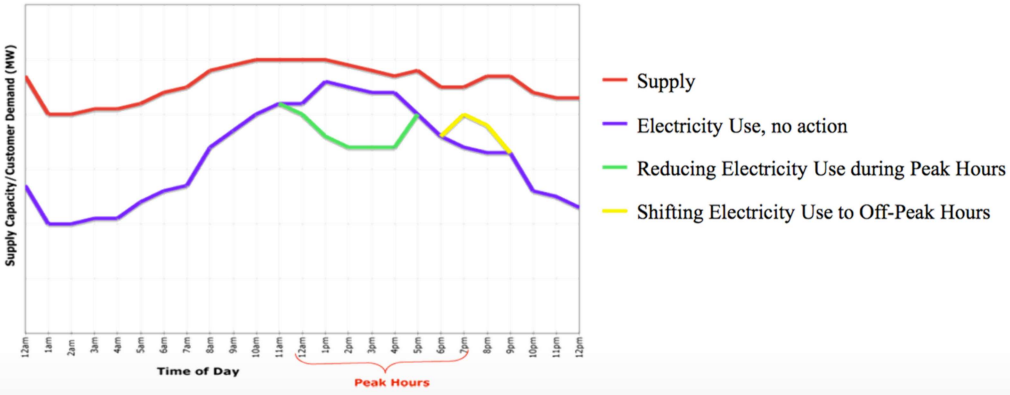


Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-2-1. What is Demand Response?

Changes in electric use by demand-side resources from their normal consumption patterns in response to changes in the price of electricity, or to incentive payments designed to induce lower electricity use at times of high wholesale market prices or when system reliability is jeopardized.



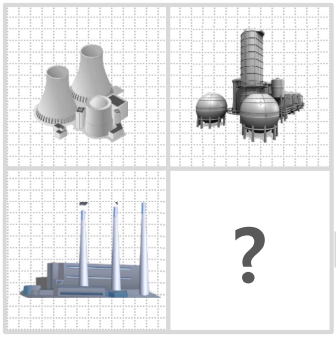
Source : SG Demand Response Communication Standard and Infrasturctures, KERI

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-2-2. What is Demand Response?

Current Demand Estimated Demand





=



Option #1

- **Build Generator**
- **Build Transmission**
- **Build Distribution**

Option #2

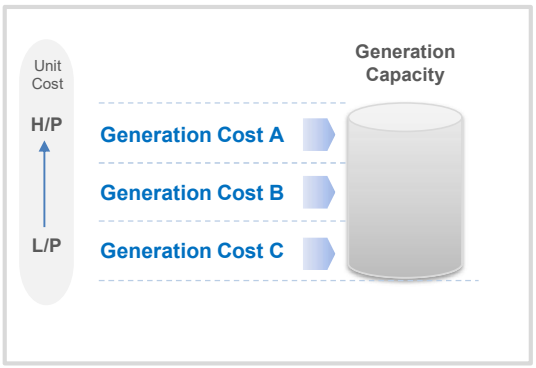
- **Consume less**
- **Curtail during critical peaks**
- **Shift consumption**
- **Self generate**

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

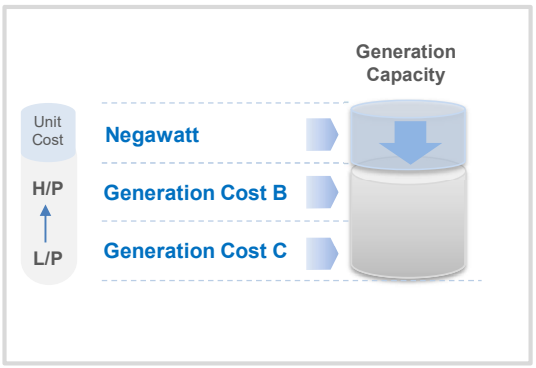
1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-3. Electricity Market has been changing by Demand Response

Electricity Market **without DR**



Electricity Market **with DR**



"Wholesale market price is down."

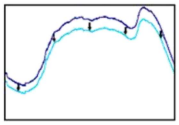
A **negawatt** is a negative megawatt: a mega watt of power saved by increasing efficiency or reducing consumption.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

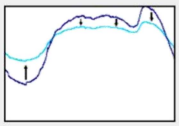
1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-4. Electricity Market has been changing by Demand Response

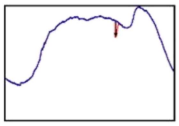
Load Shaping



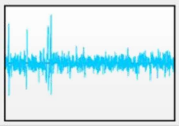
Energy Efficiency
programs reduce overall electricity consumption, generally also at times of peak demand.



Price Response
programs move consumption from times of high prices to times of lower prices (real time pricing or time of use) – expanded to address transmission distribution congestion management.
Peak Shaving
programs require more response during peak hours and focus on reducing peaks on high-system load days – expanded to address transmission distribution congestion management.\



Reliability Response (contingency response)
requires the fastest, shortest duration response. Response is only required during power system "events." – This is new and slowly developing.



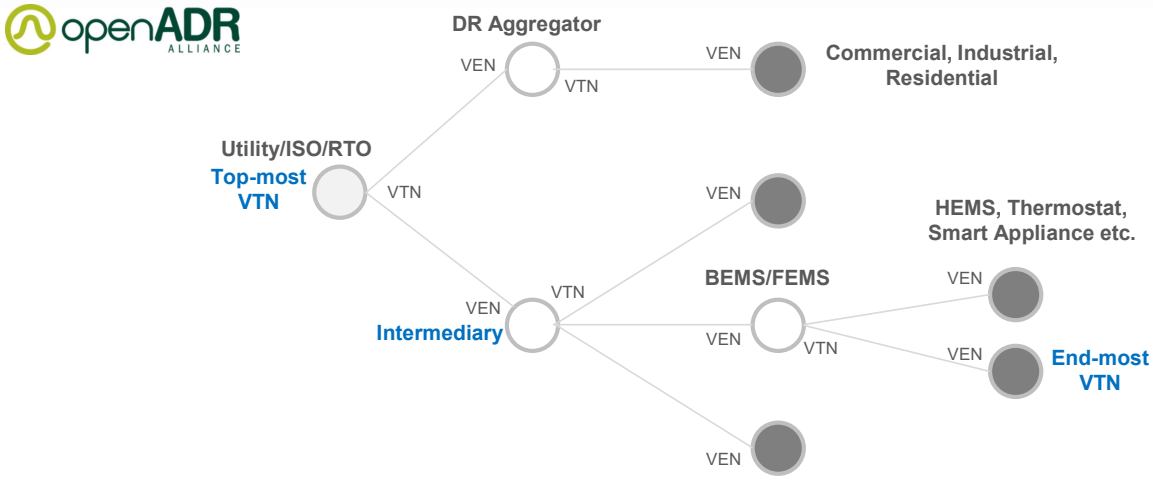
Regulation Response
continuously follows minute-to minute commands from the grid in order to balance the aggregate system load and generation – This is also very new and appears to be very promising for certain loads.

Source : SG Demand Response Communication Standard and Infrasturctures, KERI

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-5-1. What is OpenADR?



- Communication nodes are organized as a tree
- Pair-wise interaction patterns
- No peer to peer communication
- VTN (Virtual Top Node) : DR Server – Transmit event other nodes
- VEN (Virtual End Node) : DR Client – Receive event and respond to them and Control demand side resources

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-5-2. What is OpenADR?

Open Automated Demand Response (OpenADR) provides a non-proprietary, open standardized DR interface that allows electricity providers to communicate DR signals directly to existing customers using a common language a nd existing communications such as the Internet.

OpenADR1.0

- Limited number of vendors
- No certification program
- Geared towards local DR programs
- Not a national or international standard
- Limited to basic DR application

OpenADR2.0

- Large ecosystem of vendors
- Test tool, test plan & certification
- Flexible to adjust to most DR programs
- Based on OASIS standard
- Expanded architecture to include pricing, telemetry and other services

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-5-3. What is OpenADR?

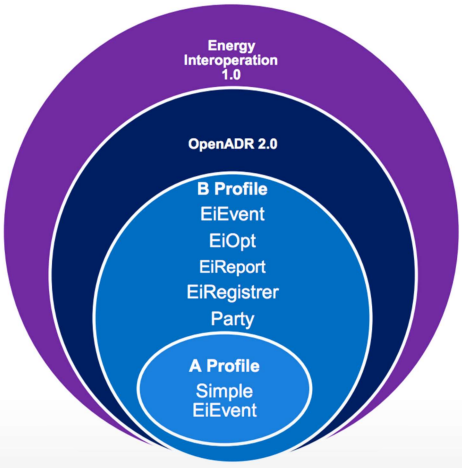
[Communications Architecture] OpenADR2.0 is separated into two implementation classes.

OpenADR2.0a

Simple implementations looking to transfer DR event and price information to Low end devices (ex. Thermostats)

OpenADR2.0b

Higher end implementations adding more complex event and price processes as well as feedback and additional services (ex. EMS, BAS)



Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-5-4. What is OpenADR?

Below is OpenADR2.0 profiles.

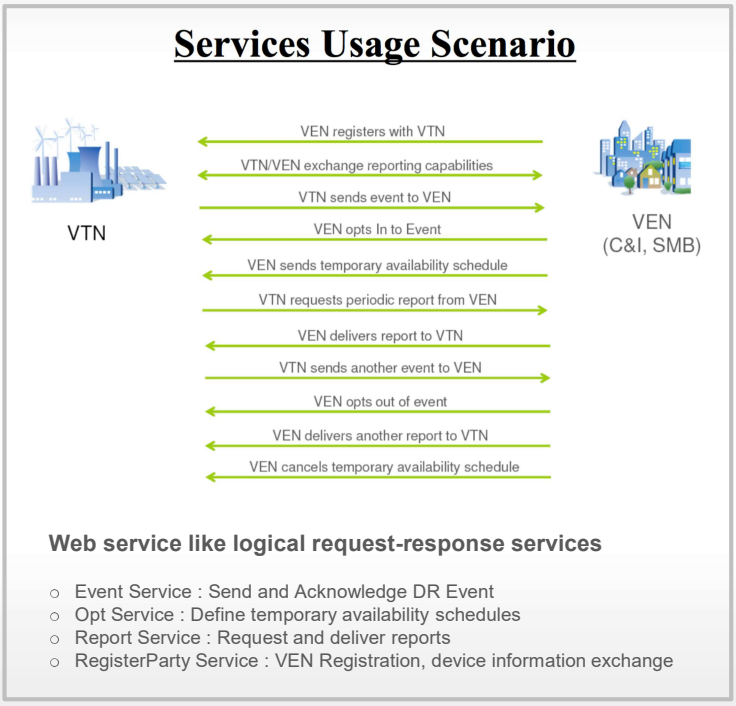
Service	Notes
EiRegisterParty	Register to identify and receive information
EiQuote	EiDistributeQuote for distributing dynamic prices (push), other operations for pull including block and tier tariff communication
EiEvent	The core event functions and information models
EiReport	The ability to set periodic or one-time information on the state of a Resource
EiAvail	Constraints on the possible time a Resources is available or not
EiOpt	Overrides the EiAvail; addresses short-term changes in availability
EiEnroll	Used to enroll a Resource for participation in Events
EiMarketContext	Used to discover program rules, standard reports, etc.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-7-1. How OpenADR works?

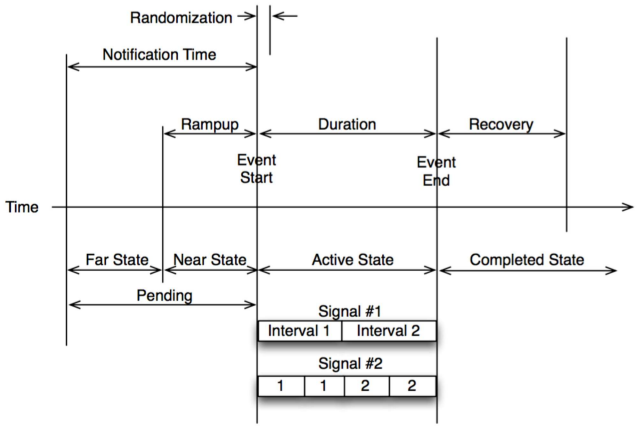


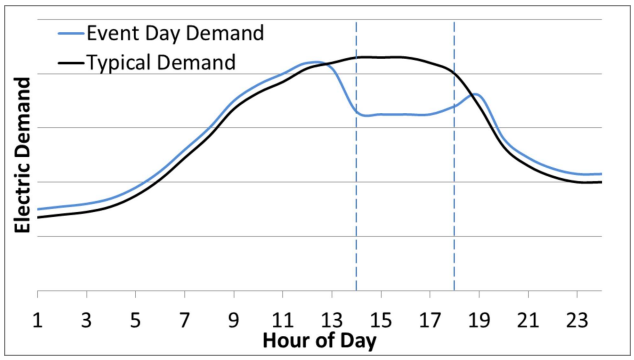


Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-7-2. How OpenADR works?

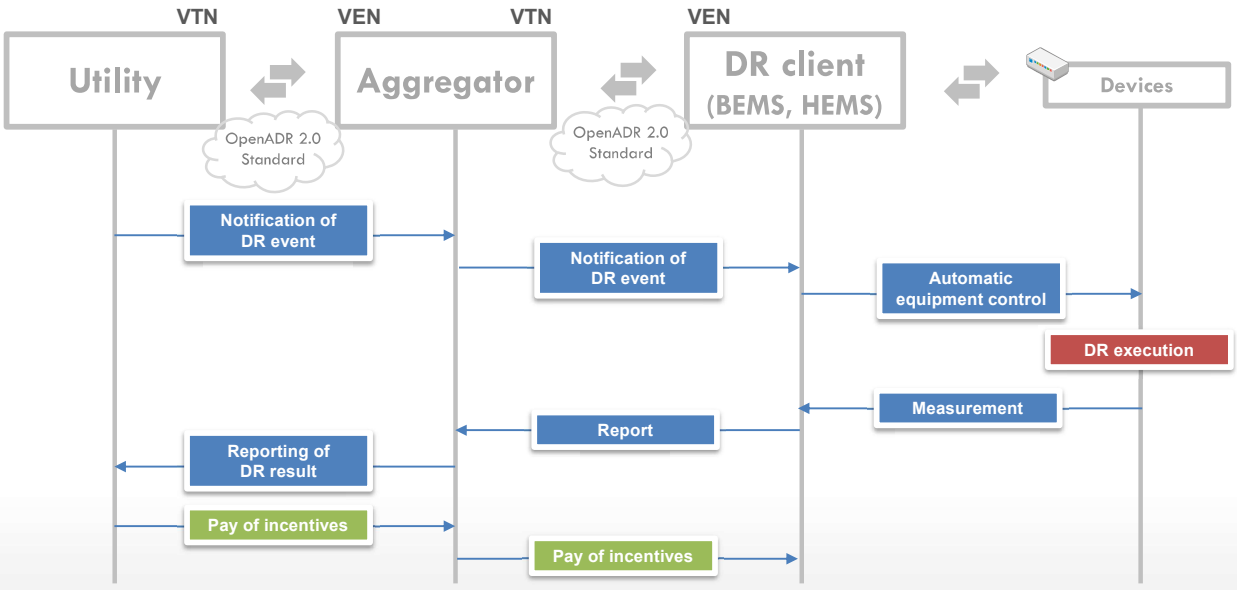




Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

1. Demand Response with OpenADR2.0b

1-7-3. How OpenADR works?



Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

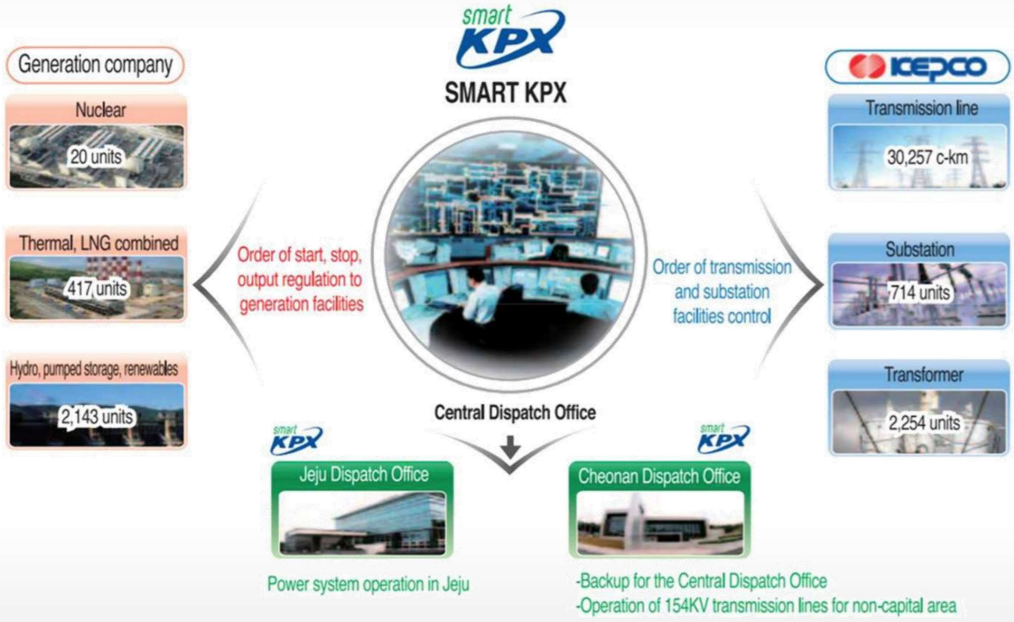
Contents

1. Demand Response with OpenADR
2. **Korea's DR market and system structure**
3. I-ON DR solution, LAMS (Load Aggregator's Management System)
4. I-ON's DR case study : Aggregation and Resource management process

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

2. Korea's DR market and system structure

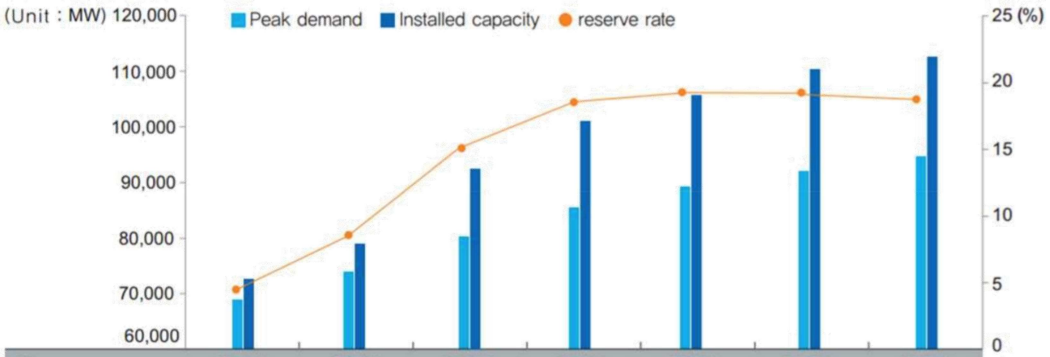
2-1. Power system strategies in the South Korea



Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

2. Korea's DR market and system structure

2-2. Power system status in the South Korea

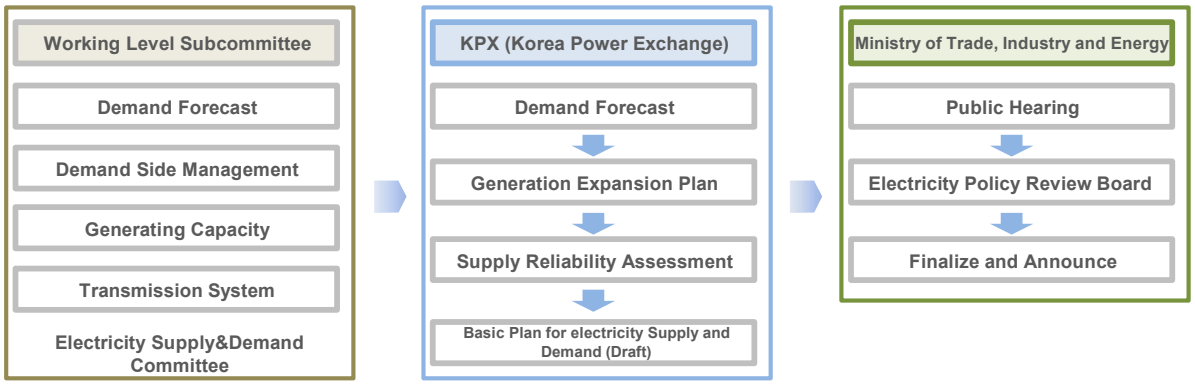


Year	2010	2012	2015	2018	2020	2022	2024
Peak demand	69,886	74,414	80,009	85,810	89,225	92,111	95,038
Installed capacity	73,247	79,839	92,465	101,311	106,897	110,070	112,294
Reserve rate(%)	4.8	7.3	15.6	18.1	19.8	19.5	18.2

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

2. Korea's DR market and system structure

2-3. A Basic plan for the electricity supply and demand system

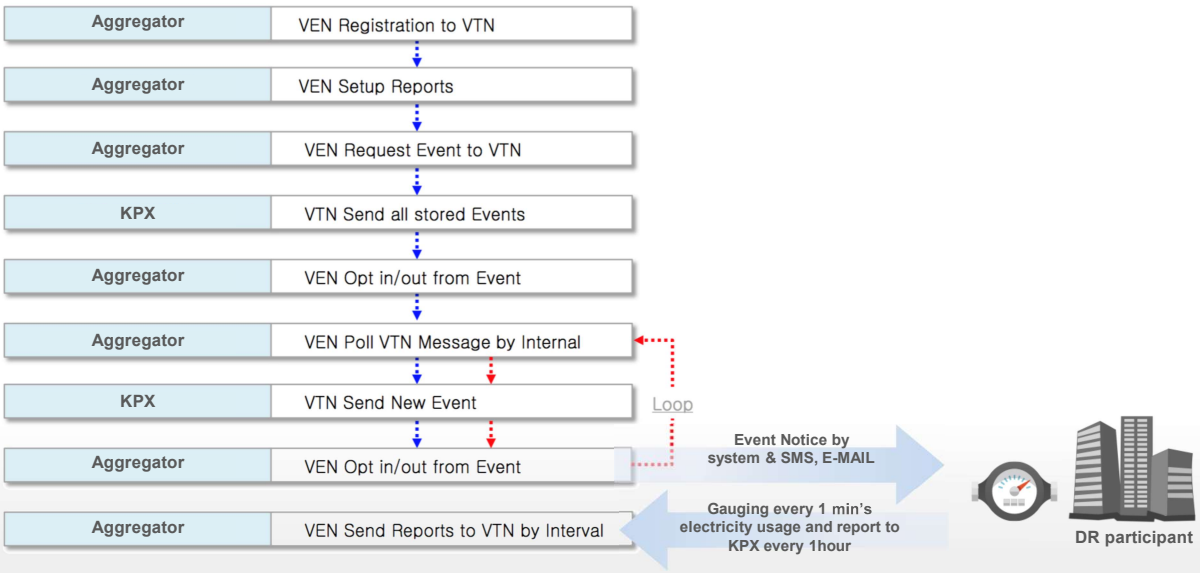


Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

2. Korea's DR market and system structure

2-4. DR event process

✓ Collected more than 10MW DR resource(s)?
✓ Installed Gateway at every participant's on site?



Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

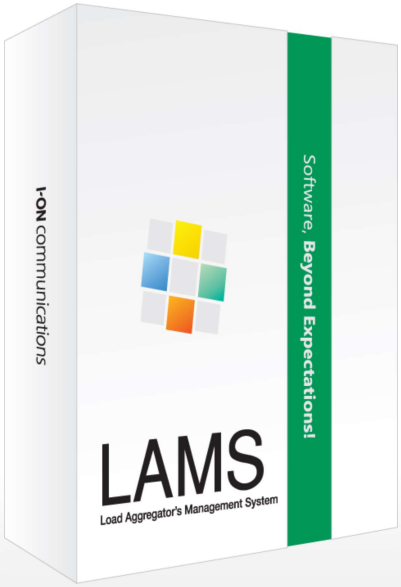
Contents

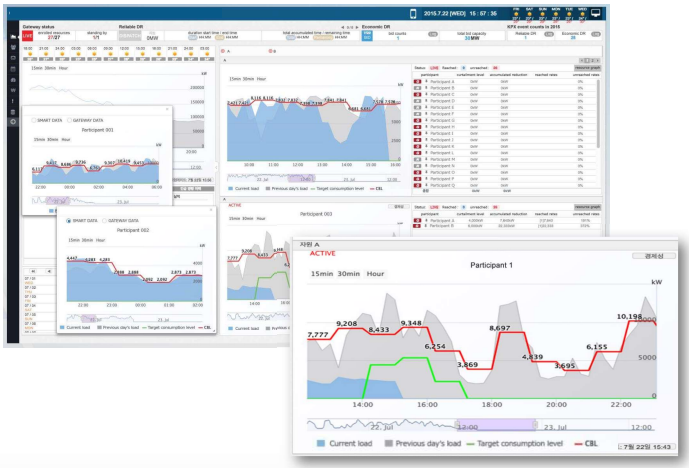
1. Demand Response with OpenADR
2. Korea's DR market and system structure
3. I-ON DR solution, LAMS (Load Aggregator's Management System)
4. I-ON's DR case study : Aggregation and Resource management process
5. Closing

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-1. Proven DR management solution, ‘LAMS (Load Aggregator’s Management System)’



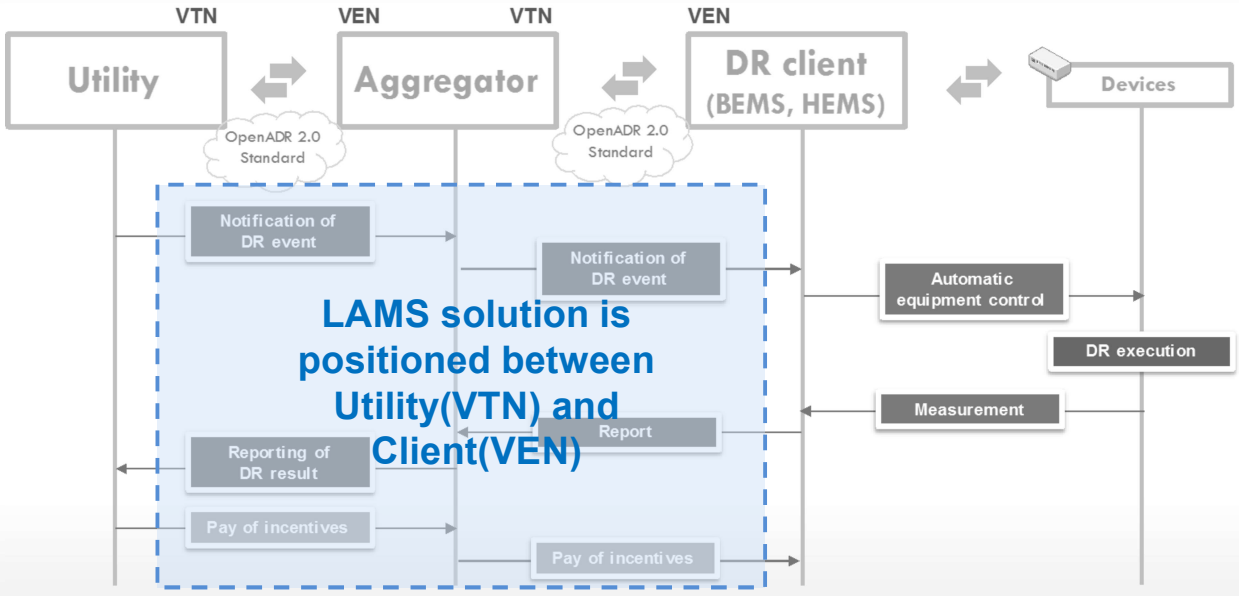


I-ON ‘LAMS**(Load Aggregator’s Management System.ver1)’** was developed in 2013, and It was the first Demand Response management system in Korea and second in whole Asia countries that has been in compliance with **OpenADR 2.0a/b standards.**

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-2. LAMS Position



Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-3. Supporting real-time data Dashboard



Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-4. Powerful real-time energy monitoring graph



Through real time dashboard graph, aggregator can analyze instantaneously below information very easily.

- **Real time energy consumption data** for each DR resources every one minute. (it shows with blue color)
- **Day before energy consumption data** to compare today's consumption (It shows with gray color)
- **Real time curtailing energy data** (It shows with green color)
- **CBL(Customer Baseline Load) data** in every hour. (It shows with red color)

And graph could be adjusted zoon in and out very easily with mouse handle and It has 48 hours(24hours for past data, 24 hours for future data) range based on present time.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-5. Why CBL(Customer Baseline Load) is so important?



CBL is average hourly energy consumption pattern of participants who are aggregated to participate demand response program.

LAMS has CBL calculate function and It helps aggregator to determine instantaneously each participant's energy curtailment level. In addition, aggregator could monitoring every DR resource's hourly change amount of CBL without any manual controlling.

In Korea, participant could select CBL formula either 'MAX4/5 or MID6/10' when DR resource is enrolled.

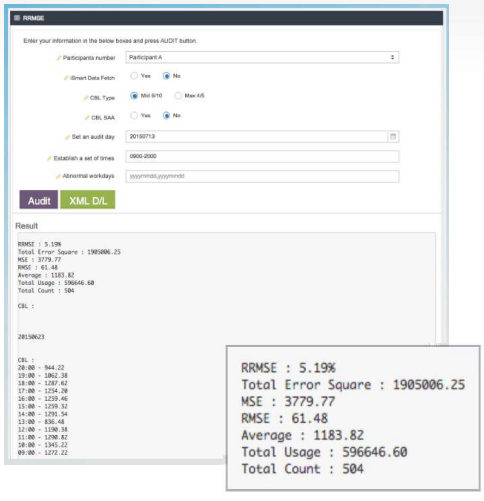
Select CBL formula (MAX4/5 or MID6/10) → **Verify reliability of Resource by RRMSE** → **Participate DR market (if test is passed)** → **Monitoring energy usage based on CBL** → **Calculate curtailment load when DR event dispatched**

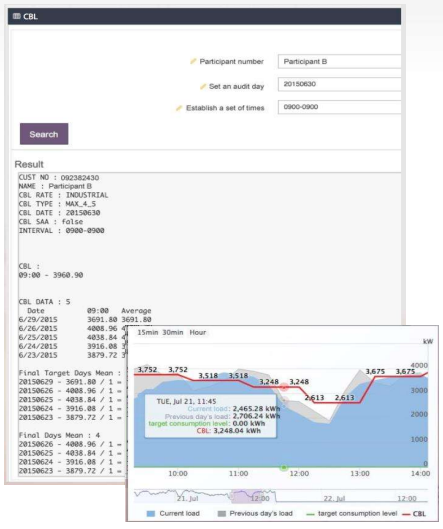
"CBL is key factor to manage DR resources!"

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-6. RRMSE and CBL





RRMSE (Relative Root Mean Squared Error)

By auditing and evaluating each facility's energy consum ption pattern, aggregator could determine what demand response load is reliable and available.

LAMS has RRMSE calculate function and it helps aggre gator to distinguish instantaneously reliable demand response resources among enrolled load(s).

CBL (Customer Baseline Load)

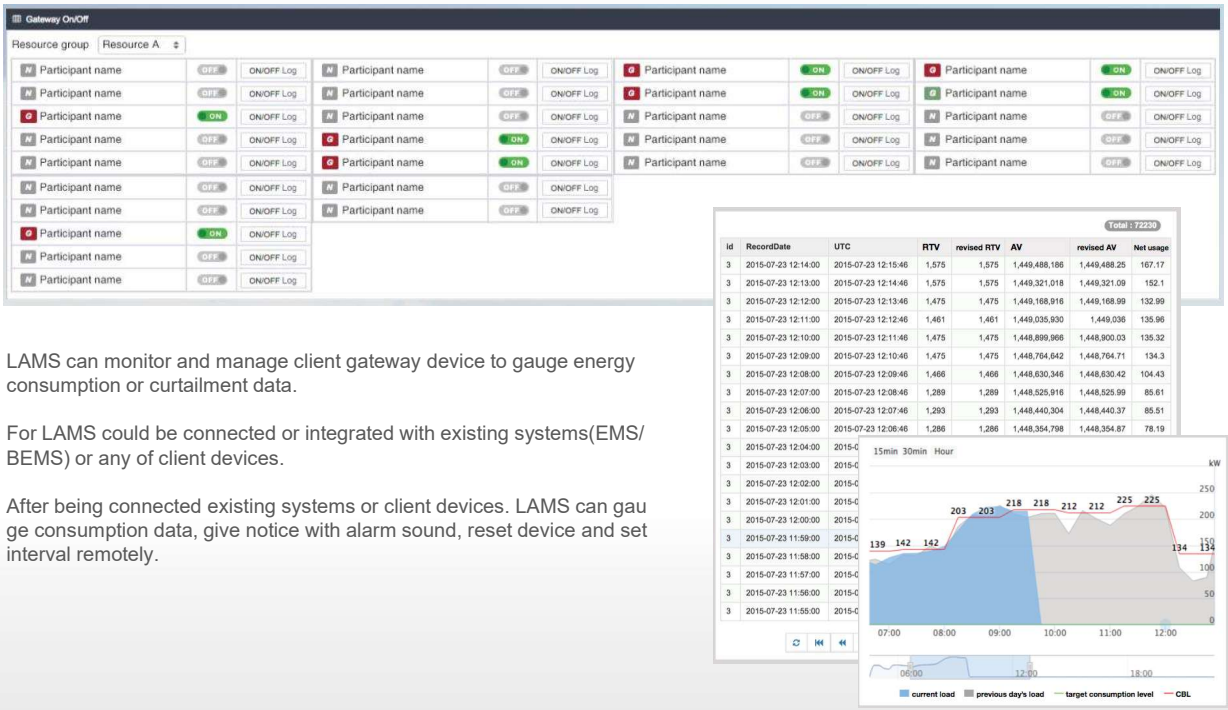
LAMS has CBL calculate function and It helps aggre- gator to determine instantaneously each participant's energy curtailment level. In addition, aggregator could monitoring every DR resource's hourly change amount of CBL without any manual controlling.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-7. Remote controlling end user's devices

LAMS could be integrated with any client's devices



LAMS can monitor and manage client gateway device to gauge energy consumption or curtailment data.

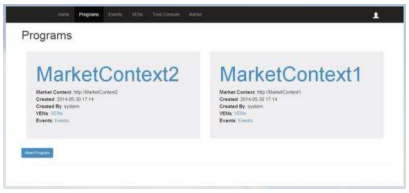
For LAMS could be connected or integrated with existing systems(EMS/ BEMS) or any of client devices.

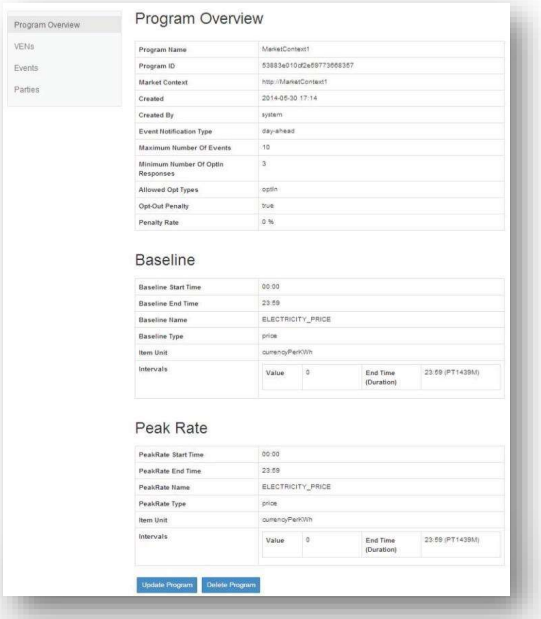
After being connected existing systems or client devices. LAMS can gau ge consumption data, give notice with alarm sound, reset device and set interval remotely.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-8. Creating & Simulating various DR events





Participants will be motivated to join DR programs

LAMS could generate various DR programs and help aggregators to motivate participant joining DR programs.

By reducing electricity use when prices spike or grid reliability may be jeopardized, participant can get incentives very easily and aggregators could monitor real time consumption data.

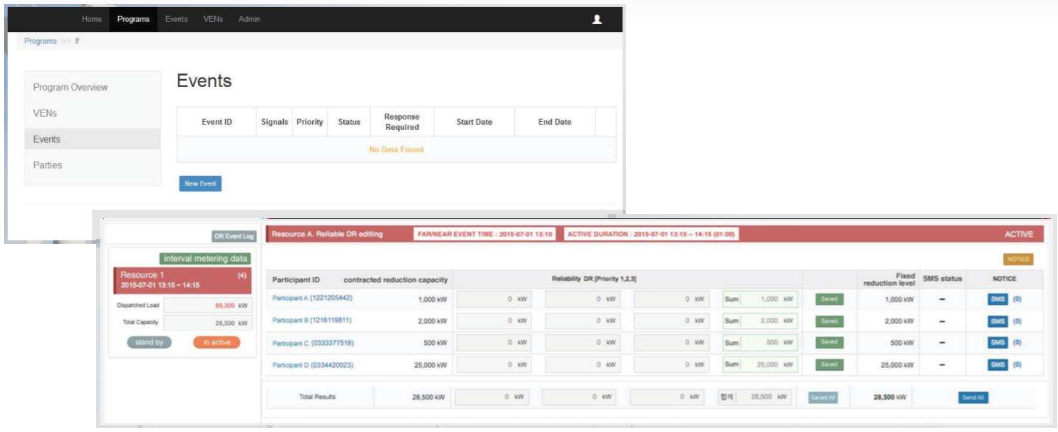
In addition, the Day-Ahead demand response program allows aggregator to bid gathered load reductions.

So, participants could get additional incentives as long as reduced load is auctioned off by Utility or ISO.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-9. LAMS support DR program and event simulation



By using LAMS, aggregators could bid in their planed energy reductions easily to committing to reduce electricity usage. In addition, aggregator could simulate each participant's incentives almost instantaneously.

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

3. I-ON DR solution, LAMS

3-10. LAMS is based on OpenADR2.0





Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Contents

1. Demand Response with OpenADR
2. Korea's DR market and system structure
3. I-ON DR solution, LAMS (Load Aggregator's Management System)
4. I-ON's DR case study : Aggregation and Resource management process
5. Closing

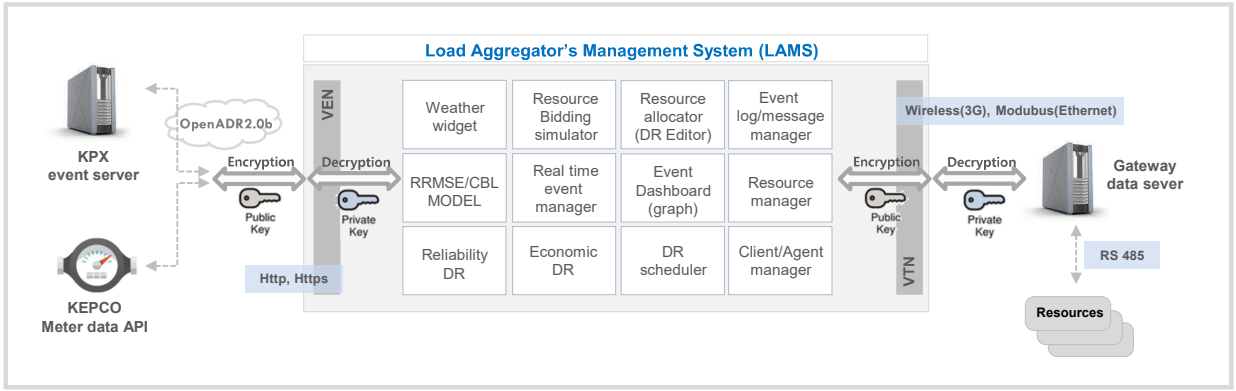
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

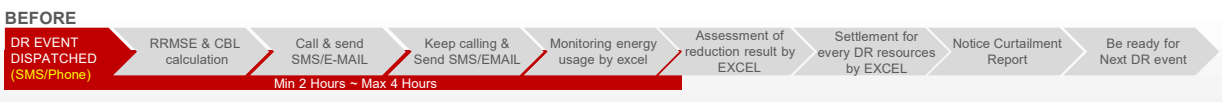
4. DR case study : Aggregation & Resource mgmt process

4-1. POSCO ICT



posco ICT	**Project Name**	Building DR management system for Load Aggregation	**Installed Solution Name**	LAMS
	Project Period	2015. 02 ~ 2015. 07	**DR resource Capacity**	X00,000.00 KW







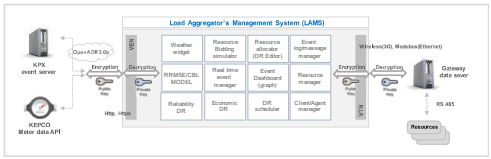
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

4. DR case study : Aggregation & Resource mgmt process

4-2. GS Caltex



GS Caltex	Project Name	Building DR management system for Load Aggregation	Installed Solution Name	LAMS
	Project Period	2015. 10 ~ 2015. 11	Instantaneous Value	X00,000.00 KW



DR System structure is similar to POSCO ICT.

But GS Caltex project have below discriminations.

Compatibility with legacy system

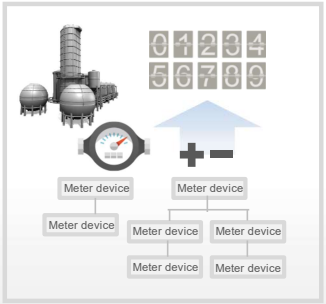
Customization for hierarchical gateways

Shortest Project lead time

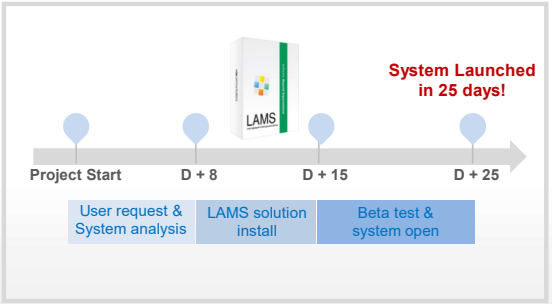
Compatibility



Customization



Fast and Stable install & integration



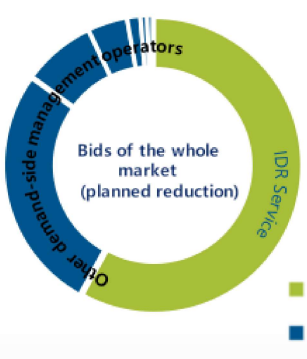
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

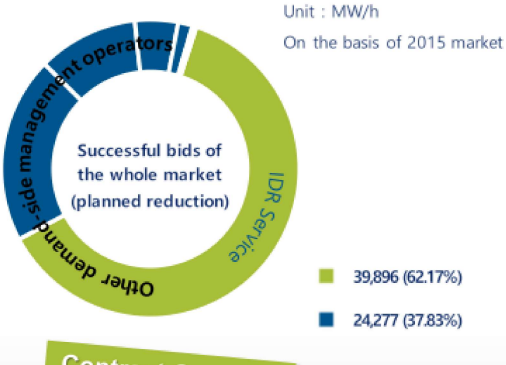
4. DR case study : Aggregation & Resource mgmt process

4-3-1. IDRS

iDRS Integrated Demand Response Service	Project Name	DR system consulting & Technology supporting	Installed Solution Name	DRMS, LAMS
	Project Period	2015. 09 ~ 2015. 12	DR Resource capacity	1,060,000.00 KW

IDR Service has possessed overwhelming performance of reduction due to clients' support since 2010 and the ratio of reduction is also 105% as a **Korean market leader** whose credibility was approved.







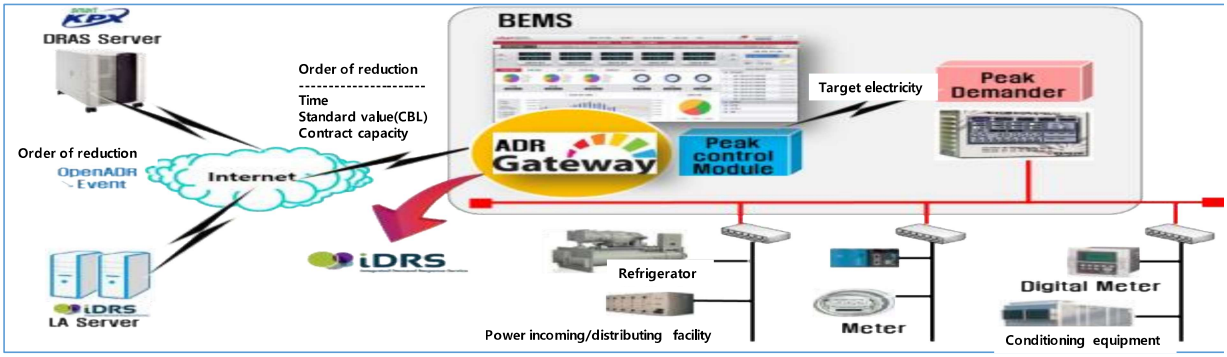
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

4. DR case study : Aggregation & Resource mgmt process

4-3-1. IDRS

iDRS Integrated Demand Response Service	Project Name	DR system consulting & Technology supporting	Installed Solution Name	DRMS, LAMS
	Project Period	2015. 09 ~ 2015. 12	DR Resource capacity	1,060,000.00 KW

Hyper market ADR construction



This is to reduce the load in previous order (conditioning equipment, lighting, pump, etc.) if setting target value of power in client D.C(Demand Control) and approaching the value for the order of reduction.

It made profits of 11,000kW,about 400 million won(on the basis of 2015), yearly.

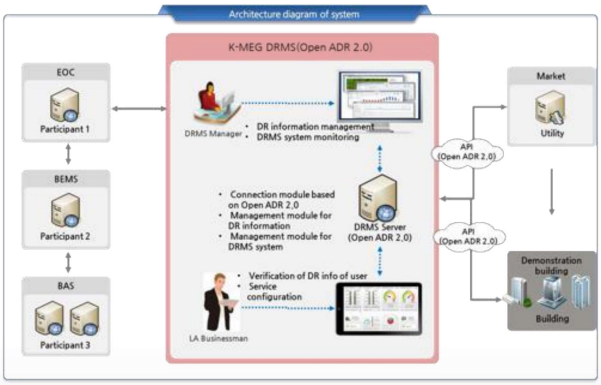
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

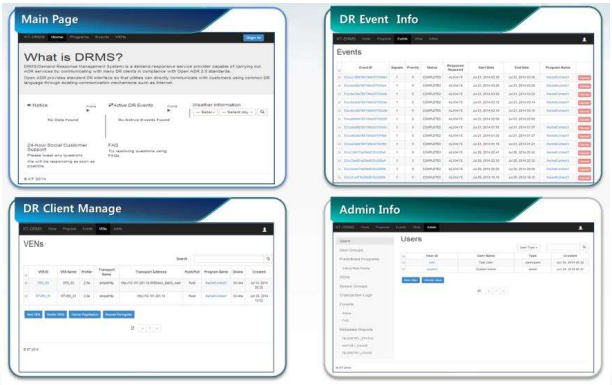
4. DR case study : Aggregation & Resource mgmt process

4-4-1. K-MEG



K-MEG korea micro energy grid	Project Name	Demonstration of DRMS at Guardian Building in Detroit	Installed Solution Name	DRMS
	Project Period	2014.01 ~ 2014. 07	Result of Demonstration	Success





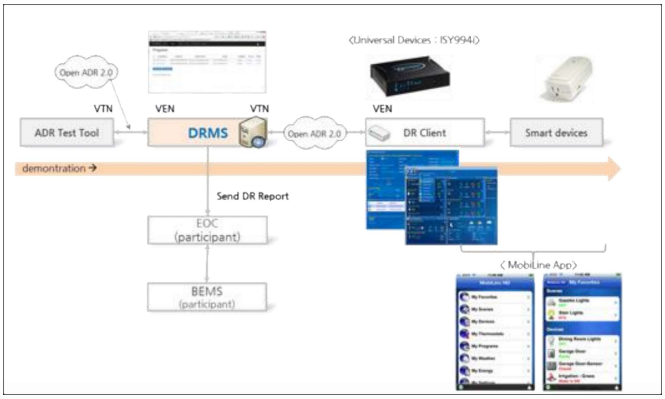
Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

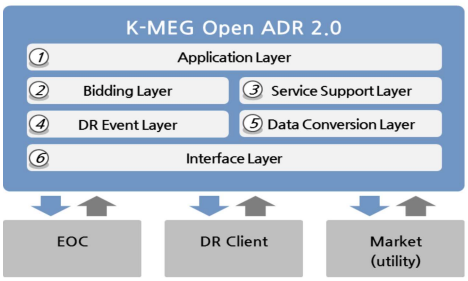
4. DR case study : Aggregation & Resource mgmt process

4-4-2. K-MEG



K-MEG korea micro energy grid	Project Name	Demonstration of DRMS at Guardian Building in Detroit	Installed Solution Name	DRMS
	Project Period	2014.01 ~ 2014. 07	Result of Demonstration	Success





❖Application Layer
- ✓ Member/device managing and operation-monitoring

❖ Bidding Layer
- ✓ Monitoring market
- ✓ Connecting each individual resource(integrated resources) with market

❖Service Support Layer
- ✓ Functions related to CBL, Data, Scheduler, Statistics

❖DR Event Layer
- ✓ Creating and managing DR event messages
- ✓ Creating and managing messages of connection/control/surveillance between systems

❖Data Conversion Layer
- ✓ Analyzing and processing energy data
- ✓ Integrating information between other systems

❖Interface Layer
- ✓ Connection with PJM electricity market
- ✓ Connection with EOC system
- ✓ Connection with DR Client

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Contents

1. Demand Response with OpenADR
2. Korea's DR market and system structure
3. I-ON DR solution, LAMS (Load Aggregator's Management System)
4. I-ON's DR case study : Aggregation and Resource management process
5. Closing

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Contact information



Marcus Park : mint@i-on.net

Tony Lee : meduriws@i-on.net

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

Thank you!

Copyright 2016. I-ON Communications all rights reserved.

LISTEN. THINK. SOLVE.®

AUTOMATED DEMAND RESPONSE DEMONSTRATION

หัวข้อ สถาปัตยกรรมของระบบโครงการสาธิตการตอบสนองด้านโหลด

Anukoon Asawachatroj
Software Manager SEA
6th Jan, 2016

Allen-Bradley • Rockwell Software

Rockwell Automation

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Agenda

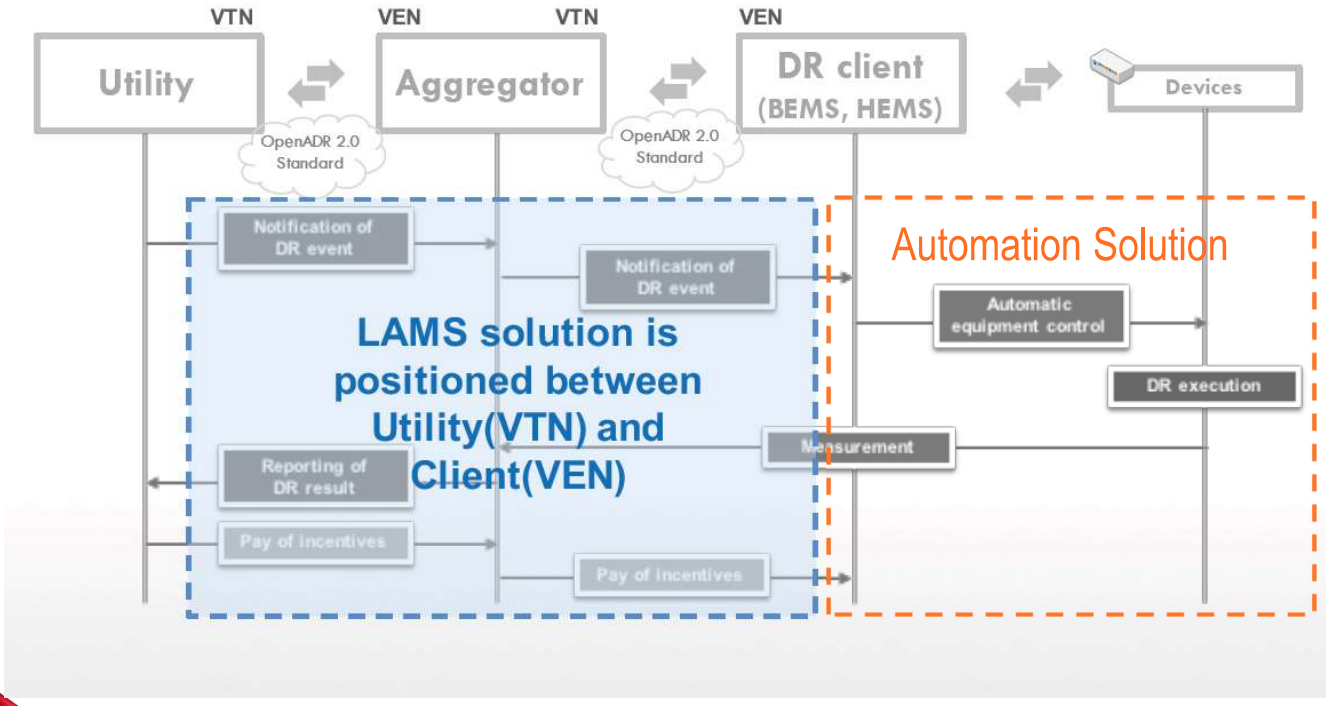
Rockwell Automation

Solution Overview

System Architecture

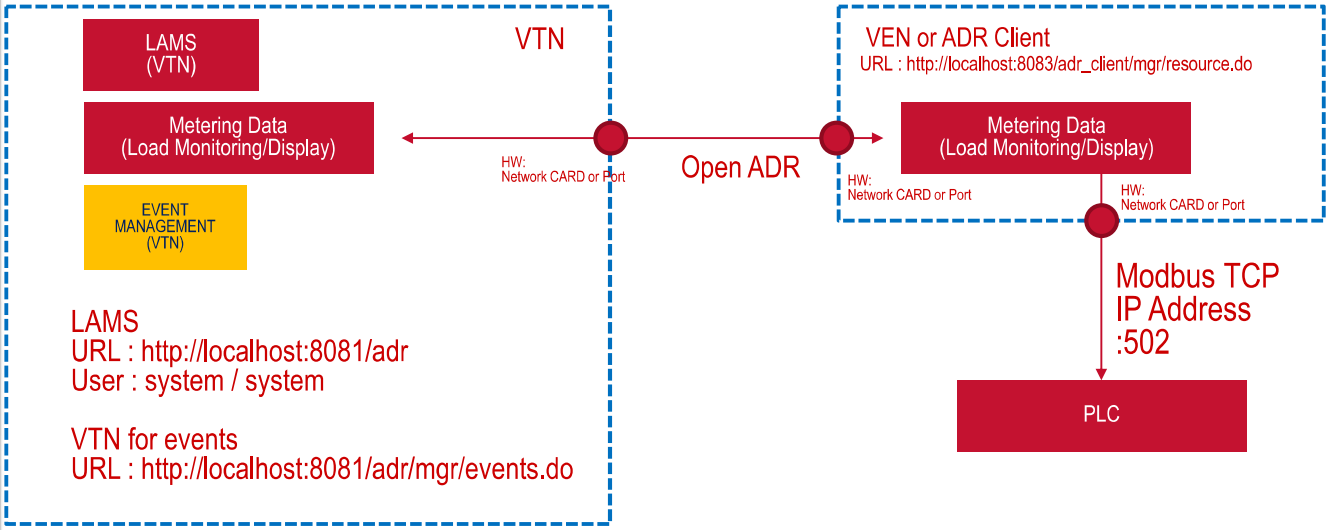
Implementation

ADR Solution Overview



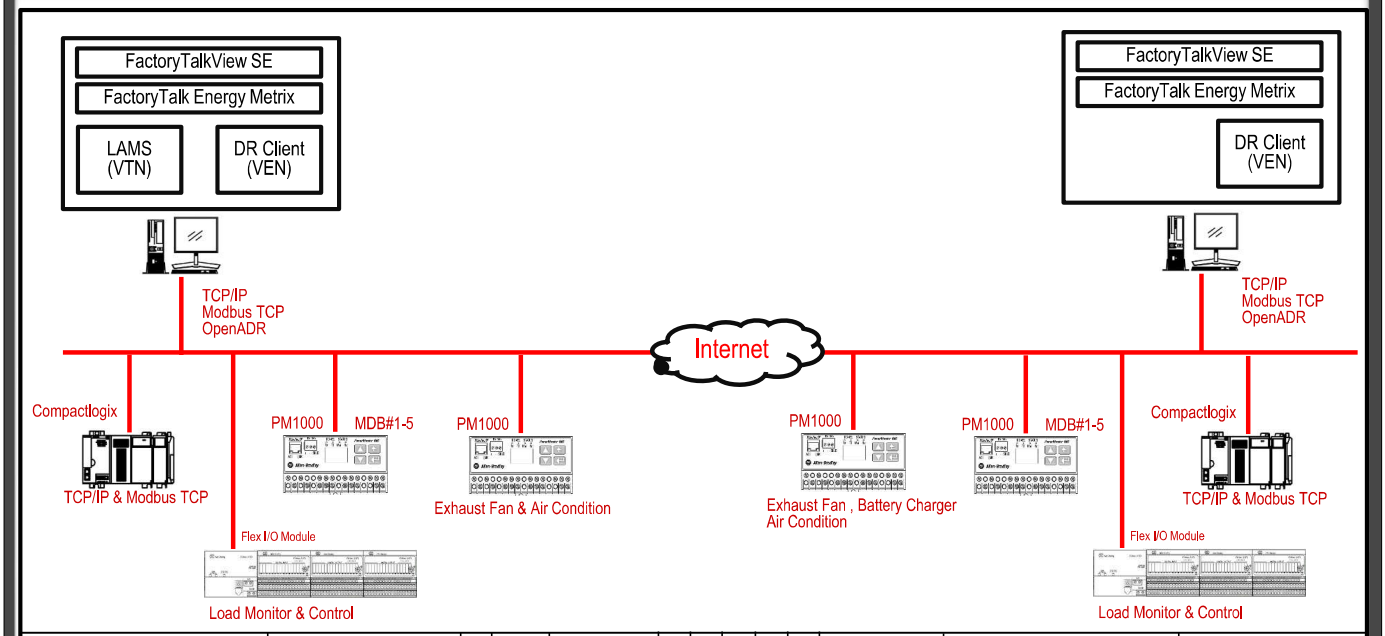
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

ADR Communication Structure



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

System Architecture



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT PT
	12	8-DEC-15	AS-BUILT	SP	BW	PA	BW	SP
	10	1-SEP-15	ISSUED FOR REVIEW	SP	BW	PA	BW	SP

DRAWN SP DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
CLIENT PT DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00085
System Architecture
R5THS00107-DES-WIR-01-EN
SHEET : 5 : Number of Page
DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

COMPANY CONFIDENTIAL

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Programmable Automation Controllers



CompactLogix | ControlLogix | GuardLogix | Armor GuardLogix

Automation Design Software



Studio 5000



Power Monitor

Input / Output Devices



Compact I/O | Flex I/O | Point I/O | ArmorBlock | ArmorPoint

Operator Interfaces & Industrial Computers



PanelView | MobileView

Integrated Architecture®

Allen-Bradley · Rockwell Software

Rockwell Automation

Motor Control Devices



PowerFlex | IntelliCENTER

Industrial Network Infrastructure & Media



Stratix

Visualization & Information Software



FactoryTalk | Arena

Distributed Control System

PlantPAx
The Modern DCS

PlantPAx System

Motion Control



Kinetix | iTRAK

Copyright © 2014 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Copyright © 2014 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Programmable Automation Controllers



CompactLogix | ControlLogix | GuardLogix | Armor GuardLogix

Automation Design Software



Studio 5000



Power Monitor

Input / Output Devices



Compact I/O | Flex I/O | Point I/O | ArmorBlock | ArmorPoint

Multiple disciplines

Operator Interfaces & Industrial Computers



PanelView | MobileView



Motor Control Devices



PowerFlex | IntelliCENTER

Discrete | Motor | Motion | Safety | Process

Industrial Network Infrastructure & Media



Stratix

Visualization & Information Software



FactoryTalk | Arena

Distributed Control System

PlantPAx The Modern DCS

PlantPAx System

Motion Control



Kinetix | iTRAK

Copyright © 2014 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Programmable Automation Controllers

CompactLogix | ControlLogix | GuardLogix | Armor GuardLogix

Automation Design Software

Studio 5000

Power Monitor

Input / Output Devices

Compact I/O | Flex I/O | Point I/O | ArmorBlock | ArmorPoint

EtherNet/IP™

Operator Interfaces & Industrial Computers

PanelView | MobileView

Motor Control Devices

PowerFlex | IntelliCENTER

Industrial Network Infrastructure & Media

Stratix

Visualization & Information Software

FactoryTalk | Arena

Distributed Control System

PlantPAx The Modern DCS

PlantPAx System

Motion Control

Kinetix | iTRAK

Copyright © 2014 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Energy Meter-PowerMonitor™ 1000

Metering
- Consumption (kWh)
- Demand (kW)*
- Power Factor (%)*

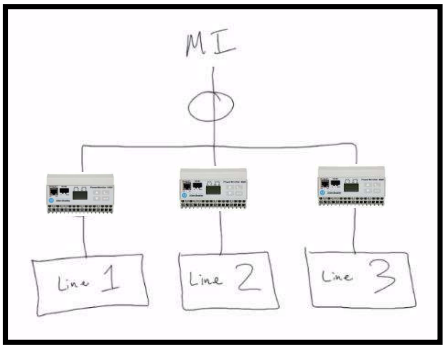
* *Optional*

Communication
- EtherNet/IP
- Serial



Key Features
- Embedded web page for real-time data and configuration
- DIN-rail mounted
- Diagnostic utility for incorrect wiring
- Two status inputs for external metering (Water, Air, Gas, etc.)
- Integrated display for configuration

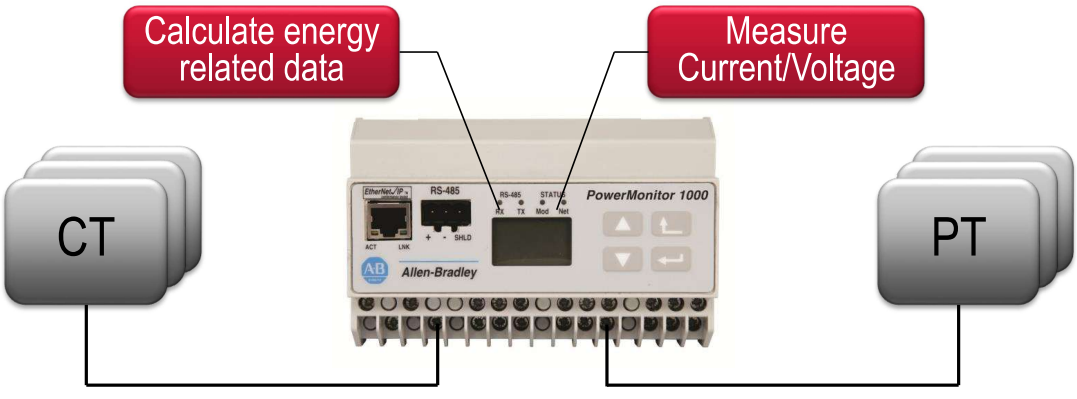
Sub-Process Meter



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

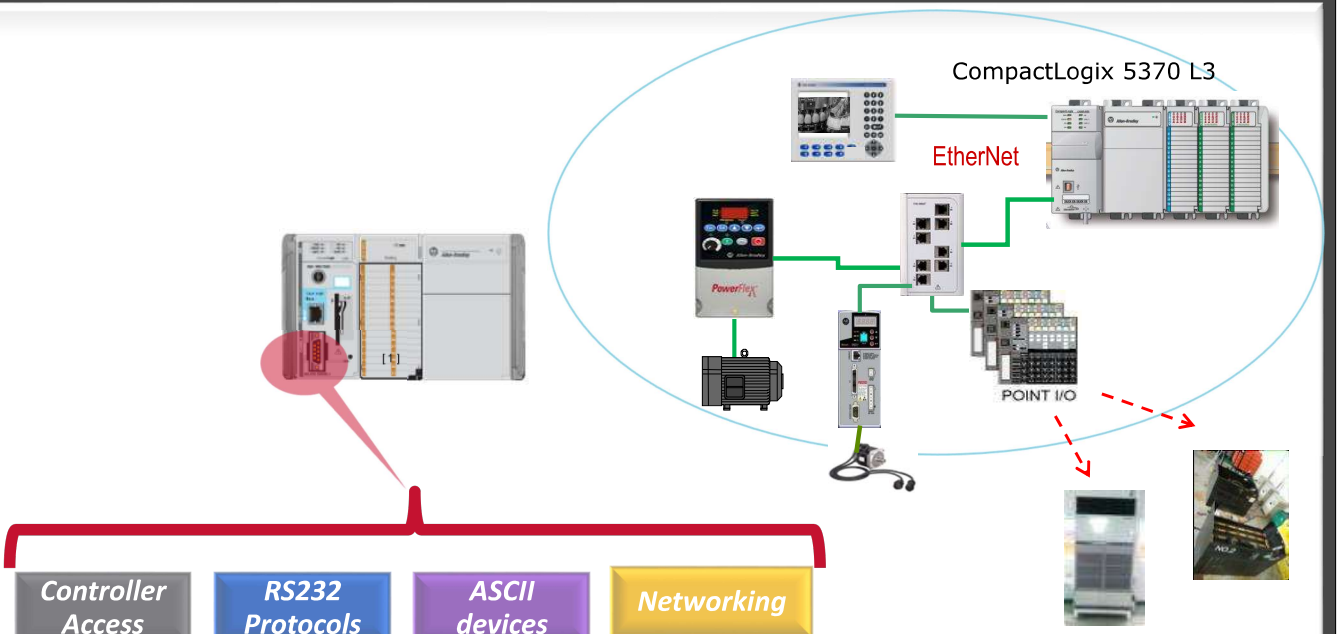
Energy Meter-PowerMonitor™ 1000

- The PM1000 is wired to PTs (Potential Transformers) and CTs (Current Transformers)
- The PM1000 will then measure current/voltage and calculate energy related data
- This data can be read on the local LCD, be read into an AB PLC, be viewed through RSPower or RSView, or logged to RSEnergyMetrix



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

PLC – Compact Logix (CMX)



Controller Access	RS232 Protocols	ASCII devices	Networking
• DF1 • Radio Modems • DH-485	• Modbus Serial • Modbus TCP	• Scanners • Switches	• Peer-to-Peer • DF1

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

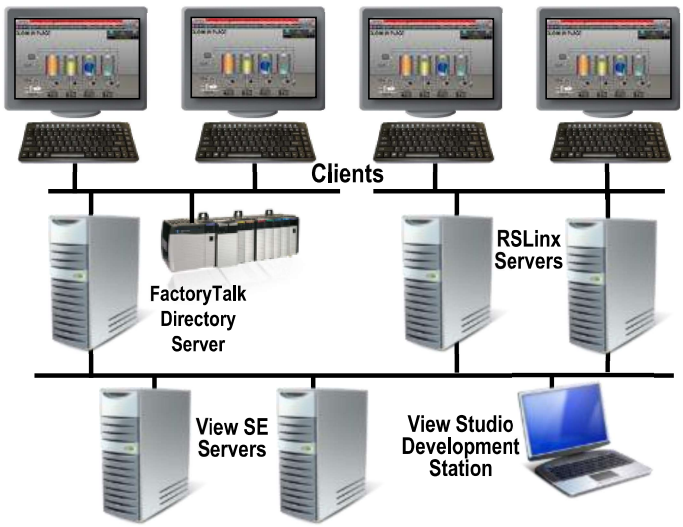
SCADA- FactoryTalk™ View Site Edition

FactoryTalk View SE Station



Common development environment with FactoryTalk View Studio

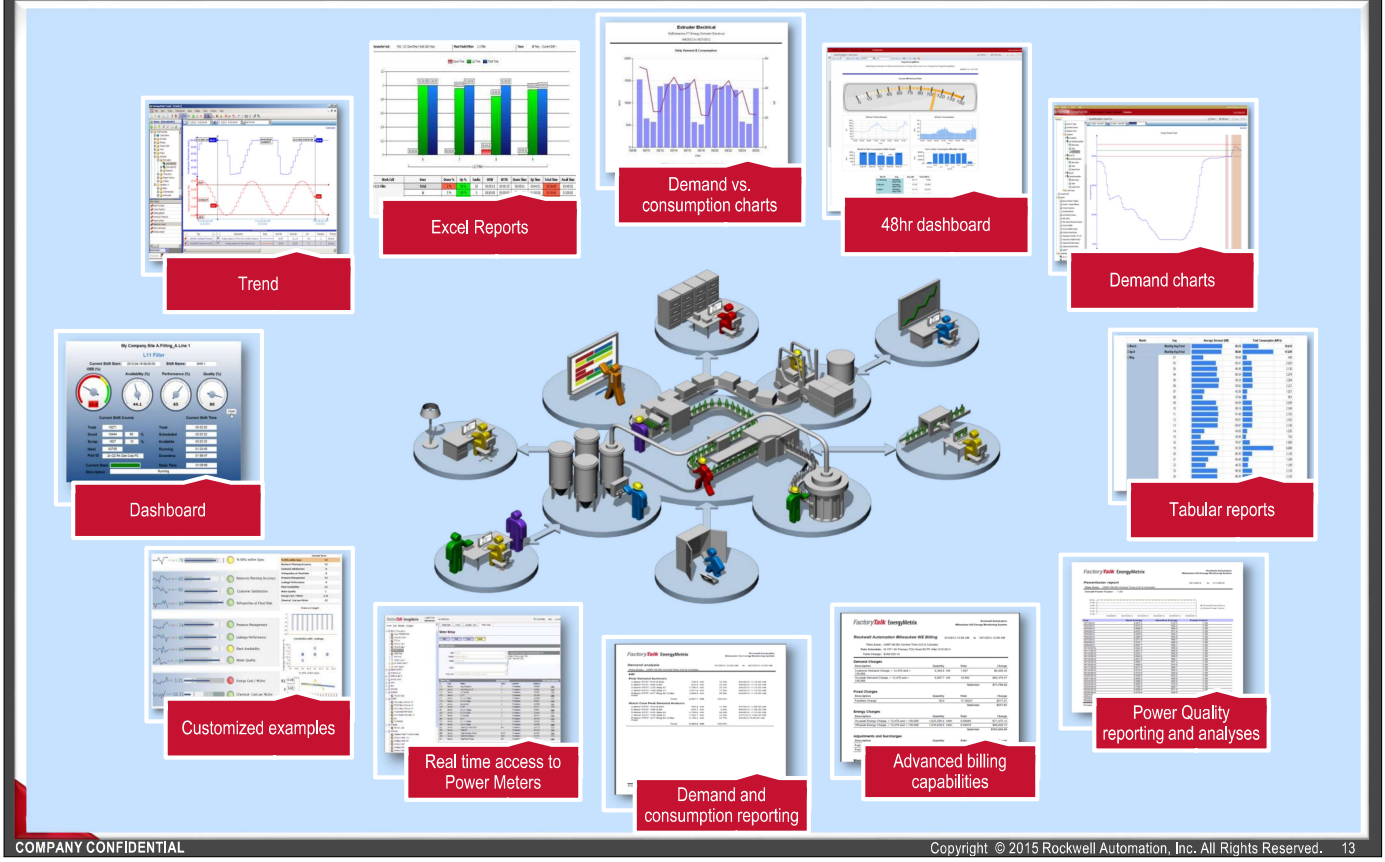
FactoryTalk View SE Distributed



Scalable from a single station up to a distributed client / server architecture

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

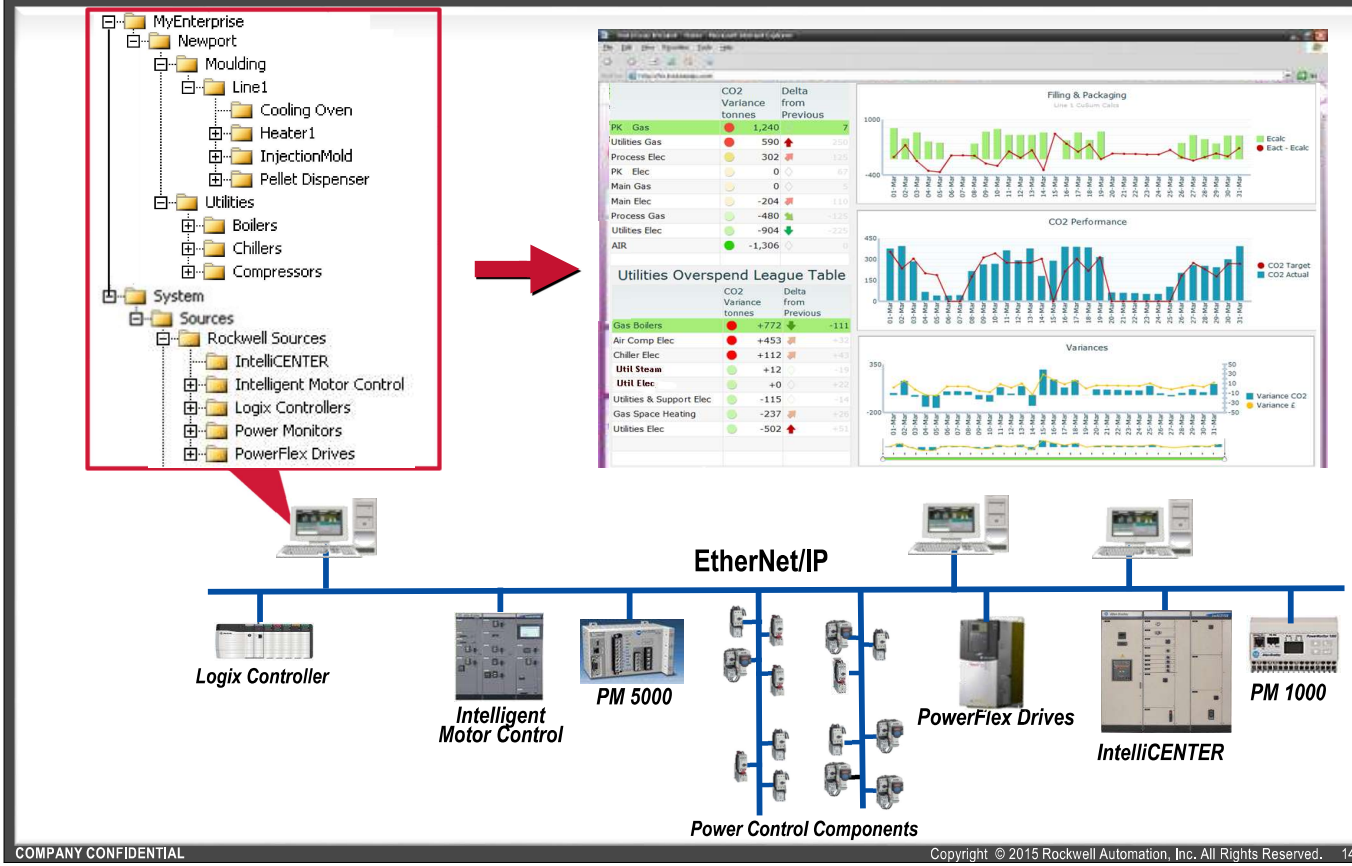
Reporting - FT EnergyMetrix



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Energy Solutions

Direct connection with Rockwell devices



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Rockwell Automation Energy Management-Consumption Portfolio

Rockwell Automation

Energy Monitors


PM 500


PMW250


PM 1000


PM 3000


PM 5000

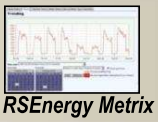
Power Control


PowerFlex Drives


Intelligent Motor Control


Power Control Components

Information


RSEnergy Metrix

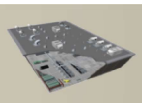

VantagePoint

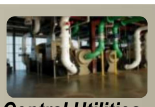

Pavilion

Solutions

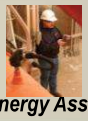

Energy Info.


Electrical Load Mgt


HVAC -R


Central Utilities.

Services


Energy Assessment


Asset Management


Training

Tools


Energy Accelerator Toolkit


CCBB Energy


Energy Savings Calc


Energy Evaluator

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Agenda

Rockwell Automation

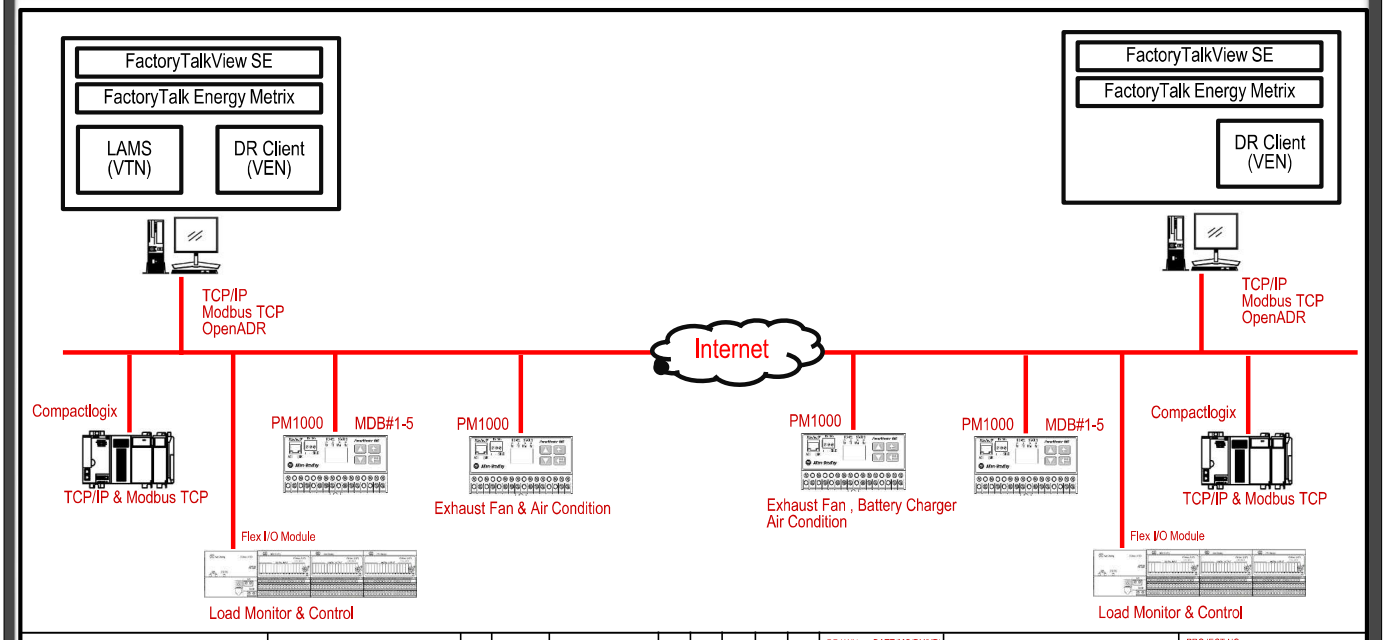
Solution Overview

System Architecture

Implementation

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

System Architecture



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA AP P	CLIENT APP
	12	8-DEC-15	AS-BUILT	SP	BW	PA	BW	SP
	10	1-SEP-15	ISSUED FOR REVIEW	SP	BW	PA	BW	SP

DRAWN SP DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
CLIENT PT DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI — WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00085

System Architecture

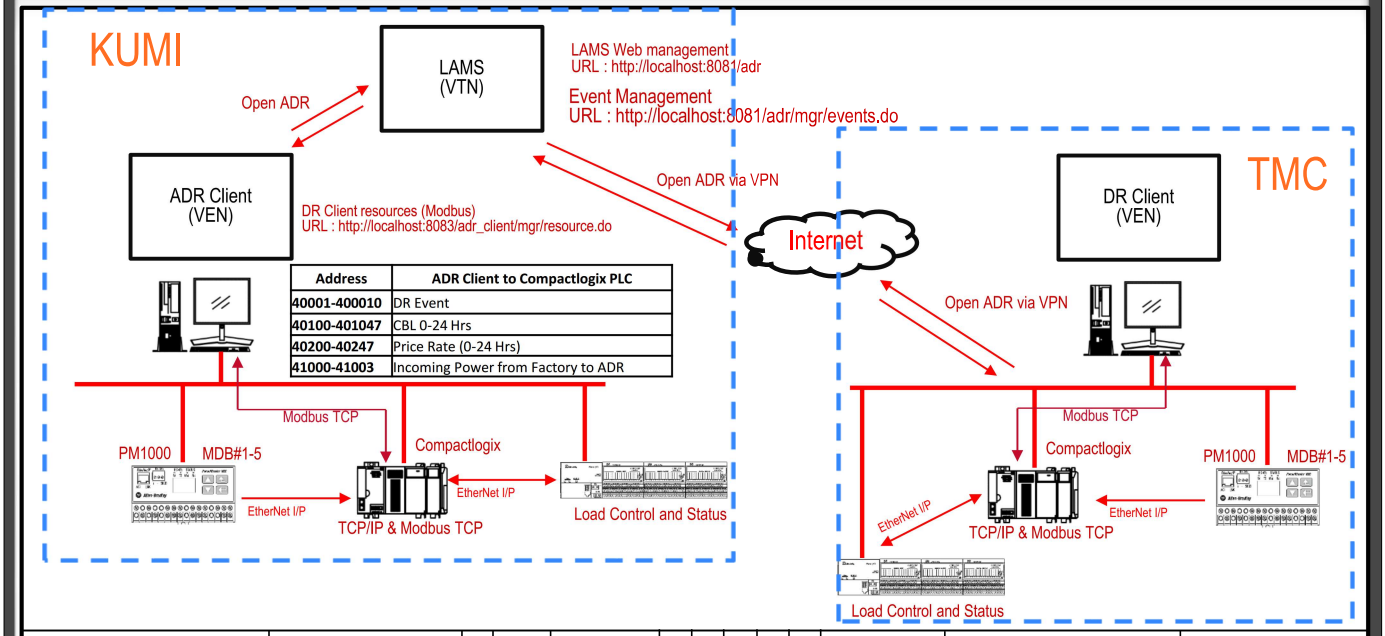
R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 17 : Number of Page

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

System Architecture



Rockwell Automation

Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REFERENCE DRAWINGS	REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA AP P	CLIENT APP
	12	8-DEC-15	AS-BUILT	SP	BW	PA	BW	SP
	10	1-SEP-15	ISSUED FOR REVIEW	SP	BW	PA	BW	SP

DRAWN SP DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
CLIENT PT DATE(MO/DY/YR)

WADE THAI — WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT NO. R5THS00085

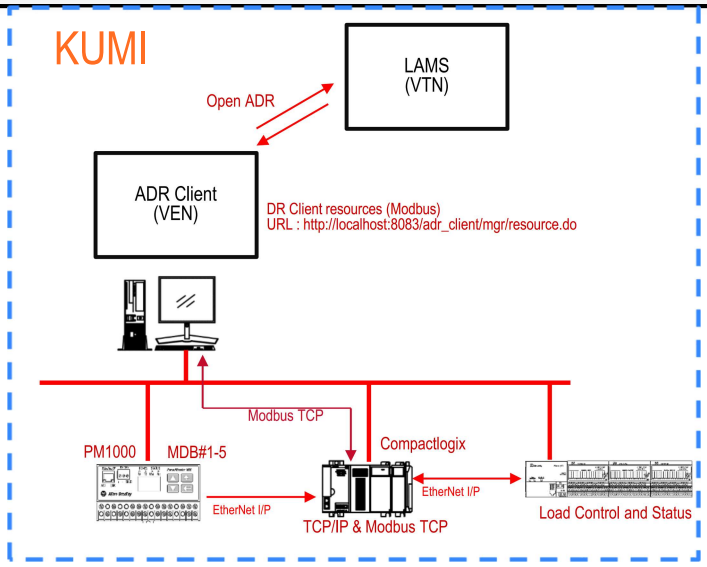
R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 18 : Number of Page

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

System Interface



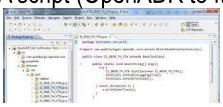
LAMS (VTN)
OpenADR2.0 profiles

ADR Client
(VEN)

CompactLogix PLC
Modbus TCP
Mapping

Service	Notes
EiRegisterParty	Register to identify and receive information
EiQuote	EiDistributeQuote for distributing dynamic prices (push), other operations for pull including block and tier tariff communication
EiEvent	The core event functions and information models
EiReport	The ability to set periodic or one-time information on the state of a Resource
EiAvail	Constraints on the possible time a Resources is available or not
EiOpt	Overrides the EiAvail; addresses short-term changes in availability
EiEnroll	Used to enroll a Resource for participation in Events
EiMarketContext	Used to discover program rules, standard reports, etc.

JAVA script (OpenADR to Modbus)



Address	ADR Client to Compactlogix PLC
40001-400010	DR Event
40100-401047	CBL 0-24 Hrs
40200-40247	Price Rate (0-24 Hrs)
41000-41003	Incoming Power from Factory to ADR

Rockwell Automation
Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT PT	DRAWN SP DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
								CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
12	8-DEC-15	AS-BUILT	SP	BW	PA	BW	SP	RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
10	1-SEP-15	ISSUED FOR REVIEW	SP	BW	PA	BW	SP	CLIENT PT DATE(MO/DY/YR)

REFERENCE DRAWINGS

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

PROJECT NO. R5THS00085

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

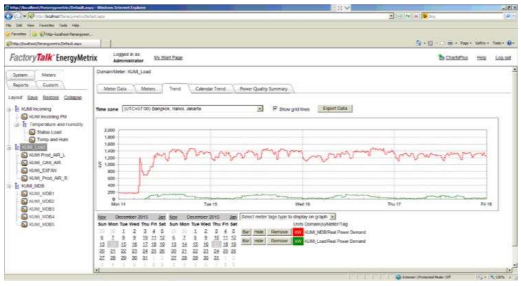
SHEET : 19 : Number of Page

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

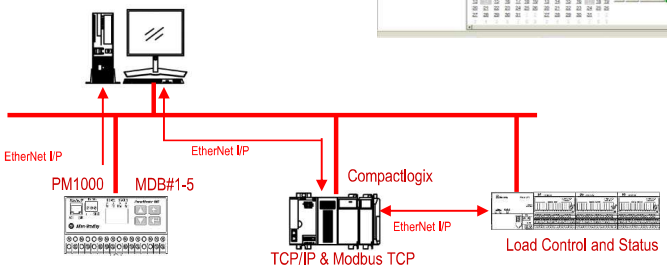
COMPANY CONFIDENTIAL
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

System Architecture

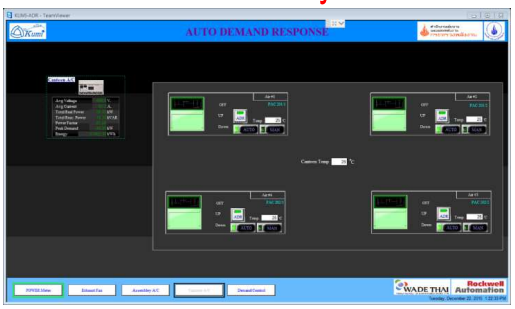
FactoryTalk Energy Metrix



FactoryTalk Energy Metrix and FactoryTalk View SE



FactoryTalk View SE



Rockwell Automation
Rockwell Automation Thai Co.,Ltd.
22 Floor, TP&T Building, 1 Vibhavadee 19, Vibhavadee-Rangsit Rd., Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand
Tel +66 (0) 2936-1500 Fax +66 (0) 2936-1511

REV NO	DATE	REVISION	DRN	CHK	ENG	RA APP	CLIENT PT	DRAWN SP DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
								CHECKED PA DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
12	8-DEC-15	AS-BUILT	SP	BW	PA	BW	SP	RA APP BW DATE(MO/DY/YR) 8-DEC-15
10	1-SEP-15	ISSUED FOR REVIEW	SP	BW	PA	BW	SP	CLIENT PT DATE(MO/DY/YR)

REFERENCE DRAWINGS

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

PROJECT TITLE : Auto Demand Response

PROJECT NO. R5THS00085

R5THS00107-DES-WIR-01-EN

SHEET : 20 : Number of Page

DRAWING NO. R5THS85-MPB5-202946B5-VDR011-PPB2

COMPANY CONFIDENTIAL
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Agenda

Rockwell Automation

Solution Overview

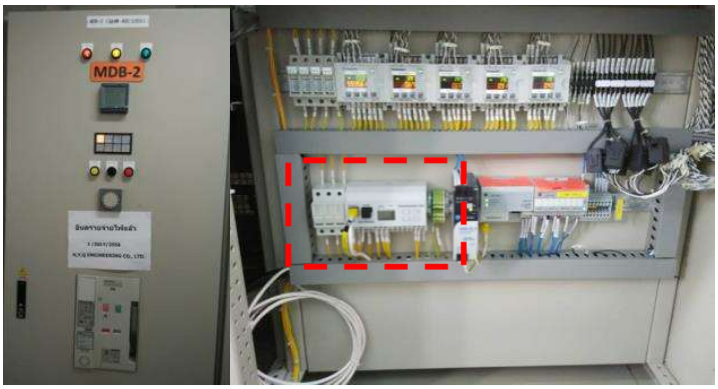
System Architecture

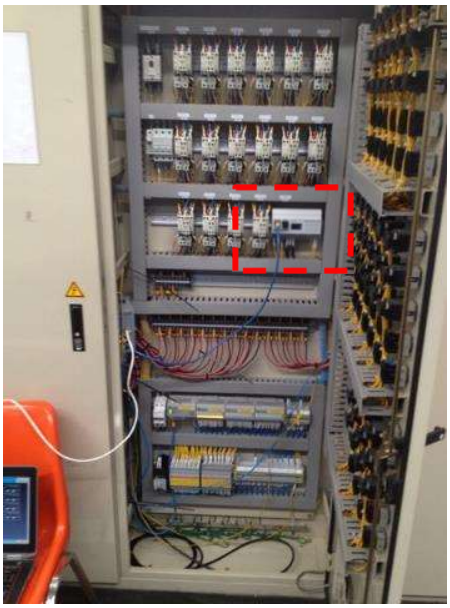
Implementation

COMPANY CONFIDENTIAL
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Power Meters

Rockwell Automation





COMPANY CONFIDENTIAL
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

PLCs





PLC & Remote I/O

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Server / Communication



Server

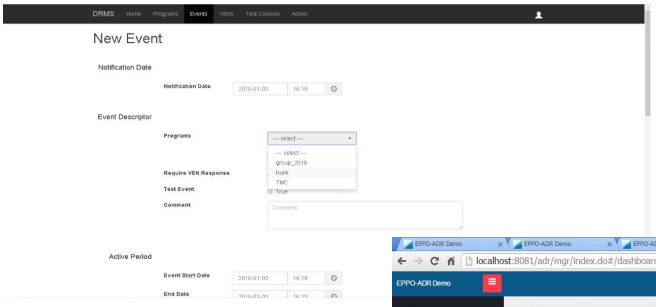


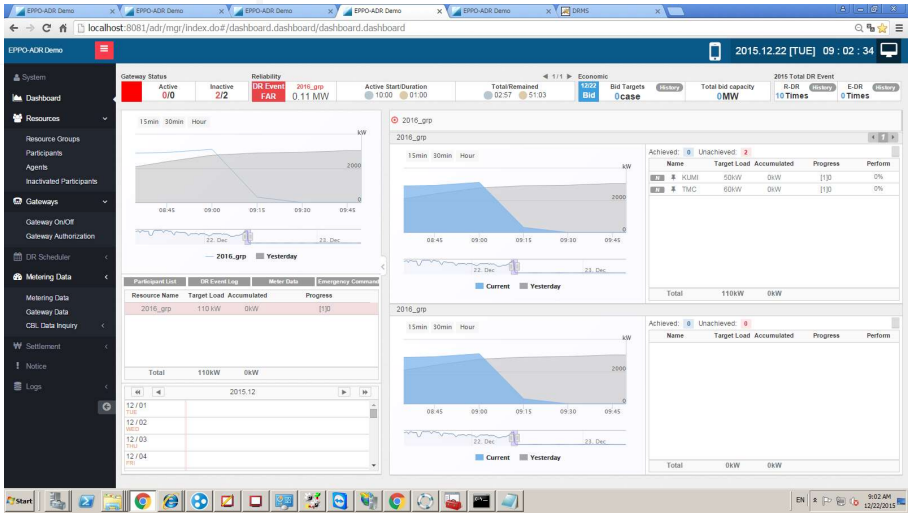
Communication System



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

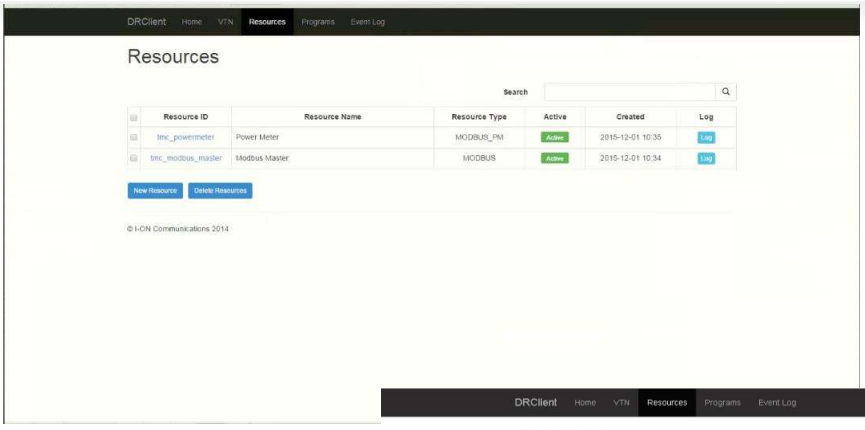
VTN (LAMS)

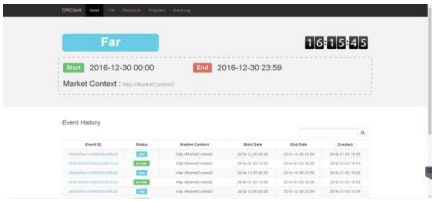


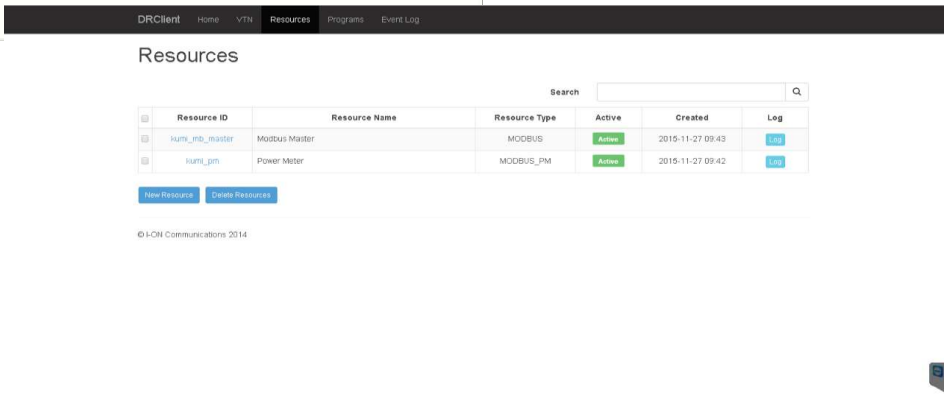


Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

VEN (DR Client)

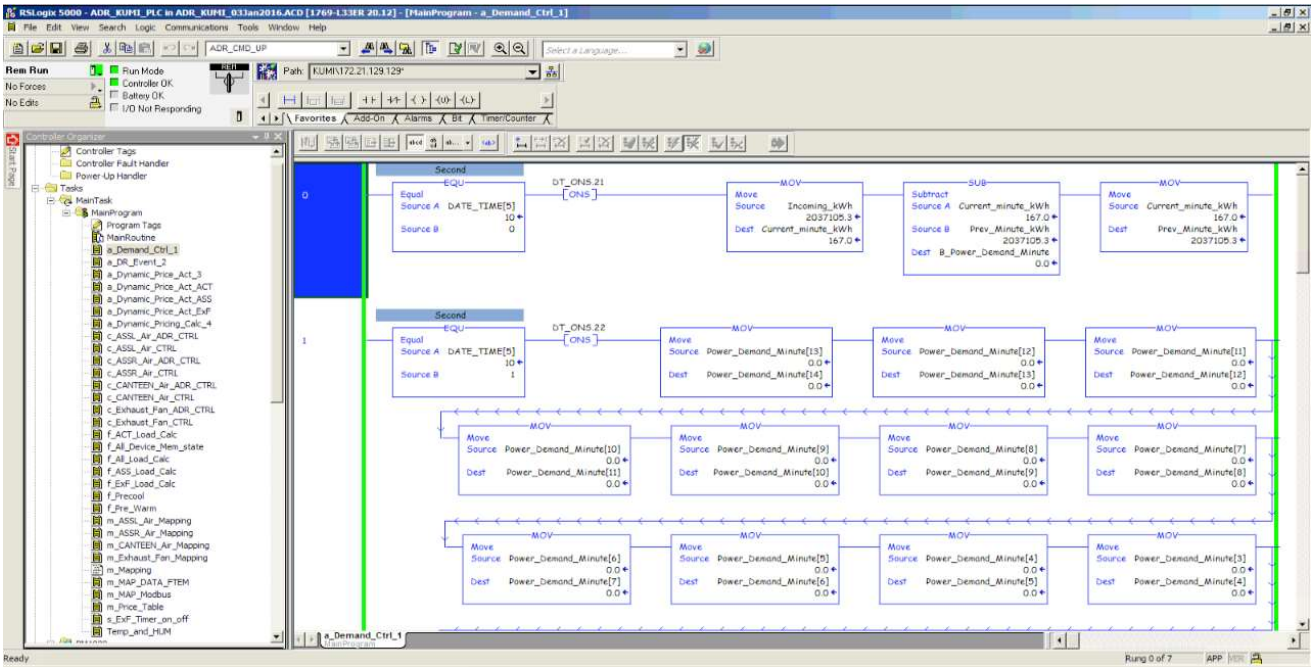






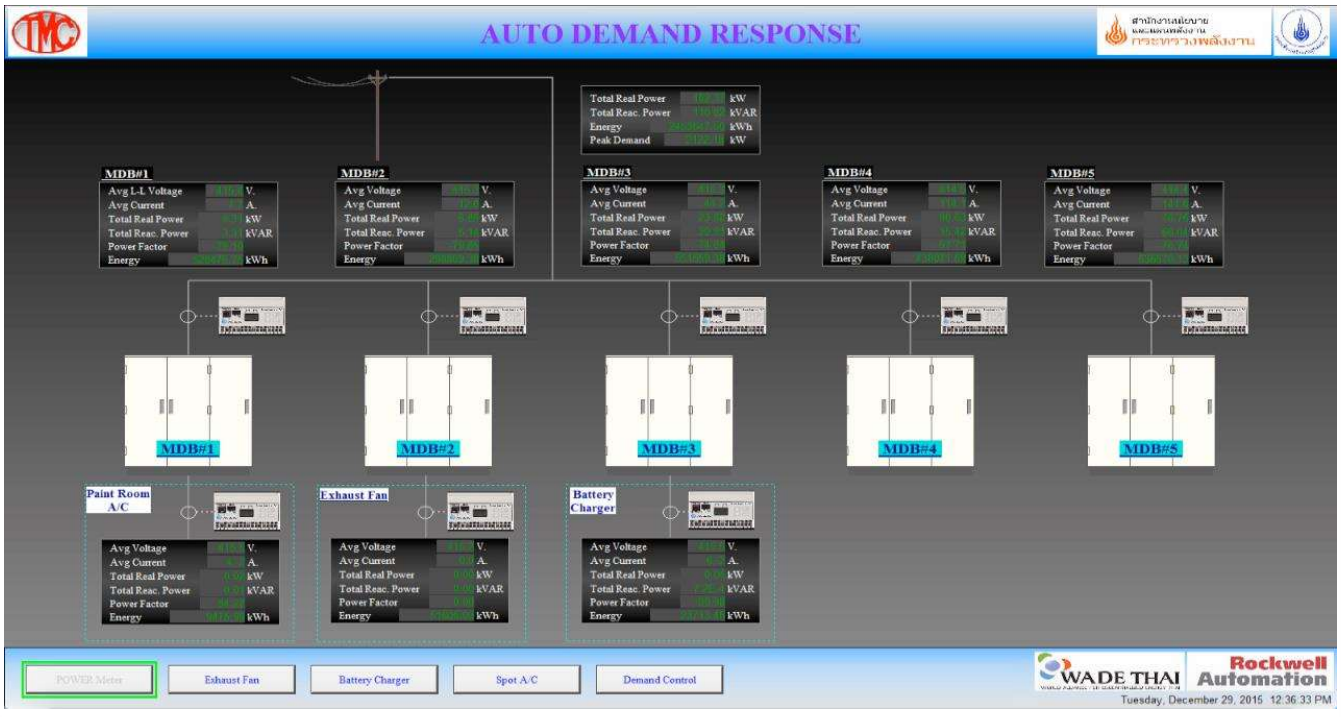
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

PLC Programming



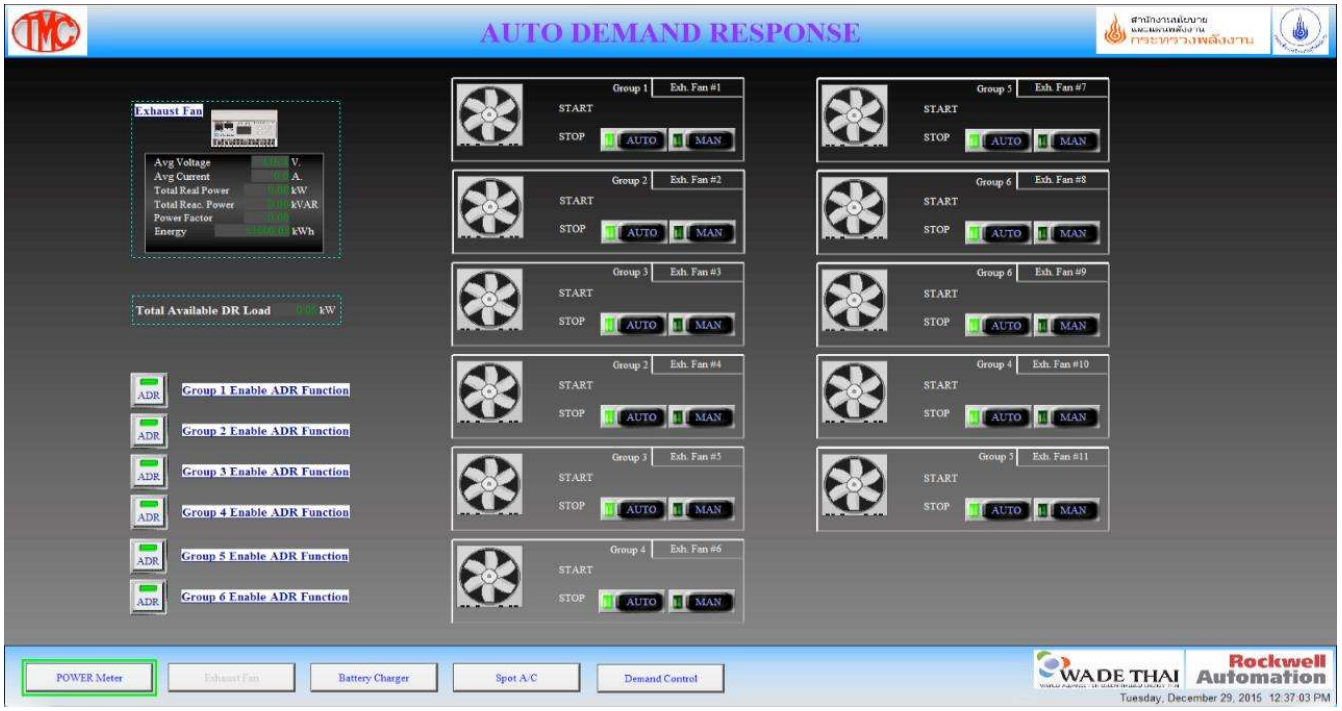
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

SCADA-Power Meter



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

SCADA-Load (Exhaust Fan)



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Load Monitor and Control

TMC – MDB of Exhaust Fan



Before

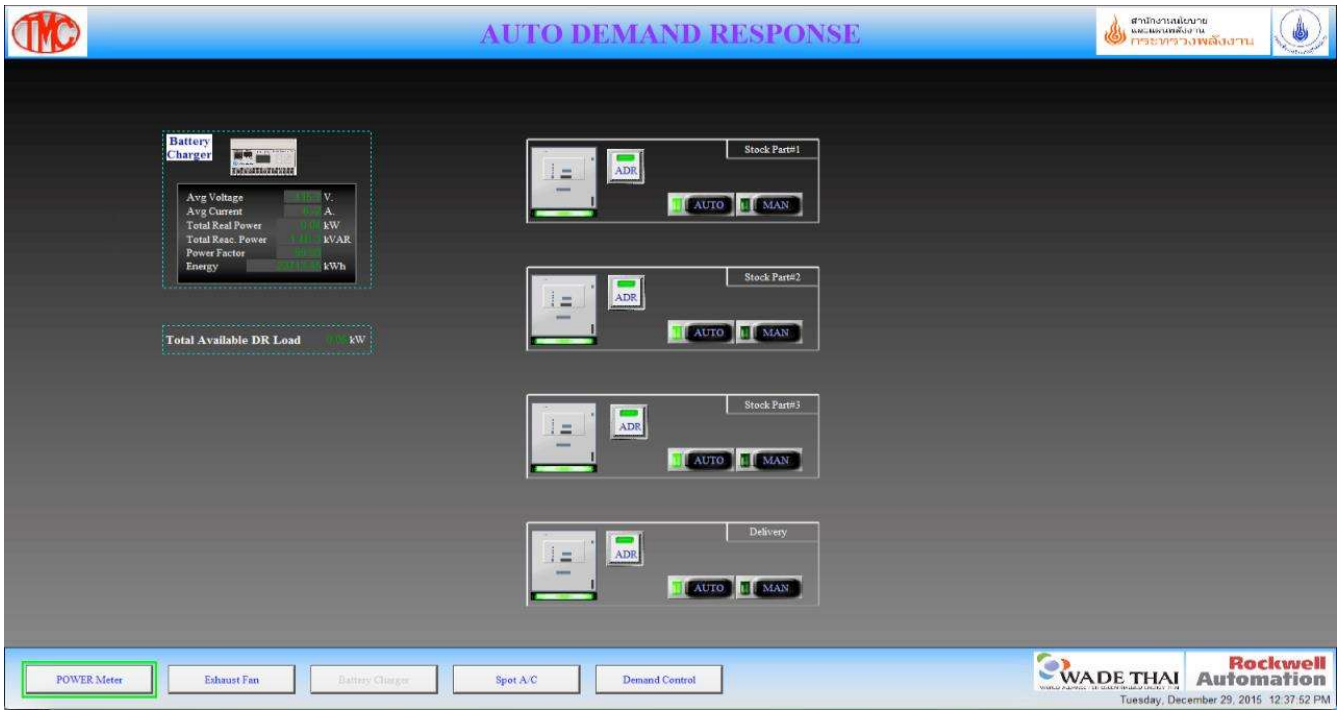


After



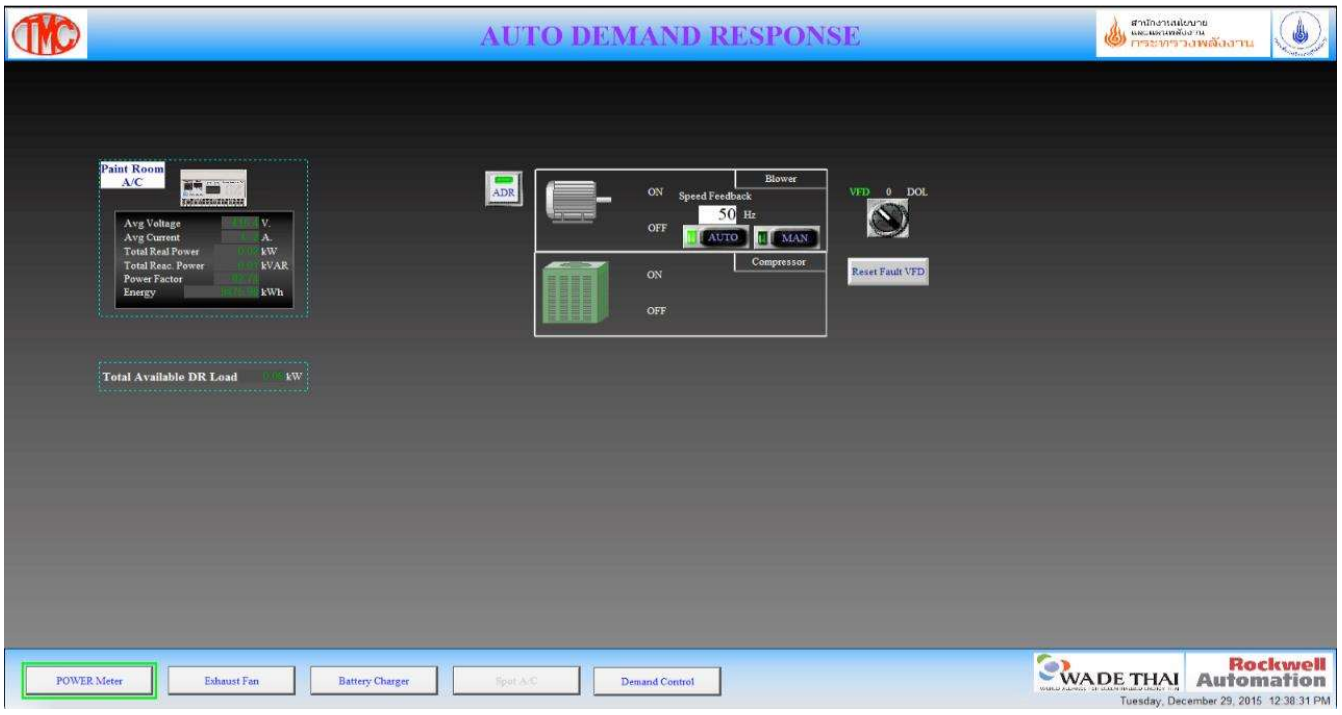
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

SCADA-Load (Battery Charger)



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

SCADA-Load (Spot A/C)



Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

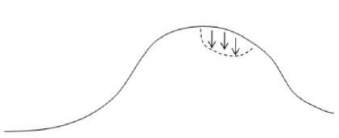
SCADA-Demand Control



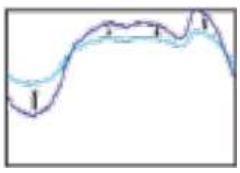
Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Demand Control

- Demand Control Mode
  - 0: Normal Mode – ทำงานตามปกติ
  - 1: Peak Demand Control - ควบคุมไม่ให้เกินค่าพลังไฟฟ้าสูงสุดที่กำหนด
  - 2: Demand Response Mode – การตอบสนองด้านโหลดตาม DR Event
  - 3: Dynamic Pricing Mode - ควบคุมโหลดตามกลไกราคา
- Demand Response Mode
  - Event Parameters
    - Active/Inactive
    - Time
    - Duration
    - Power Request
  - Total Available DR Load
    - kW
- Dynamic Pricing Mode
  - Price Signal



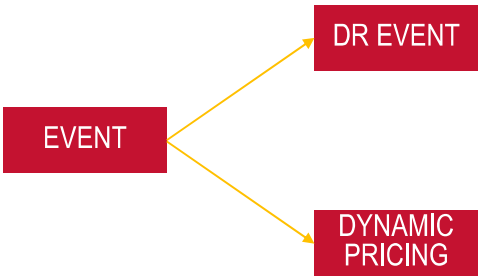
DR Mode

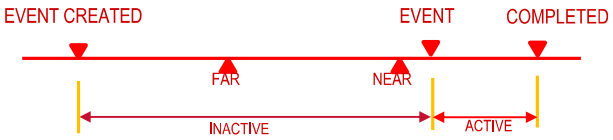


Dynamic Pricing Mode

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

EVENT MANAGEMENT







Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

Thank You...

Copyright © 2015 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

สรุปผลการดำเนินงานโครงการสาธิตระบบ DEMAND RESPONSE ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม

ภายใต้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

6 มกราคม 2559

นายศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต

สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์ (WADE THAI)

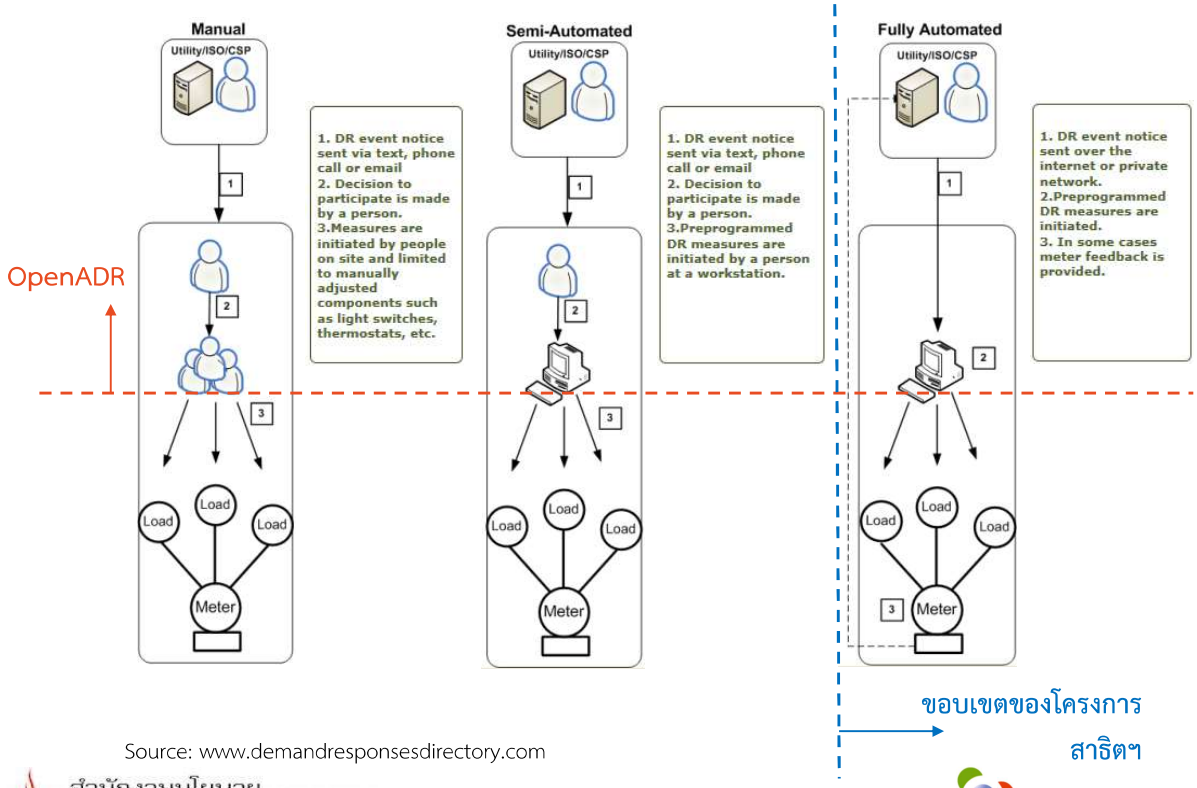
สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

เนื้อหาการนำเสนอ

- รูปแบบการใช้ไฟฟ้า (Load Profile) ของอุปกรณ์ Demand Response ในโรงงานที่เข้าร่วมโครงการ
- รูปแบบการดำเนินงาน Demand Response (Mode of Operation)
- สรุปผลการทดสอบระบบ Demand Response
- ข้อจำกัดในการดำเนินโครงการ
- ข้อเสนอแนะ

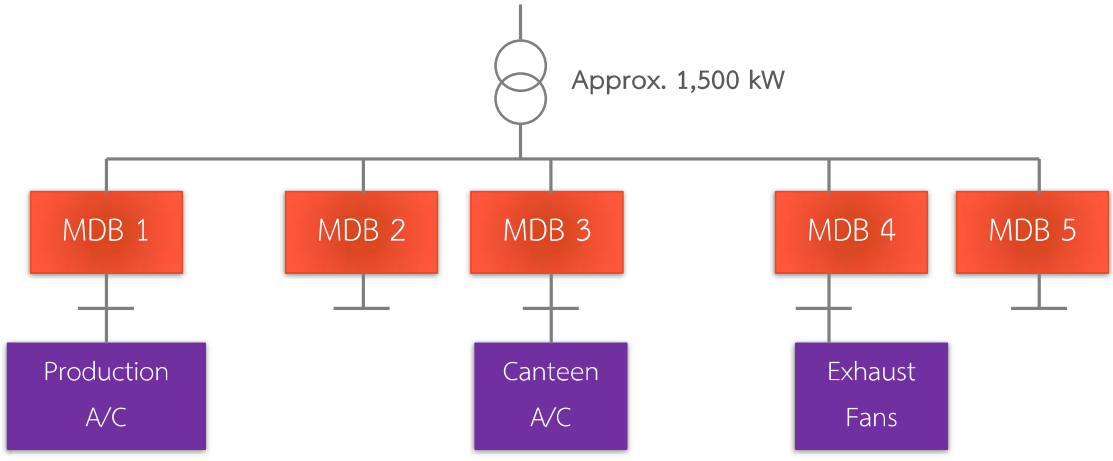
รูปแบบการดำเนินโครงการสาธิตฯ



Source: www.demandresponsesdirectory.com

โหลดในโรงงาน KUMI

KUMI



Qty: 8 (4 Left + 4 Right)
Approx. 64 kW

Qty: 4
Approx. 32 kW

Qty: 16
Approx. 13 kW





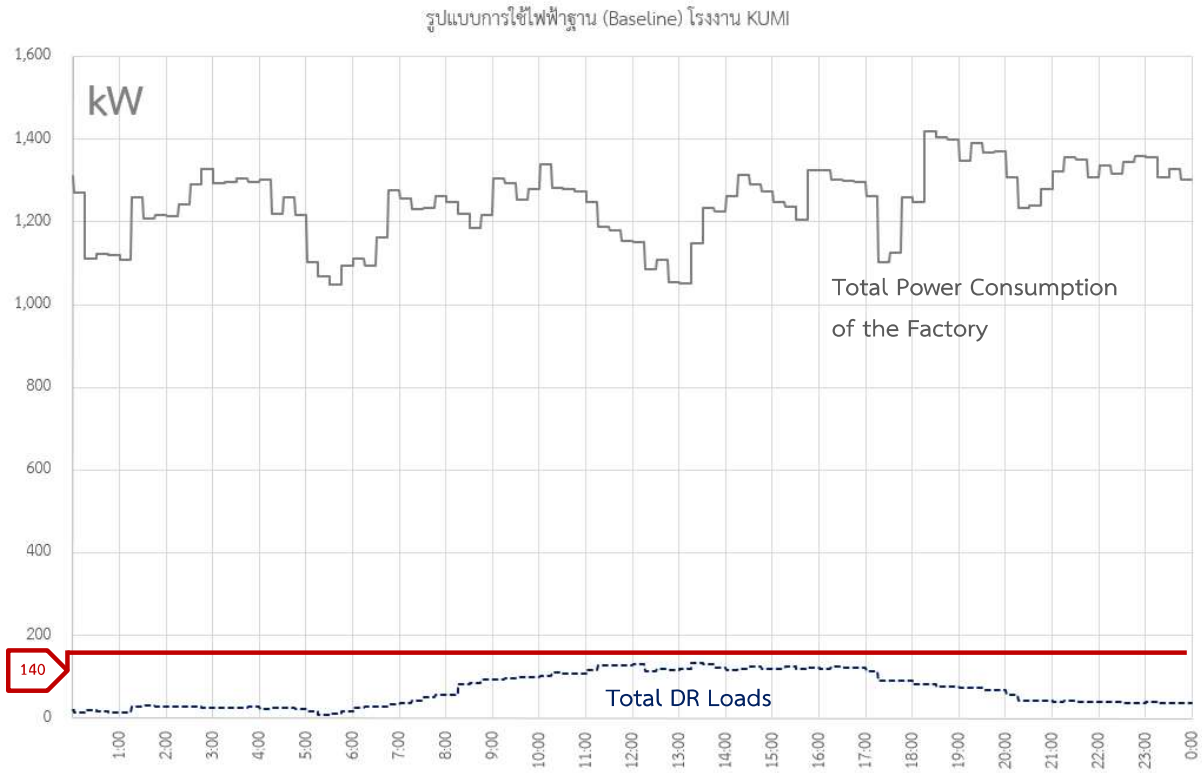




Total DR Resources:
Approx. 109 kW

LOAD PROFILE - โรงงาน

KUMI

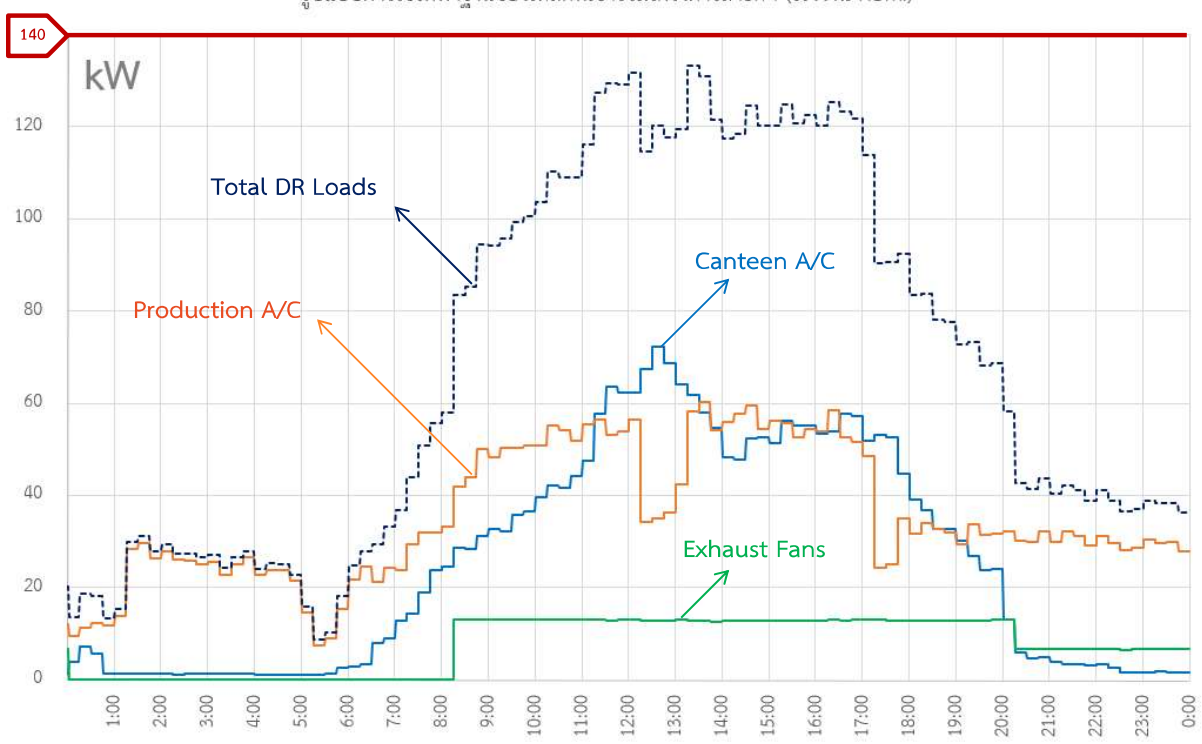


สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

LOAD PROFILE - เฉพาะ DR LOADS

KUMI

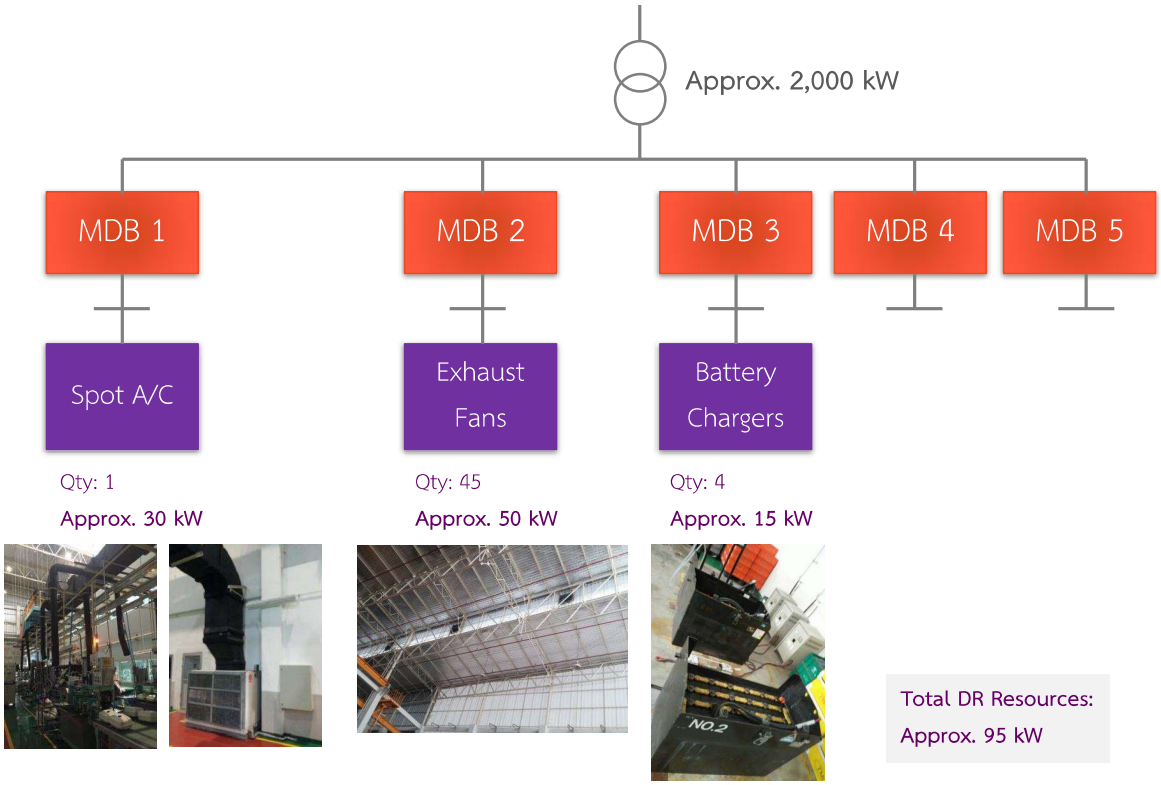


สำนักงานนโยบาย
และแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

โหลดในโรงงาน TMC

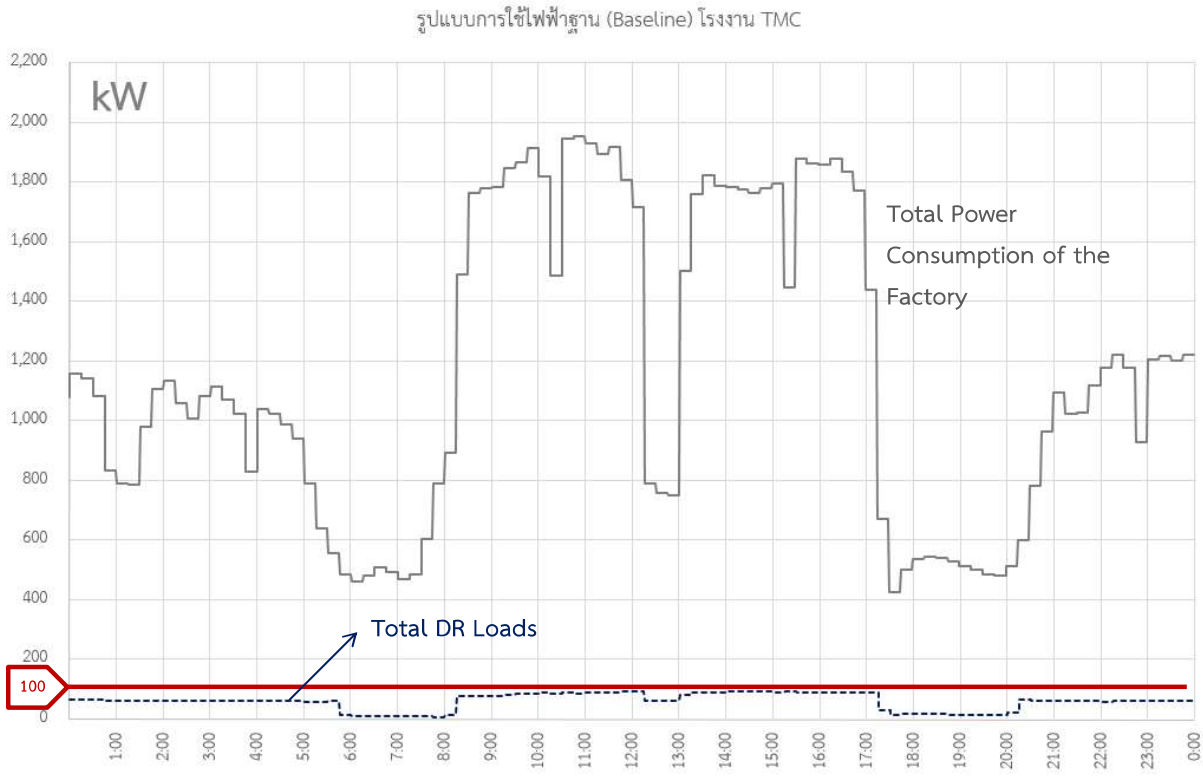
TMC



Total DR Resources:
Approx. 95 kW

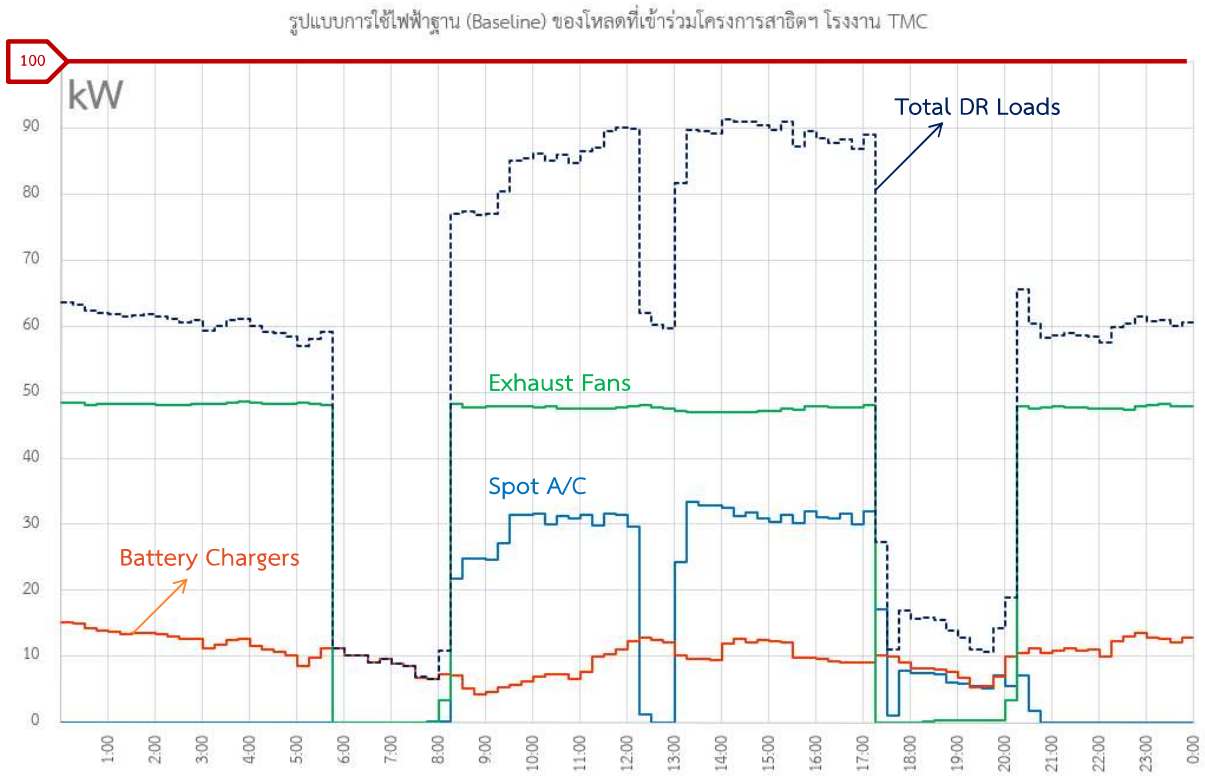
LOAD PROFILE - โรงงาน

TMC



LOAD PROFILE - เฉพาะ DR LOADS

TMC

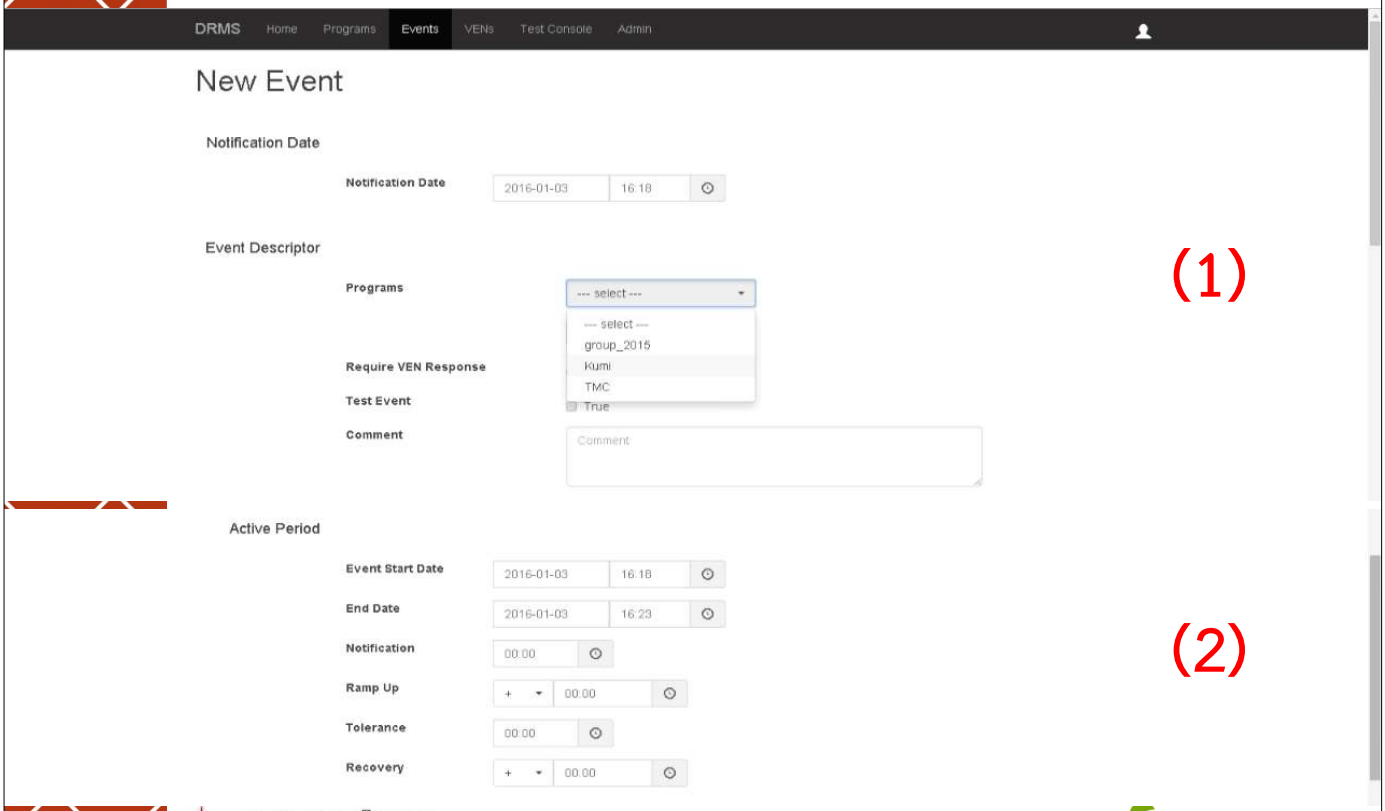


1: DR EVENT

DR EVENT

- **<u>วัตถุประสงค์หลัก</u>** สำหรับกรณีฉุกเฉิน (Emergency DR)
- สัญญาณเรียก DR Event จาก VTN
  - ค่าพลังไฟฟ้าที่ต้องการเรียก (Requested kW)
  - เวลาที่ทำ DR (Start-Stop & Duration)
  - มีการแจ้งเตือนผ่าน Email
- โรงงานต้องตอบสนองต่อ DR Event ผ่านการจัดลำดับความสำคัญของโหลด (Priority) และอัลกอริธึม (Algorithm) ในการตัดโหลดของโรงงานนั้นๆ

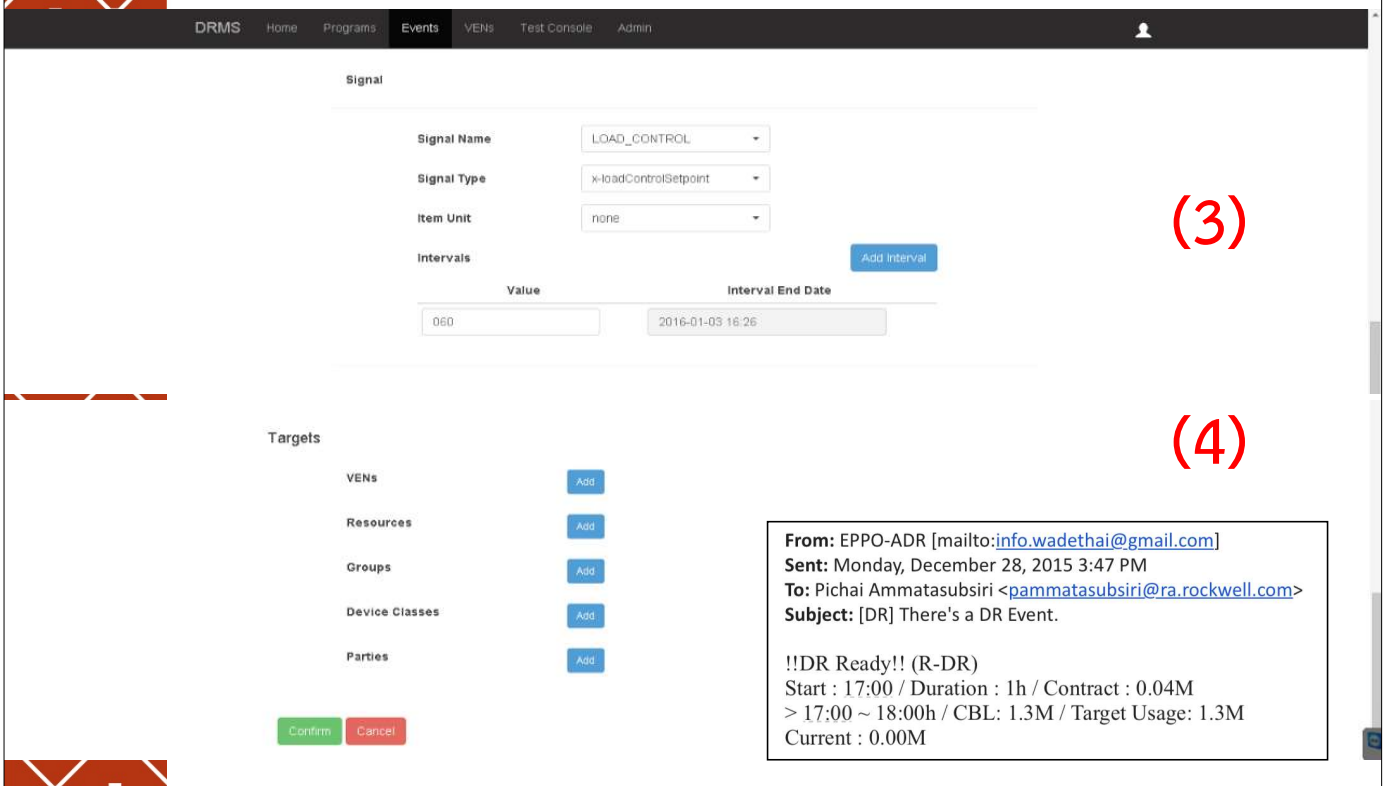
รูปแบบการสั่งการ DEMAND RESPONSE



(1)

(2)

รูปแบบการสั่งการ DEMAND RESPONSE



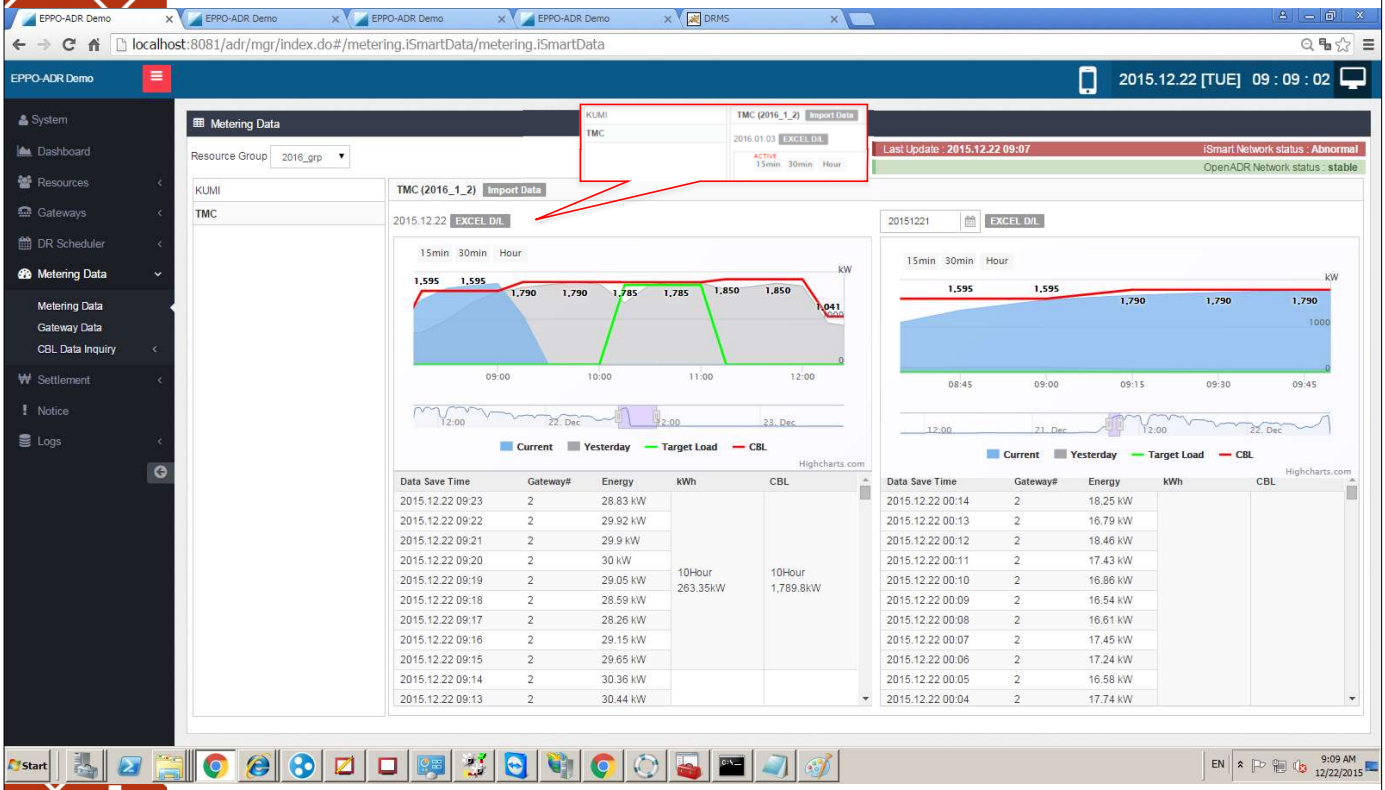
(3)

(4)

From: EPPO-ADR [mailto:info.wadethai@gmail.com]
Sent: Monday, December 28, 2015 3:47 PM
To: Pichai Ammatasubsiri <pammatasubsiri@ra.rockwell.com>
Subject: [DR] There's a DR Event.

!!DR Ready!! (R-DR)
Start : 17:00 / Duration : 1h / Contract : 0.04M
> 17:00 ~ 18:00h / CBL: 1.3M / Target Usage: 1.3M
Current : 0.00M

รูปแบบการสั่งการ DEMAND RESPONSE



LOAD PRIORITY

KUMI

DR EVENT

4	Exhaust Fan Group #1	5	Canteen A/C No. 1	6	Assembly A/C Left side No. 1	7	Assembly A/C Right side No. 1
2	Exhaust Fan Group #2	5	Canteen A/C No. 2	6	Assembly A/C Left side No. 2	7	Assembly A/C Right side No. 2
3	Exhaust Fan Group #3	5	Canteen A/C No. 3	6	Assembly A/C Left side No. 3	7	Assembly A/C Right side No. 3
1	Exhaust Fan Group #4	5	Canteen A/C No. 4	6	Assembly A/C Left side No. 4	7	Assembly A/C Right side No. 4

DR LOGIC

OFF OFF OFF OFF

ทดสอบ DR Event วันที่ 22 ธันวาคม 2558 **DR Resource: 109 kW**

ช่วงเตรียมการทดสอบ: 10:00 – 11:00 น. (Request: 40 kW)

ช่วงทดสอบจริง: 13:30 – 14:30 น. (Request: 40 kW)

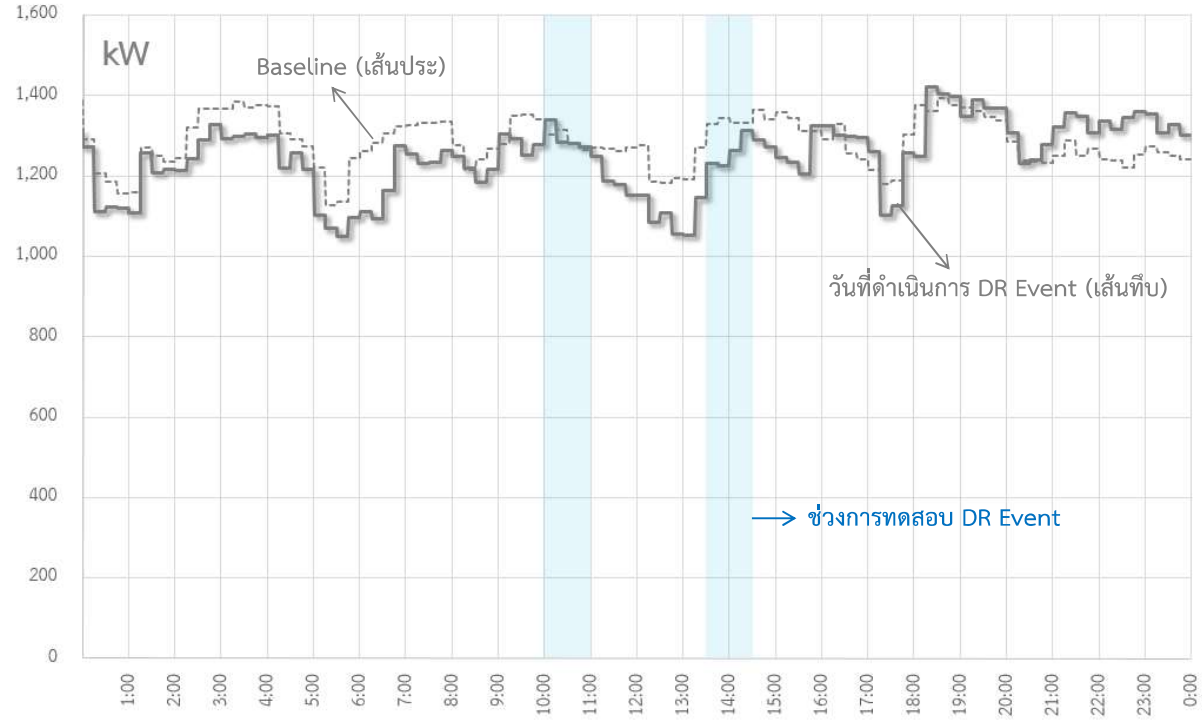
ผลการดำเนินการ DR EVENT

(Load Profile: ทั้งโรงงาน)

KUMI

DR EVENT

เปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของโรงงานจากการดำเนินการ DR Event โรงงาน KUMI



สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

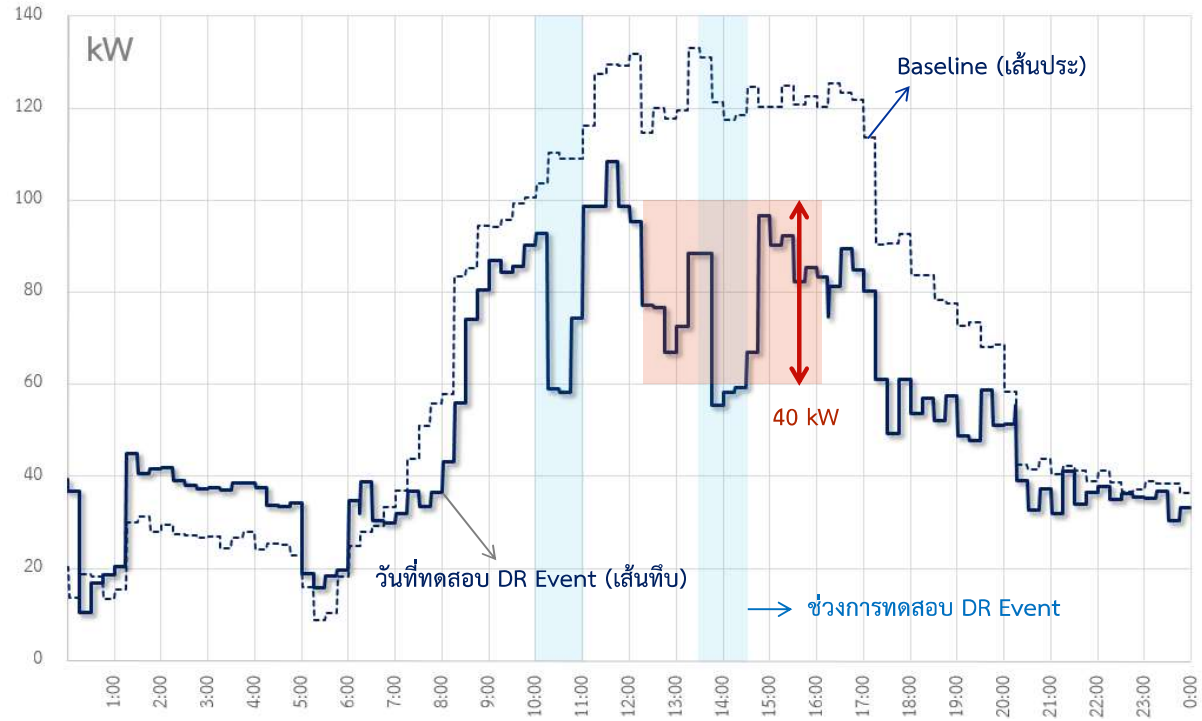
ผลการดำเนินการ DR EVENT

(Load Profile: โหลดที่ทำ DR ทั้งหมด)

KUMI

DR EVENT

เปรียบเทียบโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ จากการดำเนินการ DR Event โรงงาน KUMI



สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

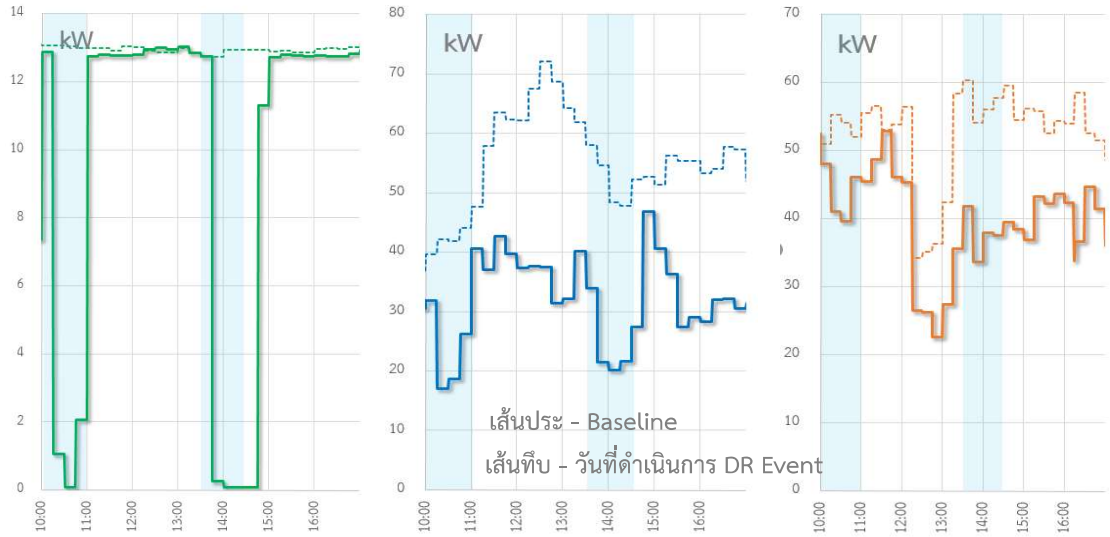
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

ผลการดำเนินการ DR EVENT

(Load Profile: โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิต)

KUMI

DR EVENT



4	Exhaust Fan Group #1	5	Canteen A/C No. 1	6	Assembly A/C Left side No. 1	7	Assembly A/C Right side No. 1
2	Exhaust Fan Group #2	5	Canteen A/C No. 2	6	Assembly A/C Left side No. 2	7	Assembly A/C Right side No. 2
3	Exhaust Fan Group #3	5	Canteen A/C No. 3	6	Assembly A/C Left side No. 3	7	Assembly A/C Right side No. 3
1	Exhaust Fan Group #4	5	Canteen A/C No. 4	6	Assembly A/C Left side No. 4	7	Assembly A/C Right side No. 4

LOAD PRIORITY

TMC

DR EVENT

Exhaust Fan	Battery Charger	Spot A/C Unit
1 Exhaust Fan Group #1	5 Battery Charger Stock Part#1	9 Spot A/C Unit Priority
2 Exhaust Fan Group #2	6 Battery Charger Stock Part#2	
3 Exhaust Fan Group #3	4 Battery Charger Stock Part#3	
4 Exhaust Fan Group #4	8 Battery Charger Delivery	
5 Exhaust Fan Group #5		
6 Exhaust Fan Group #6		

DR LOGIC

OFF	OFF	Compressor: OFF Fan: ON

ทดสอบ DR Event วันที่ 22 ธันวาคม 2558 **DR Resource: 95 kW**

ช่วงเตรียมการทดสอบ: 10:00 – 11:00 น. (Request: 60 kW)

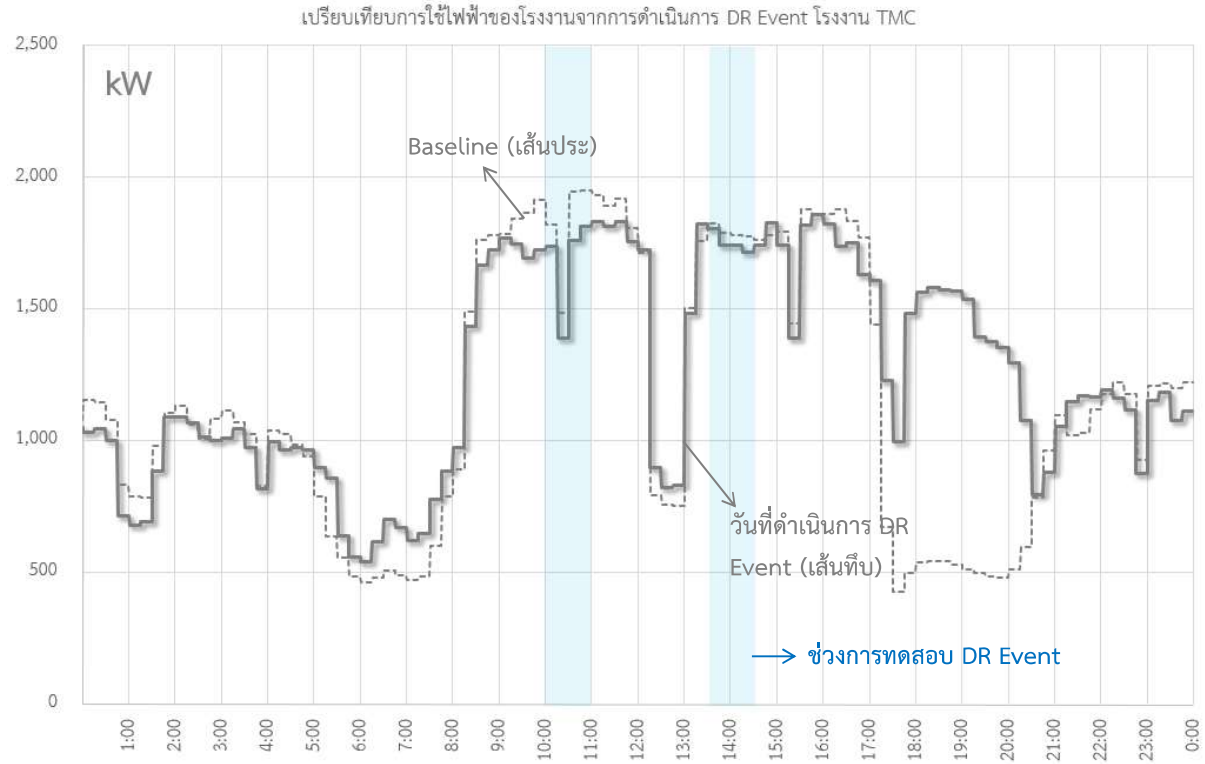
ช่วงทดสอบจริง: 13:30 – 14:30 น. (Request: 60 kW)

ผลการดำเนินการ DR EVENT

(Load Profile: ทั้งโรงงาน)

TMC

DR EVENT



สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

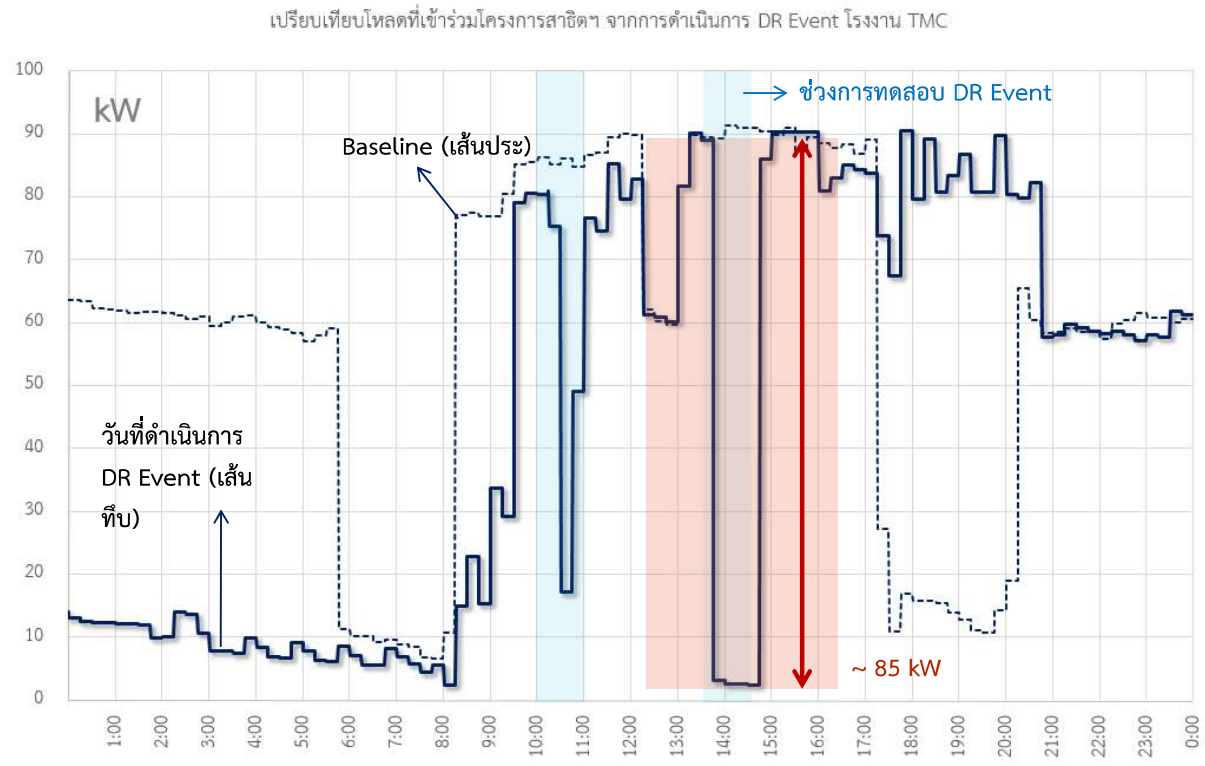
WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

ผลการดำเนินการ DR EVENT

(Load Profile: โหลดที่ทำ DR ทั้งหมด)

TMC

DR EVENT

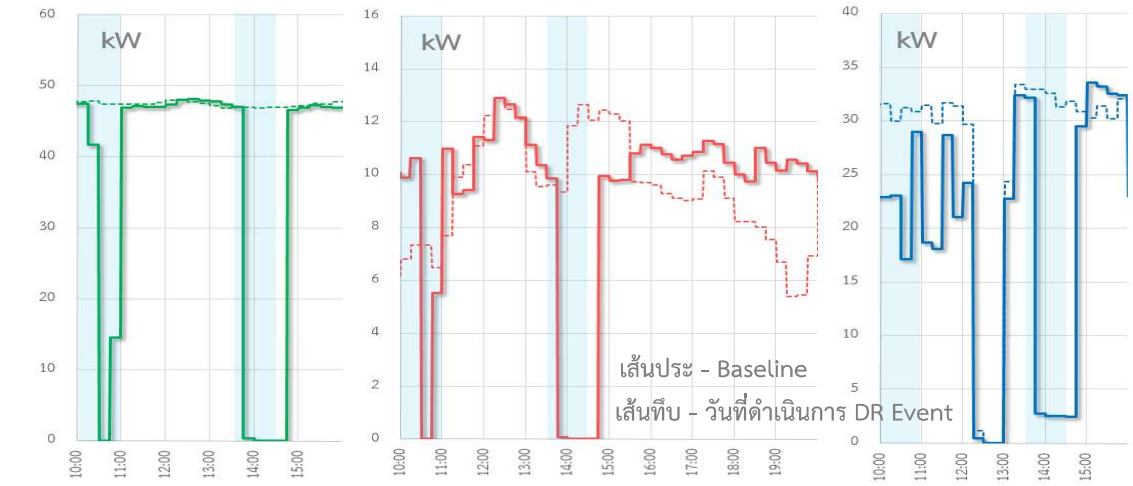


สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

ผลการดำเนินการ DR EVENT

(Load Profile: โหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ)



Exhaust Fan		Battery Charger		Spot A/C	
1	Exhaust Fan Group #1	5	Battery Charger Stock Part#1	9	Spot A/C Unit Priority
2	Exhaust Fan Group #2	6	Battery Charger Stock Part#2		
3	Exhaust Fan Group #3	4	Battery Charger Stock Part#3		
4	Exhaust Fan Group #4	8	Battery Charger Delivery		
5	Exhaust Fan Group #5				
6	Exhaust Fan Group #6				

รูปแบบการสั่งการ DEMAND RESPONSE

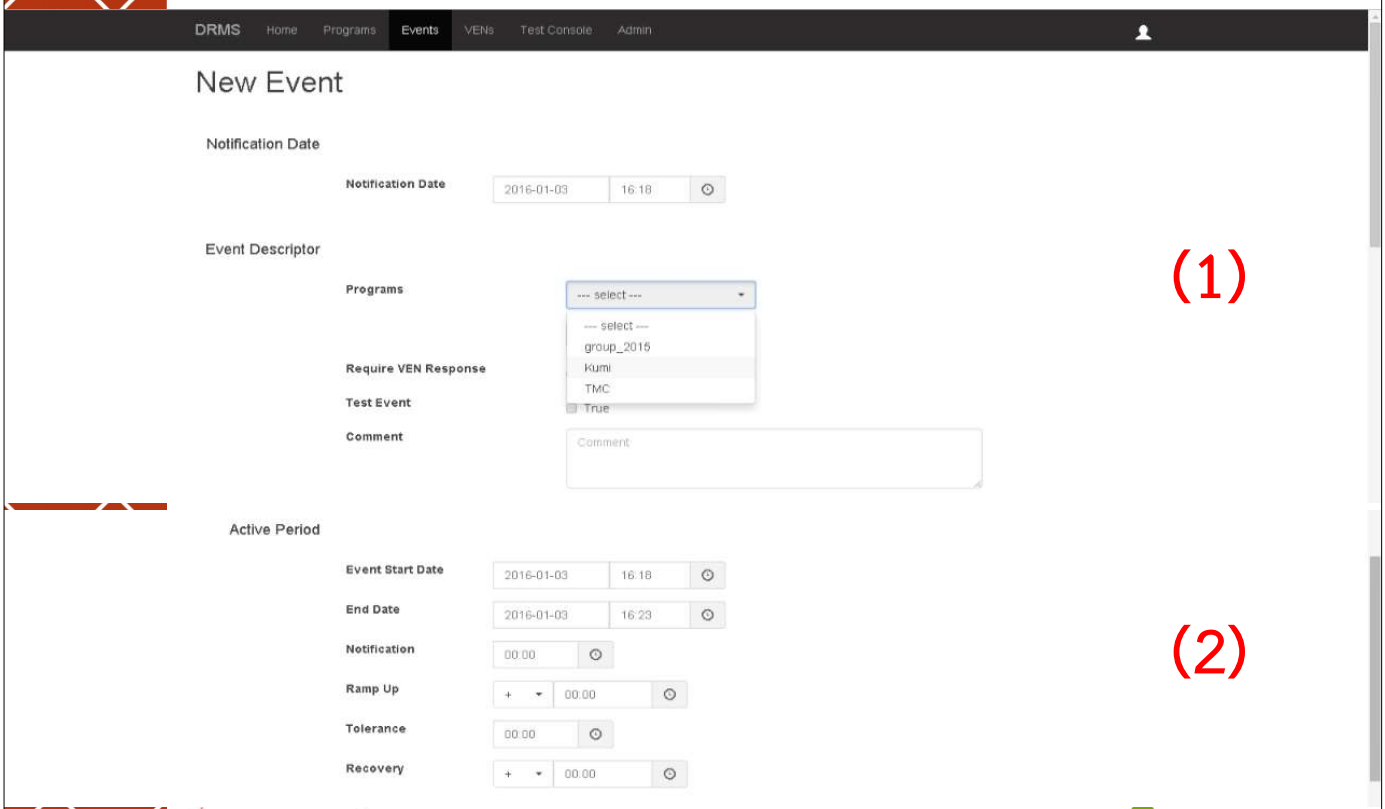


Company Name(User ID)	Target Load (kW)	Real amount of curtailment (kW)	Avg rate of fulfillment(%)	1 Interval				2 Interval				CBL DAYs
				CBL (kW)	Usage (kW)	Load Shed (kW)	Fulfillment rate (%)	CBL (kW)	Usage (kW)	Load Shed (kW)	Fulfillment rate (%)	
KUMI (2016_1_1)	40	57.22	71.53	1,337.13	1,276	61.13	152.83	1,360.09	1,364	-3.91	-9.78	CBL DAYs
TMC (2016_1_2)	60	114.55	95.46	1,828.85	1,754.1	74.75	124.58	1,775.86	1,736.06	39.8	66.33	CBL DAYs

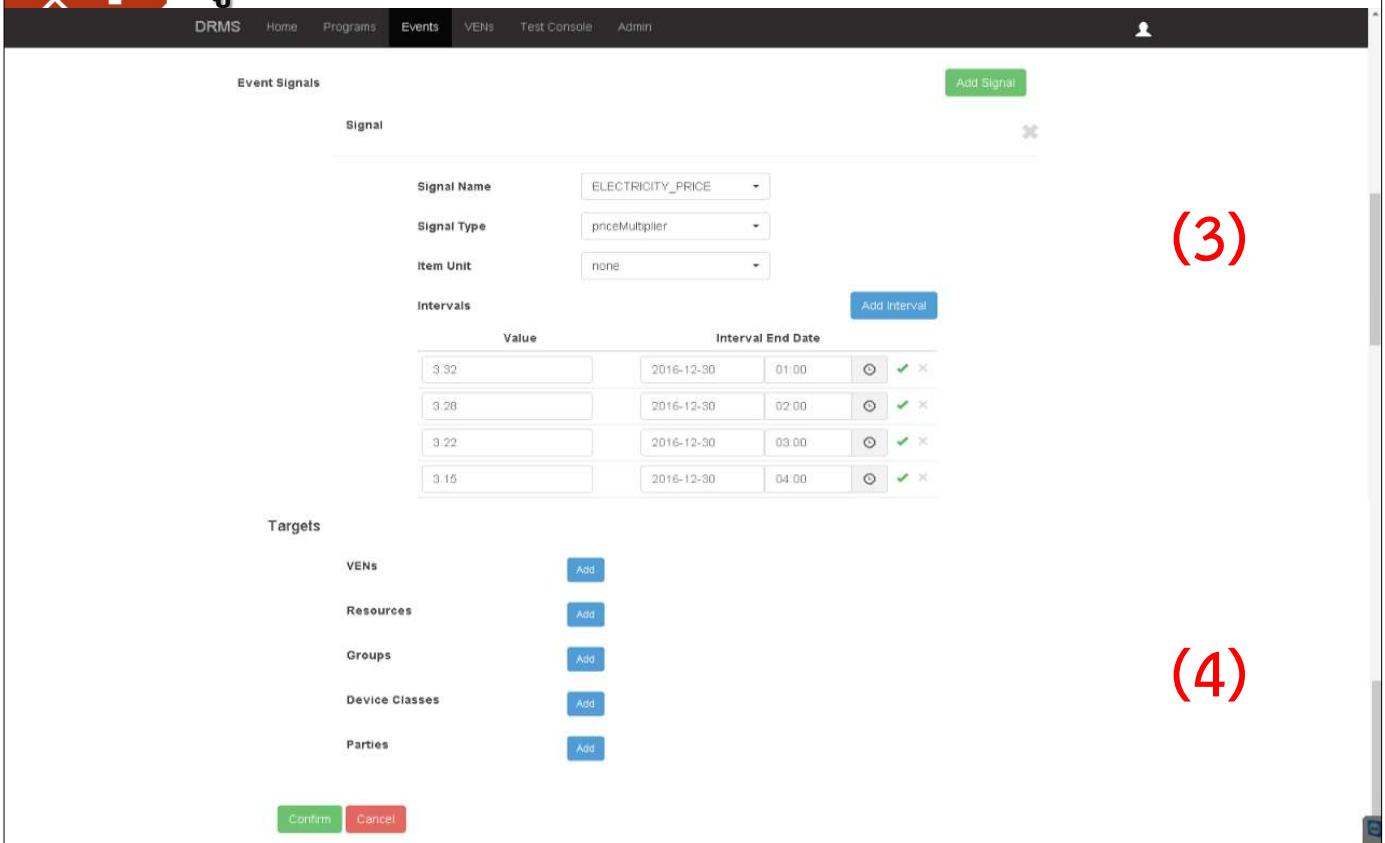
2: DYNAMIC PRICING

- **<u>วัตถุประสงค์หลัก</u>** เพื่อปรับรูปแบบการใช้ไฟฟ้าให้ตอบสนองต่อกลไกราคาที่เปลี่ยนแปลงไป
- สัญญาณราคาล่วงหน้าจาก VTN ในแต่ละช่วงเวลา (ชั่วโมงละค่า รวม 24 ค่า)
- โรงงานวิเคราะห์การใช้ไฟฟ้าของตนเองเทียบกับราคาค่าไฟฟ้าและดำเนินการตอบสนองปรับโหลดผ่านอัลกอริธึม (Algorithm) ของโรงงานนั้นๆ

รูปแบบการสั่งการ DYNAMIC PRICING



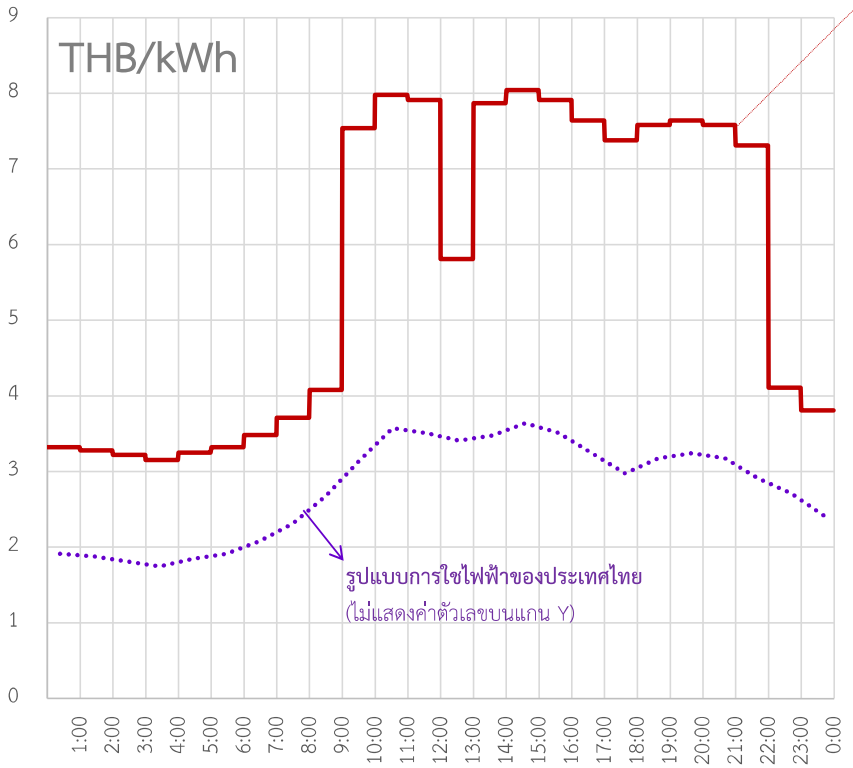
รูปแบบการสั่งการ DYNAMIC PRICING



(3)

(4)

อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับทดสอบ PRICING



Time	THB/kWh
0:00-0:59	3.32
1:00-1:59	3.28
2:00-2:59	3.22
3:00-3:59	3.15
4:00-4:59	3.25
5:00-5:59	3.32
6:00-6:59	3.48
7:00-7:59	4.71
8:00-8:59	4.08
9:00-9:59	7.54
10:00-10:59	7.98
11:00-11:59	7.91
12:00-12:59	5.81
13:00-13:59	7.87
14:00-14:59	8.04
15:00-15:59	7.91
16:00-16:59	7.64
17:00-17:59	7.38
18:00-18:59	7.58
19:00-19:59	7.64
20:00-20:59	7.58
21:00-21:59	7.31
22:00-22:59	4.11
23:00-23:59	3.81

PRICE SIGNAL

Electricity Price

	Today	Day -1	Day -2	Day -3	Day -4	Day -5	Day -6
0:00 - 0:59	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
1:00 - 1:59	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28	3.28
2:00 - 2:59	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22
3:00 - 3:59	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
4:00 - 4:59	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25
5:00 - 5:59	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32	3.32
6:00 - 6:59	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48
7:00 - 7:59	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
8:00 - 8:59	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08	4.08
9:00 - 9:59	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54
10:00 - 10:59	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98	7.98
11:00 - 11:59	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
12:00 - 12:59	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81	5.81
13:00 - 13:59	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87	7.87
14:00 - 14:59	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04
15:00 - 15:59	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
16:00 - 16:59	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
17:00 - 17:59	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38
18:00 - 18:59	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
19:00 - 19:59	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64	7.64
20:00 - 20:59	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58	7.58
21:00 - 21:59	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31
22:00 - 22:59	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11
23:00 - 23:59	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81

DYNAMIC PRICING - FUNCTION

KUMI
DYNAMIC PRICING

	Exhaust Fans	Canteen A/C	Assembly A/C (Left)	Assembly A/C (Right)
DR LOGIC				
	OFF (50%/75%/100%)	ADJUST Temp. Setpoint (+/- 2 deg. C)	ADJUST Temp. Setpoint (+/- 2 deg. C)	ADJUST Temp. Setpoint (+/- 2 deg. C)

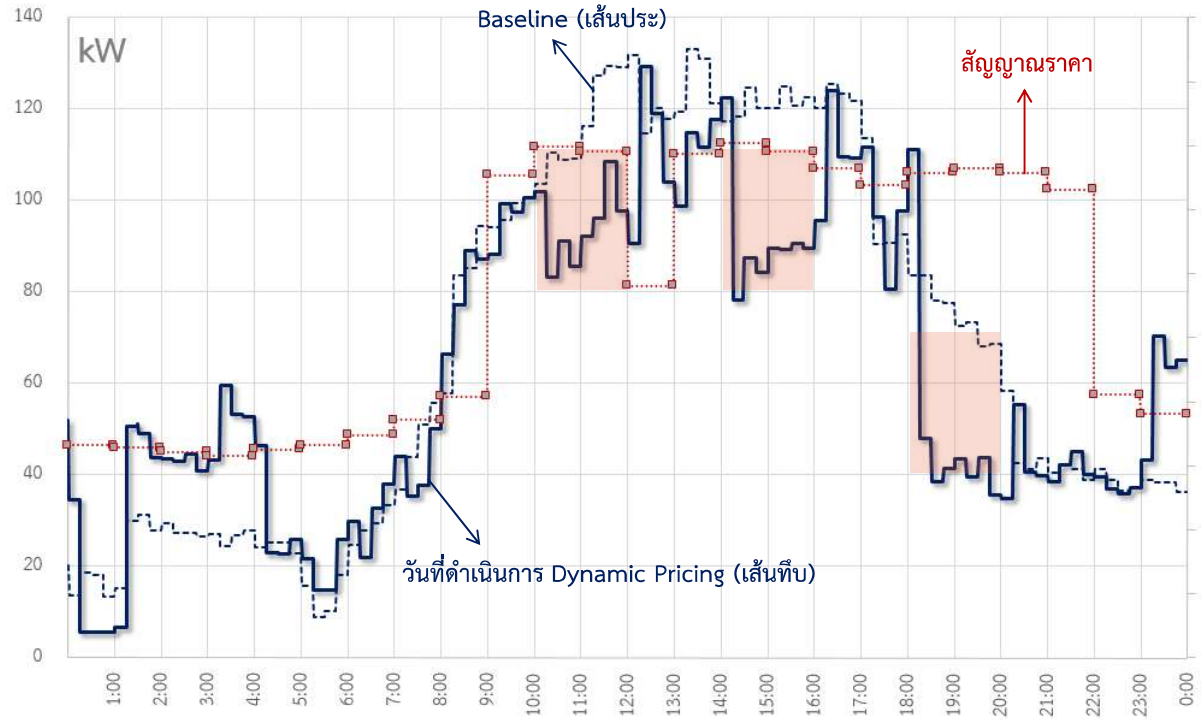
ทดสอบ Dynamic Pricing วันที่ 24 ธันวาคม 2558

ผลการดำเนินการ DYNAMIC PRICING

(Load Profile: โหลดที่ทำ DR ทั้งหมด)

KUMI
DYNAMIC PRICING

เปรียบเทียบโหลดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ จากการดำเนินการ Dynamic Pricing โรงงาน KUMI



สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

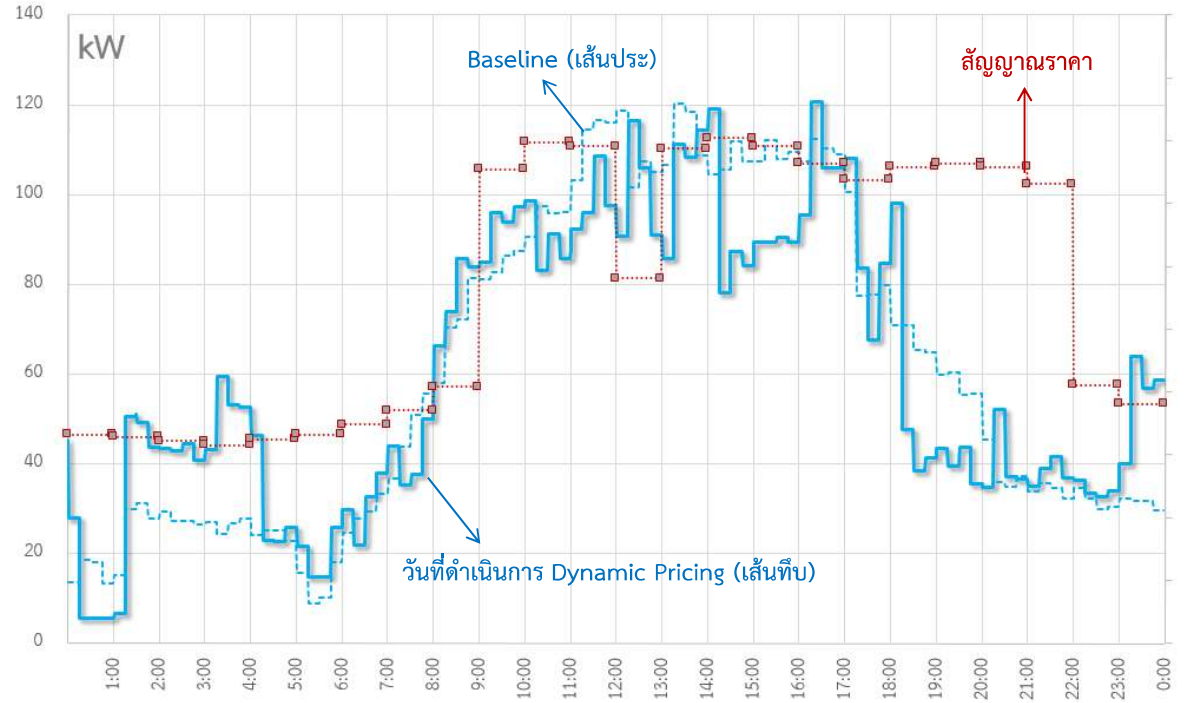
WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

ผลการดำเนินการ DYNAMIC PRICING

(Load Profile: โหลดระบบปรับอากาศทั้งหมด)

KUMI
DYNAMIC PRICING

เปรียบเทียบโหลดระบบปรับอากาศ จากการดำเนินการ Dynamic Pricing โรงงาน KUMI



สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

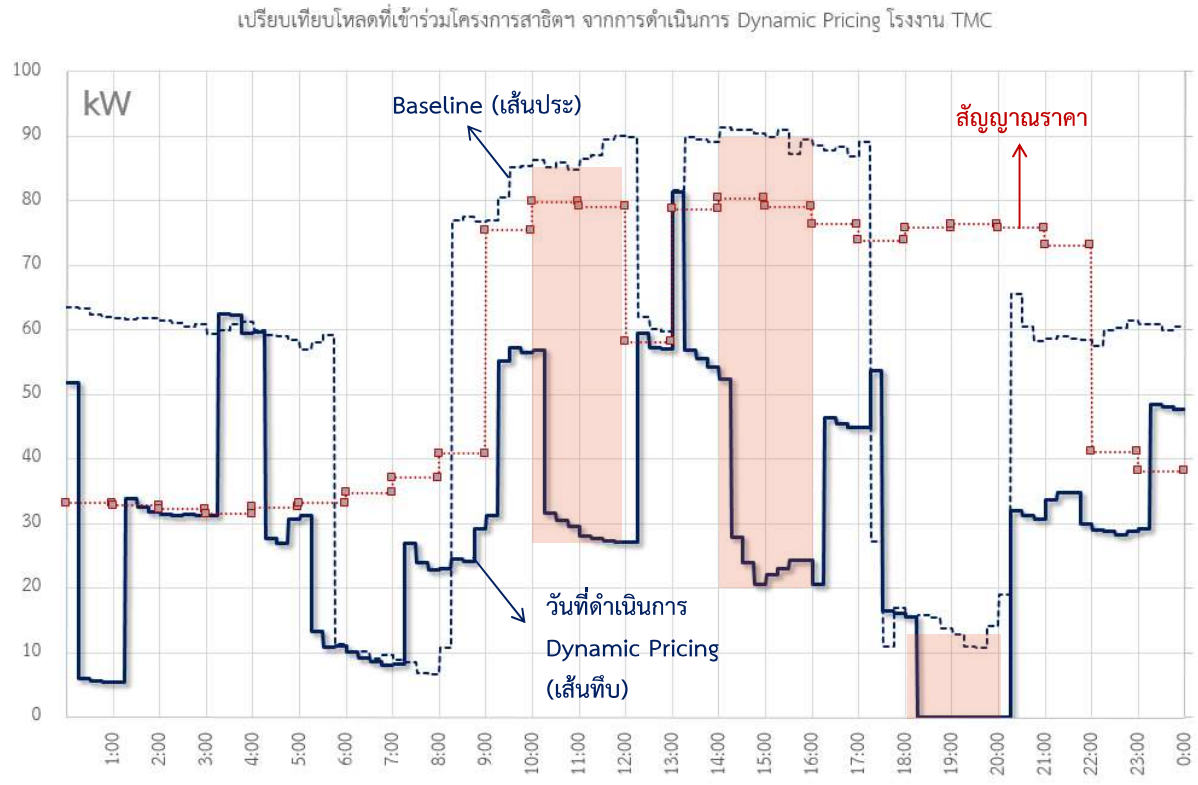
DYNAMIC PRICING - FUNCTION

	Exhaust Fan	Battery Charger	Spot A/C Unit
DR LOGIC			
	OFF (33%/66%/100%)	OFF (Shifting battery charging to the following hour)	Fan: ADJUST speed (35-50 Hz)

ทดสอบ Dynamic Pricing วันที่ 24 ธันวาคม 2558

ผลการดำเนินการ DYNAMIC PRICING

(Load Profile: โหลดที่ทำ DR ทั้งหมด)



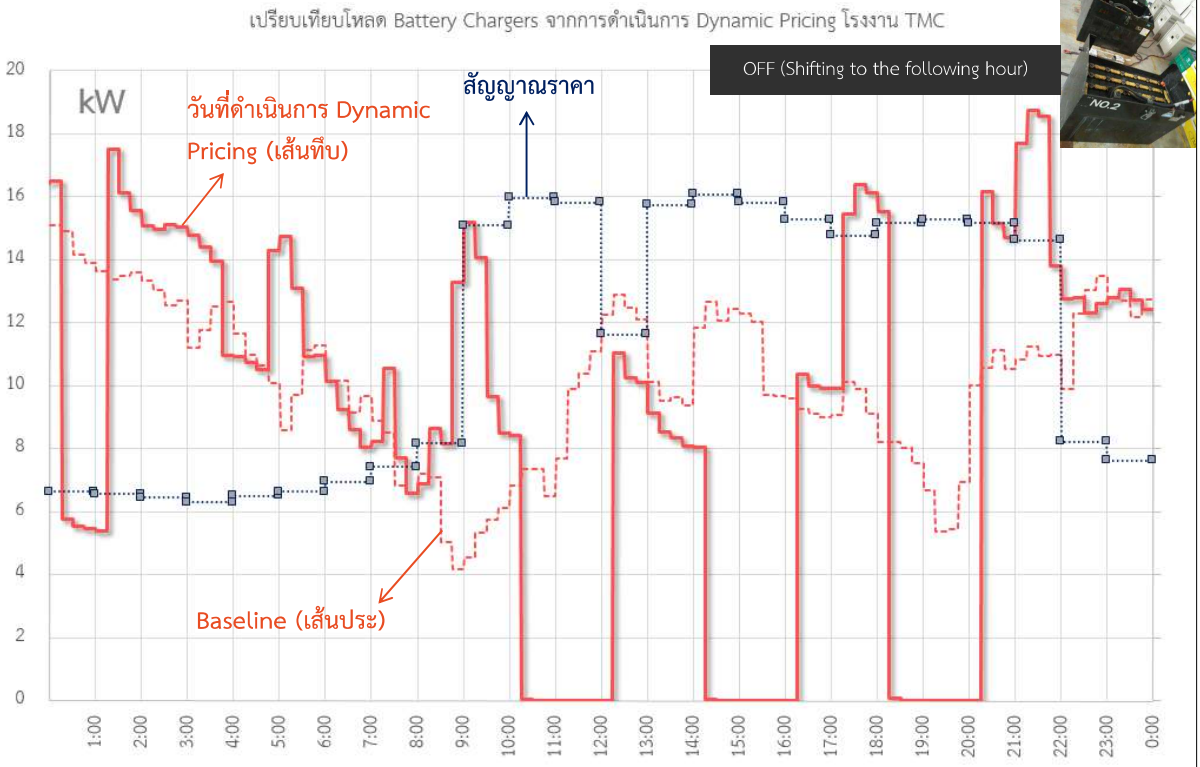
ผลการดำเนินการ DYNAMIC PRICING

(Load Profile: Battery Chargers)

TMC

DYNAMIC PRICING





สรุปศักยภาพของโครงการสาธิตฯ

- โหลดทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการสาธิตฯ เป็นเพียงส่วนหนึ่งของ Utility Loads ทั้งหมดของโรงงาน
- กรณีดำเนินการ DR Event ปริมาณ DR Resource คิดเป็นประมาณ 4-7% ของความต้องการไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน
  - KUMI: 109 kW/1,500 kW = ~ 4%
  - TMC: 95 kW/2,000 kW = ~ 7%
- กรณีดำเนินการ Dynamic Pricing ปริมาณ DR Resource คิดเป็นประมาณ 2-3% ของความต้องการไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน
  - KUMI: 30 kW/1,500 kW = ~ 2%
  - TMC: 53 kW/2,000 kW = ~ 3%

ประเด็นควรพิจารณาในการดำเนินโครงการ

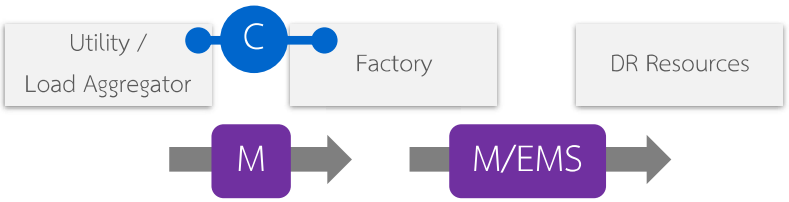
- การพัฒนาวิธีการคำนวณ Customer Baseline Load (CBL)
- หากโหลดที่ดำเนินการ DR มีขนาดเล็กเทียบกับโหลดทั้งหมดของโรงงาน จะทำให้เห็นผลของการดำเนินการ DR ต่อค่า CBL ได้ไม่ชัดเจน
- ในการคัดเลือกโหลดมาเป็น DR Resource สามาถดำเนินการได้เฉพาะ Utility Loads เนื่องจากยังไม่มีกลไกราคามารองรับในปัจจุบัน
- การจัดลำดับความสำคัญของโหลด (Priority) ในการทำ DR
- Interfacing กับอุปกรณ์เดิม (โดยเฉพาะระบบปรับอากาศ)
- เนื่องจากระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติฝั่งของโรงงานจะมีความซับซ้อน ดังนั้น ในการพิจารณาการเพิ่ม DR Resources ในอนาคต จึงต้องมีการอบรมพนักงานให้เข้าใจถึงกลไกและหลักการทำงานของระบบ รวมถึงประเด็นด้านการบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance) ในอนาคตอีกด้วย

การขยายผล - ข้อเสนอแนะ

ควรนำประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้มาพิจารณาในการขยายผล

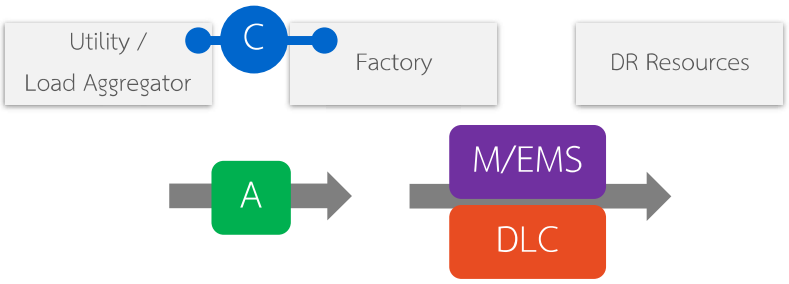
- การคำนวณและวิเคราะห์ Avoided Cost ซึ่งเกิดจากการดำเนินการ Demand Response
- การออกแบบรูปแบบธุรกิจ (Business Model) และกลไกการดำเนินการให้มีความชัดเจน
- ประเด็นด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล (Data Security & Privacy) ควรอ้างอิงกับมาตรฐาน NISTIR 7628 (Cyber Security)
- Interoperability ของ Smart Grid ในภาพรวม

การขยายผล - แผนการดำเนินงาน



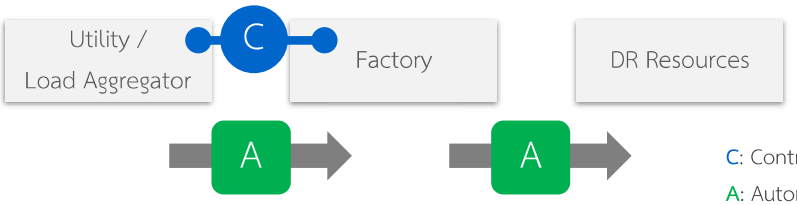
ระยะเริ่มต้น

(2559 – 2560)



ระยะสั้น

(2561 – 2563)



ระยะกลาง

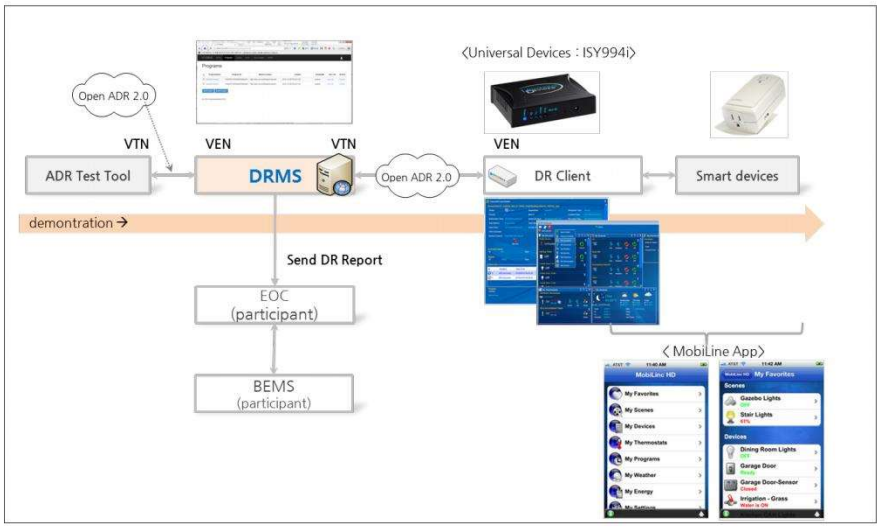
(2564 - 2566)

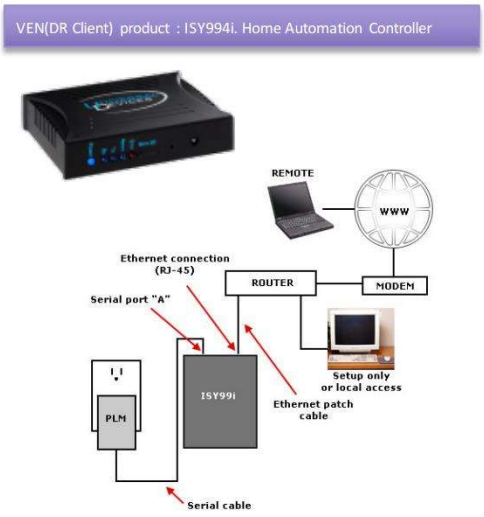
C: Contract EMS: Energy Management System
A: Automatic DLC: Direct Load Control
M: Manual

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

OPENADR - DLC





สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

WADE THAI
WORLD ALLIANCE FOR THAI DECENTRALIZED ENERGY

การขยายผล - กลุ่มโหลดที่มีศักยภาพ

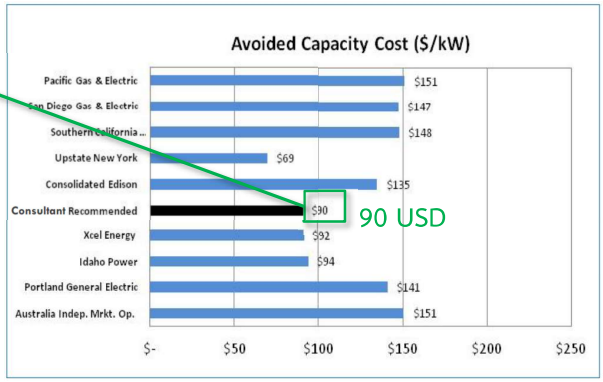
- กระบวนการผลิต (Production Line)
- ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning)
- ระบบระบายอากาศ (Ventilation)
- ระบบที่มี Storage เช่น
  - Battery Charger
  - Air Compressor
  - ระบบบำบัดน้ำ

การคำนวณผลตอบแทน

Avoided Cost

2,500 THB/kW/yr

ปรับค่าลงเพื่อรองรับ O&M Cost
โดยประมาณในแต่ละปีที่เกิดขึ้น



Investment Cost

10,000 THB/kW

ปรับค่าขึ้น 15% เพื่อรองรับความ
ไม่แน่นอนของค่าการลงทุน

DR Project Cost	USD/kW
Program Development and Operation	
Planning and Design	4.56
Qualification and Training	10.31
Marketing and Recruitment	16.90
Enablement	18.89
Testing and Validation	9.29
Operation	26.11
Technical Intensive Element	
Recruitment Incentives	5.09
Technical Coordination	18.63
Equipment	79.12
Paricipation Incentives	50.09
Sum	238.98

Source: PGE Auto-DR Assessment Study (FINAL 021108)

238.98 USD

การคำนวณผลตอบแทน (ต่อ)

Investment Cost
10,000 THB/kW

Avoided Cost
2,500 THB/kW/yr

= Simple Payback Period

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
		THB/kW/yr		THB/kW/yr		THB/kW/yr
Utility	5%	125	20%	500	33.3%	833
Load Aggregator	47.5%	1,188	40%	1,000	33.3%	833
Factory	47.5%	1,188	40%	1,000	33.3%	833

Payback Period (Load Aggregator): 8.4 yr | 10 yr | 12 yr

ขอบคุณครับ

ภาคผนวก 7ง: รายชื่อลงทะเบียน การสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงานโครงการสาธิตฯ

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
1	สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	ดร. ทวารัฐ สูตะบุตร	
2	สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	สุรพงศ์ แพรศิริกรประเวศ	สุรพงศ์
3	สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	เสกสิทธิ์ อินทุยะ	
4	สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	ศิริลักษณ์ ธนะเกษม	
5	สำนักนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)	ปิยะวัฒน์ ลิรเศษธรรม	
6	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)	กฤษณทัศ สำแดงฤทธิ์	
7	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)	ฐากร ชัยวิริยะกุล	
8	การนิคมอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย	มานิต อินเมฆ	
9	การนิคมอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย	รัชนา นำนาผล	
10	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	จิระศักดิ์ มัณฑางกูร	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
11	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	วันชัย รัตกิจนากร	
12	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ธเนศ ทรัพยสำราญ	
13	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ธนชัย ลิมปะสุวัณณ	
14	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	วิศิษฏ์ ปฐมเจริญโรจน์	
15	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ธวัชชัย สำราญวานิช	
16	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ฐิติพร สังข์เพชร	
17	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ต่อสกุล โอภิธากรณ์	
18	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	สุชิน สุวรรณโฆษิต	
19	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	พงศ์เทพ คล่องแคล่ว	
20	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ทวีศักดิ์ ศิริสืบ	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
21	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	ปิติมน บุณยาคม	
22	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) - โรงไฟฟ้าวังน้อย	พินิจ นิลกัณหะ	
23	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)	ชุติพงศ์ มงคลทรัพย์กุล	
24	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)	มนทกานติ หรรษวรพงษ์	
25	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	ธงชัย เกษตรธีรกุล	
26	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	แสงดาว สังข์แก้ว	
27	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	มนตรี อุบล	
28	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	ปวีณา อนันตสุข	
29	การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)	ปาณิศา ก่อกิจความดี	
30	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)	นรินพร มาลาศรี	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
31	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)	ดร. ภูวนารถ ชุนหปราณ	
32	สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.)	จิรนันท์ จริงจิตร	
33	สมาคมผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน	วิศิษฏ์ ศรีนันทวงศ์	
34	สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย	วุฒิไกร เพ็ชรประดับ	
35	สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย (สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม)	ณรงค์ บัณฑิตกมล	
36	สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย (สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม)	พิเศษ เลิศวิไล	
37	สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย (สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม)	รุ่งเรือง สายพวรรณ์	
38	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)	ดร. เจษฎา ขัดทองงาม	
39	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)	กิตติพงศ์ สังฆรักษ์	
40	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)	สุรเดช ดวงภุมเมศ	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
41	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)	ปกรณ์ โล่ห์พัฒนะกิจ	
42	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ดร. สุรชัย ชัยทัศนีย์	
43	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ดร. ธนกร เจณณวาสิน	
44	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	วินัย นาทะศรี	
45	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ชัชชัย นาเจริญกุล	
46	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	ดร. อธิคม บางวิวัฒน์	
47	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ผศ.ดร. นิพนธ์ เกตุจ้อย	
48	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	ผศ.ดร. ประมุข อุณหเลขกะ	
49	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	เฉลียว เกตุแก้ว	
50	กรีนเนอร์ คอนซัลแทนท์ (บจก.)	สรศักดิ์ ธรรมาพิทักษ์พร	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
51	กรีนเนอร์ คอนซัลแทนท์ (บจก.)	พงศ์สฤษดิ์ นกเกษม	
52	กัลฟ์ เจพี (บจก.)	ทวี จึงสมศรี	
53	โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี่ (บจก.)	ปกครอง ชาญโลหะ	
54	คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี (บจก.)	ชาญไทยภักดิ์ แก่นจันทร์ธนกุล	
55	คอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี (บจก.)	กฤษฎา หลายชูไทย	
56	คุมิ (บจก.)	สว่าง แก้วละออ	
57	คุมิ (บจก.)	ทศพร สาครอรุณ	
58	เซลเลนเนียม (ประเทศไทย) (บจก.)	กฤษฎา กัมปนาทแสนยากร	
59	เซลเลนเนียม (ประเทศไทย) (บจก.)	พิริยเทพ กาญจนดุล	
60	ไทยเทอร์โบ เจนเนอร์เรเตอร์ (บจก.)	อนุจิน ขวัญจิตรพิทักษ์	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
61	ไทยมารูจูน (บจก.)	สุรศักดิ์ ธรรมนิมิตร	
62	ไทยมารูจูน (บจก.)	สุจินต์ โชยรัมย์	
63	ไทย-สแกนดิค สตีล (บจก.)	พลภัทร เตชกนกรักษ์	
64	ธนาคารกรุงเทพ (บมจ.)	ธีรภัทร ภิรมย์ไชย	ธีรภัทร ภิรมย์ไชย
65	ธนาคารกรุงเทพ (บมจ.)	อัศวิน กิตติวัชราพงษ์	
66	เนเจอร์ไนน์ (บจก.)	ชณธฤต ดวงดามล	
67	เนเจอร์ไนน์ (บจก.)	ณัฐณิชา อุ่นนวล	
68	น้ำตาลราชบุรี (บจก.)	อาทิตย์ บุญคุ้ม	
69	น้ำตาลราชบุรี (บจก.)	ปฏิภาณ พูลมาศ	
70	บีแอลซีพี พาวเวอร์ (บจก)	ประพันธ์ ลิขิตวัชรกรณ์	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
71	บีแอลซีพี พาวเวอร์ (บจก)	ยุทธนา เจริญวงศ์	
72	เบตเตอร์เวิลด์ กรีน (บมจ.)	ทัศนีย์ ทองดี	
73	เบตเตอร์เวิลด์ กรีน (บมจ.)	วิภาวรรณ ประไวย์	
74	ปภพ (บจก.)	เนตรนภา ศรุตวราพงศ์	
75	ผลิตไฟฟ้า (บมจ.)	วิบูลย์ เหลืองเลิศไพบูลย์	
76	ผลิตไฟฟ้า (บมจ.)	ศุภรัตน์ ตั้งสมคิด	
77	ผลิตไฟฟ้าราชบุรี (บจก.)	กันต์ศักดิ์ ชัยมงคลชาติ	
78	ผลิตไฟฟ้าและน้ำเย็น (บจก.)	จักรกริช น้อยภู่	
79	ผลิตไฟฟ้าและน้ำเย็น (บจก.)	นัฐพงษ์ กลีบบัว	
80	พี แอนด์ ปภพ รีนิวเอเบิล (บจก.)	กวิน แก้วกอง	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
81	มิตรผล ไบโอ-พาวเวอร์ (ด่านช้าง) (บจก.)	ธนะชัย แพสุวรรณ์	
82	มิตรผล ไบโอ-พาวเวอร์ (ด่านช้าง) (บจก.)	อภิชาติ สุนทรวิภาต	
83	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Satit Dujjanuthat	
84	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Anukoon Asawachatroj	
85	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Borworn Wacharejyothin	
86	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Pichai Ammatasubsiri	
87	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Marcus Park	
88	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Tony Lee	
89	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Vorasak Panyasarakul	
90	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Natthawit Laopiyarat	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
91	ร็อคเวล ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) (บจก.)	Kriengsak Parsurakul	
92	ลาวี เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) (บจก.)	อุดมศักดิ์ แก้วศิริ	
93	ลีโอนัคส์ (บจก.)	ดร. วุฒิพงศ์ สุพนธนา	
94	เวสต้า พีเอ็มเอส (ไทยแลนด์) (บจก.)	ธนกร กำเหนิดดิษฐ์	
95	เวสต้า พีเอ็มเอส (ไทยแลนด์) (บจก.)	ฤทัยทิพย์ สุนันทา	
96	สหโคเจน (บมจ.)	ธนกฤต ใบศลสกุณี	
97	สหโคเจน (บมจ.)	อภิวัฒน์ เมืองคำ	
98	สคเวลเร็ล (ประเทศไทย) (บจก.)	ดร. สุรดิส โหละสุด	
99	สคเวลเร็ล (ประเทศไทย) (บจก.)	ดร. พลาชิโด มารียา สปาชิอันเด้	
100	สุเพิร์บ พาวเวอร์ (บจก.)	วรวิทย์ จำเริญเลิศ	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
101	อมตะบีกริมเพาเวอร์ (บจก.)	ยุทธนา สินถาวร	
102	อิตัลไทยวิศวกรรม (บจก.)	ดร. จิรวดี ผลประเสริฐ	
103	อินเตอร์ ฟาร์อิสท์ เอ็นเนอร์ยี คอร์โปเรชั่น (บมจ.)	สุภนันท์ ฤทธิไพโรจน์	
104	อินเตอร์ ฟาร์อิสท์ เอ็นเนอร์ยี คอร์โปเรชั่น (บมจ.)	สุจินต์ ศิริพรไพบูลย์	
105	อิมแพ็ค เอ็กซิบิชั่น แมเนจเม้นท์ (บจก.)	วิจัย บรรพบุรุษ	
106	อิมแพ็ค เอ็กซิบิชั่น แมเนจเม้นท์ (บจก.)	ภานุรัศน์ แรงรวมสิน	
107	เอี่ยมรุ่งเรืองอุตสาหกรรม (บจก.)	ประวิทย์ แก้วระวัง	
108	เอี่ยมรุ่งเรืองอุตสาหกรรม (บจก.)	ณัฐวุฒิ สุทโท	
109	เอ็กซ์เซลเล้นท์ เอ็นเนอร์ยี่ อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	ศรัณย์ ศรีพิพัฒน์	
110	เอ็กซ์เซลเล้นท์ เอ็นเนอร์ยี่ อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	สันต์ ศรีอรรฆ์ธำรง	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

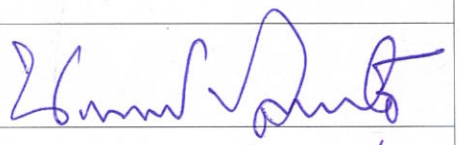
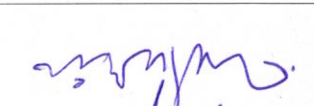
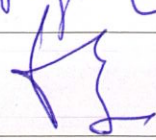
วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
111	เอ็กซ์เซลเล้นท์ เอ็นเนอร์ยี่ อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	โสภิญ วชิรภูวดล	
112	เอ็นโซล (บจก.)	สมเกียรติ สุทธิรัตน์	
113	เอ็นโซล (บจก.)	ดร. มนธิรา วัชรสุกาญน์	
114	เอ็นโซล (บจก.)	กตัญญู ดิเรกวุฒิกุล	
115	เอ็นไลน์ อะโกร อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	นันทนีย์ ถนอมเลิศชัย	
116	เอ็นไลน์ อะโกร อินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	ชาลีมาศ บวรอัศวกุล	
117	ไออาร์พีซี (บมจ.)	รุ่งโรจน์ ผูกพันธุ์	
118	ไออาร์พีซี (บมจ.)	ดร.อรพรรณ แสงสว่าง	
119	ไออาร์พีซี (บมจ.)	ไกรศรี ภัณฑ์กิจนิรันดร	
120	เฮอรีเทจอินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	สำเนา ปั้นสังข์	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
121	เฮอรีเทจอินเตอร์เนชั่นแนล (บจก.)	อัศนี อ่องอำไพ	
122	Energy Conservation Systems (Thailand) Co.,Ltd	ปรีชา ปรีดาวิจิตร	
123	I-On Communication	Marcus Park	
124	I-On Communication	Tony Lee	
125	Qcon Co., Ltd.	วรวุฒิ แผ่นศิลา	
126	ที่ปรึกษาอิสระ	นภาพร ภุมราพันธ์	
127	ที่ปรึกษาอิสระ	พิธาน ชัยจินดา	
128	I-ON Communication	John Yang	
129	IDRS	Kang Hye Jeong	
130	IDRS	kim Hyunchul	

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
131	วิทยุไบโอเพาเวอร์จำกัด	สมหวัง สุเมธนภิส	
132	วิทยุไบโอเพาเวอร์จำกัด	[illegible]	
133	วิทยุไบโอเพาเวอร์ จำกัด	เรืองชัย [illegible]	
134	Rockwell Automation	[illegible]	
135	เซลเลนเนียม (ประเทศไทย)	PLACIDO Spazzante	
136	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	ศรัณยู ศรียะโยธิ	ศรัณยู
137	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	[illegible]	
138	กฟภ.	นายกฤษณะ [illegible]	
139	ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายอุตสาหกรรม	[illegible]	
140	บมจ.[illegible]		

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
131	กฟภ	ชาคริย ปัญญา	
132	กฟอ จำกัดมหาชน } Supreme Power Co. Ltd.		
133	กฟอ จำกัดมหาชน		
134			
135			
136			
137			
138			
139			
140			

การสัมมนาสัมมนาเผยแพร่ผลการดำเนินงาน

โครงการสาธิตระบบ Demand Response ในพื้นที่อุตสาหกรรม

วันพุธที่ ๖ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๙ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๓.๐๐ น. ณ ห้องประชุมบางลำพู ชั้น ๖ โรงแรมอมารี วอเตอร์เกท กรุงเทพฯ

ลำดับที่	หน่วยงาน	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น
1	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	กิตติ คัมภีระ	
2	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	วสันต์ ติรางกูร	
3	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	ศุภสิทธิ์ อัมราลิขิต	
4	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	ธชทัต คูวรากุล	
5	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	อนงค์นุช ทับกล่ำ	
6	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	อัจฉรา ภูงามนิล	
7	สมาคมพันธมิตรไทยเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบพลังงานแบบกระจายศูนย์	มณีนุช ทับกล่ำ	