รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและติดตั้งระบบบันทึกและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

A Design and Installation of Energy Monitoring System

นายสุทธิพัฒน์ วงศ์วัฒนวิสุทธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและติดตั้งระบบบันทึกและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

A Design and Installation of Energy Monitoring System

นายสุทธิพัฒน์ วงศ์วัฒนวิสุทธิ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบและติดตั้งระบบการบันทึกและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายสุทธิพัฒน์ วงศ์วัฒนวิสุทธิ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายอภิพล เหรียญทอง

สถานประกอบการ ซีเกท เทคโนโลยี(ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา ที่กำหนดให้นักศึกษาทำโครงงานร่วมกับสถานประกอบการตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา โดยโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน โดยทำการติดตั้ง Energy Monitoring System ระบบบันทึกและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ โดยแสดงผลผ่านจอ LED ทีวีหรือ จอคอมพิวเตอร์ เนื่องด้วยก่อนหน้านี้เวลาโรงงานปรับลดเวลาการใช้งานเครื่องจักรเพื่อประหยัดพลังงาน ไม่สามารถทราบได้เลยว่าการกระทำนั้นประหยัดพลังงานจริงหรือไม่ แล้วประหยัดได้แค่ไหน จึงได้มีการติดตั้งระบบดังกล่าวเพื่อบันทึกและรายงานผลการใช้พลังงานในระบบ Utility และอาคารสำนักงานต่างๆ เมื่อทำการติดตั้งเรียบร้อยสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาพัฒนาให้การจัดการพลังงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ : ระบบบันทึกและรายงาผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: A Design and Installation of Energy Monitoring System

Student intern name: Mr.Suttipat Wongwatanawisut

Faculty: Engineering **Department**: Electrical Engineering

Advisor name: Assoc.Prof.Dr.Somyot Kiatwanidvilai

Mentor name: Mr.Apipol Rienthong

Company: Seagate Technology(Thailand) Ltd.

ABSTRACT

The cooperative education report is a part of a cooperative education program that requires students to work on a project for a period of one semester. The purpose of this project is to improve Seagate Energy Management system by installing Energy Monitoring System(Real time displaying and recording Energy Consumption data on LED tv or Pc monitor) in Utility systems and buildings. Before the Installation Seagate couldn't compare their energy usage between before and after they reduced their usage time. So by installing this system they can compare their energy usage between those situations to develop more effective energy conservation strategies. After the installation by using the recorded data they can improve their Energy management system to be more appropriate and more efficient.

Keywords : Energy Monitoring System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล อาจารย์นิเทศสหกิจ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบทำให้รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ โดยเฉพาะบริษัทซีเกท เทคโนโลยี(ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสผู้จัดทำเข้าร่วมทำโครงงานกับทางบริษัท ข้าพเจ้าได้รับความรู้ ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำโครงงานงานสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงงานของทางบริษัท

ขอขอบพระคุณ คุณอภิพล เหรียญทอง ซึ่งเป็นพนักงานที่ปรึกษา รวมถึงพนักงานในแผนก Facilities Engineering ทุกคน ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือและความสนับสนุนในการทำโครงงาน

สหกิจตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนด้านการศึกษา การเงินและกำลังใจ รวมถึงเพื่อนร่วมงานทุกคนและผู้มีเกี่ยวข้องกับโครงงานสหกิจฉบับนี้ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นาย สุทธิพัฒน์ วงศ์วัฒนวิสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ระบบ Monitoring Energy 3

2.2 การสื่อสารแบบ Modbus Protocol 3

2.3 รูปแบบทิศทางของการสื่อสารข้อมูล 4

2.4 รูปแบบการสื่อสาร (Communication Interface) 5

2.4.1 หลักการทำงานของ RS485 6

2.4.2 หลักการทำงานของ RS485 แบบ NETWORK 7

2.5 Single line diagram ของระบบไฟฟ้า 8

2.6 คุณภาพกำลังไฟฟ้า 9

2.7 Power meter 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 การประยุกต์ใช้ Power meter 11
2.8 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) 15
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 17
3.1 เขียนไทม์ไลน์และวางแผนการดำเนินงาน 17
3.2 ศึกษาระบบแสดงและบันทึกปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า 17
3.3 กำหนดตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ 17
3.4 ตรวจสอบหน้างานการติดตั้ง 18
3.5 กำหนดขอบเขตงานของผู้รับเหมา 19
3.6 ตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์และตู้คอนโทรลพาเนล 21
3.6.1 ACP 1 21
3.6.2 ACP 2 22
3.6.3 ACP 3 23
3.6.4 MDMG 24
3.6.5 ATS#2 25
3.6.6 ZR400#1 25
3.6.7 DP 1-6 26
3.6.8 Control panel 27
3.6.9 MDB 1-7 28
3.6.10 รายละเอียดแต่ละ System 28
บทที่ 4 ผลที่ได้รับ 29
4.1 หน้า Dashboard หลัก 29
4.2 หน้า Dashboard รอง 30
4.3 หน้า Diagram 31
4.4 หน้าบันทึกเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้า 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 หน้า Table 32
4.6 หน้า Trend 32
4.7 หน้า Reports 33
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 34
5.1 สรุปผล 34
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 34
5.3 ข้อเสนอแนะ 34
อ้างอิง 35
ภาคผนวก 36
ภาคผนวก ก อุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในโครงงานนี้ 37
ภาคผนวก ข ขอบเขตการติดตั้ง 38
ภาคผนวก ค ข้อมูลที่ได้จากพาวเวอร์มิเตอร์และการนำข้อมูลไปใช้ต่อ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.4-1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของ RS485, RS232, RS423 และ RS422 7

2.6-1 มุมมองต้นเหตุทำให้เกิดปัญหาคุณภาพไฟฟ้าจากการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.4-1 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างพาวเวอร์มิเตอร์และ PC ด้วย RS485 6

2.4-2 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ 6

2.7-1 ตัวอย่าง Analog และ Digital Power Meter 11

2.7-2 ซอฟแวร์ในการ Control ต่างๆ 12

2.7-3 มาตรวัดแบบ Real-Time 12

2.7-4 การเก็บข้อมูลในรูปแบบ Microsoft Excel 13

2.7-5 กราฟ Demand 14

2.7-6 การแสดงข้อมูลตัวเลขแบบ Real Time ในรูปแบบตาราง 14

2.8-1 ตัวอย่างของ Current transformer 16

3.1-1 ไทม์ไลน์ของการทำงาน 17

3.4-2 รูปแบบวง Loop 19

3.6-1 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR275 21

3.6-2 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ACP#1 21

3.6-3 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR400VSD 22

3.6-4 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ACP#2 22

3.6-5 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Exhaust fan 22

3.6-6 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Chiller#4 23

3.6-7 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR250 no 2 23

3.6-8 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Vacuum 45 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ หน้า

3.6-9 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Vacuum 678 24

3.6-10 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Vacuum 123 24

3.6-11 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ATS 2 25

3.6-12 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR400#1 25

3.6-13 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP1 26

3.6-14 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP2 26

3.6-15 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP3 26

3.6-16 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP4 26

3.6-17 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP5 27

3.6-18 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP6 27

3.6-19 ตำแหน่งในการติดตั้งตู้คอนโทรลพาเนล 27

4.1-1 ตัวอย่างหน้า Dashboard หลัก 30

4.2-1 ตัวอย่างหน้า Dashboard รอง 30

4.3-1 ตัวอย่างหน้าการแสดงข้อมูลของพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Incoming 31

4.4-1 ตัวอย่างหน้าบันทึกเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้า 31

4.5-1 ตัวอย่างหน้า Table 32

4.6-1 ตัวอย่างหน้า Trend 32

4.7-1 ตัวอย่างหน้า Report 33

ข. 1-1 ตำแหน่งและจำนวนพาวเวอร์มิเตอร์ที่ทำการติดตั้งในตัวอาคารหลัก 38

ค. 1-1 ข้อมูลที่ดึงออกมาจากพาวเวอร์มิเตอร์ 39

ค. 1-2 ค่า Total energy consumption On peak และ Off peak ที่คำนวณจาก ค่าที่ได้มา 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ **หน้า**

ค. 1-3 ตารางคำนวณค่าไฟรายวัน 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุกคนคงจะคุ้นเคยกับการใช้ไฟฟ้ามาตั้งแต่เกิด เติบโตมากับการได้ใช้ไฟฟ้า และไฟฟ้าคงจะมีความสำคัญกับชีวิตประจำวันเราไปตลอด แน่นอนว่า ไฟฟ้าคือปัจจัยที่สำคัญ และขาดไม่ได้ ยิ่งเมื่อยุคสมัยกำลังดำเนินไปกับเทคโนโลยีต่างๆ ที่มีบทบาทควบคู่กับการใช้ไฟฟ้า นั่นอาจกล่าวได้ว่า พลังงานไฟฟ้า กลายเป็นปัจจัยที่ 5 สำหรับการดำเนินชีวิตของคนเราไปแล้ว แต่ด้วยปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เราทุกคนจึงควรช่วยกันอนุรักษ์และใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่ามากที่สุด

โรงงานซีเกทเทพารักษ์ได้เล็งเห็นและตระหนักถึงความสำคัญของการใช้พลังงานจึงได้ปฏิบัติตามนโยบายของกระทรวงพลังงาน ได้มีการออกแบบและนำมาตราการอนุรักษ์พลังงานไปปฏิบัติ แต่ประสบปัญหาไม่สามารถตรวจสอบได้ว่ามาตราการอนุรักษ์พลังงานที่ปฏิบัติไปนั้น ลดการใช้พลังงานได้จริงหรือไม่ ลดการใช้พลังงานได้มากแค่ไหน ตรงกับที่คำนวณไว้หรือไม่ อีกทั้งในเขตพื้นที่โรงงานมีการเกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้าบ่อยครั้ง เป็นเหตุให้เครื่องจักรในสายการผลิตของโรงงานหลายประเภทต้องหยุดการทำงานอย่างกะทันหัน ทำให้ได้รับความสียหาย จึงได้มีการติดตั้งระบบบันทึกและแสดงผลการใช้พลังงาน เพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานในแต่ละส่วนของโรงงานแล้วนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบมาตราการอนุรักษ์พลังงานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้ และเพื่อหาความยาวของช่วงเวลาในการเกิด Sag Swell ซึ่งจะนำค่าที่ได้เป็นมาตราฐานในการปรับปรุง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถรองรับการเกิด Sag Swell ได้ เพราะ Sag Swell เป็นเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อพัฒนาระบบการจัดการพลังงานของโรงงาน

1.2.2 เพื่อให้การตรวจสอบระบบไฟฟ้าเมื่อเกิดปัญหาเป็นไปได้โดยง่าย

1.2.3 เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาของการเกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาระบบ Energy Monitoring ให้มีความรู้มากพอที่จะสามารถทำการติดตั้งและ Operate ระบบได้

1.3.2 ศึกษาการเชื่อมต่อในตู้ MDB และ Sub MDB

1.3.3 ศึกษารูปแบบและลักษณะในการเดินสายสัญญาณ

1.4 วิธีดำเนินงาน

1.4.1 วางแผน และเขียนไทม์ไลน์ของการดำเนินงาน

1.4.2 ศึกษาเกี่ยวกับระบบบันทึกและรายงานผลการใช้พลังงานไฟฟ้า ให้เข้าใจเกี่ยวกับระบบและสิ่งที่จำเป็นในการติดตั้ง เพื่อใช้ในการเขียนขอบเขตงานของผู้รับเหมา

1.4.3 รวบรวมข้อมูลของเซอคิตเบรคเกอร์(ตำแหน่งและชนิดของโหลด) เพื่อนำมาเขียน Electrical Single line diagram ทำให้ง่ายในการกำหนดตำแหน่ง

1.4.4 กำหนดตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์

1.4.5 ตรวจสอบหน้างานการติดตั้ง เพื่อให้เขียบขอบเขตงานของผู้รับเหมาได้รัดกุมมากขึ้น

1.4.6 เขียนขอบเขตงานของผู้รับเหมา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 การจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จะนำข้อมูลการใช้พลังงานที่บันทึกไว้มาออกแบบมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับโรงงาน

1.5.2 ความสะดวกในการทำงานของช่างเทคนิค เวลาที่ต้องตรวจสอบค่า เช่น ค่ากระแส แรงดัน ไม่จำเป็นที่จะต้องไปที่ตู้ MDB ทุกครั้ง

1.5.3 ค่า tolerance ต่อ Sag/Swell ที่เครื่องจักรควรมี จะนำข้อมูลช่วงเวลาของการเกิด Sag Swell ที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์หาค่า tolerance ที่เครื่องจักรควรมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบ Monitoring Energy

ในปัจจุบันมีการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น การตรวจสอบและการจัดการที่ดีจึงเป็นประโยชน์ต่อการใช้พลังงานและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นเพื่อการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงมีการคิดค้นระบบ Energy Real-time Monitoring หรือ ระบบบันทึกและแสดงผลการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ขึ้น เพื่อช่วยให้การบริหารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งระบบนี้ช่วยทำให้การบริหารจัดการพลังงานเป็นเรื่องง่าย และมีความแม่นยำมากขึ้น เพราะสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไปวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมของผู้ใช้พลังงานภายในอาคารหรือโรงงานนั้นๆ ทำให้ทราบความต้องการการใช้พลังงานและความแตกต่างของพฤติกรรมในการใช้พลังงานในแต่ละส่วน อีกทั้งยังสามารถทราบจุดรั่วไหลพลังงานได้อย่างทันที ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานได้

ระบบบันทึกและแสดงผลการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ใช้การติดต่อสื่อสารผ่านมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าหรือ Power Meter และชุดเก็บข้อมูลโดยผ่าน RS-485 หรือ Ethernet ในการติดต่อสื่อสาร จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบมาตรการอนุรักษ์พลังงานให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้พลังงานต่อไป โดยระบบนี้เหมาะที่จะติดตั้งภายในอาคารหรือโรงงานขนาดใหญ่ หรือในสถานที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก

2.2 การสื่อสารแบบ Modbus Protocol

โปรโตคอล MODBUS เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (Master) เครื่องเดียว ส่วนใหญ่มักเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI ไปยังอุปกรณ์ลูก (Slave) ได้หลาย ๆ เครื่อง โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (Binary) ในโปรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบ ASCII จะเรียก MODBUS ASCII และโปรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐานสอง จะเรียก MODBUS RTU ทำให้มีความแตกต่างในการกำหนดค่าพอร์ตสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODBUS RTU เฟรมข้อมูลในโหมด RTU ประกอบด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งแอดเดรส 1 ไบต์, หมายเลขฟังก์ชัน 1 ไบต์ข้อมูลที่ทำการรับส่งจำนวนมากสุดไม่เกิน 252 ไบต์ และรหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบ CRC (Cyclical Redundancy Checking) ขนาด 2 ไบต์ ค่า CRC นี้เป็นค่าที่คำนวณมาจากข้อมูลทุกไบต์ ไม่รวมบิต Start, Stop และ Parity Check โดยที่ตัว Slave ตัวที่ส่งข้อมูลออกมาจะสร้างรหัส CRC แล้วส่งตามท้ายไบต์ข้อมูลออกมา หลังจากนั้นเมื่อ Master ได้รับเฟรมข้อมูลและถอดข้อมูลออกจากเฟรมแล้วจะทำการคำนวณค่า CRC ตามสูตรเดียวกับ Slave เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า CRC ทั้ง 2 ค่าว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกันแสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลในโหมด RTU

MODBUS จะให้อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารกันผ่าน Serial Port (RS-232/422/485) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้อุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่อยู่บนเครือข่าย Ethernet ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารแบบ MODBUS Protocol ส่วนใหญ่จะเป็น PLCs, DCSs, HMIs, Instruments อย่างไรก็ตาม MODBUS จำเป็นต้องมีอุปกรณ์จำพวก Gateway และ Bridge ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง Serial Line กับ Ethernet

2.3 รูปแบบทิศทางของการสื่อสารข้อมูล

ทิศทางของการสื่อสารข้อมูล หมายถึงทิศทางจากอุปกรณ์ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับข้อมูลโดยผ่านสื่อนำข้อมูล สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

2.3.1 การส่งผ่านข้อมูลแบบทางเดียว (simplex transmission)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่เกิดขึ้นใน ลักษณะทิศทางเดียวจากฝ่ายที่เป็นผู้ส่งข้อมูลไปยังฝ่ายที่เป็นผู้รับข้อมูล โดยฝ่ายที่เป็นผู้รับจะไม่สามารถ สื่อสารกลับไปยังฝ่ายที่เป็นผู้ส่งได้ด้วยระบบสื่อสารประเภทเดียวกัน

ตัวอย่างของการสื่อสารข้อมูลแบบทิศทางเดียวที่สามารถพบเห็นได้ชัดเจน เช่น การกระจายเสียงของระบบวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ และระบบแสดงเวลาขึ้นลงของเครื่องบินในสนามบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การส่งผ่านข้อมูลแบบครึ่งอัตรา (half-duplex transmission)

เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบ สองทิศทาง ซึ่งทั้งสองฝ่ายจะสามารถทำหน้าที่เป็นได้ทั้งผู้ส่งและผู้รับ แต่จะต้องผลัดกันทำหน้าที่เป็นผู้รับ หรือผู้ส่งคนละช่วงเวลากัน เช่น ในขณะที่ฝ่ายหนึ่งกำลังทำหน้าที่เป็นผู้ส่งอยู่นั้น อีกฝ่ายหนึ่งจะต้องทำ หน้าที่เป็นผู้รับ โดยผู้รับจะไม่สามารถส่งข้อมูลอื่นโต้ตอบกลับไปได้ในขณะที่กำลังรับข้อมูลอยู่ แต่จะต้อง รอจนกระทั่งการส่งข้อมูลของฝ่ายส่งสิ้นสุดลงเสียก่อน จึงจะสามารถเปลี่ยนจากผู้รับไปเป็นผู้ส่งได้

ตัวอย่างของการสื่อสารข้อมูลลักษณะนี้ที่สามารถพบเห็นได้ชัดเจน เช่น การสื่อสารโดยใช้วิทยุสื่อสารที่เรียกว่า วอคกี้-ทอคกี้ (walky-talky radio) การสื่อสารภายในอาคารด้วยระบบอินเตอร์คอม (intercom) และการสื่อสารระหว่างนักบินกับหอบังคับการ เป็นต้น

2.3.3 การส่งผ่านข้อมูลแบบเต็มอัตรา (full-duplex transmission)

เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบ สองทิศทางอย่างอิสระโดยทั้งสองฝ่ายสามารถทำหน้าที่เป็นผู้ส่งและเป็นผู้รับได้ในเวลาเดียวกัน โดย ไม่ต้องหยุดรอให้อีกฝ่ายหนึ่งทำหน้าที่เสร็จสิ้นก่อน

ตัวอย่างของการสื่อสารข้อมูลลักษณะนี้ที่สามารถพบเห็นได้ชัดเจน เช่น การสื่อสารด้วยระบบโทรศัพท์ ทั้งที่เป็นระบบโทรศัพท์พื้นฐานและระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจะพบว่าทั้ง 2 ฝ่ายสามารถสนทนา โต้ตอบกันได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องรอให้อีกฝ่ายหนึ่งพูดจบก่อน รวมถึงการส่งผ่านข้อมูลบนระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ด้วย

2.4 รูปแบบการสื่อสาร (Communication Interface)

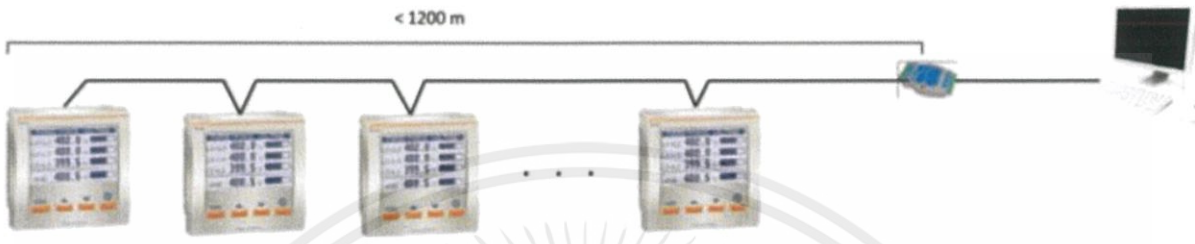
รูปแบบการสื่อสารนั้นมีด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น RS485 RS232 USB Ethernet แต่รูปแบบที่งานวิจัยนี้ใช้ได้แก่การสื่อสารแบบอนุกรม (RS-485)

RS485 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 485) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม (serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 โดยความร่วมมือของ TIA (Telecommunications Industry Association) และ EIA (Electronic Industries Association) มาตรฐาน RS485 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อมๆกันได้หลายจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 หลักการทำงานของ RS485

เป็นการสื่อสารผ่านสายเคเบิลแบบอนุกรมทั่วไป การรับส่งจะเป็นแบบ Half-Duplex โดยระยะทางในการเชื่อมต่อ จะอยู่ที่ประมาณ 1,200m ด้วยความเร็วสูงสุด 38,400 บิตต่อวินาที (38.4 kbps) และสื่อสารด้วยโปรโตคอล Modbus RTU และใน 1 loop ควรมีมิเตอร์ไม่เกิน 32 ตัว



รูปที่ 2.4-1 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างพาวเวอร์มิเตอร์และ PC ด้วย RS485

Ref: https://www.omi.co.th/th/article/rs485

รูปที่ 2.4-2 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ

Ref: https://www.omi.co.th/th/article/rs485

สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลดิจิตอลแบบ RS485 นั้น จะส่งข้อมูลโดยใช้สายไฟเพียงแค่ 2 เส้นคือ A และ B เป็นตัวบอกค่ารหัสดิจิตอล(Digital code) โดยใช้ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้ว A และ B เป็นตัวบอกดังนี้

- เมื่อ V_a - V_b ได้แรงดันไฟฟ้า**น้อยกว่า -200 mV** คือสัญญาณดิจิตอลเป็น **1**
- เมื่อ Va - Vb ได้แรงดันไฟฟ้า**มากกว่า +200 mV** คือสัญญาณดิจิตอลเป็น **0**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 หลักการทำงานของ RS485 แบบ NETWORK

มาตรฐาน RS485 สามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network) โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง **32 ตัว** ซึ่งในเครือข่ายนั้น จะต้องมีอุปกรณ์อยู่ 1 ตัว ทำหน้าที่คอยจัดคิวการสื่อสารในเครือข่าย ซึ่งเราจะเรียกอุปกรณ์ตัวนี้ว่า **"Master"** และอุปกรณ์ส่วนที่เหลือเราจะเรียกว่า **"Slave"** โดยที่ Slave แต่ละตัวจะมีหมายเลข Address ของตัวเอง และเมื่อตัว Master ต้องการสั่งการตัว Slave ตัว Master จะส่งชุดคำสั่งพร้อมระบุหมายเลข Address ไปยังอุปกรณ์ Slave ทุกตัว เมื่ออุปกรณ์ Slave ได้รับคำสั่งและคำสั่งนั้นมีหมายเลข Address ตรงกับตัวเอง อุปกรณ์ Slave ถึงจะทำตามคำสั่งของ Master เป็นลำดับไป

ตารางที่ 2.4-1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของ RS485, RS232, RS423 และ RS422

	RS232	RS423	RS422	RS485
Differential	no	no	yes	yes
Max number of drivers	1	1	1	32
Max number of receivers	1	10	10	32
Modes of operation	half duplex full duplex	half duplex	half duplex	half duplex
Network topology	point-to-point	multidrop	multidrop	multipoint
Max distance (acc. standard)	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Max speed at 12 m	20 kbs	100 kbs	10 Mbs	35 Mbs
Max speed at 1200 m	(1 kbs)	1 kbs	100 kbs	100 kbs
Max slew rate	30 V/µs	adjustable	n/a	n/a
Receiver input resistance	3..7 kΩ	≧ 4 kΩ	≧ 4 kΩ	≧ 12 kΩ
Driver load impedance	3..7 kΩ	≧ 450 Ω	100 Ω	54 Ω
Receiver input sensitivity	±3 V	±200 mV	±200 mV	±200 mV
Receiver input range	±15 V	±12 V	±10 V	-7..12 V
Max driver output voltage	±25 V	±6 V	±6 V	-7..12 V
Min driver output voltage (with load)	±5 V	±3.6 V	±2.0 V	±1.5 V

Ref: https://www.omi.co.th/th/article/rs485

ข้อดีของสัญญาณ RS485

1. สามารถส่งสัญญาณได้ไกล
2. สามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายได้
3. ประหยัดงบประมาณในการเดินสาย

ข้อเสียของสัญญาณ RS485

1. ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
2. ความเร็วในการรับส่งข้อมูลต่ำมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารแบบ RS 485 ไม่ได้จำกัดความสามารถของมิเตอร์ ที่จะให้มิเตอร์ 1 ตัวเชื่อมต่อกับระบบซอฟแวร์ได้แค่แบบเดียวเท่านั้น ยกตัวอย่าง Digital meter มี port สื่อสารอยู่ทั้งหมด 2 com port ในมิเตอร์ตัวเดียวกัน หมายความว่า ถ้าเรามี Digital meter ทั้งหมด 10 ตัว มิเตอร์ทุกตัวเชื่อมต่อกันแบบ RS-485 และมิเตอร์ตัวสุดท้ายก่อนที่จะเชื่อมต่อเข้าระบบคอมพิวเตอร์ เราก็เชื่อมต่อด้วยวิธี Ethernet นั่นเอง โดยใช้ 1 com port เชื่อมต่อมิเตอร์ตัวอื่นๆ แบบ RS-485 ส่วนอีก com port ก็เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วย Ethernet แทน

2.5 Single line diagram ของระบบไฟฟ้า

Single line diagram หรือ ไดอะแกรมเส้นเดี่ยว คือ แบบไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เป็นแบบไฟฟ้า หรือไดอะแกรมที่ใช้เส้นเพียงเส้นเดียวแทนสายทุกเส้นในวงจรไฟฟ้าวงจรนั้นๆ และใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าเป็นตัวแสดงความสัมพันธ์ในเบื้องต้น ระหว่างส่วนประกอบย่อยของวงจรและวงจรไฟฟ้าอื่นๆ

ข้อดีของ Single line diagram

1. ช่วยให้เข้าใจวงจรที่มีความสลับซ้ำซ้อนได้ง่ายขึ้น
2. สรุปภาพรวมของระบบไฟฟ้าไว้ภายในหน้าเดียว

ขั้นตอนในการเขียน Single line diagram มีอยู่ ขั้นตอนดังนี้

1. การเขียนแบบแปลนส่วนที่รับระบบไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้าฯ แล้วเดินสายไฟฟ้าไปยังหม้อแปลงไฟฟ้า

2. การเขียนแบบแปลนส่วนที่รับไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลงไฟฟ้าของโรงงาน หรือหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ(กรณีรับไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้าฯ)แล้วเดินสายไฟฟ้า ไปตู้สวิตช์ประธาน

3. การเขียนแบบแปลนส่วนไฟฟ้าแรงต่ำจากตู้สวิตช์ประธานไปแผงสวิตช์

4. การเขียนแบบแปลนส่วนที่รับไฟฟ้าแรงต่ำจากแผงสวิตช์ไปแผงย่อย และโหลด

ในการวิจัยนี้ต้องมีการจัดทำ Single line diagram ขึ้นเพื่อให้ง่ายในการกำหนดตำแหน่งที่จะติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 คุณภาพกำลังไฟฟ้า

ปัจจุบันคำว่า คุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality) เป็นคำที่พูดถึงบ่อยในเรื่องของความมั่นคงการจ่ายไฟฟ้าของระบบจากการไฟฟ้าฯ และกรณีเมื่อเกิดปัญหาอุปกรณ์ไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาด หรือหยุดการทำงานจากผู้ใช้ไฟฟ้า ซึ่งเห็นได้ว่าคำนิยามของคำว่าคุณภาพกำลังไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟจะพูดถึงในกรณีที่แตกต่างกันไป แต่ในความเป็นจริงแล้วมีความหมายเดียวกันซึ่งนิยามของคุณภาพกำลังไฟฟ้า ตามมาตรฐานสากล IEC และ IEEE ให้ความหมายของคุณภาพ กำลังไฟฟ้า คือ คุณลักษณะกระแสแรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าในสภาวะปกติไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีการทำงานผิดพลาดหรือเกิดการเสียหาย

เหตุผลหลักที่ทำให้มีการพิจารณาถึงคุณภาพกำลังไฟฟ้า

1. เนื่องจากในปัจจุบันในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ามีเทคโนโลยีสูงขึ้นซึ่งจะมีความไวในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกำลังไฟฟ้ามากกว่าในอดีต โดยเฉพาะอุปกรณ์ประเภทอิเลคทรอนิกส์ที่เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเช่น อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วไมโครโปรเซสเซอร์ Programmable Logic Controller (PLC), Adjustable Speed Drive(ASD) และรีเลย์บางชนิด ฯ

2. การเพิ่มขึ้นของการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีเทคโนโลยีสูงขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า ดังเช่นตัวอย่างของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหนึ่งมีการใช้อุปกรณ์ ASD เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตซึ่ง ASD เป็นแหล่งจ่ายฮาร์มอนิกส์ก็จะทำให้เกิดปัญหาฮาร์มอนิกส์ผลกระทบต่อระบบไฟฟ้านั้นได้ และถ้ามีคาปาซิเตอร์ติดตั้งอยู่ในระบบเพื่อปรับปรุงกำลังไฟฟ้า ก็ยิ่งทำให้เกิดปัญหาฮาร์มอนิกส์รุนแรงมากยิ่งขึ้น

3. ผู้ใช้ไฟทราบถึงปัญหาคุณภาพไฟฟ้ามากขึ้นที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมของตัวเองมากขึ้น ดังเช่น ปัญหาจากแรงดันตกชั่วระยะสั้น (Voltage Sag) ทำให้การไฟฟ้าหาแนวทางและวิธีการเพื่อปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าให้ดีขึ้น

4. ระบบไฟฟ้าที่มีการเชื่อมต่อถึงกัน ถ้าส่วนใดของระบบเกิดปัญหาคุณภาพไฟฟ้าก็จะทำส่วนอื่นๆ ของระบบได้รับผลกระทบ จากปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าตามไปด้วย ดังเช่น โรงงานอุตสาหกรรมหนึ่งมีการใช้โหลดที่เป็นแหล่งจ่ายฮาร์มอนิกส์ และฮาร์มอนิกส์นั้นอาจไหลเข้าสู่ระบบไฟฟ้า อาจทำให้โรงงานบริเวณข้างเคียงได้รับผลกระทบจากปัญหาฮาร์มอนิกด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาคุณภาพไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปเกิดจาก 5 สาเหตุใหญ่

1. จากปรากฏการณ์ธรรมชาติเช่น ฟ้าผ่า

2. จากการเกิดสภาวะความผิดพร่อง (fault) ทางไฟฟ้าในระบบสายส่งและระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

3. จากการกระทำการสวิตชิ่งอุปกรณ์ในระบบ

4. จากการใช้งานอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นในระบบอุตสาหกรรม

5. จากการต่อลงดินที่ไม่ถูกต้อง

สาเหตุที่ทำให้ปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าดังข้างต้นเกิดจากการไฟฟ้า และผู้ใช้ไฟฟ้าในมุมมองของการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟ เกี่ยวกับต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้า อาจจะมีมุมมองแตกต่างกันไป ดังเช่นตัวอย่างการสำรวจจากหน่วยงาน(Courtesy of Georgia Power Co.) ในประเทศอเมริกา ดังตาราง

ตาราง 2.6-1 มุมมองต้นเหตุทำให้เกิดปัญหาคุณภาพไฟฟ้าจากการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า

ต้นเหตุทำให้เกิดปัญหาคุณภาพไฟฟ้า	มุมมองการไฟฟ้า	มุมมองผู้ใช้ไฟฟ้า
ธรรมชาติ	66 %	60 %
การไฟฟ้า	1 %	17 %
ผู้ใช้ไฟฟ้า	25 %	12 %
เพื่อนบ้าน	8 %	8 %
อื่นๆ	0 %	3 %

Ref: http://www.9engineer.com/ee_main/Article/PQ.htm.

2.7 Power meter

Power meter คือ อุปกรณ์แสดง " ค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า " เช่น แรงดัน , กระแส , กำลังงานไฟฟ้าจริง , กำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ และ Harmonic เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงค่าทางไฟฟ้าในกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ โดยส่วนใหญ่แล้วในภาคอุตสาหกรรม จะนำ Power Meter ไปใช้ในการควบคุมหรือปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเป็นการช่วยจัดการพลังงาน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ ISO 50001 โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Meter นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ Analog Power Meter (แบบเข็ม) และ Digital Power Meter (แบบหน้าจอดิจิตอล)

Power Meter นับว่าเป็นอุปกรณ์หนึ่ง ที่มีส่วนช่วยในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมาก โดยจะช่วยบอกค่าทางไฟฟ้าในการใช้พลังงานได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการควบคุม หรือ ปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีคุณภาพต่อไป

รูปที่ 2.7-1 ตัวอย่าง Analog และ Digital Power Meter

Ref: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

2.7.1 การประยุกต์ใช้ Power meter

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมในประเทศไทยได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วจึงส่งผลให้มีการใช้ พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นทุกๆ ปี ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการบริหาจัดการพลังงานมาให้เพียงพอและเหมาะสม การจัดการพลังงานก็มีหลากหลายรูปแบบ เช่น การปรับปรุงค่าตัวประกอบทางไฟฟ้า Power Factor , การจัดการและบริหารการใช้ไฟฟ้า (Demand Controller) มีต้นทุนที่ต่ำสุดจึงเป็นที่นิยมมากที่สุด , การเปลี่ยนไปใช้ Frequency Converter สำหรับงานลักษณะการควบคุมการไหลของของเหลว , การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง (เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ อุปกรณ์ที่ทำงานมากขึ้นแต่กินไฟฟ้าน้อยลง)เป็นต้น

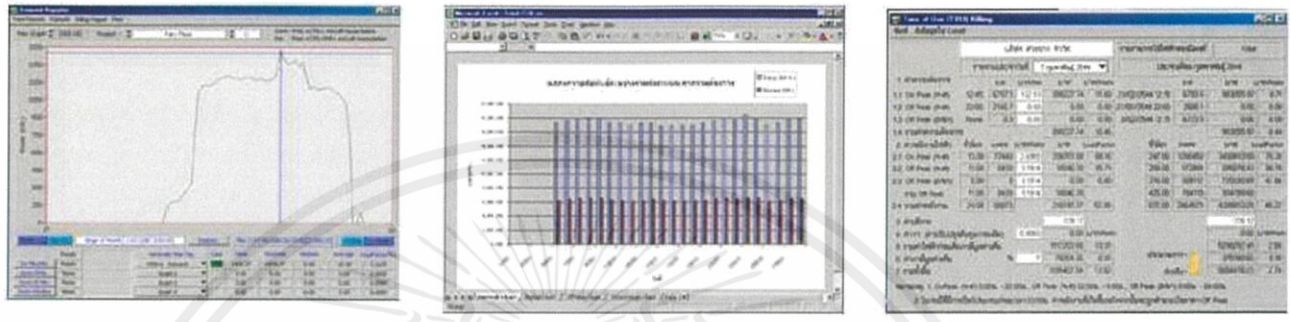
ซึ่งการจัดการและบริหารไฟฟ้า หรือที่เรียกว่าการควบคุม Demand เป็นวิธีการที่มีต้นทุนที่ต่ำจึงเป็นที่นิยมมากที่สุดโดยเราสามารถนำ Power Meter มาช่วยในการจัดการได้ดังนี้

1. การนำไปใช้ในการบริหารจัดการพลังงาน โดยผ่านระบบซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ การนำข้อมูลจาก Power Meter เข้าสู่ระบบซอฟท์แวร์ของคอมพิวเตอร์มีหลากหลายวิธีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) Software Management

นำไปใช้ในการบริหารจัดการพลังงาน โดยผ่านซอฟแวร์สำหรับการบริหารจัดการ และควบคุมพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถบริหารและวางแผนการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถดูข้อมูลต่างๆได้แบบ Real time และ สามารถแสดงค่าต่างๆ ในรูปแบบกราฟได้อีกด้วย



รูปที่ 2.7-2 ซอฟแวร์ในการ Control ต่างๆ

Ref: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

1.2) Smart Monitor

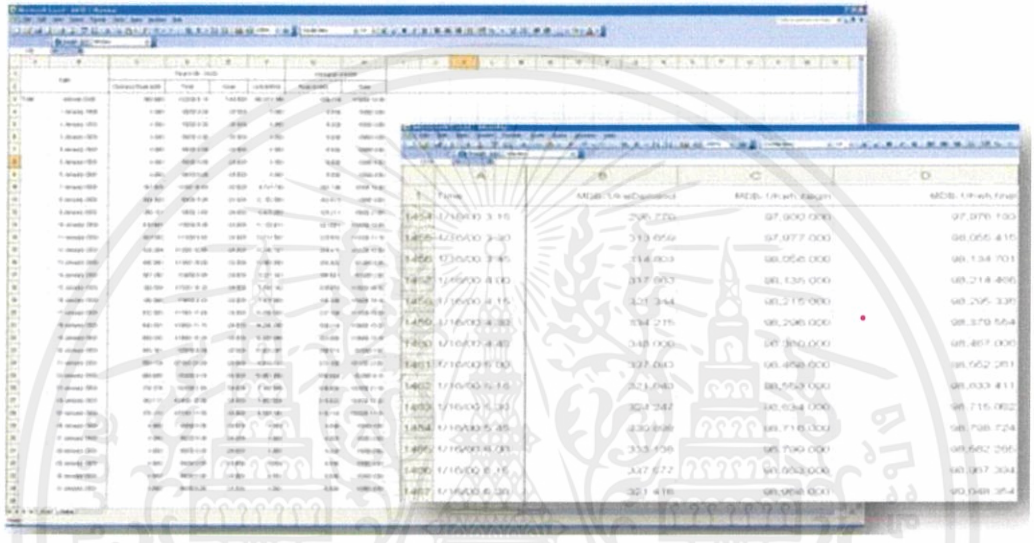
มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถดูข้อมูลต่างๆ ทางไฟฟ้าได้ในแบบ Real-time สามารถเชื่อมต่อกับมิเตอร์ได้หลากหลายรุ่น และ สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมกับอุปกรณ์วัดอื่นๆ ได้ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำมัน ก๊าซลม และ ความชื้น อีกทั้งสามารถเลือกบันทึกข้อมูลและการตั้ง Alarm เองได้

รูปที่ 2.7-3 มาตรวัดแบบ Real-Time

Ref: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีโปรแกรม Smart EE ที่คอยรายงานผลข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน และ โปรแกรมจะ มีรูปแบบมาตรฐานในการรายงาน เช่น รายงานรายวัน (Daily Report) รายงานรายเดือน (Monthly Report) รายงานรายปี(Yearly Report) และ รายงานการใช้พลังงานในแต่ละอุปกรณ์ (Energy Report) นอกจากนี้สามารถเรียนกูข้อมูลย้อนหลังได้ในลักษณะกราฟได้เป็นรายวินาที นาที ชั่วโมง วัน สัปดาห์ และเดือน โดยมีการแสดงค่าพลังงาน, กระแส, แรงดัน, การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง



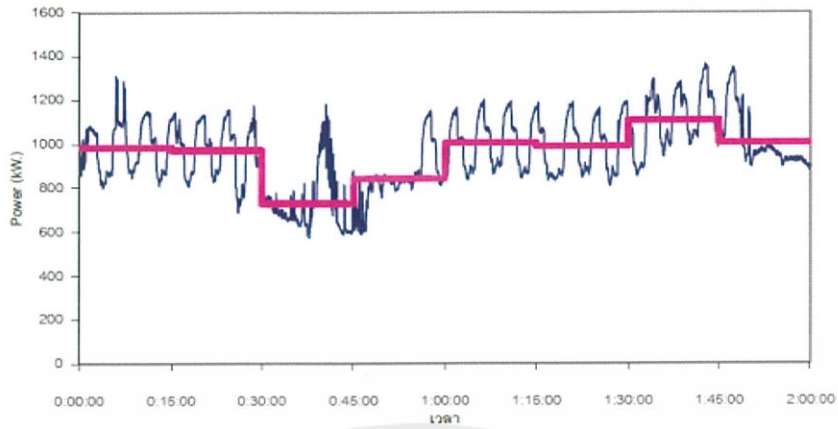
รูปที่ 2.7-4 การเก็บข้อมูลในรูปแบบ Microsoft Excel

Ref: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

2.ควบคุมค่าดีมานต์อัตโนมัติ

การนำค่าเฉลี่ยที่สูงสุดในรอบเดือนมาใช้เป็นค่าความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Demand) ดังนั้นถ้าค่า Demand มีแนวโน้มที่สูงเกินไปควรที่จะ ลื่อนการทำงานบางอย่างที่ไม่จำเป็นออกไปก่อนหรือ ตัด Load หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถหยุดได้ก่อน อาทิเช่น เครื่องปั๊มน้ำ เครื่องทำความเย็น ระบบปรับอากาศ หรือเครื่องจักรที่สามารถหยุดได้ชั่วขณะเป็นต้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเสียค่าไฟสูงในเดือนนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

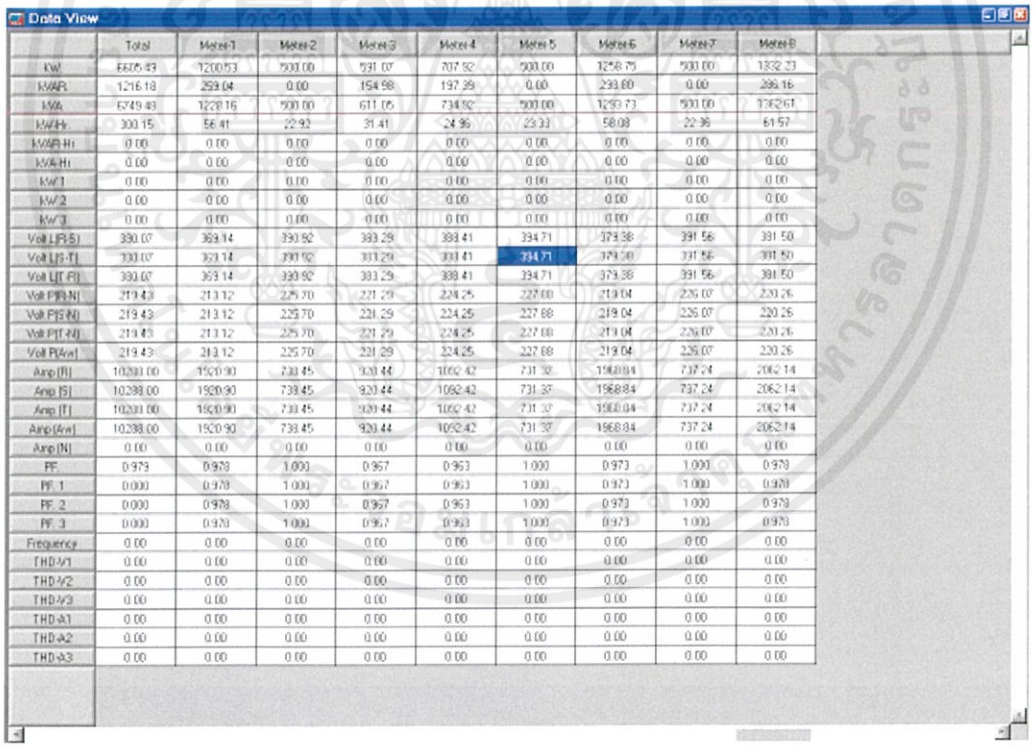


รูปที่ 2.7-5 กราฟ Demand

Ref: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

3. ตรวจเช็คค่าต่างๆและคุณภาพของระบบไฟฟ้า

สามารถใช้ในการเรียกดูข้อมูลเป็นตัวเลขแบบ Real Time ในรูปแบบตารางพร้อมกันทุกๆมิเตอร์



	Total	Meter-1	Meter-2	Meter-3	Meter-4	Meter-5	Meter-6	Meter-7	Meter-8
KW	6605.43	1200.53	500.00	531.07	707.52	500.00	1258.75	500.00	1332.23
KVAR	1216.18	259.04	0.00	154.98	197.39	0.00	293.60	0.00	286.16
KVA	6749.43	1228.16	500.00	611.05	734.52	500.00	1293.73	500.00	1362.61
KWHr	300.15	56.41	22.92	31.41	24.96	23.33	58.08	22.96	61.57
KVARHr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KVAHr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KW1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KW2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KW3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Volt L(R-S)	380.07	369.14	390.92	383.29	388.41	394.71	379.38	391.56	381.50
Volt L(S-T)	380.07	369.14	390.92	383.29	388.41	394.71	379.38	391.56	381.50
Volt L(T-R)	380.07	369.14	390.92	383.29	388.41	394.71	379.38	391.56	381.50
Volt P(R-N)	219.43	213.12	225.70	221.29	224.25	227.68	219.04	226.07	220.26
Volt P(S-N)	219.43	213.12	225.70	221.29	224.25	227.68	219.04	226.07	220.26
Volt P(T-N)	219.43	213.12	225.70	221.29	224.25	227.68	219.04	226.07	220.26
Volt P(Avg)	219.43	213.12	225.70	221.29	224.25	227.68	219.04	226.07	220.26
Amp (R)	10288.00	1920.90	738.45	920.44	1092.42	731.33	1968.84	737.24	2062.14
Amp (S)	10288.00	1920.90	738.45	920.44	1092.42	731.33	1968.84	737.24	2062.14
Amp (T)	10288.00	1920.90	738.45	920.44	1092.42	731.33	1968.84	737.24	2062.14
Amp (Avg)	10288.00	1920.90	738.45	920.44	1092.42	731.33	1968.84	737.24	2062.14
Amp (N)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PF	0.979	0.978	1.000	0.967	0.963	1.000	0.973	1.000	0.978
PF_1	0.000	0.978	1.000	0.967	0.963	1.000	0.973	1.000	0.978
PF_2	0.000	0.978	1.000	0.967	0.963	1.000	0.973	1.000	0.978
PF_3	0.000	0.978	1.000	0.967	0.963	1.000	0.973	1.000	0.978
Frequency	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
THD-V1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
THD-V2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
THD-V3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
THD-A1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
THD-A2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
THD-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

รูปที่ 2.7-6 การแสดงข้อมูลตัวเลขแบบ Real Time ในรูปแบบตาราง

Ref: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คิด Billing ค่าไฟฟ้าแยกส่วนต่างๆ

เช่น ในห้องพักโรงแรม/รีสอร์ท ร้านค้าเช่า ส่วนจัดแสดงสินค้าหรือบูธ รวมไปถึงสถานที่ จัดงานที่คิดค่าไฟชั่วคราว เป็นต้น

5. สามารถนำไปใช้งานในฟังก์ชันอื่นๆเพิ่มเติม

เช่น การทำ Alarm Control , การรับ-ส่งสัญญาณ Digital/Analog เป็นต้น

2.8 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

Current Transformer หรือ CT ไม่เหมือน Power Transformer ทั้งหมดแต่ใช้ หลักการ Electromagnetic Induction เหมือนกัน ลักษณะการใช้งานต่างกัน ใน Power Transformer กระแสไหลผ่านขดลวด Primary จะมี ความสัมพันธ์กับกระแสด้าน Secondary ซึ่งเป็นไปตาม Load แต่ CT มีขดลวด Primary ต่ออนุกรม (Series) กับ Line เพื่อวัดกระแสที่ไหลผ่าน หรือกล่าวได้ว่า กระแสในขดลวด Primary จะไม่ขึ้นกับ Load ที่ต่ออยู่อาจแบ่งประเภทของ CT ได้เป็นสองชนิดตามการใช้งาน

1. CT ที่ใช้วัดกระแสโดยนำอุปกรณ์Instrument เช่น Metering System ต่าง ๆ หรือ Energy Meter, Current Indicating Meter มาต่อเข้าที่ด้าน Secondary เรียกว่า Metering Current Transformer

2. CT ที่ใช้กับระบบป้องกัน (Protective Equipment) เช่น Trip Coil, Relay ซึ่งเรียกว่า Protective Current Transformer มีความแม่นยำต่ำกว่า Metering Current transformer

หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) มีหน้าที่คือแปลงกระแสสูงค่าหนึ่ง เป็นกระแสอีกค่าหนึ่งที่ต่ำลง ตามมาตรฐานกำหนด Rated Current ของขดลวดด้านทุติยภูมิ (Secondary Winding) ไว้ที่ 5A และ 1A เพื่อเป็นมาตรฐานในการผลิตอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่นำมาต่อเข้าที่ Secondary Terminal กรณีใช้งานกับไฟแรงสูง จำเป็นต้องมีฉนวนที่สามารถทนต่อแรงดันใช้งานและแรงดันผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8-1 ตัวอย่างของ Current transformer

Ref: http://www.ptech-i.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 เขียนไทม์ไลน์และวางแผนการดำเนินงาน

ออกแบบไทม์ไลน์ระยะเวลาที่จะใช้ในแต่ละขั้นตอนของการทำงาน

Job Description	Aug				Sep					Oct				Nov				Dec					Jan			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Study Energy monitoring system																										
Gather info of circuit breaker(Size/Location/Load type)																										
Draw Simple Electrical Single line diagram																										
Determine power meter postion																										
Checking and preparing for the installation																										
Create Scope of work for the vendor																										
Design the dashboard																										
Pr/Po processing																										
Installation process																										
Testing and Comissioning																										
Hand over																										

รูปที่ 3.1-1 ไทม์ไลน์ของการทำงาน

3.2 ศึกษาระบบแสดงและบันทึกปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. หาข้อมูลว่าระบบนี้ทำงานอย่างไร
2. จะต้องมีอุปกรณ์อะไรบ้าง
3. ศึกษาพอร์ตการเชื่อมต่อของมิเตอร์รุ่นต่างๆ
4. วิธีการเชื่อมพาวเวอร์มิเตอร์กับ Server
5. วิธีเดินสายสัญญาณ

3.3 กำหนดตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์

1. การที่จะกำหนดตำแหน่งของพาวเวอร์มิเตอร์ให้ครอบคลุมทุกระบบนั้น จะต้องรู้ก่อนว่า ตู้ Sub MDB แต่ละตู้จ่ายไฟให้โหลดอะไรบ้างและอยู่ตำแหน่งไหน จากการปรึกษากับทีมงาน ได้ข้อสรุปว่าให้รวบรวมข้อมูลของขนาด, ตำแหน่ง และชนิดของโหลดที่จ่ายเพื่อทำการ เขียน Electrical Single line diagram แบบคร่าวๆ ของโรงงาน เมื่อทราบแล้วว่าตู้ Sub MDB จ่ายให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดอะไร จึงกำหนดตำแหน่งในการติดพาวเวอร์มิเตอร์ โดยต้องใช้จำนวนมิเตอร์ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ปัญหาที่พบ: โหลดของระบบบางระบบกระจัดกระจายกันไปทั่ว เช่นระบบ HVAC เป็นต้น
วิธีแก้ปัญหา: รวมระบบ HVAC เข้ากับ ระบบ Production และรวมระบบของหอผึ่งน้ำเข้ากับระบบ Chiller เป็นระบบทำน้ำเย็น

2. การเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้ง โดยจากการสอบถามทีมงานและสืบค้นใน อินเทอร์เน็ตพบว่าพาว-เวอร์มิเตอร์ที่เหมาะกับการติดตั้งเพื่อตรวจจับและบันทึกเมื่อมีการเกิด Sag/Swell คือ PM8240 ของ Schneider ติดที่ตู้ MDB และอีกรุ่นเอาไว้สำหรับติดโหลดหลังตู้ MDB คือ PM2230 ติดที่ตู้ Sub MDB และ โหลดบางตัว

3.4 ตรวจสอบหน้างานการติดตั้ง

1. เมื่อได้ตำแหน่งที่จะติดตั้งแล้วต่อไปคือการไปตรวจสอบว่าที่ตู้ไฟดังกล่าวสามารถติดตั้ง พาวเวอร์มิเตอร์ได้หรือไม่ ต้องติดตั้งอุปกรณ์อะไรเพิ่มไหม จะเดินสายสัญญาณแบบไหนให้ใช้สายน้อยที่สุด

   ปัญหาที่พบ: บางตู้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าต้องใช้ Current transformer ขนาดเท่าไร และเกรงว่าวันทำงาน 1 วันอาจจะไม่เพียงพอ

   วิธีแก้ปัญหา: เปลี่ยนประเภทของ Current transformer จากแบบปกติเป็นแบบปลดแล้วคล้องได้เลย

2. ออกแบบวงลูปของมิเตอร์

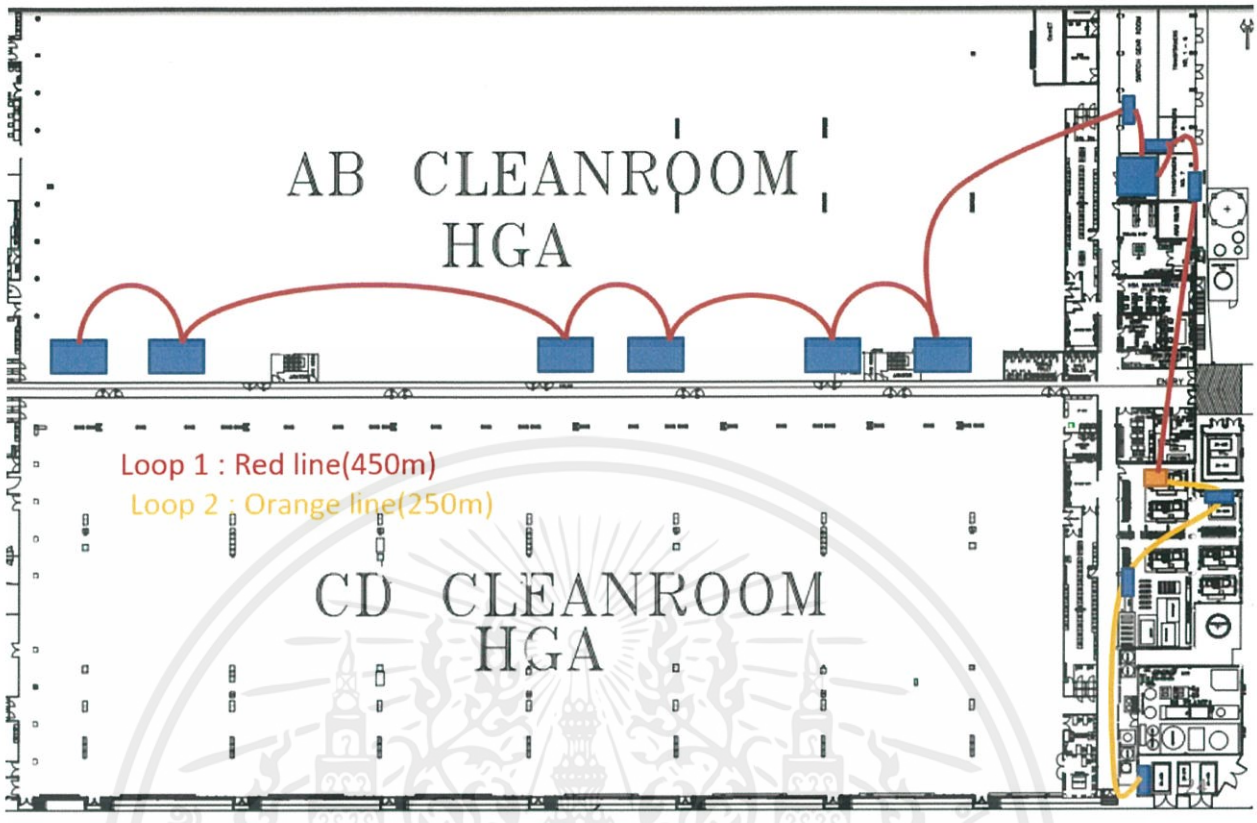
   ปัญหาที่พบ: ตู้อยู่กระจัดกระจายทำให้การเดินสายเป็นไปได้โดยยาก

   วิธีแก้ปัญหา: ให้จัดเป็นวงลูปเป็นกลุ่มๆไป

   ปัญหาที่พบ: จำนวนมิเตอร์ที่จะติดตั้งมีมากและระยะของวงลูปไกลเกินไปกว่าที่ตู้คอนโทรลพาเนลจะสามารถทำงานได้

   วิธีแก้ปัญหา: เพิ่มตู้คอนโทรลพาเนลเพิ่มอีก 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4-2 รูปแบบวง Loop

ลักษณะของวงลูปที่ได้ทำการออกแบบไว้สำหรับโครงงาน จะมี 2 วงลูป โดยในแต่ละลูปจะมีพาวเวอร์มิเตอร์ในลูปดังนี้

Loop 1: INCOMING MDB1 MDB2 MDB3 MDB4 MDB5 MBD6 MDB7 DP1 DP2 DP3 DP4 DP5 DP6 VAC123 VAC45 VAC678 ATS2

Loop 2: ACP1 ACP2 ACP3 PR ,E ,F Building Canteen

3.5 กำหนดขอบเขตงานของผู้รับเหมา

1. กำหนดว่าผู้รับเหมาจะต้องทำอะไรบ้าง
    1. ติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์และ Current transformer แต่ละรุ่นในตำแหน่งที่เรากำหนด
    2. ติดตั้งตู้คอนโทรลพาเนลและเดินสายสัญญาณ RS485 และ Ethernet Connect พาวเวอร์มิเตอร์ทุกตัวเข้ากับ Server ลิ้ง Server เข้ากับ PC ที่จัดเตรียมไว้ให้
    3. ติดตั้งตู้ คอนโทรลพาแนล ด้านในจะมี Server กับ Hub
    4. ติดตั้งโปรแกรม Power Monitoring Expert และจัดทำหน้าแสดงผลให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จัดทำคู่มือการใช้งานและอบรมวิธีการใช้งานให้พนักงานแผนก Facilities Engineering ทั้ง 3 กะ

2. ออกแบบว่าจะให้แสดงอะไรบ้าง

จากการปรึกษากับทีม เขาแนะนำให้ทำไว้ 2 รูปแบบ แบบหนึ่งเพื่อ ใช้ในการทำงาน แสดงค่าต่างๆ เช่น แรงดัน กระแส สถานะของเบรคเกอร์ ให้ครบถ้วน ส่วนอีกแบบคือสรุปของแต่ละ ระบบว่าระบบนั้นใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวันอยู่กี่หน่วย

3. จัดทำแพ็คเกจพรีเซ็นต์งานให้ Vendor และ Cost estimation เพื่อเปรียบเทียบกับราคาที่ Vendor เสนอ

ปัญหาที่พบ ณ ตอนนี้ Vendor เสนอราคามามากเกินความเหมาะสม อยู่ระหว่างในขั้นการเจรจาต่อรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์และตู้คอนโทรลพาเนล

3.6.1 ACP 1 Location: Chiller room

รูปที่ 3.6-1 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR275

รูปที่ 3.6-2 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ACP#

การติดตั้งที่ ACP 1 Main และทำได้โดยการถอดเพาว์เวอร์มิเตอร์ตัวเก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 เข้าไปแทนที่ใช้ CT เดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่ ส่วนที่ ZR 275 จะต้องทำการเจาะรูใหม่สำหรับการใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM22330 และติดตั้ง CT 1200/5A จำนวน 3 ชุด

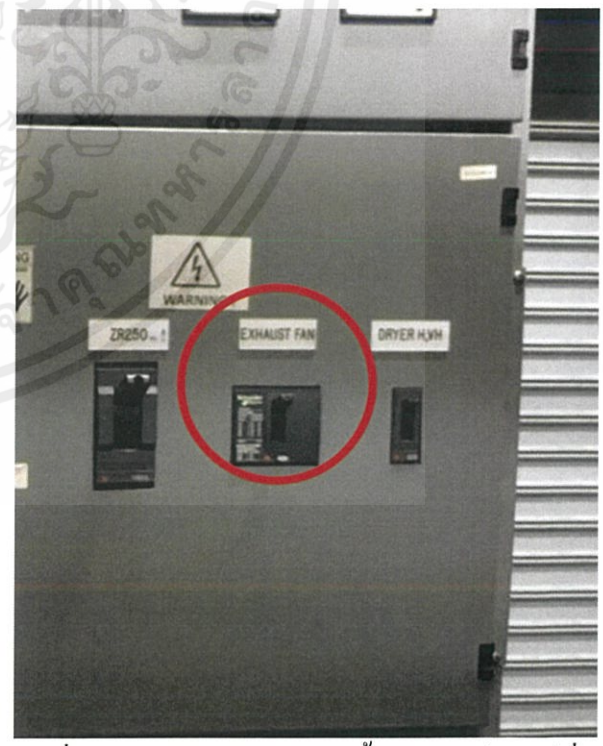
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6-3 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR400VSD

การติดตั้งที่ ZR400 VSD ทำได้โดยการถอดเพาว์เวอร์มิเตอร์ตัวเก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 เข้าไปแทนที่ใช้ CT ตัวเดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่

3.6.2 ACP 2 Location: Chiller room

รูปที่ 3.6-4 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ACP#2

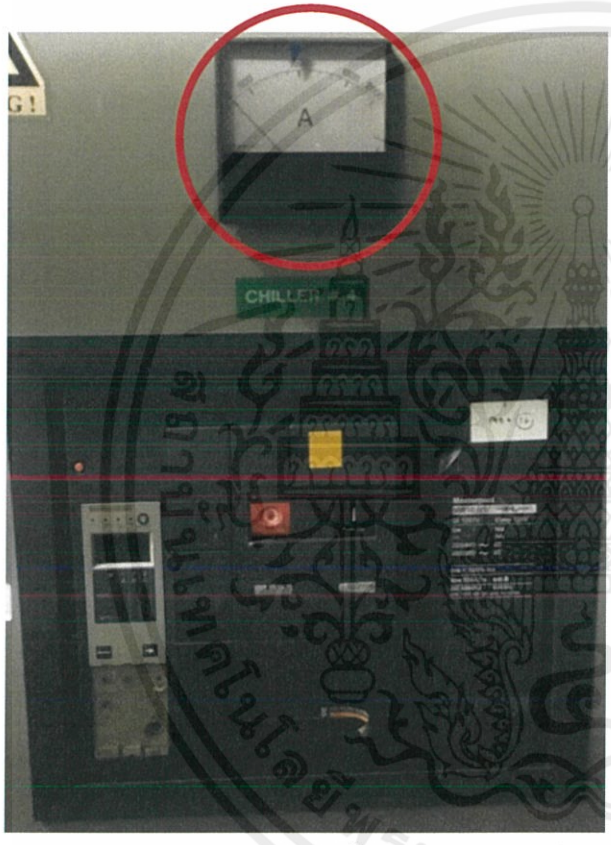


รูปที่ 3.6-5 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Exhaust fan

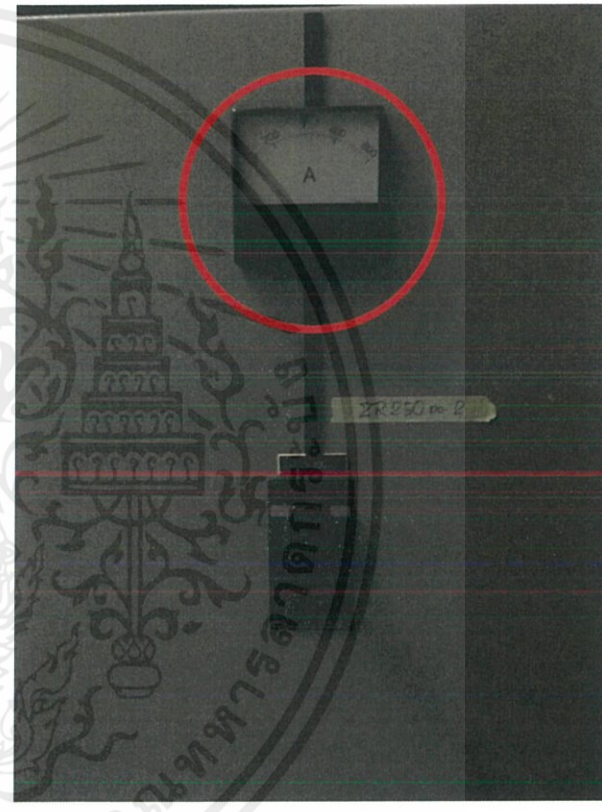
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งที่ ACP 2 Main ทำได้โดยการถอดมิเตอร์ตัวเก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 เข้าแทนที่ ใช้ CT เดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่ ส่วนที่ Exhaust fan จะต้องเจาะรูเพื่อใส่พาวเวอร์มิเตอร์และต้องติดตั้ง CT 60/5 จำนวน 3 ชุด

3.6.3 ACP 3 Location: Chiller room



รูปที่ 3.6-6 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Chiller#4



รูปที่ 3.6-7 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR250 no 2

ที่ Chiller# 4 และ ZR250 no 2 ทำการติดตั้งโดยการถอดมิเตอร์เก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 แทนที่และต้องทำการเปลี่ยน CT 1200/5 และ 800/5 อย่างละ 3 ชุดที่ Chiller#4 และ ZR250 no 2 ตามลำดับ เนื่องจาก CT เดิมมีแค่เฟสเดียวอีกทั้งยังไม่สามารถใช้การได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 MDMG Location: Vacuum/ATS room

รูปที่ 3.6-8 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Vacuum 45

รูปที่ 3.6-9 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Vacuum 678

Vacuum 123 และ Vacuum 45 จะอยู่ใน ATS room ส่วน Vacuum 678 จะอยู่ที่ Vacuum room การติดตั้งของทั้ง 3 จุดจะเหมือนกัน โดยให้ถอดมิเตอร์ตัวเก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 แทนที่ ใช้ CT เดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่

รูปที่ 3.6-10 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Vacuum 123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 ATS#2 Location: ATS room

การติดตั้งทำได้โดยการถอดมิเตอร์เก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 แทนที่ ใช้ CT เดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่

รูปที่ 3.6-11 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ATS 2

3.6.6 ZR400#1 Location: Air Compressor room

การติดตั้งทำได้โดยการถอดมิเตอร์เก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 แทนที่ ใช้ CT เดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่

รูปที่ 3.6-12 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ ZR400#1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.7 DP 1-6 Location: Mezzanine

รูปที่ 3.6-13 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP1

รูปที่ 3.6-14 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP2

การติดตั้งที่ DP1 และ DP2 ทำได้โดยการถอดมิเตอร์เก่าออกแล้วใส่พาวเวอร์มิเตอร์ PM2230 แทนที่ ใช้ CT เดิม เนื่องจากของเดิมยังสามารถใช้งานได้อยู่ และให้มีการทำแผ่นเพลตมาปิดไว้ไม่ให้เห็นภายในตู้ได้ โดยให้ทำเพลตในลักษณะเดียวกันกับตู้ DP3/DP4

รูปที่ 3.6-15 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP3

รูปที่ 3.6-16 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP4

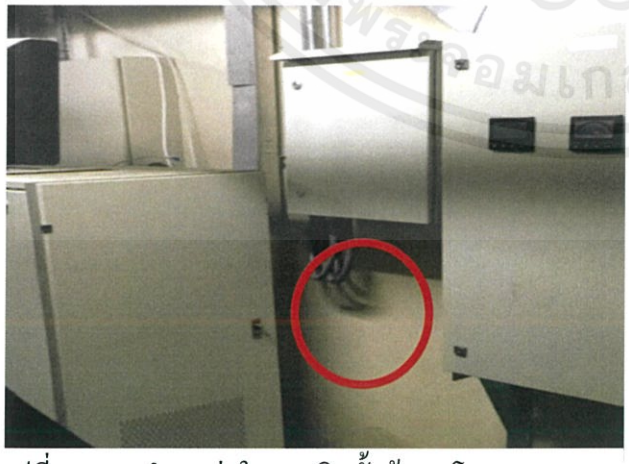
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6-17 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP5

รูปที่ 3.6-18 ตำแหน่งในการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ DP6

ในส่วนของ DP3-6 ให้ทำการติดตั้งโดยถอดมิเตอร์เก่าออกแล้วพาวเวอร์มิเตอร์รุ่น PM2230 แทนที่แล้วใช้ CT เดิม เนื่องจากตรวจเช็คแล้วยังสามารถใช้งานได้อยู่

3.6.8 Control panel Location: Chiller room



รูปที่ 3.6-19 ตำแหน่งในการติดตั้งตู้คอนโทรลพาเนล

ให้ทำการติดตั้งใต้ตู้คอนโทรพาเนล 1 โดยให้ทำการดัดแปลงตู้ที่ 1 ให้นำสายไฟเข้าด้านข้างแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.9 MDB 1-7 Location: Switchgear room

E,F Building PR Canteen Location: Electrical room

MDB 1-7 E,F Building PR และ Canteen ไม่มีรูปภาพตำแหน่งในการติดตั้งเนื่องจากอยู่ในบริเวณที่ห้ามถ่ายภาพ ส่วนวิธีในการติดตั้งนั้นทำได้โดยการถอดมิเตอร์ตัวเก่าออกแล้วใส่ตัวใหม่แทนที่ใช้ CT เดิม

3.6.10 รายละเอียดแต่ละ System

ในแต่ละ System จะประกอบไปด้วยผลรวมพลังงานของพาวเวอร์มิเตอร์ต่อไปนี้

1. ระบบ Compressed Dry Air จะเป็นผลรวมของ ZR275, ZR400VSD, ZR400#1, ZR250#2 และผลลบระหว่าง ACP#2 กับ Exhaust fan
2. ระบบ Vacuum จะเป็นผลรวมของ VAC123, VAC45 และ VAC678
3. ระบบ Cooling tower& Chiller จะเป็นผลรวมของ Chiller#4 ,ผลลบระหว่าง ACP#1 ลบกับ ZR275และ ZR400VSD และผลลบระหว่าง MDB7 กับ DP6
4. ระบบ Production จะเป็นผลรวมของ DP1-6 และ ATS#2
5. Office zone จะเป็นผลรวมของ PR E, F Building และ Canteen
6. Other จะเป็นผลลบระหว่าง Incoming กับพาวเวอร์มิเตอร์ทุกตัวที่ได้ทำการติดตั้งหลังตู้ MDB ในระบบ Energy Monitoring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลที่ได้รับ

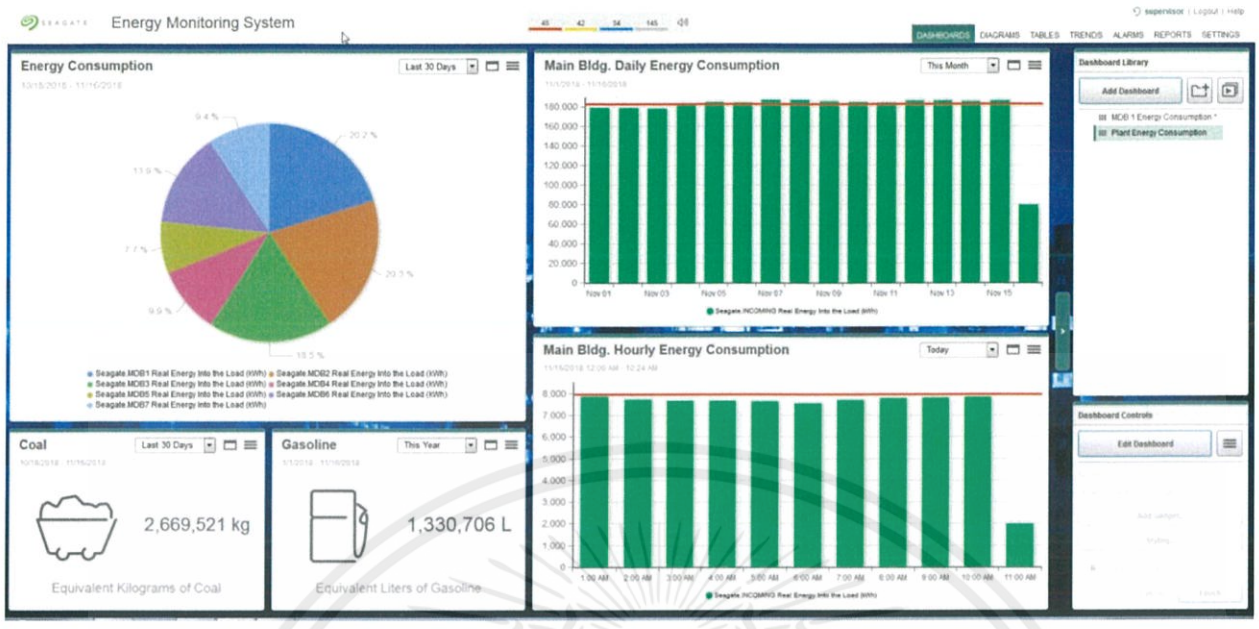
การติดตั้งถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นการทดลอง บริษัทได้เตรียมอุปกรณ์ และให้ผู้รับเหมาเป็นผู้ติดตั้ง โดยส่วนที่ 1 การติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว สำหรับส่วนที่ 2 การเตรียมอุปกรณ์และการติดตั้งจะให้ผู้รับเหมารับผิดชอบทั้งหมด แต่เนื่องด้วยการต่อรองราคาระหว่างบริษัทและผู้รับเหมายังไม่สำเร็จลุล่วง จึงยังไม่สามารถทำการติดตั้งได้ทั้งหมด ดังนั้นในบทนี้จะมีผลที่ได้รับจากการติดตั้งส่วนที่ 1 ประมาณ 30%

4.1 หน้า Dashboard หลัก

แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน โดยจะมีกราฟวงกลมแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานของ MDB แต่ละตัว และมีกราฟแท่ง แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวัน และรายชั่วโมงของโรงงาน เมื่อทำการติดตั้งส่วนที่ 2 เสร็จ กราฟวงกลมจะสามารถแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละ System ได้อีกด้วย โดย System ทั้งหมดมี ดังนี้

1. Production
2. Compressed Dry Air
3. Cooling tower& Chiller
4. Vacuum
5. Office zone and Canteen
6. Other

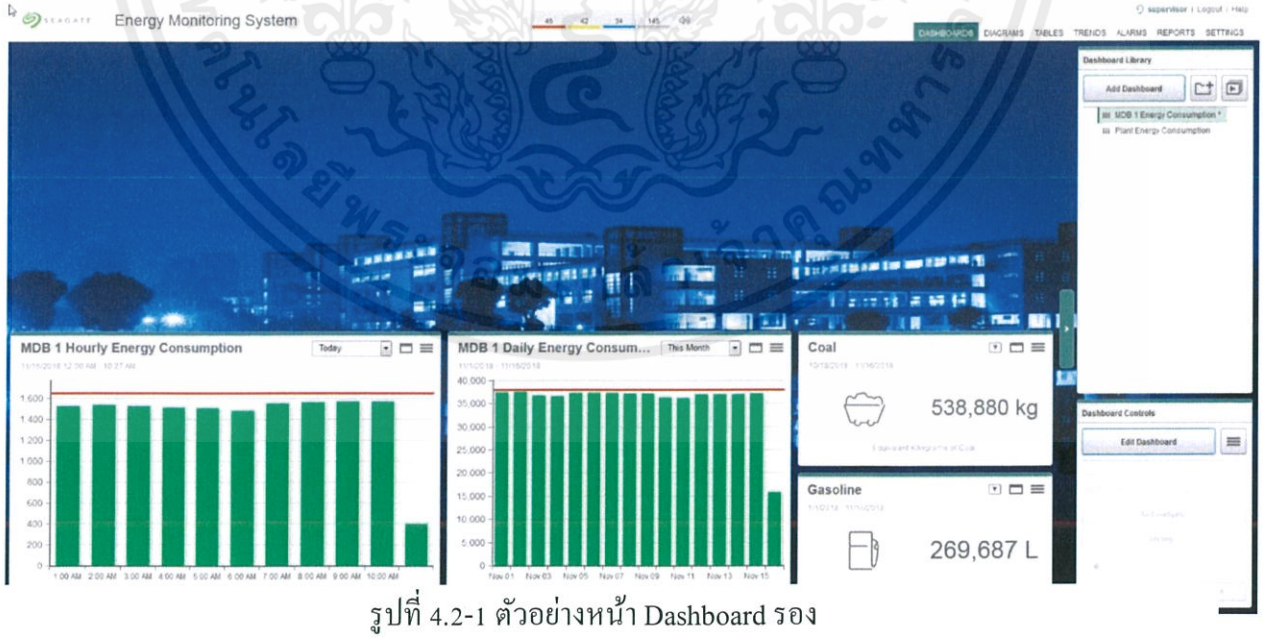
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1-1 ตัวอย่างหน้า Dashboard หลัก

4.2 หน้า Dashboard รอง

แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละ MDB แบบรายวัน และรายชั่วโมง และเมื่อทำการติดตั้งส่วนที่ 2 เสร็จ จะสามารถแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของ System ต่างๆ ทั้งแบบรายวัน และ แบบรายชั่วโมงได้อีกด้วย

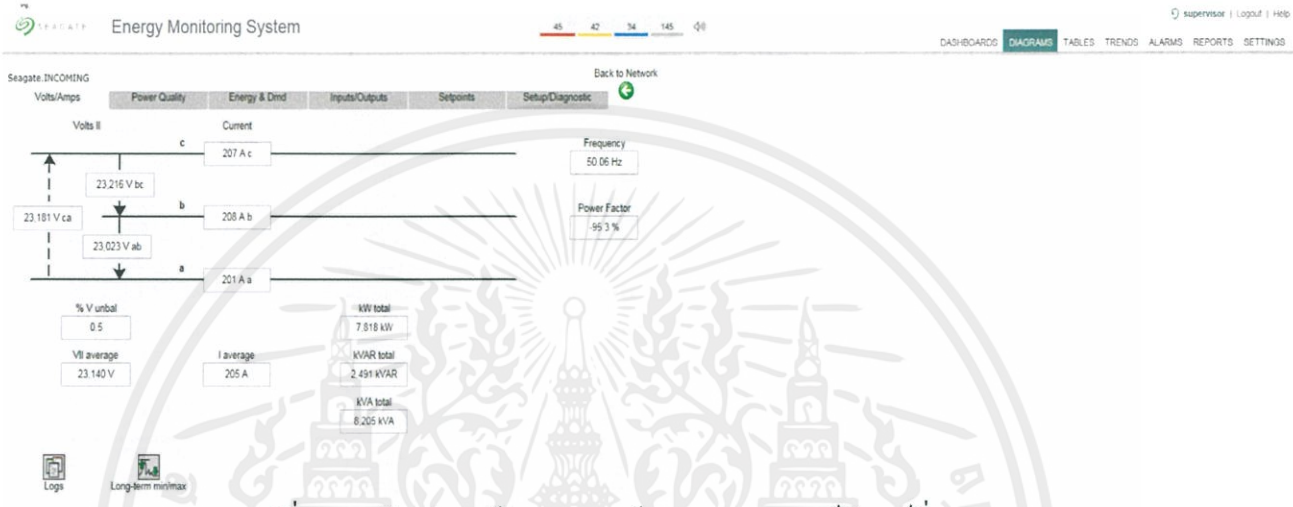


รูปที่ 4.2-1 ตัวอย่างหน้า Dashboard รอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 หน้า Diagram

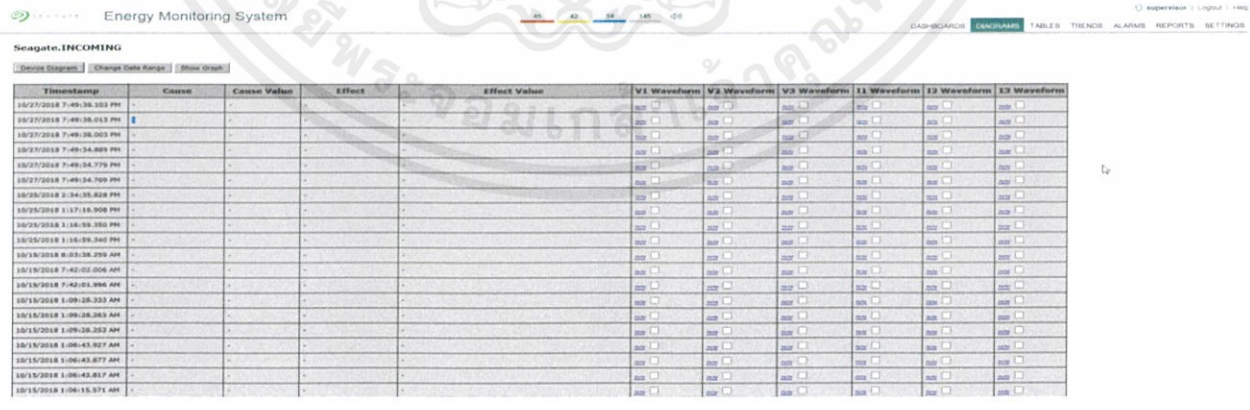
ยังไม่มีตัวอย่างเนื่องจากยังไม่ได้ทำการติดตั้งส่วนที่ 2 เมื่อทำการติดตั้งส่วนที่ 2 เสร็จ หน้านี้จะแสดง Electrical Single Line diagram แบบคร่าวๆ โดยในหน้านี้สามารถอ่านค่าพื้นฐานของพาวเวอร์มิเตอร์ และสามารถตรวจสอบสถานะของเบรคเกอร์ได้ หรือสามารถเข้าไปดูข้อมูลของมิเตอร์แต่ละตัวได้ดังแสดงในรูป



รูปที่ 4.3-1 ตัวอย่างหน้าการแสดงข้อมูลของพาวเวอร์มิเตอร์ที่ Incoming

4.4 หน้าบันทึกเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้า

สามารถเข้าถึงหน้านี้ได้โดยเข้าที่ หน้า Diagram เลือกเมิเตอร์ที่จะดู >>> Power Quality แล้วจะปรากฏเหตุการณ์ทั้งหมดที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพฟ้า ดังรูป

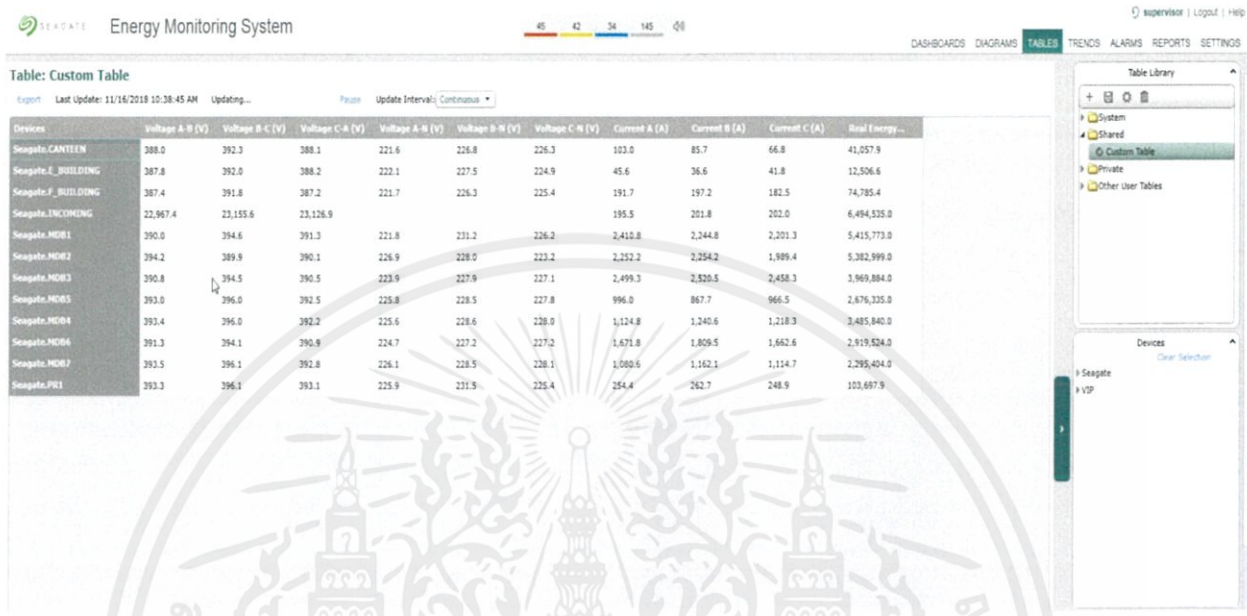


รูปที่ 4.4-1 ตัวอย่างหน้าบันทึกเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 หน้า Table

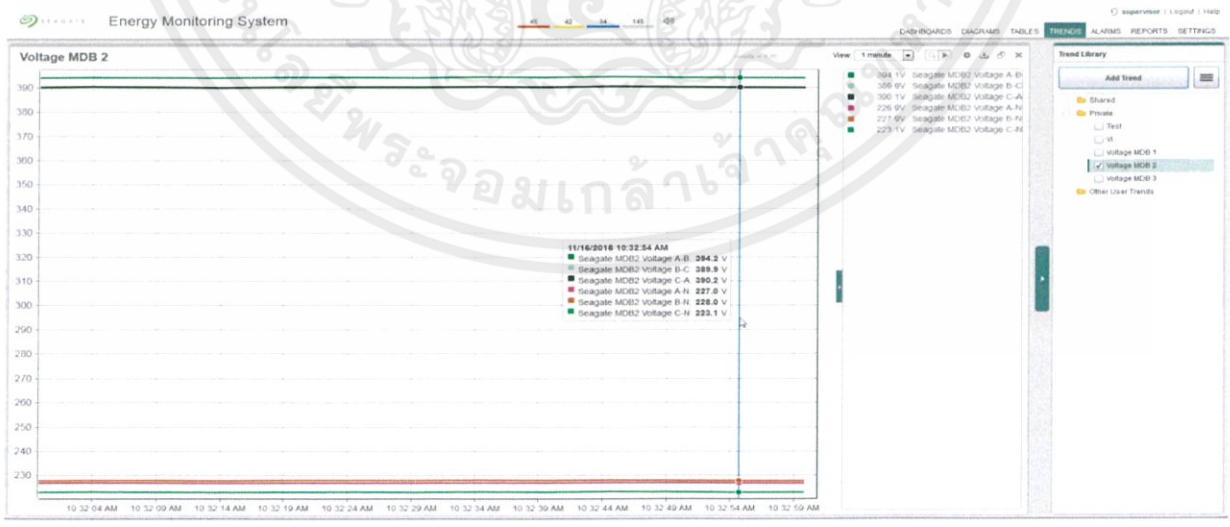
หน้านี้เราสามารถตั้งค่าได้ว่าจะให้แสดงพารามิเตอร์อะไรของมิเตอร์ตัวที่เรากำหนด โดยค่าในหน้านี้จะแสดงผลแบบเรียลไทม์หรือตามค่าที่เราตั้งไว้ดังแสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 4.5-1 ตัวอย่างหน้า Table

4.6 หน้า Trend

หน้านี้เราสามารถตั้งค่าได้ว่าจะให้แสดงกราฟเส้นของพารามิเตอร์ต่างๆ ของมิเตอร์ตัวที่เรากำหนด โดยหน้านี้จะแสดงผลแบบเรียลไทม์หรือตามค่าที่เราตั้งไว้ดังแสดงในรูปด้านล่าง

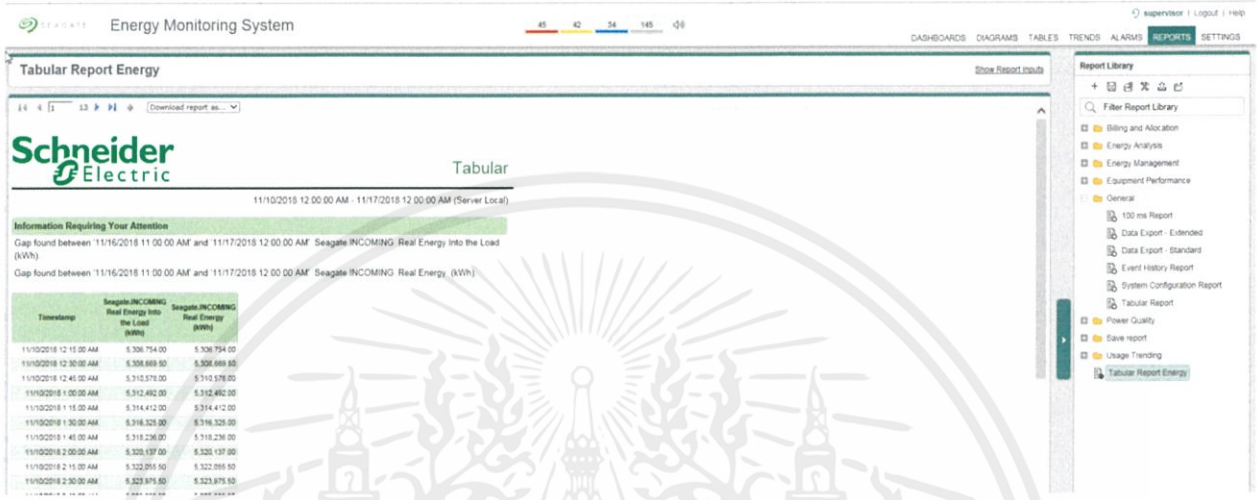


รูปที่ 4.6-1 ตัวอย่างหน้า Trend

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 หน้า Reports

หน้านี้จะแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของมิเตอร์ตัวนั้นๆ โดยเราสามารถเลือกได้ว่าจะเอาพารามิเตอร์จากมิเตอร์ตัวไหนและพารามิเตอร์อะไรบ้าง อีกทั้งยังสามารถทำการ Export เป็นไฟล์ Excel เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานต่อ



รูปที่ 4.7-1 ตัวอย่างหน้า Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

เมื่อทำการติดตั้งเสร็จสิ้นทั้งหมด ซีเกทจะมีระบบบันทึกและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าไว้ใช้ในการปฏิบัติงานของช่างเทคนิคและพัฒนาระบบการจัดกการพลังงานให้ดีขึ้น โดยการนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์หามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับโรงงาน อีกทั้งยังสามารถบันทึกข้อมูลของเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาให้เครื่องจักรสามารถต้านทานเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้าได้ในระดับหนึ่ง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่พบในระหว่างการทำโครงงานสหกิจศึกษาคือ ขาดความรู้พื้นฐานของระบบการแสดงและบันทึกผลการใช้พลังงานไฟฟ้า และขาดความรู้ความชำนาญด้านเทคนิคของช่าง ไม่รู้จักสถานที่ว่าตู้ไฟต่างๆ ตั้งอยู่บริเวณใดบ้าง

แนวทางการแก้ไข อ่านและหาข้อมูลเกี่ยวกับระบบนี้ในอินเทอร์เน็ต ในเวลาปฏิบัติงานให้พาช่างเทคนิคไปด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในความคิดของข้าพเจ้าระบบแสดงผลและบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นระบบที่ทุกโรงงานหรือ สถานที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณมากควรจะต้องมี เพราะจะสามารถตรวจสอบและแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวกับไฟฟ้าได้เร็วขึ้น ทำให้สามารถกู้ระบบให้กลับมาในสภาพปกติได้ไวขึ้น แต่ระบบนี้ยังสามารถพัฒนาต่อไปได้อีก โดยแนวทางในการพัฒนาระบบมีดังนี้

1. ติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล
2. ลิ้งสัญญาณกับมิเตอร์ชนิดอื่นเข้ากับระบบเช่น มิเตอร์น้ำ มิเตอร์วัด Flow ของอากาศอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง

[1] RIVERPLUS "การตรวจสอบและการจัดการพลังงาน POWER MONITORING AND MANAGEMENT SOLUTION" [Online]. Available : https://riverplusblog.com/2014/10/22. 2014

[2] RIVERPLUS "PLC Protocol: การสื่อสารแบบ Modbus Protocol" [Online]. Available : https://riverplusblog.com/2011/08/18/plcprotocol. 2011

[3] ปิยพร นุรารักษ์. 2556 "การสื่อสารข้อมูล" กรุงเทพฯ

[4] OMEGA MEASURING INSTRUMENT "RS485" [Online]. Available : https://www.omi.co.th/th/article/rs485. 2017

[5] สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัยกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2558 การเขียนแบบแปลนโดยแสดงเป็นแผนภาพเส้นเดี่ยว Single Line Diagram. กรุงเทพฯ

[6] ศักดิ์ชัย นรสิงห์. 2545 "คุณภาพกำลังไฟฟ้า Power Quality" อินดัสเทรียล. 8(94) : 95-101

[7] Factomart "Power meter และการประยุกต์ใช้" [Online]. Available : https://www.factomart.com/th/main-power-meter/.

[8] วรินทร ศรีสุทัศน์กุล. 2556. "การติดตั้งและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดนครปฐม" วิทบยานิพนธ์สหกิจศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย, มหาวิทยาลัยสยาม

.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

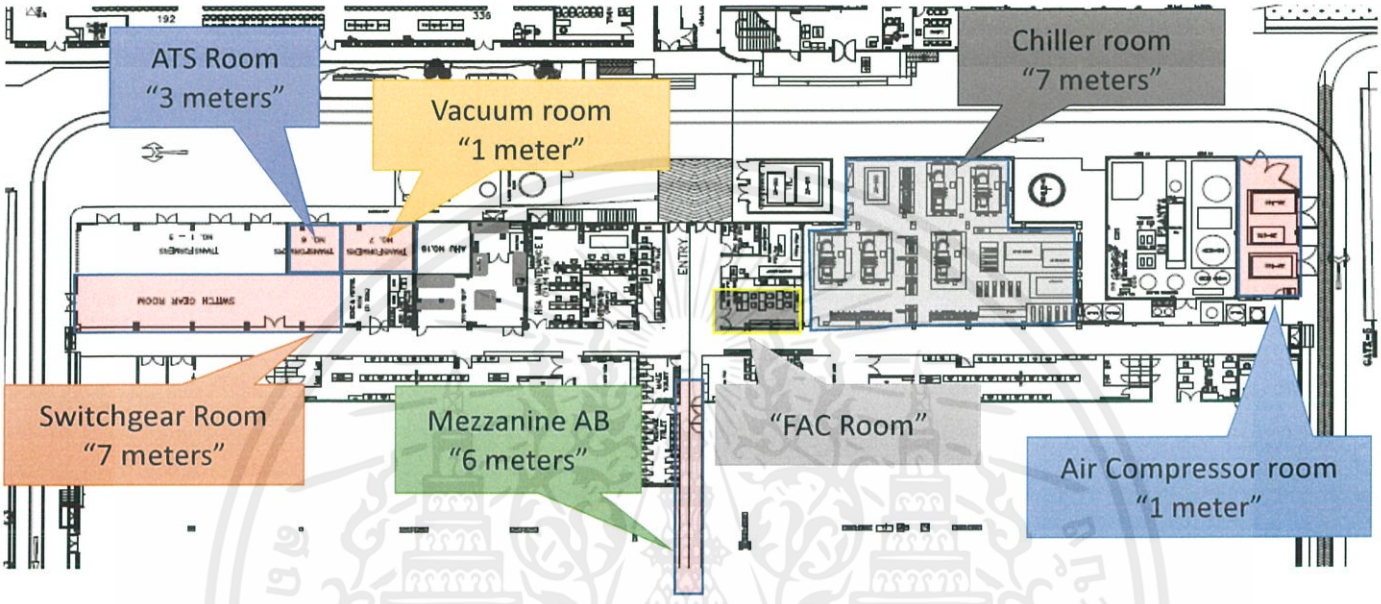
อุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในโครงงานนี้

1.	PM8240	7	ตัว
2.	PM2230	22	ตัว
3.	CT1200/5	6	ตัว
4.	CT 60/5	3	ตัว
5.	CT 800/5	3	ตัว
6.	Clamp amp meter	1	ตัว
7.	RS485	1000	m
8.	Ethernet	300	m
9.	ตู้ Control panel	2	ตัว
10.	ComX510	1	ตัว
11.	Hub	1	ตัว
12.	EGX150	2	ตัว
13.	Power Supply	3	ตัว
14.	Circuit breaker 10 A	3	ตัว
15.	PC	1	ชุด
16.	Power Monitoring Expert	1	license
17.	Flex/Conduit	1300	m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขอบเขตการติดตั้ง



รูปที่ ข. 1-1 ตำแหน่งและจำนวนพาวเวอร์มิเตอร์ที่ทำการติดตั้งในตัวอาคารหลัก

รูปที่ ข. 1-2 จะแสดงบริเวณและจำนวนของพาวเวอร์มิเตอร์ที่ทำการติดตั้งในแต่ละส่วน โดยจะมีติดตั้งที่ ห้อง Switchgear 7 ตัว ในห้อง ATS 3 ตัว ในห้อง Vacuum 1 ตัว บน Mezzanine 6 ตัว ในห้อง Chiller 7 ตัว และในห้อง Air Compressor ตัว ส่วนที่เหลืออีก 4 ตัวจะถูกติดตั้งในอาคารต่างๆ อาทิเช่น E-Building Pi-Building PR-Building และที่ Canteen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่ได้จากพาวเวอร์มิเตอร์และการนำข้อมูลไปใช้ต่อ

11/1/18 0:00	3665924
11/1/18 0:15	3667779
11/1/18 0:30	3669628
11/1/18 0:45	3671478
11/1/18 1:00	3673326
11/1/18 1:15	3675171
11/1/18 1:30	3677035
11/1/18 1:45	3678888
11/1/18 2:00	3680738
11/1/18 2:15	3682581
11/1/18 2:30	3684415
11/1/18 2:45	3686254
11/1/18 3:00	3688084

รูปที่ ค. 1-1 ข้อมูลที่ดึงออกมาจากพาวเวอร์มิเตอร์

รูปที่ ค. 1-1 จะแสดงข้อมูลการใช้พลังงานที่ดึงออกมาจากพาวเวอร์มิเตอร์โดยที่พาวเวอร์มิเตอร์จะทำการบันทึกข้อมูลทุก 15 นาที นำข้อมูลที่ได้จากพาวเวอร์มิเตอร์ไปหา ค่า Total Energy Consumption On peak และ Off peak จะได้ค่าดังรูปด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Date		Total Energy Con	On Peak	Off peak
11/1/18 0:00	3665924	177780	96869.25	80910.75
11/1/18 0:15	3667779	177774.75	96829.5	80945.25
11/1/18 0:30	3669628	177768.75	96815.25	80953.5
11/1/18 0:45	3671478	177763.5	96774.5	80989
11/1/18 1:00	3673326	177764.75	96761.75	81003
11/1/18 1:15	3675171	177758.5	96743.75	81014.75
11/1/18 1:30	3677035	177750.5	96707.5	81043
11/1/18 1:45	3678888	177734	96679.75	81054.25
11/1/18 2:00	3680738	177714.25	96653.75	81060.5
11/1/18 2:15	3682581	177720.75	96646.75	81074
11/1/18 2:30	3684415	177734.25	96610.5	81123.75
11/1/18 2:45	3686254	177748	96561.25	81186.75
11/1/18 3:00	3688084	177748.75	96528.25	81220.5

รูปที่ ค. 1-2 ค่า Total energy consumption On peak และ Off peak ที่มาจากการคำนวณ

รูปที่ ค. 1-2 จะแสดงค่า Total energy consumption On peak และ Off peak ที่ได้จากการคำนวณข้อมูลที่ดึงมาจากพาวเวอร์มิเตอร์ โดยการใช้โปรแกรม Excel จากนั้นนำค่า Total Energy Consumption On peak และ Off peak ไปใส่ในตารางด้านล่าง เพื่อคำนวณหาค่าไฟรายวัน

Date	Total Energy usage	Demand cost	Used Energy during On peak peroid	Used Energy during Off peak peroid	Energy charge	Service charge	Ft	Ft cost	Total cost	Total cost included tax
11/1/2018	177,780	-		80,911	212,755	10	-.159	(28,267)	184,498	197,413
11/2/2018	178,235	-	97,536	80,699	622,795	10	-.159	(28,339)	594,466	636,078
11/3/2018	177,509	-	-	177,509	466,759	10	-.159	(28,224)	438,545	469,243
11/4/2018	180,984	-	-	180,984	475,896	10	-.159	(28,776)	447,130	478,429
11/5/2018	183,934	-	100,341	83,593	642,211	10	-.159	(29,245)	612,976	655,884
11/6/2018	183,625	-	100,564	83,062	641,752	10	-.159	(29,196)	612,566	655,446
11/7/2018	185,676	-	101,334	84,342	648,362	10	-.159	(29,522)	618,849	662,169
11/8/2018	186,235	-	101,434	84,801	649,989	10	-.159	(29,611)	620,388	663,815
11/9/2018	184,938	-	100,521	84,417	645,136	10	-.159	(29,405)	615,741	658,843
11/10/2018	183,732	-	-	183,732	483,122	10	-.159	(29,213)	453,919	485,693
11/11/2018	183,433	-	-	183,433	482,337	10	-.159	(29,166)	453,181	484,904
11/12/2018	185,440	-	101,054	84,386	647,298	10	-.159	(29,485)	617,823	661,071
11/13/2018	185,414	-	100,870	84,544	646,940	10	-.159	(29,481)	617,469	660,692
11/14/2018	184,788	-	100,399	84,389	644,548	10	-.159	(29,381)	615,177	658,240
11/15/2018	185,002	-	100,647	84,355	645,505	10	-.159	(29,415)	616,100	659,227
11/16/2018	185,287	-	100,723	84,565	646,374	10	-.159	(29,461)	616,923	660,108
11/17/2018	183,695	-	-	183,695	483,026	10	-.159	(29,208)	453,829	485,597
11/18/2018	182,322	-	-	182,322	479,414	10	-.159	(28,989)	450,435	481,966
11/19/2018	182,174	-	99,190	82,984	635,767	10	-.159	(28,966)	606,811	649,288
11/20/2018	181,188	-	99,027	82,162	632,916	10	-.159	(28,809)	604,117	646,405
11/21/2018	182,163	-	99,220	82,943	635,785	10	-.159	(28,964)	606,831	649,309
11/22/2018	182,549	-	99,852	82,697	637,799	10	-.159	(29,025)	608,784	651,398
11/23/2018	181,182	-	99,010	82,172	632,872	10	-.159	(28,808)	604,075	646,360
11/24/2018	177,295	-	-	177,295	466,197	10	-.159	(28,190)	438,017	468,679

รูปที่ ค. 1-3 ตารางคำนวณค่าไฟรายวัน

เมื่อใส่ค่าดังกล่าวในตารางและค่า (Service charge และ Demand cost อยู่ในบิลค่าไฟ)จะได้ค่าไฟรายวันเนื่องจากใส่สูตรไว้ใน Excel แล้ว ข้อมูลที่ได้จากตารางนี้จะถูกนำไปใส่ใน Presentation package ของทีม Energy Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายสุทธิพัฒน์ วงศ์วัฒนวิสุทธิ์

วัน เดือน ปีเกิด : 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2540

ภูมิลำเนา : 30/1 ถนนเยาวราช 2/1 ตำบลตลาดใหญ่ อำเภอเมืองภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต 83000

อีเมลล์ : swongwatanawisut@gmail.com

ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนสตรีภูเก็ต

: ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย

: ระดับปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรวิศวกรรมพลังงานไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน : 1 มิถุนายน – 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561

นักศึกษาฝึกงานและสหกิจศึกษา ฝ่าย Facilities Engineering

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี(ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้