รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร
Application of Building Automation System to Power Consumption Management

นายชยานนท์ ลิ้มศิริวัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

Application of Building Automation System to Power Consumption Management

นายชยานนท์ ลิ้มศิริวัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

ชื่อ – สกุล นักศึกษา นายชยานนท์ ลิ้มศิริวัฒน์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ทรงชัย วีระทวีมาศ

ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน คุณณัฐชัย เมืองสงฆ์

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ให้ออกแบบและติดตั้งเกี่ยวกับ “ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร” โดยได้นำระบบ SCADA มาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยมีจุดประสงค์ที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้ปริมาณไฟฟ้าสูงจากการวัดโดยใช้ Power meter โดยมีความประสงค์ที่จะลดจำนวนเงินที่เสียไปกับค่าพลังงานไฟฟ้า และสามารถนำค่าที่วัดได้จาก Power meter เป็นข้อมูลที่สามารถเรียกดูเพื่อนำมาวิเคราะห์หาการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอาคาร

Cooperative Title: Application of Building Automation System to Power Consumption Management

Student Intern Name: Ms. Chayanon Limsiriwat

Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering

Advisor Name: Assoc. Prof. Songchai Weerathaweemas

Mentor Name: Mr. Nuttachai Muangsong

Company: PS Engineering Consultants Co.,Ltd.

ABSTRACT

This completed thesis report gets supporting from PS Engineering Consultant Company Limited to design and install for "Power Consumption Management" by utilizing SCADA system in order to control air conditioning equipment. The purpose is to reduce electric expense in period of high electric consumption from measurement of Power meter. Not only save expense payment, but also get retrievable data that can analyze electric consumption in each buildings.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานเรื่องระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Application of Building Automation System to Power Consumption Management) สำเร็จด้วยดีต้องขอขอบพระคุณทางบริษัท พีเอส เอ็น จิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ที่ได้ให้โอกาสในการเข้ามาทำโครงการสหกิจศึกษาที่ให้ประสบการณ์ต่างๆ มากมาย

ขอขอบพระคุณ รศ.ทรงชัย วีระทวีมาศ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมถึง คุณณัฐชัย เมืองสงฆ์ ซึ่งเป็นผู้ดูแลและควบคุมการทาสหกิจศึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา อีกทั้งยังคอยเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ตลอดการทำโครงงาน

นาย ชยานนท์ ลิ้มศิริวัฒน์

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 3

1.3 ขอบเขตโครงงาน 3

1.4 วิธีการดำเนินงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ระบบสกาดา 6

2.1.1 ความหมายของสกาดา 6

2.2 Xview 7

2.2.1 ความหมายของ Xview 7

2.2.2 ความสามารถของ Xview 7

2.2.2.1 ความสามารถด้านการเก็บข้อมูล 7

2.2.2.2 ความสามารถด้านกราฟฟิก 8

2.2.2.3 ความสามารถการสั่งอุปกรณ์ Hardware 10

2.2.2.4 ความสามารถการแจ้งเตือน 10

2.2.2.5 ความสามารถการแสดงผลทางกราฟ 11

2.3 การสื่อสาร Serial แบบ RS485 11

2.3.1 ความหมายของ การสื่อสาร Serial แบบ RS485 11

2.3.2 หลักการทำงานของ RS485 12

2.3.3 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 12

2.3.4 หลักการทำงานของ RS485 แบบ Network 12

2.3.5 จำนวนอุปกรณ์สูงสุดในเครือข่าย RS485 13

2.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Primus RM-012-IP, Brand 13

2.4.1 ลักษณะการทำงานของ Primus RM-012-IP, Brand 13

2.4.2 คุณสมบัติของ Primus RM-012-IP, Brand 14

2.4.3 การทำงานของ Primus RM-012-IP, Brand 14

2.5 Power Meter 15

2.5.1 ความหมายของ Power Meter 15

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 16

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร 16

3.1.1 การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการลดการใช้พลังงาน 16

3.1.2 วิธีการลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ 16

3.1.3 การออกแบบวงจรการควบคุมเครื่องปรับอากาศ 18

3.1.4 การเลือกใช้อุปกรณ์ในการตัด-ต่อการทำงานของ Compressor 18

3.1.5 การออกแบบระบบการสื่อสารระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร 20

3.1.6 การออกแบบรูปแบบการทำงานของโปรแกรม 21

3.2 การสื่อสารของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร 26

3.2.1 ส่วนประกอบของระบบการสื่อสาร 26

3.2.1.1 Computer Server 26

3.2.1.2 Convertor หรือ อุปกรณ์แปลงสัญญาณ 26

3.2.1.3 Device 26

3.2.2 การติดตั้งระบบการสื่อสาร 26

3.2.2.1 Computer Server 26

3.2.2.2 Converter 28

3.2.2.3 Relay Module 29

3.2.2.4 Power Meter 31

3.2.2.5 SMS Module 33

3.3 การตั้งค่าเบื้องต้นของโปรแกรม 35

3.3.1 การเพิ่มอุปกรณ์แปลงสัญญาณเข้าในระบบ 35

3.3.1.1 การตั้งค่าที่ computer 35

3.3.1.2 การตั้งค่าที่ตัว Converter 36

3.3.2 การเพิ่มอุปกรณ์ปลายทางเข้าในระบบ 38

3.4 การออกแบบหน้าโปรแกรม Xview 39

3.4.1 การดึงค่าจากตัวอุปกรณ์เข้ามาแสดงในหน้าจอ Xview 39

3.4.2 หน้าจอกราฟฟิก 40

3.4.2.1 หน้าหลัก 40

3.4.2.2 แผนผังอาคาร 41

3.4.2.3 ข้อมูล/สถานะ 43

3.4.2.4 การตั้งค่า 46

3.5 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของระบบ 47

3.5.1 ส่วนประกอบของชุดคำสั่งโปรแกรม Xview 47

3.5.2 การเขียนชุดคำสั่ง 47

บทที่ 4 ผลการทดสอบระบบ 49

4.1 กล่าวนำ 49

4.2 การออกแบบ และติดตั้ง ระบบจัดการพลังงานที่สามารถใช้งานได้จริง 49

4.2.1 การออกแบบระบบจัดการพลังงานที่ใช้ได้จริง 49

4.2.2 การติดตั้ง ระบบจัดการพลังงานที่สามารถใช้งานได้จริง 50

4.2.3 ผลการติดตั้งระบบ 51

4.3 ระบบสามารถลดค่าไฟฟ้าภายในอาคารได้จริง 51

4.4 การออกแบบระบบที่สามารถควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศในระยะไกลได้ 52

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 54

5.1 สรุปผล 54

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 54

5.3 ข้อเสนอแนะ 54

เอกสารอ้างอิง 55

ประวัติผู้เขียน 56

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1.1 แผนที่ของบริษัท พีเอส เอนจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด 1

ภาพที่ 1.2 กราฟแนวคิดการออกแบบระบบจัดการพลังงานในโรงพยาบาล 2

ภาพที่ 2.1 ภาพตัวอย่างรูปร่างหน้าตาของระบบสกาดา 6

ภาพที่ 2.2 ภาพโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของระบบสกาดา 7

ภาพที่ 2.3 ภาพตัวอย่างการเรียกดูข้อมูลที่เก็บในSQL Server ผ่านWeb Browser ของ Xview8

ภาพที่ 2.4 ภาพตัวอย่างการเขียนกราฟฟิกของ Xview 8

ภาพที่ 2.5 ภาพตัวอย่างการเขียนกราฟฟิกของ Xview 8

ภาพที่ 2.6 ภาพตัวอย่างการเขียนกราฟฟิกของ Xview 9

ภาพที่ 2.7 ภาพตัวอย่างตัวอย่างกราฟของ Xview 11

ภาพที่ 2.8 ภาพตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ RS232, RS485, RS422 และRS485 12

ภาพที่ 2.9 ภาพตัวอย่างการทำงานของRS485 แบบ Network 12

ภาพที่ 2.10 ภาพตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ 13

ภาพที่ 2.11 ภาพ Primus RM-012-IP, Brand 14

ภาพที่ 2.12 ภาพตัวอย่างของ Power Meter 15

ภาพที่ 3.1 ภาพกระบวนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 17

ภาพที่ 3.2 ภาพCompressor ของเครื่องปรับอากาศทั่วไป 18

ภาพที่ 3.3 ภาพ รีเลย์โมดูล Primus RP-03-RS485 20

ภาพที่ 3.4 ภาพ Primus RM-012-IP, Brand 21

ภาพที่ 3.5 ภาพรูปแบบการสื่อสารระหว่าง Server ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง 21

ภาพที่ 3.6 กราฟแนวคิดการออกแบบระบบจัดการพลังงานในโรงพยาบาล 22

ภาพที่ 3.7 ภาพ Power Meter ที่ใช้ในระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร 22

ภาพที่ 3.8 Flow Chart ของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร 24

ภาพที่ 3.9 ภาพอธิบายระดับต่าง ๆ ของการปิดCompressor 25

ภาพที่ 3.10 ภาพอธิบายสถานะของ Compressor ในระดับ Level ต่าง ๆ 25

ภาพที่ 3.11 ภาพการติดตั้ง Computer Server 27

ภาพที่ 3.12 ภาพ Computer Server 27

ภาพที่ 3.13 การติดตั้ง Convertor ที่อาคารศูนย์แพทย์ 28

ภาพที่ 3.14 การติดตั้ง Convertor ที่อาคารชันสูตรโรค 28

ภาพที่ 3.15 ชนิดของ ferrite ที่ใช้ในการติดตั้ง 30

ภาพที่ 3.16 ภาพภายในตู้เหล็ก Relay Module ที่อาคาร 30

ภาพที่ 3.17 ภาพตำแหน่งที่ติดตั้งตู้เหล็ก 31

ภาพที่ 3.18 ภาพการติดตั้ง Current Transformer 32

ภาพที่ 3.19 ภาพการติดตั้ง Power Meter 32

ภาพที่ 3.20 ภาพการติดตั้ง Power Meter 33

ภาพที่ 3.21 ภาพตำแหน่งที่ติดตั้ง Power Meter 33

ภาพที่ 3.23 ระบบการสื่อสารของการบริหารจัดการพลังงานในอาคารทั้งระบบ 34

ภาพที่ 3.24 ภาพการตั้งค่า Converter Primus RM-012-IP 35

ภาพที่ 3.25 ภาพการตั้งค่า Converter Primus RM-012-IP 36

ภาพที่ 3.26 ภาพการตั้งค่าโปรแกรม Xview ให้สามารถเชื่อมต่อกับ Converterได้ 37

ภาพที่ 3.27 ภาพหน้าต่างของการตั้งค่า Device 38

ภาพที่ 3.28 ภาพโปรแกรม Xdraw โปรแกรมที่ใช้ในการวาดGraphic ของ Xview 39

ภาพที่ 3.29 ภาพการดึงข้อมูลเข้ามาในตัว SCADA Xview 39

ภาพที่ 3.30 ภาพหน้าจอหลักก่อนที่จะมีการปรับปรุง 40

ภาพที่ 3.31 ภาพหน้าจอหลักหลังได้มีการปรับปรุงแล้ว 40

ภาพที่ 3.32 ภาพแผนผังอาคารก่อนที่จะมีการปรับปรุง 41

ภาพที่ 3.33 ภาพแผนผังอาคารหลังได้มีการปรับปรุงแล้ว 41

ภาพที่ 3.34 ภาพการใช้โปรแกรม Sketch Up 42

ภาพที่ 3.35 ภาพแผนผังอาคารที่สมบูรณ์แล้ว 42

ภาพที่ 3.36 ภาพ Graphic ของหน้าข้อมูล/สถานะ 43

ภาพที่ 3.37 ภาพ Graphic สถานะการเชื่อมต่อ Peak Demand 43

ภาพที่ 3.38 ภาพ Graphic สถานะการเชื่อมต่อ Power meter 44

ภาพที่ 3.39 ภาพ Graphic ของกราฟการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอาคาร 45

ภาพที่ 3.40 ภาพ Graphic ของข้อมูลค่าไฟฟ้าของแต่ละตึก 45

ภาพที่ 3.41 ภาพ Graphic ของการตั้งค่า 46

ภาพที่ 3.42 ภาพ Graphic ของหน้าสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 46

ภาพที่ 3.43 ภาพการเขียนการทำงานของตัวโปรแกรม 47

ภาพที่ 3.44 ภาพ Flow Chart ของตัวโปรแกรม 48

ภาพที่ 4.1 ภาพอธิบายสถานะของ Compressor ในระดับ Level ต่าง ๆ 50

ภาพที่ 4.2 ภาพกราฟการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาล 51

ภาพที่ 4.3 ภาพกราฟการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาล 52

ภาพที่ 4.4 ภาพกราฟการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาล 52

ภาพที่ 4.5 ภาพการเรียกดูกราฟผ่านโปรแกรม Team Viewer จากคอมพิวเตอร์ 52

ภาพที่ 4.6 ภาพการสั่งงาน Relay Module ผ่านโปรแกรม Team Viewer จากคอมพิวเตอร์ 53

ภาพที่ 4.7 ภาพการใช้งานระบบ ผ่านโปรแกรม Team Viewer จาก iOS 53

บทที่ 1

บทนำ

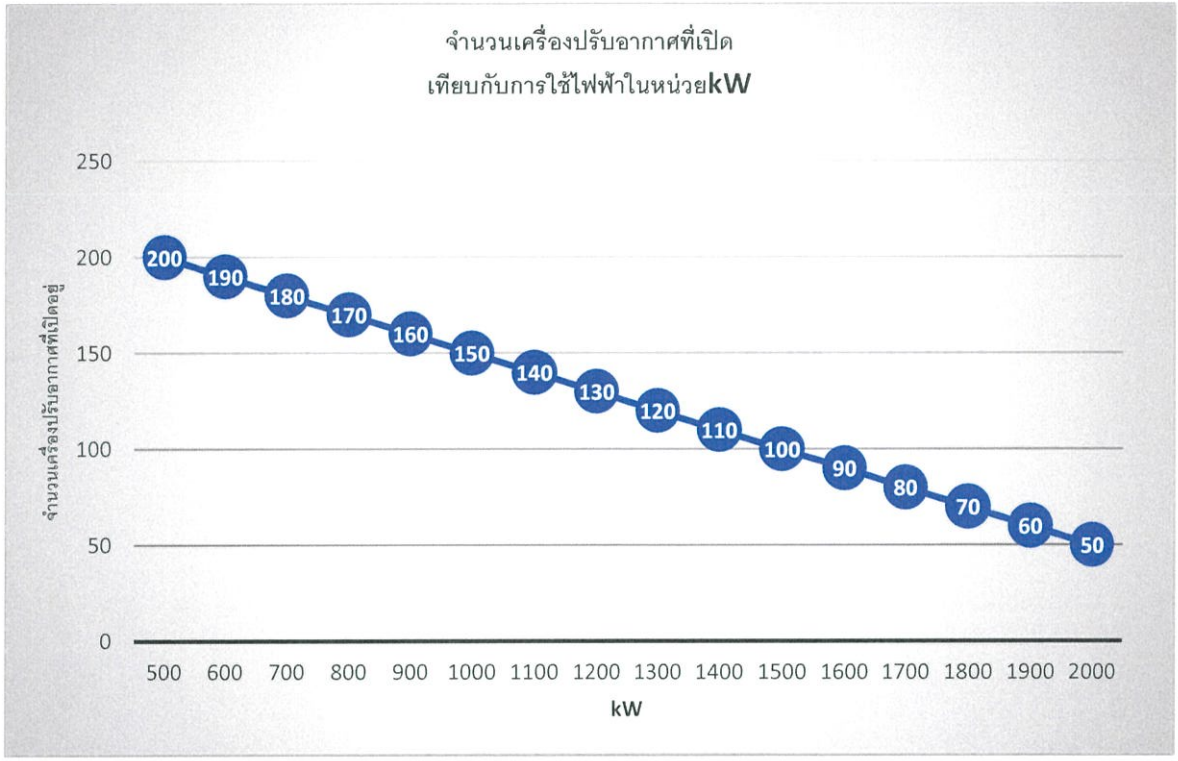
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการออกแบบ, ติดตั้ง และปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติให้กับลูกค้าไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ หรือ เอกชน ออกแบบตั้งแต่ระบบขนาดเล็กไปจนถึงระบบขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ 57/26 หมู่ที่ 9 หมู่บ้านอุทยานทอง ซอย แจ้งวัฒนะ-ปากเกร็ด 19 ถนน แจ้งวัฒนะ ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี ประกอบด้วย 3 แผนกได้แก่ ธุรการ วิศวกร และช่างเทคนิค โดยมีบุคลากรทั้งหมดประมาณ 60 คน

ภาพที่ 1.1 แผนที่ของบริษัท พีเอส เอนจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด

ทั้งนี้ในปัจจุบันการประหยัดพลังงานกำลังเป็นที่นิยม เนื่องจากสังคมเริ่มเล็งเห็นถึงผลเสียในระยะยาวของการใช้พลังงาน ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม และการใช้แล้วหมดไปของแหล่งผลิตพลังงาน ทางบริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ที่เล็งเห็นถึงจุดนี้จึงได้นำระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS : Building Automation System) มาดัดแปลงเพื่อใช้ในการควบคุมการใช้พลังงานใน โรงงาน หรืออาคารขนาดใหญ่

สำหรับโครงงานสหกิจศึกษาที่ได้รับมอบหมายเกี่ยวกับ ระบบจัดการพลังงานของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีการใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก โดยใช้งานระบบระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ มาควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เพาเวอร์มิเตอร์ในการวัดตัวชี้วัดที่ใช้ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศ โดยทางบริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัดได้มอบความไว้ใจให้ข้าพเจ้าได้ดูแลการออกแบบ ติดตั้ง และ จัดอบรม ในส่วนของซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานระบบ โดยใช้งานระบบ SCADA Xview ในการควบคุม



ภาพที่ 1.2 กราฟแนวคิดการออกแบบระบบจัดการพลังงานในโรงพยาบาล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบ และติดตั้ง ระบบจัดการพลังงานที่สามารถใช้งานได้จริง

1.2.2 สามารถลดค่าไฟฟ้าภายในอาคารได้จริง

1.2.3 เพื่อออกแบบระบบที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากในระยะไกลได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาและออกแบบการทำงานของระบบ BAS เพื่อใช้ในการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยใช้SCADA Xview ในการควบคุมการทำงาน

1.3.2 ออกแบบการทำงานที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วย kW มาใช้ควบคุมการทำงานของระบบ

1.3.3 ศึกษาและออกแบบการใช้สัญญาณ Modbus RS485 ในการสื่อสารของซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาการใช้งานของ SCADA Xview ในส่วนกราฟฟิก และการตั้งค่าควบคุมฮาร์ดแวร์

1.4.2 ศึกษาการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า และ ศึกษาเรื่องค่าต่าง ๆ ที่ Power Meter วัดได้

1.4.3 ออกแบบหน้าจอกราฟฟิกของ Xview

1.4.4 ออกแบบ การทำงานของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ

1.4.5 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

1.4.6 นำระบบไปติดตั้ง

1.4.7 ทดสอบและแก้ไขปัญหา

1.4.8 สอนการใช้งานระบบให้ผู้ปฏิบัติงาน

แผนการดำเนินงาน	วัน-เดือน-ปี	7-ส.ค.-60	14-ส.ค.-60	21-ส.ค.-60	28-ส.ค.-60	4-ก-ย.-60	11-ก-ย.-60	18-ก-ย.-60	25-ก-ย.-60	2-ต.ค.-60	9-ต.ค.-60	16-ต.ค.-60	23-ต.ค.-60	30-ต.ค.-60	6-พ.ย.-60	13-พ.ย.-60	20พ.ย.-60
	สัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ศึกษาการใช้งานของ SCADA Xview ในส่วนกราฟฟิก และควบคุมฮาร์ดแวร์																	
ศึกษาการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า และ ค่าต่าง ๆ ที่ Power Meter วัดได้																	
ออกแบบหน้าจอกราฟฟิกของ Xview																	
ออกแบบ การทำงานของระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ																	
เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ																	
นำระบบไปติดตั้ง																	
ทดสอบและแก้ไขปัญหา																	
สอนการใช้งานระบบให้ผู้ปฏิบัติงาน																	

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ระบบสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้จริง

1.5.2 สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากระยะไกลได้ผ่านคอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ค หรือมือถือสมาร์โฟน

1.5.3 ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานระบบได้

1.5.4 สามารถปรับระดับการเปิด-ปิดแอร์ได้ เพื่อที่จะให้ความเย็นในห้องเหมาะสม

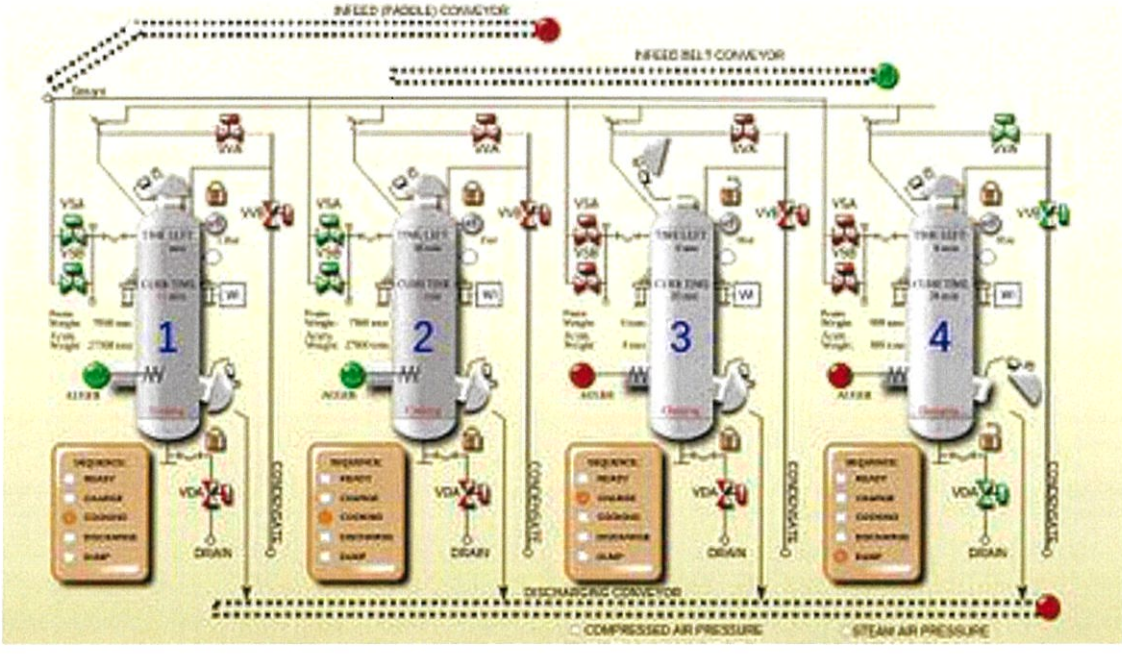
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

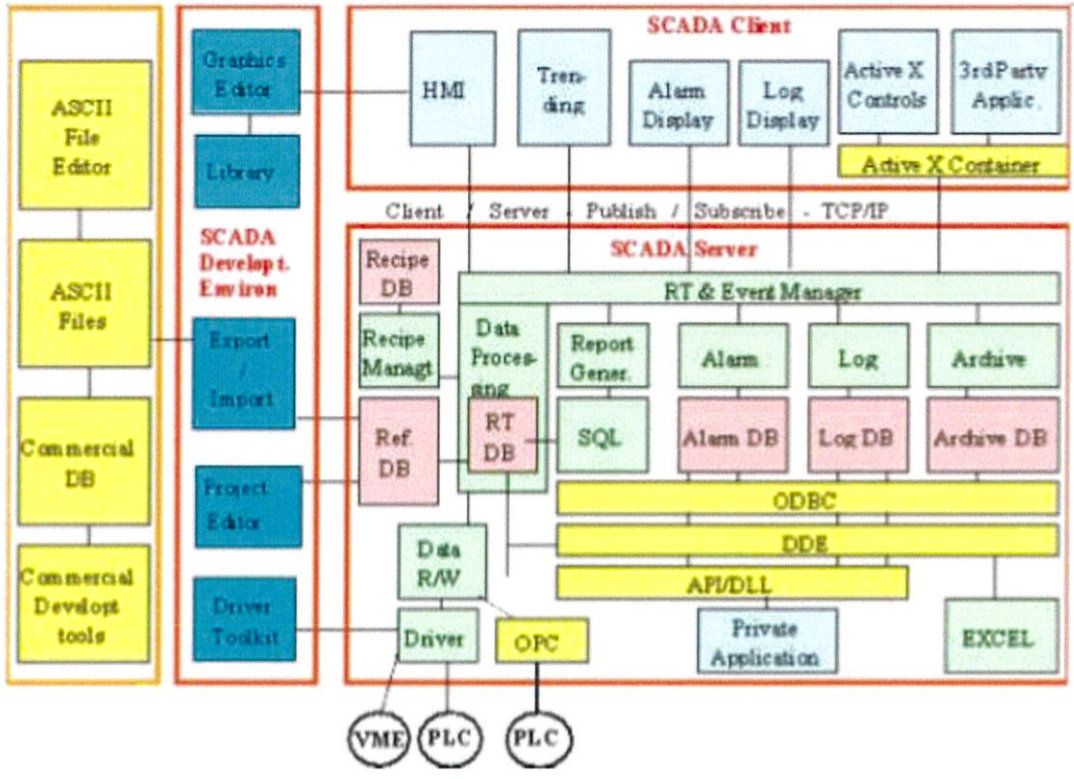
2.1 ระบบสกาดา

2.1.1 ความหมายของสกาดา

สกาดา (SCADA)[1] ย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบที่ใช้ในการแสดงผลและสั่งงานแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ โดยมีความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับฮาร์ดแวร์เช่น PLC หรือ Controller ได้โดยใช้การติดต่อสื่อสารจาก I/O ที่มาจาก PLC, DCS, RTU



ภาพที่ 2.1 ภาพตัวอย่างรูปร่างหน้าตาของระบบสกาดา



ภาพที่ 2.2 ภาพโครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของระบบสกาดา

2.2 Xview (Data Smart View Software)

2.2.1 ความหมายของ Xview [2]

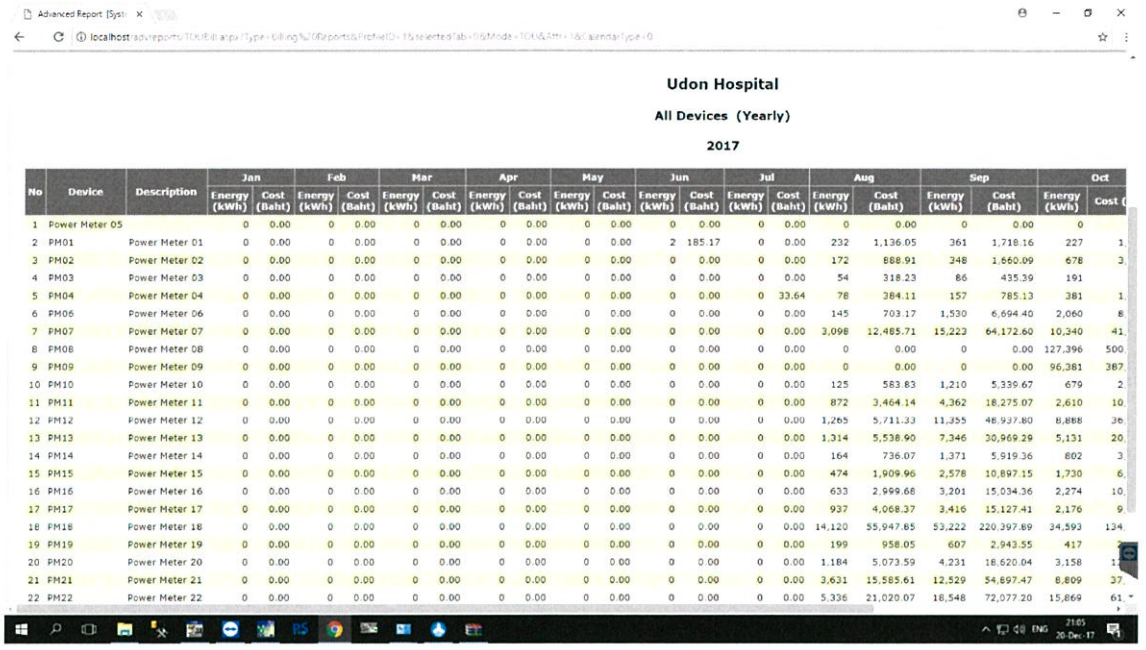
Xview เป็นชุดของโปรแกรมสกาดาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล และแสดงข้อมูลเฉพาะด้าน โดยทำงานบน Windows XP Professional ,Windows 2003, Vista, Windows 7 ,Windows 8 หรือ Windows 10 ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ได้หลายหลายช่องทาง

2.2.2 ความสามารถของ Xview

2.2.2.1 ความสามารถด้านการเก็บข้อมูล

Xview สามารถเก็บข้อมูลย้อนหลัง และสามารถเรียกดูได้โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจัดการข้อมูลของ Microsoft ชื่อว่า SQL Server ในการเก็บ และสามารถเรียกออกมาดูได้เป็นข้อมูลดิบ และกราฟ และยังสามารถเปรียบเทียบหรือวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างจุดหรือระหว่างคาบเวลาต่าง ๆ ได้ ซึ่งพิมพ์กราฟออกทางเครื่องพิมพ์ได้ทั้งสีและขาวดำทั่วไปพร้อมทั้งแสดงสัญลักษณ์เพื่อช่วยให้อ่านกราฟได้ง่าย พร้อมแสดงค่า Minimum, Maximum และ Average และ นำ

ข้อมูลการใช้ไฟสามารถ Export เพื่อนำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมใน MS -Excel หรือ Windows Application อื่น ๆ ได้



Udon Hospital

All Devices (Yearly)

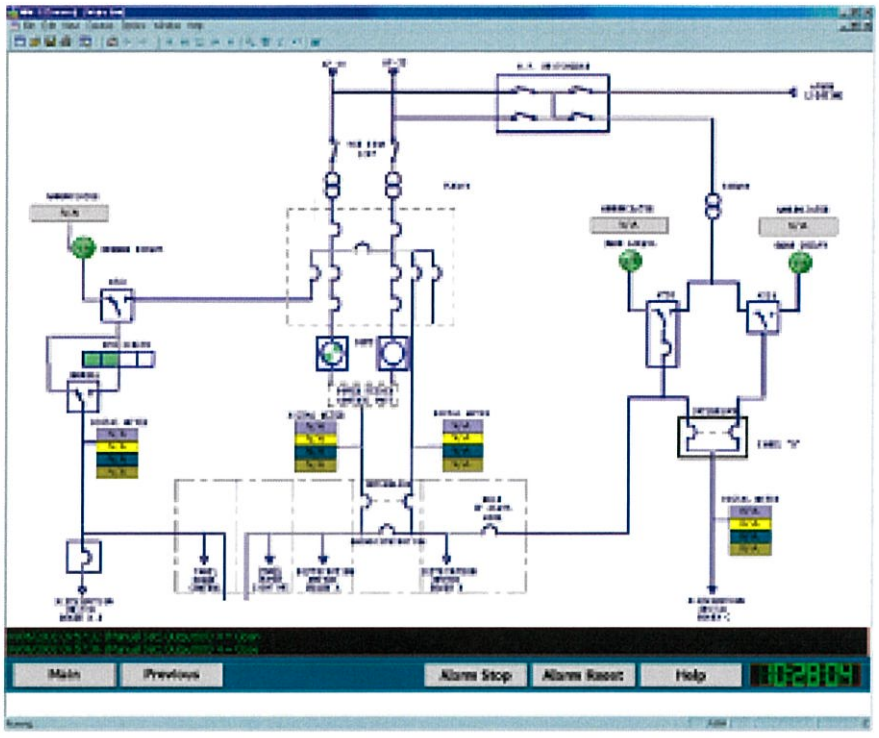
2017

No	Device	Description	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct	
			Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (Baht)	Energy (kWh)	Cost (
1	Power Meter 05		0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	
2	PM01	Power Meter 01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	185.17	0	0.00	232	1,136.05	361	1,718.16	227	1.
3	PM02	Power Meter 02	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	172	888.91	348	1,660.09	678	3.
4	PM03	Power Meter 03	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	54	318.23	86	435.39	191	
5	PM04	Power Meter 04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	33.64	78	384.11	157	785.13	381	1.
6	PM06	Power Meter 06	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	145	703.17	1,530	6,694.40	2,060	8.
7	PM07	Power Meter 07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3,098	12,485.71	15,223	64,172.60	10,340	41.
8	PM08	Power Meter 08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	127,396	500.
9	PM09	Power Meter 09	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	96,381	387.
10	PM10	Power Meter 10	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	125	583.83	1,210	5,339.67	679	2.
11	PM11	Power Meter 11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	872	3,464.14	4,362	18,275.07	2,610	10.
12	PM12	Power Meter 12	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1,265	5,711.33	11,355	48,937.80	8,888	36.
13	PM13	Power Meter 13	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1,314	5,538.90	7,346	30,969.29	5,131	20.
14	PM14	Power Meter 14	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	164	736.07	1,371	5,919.36	802	3.
15	PM15	Power Meter 15	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	474	1,909.96	2,578	10,897.15	1,730	6.
16	PM16	Power Meter 16	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	633	2,999.68	3,201	15,034.36	2,274	10.
17	PM17	Power Meter 17	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	937	4,068.37	3,416	15,127.41	2,176	9.
18	PM18	Power Meter 18	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	14,120	55,947.85	53,222	220,397.89	34,593	134.
19	PM19	Power Meter 19	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	199	958.05	607	2,943.55	417	
20	PM20	Power Meter 20	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1,184	5,073.59	4,231	18,620.04	3,158	1
21	PM21	Power Meter 21	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3,631	15,585.61	12,529	54,897.47	8,809	37.
22	PM22	Power Meter 22	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5,336	21,020.07	18,548	72,077.20	15,869	61.

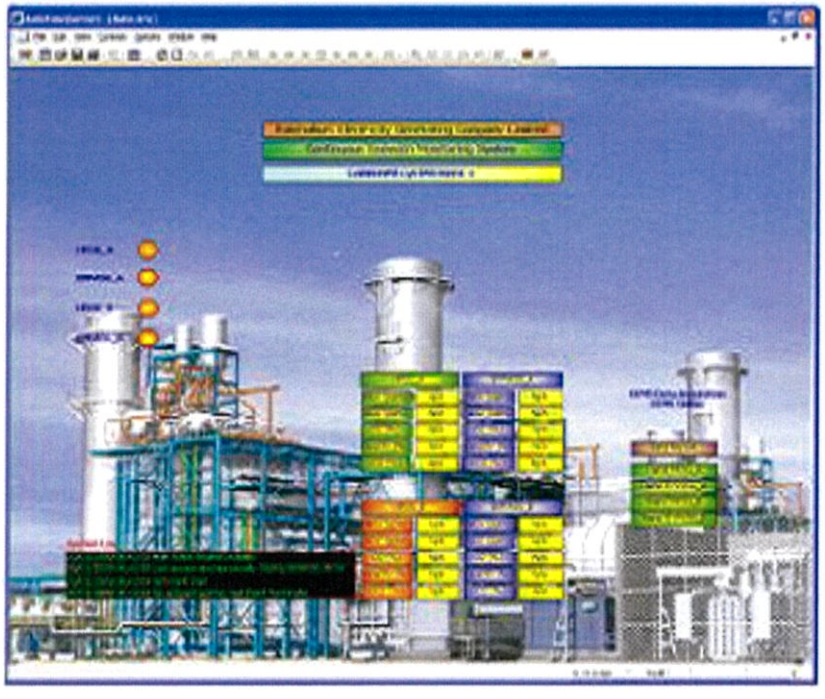
ภาพที่ 2.3 ภาพตัวอย่างการเรียกดูข้อมูลที่เก็บในSQL Server ผ่าน Web Browser ของ Xview

2.2.2.2 ความสามารถด้านกราฟฟิก

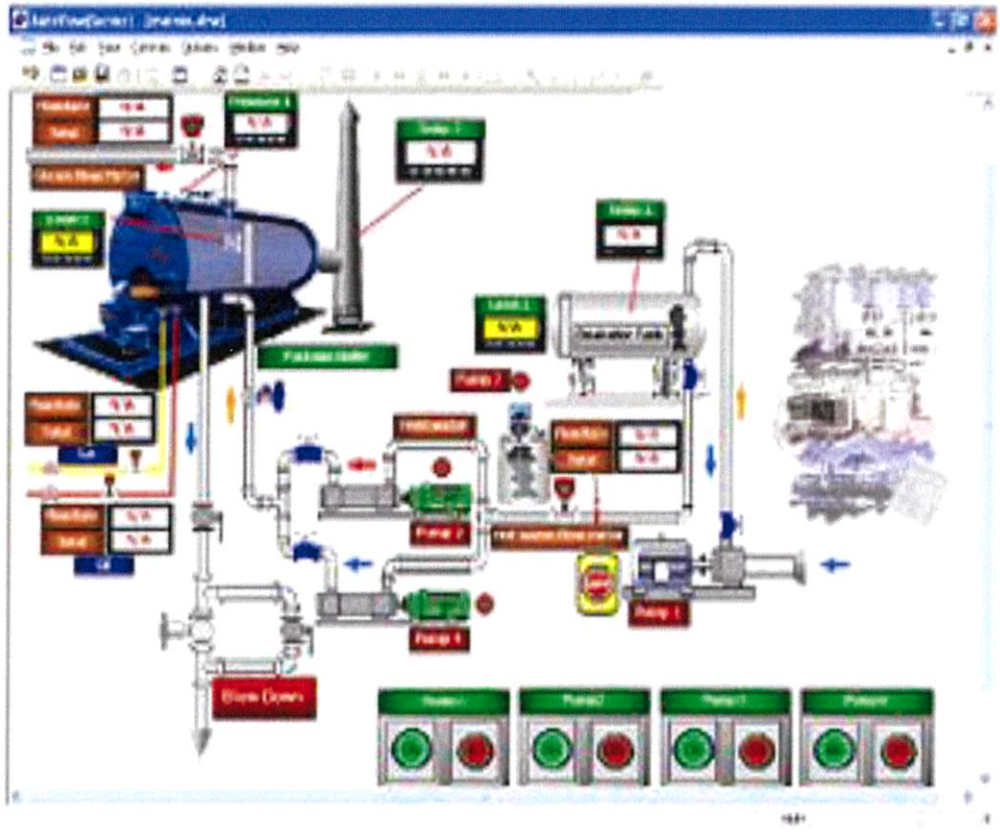
Xview สามารถวาดกราฟฟิกต่าง ๆ และแสดงข้อมูลออกมาได้สามารถกำหนดสูตร เพื่อคำนวณค่าแบบต่าง ๆ ได้พร้อมหาค่ารวมและค่าเฉลี่ย และนำมาวิเคราะห์ในกราฟร่วมกับค่าอื่น ๆ ได้



ภาพที่ 2.4 ภาพตัวอย่างการเขียนกราฟฟิกของ Xview



ภาพที่ 2.5 ภาพตัวอย่างการเขียนกราฟฟิกของ Xview



ภาพที่ 2.6 ภาพตัวอย่างการเขียนกราฟฟิกของ Xview

2.2.2.3 ความสามารถการสั่งอุปกรณ์ Hardware

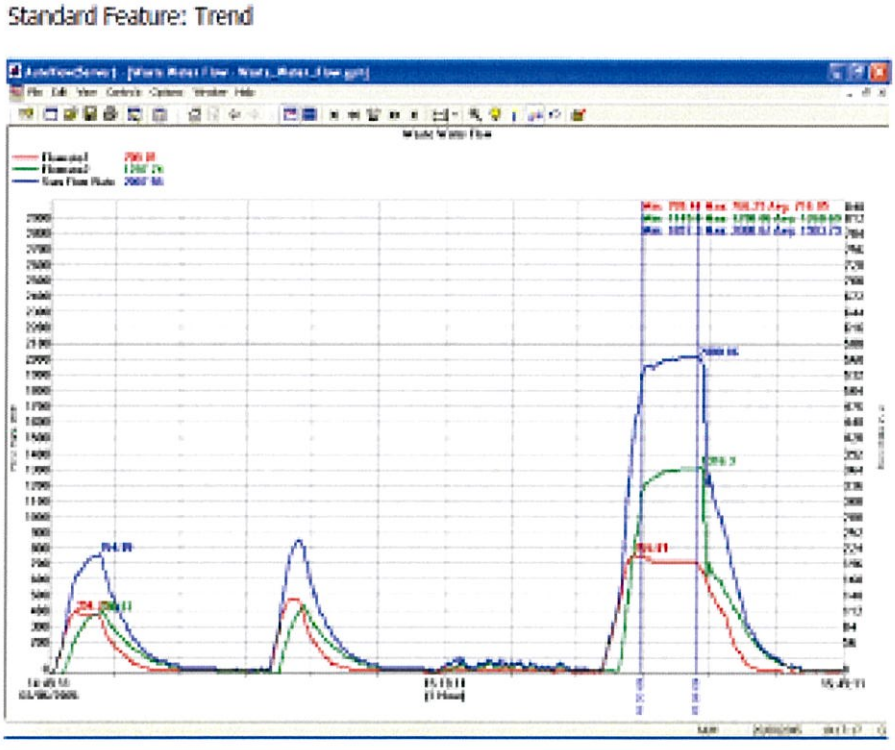
Xview สามารถส่งข้อมูลออกไปสู่อุปกรณ์เพิ่มเติมชนิดอื่น เช่น ชุด PLC หรือ I/O Modules ต่าง ๆ ได้ ซึ่งสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยอัตโนมัติผ่านทางจอภาพ โดยใช้เงื่อนไขจากค่าต่าง ๆ ที่ได้รับเข้ามา ชุดใดก็ได้หรือใช้ประกอบกับค่ารวม มีระบบตัดต่ออัตโนมัติเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดค่าไฟฟ้าได้ และพยากรณ์ค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้

2.2.2.4 ความสามารถการแจ้งเตือน

Xview มีระบบ Multimedia ทำการเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามที่กำหนดและบันทึกผลไว้เพื่อตรวจสอบภายหลังได้ และ พูดเตือนได้ตามข้อความที่กำหนดไว้ (Speech Technology) โดย พูดค่า Actual ที่เกิดขึ้นได้ เป็นข้อความภาษาไทยและอังกฤษเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามที่กำหนดผ่านทาง Pager/SMS ได้ (Option - SMS)

2.2.2.5 ความสามารถการแสดงผลทางกราฟ

Xview มีระบบ การแสดงค่าต่าง ๆ ออกมาเป็นกราฟได้โดยสามารถแสดงผลแบบ Real – Time และสามารถเรียกดูย้อนหลังได้



ภาพที่ 2.7 ภาพตัวอย่างตัวอย่างกราฟของ Xview

2.3 การสื่อสาร Serial แบบ RS485

2.3.1 ความหมายของ การสื่อสาร Serial แบบ RS485

RS485 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 485) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม (serial communication)

	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 Max speed at 1200 m	20 kbs (1 kbs)	100 kbs 1 kbs	10 Mbs 100 kbs	35 Mbs 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

ภาพที่ 2.8 ภาพตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ RS232, RS485, RS422 และRS485

2.3.2 หลักการทำงานของ RS485

มาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลในแบบที่เรียกว่า Half duplex คือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้ทีละอย่างเท่านั้นไม่สามารถทำทั้งสองอย่างได้ในเวลาเดียวกัน

2.3.3 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485

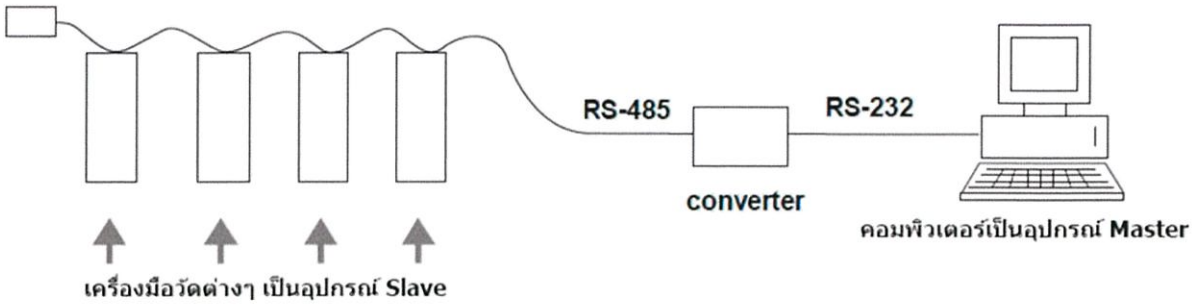
สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลดิจิตอลแบบ RS485 นั้น จะส่งข้อมูลโดยใช้สายไฟเพียงแค่ 2 เส้นคือ A และ B เป็นตัวบอกค่ารหัสดิจิตอล(Digital code) โดยใช้ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้ว A และ B เป็นตัวบอกดังนี้

เมื่อ Va - Vb ได้แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า -200 mV คือสัญญาณดิจิตอลเป็น 1

เมื่อ Va - Vb ได้แรงดันไฟฟ้ามากกว่า +200 mV คือสัญญาณดิจิตอลเป็น 0

2.3.4 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



ภาพที่ 2.9 ภาพตัวอย่างการทำงานของRS485 แบบ Network

ภาพที่ 2.10 ภาพตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ

2.3.5 จำนวนอุปกรณ์สูงสุดในเครือข่าย RS485

ตามมาตรฐานแล้ว เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุด 32 ตัว เมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นมีความต้านทานไฟฟ้าภายใน 12 kΩ แต่ปัจจุบันการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาจนมีความต้านทานไฟฟ้าภายในที่สูงมาก (ในหลัก MΩ) ซึ่งทำให้เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 256 ตัว นอกจากนี้เครือข่าย RS485 ยังสามารถใช้ตัวขยายสัญญาณ (Repeater) สำหรับเพิ่มอุปกรณ์ในเครือข่ายได้ถึงหลายพันตัวและครอบคุมระยะหลายกิโลเมตร

2.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Primus RM-012-IP, Brand

2.4.1ลักษณะการทำงานของ Primus RM-012-IP, Brand

เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณสื่อสารจากการสื่อสารแบบ TCP เป็น RS485

ภาพที่ 2.11 ภาพ Primus RM-012-IP , Brand

2.4.2 คุณสมบัติของ Primus RM-012-IP, Brand[3]

2.4.2.1 อุปกรณ์ Converter จาก TCP / IP เป็น RS485 / RS232

2.4.2.2 สามารถตั้งค่าอุปกรณ์ผ่านหน้าเว็บบราวเซอร์ทั่วไป โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม

2.4.2.3 สามารถใช้ Baud rate 2400, 4800, 9600 , 19200, 38400 และ 57600 bps.

2.4.3 การทำงานของ Primus RM-012-IP, Brand

RM-012-IP-10/100 เป็นอุปกรณ์สำหรับเป็นตัวกลางเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่รองรับ RS485 หรือ RS232 เช่น PLC, CNC, Weighting Scale, Scanner เป็นต้น โดยให้สามารถสื่อสารบนเครือข่าย TCP/IP ได้โดยตรง

การตั้งค่าอุปกรณ์ RM-0\12-IP-10/100 สามารถตั้งค่าได้ผ่านหน้า Web browser ทั่วไป เช่น Internet Explorer โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม

2.5 Power Meter [5] [6]

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

Power Meter นับว่าเป็นอุปกรณ์หนึ่ง ที่มีส่วนช่วยในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมาก โดยจะช่วยบอกค่าทางไฟฟ้าในการใช้พลังงานได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการควบคุม หรือ ปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีคุณภาพต่อไป

ภาพที่ 2.12 ภาพตัวอย่างของ Power Meter

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

ในการออกแบบระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคารที่สามารถใช้ได้จริงนั้นจะต้องมีการศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานของสถานที่แห่งนั้น ว่ามีการใช้ไฟฟ้าอย่างไร เครื่องใช้ไฟฟ้าไหนที่สามารถควบคุมเพื่อประหยัดพลังงานได้บ้าง เพื่อที่จะสามารถควบคุมการใช้พลังงานของอาคารนั้น ๆ ได้ โดยมีการทดสอบ ,ออกแบบ และดำเนินการติดตั้งโดยสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

3.1.1 การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการลดการใช้พลังงาน

การที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้นั้น จำเป็นที่จะต้องลดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าลง ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวนมากที่สามารถลดการทำงานลงได้โดยมีผลเสียน้อย และใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด นั่นก็คือเครื่องปรับอากาศ ประกอบกับภายในอาคารทุกอาคารนั้นมีเครื่องปรับอากาศจำนวนมาก และมีการใช้ที่สูงในเวลากลางวันที่มีความต้องการใช้ไฟของประชาชนมากที่สุด

3.1.2 วิธีการลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

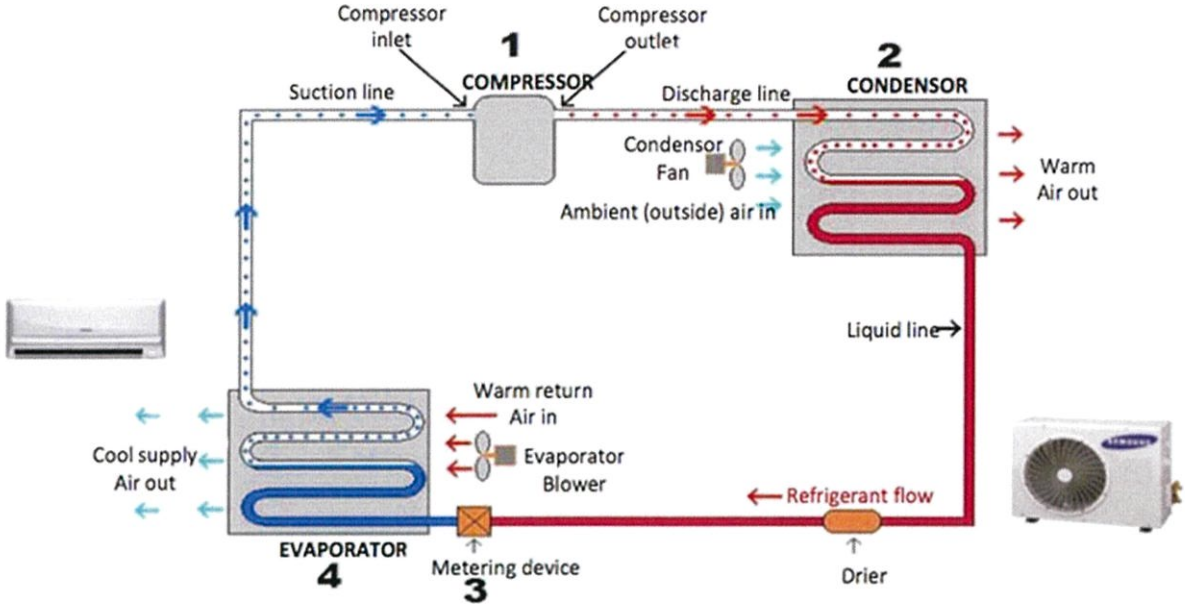
เมื่อทราบแล้วว่าจะลดการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ต่อมาคือการออกแบบการลดการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้น ในส่วนของเครื่องปรับอากาศนั้นแบ่งเป็นส่วนๆ ได้เป็น

3.1.2.1 Compressor เป็นอุปกรณ์อัดแรงดันเพื่อทำให้เกิดการควบแน่นและคลายความร้อน

3.1.2.2 Condenser เป็นส่วนที่พัดนำลมร้อนที่เกิดจากการคลายความร้อนออก

3.1.2.3 Drier เป็นอุปกรณ์ลดแรงดันเพื่อทำให้เกิดการระเหยและคลายความเย็น

3.1.2.4 Evaporator เป็นส่วนที่พัดลมเย็นที่เกิดจากการคลายความเย็นออก



ภาพที่ 3.1 ภาพกระบวนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ในส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศส่วนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือ Compressor เนื่องจากมีหน้าที่เป็นมอเตอร์ที่อัดอากาศทำให้เกิดการควบแน่น โดยปกติแล้ว Compressor จะไม่ได้ทำงานตลอดเวลาจะมีเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานโดยจะมีหน้าที่ตัดการทำงานของ Compressor เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการแล้ว จากนั้นจะสั่งให้Compressorทำงานใหม่เมื่ออุณภูมิสูงกว่าที่กำหนด

จากการเล็งเห็นถึงจุดนี้จึงได้มีการออกแบบระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคารโดยการทำระบบที่สามารถควบคุมการทำงานของ Compressor ของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัว เพื่อที่จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้โดยไม่จำเป็นต้องปิดเครื่องปรับอากาศทั้งระบบ

ภาพที่ 3.2 ภาพCompressor ของเครื่องปรับอากาศทั่วไป

3.1.3 การออกแบบวงจรการควบคุมเครื่องปรับอากาศ

จากที่กล่าวไปข้างต้น Compressor นั้นมีเซนเซอร์อุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของ Compressor โดยเซนเซอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นรีเลย์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ที่จ่ายไปให้กับCompressor

การออกแบบวงจรตัดการทำงานของ Compressor สามารถทำได้โดยการใช้รีเลย์ไปควบคุมการจ่ายไฟเข้า Compressor โดยติดรีเลย์เพิ่มเข้าไปหลังจากรีเลย์ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ การทำเช่นนี้จะทำให้เซนเซอร์ตัวเดิมก็ยังสามารถทำงานได้อยู่เป็นการควบคุมโดยใช้สวิตช์ปิด-เปิด 2 ชั้น

3.1.4 การเลือกใช้อุปกรณ์ในการตัด-ต่อการทำงานของ Compressor

เมื่อออกแบบวงจรแล้วจึงทำการเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ง่ายซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจำเป็นต้องมีคุณสมบัติดังนี้

3.1.4.1 สามารถตัดต่อวงจรได้จำนวนมาก

เนื่องจากเครื่องปรับอากาศภายในอาคารนั้นมีจำนวนมาก เพื่อเป็นการลดต้นทุนจึงจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถตัดต่อการไหลของไฟฟ้าที่จ่ายให้ Compressor ได้จำนวนมาก

3.1.4.2 สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ Server ได้

จากการที่มีแอร์จำนวนมากจึงจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความสามารถสื่อสารกันเองได้จำนวนมากและยังสามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ Server ที่เป็นตัวควบคุมการทำงานได้อีกด้วย

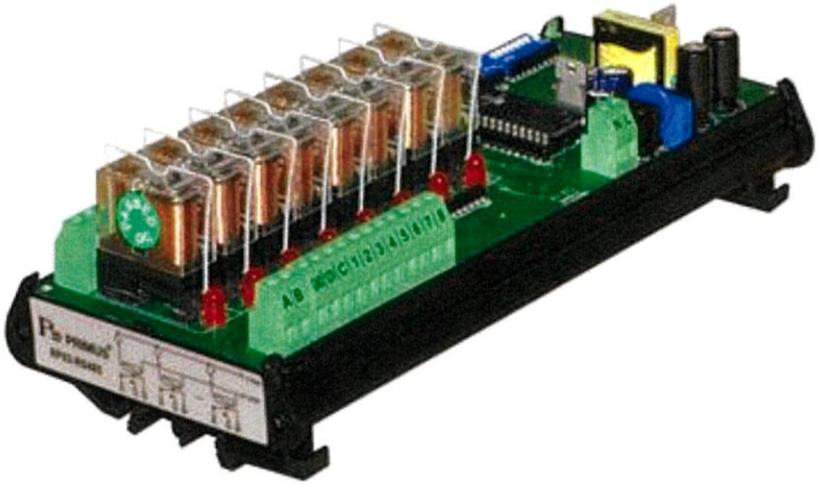
3.1.4.3 มีความคงทนกับสถาพแวดล้อม

ในส่วนของการติดตั้งนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้งภายนอกอาคาร จึงทำให้อุปกรณ์ที่ใช้นั้นจะต้องมีความสามารถทนต่อสภาพอากาศภายนอกอาคารได้ด้วย

3.1.4.4 สามารถใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

เนื่องจากการสั่งการCompressor เครื่องปรับอากาศนั้นใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ จึงจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถรองรับการทำงานของไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ได้

จาก 4 ข้อที่กล่าวมาข้างต้นจึงได้ทำการเลือกอุปกรณ์ รีเลย์โมดูล Primus RP-03-RS485 ซึ่งเป็นอุปกรณ์หน้าสัมผัสรีเลย์ที่มีจำนวนรีเลย์ทั้งหมด 8 หน้าคอนสัมผัส ที่รองรับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สามารถสื่อสารผ่าน Modbus RS485 ได้และสามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิตั้งแต่ 0-50 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3.3 ภาพ รีเลย์โมดูล Primus RP-03-RS485

3.1.5 การออกแบบระบบการสื่อสารของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

ในส่วนของการออกแบบระบบสื่อสารนั้นแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.1.5.1 ส่วนที่ออกจากตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังอาคารต่าง ๆ

ในส่วนนี้จำเป็นต้องคำนึงถึงระยะทางที่ใช้ในการไปถึงแต่ละอาคารเป็นสำคัญ จึงใช้การสื่อสารแบบ TCP IP ผ่านสาย LAN ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายในการติดต่อสื่อสาร

3.1.5.2 ส่วนที่ออกจากตัวอุปกรณ์ปลายทาง

ในส่วนนี้มีการรับส่งข้อมูลจำนวนมากและมีการเดินสายที่ซับซ้อนเพื่อที่จะไปถึงจุดต่างของของตัวอาคารจึงใช้การสื่อสารแบบ Modbus ผ่านสาย RS485

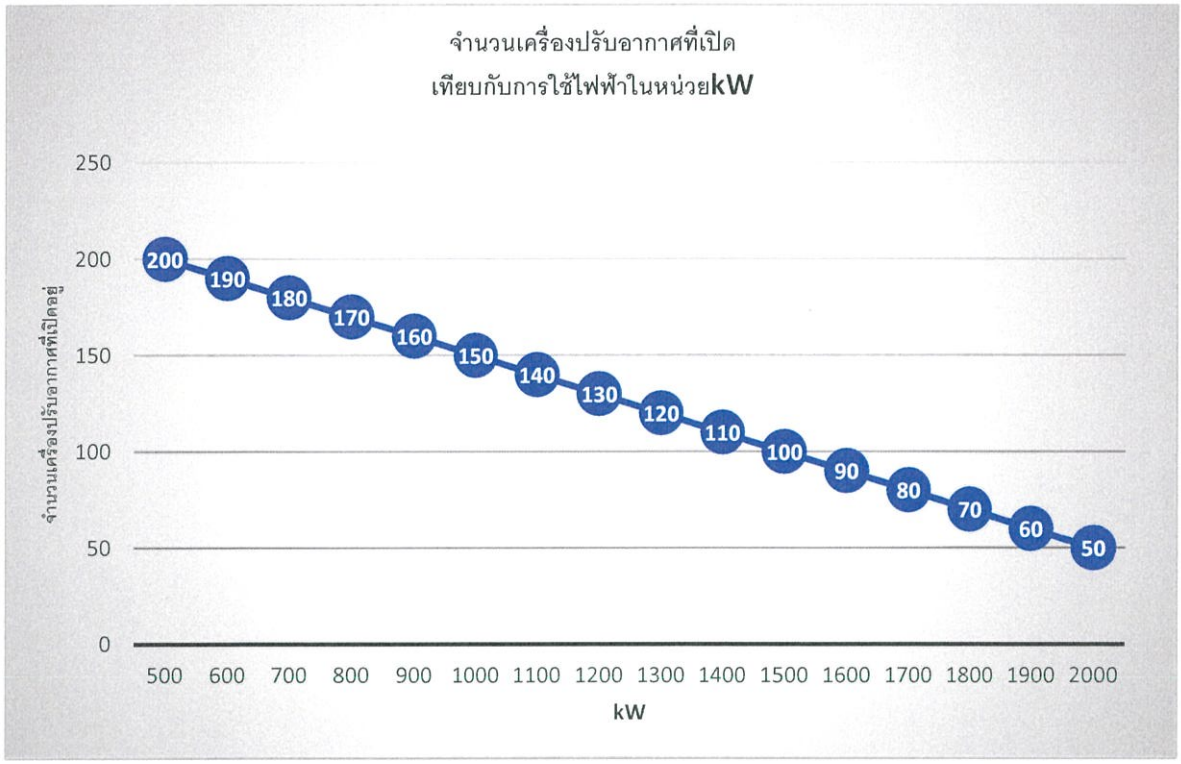
โดยในการสื่อสารทั้ง2แบบนั้นเชื่อมกันด้วยตัวแปลงสัญญาณ Primus RM-012-IP, Brand ในการแปลงสัญญาณจาก TCP IP ไปเป็น Modbus RS485

ภาพที่ 3.4 ภาพ Primus RM-012-IP, Brand

ภาพที่ 3.5 ภาพรูปแบบการสื่อสารระหว่าง Server ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง

3.1.6 การออกแบบรูปแบบการทำงานของโปรแกรม

ในการควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศนั้นก็เพื่อที่จะลดค่าไฟฟ้าที่เสียในแต่ละเดือนของโรงพยาบาล ซึ่งในการคิดค่าไฟฟ้าของโรงพยาบาลนะนั้นอยู่ในประเภทที่ 4 โดยมีการคิดค่า Peak เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย Peak หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่ใช้มากที่สุดของเดือนนั้น ๆ จากการเล็งเห็นถึงจุดนี้ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคารจึงมีจุดประสงค์ เพื่อที่จะให้ค่า kW ลดลงเมื่อมีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นโดยใช้วิธีการลดการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศมาเป็นวิธีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังเห็นได้ในภาพที่ 3.6 ซึ่งเป็นแนวคิดในตอนแรกของตัวระบบ

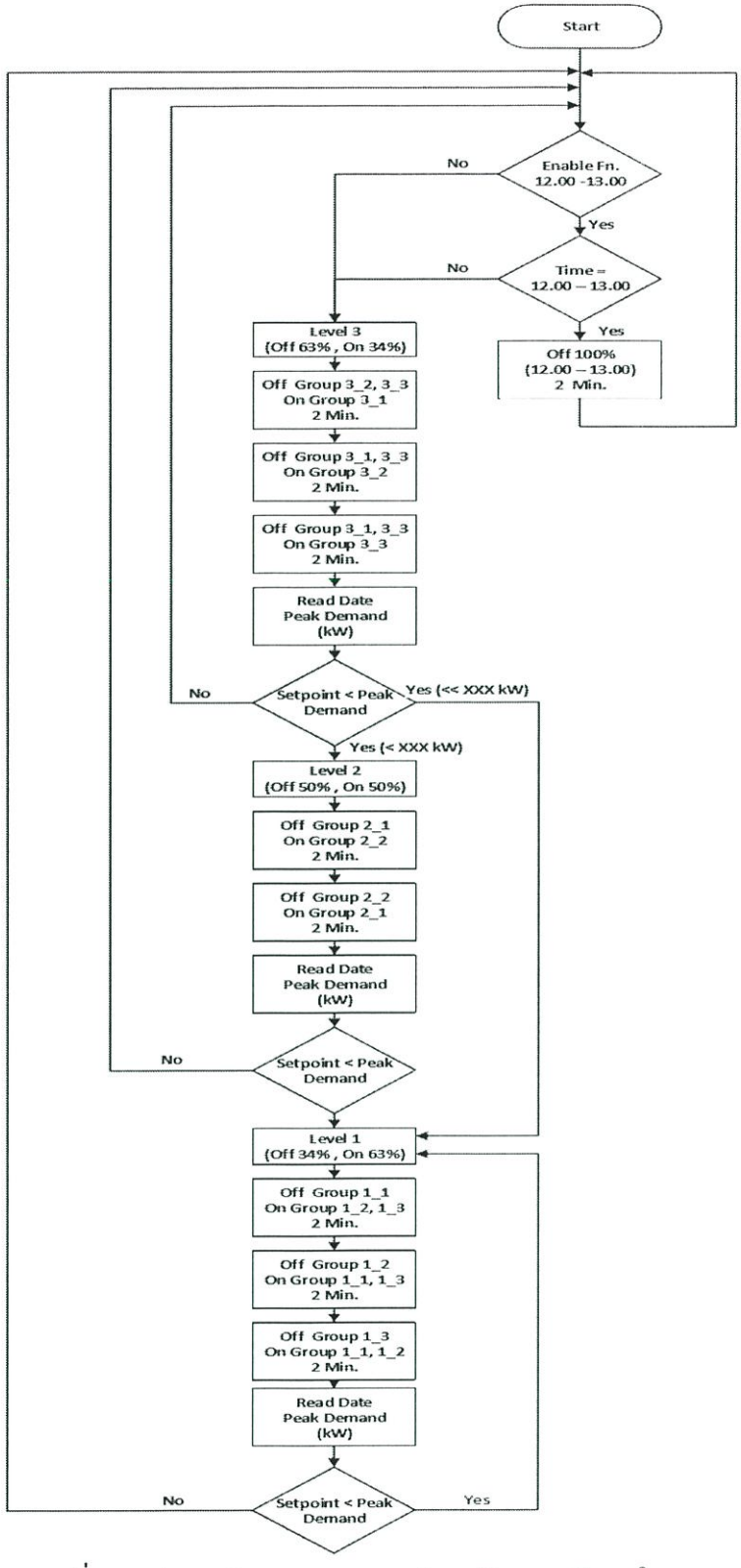


ภาพที่ 3.6 กราฟแนวคิดการออกแบบระบบจัดการพลังงานในโรงพยาบาล

จึงได้ทำการนำ Power Meter เข้าไปติดยังอาคารต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถรู้การใช้ไฟฟ้าในขณะนั้นของอาคารต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถทำค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละอาคารมาคิดคำนวณขั้นตอนในการตัด-ต่อ Compressor ของเครื่องปรับอากาศ

ภาพที่ 3.7 ภาพ Power Meter ที่ใช้ในระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

ต่อมาเมื่อคำนึงถึงการออกแบบคำสั่งของโปรแกรม Xview ซึ่งเป็นโปรแกรม SCADA ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานแล้ว จึงได้เป็น Flow Chart ดังภาพที่ 3.7 ซึ่งเป็น Flow Chart ที่ออกแบบไว้แต่ยังไม่สมบูรณ์



ภาพที่ 3.8 Flow Chart ของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

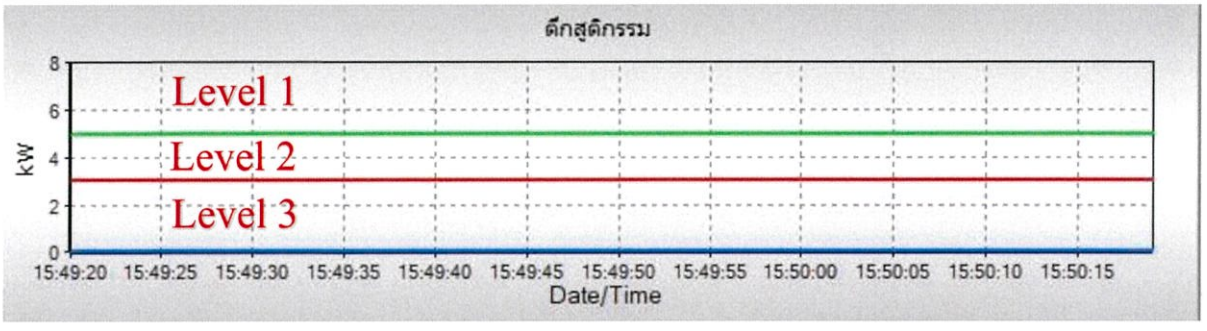
โดยการทำงานจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

3.1.6.1 โดยในระดับที่ Level 1 คือเมื่อใช้ไฟฟ้าสูงมากจะทำการปิด Compressor ของเครื่องปรับอากาศ 67% ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

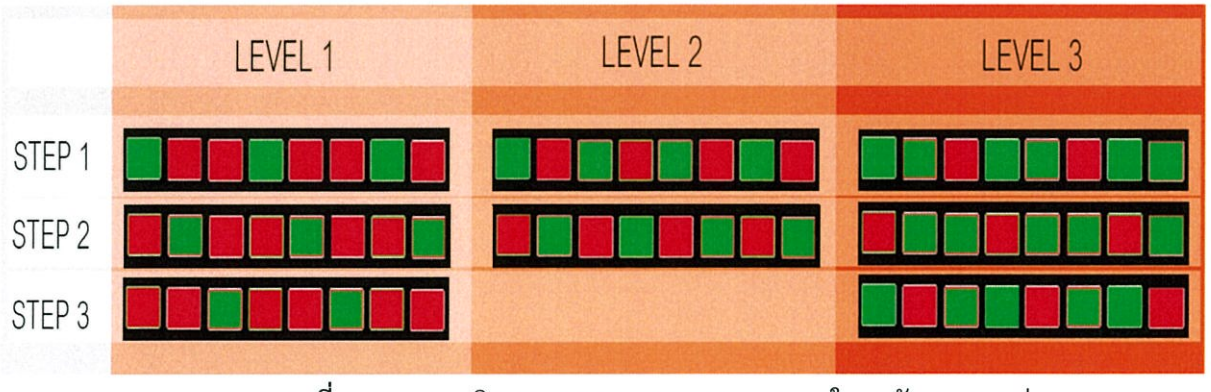
3.1.6.2 โดยในระดับที่ Level 2 คือเมื่อใช้ไฟฟ้าสูงจะทำการปิด Compressor ของเครื่องปรับอากาศ 50% ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

3.1.6.3 โดยในระดับที่ Level 3 คือเมื่อใช้ไฟฟ้าปานกลางจะทำการปิด Compressor ของเครื่องปรับอากาศ 33% ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด

3.1.6.4 โดยในระดับที่ Level 4 คือเมื่อใช้ไฟฟ้าน้อยหรืออยู่ในช่วง Off peak จะทำการเปิด Compressor ของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด



ภาพที่ 3.9 ภาพอธิบายระดับต่างๆของการปิด Compressor



ภาพที่ 3.10 ภาพอธิบายสถานะของ Compressor ในระดับ Level ต่าง ๆ

จากภาพที่ 3.7 สีเขียวคือกำลังเปิดการทำงานของ Compressor สีแดงคือกำลังปิดการทำงานของ Compressor จะเห็นได้ว่าเมื่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงขึ้นก็จะทำให้การปิดการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศเยอะขึ้นตามไปด้วย

3.2 การสื่อสารของระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร

3.2.1 ส่วนประกอบของระบบการสื่อสาร

ในส่วนของการสื่อสารกันของตัวระบบบริหารจัดการพลังงานนั้นแบ่งอุปกรณ์ตามระดับการสื่อสารได้เป็น 3 ส่วน คือ

3.2.1.1 Computer Server

เป็นส่วนที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของตัวระบบ มีการรับค่าจาก Power Meter แล้วจึงนำมาประมวลผลแล้วสั่งการเปิด-ปิด Compressor ของเครื่องปรับอากาศ ในระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคารใช้การสื่อสารเป็น Modbus TCP IP สื่อสารไปยัง Convertor โดยทำหน้าที่เป็น Master

3.2.1.2 Convertor หรือ อุปกรณ์แปลงสัญญาณ

เป็นส่วนที่มีหน้าที่แปลงคำสั่งจาก Modbus TCP IP ไปเป็น Modbus Serial แบบ RS485 ทำให้การสื่อสารในระบบลื่นไหลไม่ติดขัด

3.2.1.3 Device

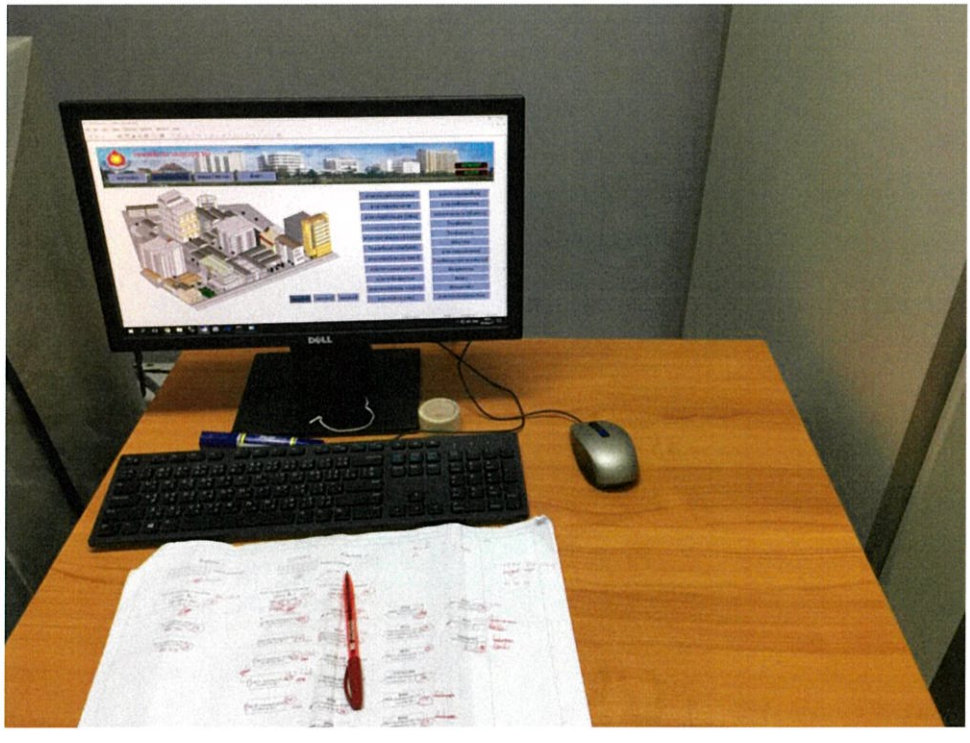
เป็นส่วนที่อยู่ปลายสุดของระบบ ใช้ Modbus RS485 ในการสื่อสารไปยัง Computer Server โดยทำหน้าที่เป็น Slave ในระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร ประกอบไปด้วย Power Meter และ Relay Module

3.2.2 การติดตั้งระบบการสื่อสาร

3.2.2.1 Computer Server

ติดตั้งอยู่ในห้อง Server ของโรงพยาบาล โดยต่อสาย Lan เข้ากับ Manage Switch ของโรงพยาบาลซึ่งมีสายไฟเบอร์ออฟติกเชื่อมการสื่อสารไปยังอาคารต่าง ๆ โดยระบบนี้มีการติดตั้งอยู่ก่อนแล้ว

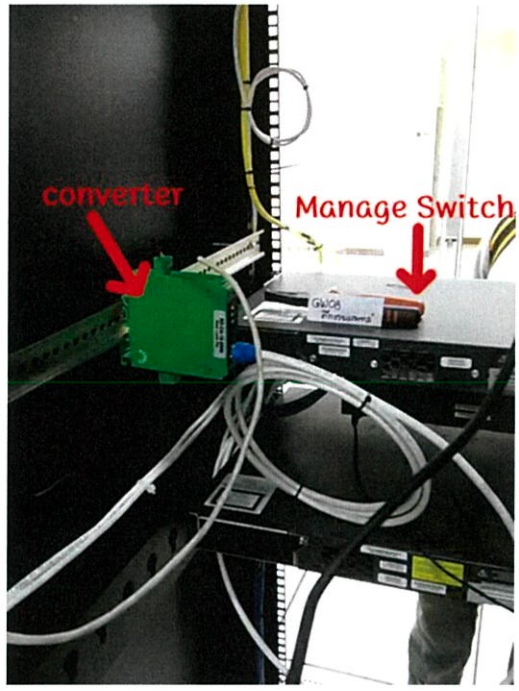
ภาพที่ 3.11 ภาพการติดตั้ง Computer Server



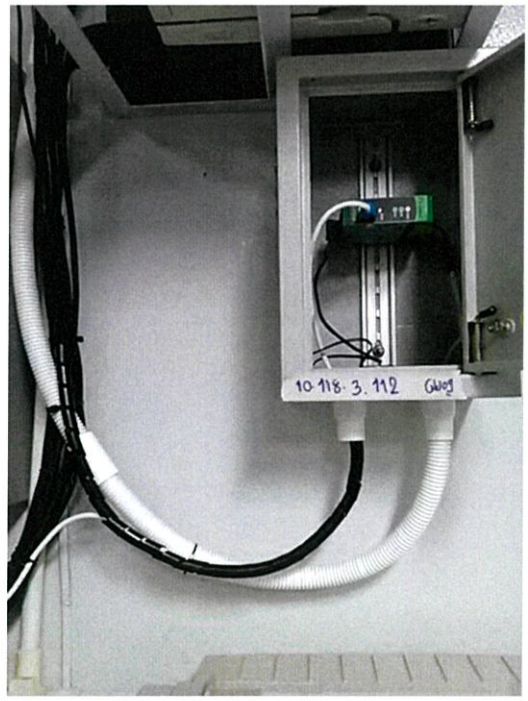
ภาพที่ 3.12 ภาพ Computer Server

3.2.2.2 Converter

ติดตั้งอยู่ตามอาคารที่มี Manage Switch ตั้งอยู่จำนวน 8 อาคารได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอก ,อาคารอำนวยการ ,อาคารสูติกรรม ,อาคารศัลยกรรม ,อาคารศูนย์แพทย์,อาคารหลวงตา, อาคารชันสูตร และ อาคารเชี่ยวชาญ



ภาพที่ 3.13 การติดตั้ง Convertor ที่อาคารศูนย์แพทย์



ภาพที่ 3.14 การติดตั้ง Convertor ที่อาคารชันสูตรโรค

3.2.2.3 Relay Module

ติดตั้งอยู่ตามจุดที่มีเครื่องปรับอากาศอยู่มากโดยติดไปอยู่ที่อาคารต่าง ๆ ทั้งหมด 9 อาคารทำหน้าที่เป็นสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศ แบ่งได้เป็น

3.2.2.3.1 อาคารอำนวยการ มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 5 โมดูล

3.2.2.3.2 อาคารรัตนโกสินทร์ มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 4 โมดูล

3.2.2.3.3 อาคารสูติกรรม มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล

3.2.2.3.4 อาคารศัลยกรรม มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 5 โมดูล

3.2.2.3.5 อาคารหลวงตา มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 7 โมดูล

3.2.2.3.6 อาคารชันสูตร มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 4 โมดูล

3.2.2.3.7 อาคารไตเทียม มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล

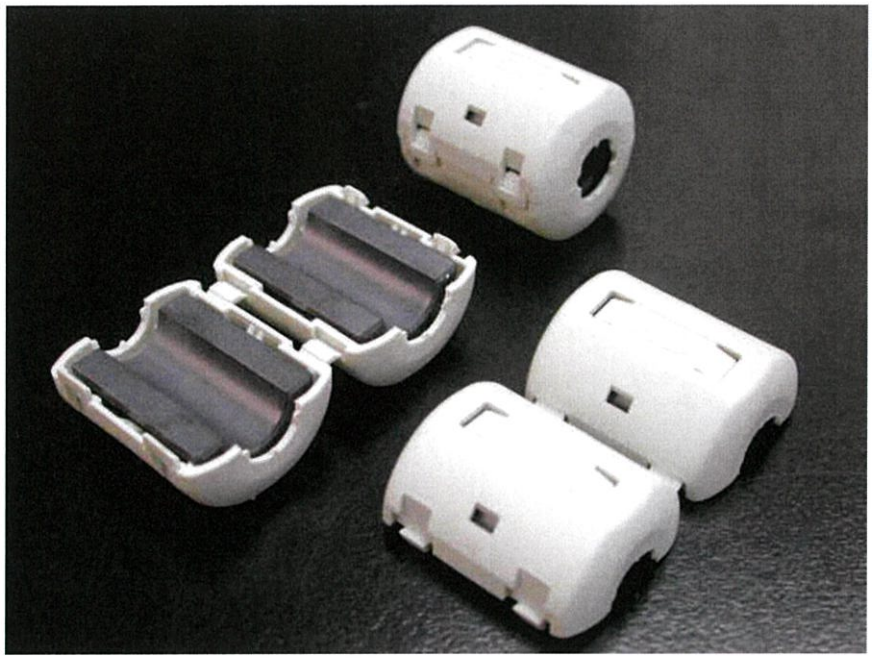
3.2.2.3.8 อาคารห้องจ่ายยา มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล

3.2.2.3.9 อาคารธนาคารเลือด มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล

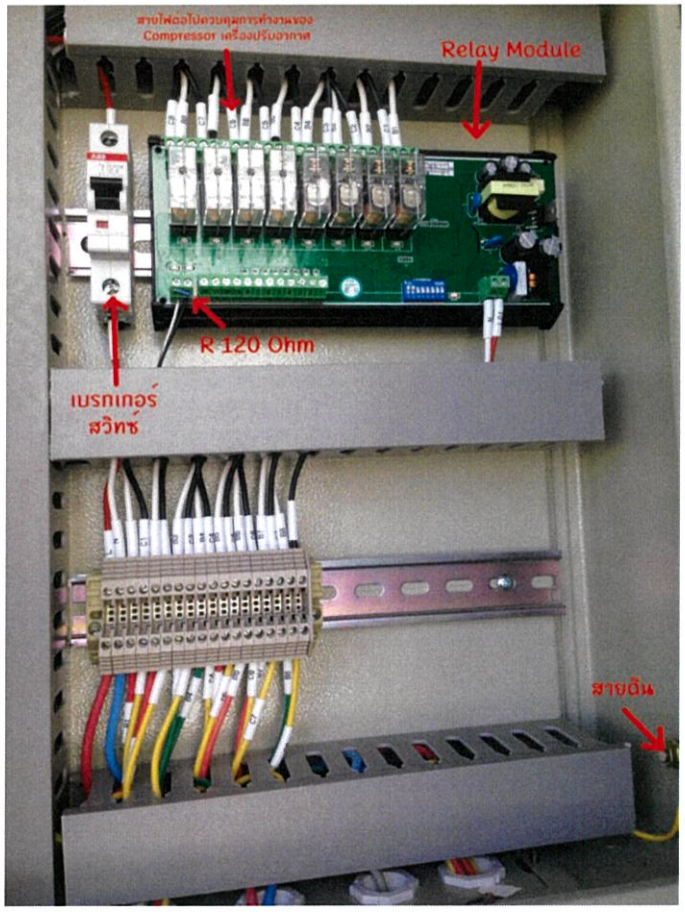
รวมทั้งหมด 33 โมดูล แต่ละโมดูลจะควบคุมการทำงานของ Compressor ได้ทั้งหมด 8 เครื่อง หรือก็คือ ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร สามารถควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศได้ทั้งหมด 264 เครื่อง

ในแต่ละโมดูลนั้นอยู่ในตู้เหล็กซึ่งประกอบไปด้วย

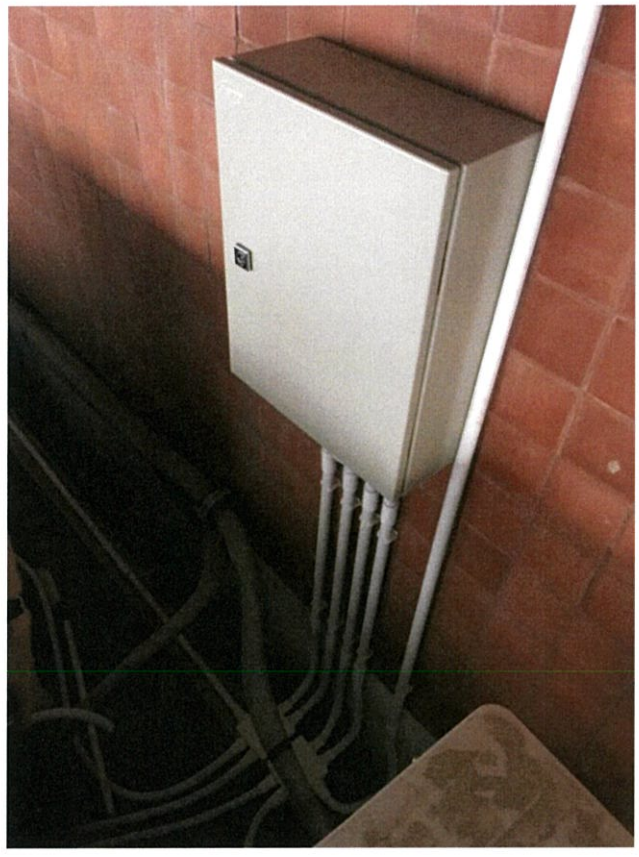
1) เบรกเกอร์สวิตช์ ทำหน้าที่ตัดการทำงานเมื่อมีการลัดวงจรภายในตู้
2) ตัวต้านทานชนิด 120 โอห์ม ทำหน้าที่ลดสัญญาณรบการภายในสาย RS485
3) สายดิน ใช้ในการต่อเข้ากับ Shield ของสาย RS485 ช่วยป้องกันการเหนี่ยวนำจากสายไฟรอบข้าง
4) Ferrite ช่วยกรองสัญญาณรบกวนออก



ภาพที่ 3.15 ชนิดของ ferrite ที่ใช้ในการติดตั้ง



ภาพที่ 3.16 ภาพภายในตู้เหล็ก Relay Module ที่อาคาร



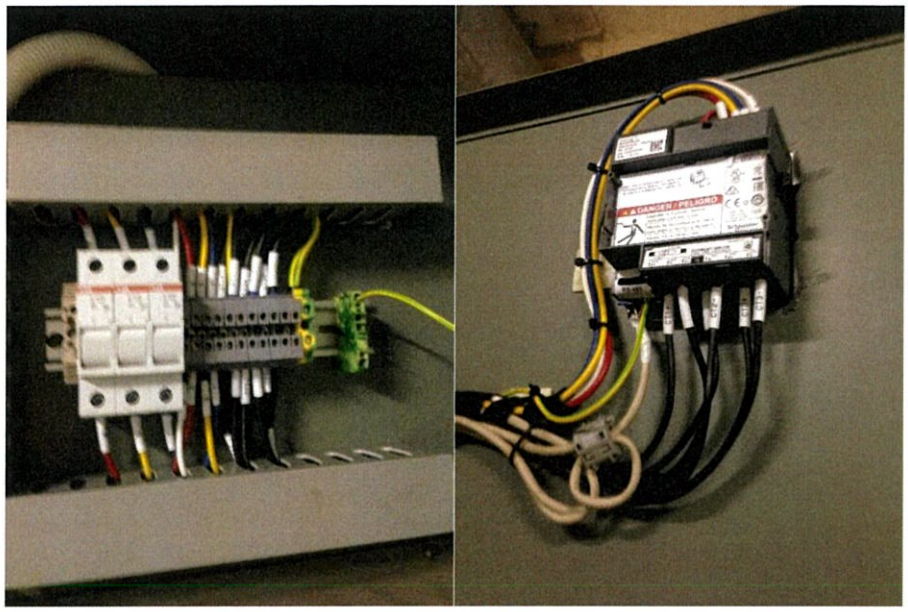
ภาพที่ 3.17 ภาพตำแหน่งที่ติดตั้งตู้เหล็ก

3.2.2.4 Power Meter

ติดตั้งอยู่ที่ตู้ไฟฟ้าหลักในแต่ละอาคารทั้งหมด 23 อาคาร จำนวน 28 ตัว โดยใช้วัดค่าไฟฟ้าในแต่ละอาคารซึ่ง Power Meter แต่ละตัวนั้นจะมี Current Transformer หรือเรียกย่อ ๆ ว่า CT เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดกระแสที่ไหลในสายไฟ

ภาพที่ 3.18 ภาพการติดตั้ง Current Transformer

ภาพที่ 3.19 ภาพการติดตั้ง Power Meter



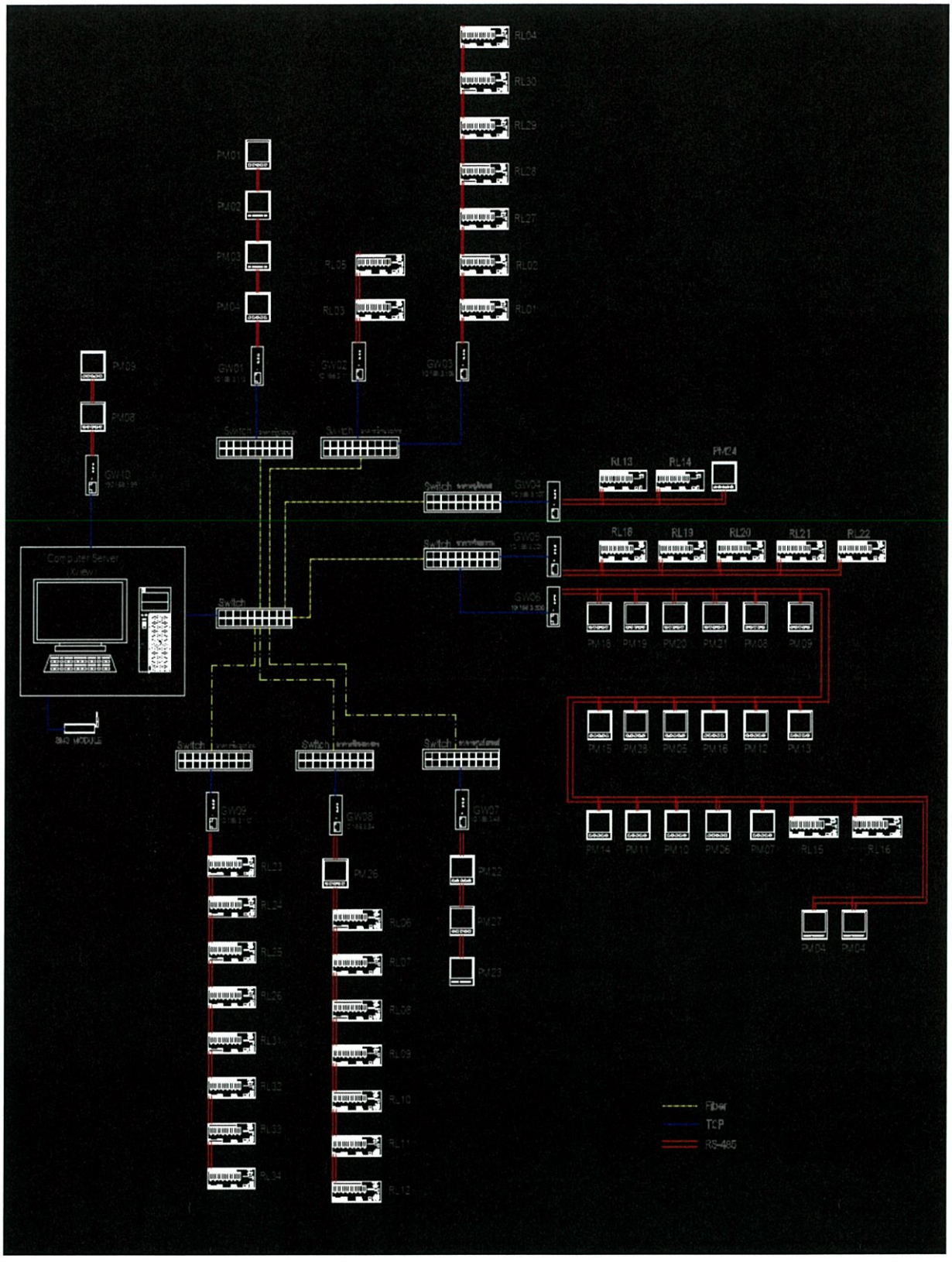
ภาพที่ 3.20 ภาพการติดตั้ง Power Meter

ภาพที่ 3.21 ภาพตำแหน่งที่ติดตั้ง Power Meter

3.2.2.5 SMS Module

ทำหน้าที่ส่ง SMS แจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ระบบ การติดตั้งจะสื่อสารผ่าน TCP IP จึงได้ใช้สายแลนต่อเข้ากับ Computer Server โดยตรง

โดยระบบทั้งหมดจะมีลักษณะดังรูป 3.23



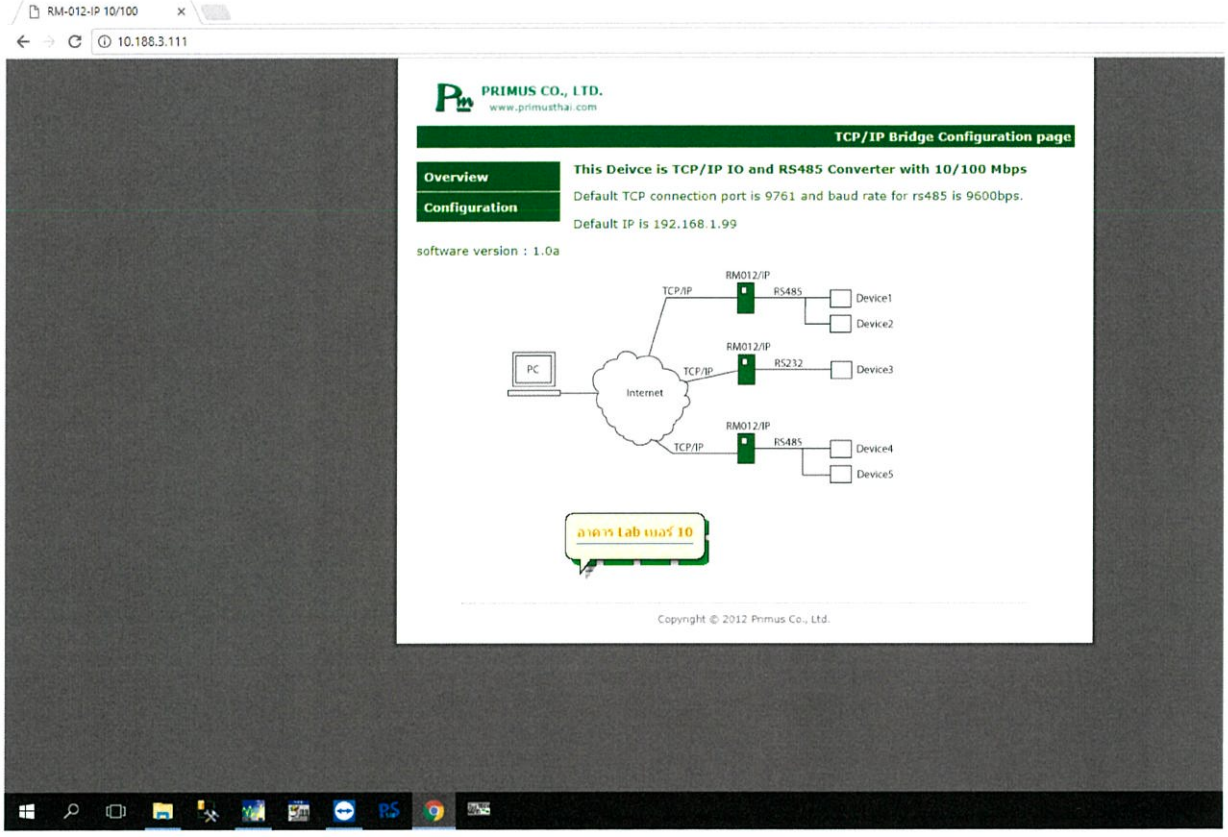
ภาพที่ 3.23 ระบบการสื่อสารของการบริหารจัดการพลังงานในอาคารทั้งระบบ

3.3 การตั้งค่าเบื้องต้นของโปรแกรม

3.3.1 การเพิ่มอุปกรณ์แปลงสัญญาณเข้าในระบบ

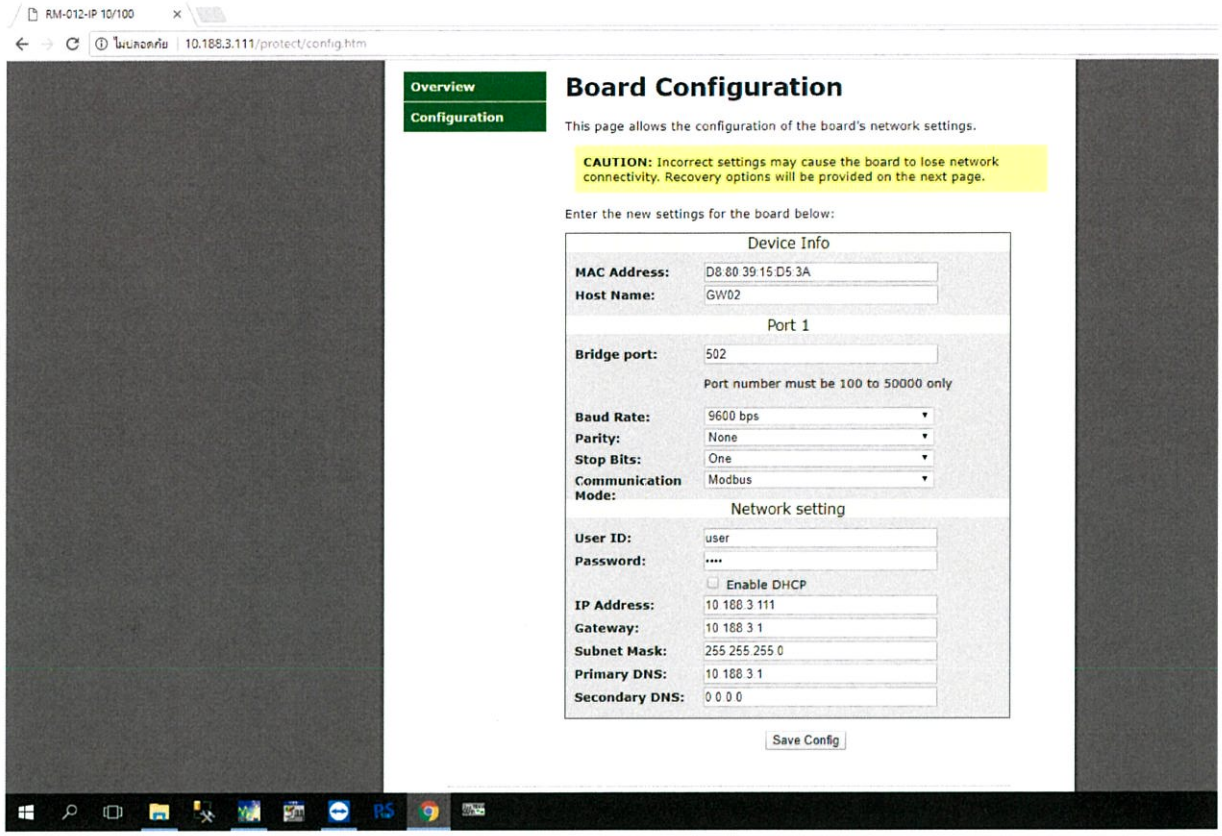
3.3.1.1การตั้งค่าที่ computer

ในส่วนของการตั้งค่าของ Converter Primus RM-012-IP นั้นสามารถตั้งค่าผ่าน Browser ได้เลยโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม โดยใส่ค่า IP ลงไปในช่อง Address ซึ่ง IP เริ่มต้นคือ 192.168.1.99 จากนั้นเลือกที่ Configuration ก็จะขึ้นหน้าจอตั้งค่าขึ้นมา



ภาพที่ 3.24 ภาพการตั้งค่า Converter Primus RM-012-IP

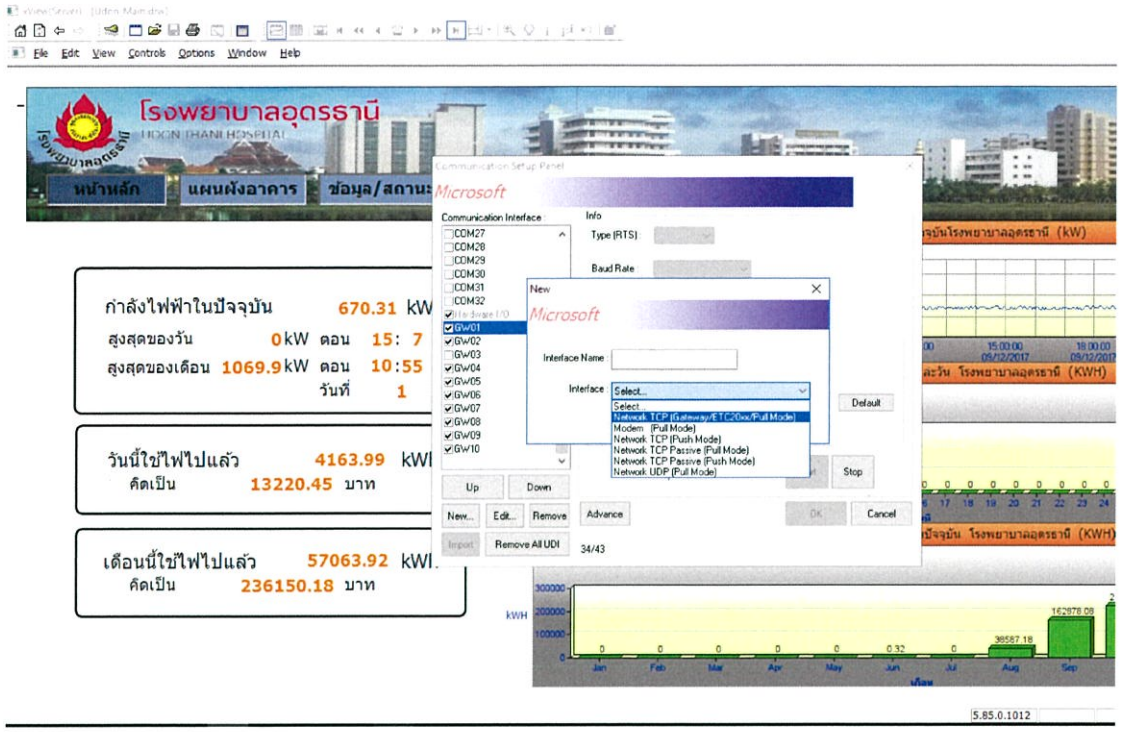
โดยในส่วนนี้จะมีการตั้งค่า IP เพื่อที่จะให้อุปกรณ์อยู่ในวงเดียวกันกับ Computer Server จากนั้นก็ตั้งค่า Baud rate ให้เท่ากับอุปกรณ์ปลายทาง ในที่นี้ตั้งค่า IP ของระบบให้อยู่ในวง 10.188.3.xx และ Baud rate ที่ 9600 bps



ภาพที่ 3.25 ภาพการตั้งค่า Converter Primus RM-012-IP

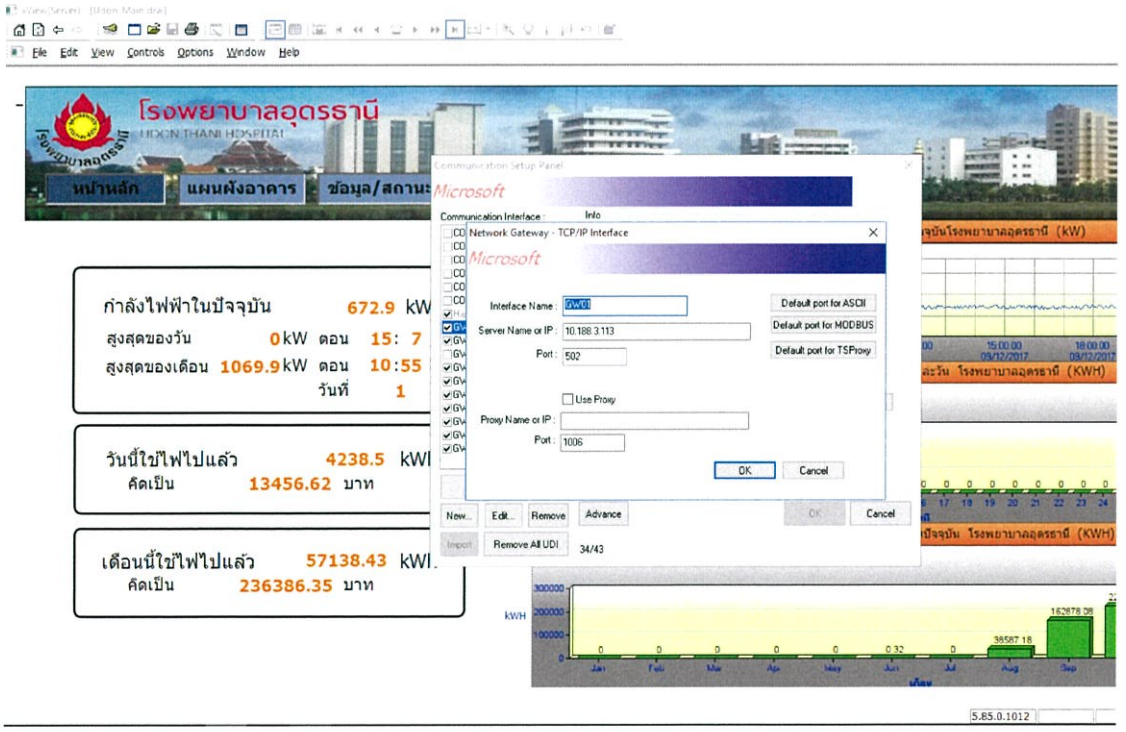
3.3.1.2 การตั้งค่าที่ตัว Converter

เป็นการทำให้โปรแกรมสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์แปลงสัญญาณได้ โดยการตั้งค่านั้นทำได้โดยเลือกที่ File จากนั้นกดที่ Communication Setup Panel จะมีหน้าต่างการตั้งค่าเปิดขึ้นมา กดที่ New เพื่อที่จะเพิ่ม Converter เข้าไปในระบบ ใส่ชื่อและชนิดของการติดต่อสื่อสาร จากนั้นจะปรากฏชื่อ Converter ขึ้นมา



ภาพที่ 3.26 ภาพการตั้งค่าโปรแกรม Xview ให้สามารถเชื่อมต่อกับ Converter ได้

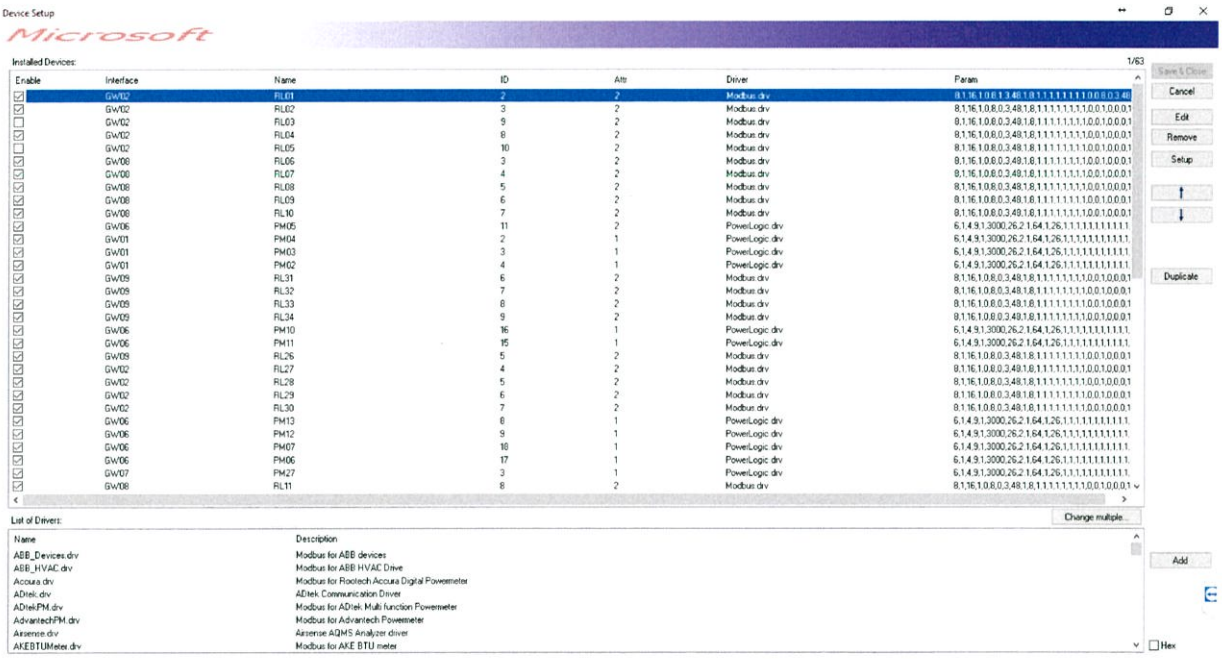
กดเลือกที่ Edit เพื่อที่จะตั้งค่าการสื่อสารของตัว Converter ใส่ค่า IP เข้าไปให้ตรงกับ IP ของตัว Converter และใส่ค่า Port ให้ตรงกันจากนั้นกด OK เมื่อโปรแกรม Xview สามารถเชื่อมต่อกับตัว Converter ได้แล้วจะแสดงสถานะเป็น Running



ภาพที่ 3.27 ภาพการตั้งค่าโปรแกรม Xview ให้สามารถเชื่อมต่อกับ Converterได้

3.3.2 การเพิ่มอุปกรณ์ปลายทางเข้าในระบบ

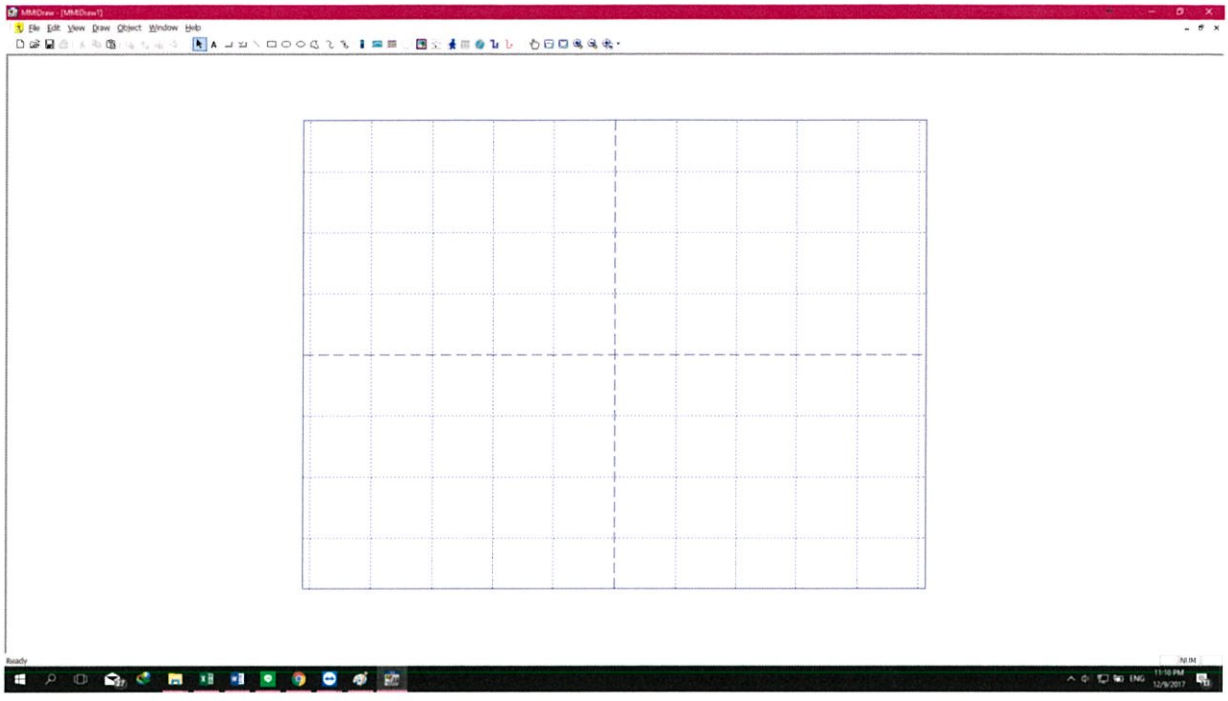
เป็นการทำให้โปรแกรมสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ปลายทางได้ โดยการตั้งค่านั้นทำได้โดยเลือกที่ File จากนั้นกดที่ Device Setup จะมีหน้าต่างการตั้งค่าเปิดขึ้นมา เลือก Driver ตามชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ ในที่นี้คือ Relay Module กับ Power Meter จากนั้นกดที่Add เพื่อที่จะเพิ่ม Device เข้าไปในระบบ ชื่อ Device ขึ้นมาจากนั้นกดที่ Setup เพื่อที่จะเข้าไปตั้งค่า Baud rate ให้ตรงกับ Device ที่ใช้



ภาพที่ 3.27 ภาพหน้าต่างของการตั้งค่า Device

3.4 การออกแบบหน้าโปรแกรม Xview

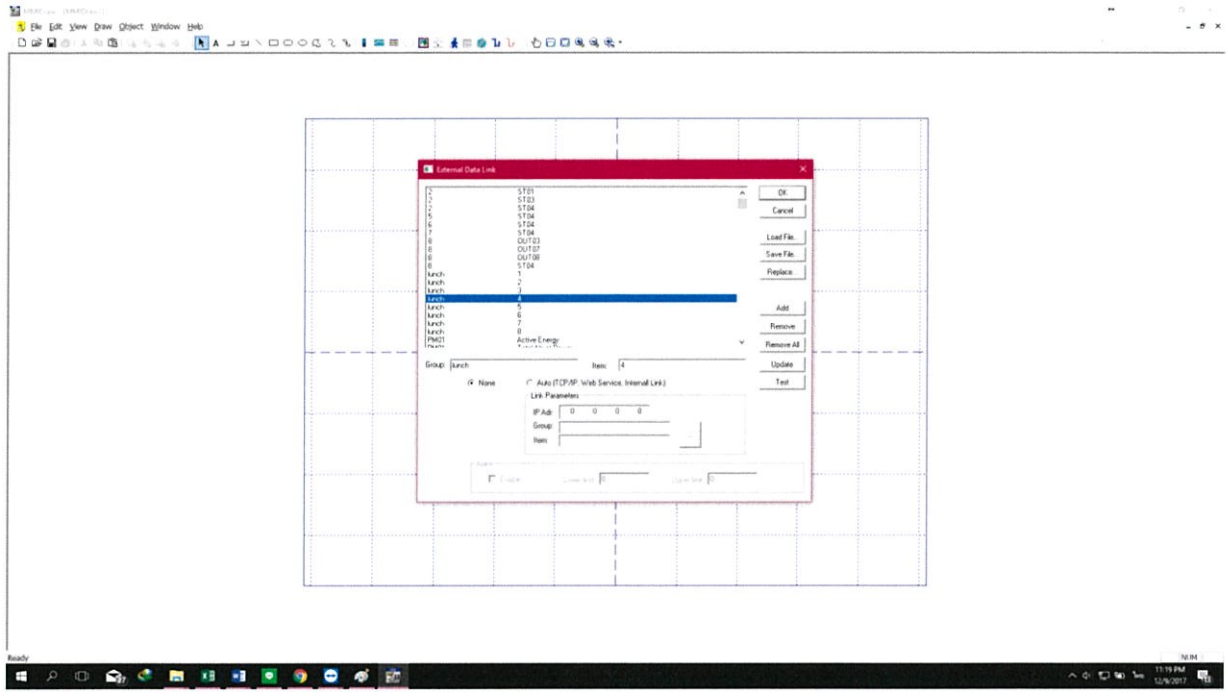
โปรแกรม Xview นั้นจะมีส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการวาดหน้าของโปรแกรม นั้นก็คือโปรแกรม Xdraw โดยภายในโปรแกรมก็จะมีเครื่องมือในการวาดให้ใช้อยู่มากมาย



ภาพที่ 3.28 ภาพโปรแกรม Xdraw โปรแกรมที่ใช้ในการวาด Graphic ของ Xview

3.4.1การดึงค่าจากตัวอุปกรณ์เข้ามาแสดงในหน้าจอ Xview

สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ External Link ที่อยู่ใน View จะปรากฏหน้าต่างตั้งค่าการดึงข้อมูลจากตัวอุปกรณ์โดยสามารถเลือกดึงออกมาใช้ได้



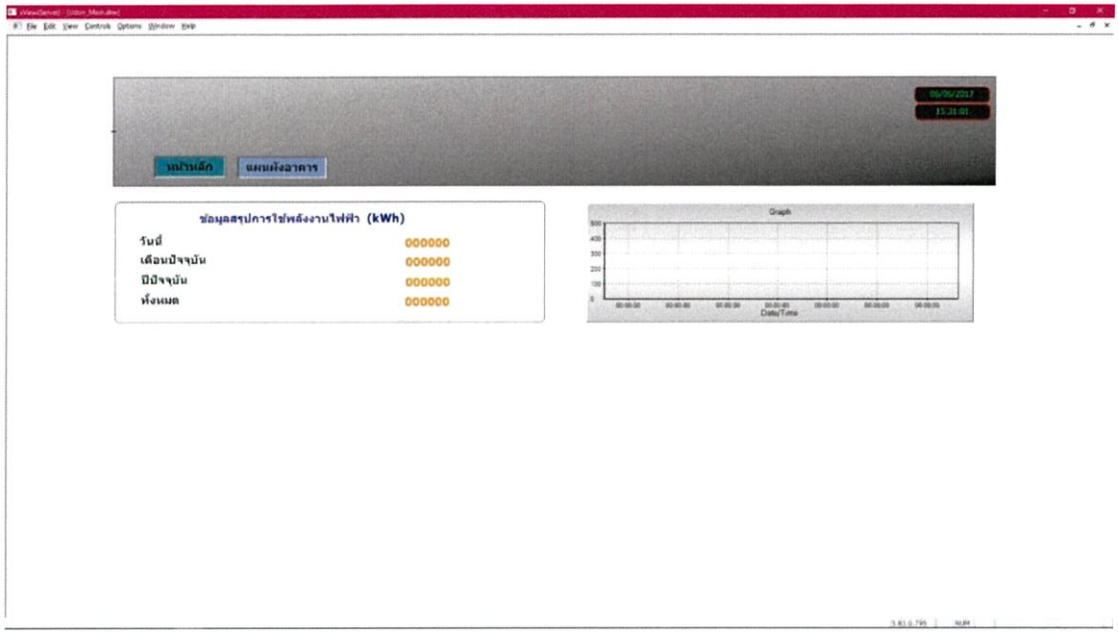
ภาพที่ 3.29 ภาพการดึงข้อมูลเข้ามาในตัว SCADA Xview

3.4.2 หน้าจอกราฟฟิก

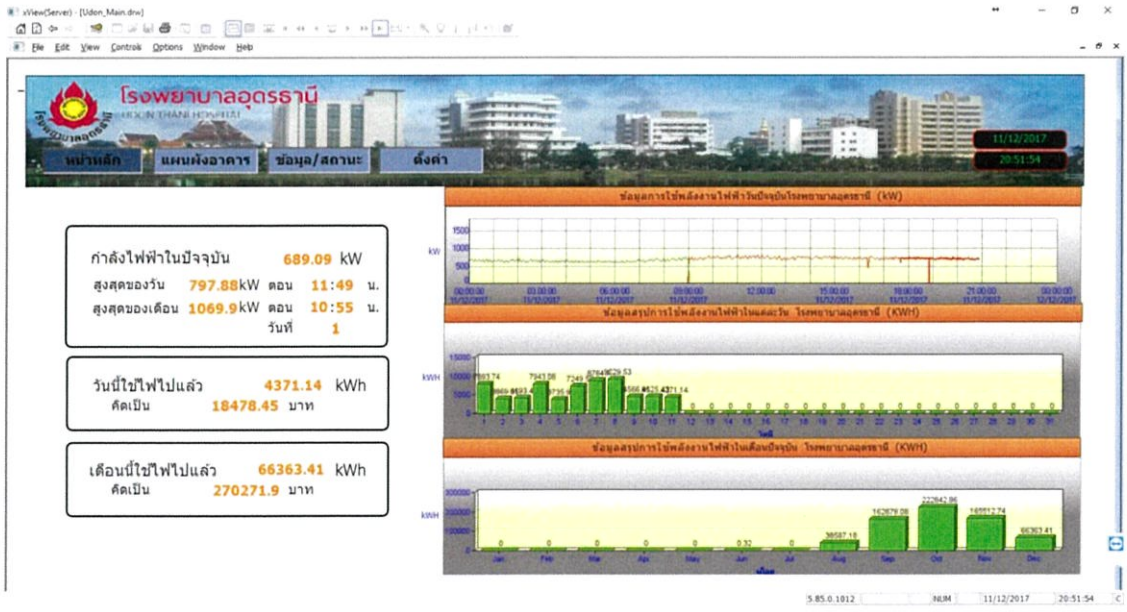
โดยหน้า Graphic ของโปรแกรมจะมีส่วนหลักๆอยู่ 4 ส่วน คือ

3.4.2.1 หน้าหลัก

คือส่วนที่สรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่วัดได้โดยตัวระบบโดยในตอนแรกมีการแสดงข้อมูลที่น้อยดังภาพที่ 3.29 จึงได้มีการปรับปรุงใหม่จนได้เป็นภาพที่ 3.30



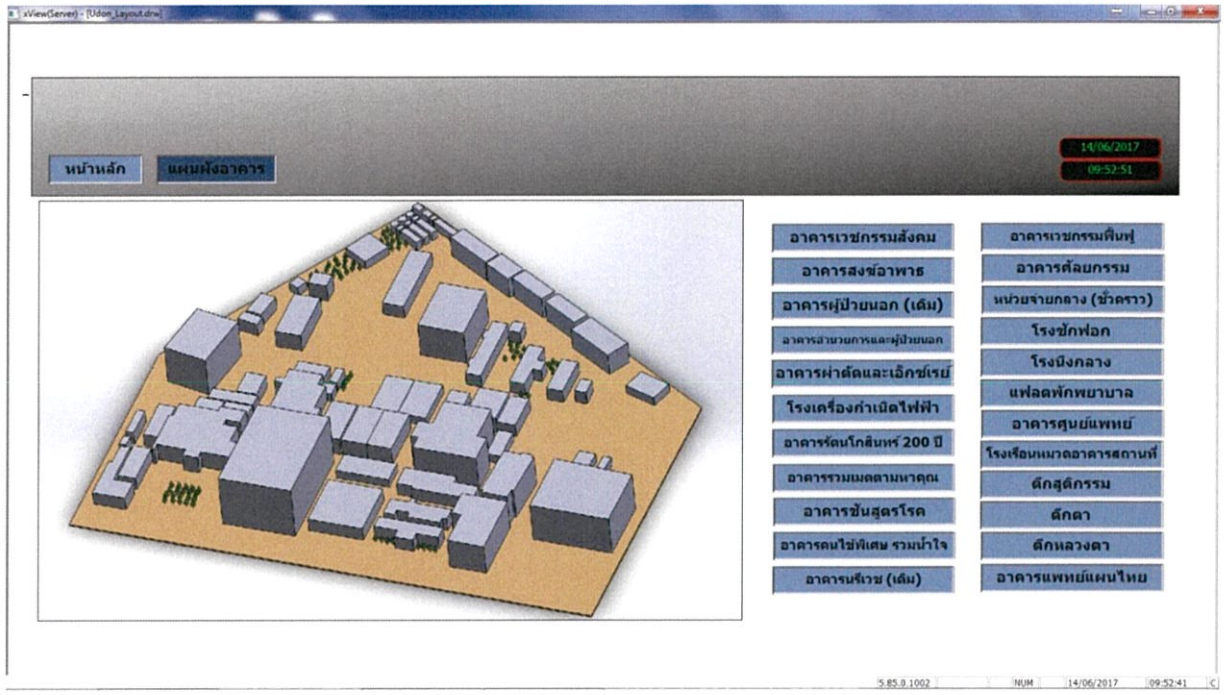
ภาพที่ 3.30 ภาพหน้าจอหลักก่อนที่จะมีการปรับปรุง



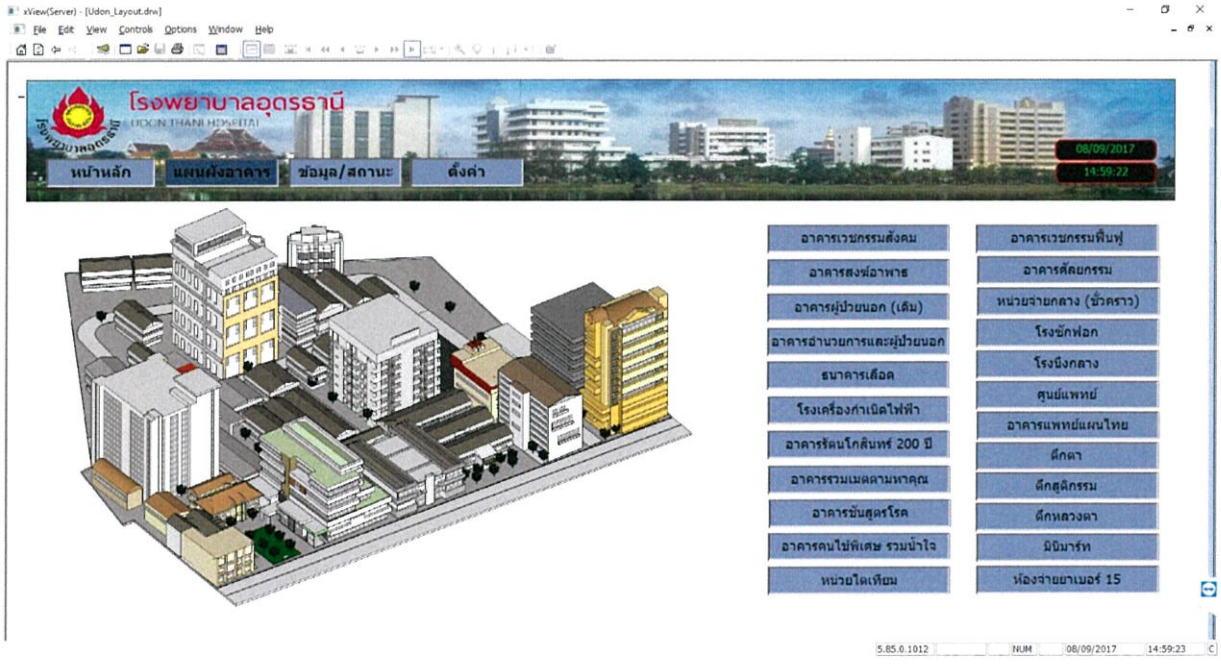
ภาพที่ 3.31 ภาพหน้าจอหลักหลังได้มีการปรับปรุงแล้ว

3.4.2.2 แผนผังอาคาร

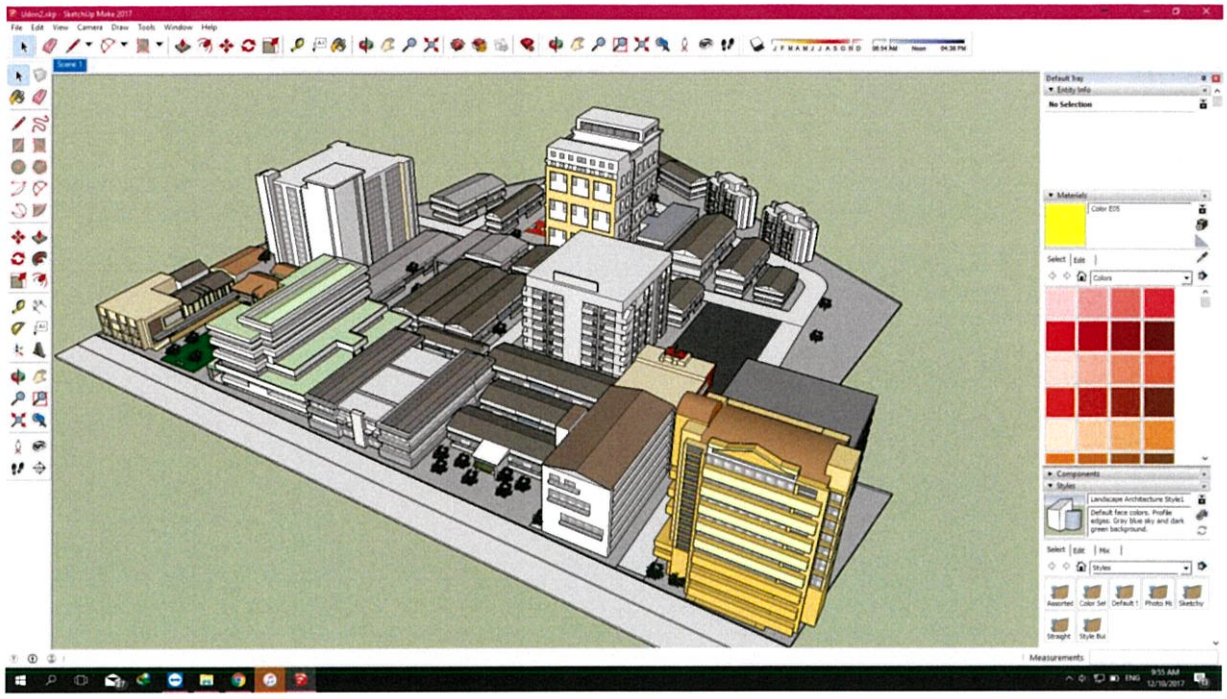
คือส่วนที่เชื่อมต่อไปยังหน้าที่มีข้อมูลของแต่ละอาคารโดยในตอนแรกมีกราฟฟิกที่ไม่สวยงามและดูยากจึงได้มีการแก้กราฟฟิกใหม่ โดยใช้โปรแกรม Sketch Up เข้ามาช่วยในการวาดรูปอาคารแบบ 3 มิติ



ภาพที่ 3.32 ภาพแผนผังอาคารก่อนที่จะมีการปรับปรุง

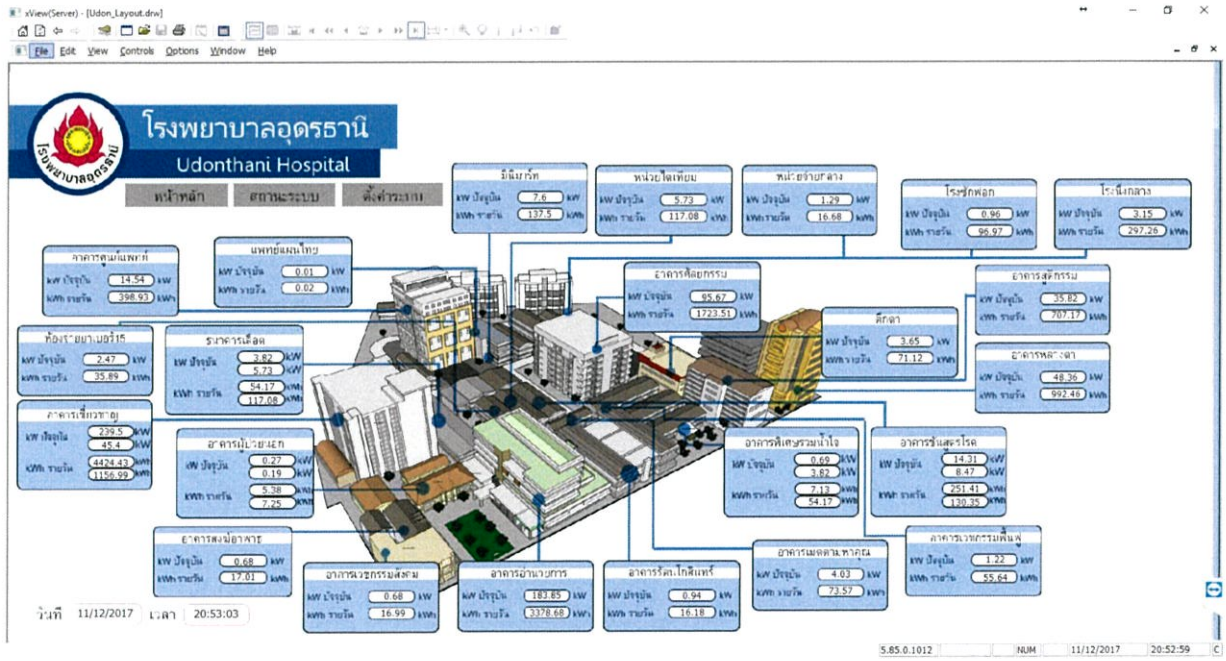


ภาพที่ 3.33 ภาพแผนผังอาคารหลังได้มีการปรับปรุงแล้ว



ภาพที่ 3.34 ภาพการใช้โปรแกรม Sketch Up

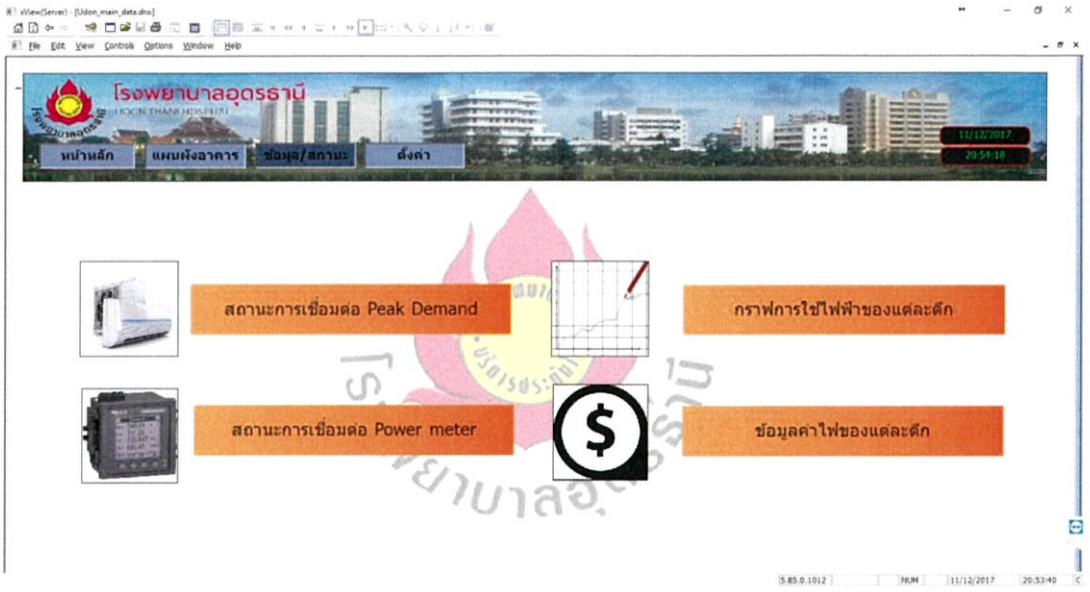
ต่อมาผู้ใช้งานตัวโปรแกรมมีปัญหาในการเรียกดูข้อมูลที่ลำบากในการกดดูข้อมูลจึงได้แก้ไขใหม่อีกรอบ จนได้เป็นกราฟฟิกในภาพที่ 3.33



ภาพที่ 3.35 ภาพแผนผังอาคารที่สมบูรณ์แล้ว

สามารถเข้าดูข้อมูลของอาคารแต่ละอาคารได้โดยการกดเลือกที่ชื่ออาคาร หรือกดที่รูปอาคารโดยจะแสดงผลเป็นค่าที่วัดได้จาก Power Meter ของแต่ละอาคารได้ดังภาพที่ 3.34

3.4.2.3 ข้อมูล/สถานะ



ภาพที่ 3.36 ภาพ Graphic ของหน้าข้อมูล/สถานะ

เป็นส่วนที่ใช้ดูข้อมูลที่วัดได้จาก Power Meter และสถานะการเชื่อมต่อของ Device ต่าง ๆ โดยมีหน้าที่สามารถกดเข้าไปดูได้ทั้งหมด 4 หน้า คือ

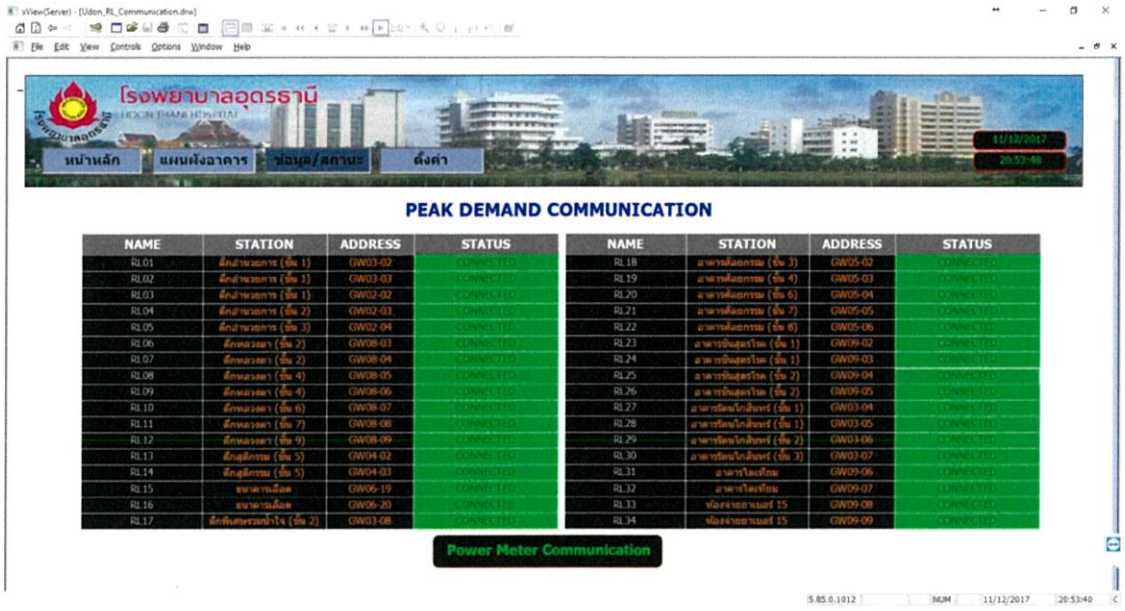
3.4.2.3.1 สถานะการเชื่อมต่อ Peak Demand

เป็นหน้าที่ใช้แสดงข้อมูลการเชื่อมต่อของ Relay Module เมื่อสามารถเชื่อมต่อได้จะแสดงสถานะ Connected แต่เมื่อไม่สามารถเชื่อมต่อจะจะแสดงสถานะ Disconnect

ภาพที่ 3.37 ภาพ Graphic สถานะการเชื่อมต่อ Peak Demand

3.4.2.3.2 สถานะการเชื่อมต่อ Power Meter

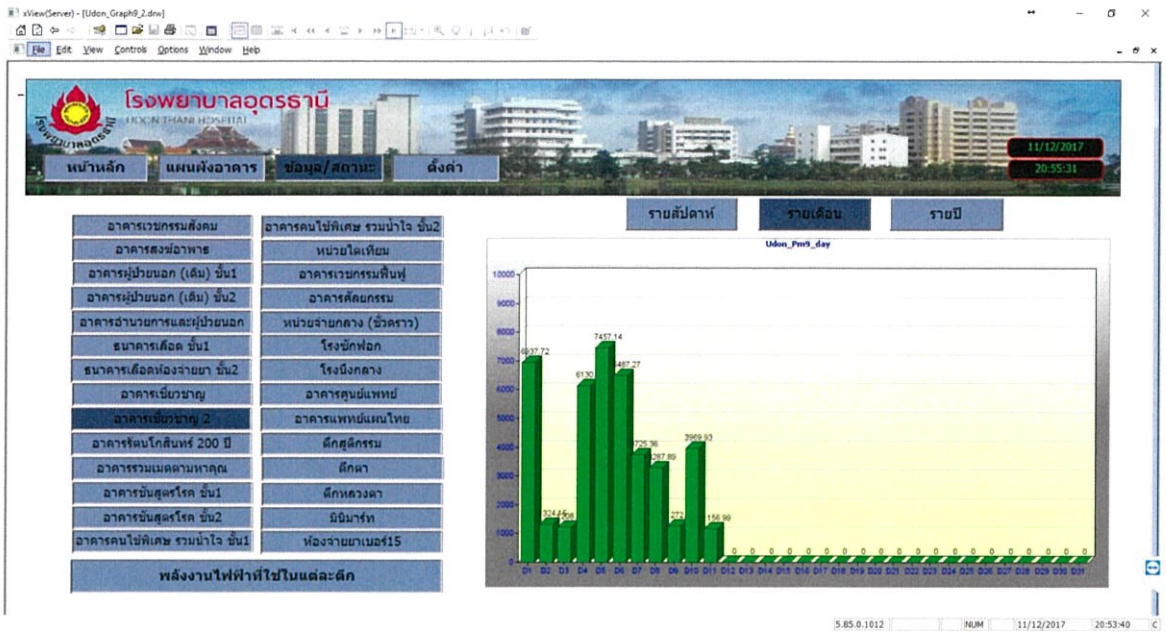
เป็นหน้าที่ใช้แสดงข้อมูลการเชื่อมต่อของ Power Meter เมื่อสามารถเชื่อมต่อได้จะแสดงสถานะ Connected แต่เมื่อไม่สามารถเชื่อมต่อจะจะแสดงสถานะ Disconnect



ภาพที่ 3.38 ภาพ Graphic สถานะการเชื่อมต่อ Power Meter

3.4.2.3.3 กราฟการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอาคาร

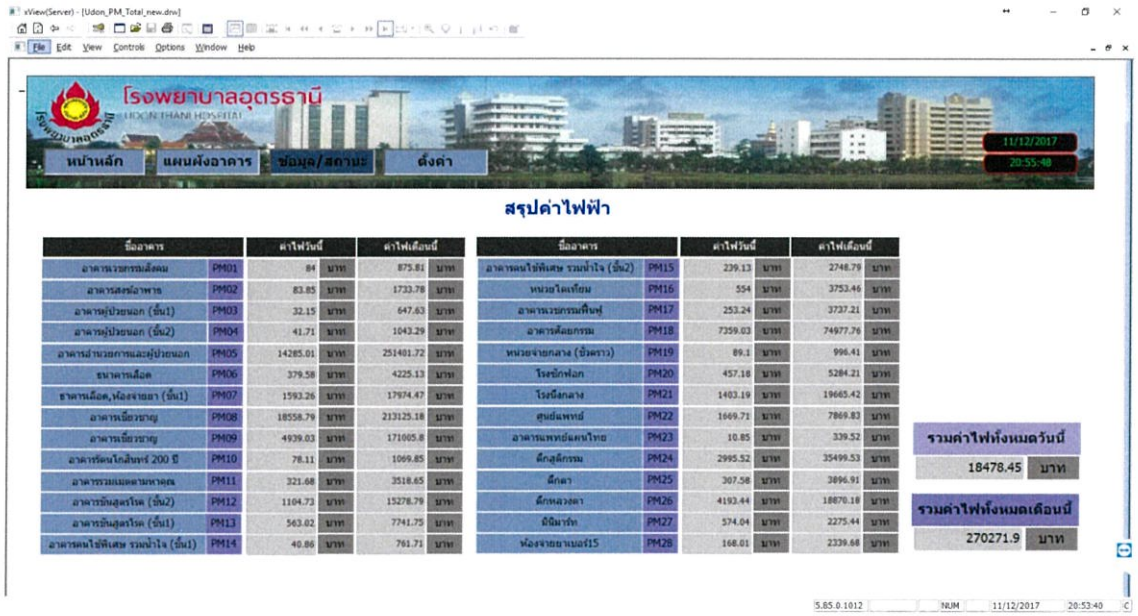
เป็นหน้าที่ใช้แสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง ที่วัดได้จาก Power Meter สามารถเลือกดูได้ทั้งในแบบรายสัปดาห์,รายเดือน และรายปี หรือจะเลือกดูเป็นทุกอาคารพร้อมกันก็ได้



ภาพที่ 3.39 ภาพ Graphic ของกราฟการใช้ไฟฟ้าของแต่ละอาคาร

3.4.2.3.4 ข้อมูลค่าไฟฟ้าของแต่ละตึก

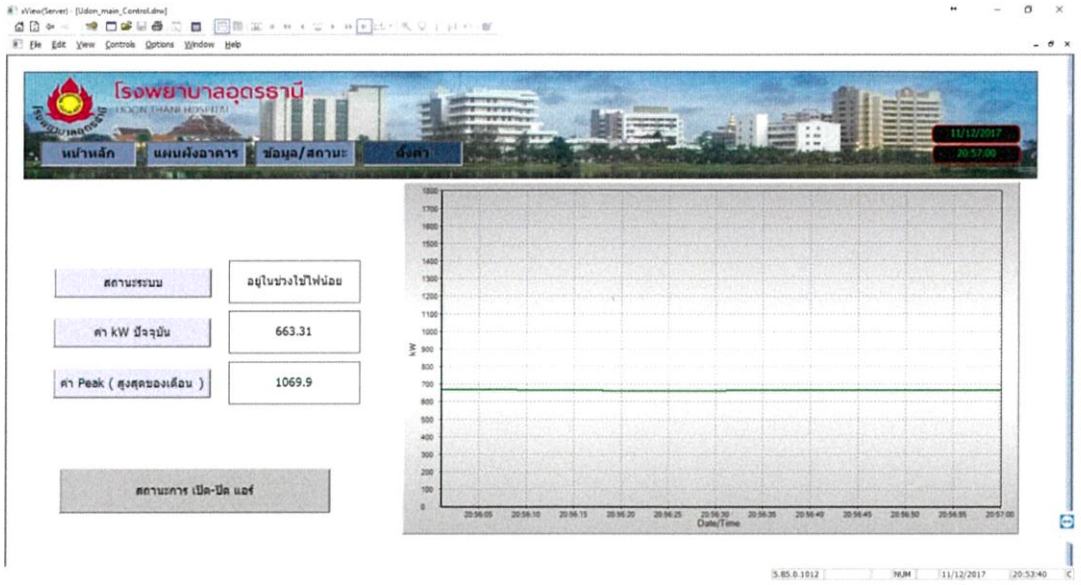
เป็นหน้าที่ใช้แสดงข้อมูลการค่าไฟฟ้าที่เสียไปในแต่ละอาคารและ ค่าไฟฟ้าที่เสียทั้งหมดรายวันและรายเดือน โดยมีหน่วยเป็นบาท



ภาพที่ 3.40 ภาพ Graphic ของข้อมูลค่าไฟฟ้าของแต่ละตึก

3.4.2.4 การตั้งค่า

เป็นหน้ากราฟฟิกที่ใช้แสดงการทำงานของตัวระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร โดยจะแสดงสถานะของระบบปัจจุบันว่ามีการตัด Compressor ของเครื่องปรับอากาศไปเท่าไร มีการแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และค่า Peak สูงที่สุดของเดือนนั้น ๆ



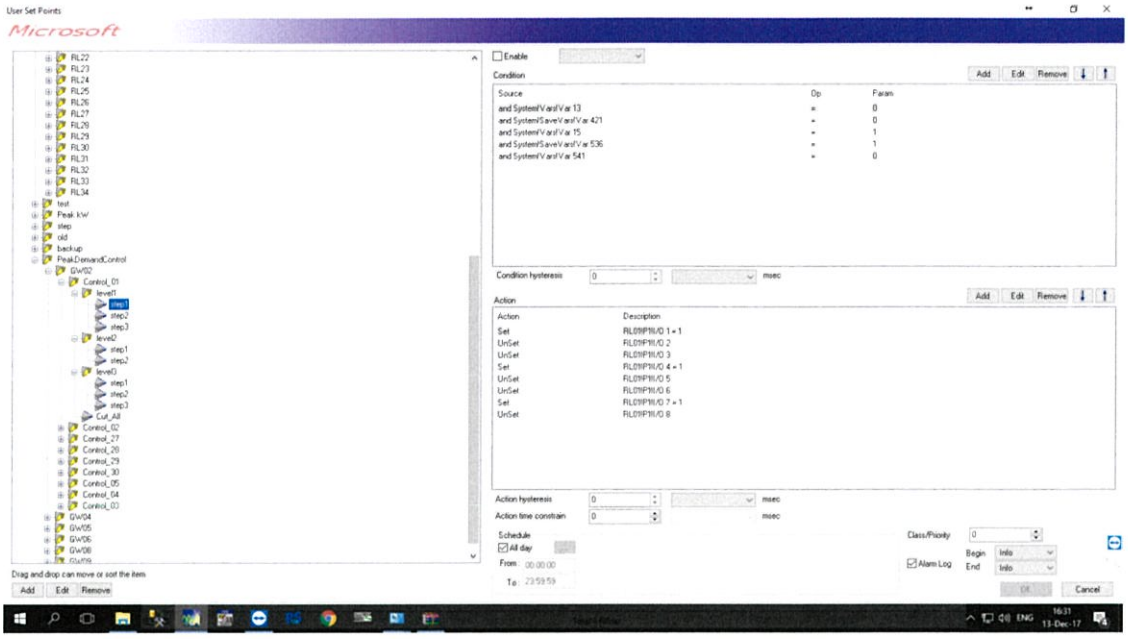
ภาพที่ 3.41 ภาพ Graphic ของการตั้งค่า

หน้าสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศนั้นจะแสดงการสั่งงานของระบบที่มีต่อ Compressor โดยถ้าเป็นสีแดงก็คือระบบสั่งการให้ Compressor ไม่ทำงาน ถ้าเป็นสีเขียวคือระบบสั่งงานให้ Compressor ทำงาน

ภาพที่ 3.42 ภาพ Graphic ของหน้าสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

3.5 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของระบบ

ในส่วนของการเขียนชุดคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานของ Xview นั้น



ภาพที่ 3.43 ภาพการเขียนการทำงานของตัวโปรแกรม

ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

3.5.1 ส่วนประกอบของชุดคำสั่งโปรแกรม Xview

3.5.1.1 ชื่อชุดคำสั่ง

เป็นส่วนที่ใช้บอกว่าชุดคำสั่งนั้น ๆ เกี่ยวกับอะไร

3.5.1.2 เงื่อนไขชุดคำสั่ง

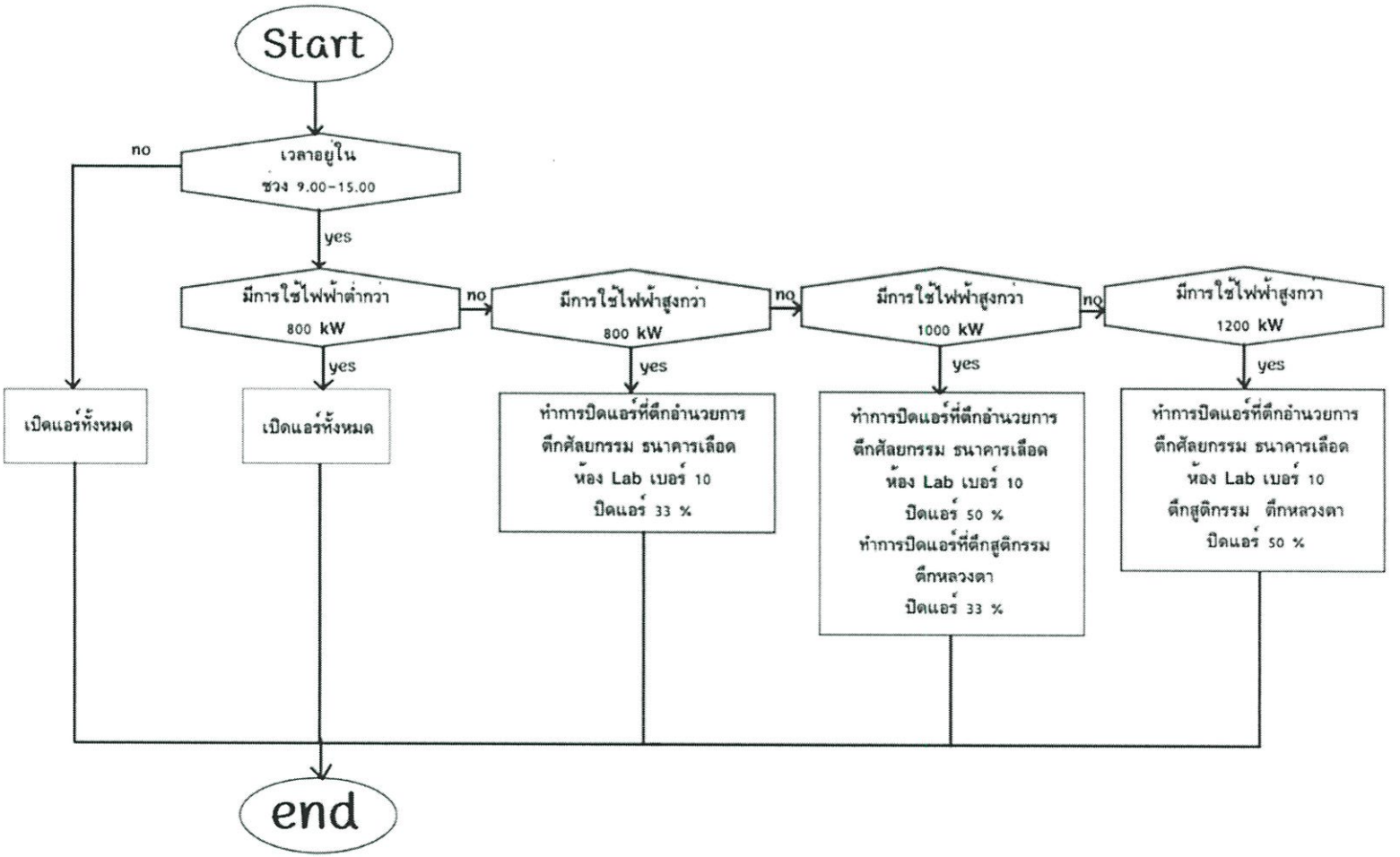
เป็นส่วนของเงื่อนไขในการเริ่มทำงานชุดคำสั่ง

3.5.1.3 การกระทำ

เป็นส่วนของการทำงานของชุดคำสั่งที่ต้องการให้กระทำ

3.5.2 การเขียนชุดคำสั่ง

การเขียนชุดคำสั่งนั้นเขียนออกมาโดยให้เหมือนใน Flow chart ในภาพที่ 3.41


Start
เวลาอยู่ใน
ช่วง 9.00-15.00
no
yes
มีการใช้ไฟฟ้าต่ำกว่า
800 kW
no
มีการใช้ไฟฟ้าสูงกว่า
800 kW
no
มีการใช้ไฟฟ้าสูงกว่า
1000 kW
no
มีการใช้ไฟฟ้าสูงกว่า
1200 kW
yes
yes
yes
yes
เปิดแอร์ทั้งหมด
เปิดแอร์ทั้งหมด
ทำการปิดแอร์ที่ตึกอำนวยการ
ตึกศัลยกรรม ธนาคารเลือด
ห้อง Lab เบอร์ 10
ปิดแอร์ 33 %
ทำการปิดแอร์ที่ตึกอำนวยการ
ตึกศัลยกรรม ธนาคารเลือด
ห้อง Lab เบอร์ 10
ปิดแอร์ 50 %
ทำการปิดแอร์ที่ตึกสูติกรรม
ตึกหลวงตา
ปิดแอร์ 33 %
ทำการปิดแอร์ที่ตึกอำนวยการ
ตึกศัลยกรรม ธนาคารเลือด
ห้อง Lab เบอร์ 10
ตึกสูติกรรม ตึกหลวงตา
ปิดแอร์ 50 %
end

ภาพที่ 3.44 ภาพ Flow Chart ของตัวโปรแกรม

บทที่ 4
ผลการทดสอบระบบ

4.1 กล่าวนำ

จากวัตถุประสงค์ของโครงงานฉบับนี้ ประกอบไปด้วย

4.1.1 เพื่อออกแบบ และติดตั้ง ระบบจัดการพลังงานที่สามารถใช้งานได้จริง

4.1.2 สามารถลดค่าไฟฟ้าภายในอาคารได้จริง

4.1.3 เพื่อออกแบบระบบที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากในระยะไกลได้

4.2 การออกแบบ และติดตั้ง ระบบจัดการพลังงานที่สามารถใช้งานได้จริง

4.2.1 การออกแบบระบบจัดการพลังงานที่ใช้ได้จริง

การออกแบบระบบจัดการการใช้พลังงานในตอนแรกนั้น มีการออกแบบให้ตัดการทำงานตลอดทั้ง 2 ชั่วโมง และมีการเลือก ปิดแอร์ทั้งหมดในตอนพักเที่ยง ต่อมาได้มีการประชุมและออกแบบใหม่โดยเห็นถึงการใช้งานเป็นสำคัญจึงได้มีการปรับเปลี่ยนเป็นการตัดแอร์เฉพาะในช่วง On-peak และตัดส่วนที่ปิดพักเที่ยงออกไป

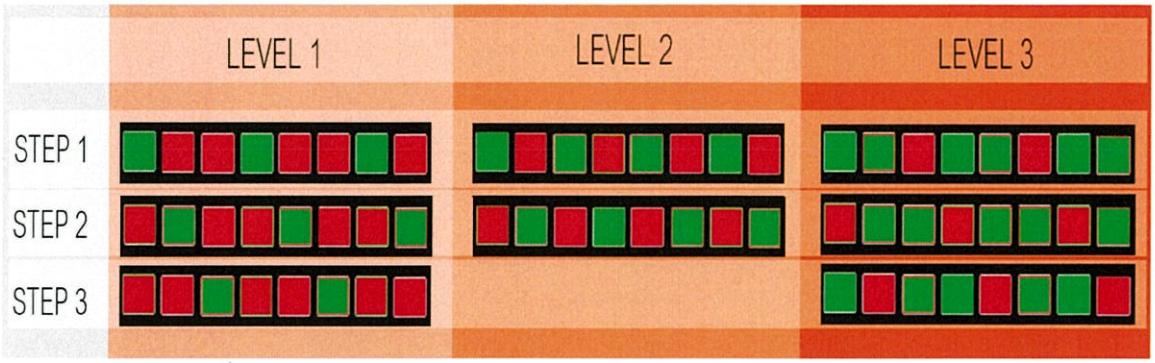
โดยสรุปแล้วในระบบจะมีการตัดการทำงานของแอร์แยกเป็นแต่ละอาคาร โดยทุกอาคารก็จะมีระดับในการตัดเป็นของตัวเองและไม่เท่ากัน ซึ่งระดับที่ไม่เท่ากันนั้นตั้งขึ้นมาจากความสำคัญของอาคารนั้น ๆ ถ้าอาคารไหนที่สำคัญก็จะมีการตัดเครื่องปรับอากาศน้อยกว่าอาคารที่ไม่สำคัญ

ระดับในการตัดการทำงานของเครื่องปรับอากาศนั้น แบ่งเป็น 3 ระดับ

4.2.1.1 Level 1 มีการตัดการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ 33 % หรือก็คือ 3 เครื่องปิดการทำงาน 1 เครื่องที่เหลืออีก 2 เครื่องก็จะยังทำงานอยู่ และจะเปลี่ยนเครื่องที่กำลังปิดในทุก ๆ 2 นาที

4.2.1.2 Level 2 มีการตัดการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ 50 % หรือก็คือ 2 เครื่องปิดการทำงาน 1 เครื่องที่เหลืออีก 1 เครื่องก็จะยังทำงานอยู่ และจะเปลี่ยนเครื่องที่กำลังปิดในทุก ๆ 2 นาที

4.2.1.1 Level 1 มีการตัดการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ 66 % หรือก็คือ 3 เครื่อง ปิดการทำงาน 2 เครื่องที่เหลืออีก 1 เครื่องก็จะยังทำงานอยู่ และจะเปลี่ยนเครื่องที่กำลังปิดในทุก ๆ 2 นาที



ภาพที่ 4.1 ภาพอธิบายสถานะของ Compressor ในระดับ Level ต่าง ๆ

4.2.2 การติดตั้ง ระบบจัดการพลังงานที่สามารถใช้งานได้จริง

ในส่วนของการติดตั้งนั้นแบ่งออกเป็น 5 ส่วน

4.2.2.1 การติดตั้ง Computer Server ติดตั้งอยู่ในห้อง Server ของโรงพยาบาล

4.2.2.2 การติดตั้ง Converter ติดตั้งอยู่ตามอาคารที่มี Manage Switch ตั้งอยู่จำนวน 8 อาคารได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอก ,อาคารอำนวยการ ,อาคารสูติกรรม ,อาคารศัลยกรรม ,อาคารศูนย์แพทย์,อาคารหลวงตา,อาคารชันสูตร และ อาคารเชี่ยวชาญ

4.2.2.3 การติดตั้ง Relay Module ติดตั้งอยู่ตามจุดที่มีเครื่องปรับอากาศอยู่มากโดยติดไปอยู่ที่อาคารต่าง ๆ ทั้งหมด 9 อาคารทำหน้าที่เป็นสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศ แบ่งได้เป็น อาคารอำนวยการ มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 5 โมดูล อาคารรัตนโกสินทร์ มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 4 โมดูล อาคารสูติกรรม มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล อาคารศัลยกรรม มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 5 โมดูล อาคารหลวงตา มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 7 โมดูล อาคารชันสูตร มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 4 โมดูล อาคารไตเทียม มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล อาคารห้องจ่ายยา มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล อาคารธนาคารเลือด มี Relay Module ติดตั้งอยู่ทั้งหมด 2 โมดูล รวมทั้งหมด 33 โมดูล

4.2.2.4 การติดตั้ง ระบบตัดการทำงาน Compressor เครื่องปรับอากาศ ติดตั้งตามเครื่องปรับอากาศที่ต้องการจะควบคุมการทำงานจำนวน 265 ตัว

4.2.2.5 การติดตั้ง Power meter ติดตั้งอยู่ที่ตู้ไฟฟ้าหลักในแต่ละอาคารทั้งหมด 23 อาคาร จำนวน 28 ตัว โดยใช้วัดค่าไฟฟ้าในแต่ละอาคารซึ่ง Power Meter แต่ละตัวนั้นจะมี Current Transformer หรือเรียกย่อ ๆ ว่า CT เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดกระแสที่ไหลในสายไฟ

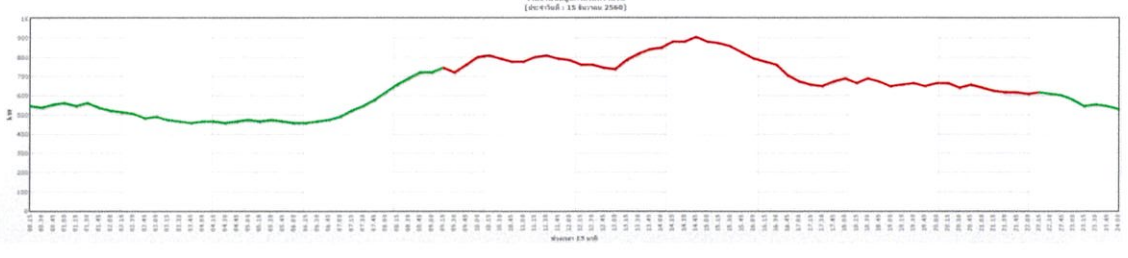
4.2.3 ผลการติดตั้งระบบ

เมื่อทำการติดตั้งระบบแล้วทำการทดสอบระบบ เช่น ลองรับค่าจาก Power Meter พบว่าสามารถรับค่าที่วัดจาก Power Meter ได้ตามปกติ

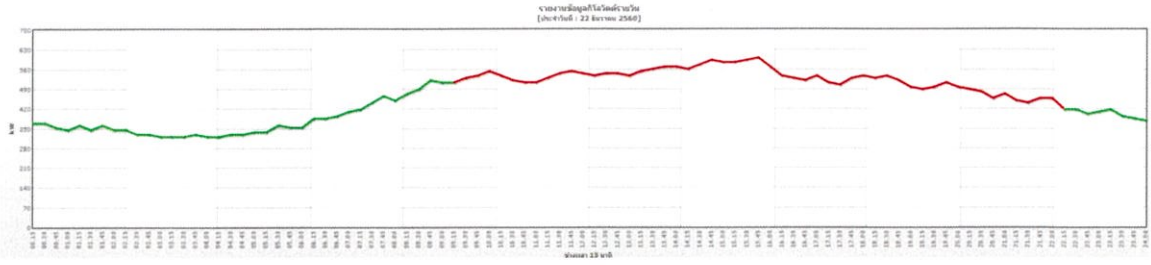
ต่อมาลองส่งค่าไปยัง Relay Module พบว่าสามารถสั่งการทำงานของ Relay Module และสามารถสั่งการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศได้จริง จึงได้ทำการเปิดระบบไว้เพื่อดูผลการทำงานของระบบในการลดค่าไฟฟ้า

4.3 ระบบสามารถลดค่าไฟฟ้าภายในอาคารได้จริง

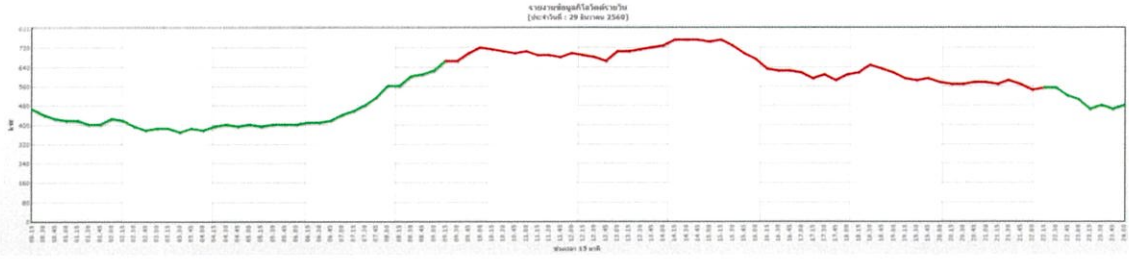
เมื่อลองเปิดระบบไว้พบว่าสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้จริง รวมถึงสามารถลดค่า Peak ของแต่ละวันได้อีกด้วยโดยในวันศุกร์ที่ 15 ธันวาคม 2560 เป็นวันที่ยังไม่ได้เปิดระบบพบว่ามีค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าในช่วง On-peak อยู่ที่ 740 kW และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 904 kW จากนั้นทำการเปิดระบบและดูค่าในวันศุกร์ต่อมาพบว่ามีการใช้ไฟฟ้าลดลงโดยในวันศุกร์ที่ 22 ธันวาคม 2560 ซึ่งเป็นวันที่มีการเปิดระบบไว้แล้วพบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วง On-peak อยู่ที่ 527 kW และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 600 kW จากนั้นวัดค่าในศุกร์ต่อมาอีกพบว่าในวันศุกร์ที่ 29 ธันวาคม 2560 ซึ่งเป็นวันที่เปิดระบบไว้ พบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วง On-peak อยู่ที่ 655 kW และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 752 kW จึงสรุปได้ว่ามีการลดลงของการใช้ไฟฟ้าจริงแต่ค่ายังมีการแปลผันเนื่องจากมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องเช่น อุณหภูมิ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิภายนอกนั้นมีเย็นกว่าจะทำให้ Compressor ไม่ทำงานจึงทำให้มีการใช้ไฟฟ้าที่น้อยลง หรือการใช้งานเครื่องมือแพทย์ของโรงพยาบาลก็มีผลต่อการใช้ไฟฟ้าเช่นกัน



ภาพที่ 4.2 ภาพกราฟการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาลวันศุกร์ที่ 15 ธันวาคม 2560 หน่วย kW ราย15นาที



ภาพที่ 4.3 ภาพกราฟการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาลวันศุกร์ที่ 22 ธันวาคม 2560 หน่วย kW ราย15นาที

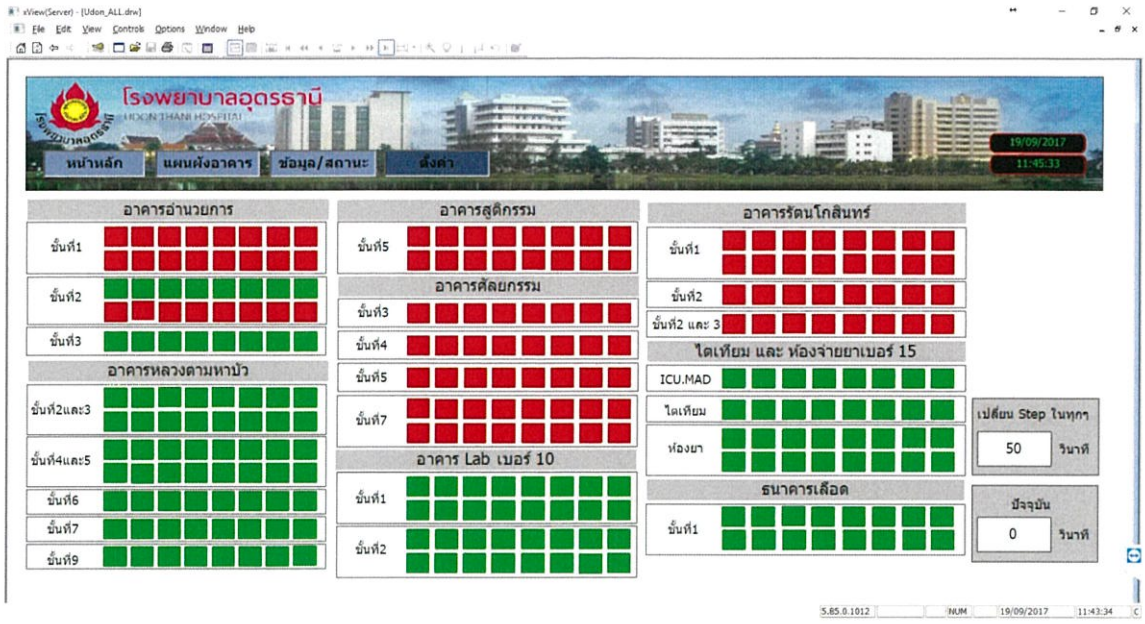


ภาพที่ 4.4 ภาพกราฟการใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาลวันศุกร์ที่ 29 ธันวาคม 2560 หน่วย kW ราย15นาที

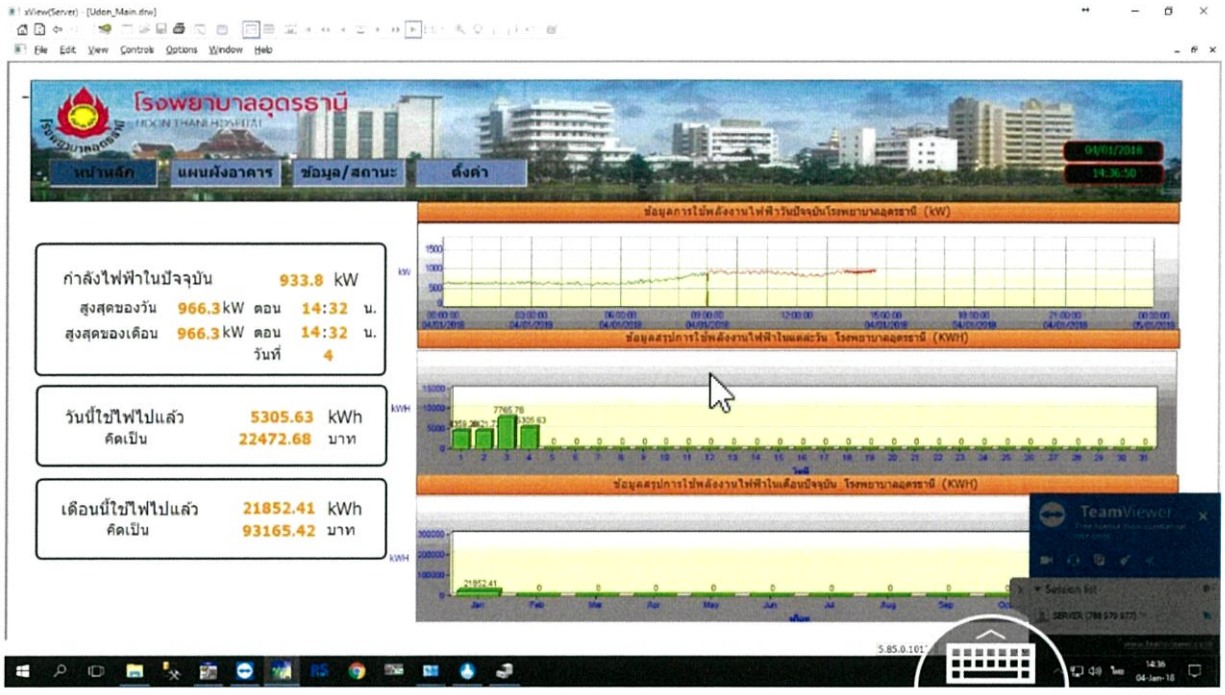
4.4 การออกแบบระบบที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากในระยะไกลได้

สำหรับการควบคุมระยะไกลนั้นได้ใช้โปรแกรม Team Viewer เข้ามาช่วยเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถสั่งการคอมพิวเตอร์จากระยะไกลได้แถมยังสามารถใช้ได้ทั้งในคอมพิวเตอร์ และ สมาร์ทโฟนได้อีกด้วย

ภาพที่ 4.5 ภาพการเรียกดูกราฟผ่านโปรแกรม Team Viewer จากคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 4.6 ภาพการสั่งงาน Relay Module ผ่านโปรแกรม Team Viewer จากคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 4.7 ภาพการใช้งานระบบ ผ่านโปรแกรม Team Viewer จาก iOS

ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในระบบทำให้สามารถควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดได้จากในระยะไกลโดยใช้ได้ทั้งกับคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1สรุปผล

จากการดำเนินงานออกแบบระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคารได้ผลลัพธ์เป็นระบบที่สามารถควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศได้โดยอาศัยข้อมูลจาก Power meter ที่วัดการใช้ไฟฟ้าในแต่ละอาคารนำมาวิเคราะห์ในการควบคุมการทำงานและยังสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีการใช้ไฟฟ้า ซึ่งเมื่อเปิดระบบแล้วพบว่าระบบสามารถใช้ได้จริงโดยสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้เฉลี่ยได้ 100 kW และยังสามารถควบคุมการทำงาน หรือ เรียกดูค่าได้ผ่านคอมพิวเตอร์ หรือ สมาร์ทโฟน พร้อมทั้งสามารถเก็บข้อมูลย้อนหลังได้ถึง 62 วัน โดยเก็บข้อมูลไว้ใน SQL Server และสามารถเรียกดูได้ และตัวโปรแกรมยังสามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งใช้ในการคำนวณค่าไฟฟ้าและแสดงออกมาเป็นรายวัน รายเดือน และรายปี

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติงานสหกิจศึกษา คือ ในการติดตั้งระบบพบว่ามีการติดตั้งสาย RS 485 ใกล้กับสายไฟฟ้า 220 V จึงทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นภายในสาย RS 485 จึงทำให้อุปกรณ์ภายในระบบเกิดการทำงานผิดพลาดโดยจะมีอาการค้างเกิดขึ้นทำให้ไม่สามารถรับค่าหรือส่งค่าไปยังอุปกรณ์ปลายทางไม่ได้

วิธีแก้ปัญหาคือ ติดตั้ง Ferrite เพื่อลดการรบกวนในสาย ติดตั้งตัวต้านทาน 120 โอม คร่อมจุด A และ B ของสายสัญญาณ RS485 เพื่อทำให้เกิดการกรองข้อมูล และนำสาย shield มาพันรอบสาย RS485 ซึ่งเมื่อดูผลลัพธ์แล้วพบว่ามีอาการดีขึ้นมีการค้างลดน้อยลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบการติดตั้งระบบนั้นควรมีการเดินสายแยกกับสายไฟฟ้าที่เป็น 220V เนื่องจากทำให้เกิดสัญญาณรบกวนภายในระบบ และในการออกแบบระบบการวัดการใช้ไฟฟ้าก็ควรมีการศึกษาแผนผังการเดินของสายไฟฟ้าให้ดีก่อนจะมีการติดตั้ง Power meter เพื่อให้เกิดการวัดค่าไฟฟ้าที่ถูกต้องแม่นยำ ทำให้ใช้เป็นข้อมูลในการตัดการทำงานของ compressor ได้อย่างถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

[1] SCADA คืออะไร; แหล่งที่มา:

https://groups.google.com/forum/#!topic/genesis32scada/Dt2RjArSReU

(สืบค้นวันที่ 10 พฤศจิกายน 2560)

[2] Xview (Data Smart View Software); แหล่งที่มา:

http://www.jka.co.th/site/index.php/th/xview (สืบค้นวันที่ 27 พฤศจิกายน 2560)

[3] อุปกรณ์ Converter จาก TCP / IP เป็น RS485 / RS232; แหล่งที่มา:

http://www.primusthai.com/primus/product?productID=27

(สืบค้นวันที่ 27 พฤศจิกายน 2560)

[4] การสื่อสาร RS485; แหล่งที่มา: https://www.omi.co.th/th/article/rs485

(สืบค้นวันที่ 28 พฤศจิกายน 2560)

[5] จะเลือกซื้อ Power Meter ควรเลือกอย่างไร? ; แหล่งที่มา:

http://www.engineerfriend.com/2016/articles/electrical/วิธีเลือกซื้อ-power-meter/

(สืบค้นวันที่ 28 พฤศจิกายน 2560)

[6] Power meter คืออะไร? ; แหล่งที่มา: https://www.factomart.com/th/main-power-meter/

(สืบค้นวันที่ 5 ธันวาคม 2560)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นายชยานนท์ ลิ้มศิริวัฒน์

วัน เดือน ปีเกิด 4 กุมภาพันธ์ 2539

ที่อยู่ 206 ม.ชวนชื่นนีโอเฮาส์ ซ.คู้บอน6 แยก1 ถ.รามอินทรา คันนายาว กรุงเทพมหานคร

E-mail chayanonpl@gmail.com

โทรศัพท์ 090-9908843

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2551 – 2553 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์
- พ.ศ.2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระมารดานิจจานุเคราะห์
- พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
  เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Project Engineering
  บริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก Project Engineering
  บริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด