รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร
Design of the Management System and Analysis of the Efficient Energy Consumption in the Building

นายธัญธร บวรสุนทรชัย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร
Design of the Management System and Analysis of the Efficient Energy Consumption in the Building

นายธัญธร บวรสุนทรชัย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบระบบจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายธัญธร บวรสุนทรชัย
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณณัฐชัย เมืองสงฆ์
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อออกแบบระบบจัดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยนำเอาระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติมาประยุกต์เพื่อลดการใช้พลังงานลง โดยการควบคุมการใช้งานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคารจำนวน 100 ตัว ซึ่งได้มีการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดการใช้พลังงานภายในอาคาร สำหรับนำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมบริหารจัดการพลังงานภายในอาคาร โดยนำเอาระบบ SCADA มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่ติดตั้ง เพื่อใช้สำหรับการแสดงค่าของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ติดตั้งทั้งหมดผ่านคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว รวมถึงการออกแบบระบบควบคุมเพื่อใช้ปรับลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร โดยนำเอาค่าการใช้งานไฟฟ้ามาวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม เพื่อประมวลผลในการสั่งการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร และหลังจากเปิดระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ พบว่าสามารถลดค่าการใช้พลังงานภายในอาคารลงได้เฉลี่ย 827.82 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็นเปอร์เซ็นลดลงทั้งหมด 11.57 %

คำสำคัญ: SCADA, อุปกรณ์เครื่องมือวัด, ระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Design of the Management System and Analysis of the Efficient Energy Consumption in the Building

Student Intern Name: Mr. Thanyatorn Bowonsunthonchai

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

Advisor Name: Assoc. Prof. Dr. Witsarut Sriratana

Mentor Name: Mr. Nuttachai Muangsong

Company: PS Engineering Consultants Co.,Ltd.

ABSTRACT

The purpose of this project was to add an energy management system in the building by using The Building Automation System apply to reduce the power consumption of 100 Air conditioner. This project has designed and installed the measuring equipment for measure the energy consumption in the building. Create energy management program by utilizing SCADA system and analysis the cost of power apply to the building. To display the parameter of all measuring equipment that installed in the building via computer. Including, the design of energy management program to control air conditioner by analyze the electrical usage that can measure by power meter for reduced energy in the building. After the energy management system was launched, the electricity bill in building was reduced by 827.82 kilowatt hour per day can be calculated as 11.57 %

Keyword: SCADA, Measuring Equipment, Building Automation System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการออกแบบระบบจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร (Design of the Management System and Analysis of the Efficient Energy Consumption in the Building) สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณบริษัท พีเอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ที่มอบโอกาสที่ดีให้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา เพื่อเรียนรู้ประสบการณ์ด้านการทำงานจริงสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ คุณชาญชัย ชัยศรี ที่จัดหาอุปกรณ์ และ เครื่องมือการทำงาน และ คุณณัฐชัย เมืองสงฆ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาตลอดทั้งโครงงาน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและตรวจทานข้อบกพร่อง เพื่อแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ธัญธร บวรสุนทรชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ระบบสกาดา 5

2.1.1 ความหมายของระบบสกาดา 5

2.2 ระบบโปรแกรม xView 6

2.2.1 ความหมายของระบบ xView 6

2.2.2 ระบบการจัดการพลังงานบนโปรแกรม xVIEW 6

2.2.3 เครื่องมือการใช้งานสำหรับโปรแกรม xView 7

2.2.4 ความสามารถของระบบโปรแกรม xView 7

2.3 อัตราค่าไฟฟ้า 10

2.3.1 การจัดแบ่งประเภทของอัตราการคิดค่าไฟฟ้า 10

2.3.2 การคิดค่าไฟฟ้า 12

2.4 การสื่อสารแบบ Modbus Protocol 13

2.4.1 RS485 14

2.4.2 Modbus TCP/IP 16

2.4.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ ADAM–4572 Ethernet to Modbus Data Gateway 16

2.4.4 I/O Module Adam-6256 18

2.4.5 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 19

2.5 ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.1 Circutor ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ 20
2.6 รีเลย์ 20
2.6.1 ส่วนประกอบของรีเลย์ 21
2.6.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน 21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานและการออกแบบ 22
3.1 กล่าวนำ 22
3.2 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในอาคาร 22
3.2.1 ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ 22
3.2.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น 22
3.2.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Ethernet to Modbus Data Gateway 22
3.2.4 I/O Module 23
3.3 การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการควบคุมเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 23
3.3.1 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 23
3.3.2 พัดลม 23
3.3.3 ตู้เย็น 23
3.3.4 เครื่องปรับอากาศ 24
3.4 การออกแบบการควบคุมอุปกรณ์เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 24
3.4.1 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 24
3.4.2 หลักการออกแบบวงจรการควบคุมเครื่องปรับอากาศ 26
3.5 การออกแบบโปรแกรมการจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงาน 27
3.5.1 วิธีการการควบคุมเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร 28
3.5.2 การออกแบบ Flow Chart ระบบบริหารพลังงานภายในอาคาร 29
3.6 การออกแบบทางเดินสายภายในอาคาร 32
3.6.1 คอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง 32
3.6.2 เพาเวอร์มิเตอร์ 33
3.6.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ 36
3.6.4 I/O Module 38
3.7 การตั้งค่าการสื่อสารโปรแกรมเบื้องต้น 40
3.7.1 การตั้งค่าอุปกรณ์แปลงสัญญาณ 40
3.7.2 การตั้งค่าอุปกรณ์ I/O Module 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7.3 การตั้งค่าโปรแกรม xView เพื่อเชื่อมต่อ Communication Interface 45
3.7.4 การตั้งค่าโปรแกรม xView เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ 48
3.8 การออกแบบโปรแกรมบริหารจัดการพลังงาน 52
3.8.1 xDraw 52
3.8.2 xView 57
3.9 การเขียนโปรแกรมการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ 72
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 76
4.1 กล่าวนำ 76
4.2 การออกแบบและติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ 76
4.2.1 การติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ 76
4.2.2 การออกแบบระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ 77
4.2.3 สรุปผลการติดตั้ง 79
4.3 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดภายในอาคารบนคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง 80
4.4 คำนวณค่าไฟภายในอาคารอัตโนมัติจากโปรแกรมบริหารจัดการพลังงาน 81
4.4.1 การคำนวณค่าไฟคิดตามอัตราการไฟฟ้า 81
4.4.2 การคำนวณค่าไฟตามอัตราการใช้พลังงาน 82
4.5 ระบบสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 82
4.5.1 ก่อนเปิดระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ 82
4.5.2 หลังเปิดระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ 83
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 87
5.1 สรุปผล 87
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข 87
5.3 ข้อเสนอแนะ 87

เอกสารอ้างอิง 88
ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก 90
ภาคผนวก ข 92
ภาคผนวก ค 94
ภาคผนวก ง 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติผู้เขียน 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 3
2.1 Modbus Data types and Address Space 14
4.1 สรุปผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้ 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แผนภาพการเชื่อมต่อระบบ SCADA กับฮาร์ดแวร์ 5
2.2 Block Diagram การเชื่อมต่อระบบ SCADA 5
2.3 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA 6
2.4 การเชื่อมต่อเพาเวอร์มิเตอร์กับโปรแกรม xView 7
2.5 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรม xView 8
2.6 ตัวอย่างการแสดงผลกราฟของโปรแกรม xView 8
2.7 Block Diagram การทำงานของโปรแกรม xView 8
2.8 การเรียกดูข้อมูลผ่าน Web Browser 9
2.9 ไฟล์เมื่อ Export ข้อมูลจาก Web Browser เป็น Microsoft Excel 9
2.10 บิลค่าไฟฟ้าคำนวนโดยโปแกรม xView 10
2.11 Block Diagram การสื่อสารระหว่าง Master และ Slave 13
2.12 คุณสมบัติของ RS232 RS423 RS422 และ RS485 14
2.13 การเชื่อมต่อ RS485 ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณและเครื่องมือวัด 15
2.14 การเชื่อมต่อสื่อสาร RS485 ระหว่าง Master และ Slave 15
2.15 การเชื่อมต่อสื่อสาร RS485 แบบ Multidrop 16
2.16 การเชื่อมต่อ Adam-4572 กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน 17
2.17 วิธีการเชื่อมต่อสายอุปกรณ์ Adam-4572 17
2.18 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Adam-4572 17
2.19 อุปกรณ์ I/O Module Adam-6256 18
2.20 การเชื่อมต่อ Adam-6256 กับคอมพิวเตอร์ 18
2.21 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นยี่ห้อ NOVUS 19
2.22 Circutor ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น CVM-B100 20
2.23 อุปกรณ์รีเลย์ 20
2.24 หลักการทำงานของรีเลย์ 21
2.25 ส่วนประกอบของรีเลย์ 21
3.1 ค่าประมาณกำลังการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า 23
3.2 การทำงานของเครื่องปรับอากาศ 25
3.3 ตัวอย่าง Compressor ของเครื่องปรับอากาศทั่วไป 25
3.4 รีเลย์ OMRON MY2N-GS24 26
3.5 รีเลย์ OMRON MY2N-GS24 เชื่อมต่อกับ Socket 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.6 แผนภาพการควบคุมการทำงานของรีเลย์ 27
3.7 การติดตั้งรีเลย์ภายในตู้ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 27
3.8 แผนภาพการลดค่าความต้องการไฟฟ้า 28
3.9 แผนภาพหลักการลดค่าความต้องการไฟฟ้า 29
3.10 Flow Chart การทำงานของระบบ (1) 30
3.11 Flow Chart การทำงานของระบบ (2) 31
3.12 การติดตั้งคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง 32
3.13 คอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง 33
3.14 การคล้อง CT จากเพาเวอร์มิเตอร์เดิมภายในอาคาร 34
3.15 ตู้ Main ไฟฟ้าในห้องชาร์ปภายในอาคาร 34
3.16 การคล้อง CT จากตู้ Main ในห้องชาร์ปภายในอาคาร 35
3.17 การติดตั้งเพาเวอร์มิเตอร์ภายในตู้ควบคุม 35
3.18 การติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณภายในตู้ควบคุม 36
3.19 ตู้ควบคุมของเพาเวอร์มิเตอร์ภายในอาคาร 37
3.20 การติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง 37
3.21 การติดตั้ง I/O Module ภายในตู้ควบคุม 38
3.22 แผนภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดในอาคาร 39
3.23 ตัวอย่างการออกแบบการเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ภายในอาคาร 39
3.24 การติดตั้งอุปกรณ์และตู้ควบคุมภายในอาคาร 39
3.25 โปรแกรม Serial Device Server Configuration Utility 40
3.26 การตั้งค่า IP Address อุปกรณ์ Adam-4572 41
3.27 การตั้งค่ามาตรฐานการสื่อสาร และ Baud Rate อุปกรณ์ Adam-4572 41
3.28 การตั้งค่าอุปกรณ์ Adam-4572 ผ่าน Web Browser 42
3.29 การตั้งค่า IP Address อุปกรณ์ Adam-4572 ผ่าน Web Browser 42
3.30 การตั้งค่ามาตรฐานการสื่อสาร และ Baud Rate อุปกรณ์ Adam-4572 ผ่าน Web Browser 43
3.31 โปรแกรม AdamApax .NET Utility 43
3.32 การค้นหาอุปกรณ์ Adam-6256 ผ่านโปรแกรม AdamApax .NET Utility 44
3.33 อุปกรณ์ Adam-6256 ที่ค้นพบผ่านโปรแกรม AdamApax .NET Utility 44
3.34 การตั้งค่า IP Address ของอุปกรณ์ Adam-6256 45
ผ่านโปรแกรม AdamApax .NET Utility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.35 โปรแกรม xView 45
3.36 การตั้งค่าเพื่อเชื่อมต่อ Communication Interface 46
3.37 วิธีการเพิ่ม Communication Interface 46
3.38 การตั้งค่าเพื่อเพิ่มหัวข้อ Communication Interface 47
3.39 การตั้งค่า IP Address ของ Communication Interface 47
3.40 สถานะการทำงานของ Communication Interface 48
3.41 การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ 48
3.42 การเลือก Driver ของอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ 49
3.43 การตั้งค่าการเชื่อมต่อของอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ 49
3.44 การตั้งค่าเพื่อเลือกรุ่นของอุปกรณ์ที่ใช้งาน 50
3.45 ตัวอย่างการเลือก Driver ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 50
3.46 Modbus Table ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 51
3.47 การตั้งค่าเพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 51
3.48 สถานะการเชื่อมต่อของระหว่างอุปกรณ์กับโปรแกรม 52
3.49 โปรแกรม xDraw 52
3.50 Tools Bar ของโปรแกรม xDraw 53
3.51 การตั้งค่าหน้าจอแสดงผลบนโปรแกรม xDraw 54
3.52 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแสดงผลผ่านโปรแกรม xDraw 54
3.53 การตั้งค่า Tag ในหัวข้อ External Link 55
3.54 การสร้าง Tag ในหัวข้อ External Link 55
3.55 การจับคู่ Tag กับอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ 56
3.56 การนำ Tag ที่สร้างขึ้นใช้เพื่อแสดงผลบนโปรแกรม 56
3.57 หน้าจอแสดงผลหน้าหลัก 57
3.58 หน้าจอแสดงกราฟเส้นของการใช้พลังงานภายในอาคารแบบเวลาจริง 57
3.59 หน้าจอแสดงกราฟแท่งสถิติการใช้พลังงานรายเดือน 58
3.60 หน้าจอแสดงแผนผังอาคาร 58
3.61 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 1 ภายในอาคาร 59
3.62 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น M ภายในอาคาร 59
3.63 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 2 ภายในอาคาร 60
3.64 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 3 ภายในอาคาร 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.65 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 4 ภายในอาคาร 61
3.66 ตัวอย่างการแสดงค่าพารามิเตอร์จากเพาเวอร์มิเตอร์ 61
3.67 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 1 62
3.68 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น M 62
3.69 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 2 63
3.70 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 3 63
3.71 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 4 64
3.72 หน้าจอการสั่ง By Pass เครื่องปรับอากาศ 64
3.73 หน้าจอแสดงผลข้อมูลและสถานะ 65
3.74 สถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ควบคุมเครื่องปรับอากาศและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 65
3.75 หน้าจอแสดงข้อมูลรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร 66
3.76 สถานะการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ 66
3.77 กราฟแสดงข้อมูลการใช้พลังงานรายวันของตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอาคาร 67
3.78 กราฟแสดงข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนของตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอาคาร 67
3.79 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 1 68
3.80 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ M 68
3.81 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 2 69
3.82 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 3 69
3.83 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 4 70
3.84 ตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าของร้านค้าภายในอาคาร 70
3.85 หน้าจอแสดงการตั้งค่าของระบบ 71
3.86 การตั้งค่าอุณหภูมิภายในห้องเพื่อใช้ควบคุมการปิดเครื่องปรับอากาศ 71
3.87 หน้าจอแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ในการตัดวงจรเครื่องปรับอากาศ 72
3.88 การตั้งค่า User Set Point 72
3.89 การสร้างชุดคำสั่งใน User Set Point 73
3.90 ตัวอย่างชุดคำสั่งสำหรับการปิดเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร 73
3.91 ส่วน Condition เงื่อนไขการทำงานของชุดคำสั่ง 74
3.92 ส่วน Action การสั่งงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง 74
3.93 ตัวอย่างการทำแบบเงื่อนไขใน User Set point 75
4.1 การควบคุมเครื่องปรับอากาศขั้นที่ 1 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.2 การควบคุมเครื่องปรับอากาศขั้นที่ 2 79
4.3 การควบคุมเครื่องปรับอากาศขั้นที่ 3 79
4.4 การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์วัด 80
4.5 ตัวอย่างการแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ 80
4.6 ตัวอย่างการแสดงค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 81
4.7 การแสดงผลค่าไฟฟ้าของอาคารคำนวณตามอัตราการไฟฟ้า 81
4.8 การแสดงผลค่าไฟฟ้าของอาคารคำนวณตามปริมาณการใช้ไฟฟ้า 82
4.9 กราฟการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2561 83
4.10 กราฟการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันที่ 11 ธันวาคม 2561 83
4.11 กราฟการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันที่ 17 ธันวาคม 2561 84
4.12 กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันจันทร์ 84
4.13 กราฟแท่งการใช้พลังงานภายในอาคารในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันพลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการอยู่อาศัย และมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งแหล่งพลังงานที่ถูกนำมาใช้งานมีหลากหลายทั้งพลังงานที่สามารถผลิตได้จากธรรมชาติ และพลังงานที่สามารถผลิตได้จากมนุษย์ เช่น พลังงานจากซากฟอสซิส, พลังงานจากแสง, พลังงานลม, พลังงานน้ำ, และพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งในประเทศไทยนั้นมีกำลังการผลิตพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการพลังงานภายในประเทศ ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องซื้อพลังงานจากประเทศอื่น เข้ามาใช้เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในประเทศ ดังนั้นสังคมจึงเริ่มเล็งเห็นถึงความสำคัญของพลังงาน การประหยัดพลังงานจึงเริ่มเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน โดยเริ่มมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการอนุรักษ์พลังงาน

บริษัท พีเอส เอนจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด เล็งเห็นถึงผลเสียของการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองภายในอาคาร จึงได้ริเริ่มนำระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ หรือ Building Automation System (BAS) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้สำหรับการบริหารจัดการพลังงานภายในอาคารผ่านซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงนำซอฟแวร์ SCADA ยี่ห้อ xView มาใช้งานโดยโปรแกรมสามารถแสดงค่าจากอุปกรณ์เครื่องมือวัดเพาเวอร์มิเตอร์ และใช้งานร่วมกับเครื่องมือวัดอื่นๆ เช่น เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น โดยใช้ระบบ Network เชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ เพื่อนำมาเป็นตัวบ่งชี้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ดังนั้นบริษัทจึงเล็งเห็นที่จะเลือกควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุดภายในอาคารนั้นคือ เครื่องปรับอากาศในการลดการใช้พลังงานภายในอาคารลง นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถเก็บบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลงฐานข้อมูลใช้สำหรับการเรียกดูค่าย้อนหลัง รวมทั้งแสดงผลรวมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร และคิดคำนวณค่าพลังงานออกมาเป็นบิลค่าไฟฟ้าได้ เพื่อใช้สำหรับเรียกเก็บค่าไฟของร้านค้า และค่าไฟรวมทั้งหมดภายในอาคาร

โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อเพิ่มระบบจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารการเรียนการศึกษาที่มีเครื่องปรับอากาศจำนวนมาก ดังนั้นข้าพระเจ้าจึงได้รับมอบหมายให้ศึกษาทำความเข้าใจในหลักการทำงานของอุปกรณ์วัด และการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์วัด รวมถึงหลักการทำงานซอฟแวร์ SCADA ยี่ห้อ xView เช่นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อนำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์ และการออกแบบเงื่อนไขการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ รวมทั้งทราบแผนผังการติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ภายในอาคาร การติดตั้งซอฟแวร์ลงคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง และการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมการจัดการพลังงาน เพื่อใช้สำหรับการอบรมวิธีการใช้งานส่วนโปรแกรมให้กับเจ้าหน้าที่ดูแลอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริง

1.2.2 เพื่อแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ภายในอาคารบนคอมพิวเตอร์

1.2.3 สามารถคำนวณค่าไฟแต่ละตำแหน่งภายในอาคารได้อัตโนมัติจากโปรแกรม

1.2.4 เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาและออกการทำงานของระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติโดยใช้ซอฟแวร์ SCADA xView ในการจัดการพลังงานภายในอาคาร

1.3.2 ศึกษาการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์โดยใช้ Modbus มาตรฐาน RS485

1.3.3 ออกแบบหน้าจอแสดงผลและนำค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดแสดงบนคอมพิวเตอร์

1.3.4 ออกแบบระบบควบคุมการเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศภายในอาคารจำนวน 100 ตัว โดยใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์มาควบคุมการทำงาน

1.3.5 การคำนวนค่าไฟฟ้าภายในอาคาร

1.3.6 ศึกษาและเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานก่อน และหลังการติดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงาน

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ออกแบบกราฟิกของอาคารโดยใช้โปรแกรม Sketchup

1.4.2 ศึกษาวิธีการใช้งานของซอฟแวร์ SCADA xView หลักการทำงาน และเครื่องมือสำหรับวาดกราฟิกหน้าจอแสดงผล

1.4.3 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัด และการออกแบบการติดตั้งภายในอาคาร

1.4.4 ศึกษาวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าภายในอาคาร

1.4.5 ออกแบบการแสดงผลกราฟิกของ SCADA xView

1.4.6 ส่งงานงวดที่ 1

1.4.7 ทดสอบการเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ภายในอาคารกับซอฟแวร์ SCADA xView

1.4.8 ออกแบบการทำงานระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ และเขียนโปรแกรม

1.4.9 ติดตั้งโปรแกรมและเดินสายอุปกรณ์ภายในอาคาร

1.4.10 ทดสอบและแก้ไขปัญหาของโปรแกรม

1.4.11 ส่งงานงวดที่ 2 จัดทำคู่มือการใช้ และสอนการใช้งานให้เจ้าหน้าที่ดูแลอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธ.ค.
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1 ออกแบบกราฟิกอาคารบน SketchUp																	
2 ศึกษาการการใช้งานโปรแกรม																	
3 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์วัด																	
4 ศึกษาวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้า																	
5 ออกแบบกราฟิกแสดงผล xView																	
6 ส่งงานงวดที่ 1																	
7 ทดสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัด																	
8 ออกแบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ																	
9 ติดตั้งโปรแกรมภายในอาคาร																	
10 ทดสอบและแก้ไขปัญหาของโปรแกรม																	
11 ส่งงานวดที่ 2																	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อให้ได้รับประสบการณ์ในการทำงาน และเรียนรู้วิธีการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.5.2 เพื่อเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นภายในการทำงานจริง

1.5.3 โปรแกรมระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติสามารถลดการใช้พลังงานได้จริง

1.5.4 โปรแกรมสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าได้ถูกต้องเพื่อให้เจ้าหน้าที่ดูแลอาคารไม่จำเป็นต้องจดหน่วยไฟฟ้าในแต่ละเดือนเพื่อคำนวณภายหลัง

1.5.5 โปรแกรมสามารถพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับส่วนอื่นภายในอาคารได้ในอนาคต

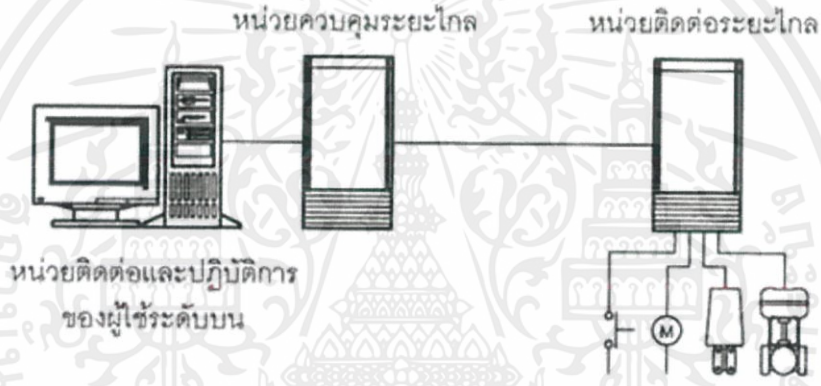
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

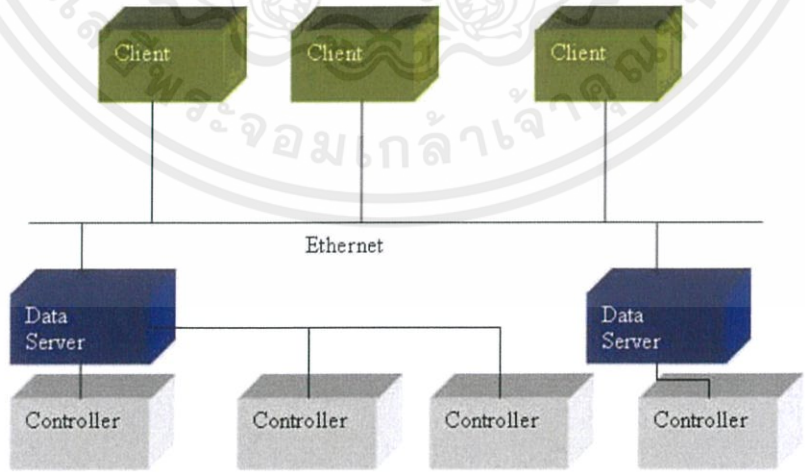
2.1 ระบบสกาดา

2.1.1 ความหมายของระบบสกาดา

Supervisory Control And Data Acquisition หรือ SCADA [1] เป็นระบบตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล และสั่งงานแบบเวลาจริงของระบบควบคุมในอุตสาหกรรม ระบบ SCADA ทำหน้าที่ในการคำนวณ และประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในระบบควบคุม เพื่อนำมาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือส่งสัญญาณเพื่อควบคุมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ที่อยู่ภายในระบบควบคุม เช่น PLC, Controller, และ DCS ดังภาพที่ 2.1 – 2.3

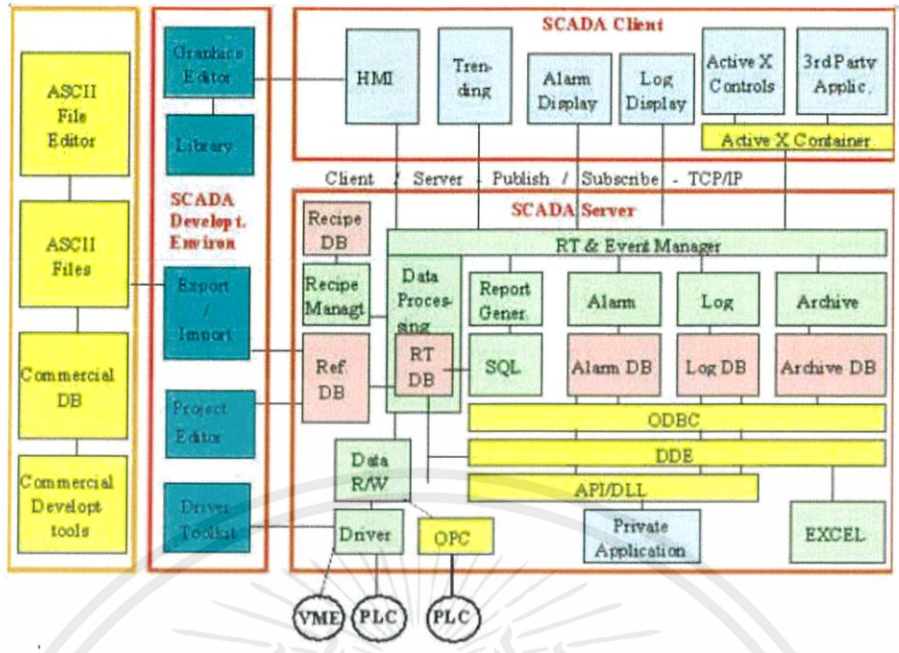


ภาพที่ 2.1 แผนภาพการเชื่อมต่อระบบ SCADA กับฮาร์ดแวร์



ภาพที่ 2.2 Block Diagram การเชื่อมต่อระบบ SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA

2.2 ระบบโปรแกรม xView

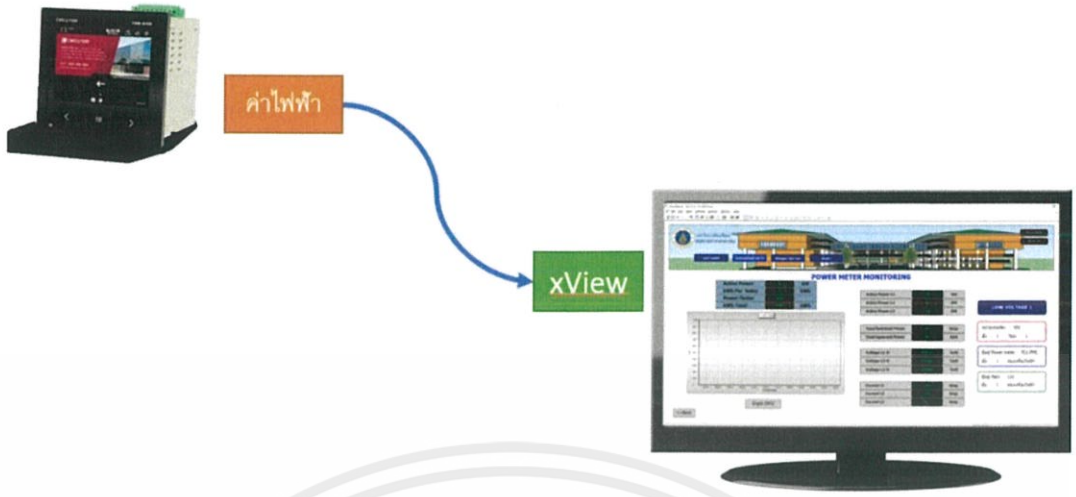
2.2.1 ความหมายของระบบ xView

ระบบโปรแกรม xView SCADA Software [2] เป็นโปรแกรมใช้สำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อแสดงผลและบันทึกข้อมูล โดยทำงานแบบ GUI (Graphical User Interface) บน Microsoft Windows ซึ่งโปรแกรมจะสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ได้ดังแต่ Windows XP Professional, Windows 2003, Windows Vista, Windows 7, Windows 8, และ Windows 10 ดังนั้นจึงออกแบบคุณลักษณะการทำงานของระบบโปรแกรมให้คล้ายกับ Microsoft Windows ทั่วไป และยังมีออกแบบให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อีกหลายยี่ห้อ

2.2.2 ระบบการจัดการพลังงานบนโปรแกรม xVIEW

xVIEW เป็นระบบโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ สูงดังนั้นจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์การจัดการพลังงาน (Energy Management) [3] ได้โดยระบบโปรแกรมถูกออกแบบมา เพื่อใช้สำหรับจัดการพลังงานไฟฟ้าสามารถช่วยในการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้าให้การใช้ไฟฟ้าแต่ละหน่วยถูกใช้งานอย่างมีคุณค่า ซึ่งหลักการทำงานของโปรแกรมคือจะรับข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าต่าง ๆ จากอุปกรณ์เครื่องวัดเพาเวอร์มิเตอร์ และนำค่ามาแสดงผล รวมถึงสามารถคำนวณค่าการใช้พลังงานได้อัตโนมัติตามอัตราค่าไฟฟ้า และบันทึกผลการใช้พลังงานแบบรายวัน, รายเดือน, และ รายปีได้ ดังภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 การเชื่อมต่อเพาเวอร์มิเตอร์กับโปรแกรม xView

2.2.3 เครื่องมือการใช้งานสำหรับโปรแกรม xView

2.2.3.1 xView

ใช้แสดงผลกราฟิกที่สร้างขึ้นเพื่อแสดงค่าของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ และการคำนวณต่าง ๆ

2.2.3.2 xDraw

ใช้สำหรับออกแบบกราฟิกเพื่อนำมาแสดงผลบนโปรแกรม xView

2.2.3.3 AdvReport

ใช้สำหรับรายงานที่ถูกเก็บย้อนหลังโดยทำงานบน Web Browser ซึ่งสามารถเข้าถึงรายงานได้ผ่านคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่าย (Network) เดียวกันโดยเปิดดูข้อมูลผ่าน Web Browser

2.2.4 ความสามารถของระบบโปรแกรม xView

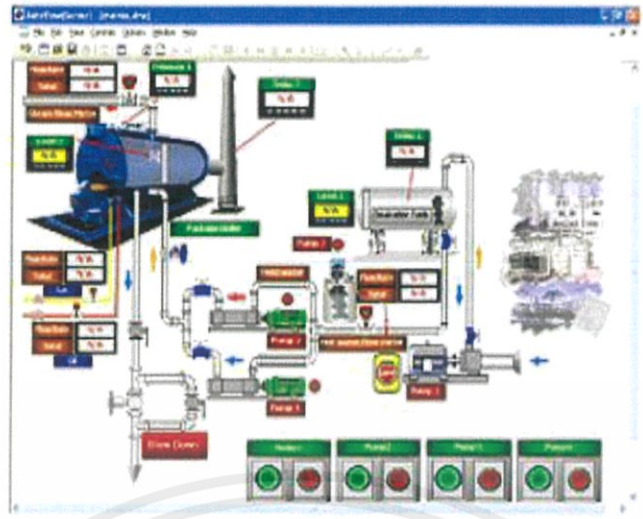
2.2.4.1 ความสามารถด้านการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องมือวัด

สามารถเชื่อมต่อสื่อสารเพื่อรับข้อมูลจากอุปกรณ์ผ่าน Ethernet หรือ Serial Port (RS232, RS422, RS485) เข้าสู่ระบบได้ เช่น ข้อมูลทางไฟฟ้าจากเครื่องมือวัดเพาเวอร์มิเตอร์

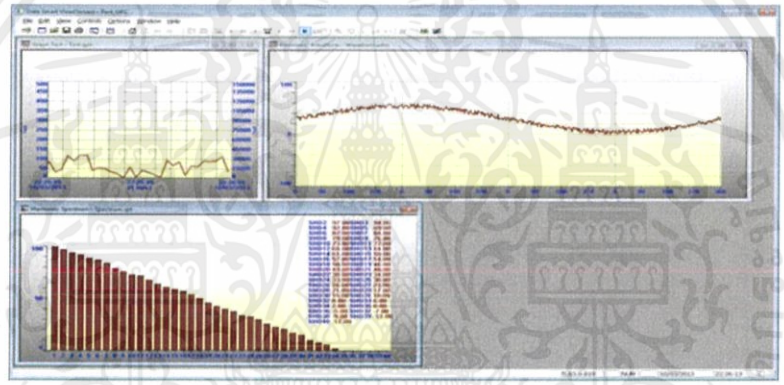
2.2.4.2 ความสามารถด้านการแสดงผล

สามารถสร้างหน้าจอกราฟิกแสดงผลได้จากโปรแกรม xDraw และสามารถนำข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์วัดมาแสดงผลบนโปรแกรมด้วยความละเอียดสูงสุดคือ Full HD (1920 × 1080) และสามารถนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย, ค่าผลรวม, และสร้างกราฟแบบเวลาจริงได้เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลทางไฟฟ้า ดังภาพที่ 2.5 - 2.7

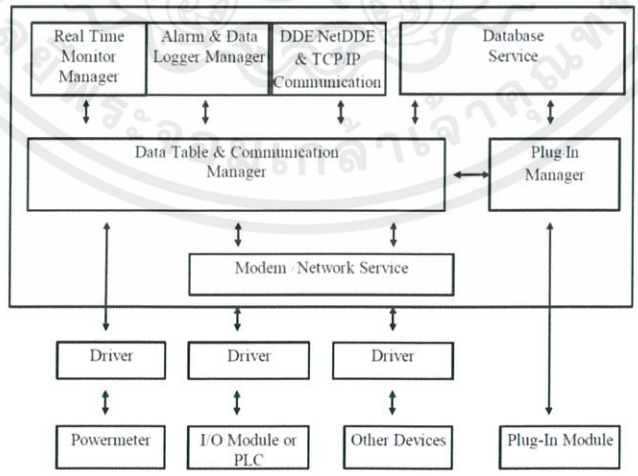
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรม xView



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการแสดงผลกราฟของโปรแกรม xView



ภาพที่ 2.7 Block Diagram การทำงานของโปรแกรม xView

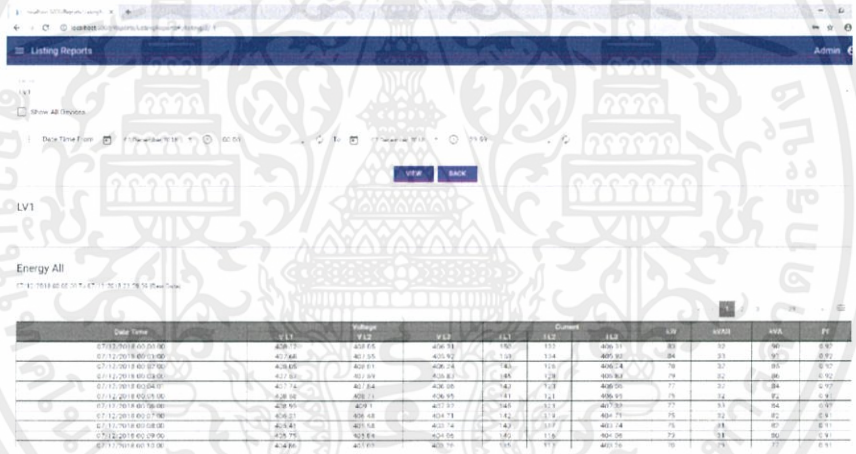
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 ความสามารถในสั่งการควบคุมอุปกรณ์

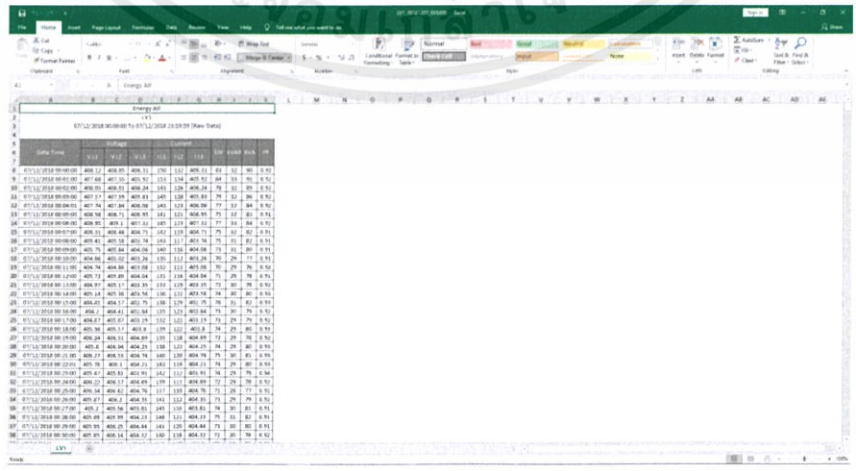
สามารถส่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการคำนวณค่าทางไฟฟ้าออกไปสู่อุปกรณ์ควบคุมเพิ่มเติมชนิดอื่น ๆ เช่น PLC หรือ I/O Modules ซึ่งสามารถกำหนดแบบการควบคุมได้ผ่าน MMI Screen หรือเป็นการควบคุมผ่านหน้าจอแสดงผลบนโปรแกรม xView และการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานผ่านหัวข้อ User Setpoint

2.2.4.4 ความสามารถในการเก็บข้อมูลบันทึกผล

โปรแกรม xView สามารถจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม MySQL [4] เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลที่สามารถจัดเก็บ, ค้นหา, เรียบเรียง, และดึงข้อมูล โดยที่โปรแกรม MySQL เป็น Open source software มีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) ดังนั้นจึงสามารถเรียกข้อมูลออกมาดูได้ภายหลังเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์โดยการ Export ข้อมูลผ่าน Web Browser โดยไฟล์ที่ได้อยู่ในรูปแบบของ Microsoft Excel ดังภาพที่ 2.8 – 2.9



ภาพที่ 2.8 การเรียกดูข้อมูลผ่าน Web Browser

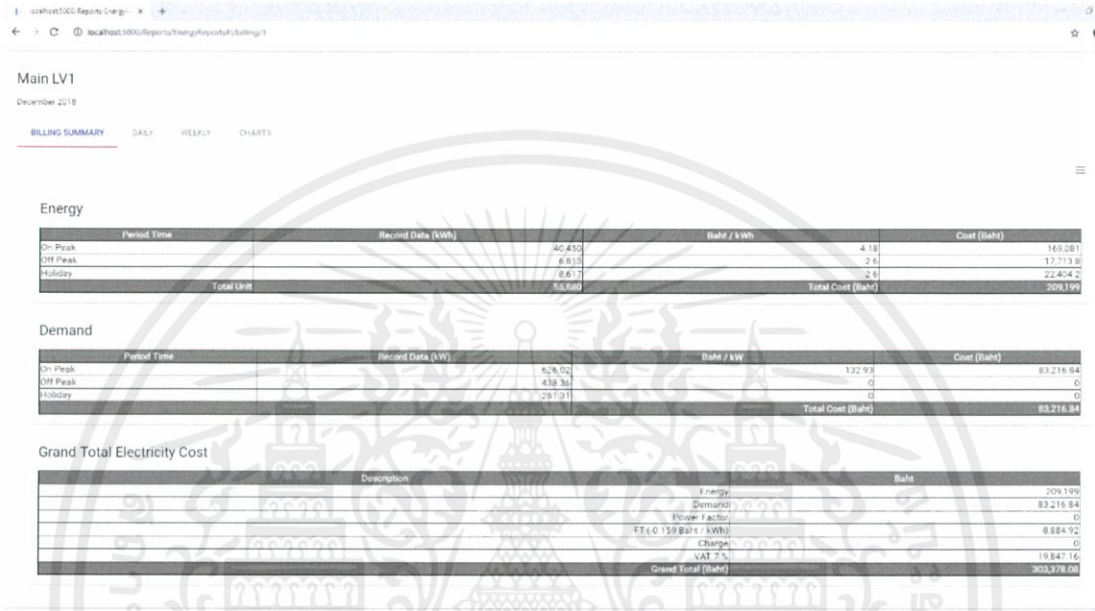


ภาพที่ 2.9 ไฟล์เมื่อ Export ข้อมูลจาก Web Browser เป็น Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.5 ความสามารถในการคำนวนค่าไฟฟ้า

โปรแกรม xView มีความสามารถในการเก็บค่าผลรวมของการใช้พลังงานทางไฟฟ้าจากเพาเวอร์มิเตอร์ในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง และนำค่าที่วัดมาคำนวณค่าไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ทันทีเมื่อครบสิ้นเดือน โดยการกำหนดอัตราการคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ตามการคิดค่าไฟของการไฟฟ้านครหลวงผ่านโปรแกรม xView และสามารถเรียกดูผลค่าไฟฟ้าได้ผ่าน Web Browser ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 บิลค่าไฟฟ้าคำนวนโดยโปแกรม xView

2.3 อัตราค่าไฟฟ้า

2.3.1 การจัดแบ่งประเภทของอัตราการคิดค่าไฟฟ้า

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของประเทศไทยนั้นสามารถอ้างอิงได้ตามหลักเกณฑ์การคำนวนจากการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) โดยอัตราค่าไฟนั้นแบ่งออกตามแต่ละประเภทของผู้ใช้งาน ซึ่งแต่ละประเภทจะมีแนวทางการคิดค่าไฟฟ้าคล้ายกัน แต่จะมีรายละเอียดปลีกย่อย หรืออัตราต่อหน่วยที่ต่างกันเล็กน้อย โดยสามารถแยกประเภทของผู้ใช้งานได้ตามนิยามของการไฟฟ้านครหลวงทั้งหมด 8 ประเภท [5] ดังนี้

2.3.1.1 บ้านอยู่อาศัย

สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย, วัด, และโบสถ์ของศาสนาต่าง ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยการวัดค่าไฟฟ้าต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3.1.2 กิจการขนาดเล็ก

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจได้แก่ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย, อุตสาหกรรม หน่วยราชการสำนักงาน, หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ, และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3.1.3 กิจการขนาดกลาง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจได้แก่ อุตสาหกรรม, หน่วยราชการ, สำนักงานหรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ, สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ, และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3.1.4 กิจการขนาดใหญ่

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจได้แก่ อุตสาหกรรม, หน่วยราชการ, สำนักงานหรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ, สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ, และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3.1.5 กิจการเฉพาะอย่าง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรม และกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3.1.6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

สำหรับการใช้ไฟฟ้าขององค์กรที่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการ โดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว แต่ไม่รวมถึงหน่วยราชการ, สำนักงานหรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ, สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ, และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ

2.3.1.7 กิจการสูบน้ำเพื่อการเกษตร

สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ, องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง, หรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3.1.8 ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว

สำหรับการใช้ไฟฟ้าชั่วคราวเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไปหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดงานขึ้นเป็นกรณีพิเศษชั่วคราว หรือการใช้ในกรณีต่างๆ เป็นการชั่วคราว โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การคิดค่าไฟฟ้า

การคิดค่าไฟฟ้านั้นจะคิดตามการใช้งานในแต่ละประเภทดังหัวข้อที่ 2.3.1 ซึ่งแต่ละประเภทก็สามารถแบ่งการคิดอัตราไฟฟ้าออกเป็นประเภทย่อย ๆ เช่นกันแต่จะมีแนวคิดอัตราค่าไฟฟ้าในลักษณะที่คล้ายคลึงกันจึงสามารถสรุปการคิดค่าได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่

2.3.2.1 ค่าไฟฟ้าฐาน

1) ค่าความต้องการไฟฟ้าในแต่ละเดือน (Peak Demand) คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน

2) ค่าพลังงาน คือค่าไฟโดยที่ใช้หน่วยเป็นยูนิตนำมาคูณกับอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยตามอัตราการคิดค่าไฟของแต่ละประเภท โดยราคาค่าไฟฟ้าแต่ละยูนิตที่การไฟฟ้าได้จัดแบ่งตามประเภท นั้นมีวิธีคิดมาจากการคาดคะเนในอีก 3 - 5 ปีข้างหน้า ว่าจะต้องจัดไฟฟ้าเท่าใดจึงจะเพียงพอต่อความต้องพลังงานภายในประเทศ

3) ค่าบริการ

ดังนั้นสามารถเขียนสมการการคิดค่าไฟได้ดังต่อไปนี้

ค่าความต้องการไฟฟ้า = Peak Demand × อัตราค่าความต้องการไฟฟ้า (2-1)

ยูนิต = (กำลังไฟฟ้าหน่วยวัตต์ × ชั่วโมงการใช้งาน) / 1000 (2-2)

ค่าพลังงาน = จำนวนยูนิตที่ใช้ในแต่ละเดือน × อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย (2-3)

ค่าไฟฟ้าฐาน = ค่าความต้องการไฟฟ้า + ค่าพลังงาน + ค่าบริการ (2-4)

2.3.2.2 ค่าไฟฟ้าผันแปร

Ft ย่อมาจากคำว่า Float time [6] มีความหมายว่าการลอยค่าของต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่การไฟฟ้าไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ราคาเชื้อเพลิง, อัตราเงินเฟ้อ, อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น ซึ่งสรุปค่า Ft ใช้สำหรับการปรับค่าไฟฟ้าขึ้นลงตามราคาต้นทุนเชื้อเพลิงคำนวณโดยการไฟฟ้า ซึ่งการไฟฟ้าจะประกาศค่า Ft ให้ทราบทุก ๆ 4 เดือน เช่น สรุปค่าอัตราค่าไฟฟ้าผันแปร Ft ประจำเดือนมกราคม - เมษายน 2562 เท่ากับ -11.60 สตางค์/หน่วย [7]

ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

ค่าไฟฟ้าผันแปร = จำนวนยูนิตที่ใช้ในแต่ละเดือน × อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร Ft (2-5)

2.3.2.3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม

ไฟฟ้าและน้ำประปาถูกนับว่าเป็นสินค้าประเภทหนึ่ง ดังนั้นผู้จ่ายค่าไฟฟ้าและน้ำประปาจึงต้องจ่ายภาษีมูลค่าเพิ่ม ในอัตราร้อยละ 7 ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % = (ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร) x 7/100 (2-6)

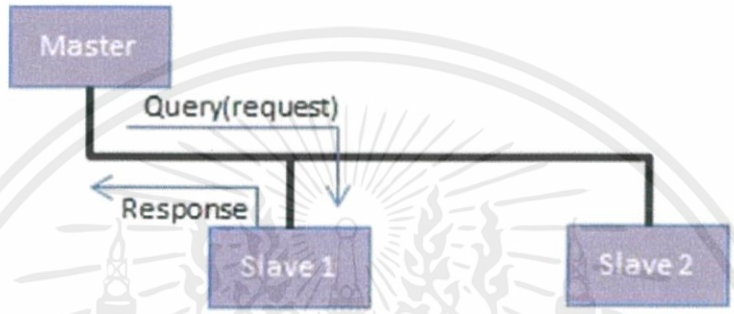
ดังนั้นจากสมการที่ (2-1) – (2-6) สามารถนำมาคำนวณค่าไฟฟ้าทั้งหมดได้ดังนี้

ค่าไฟฟ้า = ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร + ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (2-7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การสื่อสารแบบ Modbus Protocol

Modbus Protocol คือรูปแบบการสื่อสารแบบอนุกรมที่พัฒนาขึ้นโดย Modicon ในปีพุทธศักราช 2522 (ปัจจุบันคือบริษัท Schneider Electric) ซึ่งมีการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master และ Slave ดังภาพที่ 2.11 โดยการสื่อสารจะเป็นการขอข้อมูลจากอุปกรณ์แม่เรียกว่า Modbus Master ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ HMI ไปยังอุปกรณ์จัดหาข้อมูล Modbus Slaves เพื่ออ่านข้อมูล และเขียนข้อมูลแบบเวลาจริง โดยใช้การกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ (Slave Address) ได้สูงสุดถึง 247 เครื่อง ผ่านการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม RS-232, RS-422, หรือ RS-485



ภาพที่ 2.11 Block Diagram การสื่อสารระหว่าง Master และ Slave

Modbus เป็นการสื่อสารโดยการส่งข้อมูลไปตามสายสัญญาณแบบอนุกรมระหว่างอุปกรณ์ โดยวิธีการสื่อสารคือการต่อสายสัญญาณแบบอนุกรมระหว่าง Master และ Slave โดย Master จะสามารถติดต่อกับ Slave แต่ละตัวได้โดย Master จะส่งสัญญาณหา Slave โดยจะส่งชุดคำสั่งพร้อมระบุหมายเลขอุปกรณ์ไปยังอุปกรณ์ Slave ทุกตัว เมื่ออุปกรณ์ Slave ได้รับคำสั่ง และคำสั่งนั้นมีหมายเลขอุปกรณ์ตรงกับตัวเอง อุปกรณ์ Slave ถึงจะทำตามคำสั่งของ Master เป็นลำดับไป โดยข้อมูลต่าง ๆ ของอุปกรณ์ Slave จะถูกจัดเก็บเป็นรูปแบบของตาราง 4 ชนิด ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะการใช้งาน และ Address ที่แตกต่างกันออกเรียกว่า Modbus Data types and Address Space ดังนี้

1) Coils มีสถานะเป็น 0 และ 1 ใช้สำหรับบังคับให้สถานะของเอาต์พุตแบบไม่ต่อเนื่อง (DO) ไปที่ฟิลด์ หรือตั้งค่าสถานะของอุปกรณ์ Slave โดยข้อมูล Coil จะมีลักษณะเป็น ON หรือ OFF สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ โดย Addresses ที่ใช้ได้จะอยู่ในช่วง 00001 – 9999

2) Input Status มีสถานะเป็น 0 และ 1 ใช้สำหรับอินพุตแบบไม่ต่อเนื่อง (DI) จากฟิลด์ หรืออ่านสถานะของอุปกรณ์ Slave สถานะการรับข้อมูลเป็น ON หรือ OFF ซึ่งสามารถอ่านได้เท่านั้น Addresses ที่ใช้ได้จะอยู่ในช่วง 10001 – 19999

3) Input Register มีสถานะเป็น Analog ใช้สำหรับค่า Analog inputs (AI) จากฟิลด์หรืออ่านข้อมูลของอุปกรณ์ Slave ที่มีข้อมูลเป็น Register ความยาว 16 บิตซึ่งสามารถอ่านได้เท่านั้น Addresses ที่ใช้ได้จะอยู่ในช่วง 30001 – 39999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Holding Register มีสถานะเป็น Analog ใช้สาหรับค่า Analog outputs (AO) ไปฟิลด์ หรือ ตั้งค่าข้อมูลของอุปกรณ์ Slave ที่มีข้อมูลเป็น Holding Register มีความยาว 16 บิตซึ่งสามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้โดย Addresses ที่ใช้ได้จะอยู่ในช่วง 40001 – 49999

ตารางที่ 2.1 Modbus Data types and Address Space

Primary Table	Object Type	Type	Coil / Register Numbers
Discretes Input	Single bit	Read-Only	00001 – 09999
Coils	Single bit	Read-Write	10001 – 19999
Input Registers	16-bit word	Read-Only	30001 – 39999
Holding Registers	16-bit word	Read-Write	40001 – 49999

2.4.1 RS485

Recommended Standard no. 485 หรือ RS 485 [8] คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม (Serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปีพุทธศักราช 2541 โดยความร่วมมือของ TIA (Telecommunications Industry Association) และ EIA (Electronic Industries Association) ซึ่งพัฒนามาจาก RS232 RS423 และ RS422 ดังภาพที่ 2.12

	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

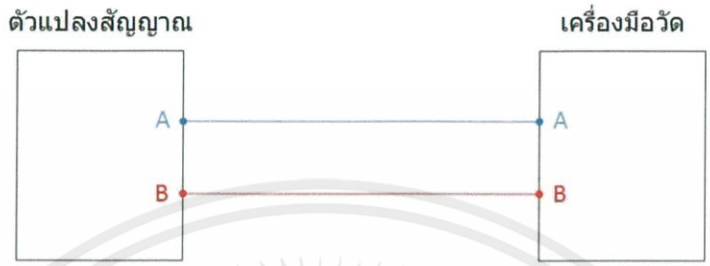
ภาพที่ 2.12 คุณสมบัติของ RS232 RS423 RS422 และ RS485

หลักการทำงานของมาตรฐาน RS485 คือมีการรับ และส่งข้อมูลในแบบที่เรียกว่า Half Duplex คือการสื่อสารที่สามารถรับ และส่งข้อมูลได้ทีละอย่างเท่านั้นซึ่ง ไม่สามารถทำการรับ และส่งข้อมูลพร้อมกันในเวลาเดียวกันได้โดยการรับ และส่งข้อมูลเป็นดิจิตอลแบบมาตรฐาน RS485 จะส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

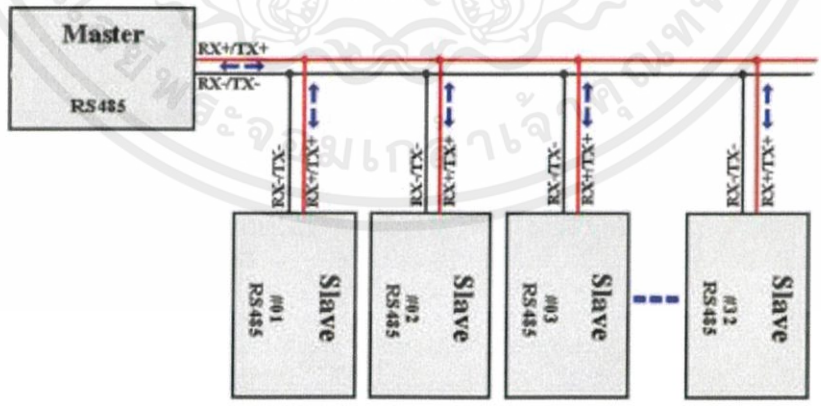
ข้อมูลโดยใช้สัญญาณจากสายไฟเพียงแค่ 2 เส้นคือ A และ B เป็นตัวส่งสัญญาณโดยใช้เป็นรหัสดิจิตอล คือ 0 และ 1 ระบุโดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว A และ B ดังภาพที่ 2.13 ดังนี้

- เมื่อ Va - Vb ความต่างศักย์น้อยกว่า -200 mV คือสัญญาณดิจิตอลเป็น 1
- เมื่อ Va - Vb ความต่างศักย์มากกว่า +200 mV คือสัญญาณดิจิตอลเป็น 0



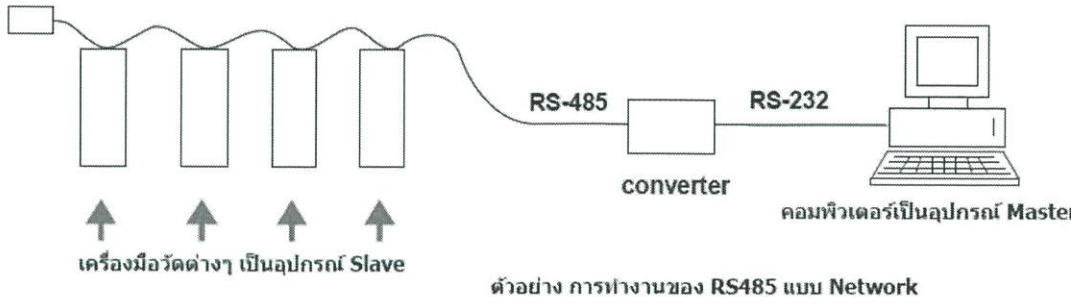
ภาพที่ 2.13 การเชื่อมต่อ RS485 ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณและเครื่องมือวัด

มาตรฐาน RS485 สามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งในเครือข่ายนี้เรียกว่า Multidrop ดังภาพที่ 2.14 - 2.15 โดยต้องมีอุปกรณ์อยู่ 1 ตัว เป็น Master และอุปกรณ์ส่วนที่เหลือคือ Slave โดยที่ Slave แต่ละตัวจะมีหมายเลขอุปกรณ์ของตัวเอง หากตามมาตรฐานแล้วเครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุด 32 ตัว เมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นมีความต้านทานไฟฟ้าภายใน 12 กิโลโอห์ม แต่ปัจจุบันการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาจนมีความต้านทานไฟฟ้าภายในที่สูงมากในหลักเมกะโอห์มซึ่งทำให้เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 256 ตัว นอกจากนี้เครือข่าย RS485 ยังสามารถใช้ตัวขยายสัญญาณ เพื่อเพิ่มอุปกรณ์ในเครือข่ายได้ถึงหลายพันตัว และครอบคุมระยะหลายกิโลเมตร



ภาพที่ 2.14 การเชื่อมต่อสื่อสาร RS485 ระหว่าง Master และ Slave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 การเชื่อมต่อสื่อสาร RS485 แบบ Multidrop

RS485 เป็นมาตรฐานการสื่อสารที่ถูกพัฒนามาเพื่อลบจุดด้อยของมาตรฐานเดิม เช่น RS232, RS422, และ RS423 ดังนั้นจึงทำให้ RS485 มีข้อดีดังนี้

1) สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสูงสุดถึง 1,200 เมตร ซึ่งไกลที่สุดเมื่อเทียบกับทุกมาตรฐาน
2) เชื่อมต่อเป็นเครือข่ายแบบ Multipoint ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบได้สูงสุด 32 ตัว
3) ประหยัดงบประมาณในการเดินสาย เพราะมาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่ใช้สายไฟเพียง 2 เส้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน RS422 ต้องใช้สายไฟ 4 เส้นในการรับส่งข้อมูล

2.4.2 Modbus TCP/IP

Modbus TCP/IP (Modbus-TCP) คือ โปรโตคอล Modbus RTU/ASCII ที่เชื่อมต่อด้วย TCP โดยทำงานบน Ethernet ซึ่ง Modbus RTU/ASCII สามารถจะติดต่อสื่อสารกับ MODBUS TCP/IP ได้ เพื่อให้สามารถใช้งานในเครือข่าย Ethernet ได้ โดยต้องใช้ Gateway ในการแปลงรูปแบบการสื่อสารข้อมูล โดยการสื่อสารของ MODBUS RTU/ASCII จะเป็นการสื่อสารผ่านทาง RS232, RS422, RS423 และ RS425 นั้นจะถูก Gateway แปลงให้เป็น MODBUS TCP/IP จึงเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในการเชื่อมต่อกับโมดูล Ethernet ของ PLC หรือ I/O modules

2.4.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ ADAM–4572 Ethernet to Modbus Data Gateway

ADAM-4572 ได้รับการออกแบบให้เป็น Modbus Gateway เป็นส่วนติดต่อระหว่างอุปกรณ์ Modbus Serial กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีใช้งานอยู่ในรูปแบบ Modbus TCP/IP บน Ethernet เช่นอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่มีอยู่ใช้โปรโตคอล Modbus RTU/ASCII ดังภาพที่ 2.16 - 2.18 ADAM-4572 จะทำหน้าที่คล้ายสะพานการเชื่อมต่อเพื่อแปลงสัญญาณต่าง ๆ ให้เป็น Modbus TCP/IP โดยคุณสมบัติการทำงานของ ADAM-4572 มีดังนี้

2.4.3.1 อุปกรณ์แปลงสัญญาณจาก RS-232, RS-422, RS485 เป็น Modbus TCP/IP

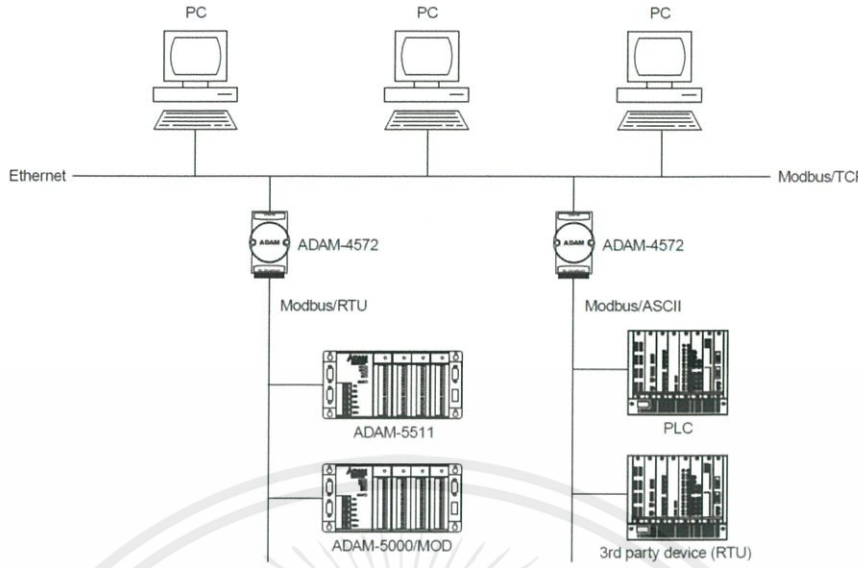
2.4.3.2 Baud Rate อยู่ในช่วง 50 bps – 921.6 kbps

2.4.3.3 ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 10 - 30 โวลต์

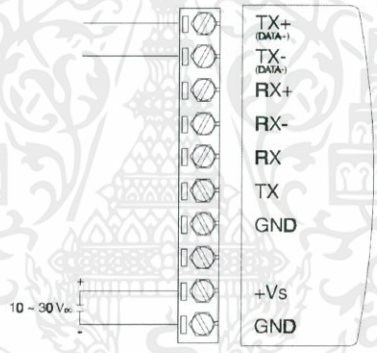
2.4.3.4 สามารถตั้งค่าอุปกรณ์ผ่าน Web Browser หรือ Advantech Serial Device Server Configuration Utility

2.4.3.5 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้สูงสุด 32 อุปกรณ์ใน 1 Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 การเชื่อมต่อ Adam-4572 กับอุปกรณ์ที่ใช้งาน



ภาพที่ 2.17 วิธีการเชื่อมต่อสายอุปกรณ์ Adam-4572

ภาพที่ 2.18 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Adam-4572

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 I/O Module Adam-6256

Adam-6256 เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในหมวดหมู่ของ Adam-6200 Series ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำพวก Ethernet I/O ประกอบไปด้วย Analog I/O, Digital I/O, และ Relay Module จึงเหมาะสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรม SCADA เพื่อใช้ในการรับและส่งข้อมูลผ่าน Analog I/O, อ่านสถานะการทำงาน และสั่งงานอุปกรณ์ผ่าน Digital I/O, หรือเปิด - ปิดวงจรผ่าน Relay Module ดังนั้นจึงต้องเลือกอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกันงานที่ทำ ณ ที่นี้เลือกใช้อุปกรณ์ Adam-6256

Adam-6256 จัดเป็นอุปกรณ์ในหมวดหมู่ Digital Output ดังภาพที่ 2.19 ใช้สำหรับการควบคุมการส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอลจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านการเชื่อมต่อสื่อสารแบบ Modbus TCP/IP ดังภาพที่ 2.20 โดยมีคุณสมบัติเบื้องต้นดังนี้

2.4.4.1 อุปกรณ์มีช่องสัญญาณขาออกทั้งหมด 16 ช่องสัญญาณ

2.4.4.2 ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 10 – 30 Vdc

2.4.4.3 สามารถตั้งค่าอุปกรณ์ Web Browser ผ่าน หรือ Adam/Apax .NET Utility

ภาพที่ 2.19 อุปกรณ์ I/O Module Adam-6256

ภาพที่ 2.20 การเชื่อมต่อ Adam-6256 กับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น [9] คืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในบริเวณที่ติดตั้ง โดยเหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหรือจัดเก็บ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร, ห้องปฏิบัติชีววิทยา, ห้องควบคุมระบบคอมพิเตอร์

อุปกรณ์ที่เลือกใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิและความชื้นคือ NOVUS: RHT-WM-485-LCD ดังภาพที่ 2.21 โดยอุปกรณ์มีหน้าจอ LCD สำหรับแสงผลค่าอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นได้ โดยใช้การสื่อสารแบบ Modbus RTU คุณสมบัติการทำงานของ NOVUS คือ

2.4.5.1 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยฟาเรนไฮต (°F) และองศาเซลเซียสองศา (°C)

2.4.5.2 ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 10 – 30 โวลต์

2.4.5.3 สามารถสื่อสาร Modbus RTU โดยมี Baud Rate คือ 1.2 kbps – 115.2 kbps

ภาพที่ 2.21 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นยี่ห้อ NOVUS

2.5 ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์

ดิจอตอลเพาเวอร์มิเตอร์ หรือ ดิจิตอลมัลติมิเตอร์คืออุปกรณ์วัดค่าปริมาณทางไฟฟ้า เช่นเดียวกับ มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Meter) ซึ่งข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างกัน คือ ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์สามารถวัดค่าพื้นฐานทางไฟฟ้าได้หลาย ๆ ค่าในอุปกรณ์ตัวเดียว เช่น แรงดันไฟฟ้า (V), กระแสไฟฟ้า (I), กำลังฟ้าจริง (P), ฯลฯ สามารถแสดงค่าพารามิเตอร์ออกเป็นตัวเลขที่มีความแม่นยำในระดับจุดทศนิยม ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ยังสามารถแสดงผลค่าไฟฟ้าในรูปแบบของกราฟ เช่น กราฟเส้น, กราฟแท่ง ทำให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงค่าทางการไฟฟ้าในขบวนการผลิต หรือการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร สำหรับนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการพลังงานทั้งในบ้านเรือนและภาคอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 Circutor ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์

คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดและวิเคราะห์พลังงานทางไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ที่เลือกใช้นั้นคือรุ่น CVM-B100 ดังรูปที่ 2.22 ซึ่งเหมาะสำหรับการติดตั้งวัดแรงดันไฟฟ้าขนาดปานกลางหรือต่ำ โดยอุปกรณ์มีความสามารถดังนี้

2.5.1.1 แสดงผลค่าเป็นตัวเลขแบบดิจิตอลที่มีจุดทศนิยม 2 หลัก

2.5.1.2 สามารถเก็บข้อมูลค่าไฟฟ้าได้ภายในเครื่อง

2.5.1.3 สามารถพล็อตกราฟการใช้พลังงาน

2.5.1.4 สามารถสื่อสารผ่าน Modbus RTU โดย Baud Rate คือ 9.26 kbps – 115.2 kbps

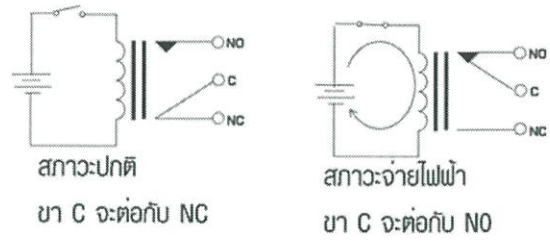
ภาพที่ 2.22 Circutor ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น CVM-B100

2.6 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังภาพที่ 2.23 มีหลักการคือการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ เพื่อให้เกิดการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะเป็นวงจรปิด ซึ่งในทางกลับกันกรณีไม่ป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ หน้าสัมผัสของคอนแทคอยู่ในสภาวะเปิดวงจร ดังภาพที่ 2.24 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารีเลย์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อเปิด - ปิดวงจร เราจึงสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ ได้

ภาพที่ 2.23 อุปกรณ์รีเลย์

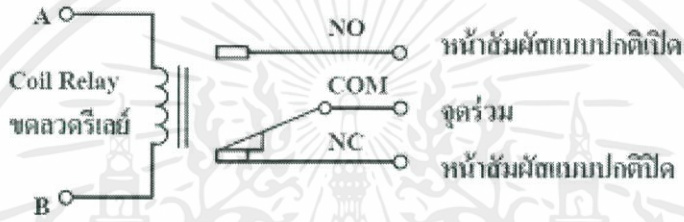
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.24 หลักการทำงานของรีเลย์

2.6.1 ส่วนประกอบของรีเลย์

รีเลย์สามารถจัดแบ่งอุปกรณ์ภายในได้เป็น 2 ส่วน ดังภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.25 ส่วนประกอบของรีเลย์

2.6.1.1 ส่วนของขดลวด (Coil) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก ให้แกนโลหะไปกระทุ้งหน้าสัมผัส ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2.6.1.2 ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ในการเปิด - ปิดวงจรไฟฟ้า

2.6.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน

2.6.2.1 ชุดขดลวด คือส่วนใช้สำหรับต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพื่อเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส โดยค่าแรงดันจะขึ้นอยู่กับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด

2.6.2.2 จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หรือ ปกติปิด หมายความว่าหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกันเป็นวงจรปิด ดังนั้นโดยทั่วไปจะใช้จุดต่อ NC เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

2.6.2.3 จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หรือ ปกติเปิด หมายความว่าหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกันจึงเป็นวงจรเปิด ในทางกลับกันเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดหน้าสัมผัสจะติดกันกลายเป็นวงจรปิดทำให้วงจรไฟฟ้าทำงาน ดังนั้นโดยทั่วไปเรามักต่ออุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิด - ปิด

2.6.2.4 จุดต่อ C ย่อมากจาก Common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานและการออกแบบ

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดวิธีดำเนินงานเพื่อออกแบบระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ ขั้นตอนการออกแบบเลือกใช้อุปกรณ์ การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการควบคุมเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร การออกแบบระบบการจัดการพลังงาน การออกแบบทางเดินสายภายในอาคาร และการออกแบบโปรแกรมการจัดการพลังงาน โดยขั้นตอนในการดำเนินงานจริงนั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วนโดยทำพร้อมกัน คือส่วนการออกแบบและติดตั้งการเดินสายฮาร์ดแวร์ และ ส่วนการออกแบบโปรแกรมจัดการพลังงาน

3.2 การเลือกใช้อุปกรณ์ภายในอาคาร

การเลือกใช้อุปกรณ์ที่ภายในอาคารจำเป็นต้องศึกษารูปแบบโครงสร้างภายในอาคารก่อน จึงนำมาเลือกสรรค์อุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งเพื่อใช้งาน และต้องอ้างอิงคุณสมบัติของอุปกรณ์วัดตามเอกสารขอบเขตของงาน หรือ TOR (Term of reference) ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยข้อมูลคุณสมบัติทางเทคนิค และรายชื่อยี่ห้อผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ได้ (Vender List) ดังนั้นจากเอกสารขอบเขตของงานมีกำหนดให้ใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

3.2.1 ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์

ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์ ใช้สำหรับการบริหารการใช้ไฟฟ้า โดยสามารถตรวจวัดพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้แม่นยำ สามารถวัดค่าความต้องการทางไฟฟ้า รวมทั้งสามารถบันทึกค่าได้โดยมีหน่วยความจำภายในเครื่องวัด และสามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ จึงเลือกใช้อุปกรณ์ CIRCUTOR ดิจิตอลเพาเวอร์มิเตอร์รุ่น CVM-A1000 และ CIRCUTOR CVM-B100

3.2.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นใช้สำหรับการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในการบ่งชี้เพื่อนำไปควบคุมเครื่องปรับอากาศภายในห้อง โดยสามารถวัดอุณภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ (°F) หรือ องศาเซลเซียส (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ในหน่วย %RH โดยมีจอ LCD แสดงผล และ สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้จึงเลือกใช้เซนเซอร์รุ่น NOVUS RHT-WM-485-LCD

3.2.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Ethernet to Modbus Data Gateway

อุปกรณ์แปลงสัญญาณ Modbus RTU ที่มีการเดินสายแบบ RS485 ให้เป็น Modbus TCP/IP เพื่อรับข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อในเครือข่าย RS485 เข้าสู่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ จึงเลือกอุปกรณ์ ADAM–4572 โดย 1 ตัว สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดในเครือข่าย RS485 ได้ 32 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 I/O Module

อุปกรณ์ใช้สำหรับควบคุมสั่งการเปิด - ปิดของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร โดยมีการออกแบบคือใช้สำหรับสั่งการรีเลย์ให้ทำงานจึงเลือกอุปกรณ์สั่งการแบบ Digital Output และแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีชนิดเดียวกันกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้รีเลย์ทำงาน จึงเลือกอุปกรณ์ Adam-6256 โดย 1 ตัวมีช่องสัญญาณขาออกทั้งหมด 16 ช่องสัญญาณ

3.3 การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าสำหรับการควบคุมเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

จากการสังเกตการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้พบว่าภายในอาคารไม่มีเครื่องจักรขนาดใหญ่เหมือนในโรงงานอุตสหกรรมที่จำเป็นต้องใช้พลังงานในการผลิตสูง แต่พบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารที่ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย หลอดไฟ, พัดลม, ตู้เย็น, และเครื่องปรับอากาศ ฉะนั้นจึงได้นำเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้มาเปรียบเทียบ การสิ้นเปลืองพลังงานภายใน 1 ชั่วโมง โดยวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าโดยประมาณค่ากำลังไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังภาพที่ 3.1 โดยกำหนดให้ค่าไฟฟ้า 1 ยูนิต = 6 บาท ดังนี้

พัดลมตั้งพื้น	45-75 วัตต์	ตู้เย็น 2-12 คิว (ลบ ฟุต)	53-194 วัตต์
พัดลมเพดาน	70-104 วัตต์	เครื่องปรับอากาศ	680-3,300 วัตต์
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	500-1,000 วัตต์	เครื่องดูดฝุ่น	625-1,000 วัตต์
เตารีดไฟฟ้า	430-1,600 วัตต์	เตาไฟฟ้า (เดี่ยว)	300-1,500 วัตต์
เครื่องทำน้ำร้อนในห้องน้ำ	900-4,800 วัตต์	โทรทัศน์ ขาว-ดำ	24-30 วัตต์
เครื่องปิ้งขนมปัง	600-1,000 วัตต์	โทรทัศน์สี	43-95 วัตต์
เครื่องเป่าผม	300-1,300 วัตต์	วีดีโอ	30-50 วัตต์
เครื่องซักผ้า	250-2,000 วัตต์	เครื่องอบผ้าแห้ง	650-2,500 วัตต์
เครื่องซักผ้าแบบมีเครื่องอบผ้า หรือ เครื่องตั้งอุณหภูมิของน้ำ			250-2,000 วัตต์

ภาพที่ 3.1 ค่าประมาณกำลังการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.3.1 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ใช้กำลังไฟฟ้า 28 วัตต์เปิดยาวต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า = 28 × 1/1000 = 0.028 ยูนิต (3-1)

ค่าไฟฟ้า = 0.028 × 6 = 0.168 บาท (3-2)

3.3.2 พัดลมตั้งพื้นขนาด 16 นิ้ว ใช้กำลังไฟฟ้า 50 วัตต์เปิดยาวต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า = 50 × 1/1000 = 0.05 ยูนิต (3-3)

ค่าไฟฟ้า = 0.05 × 6 = 0.3 บาท (3-4)

3.3.3 ตู้เย็นขนาด 6 คิวบิคฟุต ใช้กำลังไฟฟ้า 90 วัตต์เปิดยาวต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า = 90 × 1/1000 = 0.09 ยูนิต (3-5)

ค่าไฟฟ้า = 0.09 × 6 = 0.54 บาท (3-6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 BTU ใช้กำลังไฟฟ้า 1,500 วัตต์เปิดยาวต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า = 1,500 × 1/1000 = 1.5 ยูนิต (3-7)

ค่าไฟฟ้า = 1.5 × 6 = 9 บาท (3-8)

สรุปอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากที่สุดใน 1 ชั่วโมงคือ เครื่องปรับอากาศ, ตู้เย็น, พัดลม, และ หลอดไฟ ตามลำดับ และจากการสำรวจภายในอาคารพบว่าลักษณะของห้องส่วนใหญ่ คือ ห้องเรียน, ห้องประชุม, ร้านค้าที่ติดเครื่องปรับอากาศ เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นเหตุผลให้เลือกควบคุมเครื่องปรับอากาศในการลดปริมาณการใช้พลังงานภายในอาคาร

หมายเหตุ : การคิดค่าไฟฟ้าคือประมาณค่าการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าเท่านั้น ดังนั้นจึงอาจมีค่าคลาดเคลื่อน

3.4 การออกแบบการควบคุมอุปกรณ์เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

การลดการใช้พลังงานภายในอาคารนั้นจำเป็นต้องลดการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าลง จากการศึกษาการในหัวข้อที่ 3.3 และการสำรวจใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้ พบว่าลักษณะภายในอาคารมีการใช้เครื่องปรับอากาศจำนวนมาก และเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด แต่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถลดการใช้งานลงได้โดยมีผลกระทบน้อยต่อผู้อาศัยภายในอาคาร ฉะนั้นจึงเล็งเห็นว่าเครื่องปรับอากาศคือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถลดการใช้พลังงานได้ และเหมาะสมต่อการลงทุนมากที่สุด

3.4.1 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

หลังจากการเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมภายในอาคารแล้วนั้นคือ เครื่องปรับอากาศจากนั้นต้องศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องปรับอากาศก่อน โดยระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศคือระบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle) ดังภาพที่ 3.2 มีองค์ประกอบดังนี้

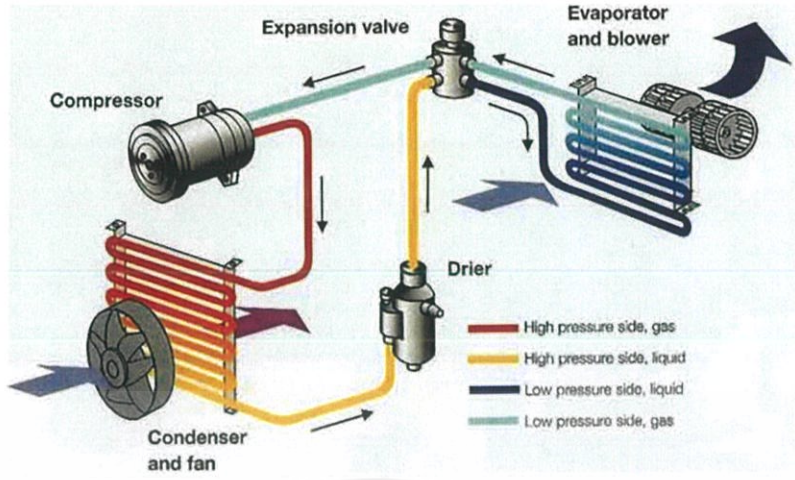
3.4.1.1 Compressor เป็นอุปกรณ์อัดแรงดันสารทำความเย็นเพื่อทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ และความดันสูง

3.4.1.2 Condenser (คอยล์ร้อน) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น

3.4.1.3 Expansion Valve (อุปกรณ์ลดความดัน) ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น

3.4.1.4 Evaporator (คอยล์เย็น) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้องสู่สารทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 การทำงานของเครื่องปรับอากาศ

จากอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ Compressor ดังภาพที่ 3.3 คือหัวใจหลักของการทำงาน และเป็นส่วนประกอบที่ใช้พลังงานมากที่สุดประมาณ 80% ของเครื่องปรับอากาศเนื่องจากมีหน้าที่อัดแรงดันทำให้สารทำความเย็นสามารถไหลเวียนได้ครบวงจร แต่โดยปกติแล้ว Compressor จะไม่ทำงานตลอดเวลา ภายในเครื่องปรับอากาศจะมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในห้องดังนั้นเมื่อภายในห้องมีอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ เครื่องปรับออากาศจะหยุดการทำงานของ Compressor โดยการตัดวงจร และเมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นก็จะเริ่มทำงานใหม่

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่าง Compressor ของเครื่องปรับอากาศทั่วไป

จากการศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องปรับอากาศ สรุปได้ว่า Compressor นั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด แต่ก็ถูกออกแบบมาให้สามารถเปิด - ปิดได้หลายครั้งจากการควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง ฉะนั้นจึงออกแบบระบบควบคุมการทำงานของ Compressor เพื่อลดการใช้พลังงานโดยการนำรีเลย์ต่อเพิ่มไปในวงจรจ่ายไฟของ Compressor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 หลักการออกแบบวงจรการควบคุมเครื่องปรับอากาศ

จากหัวข้อ 3.4.1 การทำงานของ Compressor จะมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิภายในห้องใช้สำหรับการตัดวงจรการทำงานของ Compressor ดังนั้นจึงนำรีเลย์ติดตั้งเพิ่มในวงจรเดิม เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการเปิด – ปิดวงจรทำงานของ Compressor โดยสามารถควบคุมการเปิด - ปิดวงจร Compressor จากอุปกรณ์ I/O Modules โดยสั่งงานจากโปรแกรมการจัดการพลังงาน ซึ่งหลักการออกแบบมีดังนี้

3.4.2.1 การเลือกใช้อุปกรณ์รีเลย์สำหรับเปิด - ปิดวงจร

การเลือกอุปกรณ์รีเลย์จะต้องทราบแหล่งจ่ายไฟฟ้าด้านขดลวด จากการใช้งานพบว่าแหล่งจ่ายไฟภายในตู้ควบคุมให้กับรีเลย์มีขนาดคือ 24 โวลต์ และใช้ไฟส่วนหน้าสัมผัส คือ 220 โวลต์ ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้ OMRON MY2N-GS 24 โวลต์ ดังภาพที่ 3.4 ซึ่งตัวอุปกรณ์รีเลย์ที่มีไฟ LED บอกสถานะการทำงาน โดยการต่อใช้งานจะต้องต่ออุปกรณ์เข้ากับอุปกรณ์ Socket เสริม เพื่อให้ความสะดวกในการเดินสายไฟดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.4 รีเลย์ OMRON MY2N-GS24

ภาพที่ 3.5 รีเลย์ OMRON MY2N-GS24 เชื่อมต่อกับ Socket

3.4.2.2 เครื่องปรับอากาศต้องเป็นอิสระต่อกัน

รีเลย์ OMRON MY2N-GS 24 โวลต์ สำหรับการควบคุมการเปิด - ปิดวงจรการทำงาน Compressor เครื่องปรับอากาศ นั้น 1 ตัวจะมีส่วนหน้าสัมผัส 2 ชุด หมายความว่ารีเลย์ 1 ตัว สามารถควบคุมการเปิด - ปิดได้ 2 วงจรพร้อมกัน แต่ในเอกสาร TOR กำหนดเงื่อนไขการควบคุมว่าเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวจะต้องเป็นอิสระในการทำงานต่อกัน ดังนั้นรีเลย์ 1 ตัวจะต้องควบคุมวงจรการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศเพียง 1 เครื่องเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 การควบคุมรีเลย์ผ่านโปรแกรม

การสั่งงานรีเลย์เพื่อควบคุมการเปิด – ปิดวงจร Compressor เครื่องปรับอากาศ สามารถทำได้โดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ เข้าสู่ด้านขดลวดเพื่อให้รีเลย์ทำงาน ซึ่งสามารถควบคุมการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวด ของรีเลย์ได้โดยใช้อุปกรณ์ Adam-6256 เป็นอุปกรณ์สำหรับสั่งงานจ่ายแรงดันเข้าสู่ขดลวดของรีเลย์ โดยสามารถควบคุมได้ผ่านโปรแกรมการจัดการพลังงานดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 แผนภาพการควบคุมการทำงานของรีเลย์

3.4.2.4 การต่อรีเลย์เข้ากับวงจรเครื่องปรับอากาศ

การต่อรีเลย์เพื่อควบคุมการเปิด – ปิดเครื่องปรับอากาศนั้นมีการออกแบบ โดยการต่อวงจรเข้ากับหน้าสัมผัส จุดต่อ NC ของรีเลย์ ดังภาพที่ 3.7 โดยเหตุผลที่ใช้จุดต่อ NC คือในกรณีที่อุปกรณ์สำหรับควบคุมเครื่องปรับอากาศในระบบบริหารจัดการพลังงานเกิดขัดข้อง ไม่สามารถสั่งงานรีเลย์ในได้วงจร Compressor เครื่องปรับอากาศได้ หรือโปรแกรมการจัดการพลังงานภายในอากาศหยุดทำงาน เครื่องปรับอากาศจะยังคงสามารถทำงานได้ปกติเนื่องจากรีเลย์ปิดวงจรอยู่

ภาพที่ 3.7 การติดตั้งรีเลย์ภายในตู้ควบคุมเครื่องปรับอากาศ

3.5 การออกแบบโปรแกรมการจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงาน

วัตถุประสงค์หลักของการเพิ่มระบบจัดการและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร คือ การลดค่าไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาลง โดยมีหลักการคือควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศให้มีการใช้ภายในเวลาที่กำหนดน้อยลง เนื่องจากภายในอาคารมีการคิดค่าไฟแบบ Time of Use Tariff : TOU Tariff โดยการคิดค่าไฟลักษณะนี้จะแบ่งออกเป็น การคิดค่าความต้องการไฟฟ้า หมายถึงความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในช่วงเวลา On Peak ของเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยยูนิต ระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติจึงมีจุดประสงคในการลดค่าความต้องการไฟฟ้าลง โดยการลดค่ากิโลวัตต์ในช่วงเวลาที่มีการคิดค่าความต้องการไฟฟ้าคือ เวลา On peak ส่วนการลดพลังงานในหน่วยยูนิต คือผลพลอยได้ที่ตามมาจากการลดค่าความต้องการไฟฟ้าลง

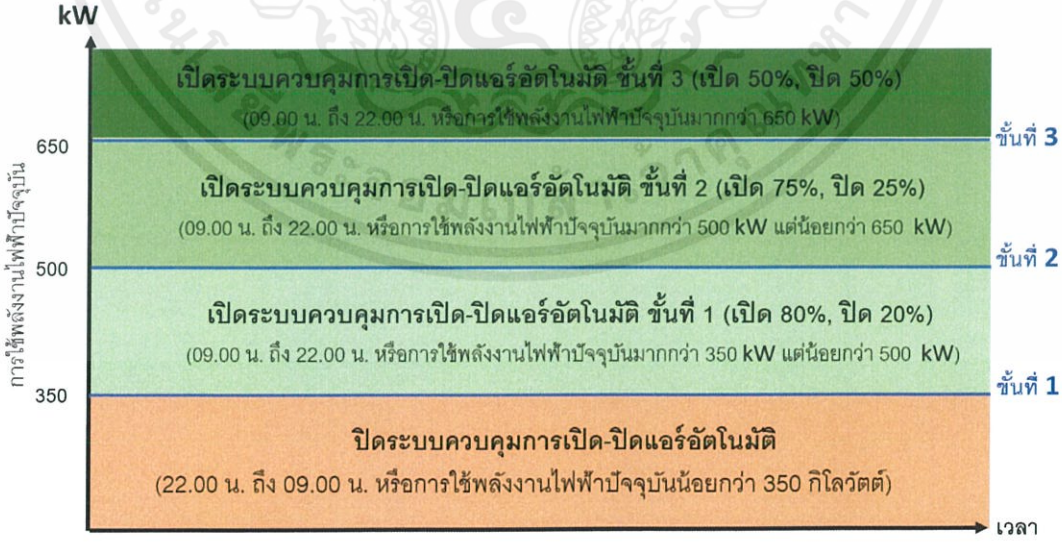
การคิดค่าไฟฟ้าตามหัวข้อ TOU Tariff นั้นการไฟฟ้านครหลวงจะมีหลักการคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้งานโดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลาคือ

1) ช่วง On Peak คือช่วงเวลาตั้งแต่ 9.00 – 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์
2) ช่วง Off Peak คือเวลา 22.00 – 09.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์, เวลา 00.00 – 24.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์, วันแรงงานแห่งชาติ และ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย)

3.5.1 วิธีการการควบคุมเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

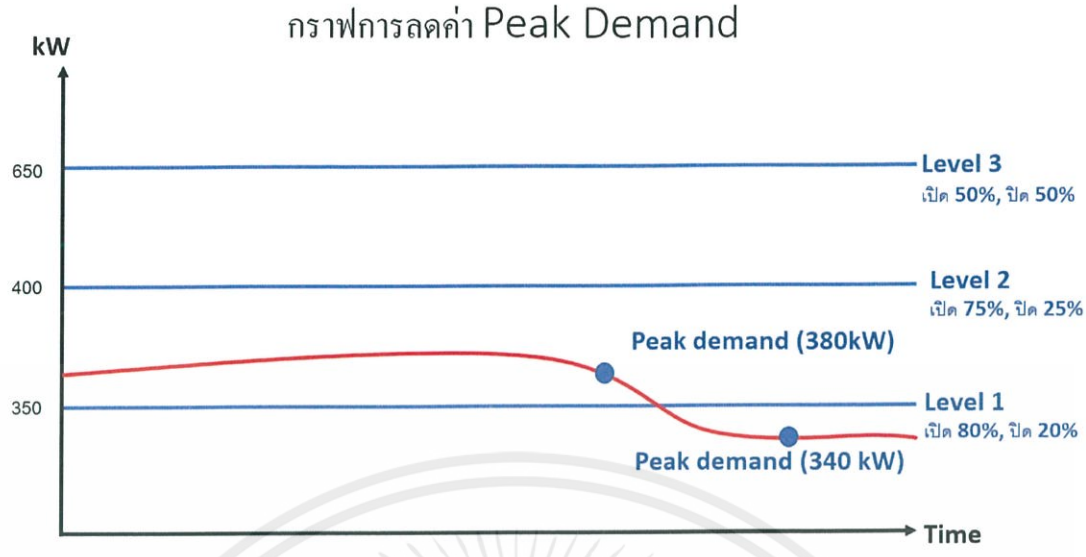
จากจุดประสงค์การลดค่าไฟฟ้าภายในอาคารลงโดยการลดค่าความต้องการไฟฟ้า จึงนำอุปกรณ์วัดเพาเวอร์มิเตอร์เข้ามาติดภายในอาคาร เพื่อวัดค่าการใช้พลังงานในหน่วยกิโลวัตต์ทั้งหมดที่ใช้ภายในอาคาร นำมาคำนวณหาความเหมาะสมในการสั่งปิดการทำงาน Compressor ณ เวลานั้น โดยหลักการทำงานของระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ คือการวัดกำลังไฟฟ้าแล้วนำมาจัดระดับขั้นของความต้องการไฟฟ้าภายในอาคารว่าอยู่ระดับใด โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ และแต่ละระดับจะมีคำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อลดการใช้กำลังไฟฟ้าลง ดังนี้

3.5.1.1 ระดับที่ 1 กำลังไฟฟ้าอยู่ภายในช่วง 350 – 500 กิโลวัตต์สั่งปิดเครื่องปรับอากาศ 20 ตัว
3.5.1.2 ระดับที่ 2 กำลังไฟฟ้าอยู่ภายในช่วง 500 – 650 กิโลวัตต์สั่งปิดเครื่องปรับอากาศ 25 ตัว
3.5.1.3 ระดับที่ 3 กำลังไฟฟ้าอยู่ภายในช่วง 650 กิโลวัตต์ขึ้นไปสั่งปิดเครื่องปรับอากาศ 50 ตัว



ภาพที่ 3.8 แผนภาพการลดค่าความต้องการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

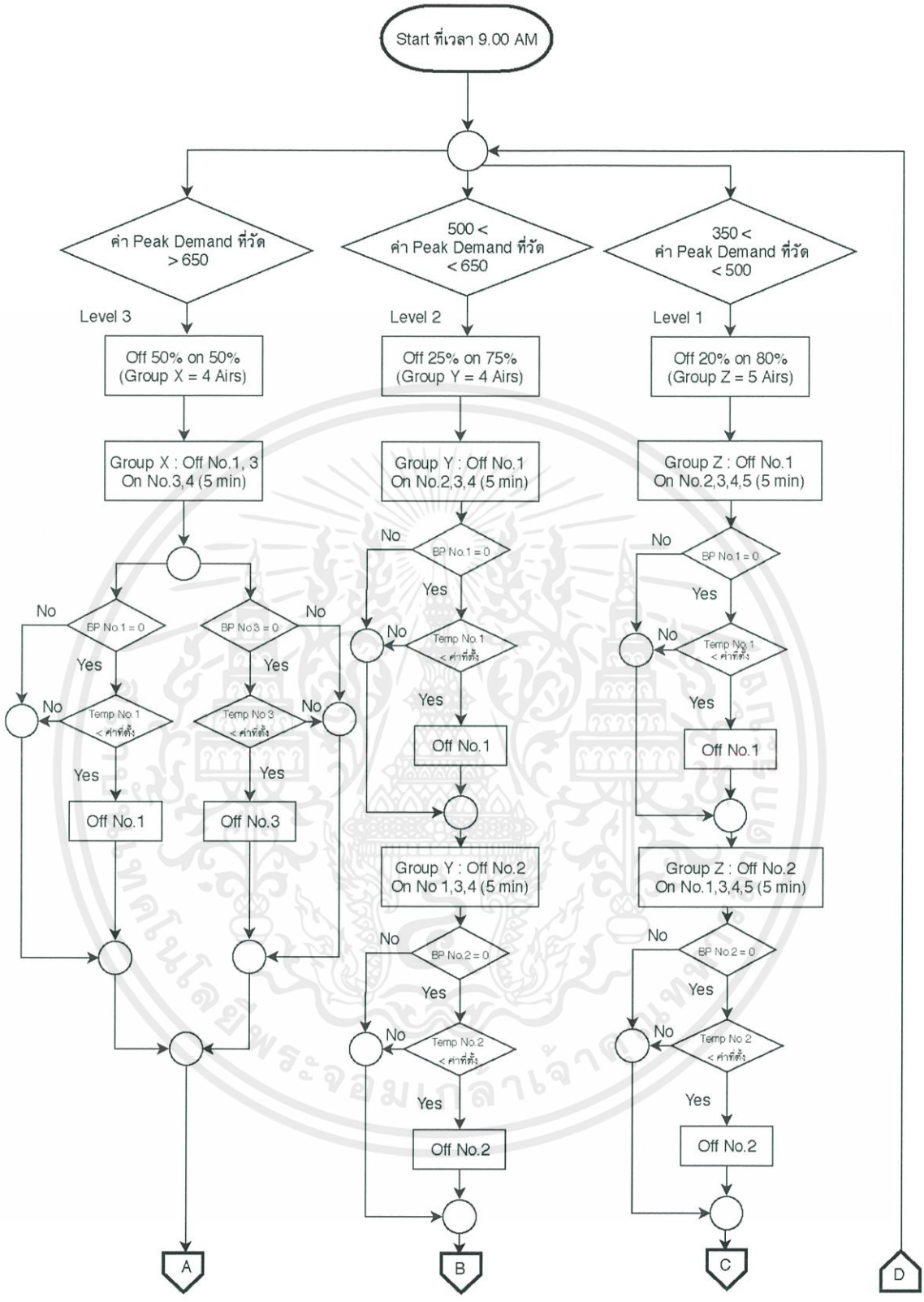


ภาพที่ 3.9 แผนภาพหลักการลดค่าความต้องการไฟฟ้า

3.5.2 การออกแบบ Flow Chart ระบบบริหารพลังงานภายในอาคาร

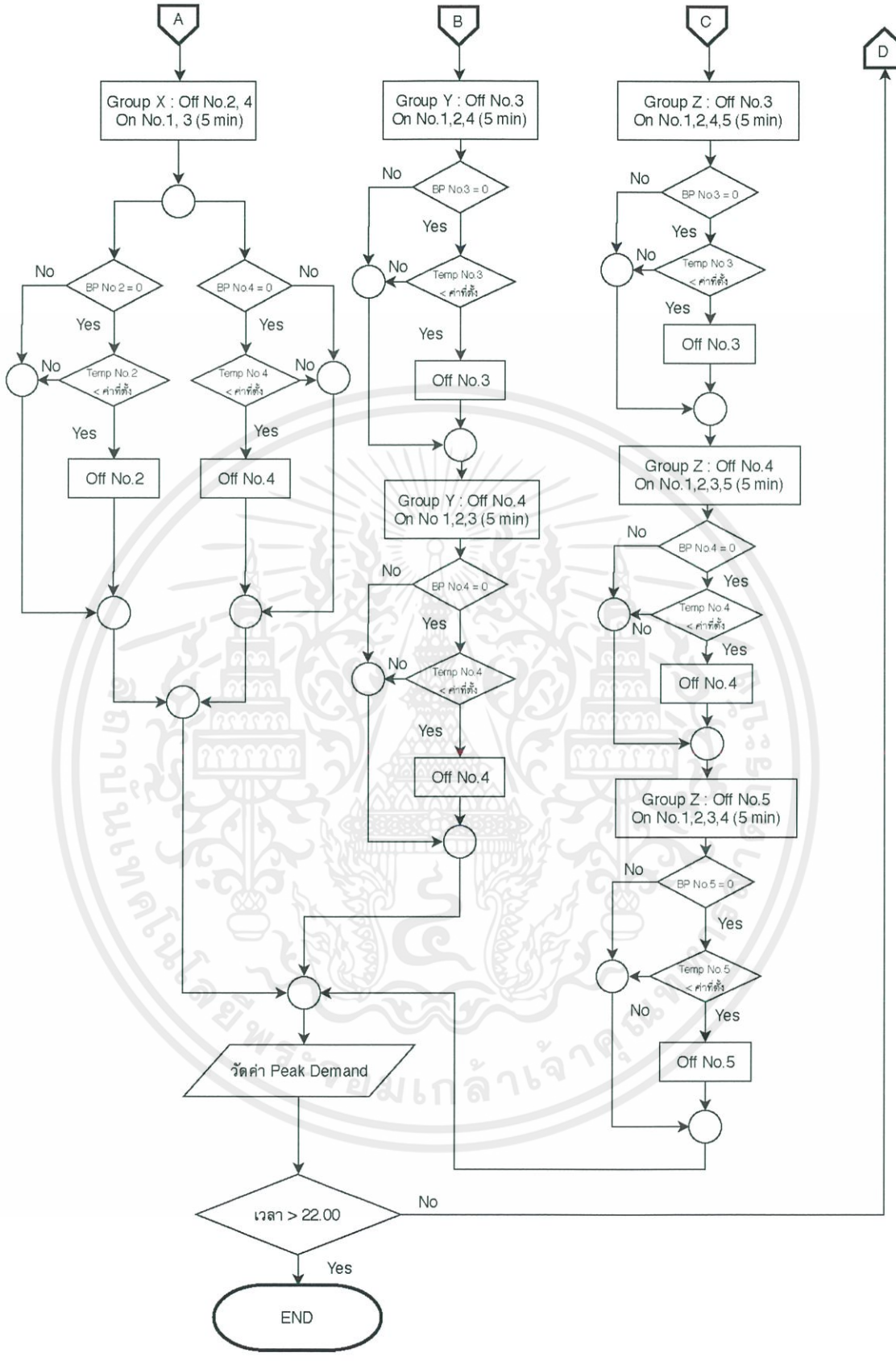
การออกแบบระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ มีหลักการคือปรับลดการใช้เครื่องปรับอากาศของห้องเรียน หรือห้องประชุมในช่วงเวลา On peak ภายในอาคารลงโดยมีข้อกำหนดว่า ผู้คนที่อาศัยอยู่ภายในห้องต้องไม่รู้สึกร้อนจนเกินไปจึงมีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์กำหนดการปิดเครื่องปรับอากาศ และสามารถกำหนดการควบคุมเครื่องปรับอากาศผ่านโปรแกรมเพื่อไม่ให้สั่งปิดเครื่องปรับอากาศ ณ ตำแหน่งที่กำหนดได้ โดยผู้ดูแลเป็นผู้กำหนด เหตุผลคือเนื่องจากบางครั้งมีสถานการณ์ประชุมใหญ่ ผู้เข้าร่วมประชุมจำนวนมากจึงไม่อยากให้ภายในห้องมีอากาศที่ร้อนเนื่องจากการปิดการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศ ดังนั้น Flow Chart การทำงานสามารถเขียนได้ดังภาพที่ 3.10 และ ภาพที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 Flow Chart การทำงานของระบบ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 Flow Chart การทำงานของระบบ (2)

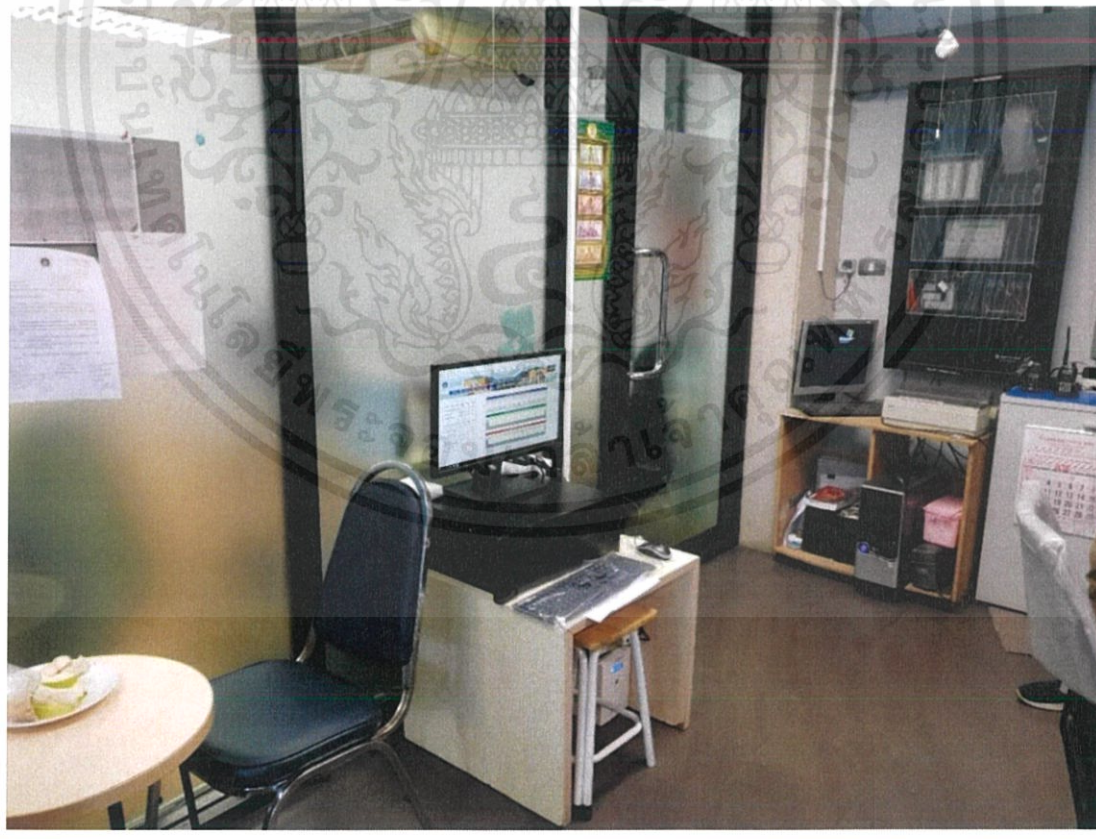
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบทางเดินสายภายในอาคาร

การออกแบบทางเดินสายทั้งหมดภายในอาคารจะใช้หลักการสื่อสารแบบ Modbus ทั้งหมด เพราะข้อจำกัดที่สำคัญคือต้องมีการเดินสายระยะไกล เนื่องจากอุปกรณ์อยู่ตำแหน่งที่ต่างกัน เช่น อุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์อยู่ตำแหน่งต่างชั้นกัน และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นอยู่ตำแหน่งต่างห้องกันซึ่งมีระยะห่างที่กัน แต่ไม่เกิน 1,200 เมตร ต่อ 1 อุปกรณ์ ดังข้อจำกัดสูงสุดของมาตรฐานการสื่อสาร RS485 จึงออกแบบทางเดินของสายอุปกรณ์เป็น RS485 ซึ่งมีการเชื่อมต่อในลักษณะ Multidrop และนำมาต่อเข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณ Ethernet to Modbus Data Gateway เพื่อแปลงสัญญาณสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงสามารถจำแนกอุปกรณ์ที่ใช้ภายในอาคารได้เป็นดังนี้

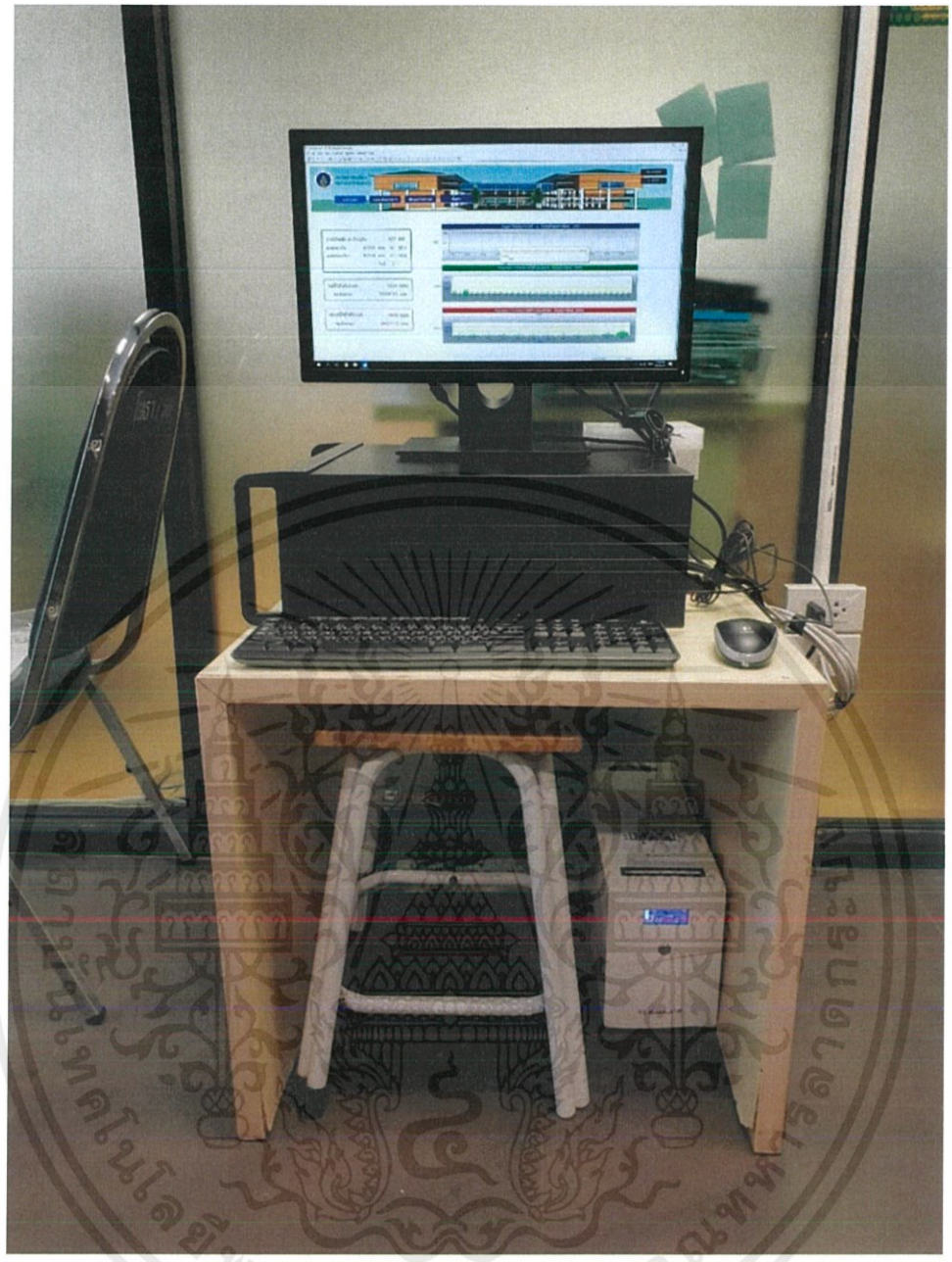
3.6.1 คอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง

ทำหน้าที่เป็น Master ของระบบเป็นส่วนที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ โดยทำหน้าที่รับค่าจากเพาเวอร์มิเตอร์ และอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น ที่เป็น Slave เพื่อนำไปแสดงผล และประมวลผลการควบคุมการเปิด - ปิด Compressor ของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้การสื่อสารแบบ Modbus TCP/IP สื่อสารไปยังอุปกรณ์แปลงสัญญาณ และ I/O Module ที่เชื่อมต่อกันตามมาตรฐาน RS485 โดยใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณ เพื่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง ดังภาพที่ 3.12 - 3.13



ภาพที่ 3.12 การติดตั้งคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 คอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนกลาง

3.6.2 เพาเวอร์มิเตอร์

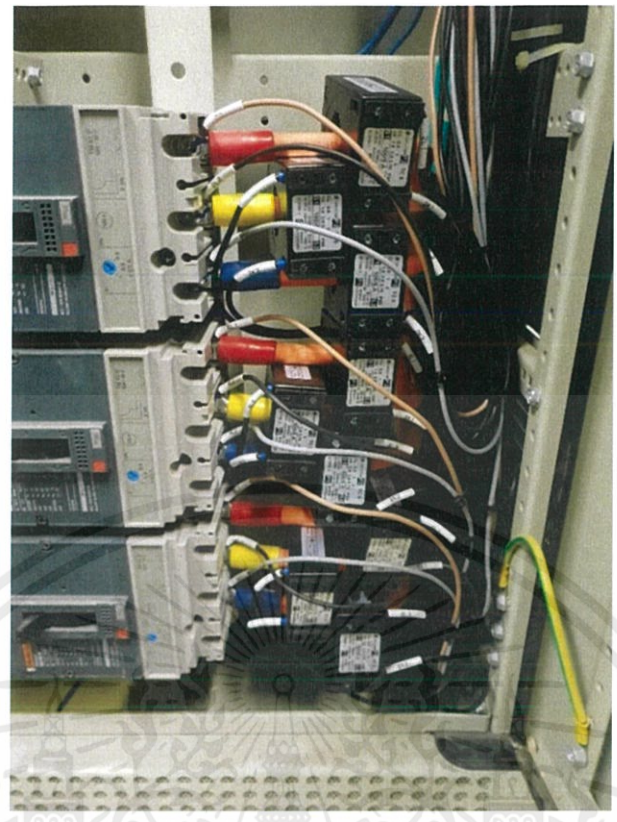
ติดตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า หรือห้องชาร์ป (Shaft) ของอาคารทั้งหมด 7 ห้อง สรุปรวมเพาเวอร์มิเตอร์มีทั้งหมด 57 ตัว โดยใช้วัดค่าไฟฟ้าแต่ละตำแหน่งภายในอาคารซึ่งเพาเวอร์มิเตอร์แต่ละตัวนั้นจะมีอุปกรณ์ CT (Current Transformer) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดกระแสที่ไหลในสายไฟเข้าสู่เพาเวอร์มิเตอร์ ดังภาพที่ 3.14 – 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.14 การคล้อง CT จากเพาเวอร์มิเตอร์เดิมภายในอาคาร

ภาพที่ 3.15 ตู้ Main ไฟฟ้าในห้องชาร์ปภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 การคล้อง CT จากตู้ Main ในห้องชาร์ปภายในอาคาร

ภาพที่ 3.17 การติดตั้งเพาเวอร์มิเตอร์ภายในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ

สัญญาณทำหน้าที่แปลงสัญญาณจาก Modbus RTU ที่มีการเชื่อมต่อแบบมาตรฐาน RS485 ให้เป็น Modbus TCP/IP ดังภาพที่ 3.18 – 3.20 เพื่อใช้สำหรับสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ โดยในโครงงานนี้สามารถจัดแบ่งการสื่อสารทั้งหมดได้เป็น 3 วงลูป ดังนี้

3.6.3.1 วงลูปที่ 1 ประกอบด้วย

1) เพาเวอร์มิเตอร์ 20 ตัว

2) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น 8 ตัว

3.6.3.2 วงลูปที่ 2 ประกอบด้วย

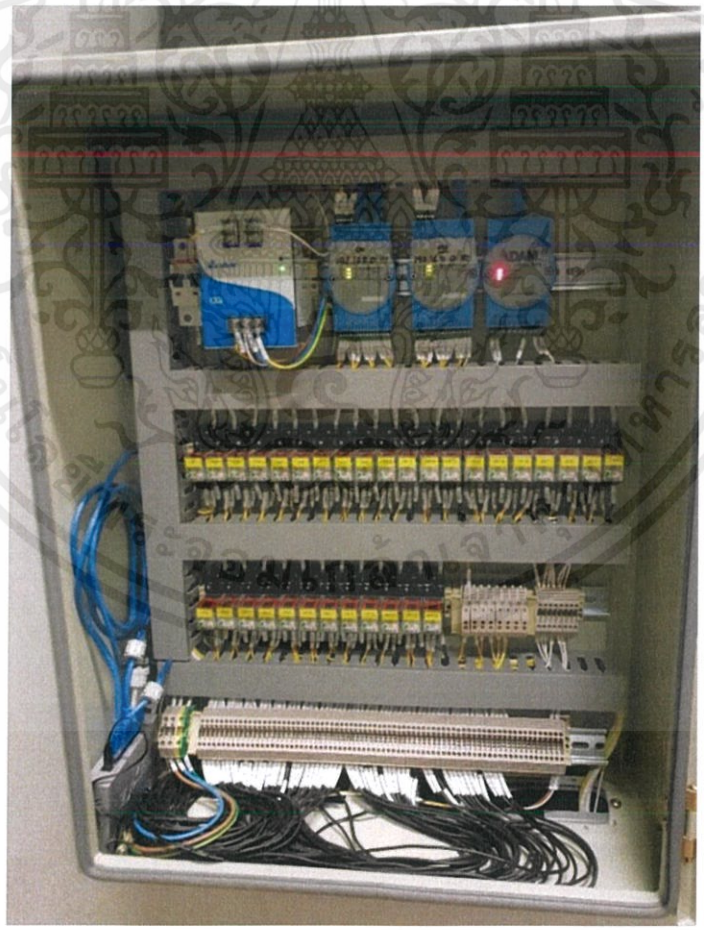
1) เพาเวอร์มิเตอร์ 22 ตัว

2) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น 7 ตัว

3.6.3.3 วงลูปที่ 3 ประกอบด้วย

1) เพาเวอร์มิเตอร์ 15 ตัว

2) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น 3 ตัว



ภาพที่ 3.18 การติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณภายในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.19 ตู้ควบคุมของเพาเวอร์มิเตอร์ภายในอาคาร

ภาพที่ 3.20 การติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 I/O Module

ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดของรีเลย์เพื่อนำไปควบคุมการทำงานเปิด - ปิดของ Compressor เครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 3.21 โดยภายในโครงงานนี้ประกอบด้วยรีเลย์ที่ใช้ควบคุม Compressor เครื่องปรับอากาศทั้งหมด 100 ตัว ดังนี้

3.6.4.1 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 1 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 16 ตัว

3.6.4.2 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 2 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 15 ตัว

3.6.4.3 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 3 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 11 ตัว

3.6.4.4 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 4 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 16 ตัว

3.6.4.5 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 5 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 11 ตัว

3.6.4.6 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 6 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 16 ตัว

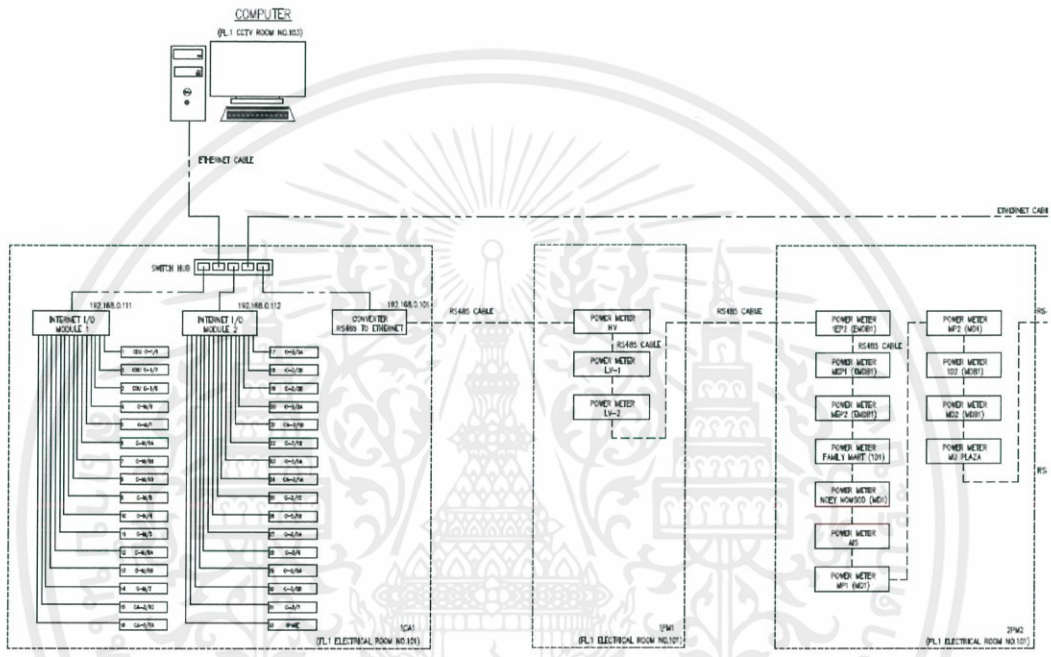
3.6.4.7 อุปกรณ์ I/O Module ที่ 7 ควบคุมเครื่องปรับอากาศ 15 ตัว

ภาพที่ 3.21 การติดตั้ง I/O Module ภายในตู้ควบคุม

สรุปการเดินสายอุปกรณ์ทุกตัวนั้นจะต้องถูกแปลงสัญญาณ และเชื่อมต่อเข้ากันคอมพิวเตอร์ส่วนกลางในรูปแบบของ Modbus TCP/IP โดยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็น Master ส่วนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามาทั้งหมดเป็น Slave ซึ่งประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 57 ตัว เพื่อใช้สำหรับอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอาคารและเก็บบันทึกลงฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง, อุปกรณ์วัดอุณหภูมิใช้สำหรับอ่านค่าอุณภูมิเพื่อควบคุมเครื่องปรับอากาศ 18 ตัว, อุปกรณ์ I/O Module ใช้สำหรับสั่งงานรีเลย์เพื่อควบคุมเครื่องปรับอากาศ 7 ตัว ซึ่งแผนผังการเชื่อมต่อเป็น ดังภาพที่ 3.22 - 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.22 แผนภาพการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดในอาคาร



ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างการออกแบบการเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์ภายในอาคาร

ภาพที่ 3.24 การติดตั้งอุปกรณ์และตู้ควบคุมภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การตั้งค่าการสื่อสารโปรแกรมเบื้องต้น

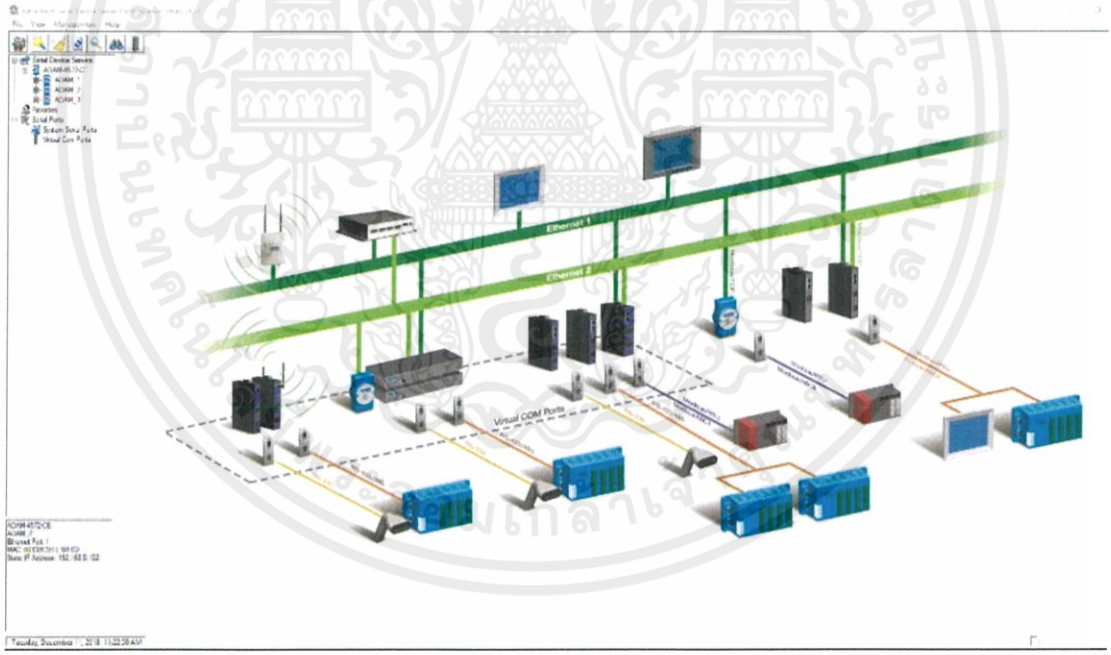
ในส่วนโปรแกรมการบริหารจัดการพลังงาน คือส่วนซอฟแวร์ของคอมพิวเตอร์ส่วนกลางที่เชื่อมต่อกับทุกอุปกรณ์ในโครงงานใช้สำหรับการอ่านพารามิเตอร์ของเพาเวอร์มิเตอร์ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิเพื่อนำมาแสดงผล รวมถึงการประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร โดยเมื่อเดินสายอุปกรณ์ภายในอาคารเสร็จสิ้น ทุกอุปกรณ์จะถูกแปลงสัญญาณให้เป็นการสื่อสาร Modbus TCP/IP เพื่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งขั้นตอนการตั้งค่าอุปกรณ์สามารถจัดแบ่งได้ดังนี้

3.7.1 การตั้งค่าอุปกรณ์แปลงสัญญาณ

ADAM-4572 เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับการแปลงสัญญาณการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่มีการเดินสายตามมาตราฐาน RS485 เพื่อให้สามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถตั้งค่าได้ 2 ส่วนคือ ตั้งค่าผ่านโปรแกรมของอุปกรณ์โดยเฉพาะ, หรือ Web Browser ดังนี้

1) การตั้งค่าผ่านโปรแกรม Serial Device Server Configuration Utility

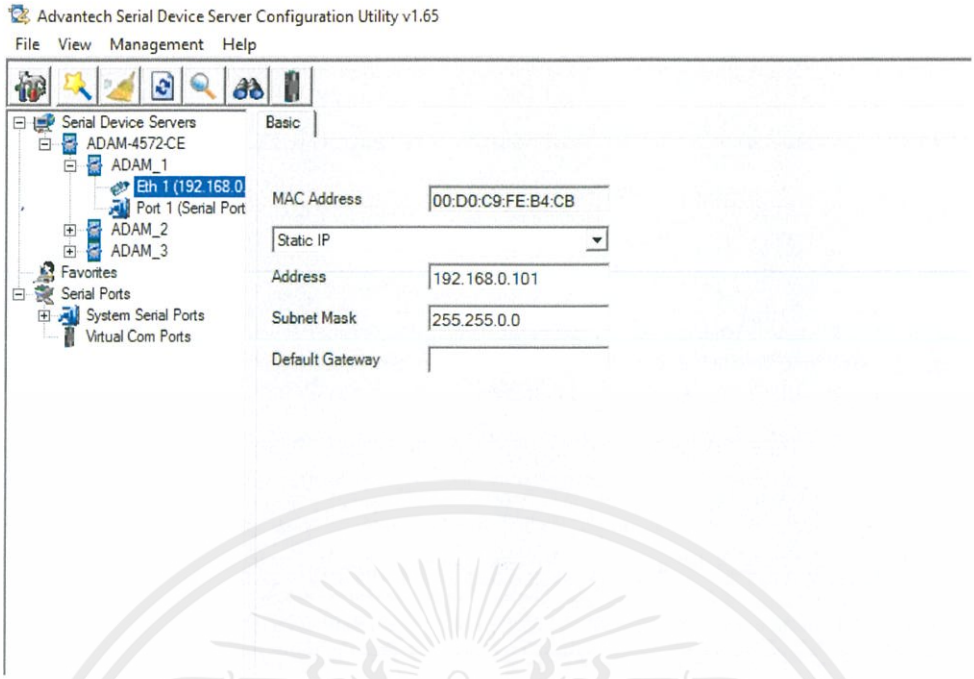
1.1) ติดตั้งซอฟแวร์ Serial Device Server Configuration Utility และ เปิดใช้งานดังภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 โปรแกรม Serial Device Server Configuration Utility

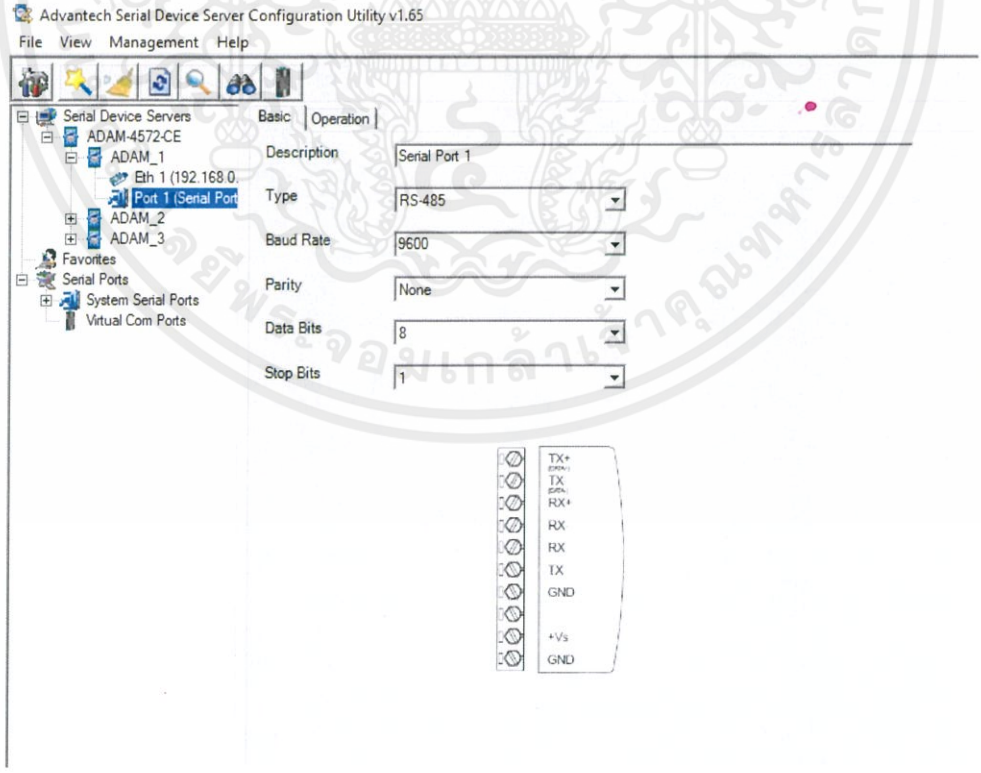
1.2) ตั้งค่า IP Address ของอุปกรณ์ โดยจะต้องตั้งค่าให้อยู่ในเครือข่าย หรือวงเดียวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ภายในเครือข่ายมีการเชื่อมต่อผ่าน Modbus TCP/IP เพื่อสื่อสารกัน โดย ณ ที่นี้ใช้ 192.168.0.XXX และ Subnet Mask 255.255.0.0 ดังภาพที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.26 การตั้งค่า IP Address อุปกรณ์ Adam-4572

1.3) ตั้งค่าการสื่อสารของอุปกรณ์แปลงสัญญาณผ่านมาตรฐาน RS485 และ Baud Rate ที่ 9600 bps เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโครงงาน



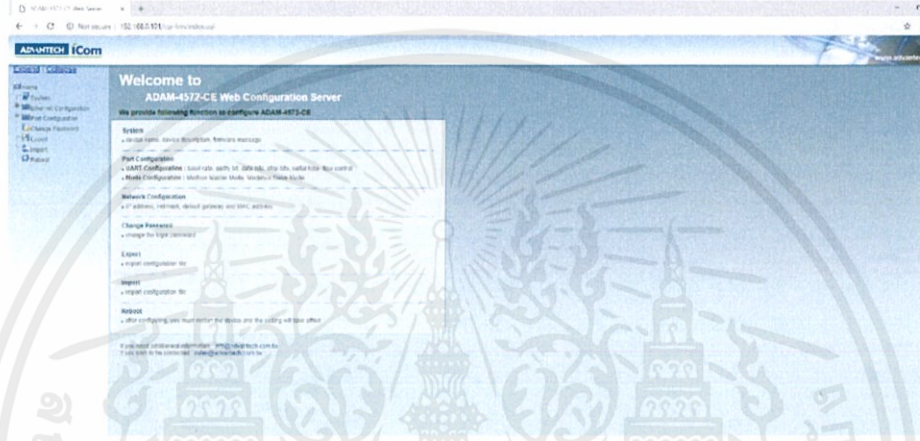
ภาพที่ 3.27 การตั้งค่ามาตรฐานการสื่อสาร และ Baud Rate อุปกรณ์ Adam-4572

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การตั้งค่าผ่าน Web Browser

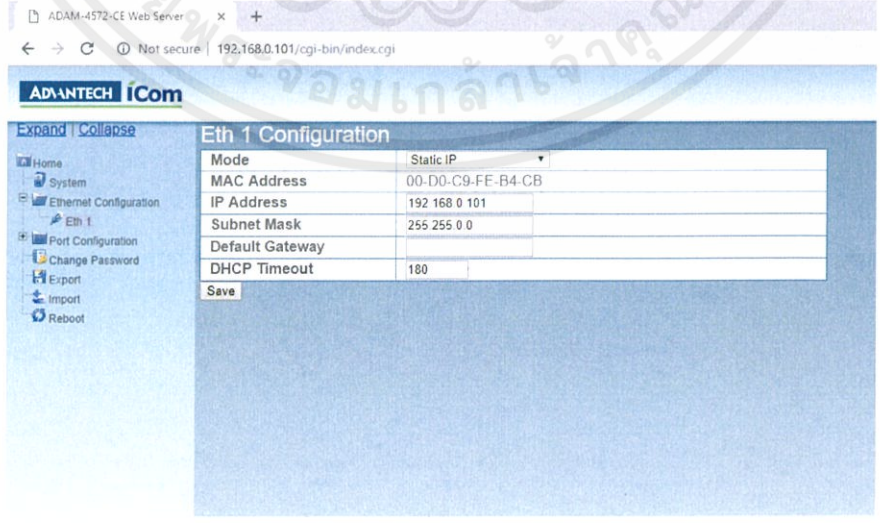
2.1) การตั้งค่าผ่าน Web Browser นั้นจำเป็นต้องทราบ IP Address ของอุปกรณ์ที่ตั้งค่ามาจากโรงงาน (Default IP Address) ซึ่งหาได้จากคู่มือการใช้งานในภาคผนวก ค สำหรับตัวอุปกรณ์ Adam-4572 นั้นมี IP Address คือ 10.0.0.1 แต่กรณีที่ไม่สามารถทราบ IP ของอุปกรณ์จะต้องตั้งค่าผ่านโปรแกรม Serial Device Server Configuration Utility เท่านั้น

2.2) การตั้งค่าผ่าน Web Browser สามารถตั้งค่าได้โดยพิมพ์ IP Address ของอุปกรณ์ผ่าน Web Browser เช่น Chrome และ Microsoft Edge โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมอื่นเพิ่มดังภาพที่ 3.28



ภาพที่ 3.28 การตั้งค่าอุปกรณ์ Adam-4572 ผ่าน Web Browser

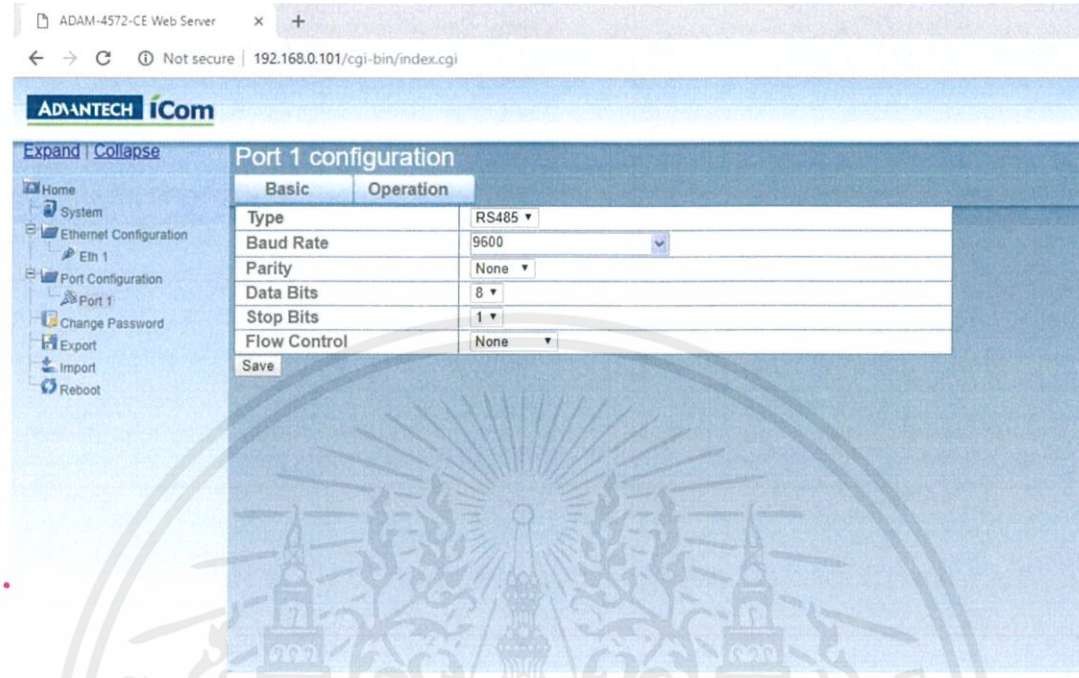
2.3) หัวข้อ Ethernet Configuration ใช้สำหรับตั้งค่า IP Address ของอุปกรณ์โดยจะต้องตั้งค่าให้อยู่ในวงเดียวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และ อุปกรณ์อื่น ๆ ภายในเครือข่ายเชื่อมต่อผ่าน Modbus TCP/IP โดย ณ ที่นี้ใช้ 192.168.0.XXX และ Subnet Mask 255.255.0.0 ดังภาพที่ 3.29



ภาพที่ 3.29 การตั้งค่า IP Address อุปกรณ์ Adam-4572 ผ่าน Web Browser

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4) การตั้งค่า Port Configuration ใช้สำหรับตั้งค่าชนิดของการเชื่อมต่อสื่อสารโดยอุปกรณ์ที่ใช้มีการเชื่อมต่อสื่อสารผ่านมาตรฐาน RS485 ที่ Baud Rate 9600 bps ดังภาพที่ 3.30



ภาพที่ 3.30 การตั้งค่ามาตรฐานการสื่อสาร และ Baud Rate อุปกรณ์ Adam-4572 ผ่าน Web Browser

3.7.2 การตั้งค่าอุปกรณ์ I/O Module

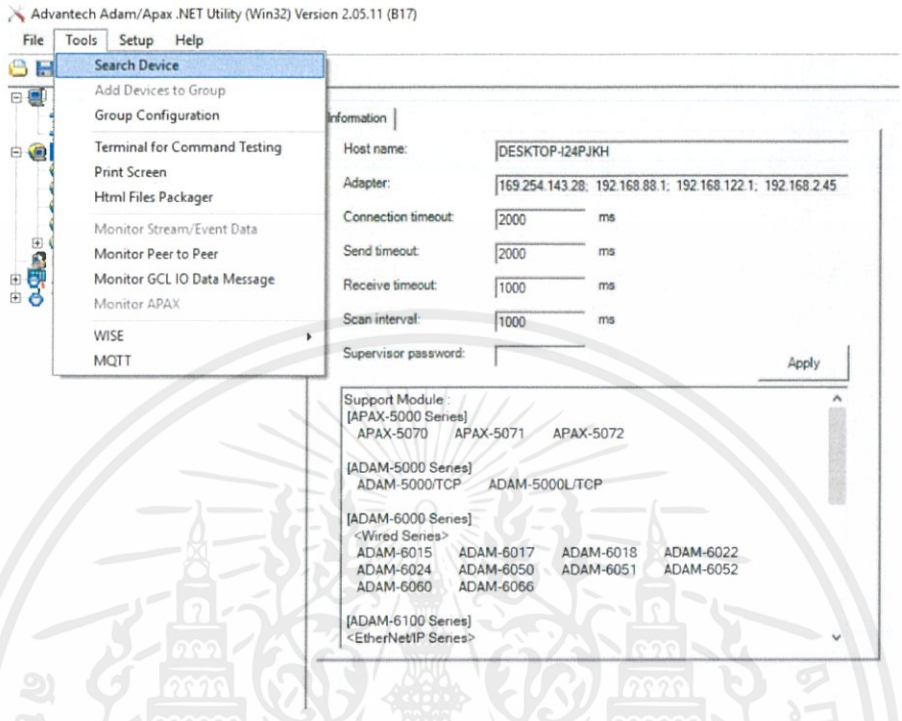
ADAM–6256 เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับควบคุมการจ่ายแรงดันให้ขดลวดรีเลย์ เพื่อสั่งให้รีเลย์ทำงาน โดยสามารถสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ผ่าน Modbus TCP/IP โดยสามารถตั้งค่าได้ผ่านโปรแกรมของอุปกรณ์คือ AdamApax .NET Utility สามารถทำได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1) ติดตั้งซอฟแวร์ชื่อ AdamApax .NET Utility ซึ่งใช้สำหรับการตั้งค่าอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3.31

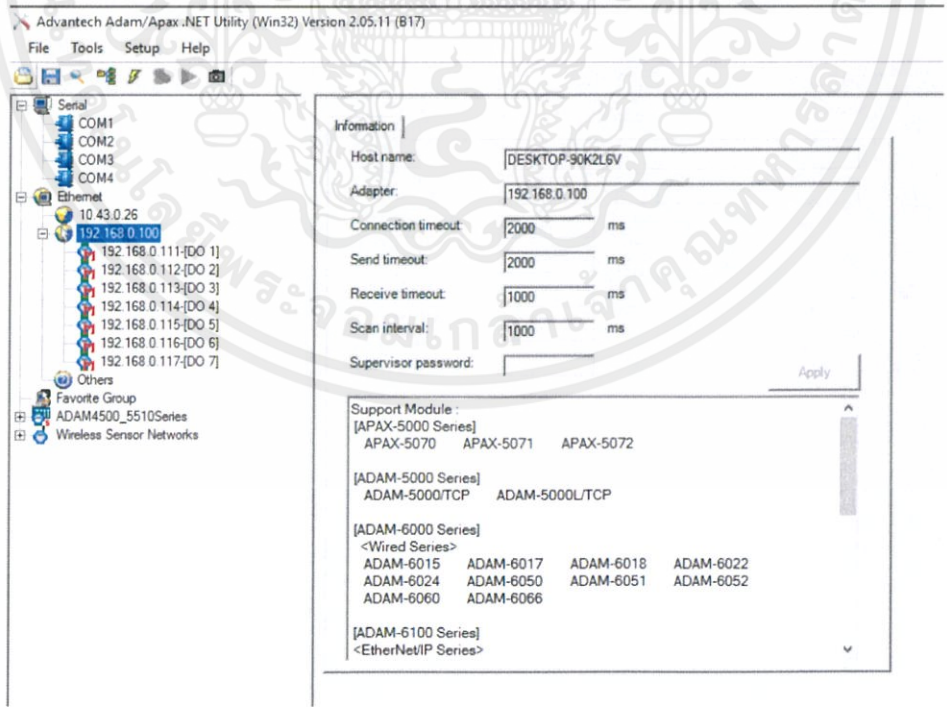
ภาพที่ 3.31 โปรแกรม AdamApax .NET Utility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คลิกเมนู Tools > Search Device เพื่อค้นหาอุปกรณ์ Adam-6256 ที่เชื่อมต่อภายในเครือข่าย ดังภาพที่ 3.32 – 3.33



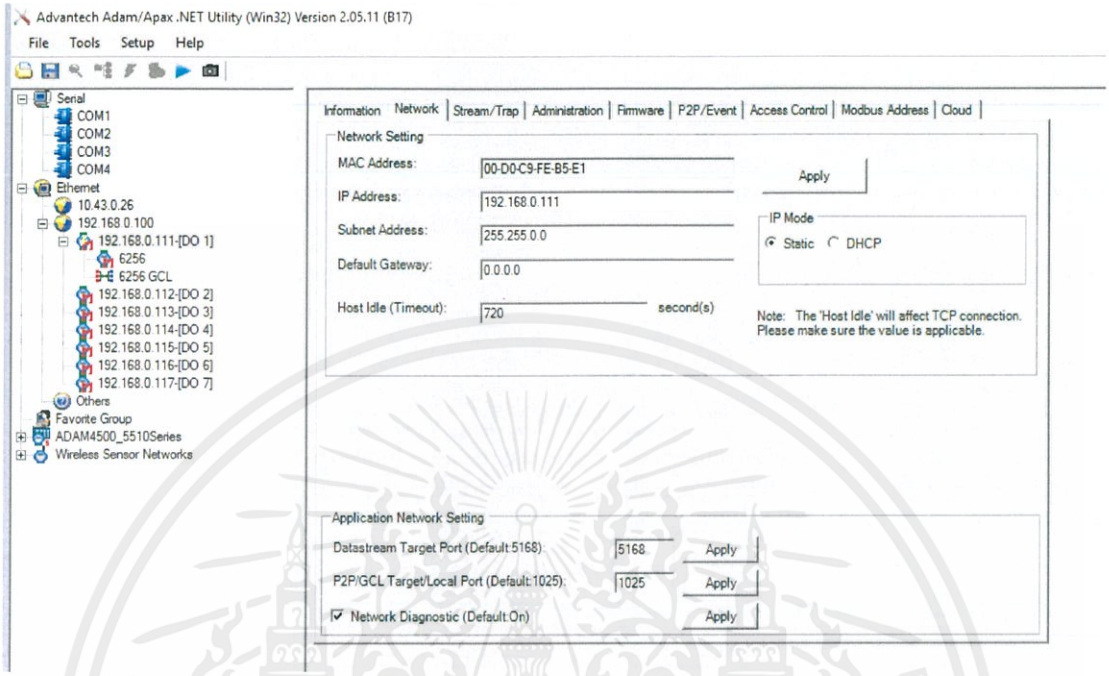
ภาพที่ 3.32 การค้นหาอุปกรณ์ Adam-6256 ผ่านโปรแกรม AdamApax .NET Utility



ภาพที่ 3.33 อุปกรณ์ Adam-6256 ที่ค้นพบผ่านโปรแกรม AdamApax .NET Utility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตั้งค่า IP Address ของอุปกรณ์ Adam-6256 ให้อยู่ภายในวงเดียวกับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ณ ที่นี้จะใช้ IP Address คือ 192.168.0.XXX ดังภาพที่ 3.34

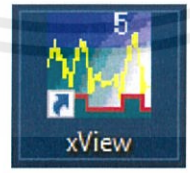


ภาพที่ 3.34 การตั้งค่า IP Address ของอุปกรณ์ Adam-6256 ผ่านโปรแกรม AdamApax .NET Utility

3.7.3 การตั้งค่าโปรแกรม xView เพื่อเชื่อมต่อ Communication Interface

การตั้งค่าเพื่อให้โปรแกรม xView สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทั้งหมดโดยการกำหนด IP Address ในโปรแกรม xView ให้ตรงกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ตั้งค่าในหัวข้อ 3.7.1 – 3.7.2 ซึ่งเรียกว่า Communication Interface ในหัวข้อ Communication Setup Panel สามารถทำได้ โดยขั้นตอนดังนี้

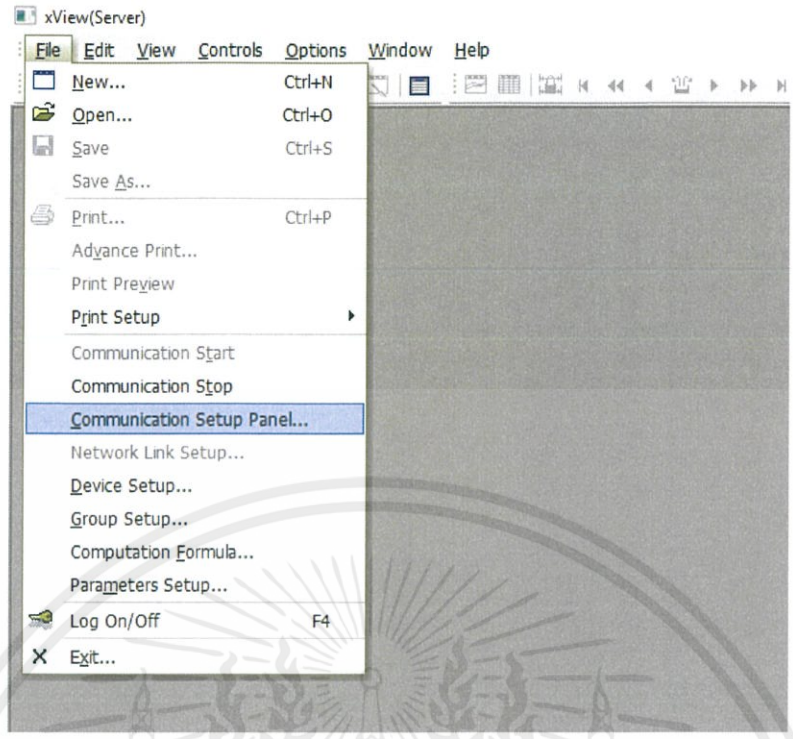
1) ติดตั้งโปรแกรม xVeiw และ เปิดใช้งานโปรแกรม xView ดังภาพที่ 3.35



ภาพที่ 3.35 โปรแกรม xView

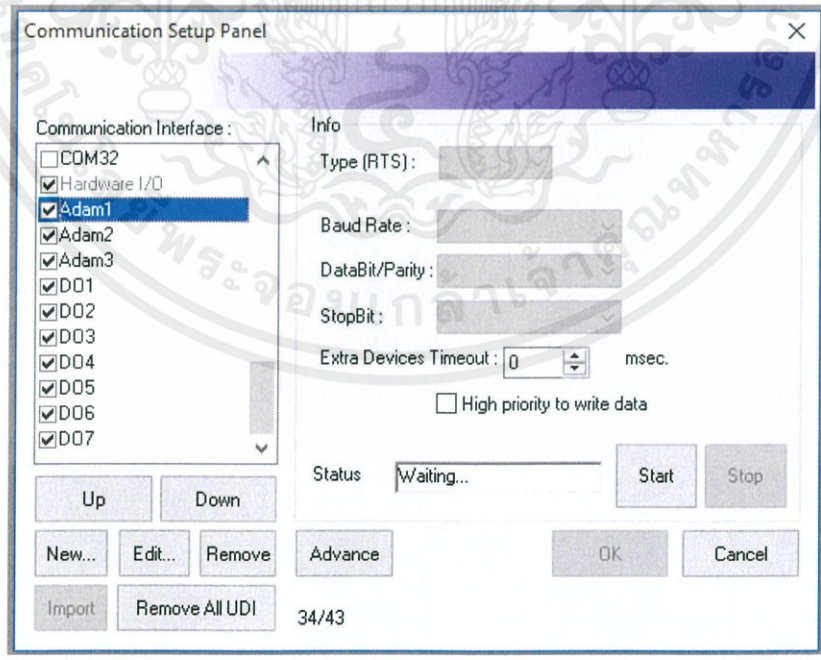
2) คลิกที่หัวข้อ File > Communication Setup Panel ดังภาพที่ 3.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.36 การตั้งค่าเพื่อเชื่อมต่อ Communication Interface

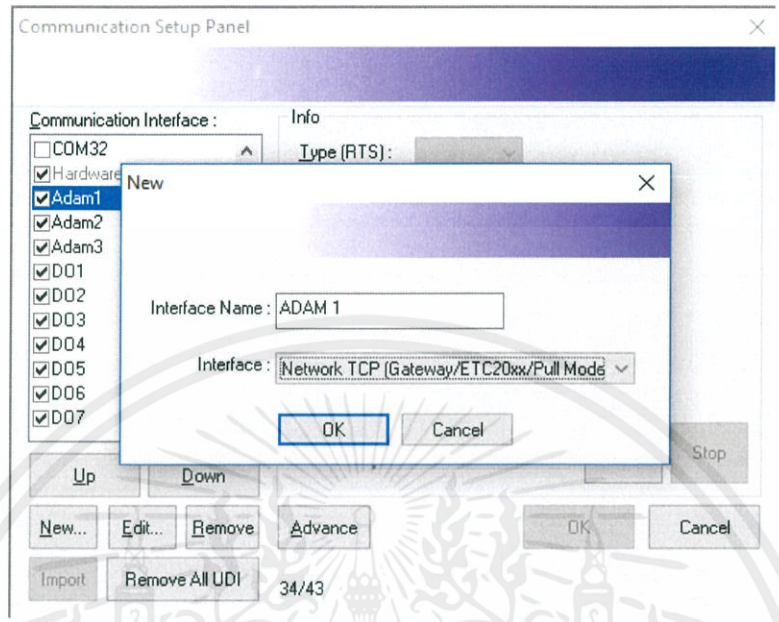
3) หน้าต่างการตั้งค่า Communication Setup Panel จะเปิดขึ้นมาเพื่อตั้งค่าการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับโปรแกรม โดยคลิกที่ New เพื่อสร้าง Communication Interface ดังภาพที่ 3.37



ภาพที่ 3.37 วิธีการเพิ่ม Communication Interface

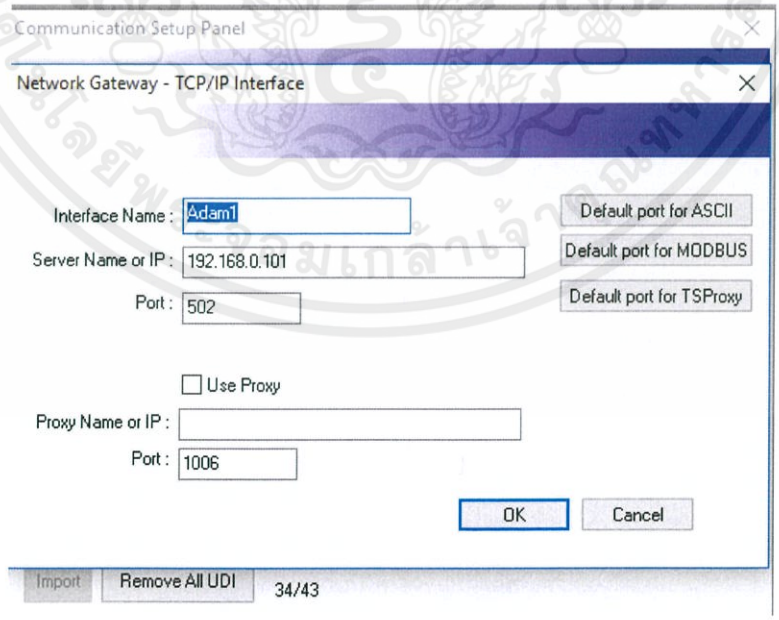
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ตั้งชื่อหัวข้ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อสื่อสาร และเลือกชนิดการการสื่อสารแบบ Network TCP Gateway ดังภาพที่ 3.38



ภาพที่ 3.38 การตั้งค่าเพื่อเพิ่มหัวข้อ Communication Interface

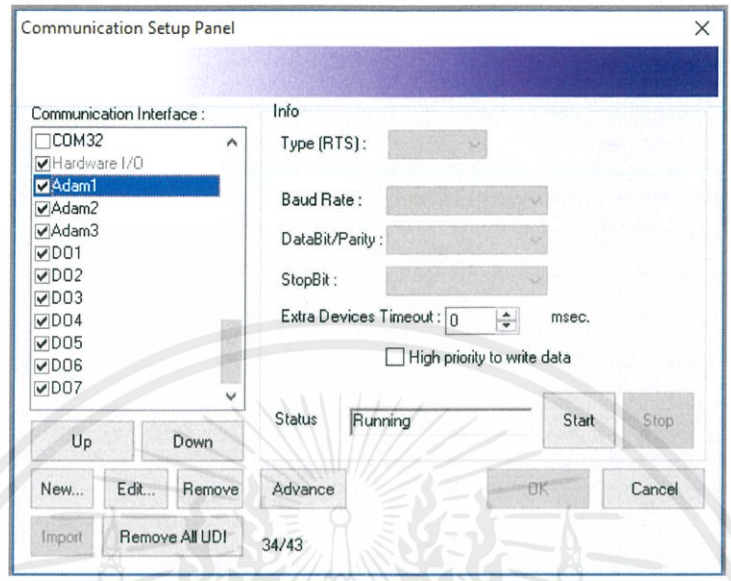
5) ตั้งค่า IP Address และ Port ของ Interface ของโปรแกรมให้ตรงกับ IP Address ของอุปกรณ์แปลงสัญญาณแต่ละตำแหน่ง ดังภาพที่ 3.39



ภาพที่ 3.39 การตั้งค่า IP Address ของ Communication Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) เมื่อตั้งค่าเสร็จสิ้น และโปรแกรมสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ได้ สถานะของการเชื่อมต่อจะแสดงเป็น Running ดังภาพที่ 3.40

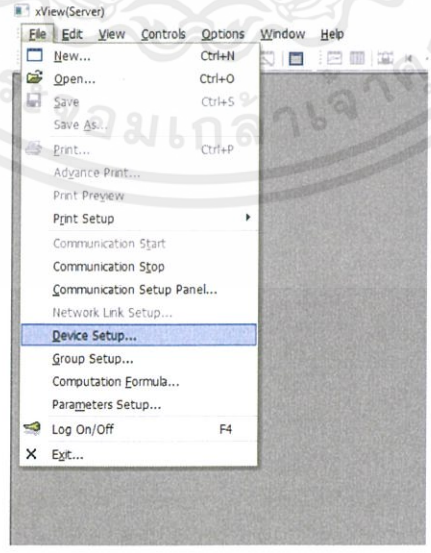


ภาพที่ 3.40 สถานะการทำงานของ Communication Interface

3.7.4 การตั้งค่าโปรแกรม xView เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์

จากหัวข้อที่ 3.7.3 เมื่อเชื่อมต่อ Communication Interface สำเร็จจะต้องกำหนดชนิดของอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้งานในโครงงาน ได้แก่ อุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, และ I/O Module เพื่อให้โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ได้ซึ่งทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

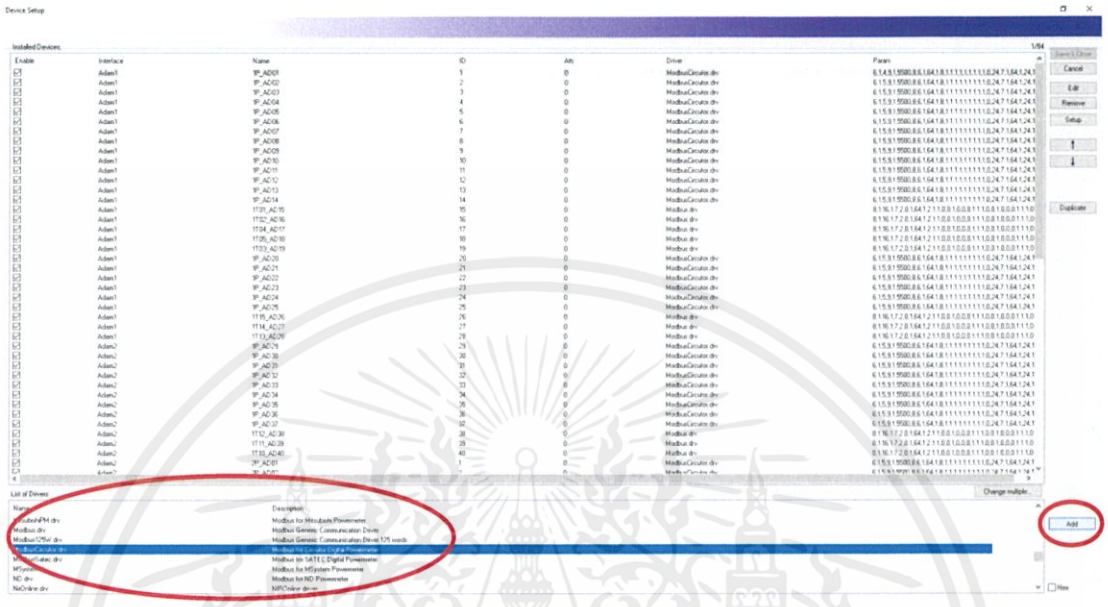
1) คลิกที่หัวข้อ File > Device Setup ดังภาพที่ 3.41



ภาพที่ 3.41 การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์

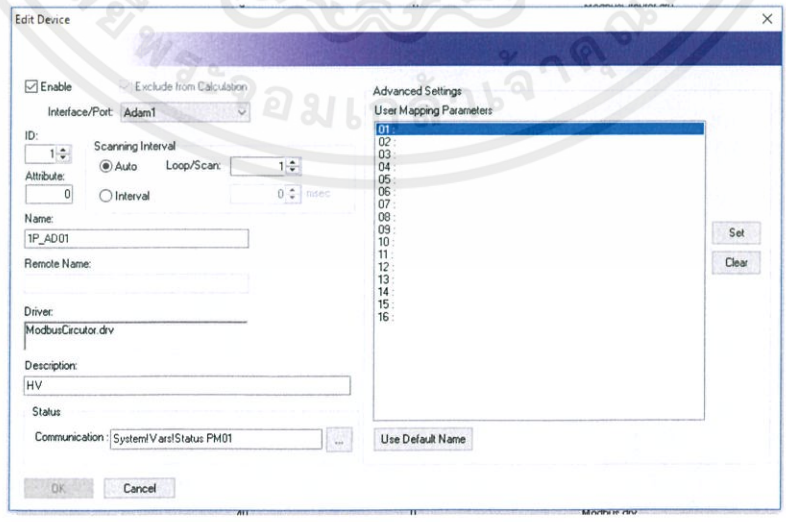
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ต้องตั้งค่า Devices เพื่อเพิ่มหัวข้อของอุปกรณ์ โดยการเลือกชุดการสื่อสารของโปรแกรม xView (Driver) ด้านล่างโดยเลือกตามยี่ห้อของเพาเวอร์มิเตอร์ที่ใช้งาน คือ ModbusCircutor.drv จากนั้นคลิก Add เพื่อสร้างหัวข้ออุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.42



ภาพที่ 3.42 การเลือก Driver ของอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์

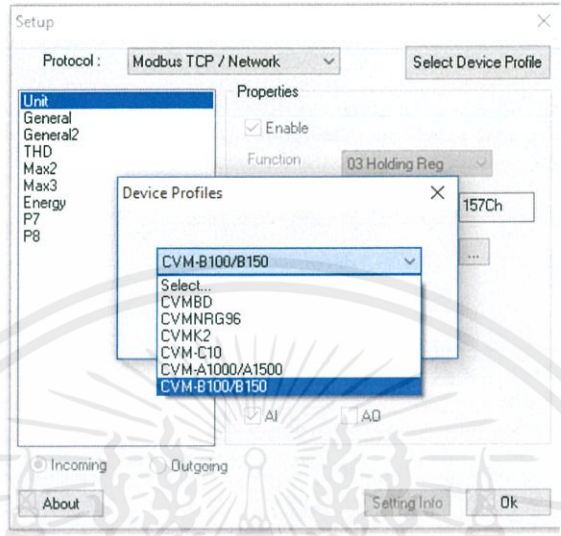
3) หน้าต่างการตั้งค่าอุปกรณ์จะปรากฏขึ้นมา ดังภาพที่ 3.43 ตั้งค่าการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในหัวข้อ Interface/Port โดยตั้งค่าตามอุปกรณ์แปลงสัญญาณที่เชื่อมต่ออยู่ในหัวข้อ Communication Interface ที่สร้างในหัวข้อ 3.73 ดังภาพที่ 3.43 เพาเวอร์มิเตอร์ชื่อ HV อยู่วงลูปที่ 1 มี IP Address คือ 192.168.0.101 ชื่อ Interface คือ Adam1 และ ID หมายถึง Slave Address ที่ตั้งค่าไว้ในเพาเวอร์มิเตอร์



ภาพที่ 3.43 การตั้งค่าการเชื่อมต่อของอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์

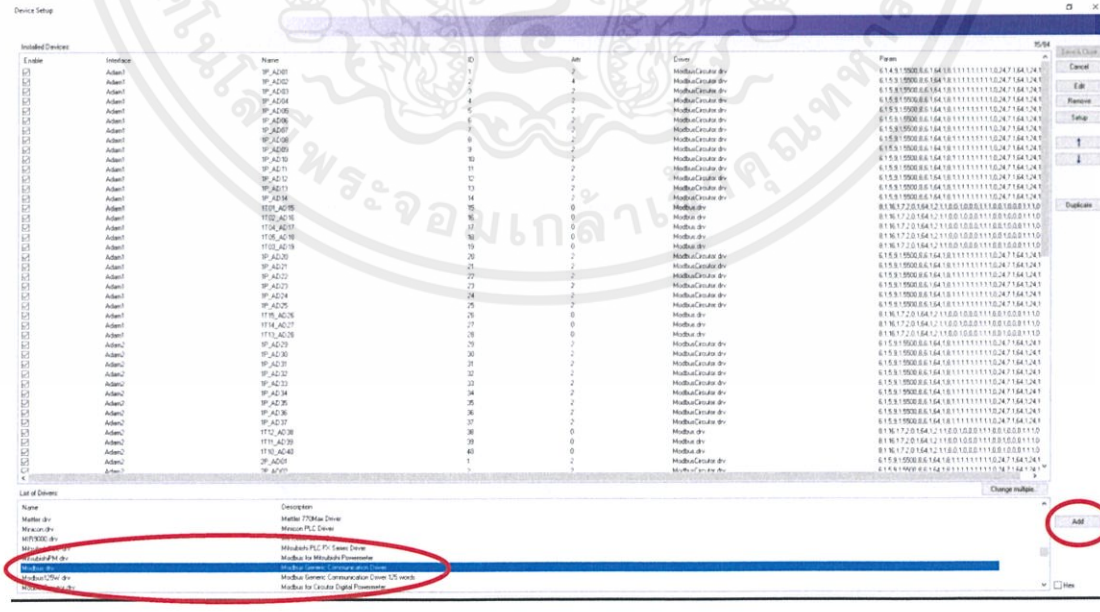
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) จากภาพที่ 3.42 คลิกที่ Set up เพื่อตั้งค่ารุ่นของเพาเวอร์มิเตอร์ให้ตรงกับที่เลือกใช้งาน โดยคลิกที่ Select Device Profile เลือกชื่อรุ่นของเพาเวอร์มิเตอร์ที่ใช้งาน คือรุ่น CVM-B100/B150 ดังภาพที่ 3.44



ภาพที่ 3.44 การตั้งค่าเพื่อเลือกรุ่นของอุปกรณ์ที่ใช้งาน

5) สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และ I/O Module สามารถทำได้ในลักษณะเดียวกันกับข้อ 2 - 4 แต่เปลี่ยนชุดการสื่อสารของโปรแกรม xView เป็นหัวข้อ Modbus.drv ดังภาพที่ 3.45



ภาพที่ 3.45 ตัวอย่างการเลือก Driver ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

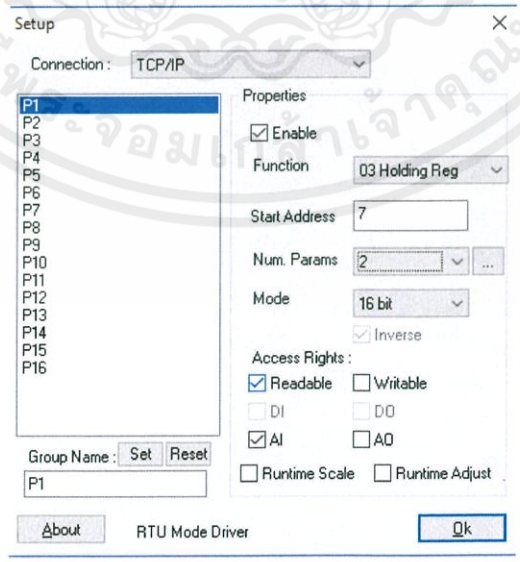
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) Driver Modbus.drv คือหัวข้อการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แบบ Modbus เพื่ออ่านค่าจากอุปกรณ์ Salve โดยการเรียกดูค่าจาก Address ของอุปกรณ์จึงจำเป็นทราบ Address ของค่าที่ต้องการอ่านจากตาราง Modbus Table ของอุปกรณ์ซึ่งหาได้จากคู่มือการใช้งาน ดังภาพที่ 3.46

Address	Description	Minimum	Maximum	R/W
0	Serial number (word high)	0	65535	R
1	Serial number (word low)	0	65535	R
2	Baud-Rate	0	7	R/W
3	Modbus Address	1	247	R/W
4	Parity	0	2	R/W
5	Firmware release	0	999	R
6	Indication mode	0	3	R/W
7	Temperature value (°C or °F). *	-400	1000	R
8	Relative humidity value (%). *	0	1000	R
9	Dew point value (°C or °F). *	-400	1000	R
10	Configuration of measurement unit	0	1	R/W
11	Disables configuration via button	0	1	R/W
12	User offset for temperature *	-100	100	R/W
13	Reserved	0	0	R
14	User offset for humidity *	-100	100	R/W
15	Reserved			
16	Error value	-9999	9999	R/W

ภาพที่ 3.46 Modbus Table ของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

7) จากภาพที่ 3.45 คลิกที่หัวข้อ Set up เพื่อกำหนดตำแหน่งการอ่านค่าของอุปรณ์ที่ต้องการเพื่อนำค่ามาแสดงในโปรแกรม ณ ที่นี้คือค่า Temperature Value (°C) ค่าอยู่ Address ที่ 7 ดังนั้นสามารถตั้งค่าหัวข้อ Function คือ Holding Register และตั้งค่า Start Address คือ 7 ดังภาพที่ 3.47



ภาพที่ 3.47 การตั้งค่าเพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) เมื่อตั้งค่าอุปกรณ์ทั้งหมดดังข้อ 1 – 7 เสร็จสิ้นสามารถตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อได้โดย คลิกที่ View > Data Status โปรแกรมจะแสดงตารางสถานะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด ดังภาพที่ 3.48

Item	Interface	Address/ID	Device Name	Description	Attr	Last Success	Status
1	Adam1	1	1P_AD01	HV	2	21/01/2019 01:33:41	Success
2	Adam1	2	1P_AD02	LV1	4	21/01/2019 01:33:43	Success
3	Adam1	3	1P_AD03	LV2	2	21/01/2019 01:33:44	Success
4	Adam1	4	1P_AD04	ศูนย์อาหาร ชั้น1 (EM)	2	21/01/2019 01:33:46	Success
5	Adam1	5	1P_AD05	ห้องประชุมย่อย 3	2	21/01/2019 01:33:47	Success
6	Adam1	6	1P_AD06	ศูนย์อาหาร ชั้น M (EM)	2	21/01/2019 01:33:48	Success
7	Adam1	7	1P_AD07	Family Mart	2	21/01/2019 01:33:50	Success
8	Adam1	8	1P_AD08	ร้านแมนแมค	2	21/01/2019 01:33:51	Success
9	Adam1	9	1P_AD09	AIS SHOP	2	21/01/2019 01:33:53	Success
10	Adam1	10	1P_AD10	ห้องประชุมย่อย 1	2	21/01/2019 01:33:54	Success
11	Adam1	11	1P_AD11	ห้องประชุมย่อย 2	2	21/01/2019 01:33:56	Success
12	Adam1	12	1P_AD12	ศูนย์อาหารชั้น 1	2	21/01/2019 01:33:57	Success
13	Adam1	13	1P_AD13	ศูนย์อาหารชั้น M	2	21/01/2019 01:33:59	Success
14	Adam1	14	1P_AD14	MU PLAZA	2	21/01/2019 01:34:00	Success
15	Adam1	15	1T01_AD15	ห้อง CCTV	0	21/01/2019 01:34:00	Success
16	Adam1	16	1T02_AD16	งานบริหารอาคารศูนย์การเรียนรู้	0	21/01/2019 01:34:00	Success
17	Adam1	17	1T04_AD17	MU HEALTH	0	21/01/2019 01:33:31	Success
18	Adam1	18	1T05_AD18	ห้องจิตอาสา	0	21/01/2019 01:33:31	Success
19	Adam1	19	1T03_AD19	เมดดี้ เมด แอนด์ บรู	0	21/01/2019 01:33:31	Success
20	Adam1	20	1P_AD20	เมดดี้ เมด แอนด์ บรู ชั้น M	2	21/01/2019 01:33:32	Success

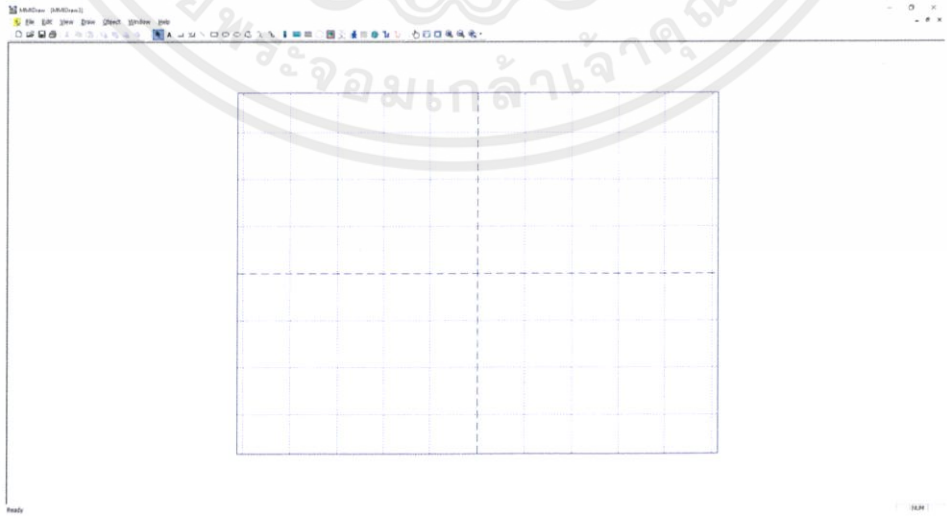
ภาพที่ 3.48 สถานะการเชื่อมต่อของระหว่างอุปกรณ์กับโปรแกรม

3.8 การออกแบบโปรแกรมบริหารจัดการพลังงาน

โปรแกรมบริหารจัดการพลังงานนั้นถูกสร้างขึ้นมา เพื่อแสดงค่าการใช้พลังงานภายในอาคารจากเพาเวอร์มิเตอร์ และนำค่าที่อ่านได้จากเพาเวอร์มิเตอร์มาคำนวณ เพื่อนำไปลดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยโปรแกรมที่ใช้จะถูกจัดแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

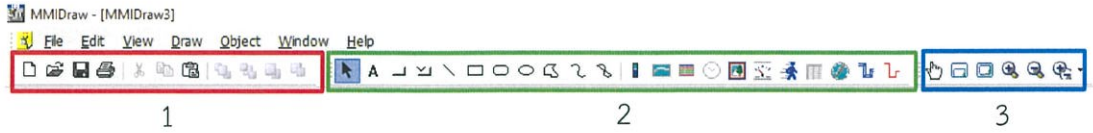
3.8.1 xDraw

ใช้สำหรับการออกแบบหน้าจอแสดงผล หรือสร้างกราฟิกที่นำมาแสดงบน xView โดยโปรแกรมมีเครื่องมือที่ใช้ง่าย โดยคงความสามารถตามคุณลักษณะของ Application บน MS-Windows ดังภาพที่ 3.49 และเครื่องมือที่ใช้งาน ดังภาพที่ 3.50



ภาพที่ 3.49 โปรแกรม xDraw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.50 Tools Bar ของโปรแกรม xDraw

ส่วนที่ 1 Tools Bar

1) สร้างชิ้นงานใหม่
2) เปิดไฟล์ชิ้นงานเดิม
3) บันทึกข้อมูล
4) พิมพ์การแสดงข้อมูลผ่านเครื่องพิมพ์
5) Cut
6) Copy
7) Paste
8) จัดเรียงตำแหน่งวัตถุ

ส่วนที่ 2 Tools Bar การทำงาน

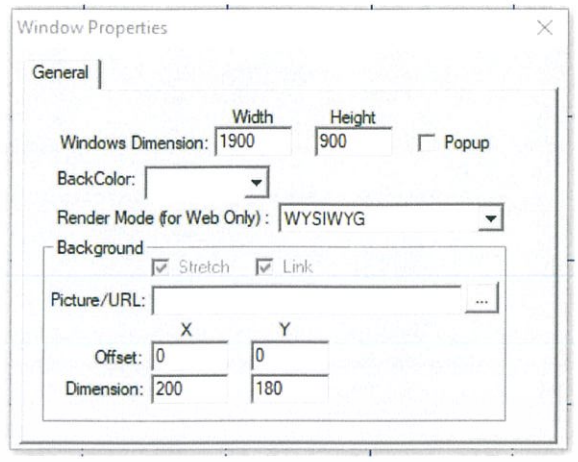
1) ใช้สำหรับเลือกวัตถุต่าง ๆ และสำหรับเคลื่อนย้ายวัตถุบนจอภาพ
2) ใช้สร้างกรอบเพื่อแสดงข้อความ
3) ใช้สร้างปุ่มเพื่อกำหนดการทำงาน
4) ใช้สร้างปุ่มรูปทรงต่างๆ
5) ใช้สร้างกราฟแท่ง
6) ใช้สร้างกราฟเส้นตรง
7) ใช้แสดงเหตุการณ์ตามที่กำหนด
8) ใช้แสดงวันที่และเวลา
9) ใช้แสดงรูปภาพ
10) ใช้แสดงเครื่องวัดแบบเข็ม
11) ใช้สร้างท่อน้ำ หรือท่อส่งของเหลว
12) ใช้สร้างสาย Cable หรือ สายไฟฟ้า

ส่วนที่ 3 ส่วนย่อและขยายมุมมอง

3.8.1.1 การตั้งค่าการแสดงผลบนหน้าจอ

การตั้งค่าการแสดงผลโปรแกรมสามารถตั้งค่าได้ตามขนาดของ Resolution หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งขนาดของหน้าจอที่ใช้คือ 1920 × 1080 ซึ่งสามารถตั้งค่าได้โดยการดับเบิ้ลคลิกที่พื้นหลังซึ่งการตั้งค่าต้องเว้นระยะห่างระหว่างขอบจอเล็กน้อย สำหรับการใช้อุปกรณ์เครื่องมือของโปรแกรมดังนั้นจึงตั้งค่าเป็น 1900 × 900 ดังภาพที่ 3.51

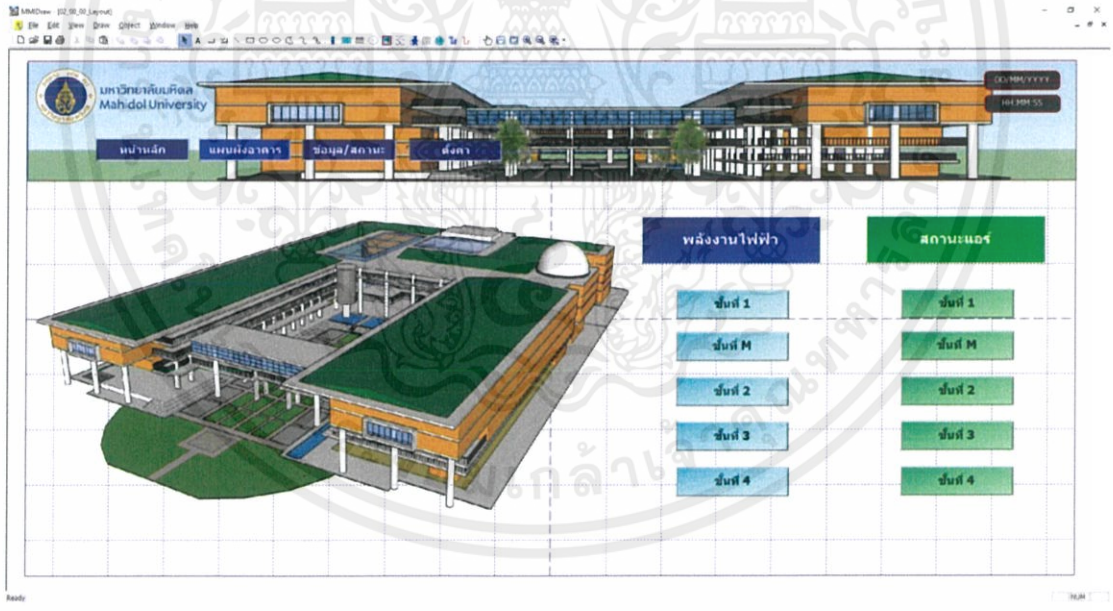
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.51 การตั้งค่าหน้าจอแสดงผลบนโปรแกรม xDraw

3.8.1.2 การออกแบบหน้าจอแสดงผล

โปรแกรม xDraw สามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในหัวข้อที่ 3.8.1 มาเพื่อวาดกราฟิก รวมถึงการนำภาพจากด้านนอกมาเพื่อแสดงผลบนโปรแกรมซึ่งหน้าจอแสดงผลที่ออกแบบจะถูกนำไปใช้แสดงผลบนโปรแกรม xView เพื่อใช้งานต่อไป ดังภาพที่ 3.52



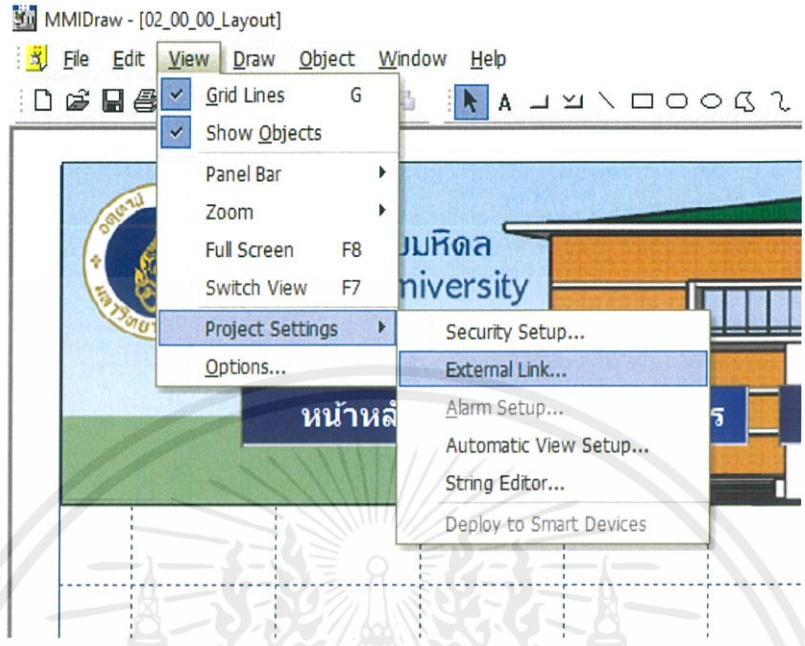
ภาพที่ 3.52 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแสดงผลผ่านโปรแกรม xDraw

3.8.1.3 วิธีดึงค่าจากอุปกรณ์เพื่อมาแสดงผลบนหน้าจอ

การดึงค่าเพื่อจะนำไปแสดงผลบนหน้าจอจำเป็นต้องสร้าง Tag ขึ้นมาเพื่อนำไปเชื่อมกับค่าพารามิเตอร์ที่ได้รับจากอุปกรณ์วัดแล้วจึง สามารถนำมาค่าไปแสดงผลได้ โดยการจับคู่กับกราฟิกแสดงผล (Mapping) สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

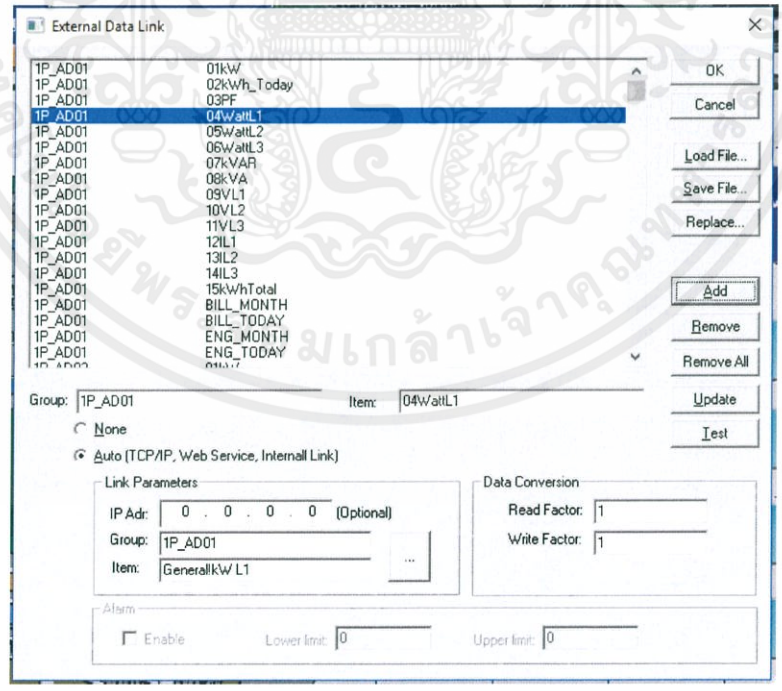
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) คลิกหัวข้อ View > Externa Link เพื่อสร้าง Tag สำหรับดึงค่ามาแสดงผล ดังภาพที่ 3.53



ภาพที่ 3.53 การตั้งค่า Tag ในหัวข้อ External Link

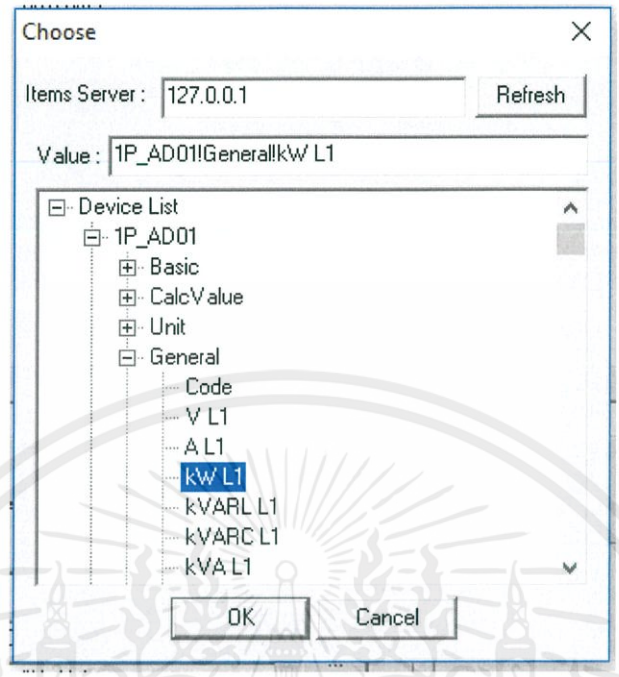
2) คลิก Add และ ตั้งชื่อของ Tag ที่ต้องการจับคู่กับค่าจากอุปกรณ์วัด ดังภาพที่ 3.54



ภาพที่ 3.54 การสร้าง Tag ในหัวข้อ External Link

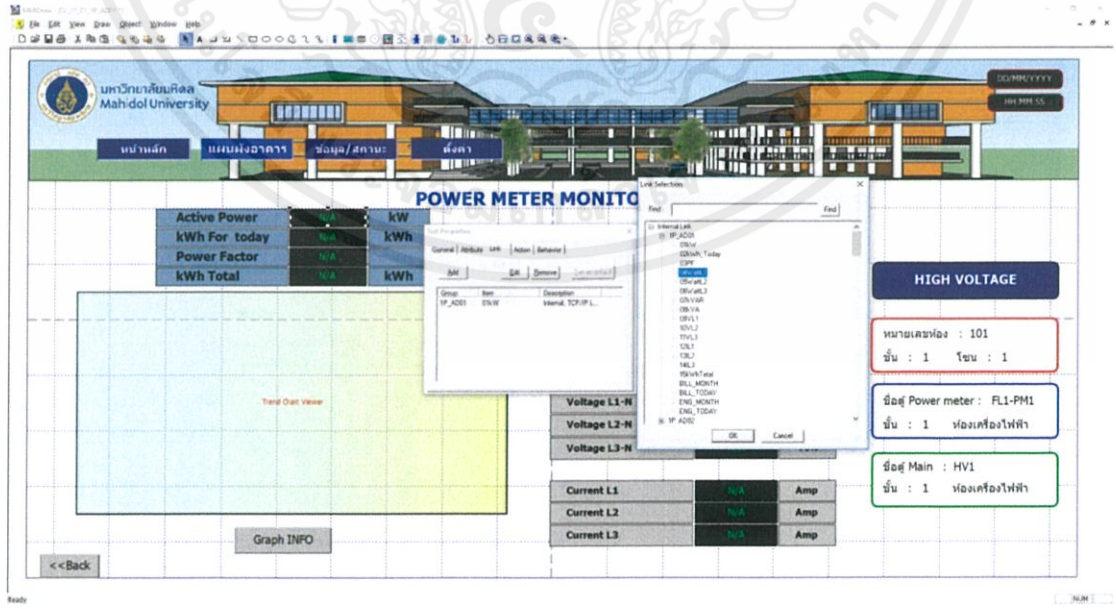
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เลือกตำแหน่งค่าของอุปกรณ์วัดที่ต้องจับคู่กับ Tag ที่สร้างขึ้นจากข้อ 2 ได้ ดังภาพที่ 3.55



ภาพที่ 3.55 การจับคู่ Tag กับอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์

4) จับคู่ค่ากับกราฟิกแสดงผลสามารถทำได้โดยเลือกตำแหน่งข้อความที่ต้องการแสดงผล และดับเบิ้ลคลิกเพื่อตั้งค่าในหัวข้อ Link > Add เลือก Tag ที่ต้องการแสดงผลเพื่อนำค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์มาแสดง ดังภาพที่ 3.56



ภาพที่ 3.56 การนำ Tag ที่สร้างขึ้นใช้เพื่อแสดงผลบนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 xView

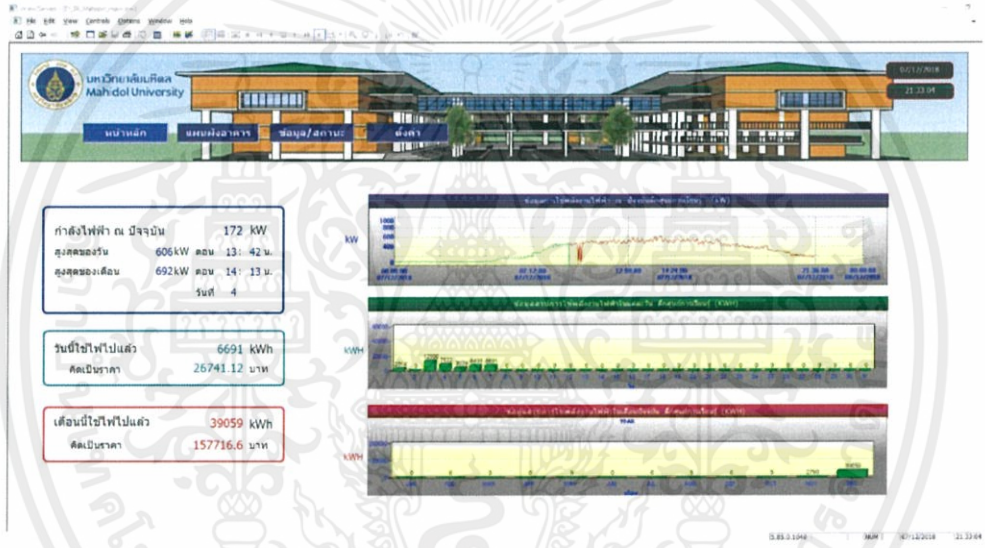
ในส่วนของโปรแกรม xView ใช้สำหรับแสดงหน้ากราฟิกที่ถูกออกแบบมาโดยโปรแกรม xDraw และใช้สำหรับการคำนวณค่าเพื่อควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรบอากาศ

3.8.2.1 หน้าจอกราฟิกแสดงผล

หน้าจอกราฟิกแสดงผลจะใช้สำหรับการแสดงค่า, สั่งงาน, และผลการทำงานของโปรแกรมการจัดการพลังงาน เช่น การเปิด - ปิด Compressor เครื่องปรบอากาศ, และการคำนวนค่าไฟ โดยจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ คือ

1) หน้าหลัก

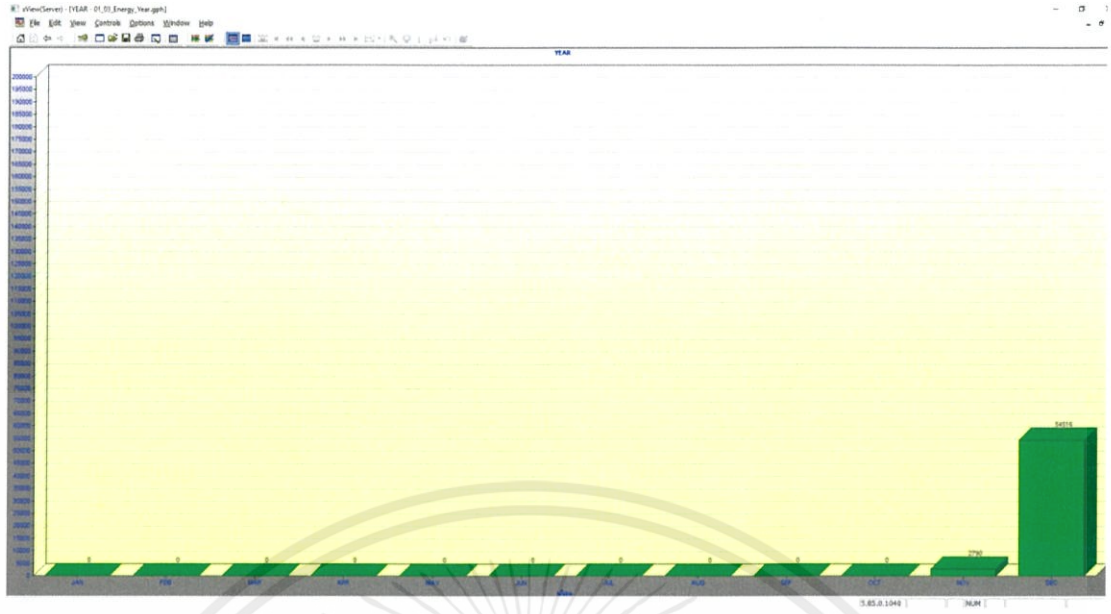
คือส่วนที่แสดงผลข้อมูลภาพรวมต่าง ๆ ของการใช้พลังงานทั้งหมดภายในอาคารซึ่งจะประกอบไปด้วยค่าการใช้พลังงานทั้งหมดภายในตึก ณ เวลาปัจจุบัน, ผลสรุปการใช้พลังงานภายใน 1 วัน, และ 1 เดือน ดังภาพที่ 3.57 รวมถึงกราฟการแสดงผลการใช้พลังงานต่าง ๆ ดังภาพที่ 3.58 – 3.59



ภาพที่ 3.57 หน้าจอแสดงผลหน้าหลัก

ภาพที่ 3.58 หน้าจอแสดงกราฟเส้นของการใช้พลังงานภายในอาคารแบบเวลาจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.59 หน้าจอแสดงกราฟแท่งสถิติการใช้พลังงานรายเดือน

2) แผนผังอาคาร

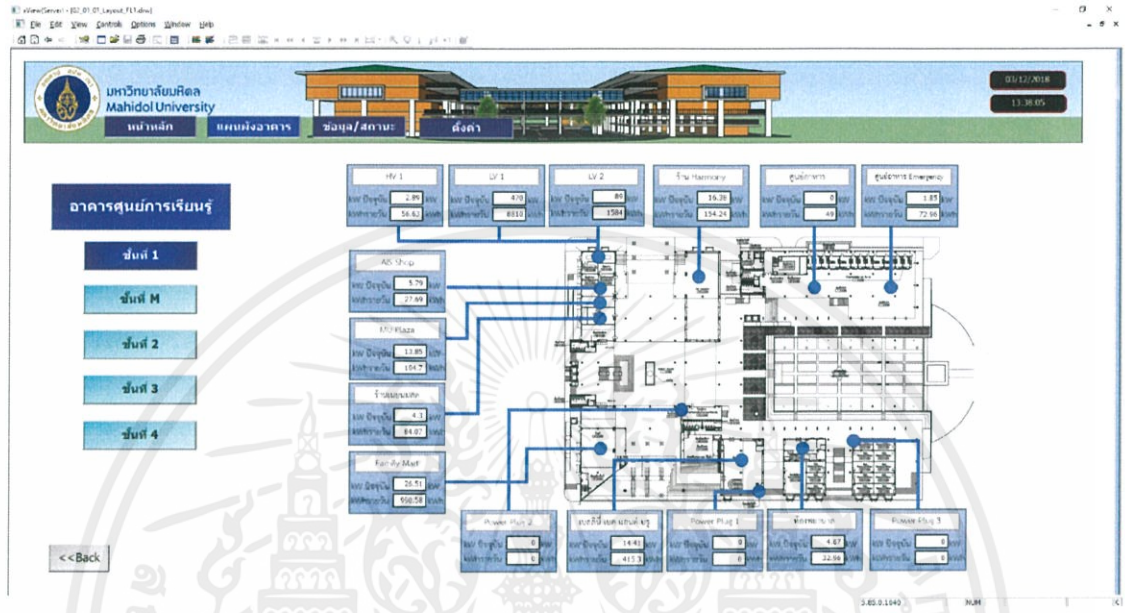
ในส่วนแผนผังอาคาร ดังภาพที่ 3.60 หน้าจอแสดงผลจะจัดแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแสดงรายละเอียดของเพาเวอร์มิเตอร์จะบอกถึงตำแหน่งต่าง ๆ ของเพาเวอร์มิเตอร์ภายในอาคาร และส่วนแสดงรายละเอียดสถานะของเครื่องปรับอากาศจะบอกตำแหน่งต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศ และสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคารรวมถึงอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ อธิบายดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3.60 หน้าจอแสดงแผนผังอาคาร

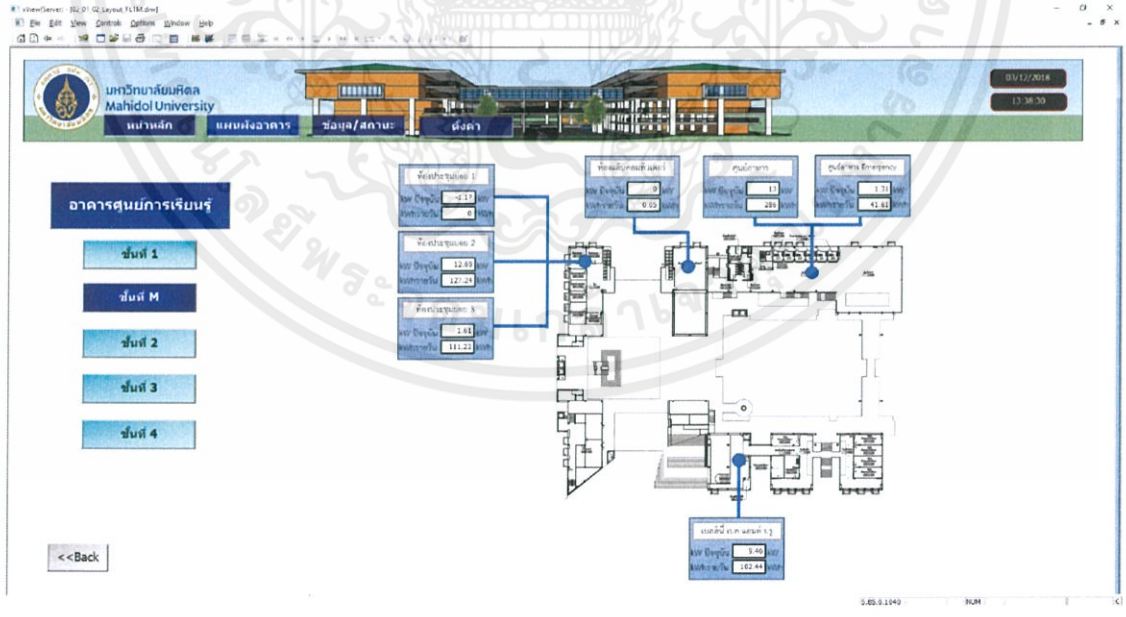
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) หน้าจอแสดงผลเพาเวอร์มิเตอร์ภายในอาคาร

ในส่วนนี้เป็นหน้าจอแสดงผลรายละเอียดของเพาเวอร์มิเตอร์แต่ละตำแหน่งภายในอาคาร และแสดงผลค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ เพื่อบ่งบอกว่าแต่ละห้องใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด ณ ตำแหน่งนั้นตามเวลาจริง ดังภาพที่ 3.61 – 3.66

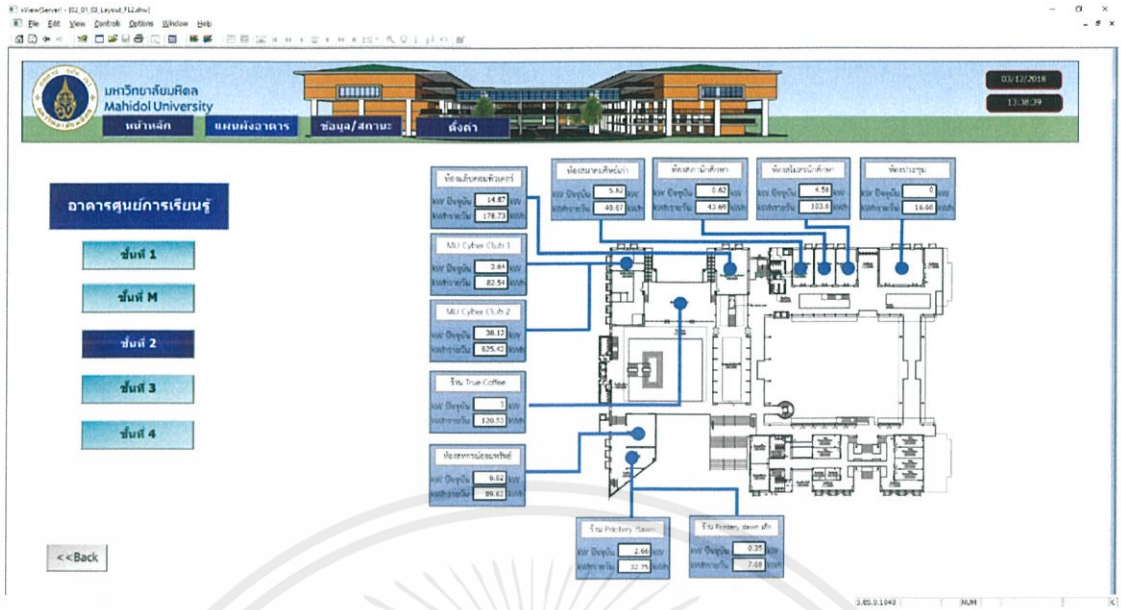


ภาพที่ 3.61 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 1 ภายในอาคาร

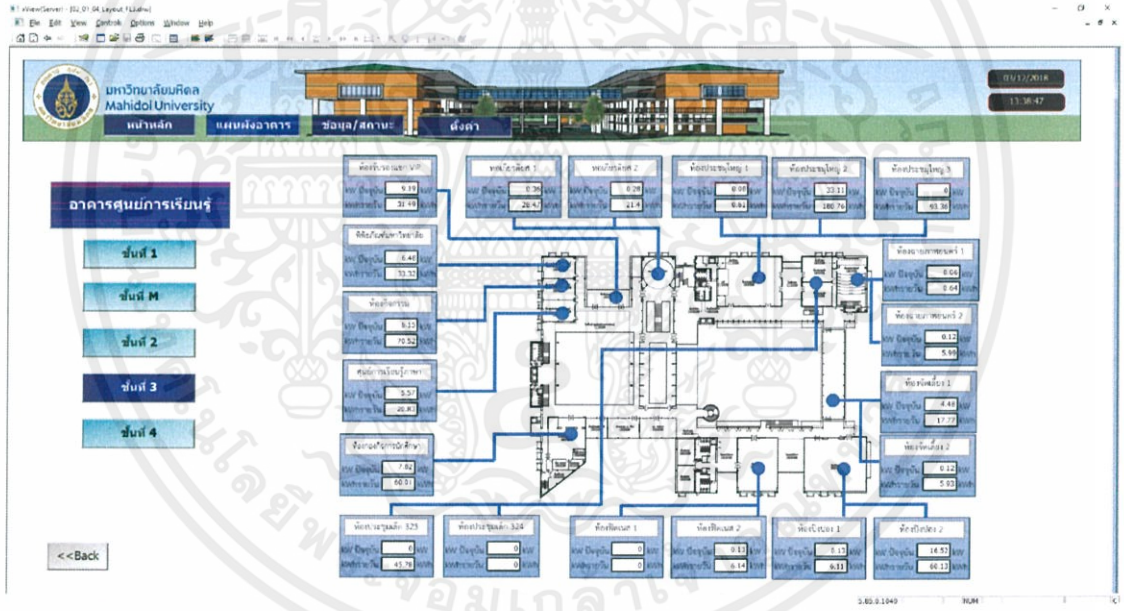


ภาพที่ 3.62 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น M ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

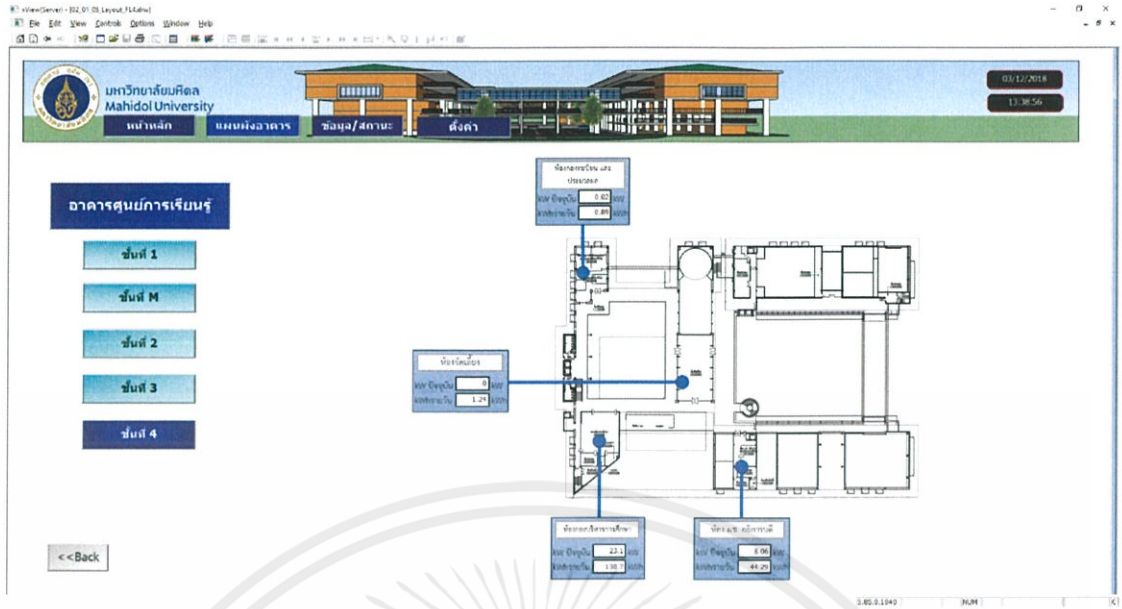


ภาพที่ 3.63 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 2 ภายในอาคาร

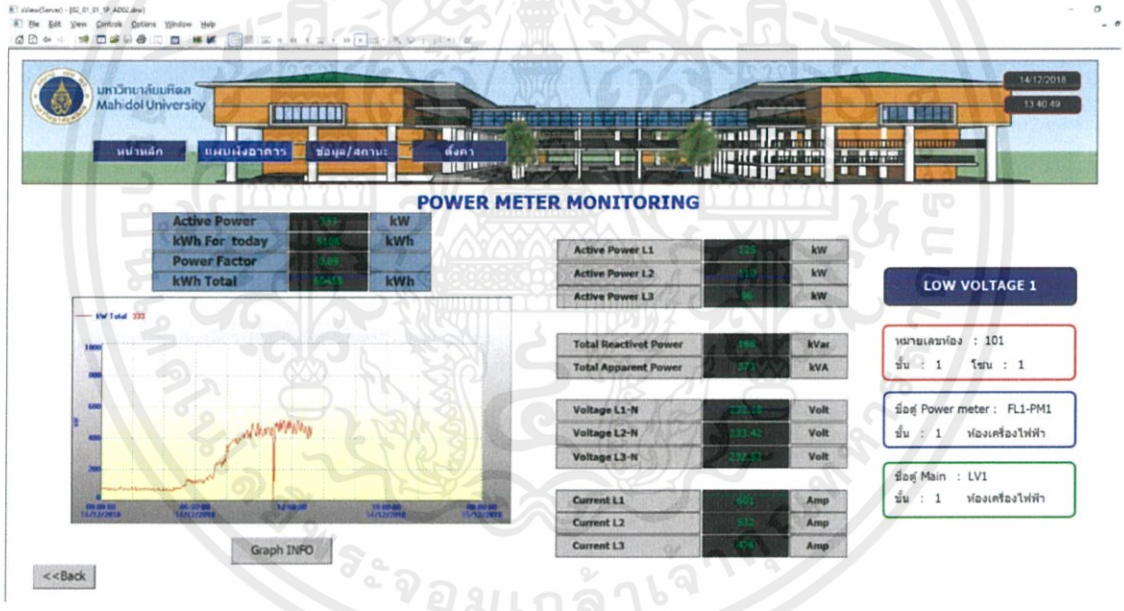


ภาพที่ 3.64 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 3 ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.65 หน้าจอแสดงค่าเพาเวอร์มิเตอร์ทั้งหมดของชั้น 4 ภายในอาคาร

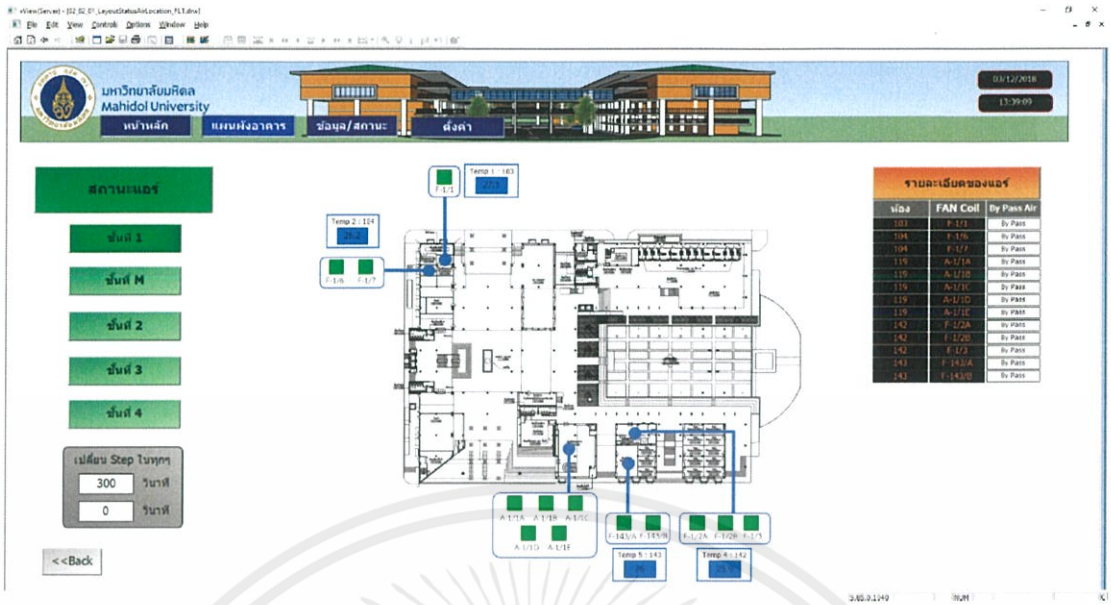


ภาพที่ 3.66 ตัวอย่างการแสดงค่าพารามิเตอร์จากเพาเวอร์มิเตอร์

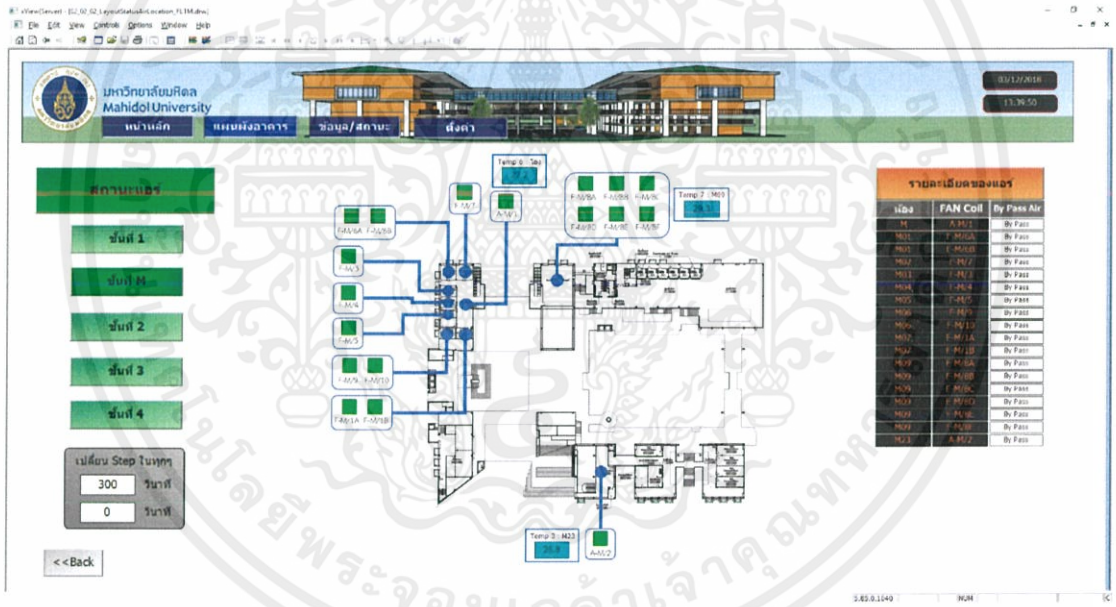
2.2) หน้าจอแสดงผลค่าอุณหภูมิและการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

ในส่วนนี้เป็นกราฟิกแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ติดตั้งไว้ และสถานะเครื่องปรับอากาศของห้องต่าง ๆ ภายในอาคารที่สามารถควบคุมได้ ดังภาพที่ 3.67 – 3.71 และส่วนควบคุมเพื่อสั่งการให้เครื่องปรับอากาศไม่ถูกควบคุมเพื่อปิดการทำงานโดยโปรแกรมจัดการพลังงาน หรือเรียกว่าการสั่ง By Pass ดังภาพที่ 3.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

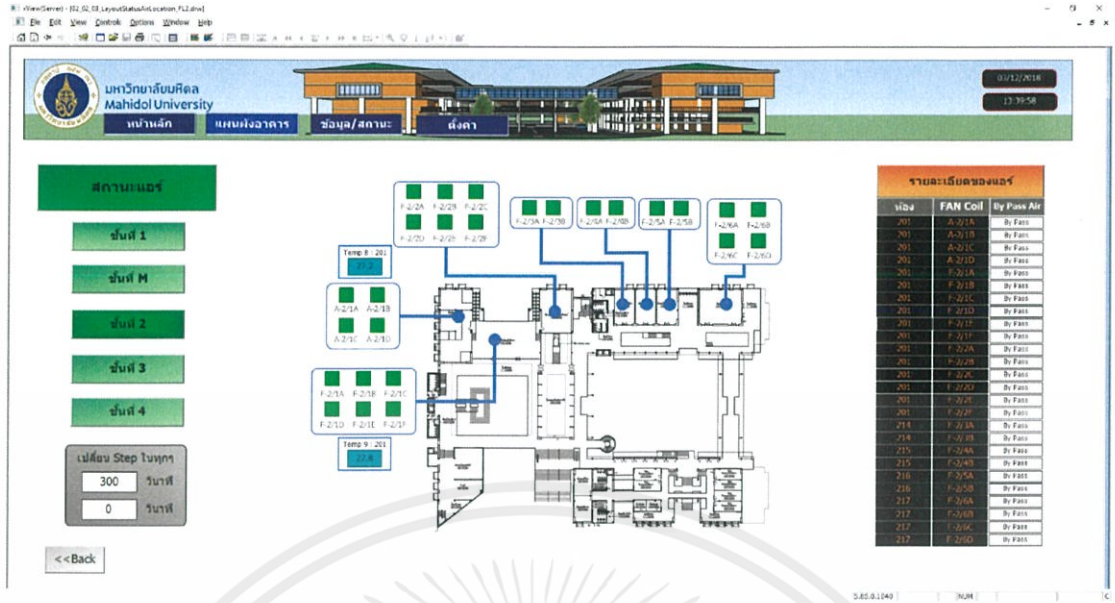


ภาพที่ 3.67 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 1

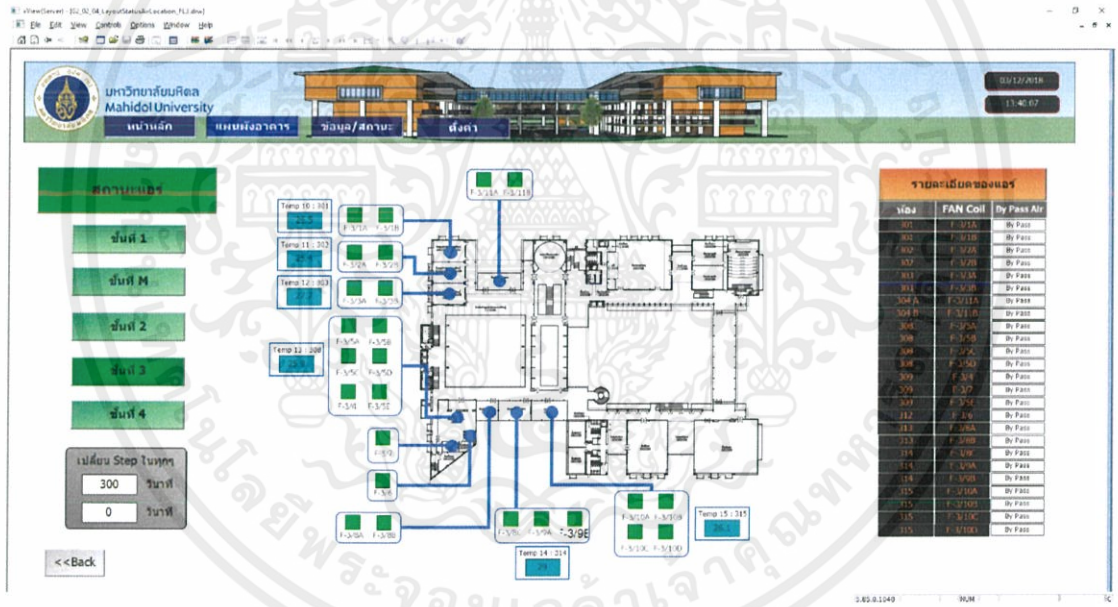


ภาพที่ 3.68 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

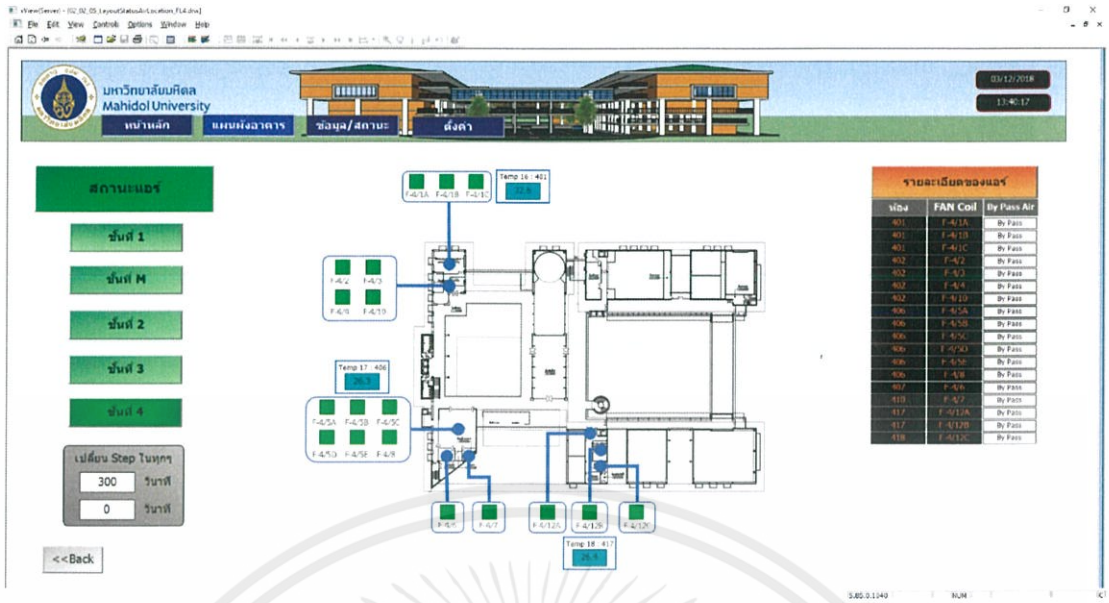


ภาพที่ 3.69 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 2

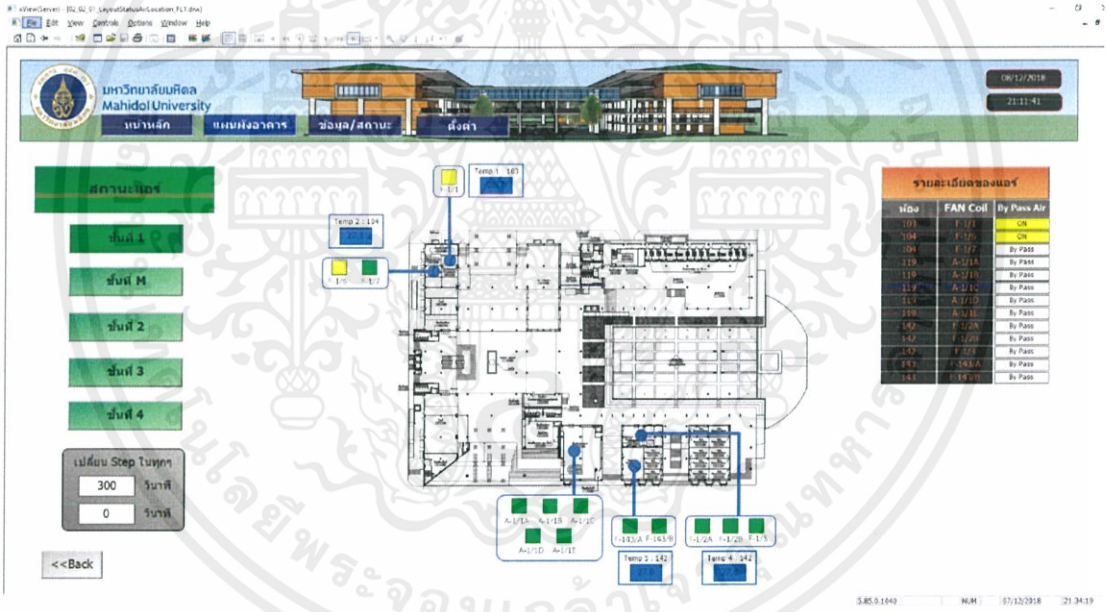


ภาพที่ 3.70 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.71 หน้าจอแสดงตำแหน่งของเครื่องปรับอากาศ ชั้น 4

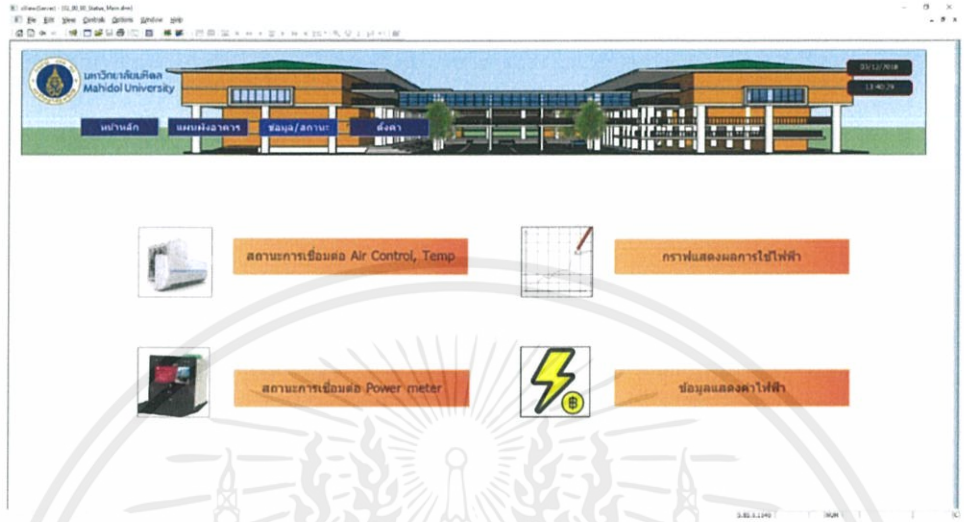


ภาพที่ 3.72 หน้าจอการสั่ง By Pass เครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน้าจอแสดงผลข้อมูลและสถานะ

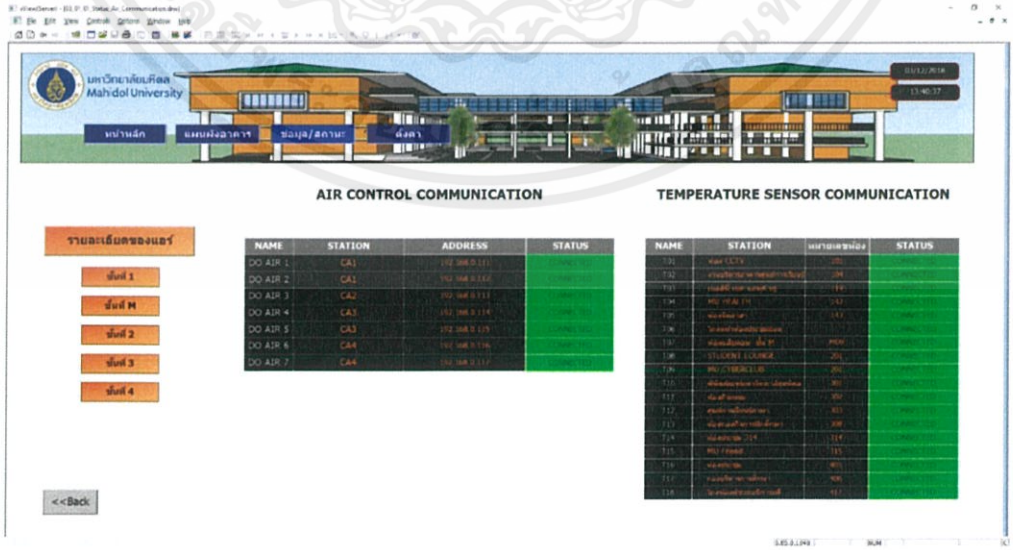
ในส่วนกราฟิกนี้เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลและสถานะต่าง ๆ ของอุปกรณ์วัดภายในอาคารซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 4 หัวข้อ ดังภาพที่ 3.73 ดังนี้



ภาพที่ 3.73 หน้าจอแสดงผลข้อมูลและสถานะ

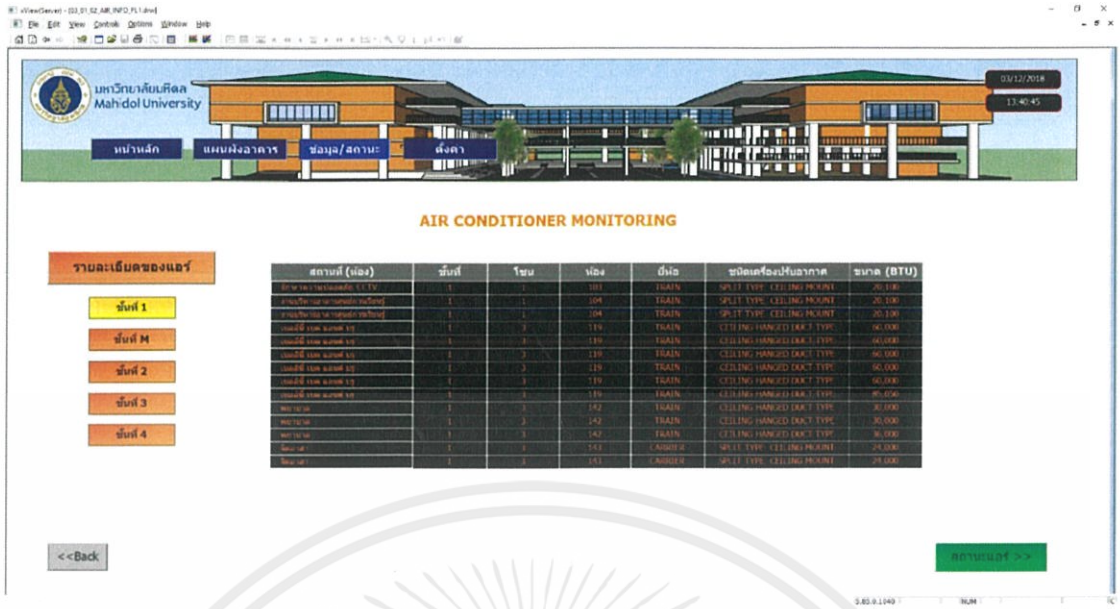
3.1) สถานะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมแอร์ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

หน้าจอแสดงผลรายละเอียดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องปรับอากาศ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เช่น หมายเลข IP Address, สถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.74 และสามารถเข้าดูรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแต่ละชั้นได้เช่น ตำแหน่ง, ยี่ห้อ, รุ่นของเครื่องปรับอากาศ, และขนาด BTU ดังภาพที่ 3.75



ภาพที่ 3.74 สถานะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมเครื่องปรับอากาศและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

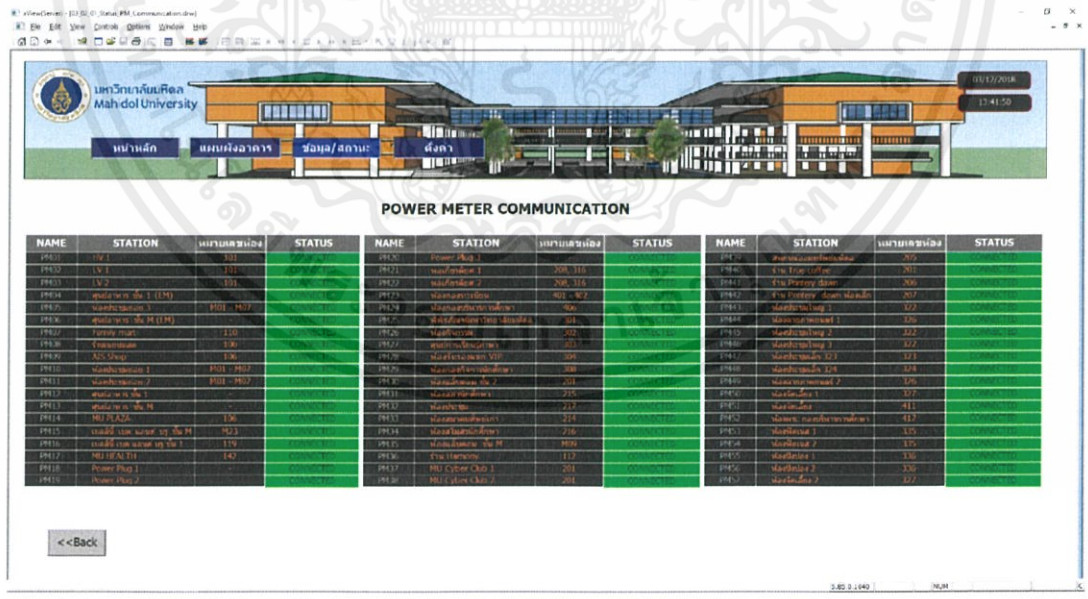
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.75 หน้าจอแสดงข้อมูลรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

3.2) สถานะการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์

หน้าจอแสดงผลจะบอกรายละเอียดของสถานะการเชื่อมต่อของเพาเวอร์มิเตอร์ โดยเมื่ออุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมได้จะแสดงสถานะ Connected แต่เมื่ออุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมได้จะแสดงถานะ Disconnect ดังภาพที่ 3.76

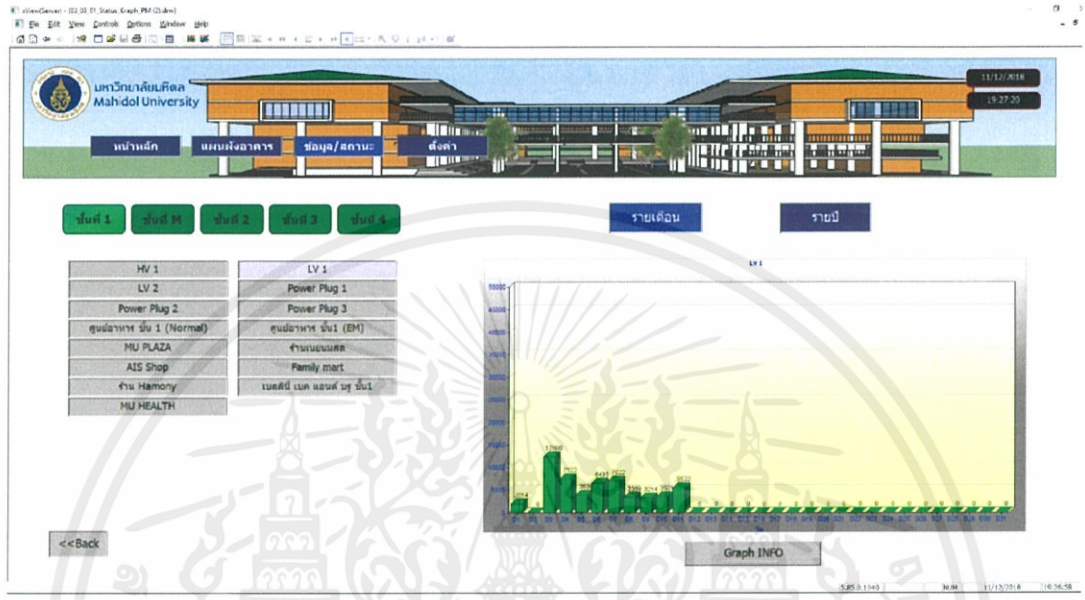


ภาพที่ 3.76 สถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์

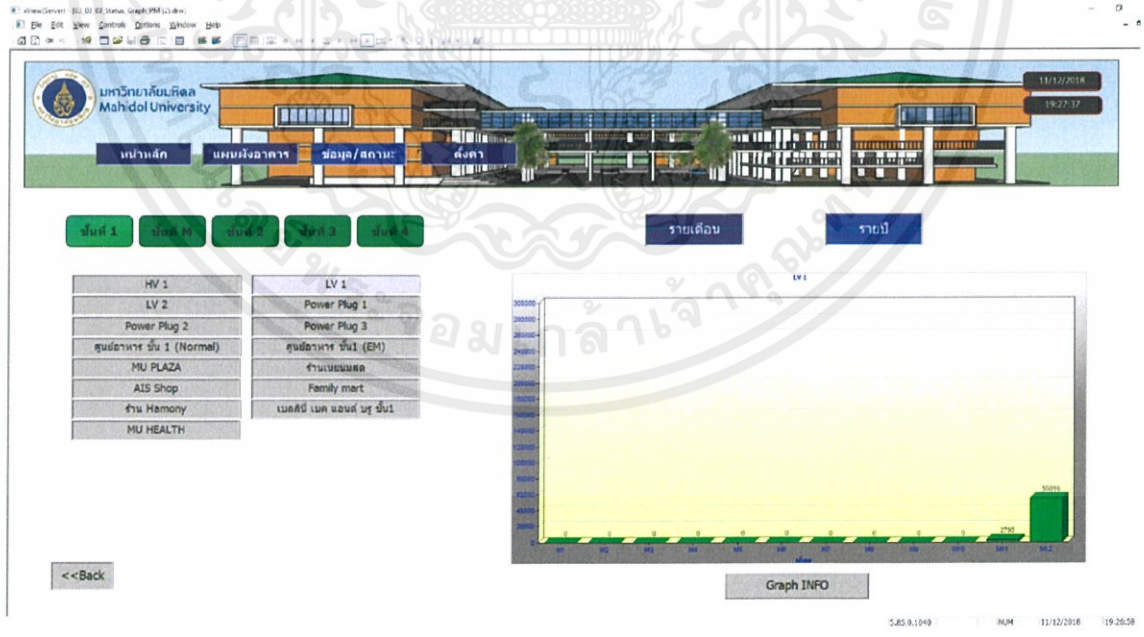
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3) กราฟแสดงผลการใช้พลังงาน

หน้ากราฟิกแสดงผลนี้ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลประวัติการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละตำแหน่งในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งถูกวัดจากเพาเวอร์มิเตอร์ และเก็บเป็นสถิติเพื่อรายงานผลเป็นกราฟแท่งแบบรายเดือน และรายปี ดังภาพที่ 3.77 – 3.78



ภาพที่ 3.77 กราฟแสดงข้อมูลการใช้พลังงานรายวันของตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอาคาร

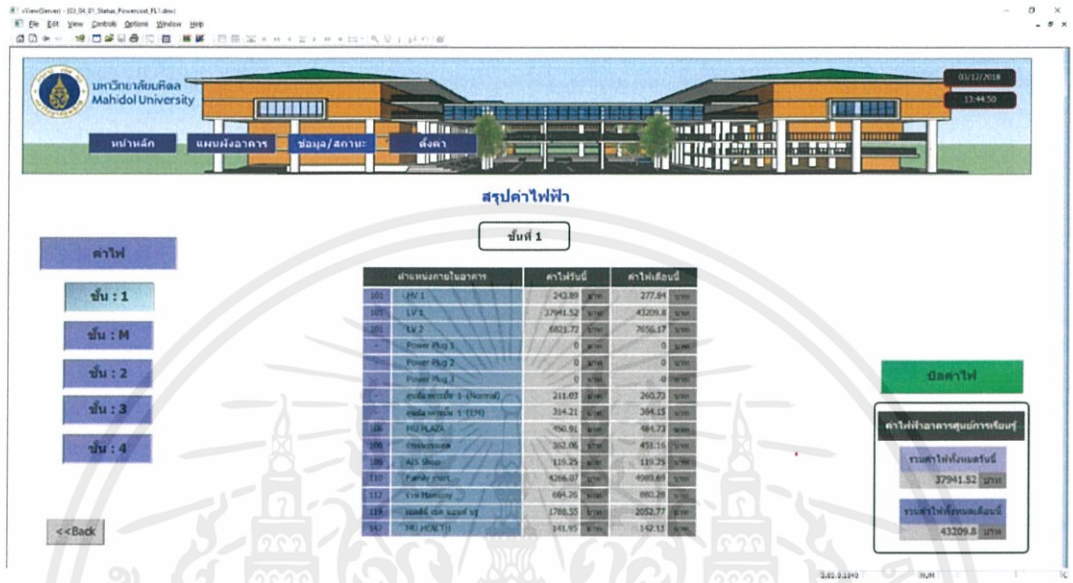


ภาพที่ 3.78 กราฟแสดงข้อมูลการใช้พลังงานรายเดือนของตำแหน่งต่าง ๆ ภายในอาคาร

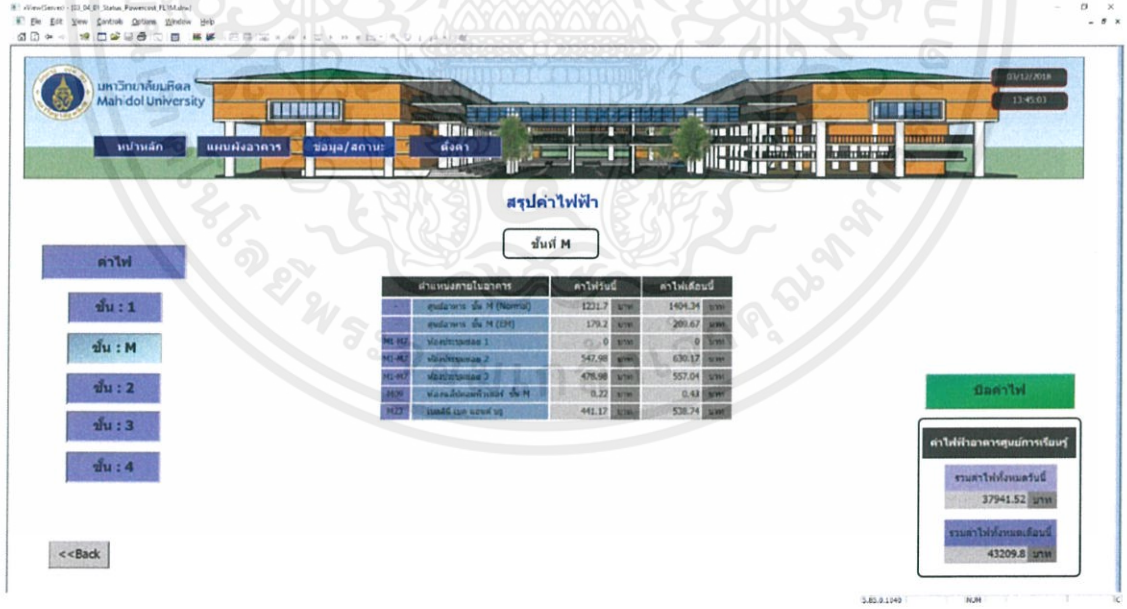
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) ข้อมูลแสดงค่าไฟฟ้า

หน้าจอแสดงผลนี้ใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลค่าไฟฟ้าของเพาเวอร์มิเตอร์ทุกตำแหน่งภายในอาคารแบ่งเป็นชั้น ๆ โดยการแสดงผลจะจัดแบ่งเป็น 2 ค่า ได้แก่ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในวันนี้ และค่าไฟฟ้าที่ใช้งานรวมในเดือนนี้ ดังภาพที่ 3.79 – 3.83 และสามารถเข้าดูบิลค่าไฟฟ้าได้ ดังภาพที่ 3.84

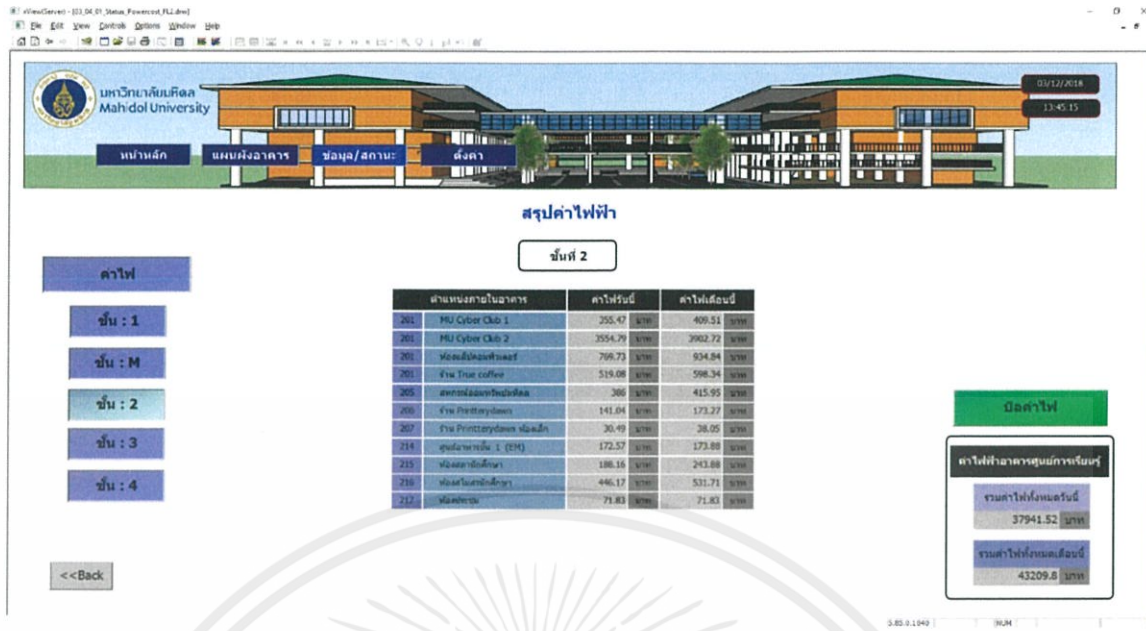


ภาพที่ 3.79 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 1

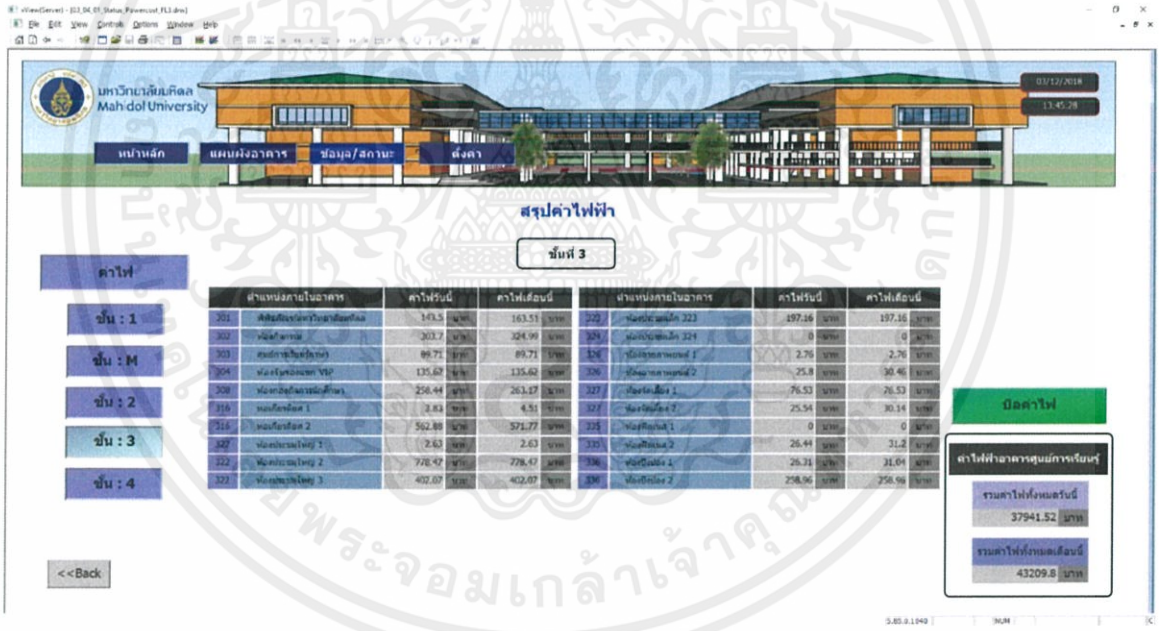


ภาพที่ 3.80 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

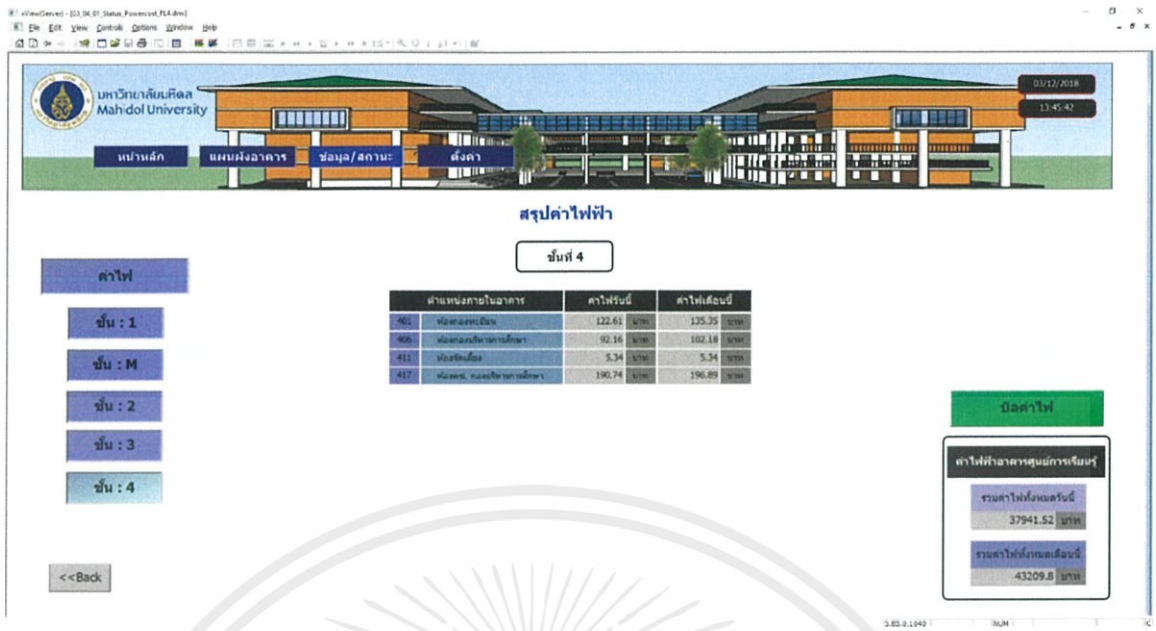


ภาพที่ 3.81 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 2

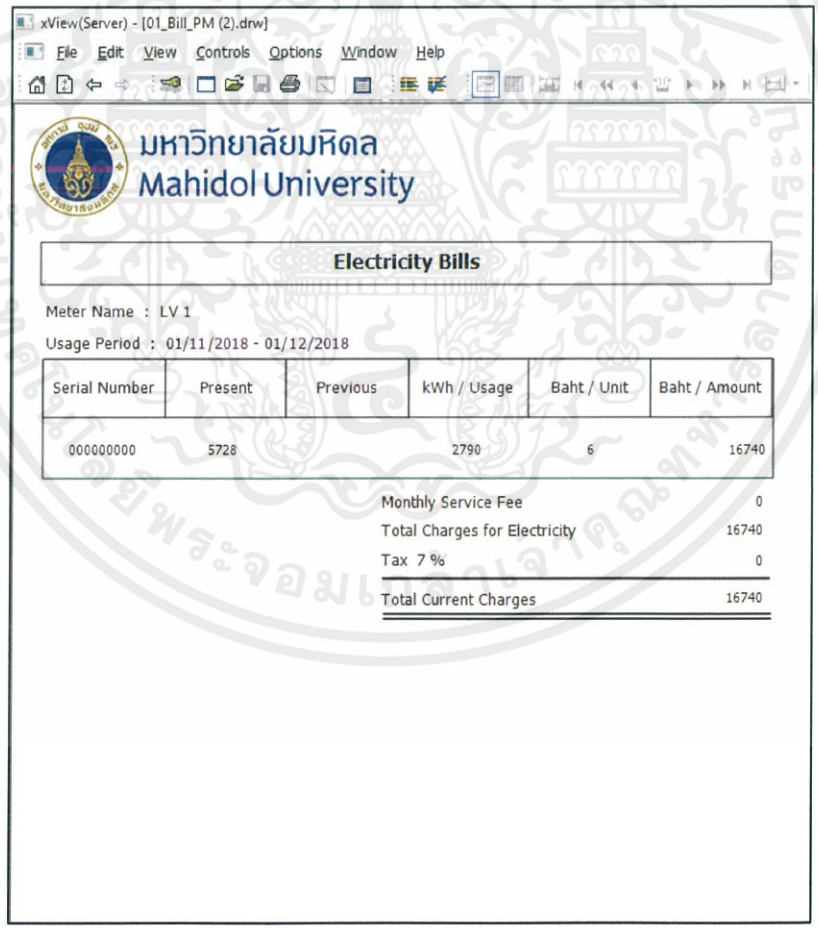


ภาพที่ 3.82 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.83 หน้าจอแสดงค่าไฟฟ้าของอาคารชั้นที่ 4

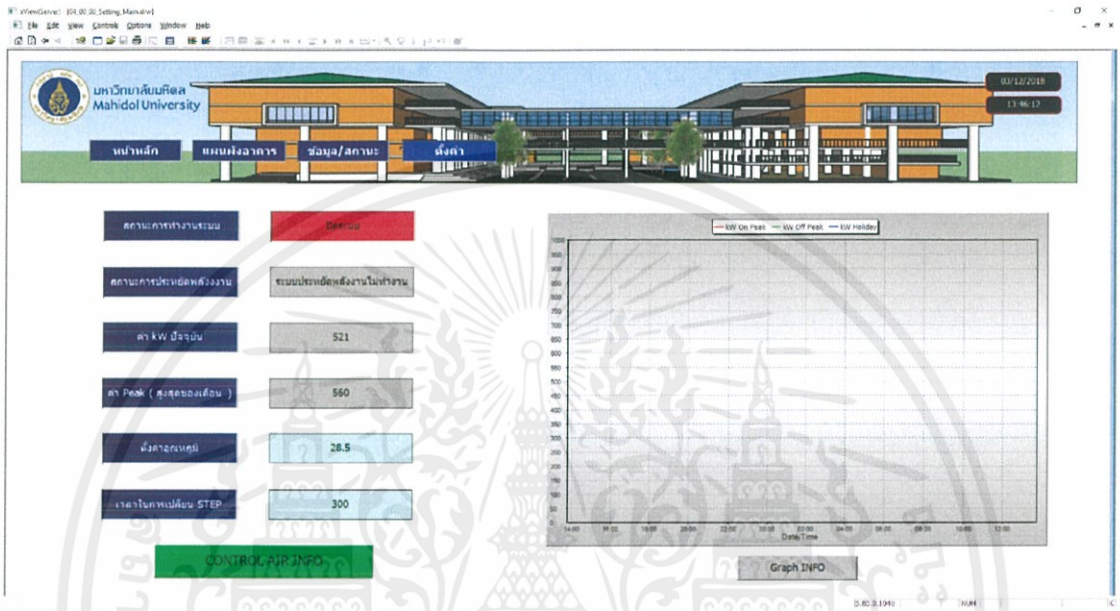


ภาพที่ 3.84 ตัวอย่างบิลค่าไฟฟ้าของร้านค้าภายในอาคาร

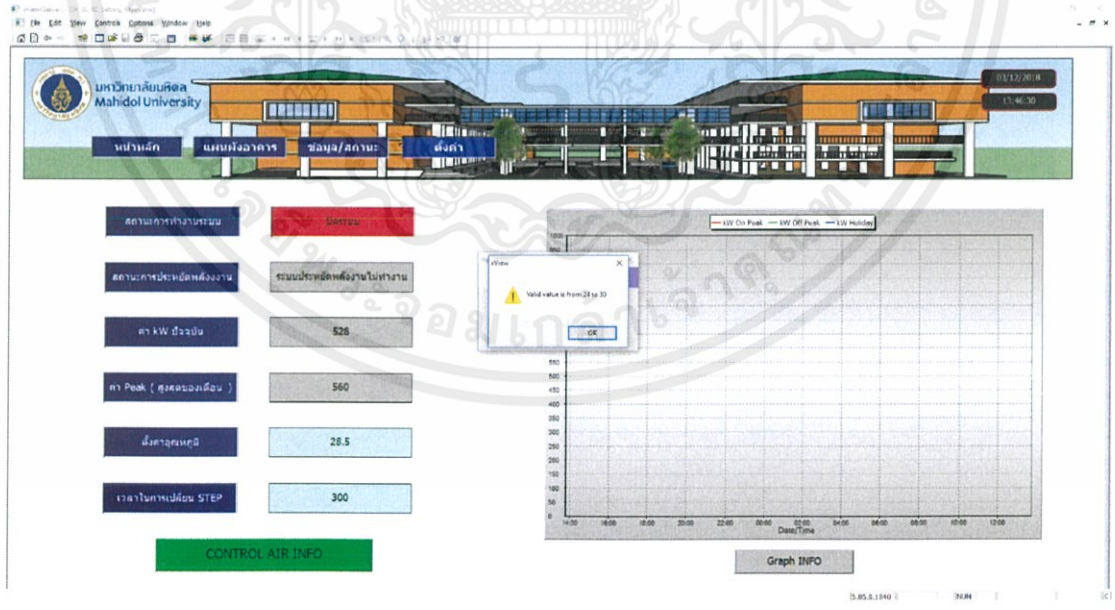
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การตั้งค่า

หน้ากราฟิกนี้ใช้สำหรับแสดงการทำงานของระบบบริหารจัดการพลังงาน โดยใช้บอกสถานะการทำงานของระบบ ณ ขณะนั้นว่าเปิด หรือปิดโดยระบบถูกตั้งค่าให้เปิด เวลา 9.00น. - 22.00น. และแสดงสถานะของระบบอยู่ในระดับการประหยัดพลังงานใดดังภาพที่ 3.85 รวมถึงสามารถตั้งค่าอุณหภูมิภายในห้องต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวแปรควบคุมการปิดเครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 3.86



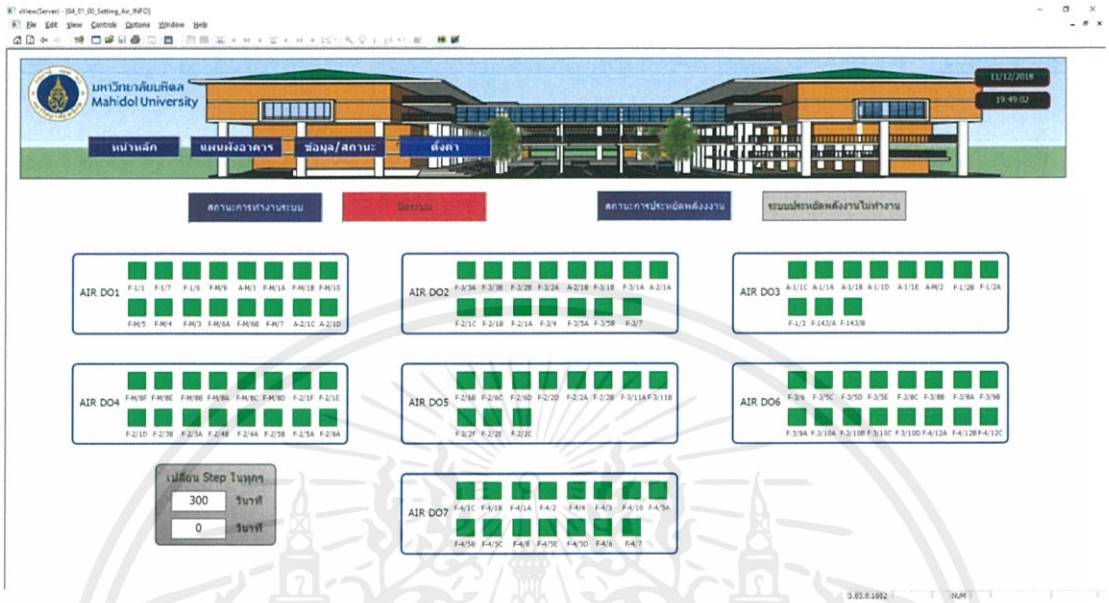
ภาพที่ 3.85 หน้าจอแสดงการตั้งค่าของระบบ



ภาพที่ 3.86 การตั้งค่าอุณหภูมิภายในห้องเพื่อใช้ควบคุมการปิดเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน Control Air INFO ใช้สำหรับการตรวจสอบสถานการปิดทำงานของแอร์ภายในอาคาร โดยจัดเรียงตามการสั่งงานของอุปกรณ์ I/O Module ใช้สำหรับดูภาพรวมว่าระบบทำงานขัดข้อง หรือไม่ โดยสถานะสีเขียว คือไม่ปิดเครื่องปรับอากาศ และสถานะสีแดง คือปิดเครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 3.87

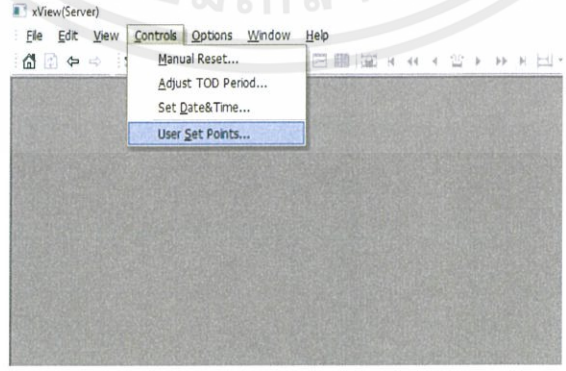


ภาพที่ 3.87 หน้าจอแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ในการตัดวงจรเครื่องปรับอากาศ

3.9 การเขียนโปรแกรมการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ

การเขียนชุดคำสั่งเพื่อประมวลผลการทำงานในโปรแกรม xView สามารถทำได้โดยใช้หลักการกำหนดเงื่อนไข โดยกำหนดในลักษณะ Set Point หมายความว่าเมื่อถึงจุดที่กำหนดไว้ จะสามารถสั่งให้เกิดผล (Action) ได้ ซึ่งเหมาะสำหรับการออกแบบการควบคุมอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ โดยวิธีการสามารถทำได้ดังนี้

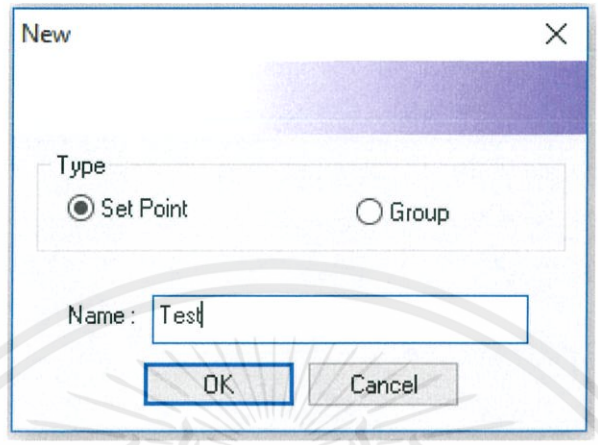
3.9.1 คลิกที่หัวข้อ Control > User Setpoint ดังภาพที่ 3.88



ภาพที่ 3.88 การตั้งค่า User Set Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

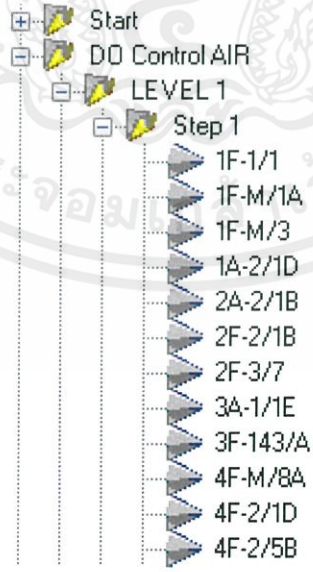
3.9.2 สามารถสร้างเงื่อนไขการควบคุมโดยคลิก Add และมีหน้าต่าง 2 หัวข้อให้เลือก ดังภาพที่ 3.89 คือ Set Point หมายถึงการกำหนดเงื่อนไขให้โปรแกรม และ Group หมายถึง การสร้างหัวข้อหรือกลุ่มเพื่อรวมเงื่อนไขต่าง ๆ ของ Set Point ไว้ในหัวกลุ่มเดียวกัน



ภาพที่ 3.89 การสร้างชุดคำสั่งใน User Set Point

3.9.3 วิธีการสร้างชุดคำสั่งเงื่อนไขในโปรแกรม xView จะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

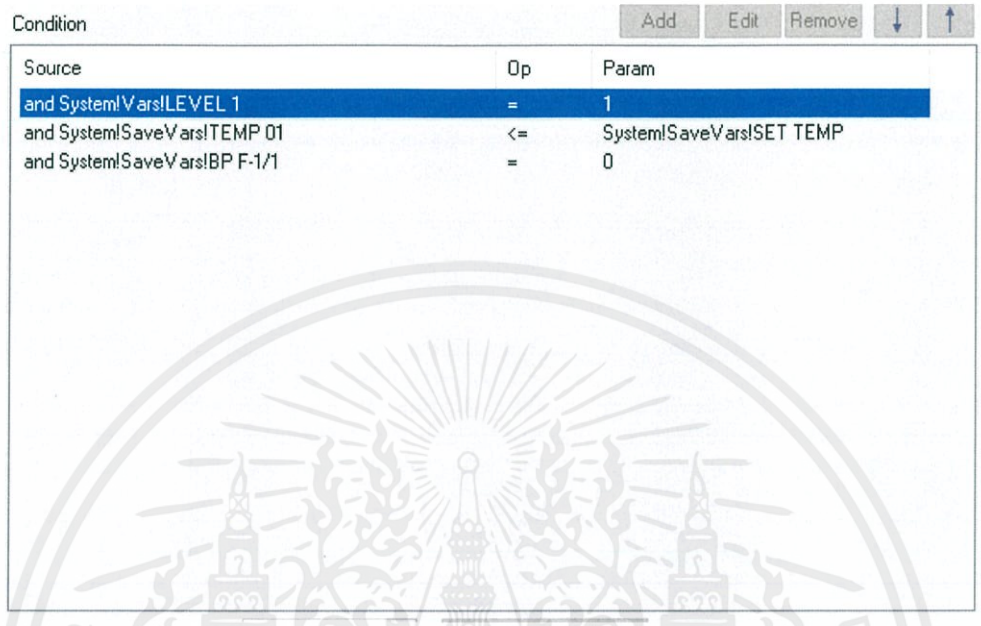
3.9.3.1 ชื่อของชุดคำสั่ง (Set Points List) เป็นส่วนที่แสดงชื่อชุดคำสั่งทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นจากหัวข้อ 3.9.2 ชื่อของชุดคำสั่งจะแสดงถึงคำอธิบายของชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นว่ามีหน้าที่สำหรับทำอะไร โดยสามารถจัดเรียงรวมกันเป็นกลุ่มได้ และแตกย่อยออกมาแสดงชุดคำสั่งได้ เพื่อให้สะดวกในการค้นหา และจัดเก็บชุดคำสั่งที่สร้างขึ้น ดังภาพที่ 3.90



ภาพที่ 3.90 ตัวอย่างชุดคำสั่งสำหรับการปิดเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

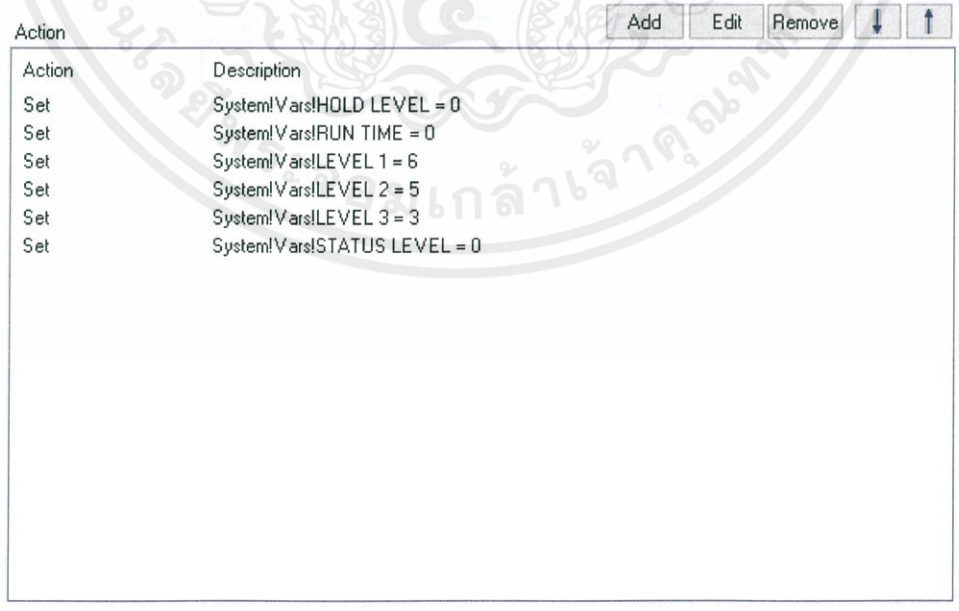
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.3.2 ส่วนเงื่อนไขการทำงานเรียกว่า Condition เป็นการกำหนดเงื่อนไขทางตรรกศาสตร์ สามารถกำหนดได้หลายเงื่อนไขพร้อมกันโดยแต่ละเงื่อนไขจะมี Logic คือ Or และ And เมื่อเงื่อนไขในหัวข้อ Condition เป็นจริง โปรแกรมจะสั่งให้ทำในส่วน Action ต่อไป ดังภาพที่ 3.91



ภาพที่ 3.91 ส่วน Condition เงื่อนไขการทำงานของชุดคำสั่ง

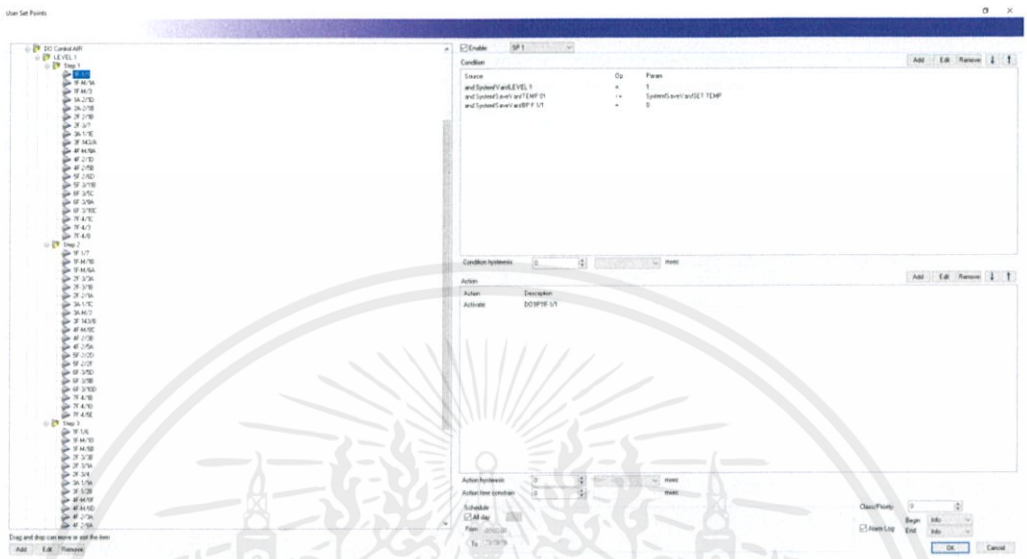
3.9.3.3 ส่วนการกระทำเรียกว่า Action คือส่วนที่กำหนดสิ่งที่ต้องการให้โปรแกรมกระทำเมื่อเงื่อนไขในหัวข้อ Condition เป็นจริง ดังภาพที่ 3.92



ภาพที่ 3.92 ส่วน Action การสั่งงานเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวิธีการกำหนดเงื่อนไข ในหัวข้อ 3.9.3 ดังนั้นสามารถนำมาเขียนโปรแกรมการควบคุมการทำงาน Compressor เครื่องปรับอากาศได้ดัง Flow Chart ดังภาพที่ 3.10 – 3.11 ดังนั้นสามารถออกแบบระบบบริหารจัดการพลังงาน ดังภาพที่ 3.93



ภาพที่ 3.93 ตัวอย่างการทำแบบเงื่อนไขใน User Set point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

จากวัตถุประสงค์การวิจัยคือ

4.1.1 เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริง

4.1.2 เพื่อแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ภายในอาคารบนคอมพิวเตอร์

4.1.3 สามารถคำนวณค่าไฟแต่ละตำแหน่งภายในอาคารได้อัตโนมัติจากโปรแกรม

4.1.4 เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

4.2 การออกแบบและติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

4.2.1 การติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ

การเดินสายเพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, อุปกรณ์ควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้ สามารถติดตั้งได้สำเร็จลุล่วง โดยสามารถจัดแบ่งการติดตั้งอุปกรณ์เป็น 5 ส่วน ดังนี้

4.2.1.1 การติดตั้งคอมพิวเตอร์ส่วนกลางภายในห้อง CCTV

4.2.1.2 การติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณภายในตู้ควบคุมจำนวน 3 ตู้ ได้แก่

1) ตู้ควบคุม CA1 อยู่ภายในห้องชาร์ปของชั้นที่ 1 โซน 1 โดยภายในอุปกรณ์แปลงสัญญาณมีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมด 28 อุปกรณ์

2) ตู้ควบคุม CA3 อยู่ภายในห้องชาร์ปของชั้นที่ 2 โซน 2 โดยภายในอุปกรณ์แปลงสัญญาณมีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมด 29 อุปกรณ์

3) ตู้ควบคุม CA4 อยู่ภายในห้องชาร์ปของชั้นที่ 4 โซน 2 โดยภายในอุปกรณ์แปลงสัญญาณมีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมด 18 อุปกรณ์

4.2.1.3 การติดตั้ง I/O Module และรีเลย์ภายในตู้ควบคุมเดียวกับอุปกรณ์แปลงสัญญาณ โดยทั้งหมดมีรายละเอียดดังนี้

1) ตู้ควบคุม CA1 ตั้งอยู่ภายในห้องชาร์ปของชั้นที่ 1 โซน 1 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงาน I/O Module จำนวน 2 ชุด และรีเลย์ 36 ตัว ซึ่งอุปกรณ์ I/O Module ที่ 1 ใช้สำหรับควบคุมรีเลย์เครื่องปรับอากาศ 16 ตัว และอุปกรณ์ I/O Module ที่ 2 ใช้สำหรับควบคุมเครื่องปรับอากาศ 15 ตัว อีก 1 รีเลย์ คือ Spare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตู้ควบคุม CA2 ตั้งอยู่ภายในห้องชาร์ปของร้าน Bellinee's Bake & Brew ชั้น M โซน 2 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงาน I/O Module จำนวน 1 ชุด และรีเลย์ 16 ตัว ซึ่งอุปกรณ์ I/O Module ที่ 3 ใช้สำหรับควบคุมรีเลย์เครื่องปรับอากาศ 11 ตัว อีก 5 รีเลย์ คือ Spare

3) ตู้ควบคุม CA3 ตั้งอยู่ภายในห้องชาร์ป ชั้น 2 โซน 2 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงาน I/O Module จำนวน 2 ชุด และรีเลย์ 36 ตัว ซึ่งอุปกรณ์ I/O Module ที่ 4 ใช้สำหรับควบคุมรีเลย์เครื่องปรับอากาศ 16 ตัว และอุปกรณ์ I/O Module ที่ 5 ใช้สำหรับควบคุมเครื่องปรับอากาศ 11 ตัว อีก 5 รีเลย์ คือ Spare

4) ตู้ควบคุม CA4 ตั้งอยู่ภายในห้องชาร์ป ชั้น 4 โซน 2 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งงาน I/O Module จำนวน 2 ชุด และรีเลย์ 36 ตัว ซึ่งอุปกรณ์ I/O Module ที่ 6 ใช้สำหรับควบคุมรีเลย์เครื่องปรับอากาศ 16 ตัว และอุปกรณ์ I/O Module ที่ 7 ใช้สำหรับควบคุมเครื่องปรับอากาศ 15 ตัว อีก 1 รีเลย์ คือ Spare

สรุปตู้ควบคุมที่นำมาติดตั้งมีทั้งหมด 4 ตู้ รวมทุกตู้ควบคุมจะประกอบด้วย I/O Module ทั้งหมด 7 ตัว และ รีเลย์ทั้งหมด 112 ตัว ใช้ควบคุมการทำงานของวงจร Compressor เครื่องปรับอากาศภายในอาคาร 100 ตัว และ รีเลย์ Spare 12 ตัว

4.2.1.4 การติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิจะติดตั้งอยู่ภายในห้องต่าง ๆ ภายในอาคารทั้งหมด 18 ห้อง ใช้สำหรับวัดค่าอุณหภูมิภายในห้องเพื่อกำหนดการควบคุมการเปิด – ปิดวงจร Compressor เครื่องปรับอากาศ

4.2.1.5 การติดตั้งเพาเวอร์มิเตอร์จะติดตั้งอยู่ภายในตู้เพาเวอร์มิเตอร์ ในห้องชาร์ปต่าง ๆ ทั่วทั้งอาคารทั้งหมด 57 ตัว แต่ละตัวนั้นจะมี CT (Current Transformer) เป็นเครื่องมือใช้วัดกระแส ซึ่งการติดตั้งตู้เพาเวอร์มิเตอร์ภายในอาคาร รวมทั้งหมดจำนวน 9 ตู้ ได้แก่

1) ตู้ PM1 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 3 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 1 โซนที่ 1
2) ตู้ PM2 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 11 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 1 โซนที่ 1
3) ตู้ PM3 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 6 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ M โซนที่ 3
4) ตู้ PM4 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 6 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 2 โซนที่ 2
5) ตู้ PM5 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 7 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 2 โซนที่ 1
6) ตู้ PM6 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 9 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 3 โซนที่ 1
7) ตู้ PM7 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 2 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 3 โซนที่ 2
8) ตู้ PM8 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 7 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 3 โซนที่ 2
9) ตู้ PM9 ประกอบด้วยเพาเวอร์มิเตอร์ 6 ตัว ตั้งอยู่ภายในห้องไฟฟ้า ชั้นที่ 3 โซนที่ 3

4.2.2 การออกแบบระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ

การออกแบบระบบบริหารจัดการพลังงานภายในอาคาร มีการออกแบบให้อ่านค่าการใช้พลังงานจากเพาเวอร์มิเตอร์ชื่อ LV1 ในหน่วยกิโลวัตต์ ซึ่งเป็นค่าการใช้พลังงานทั้งหมดภายในอาคาร เพื่อนำมาเป็นค่าอ้างอิง สำหรับควบคุมการเปิด – ปิด Compressor เครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในอาคาร เพื่อลดค่าความต้องการทางไฟฟ้าของอาคารลง โดยจะเริ่มเปิดระบบเมื่อช่วงเวลา On Peak (9.00 น. – 22.00 น.)

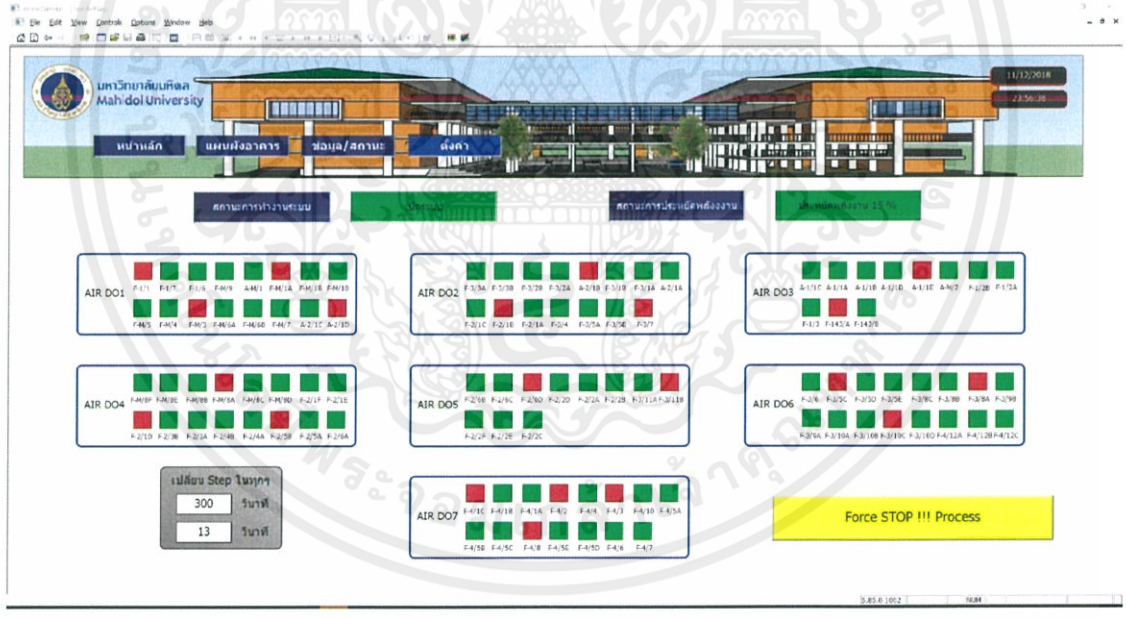
การปรับลดการใช้งานของเครื่องปรับอากาศมีหลักการคือเมื่ออ่านค่ากิโลวัตต์ จากเพาเวอร์มิเตอร์ LV1 เข้ามาในระบบแล้วจะจัดระดับการใช้พลังงาน เพื่อทำการปิด Compressor เครื่องปรับอากาศ โดยสามารถแบ่งระดับเป็น 3 ระดับดังนี้

4.2.2.1 ระดับที่ 1 มีการใช้ไฟฟ้าอยู่ในช่วง 350 – 500 กิโลวัตต์ จะทำการปิดเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 20 % จากทั้งหมดที่สามารถควบคุมได้ ดังภาพที่ 4.1

4.2.2.2 ระดับที่ 2 มีการใช้ไฟฟ้าอยู่ในช่วง 500 – 650 กิโลวัตต์ จะทำการปิดเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 25 % จากทั้งหมดที่สามารถควบคุมได้ ดังภาพที่ 4.2

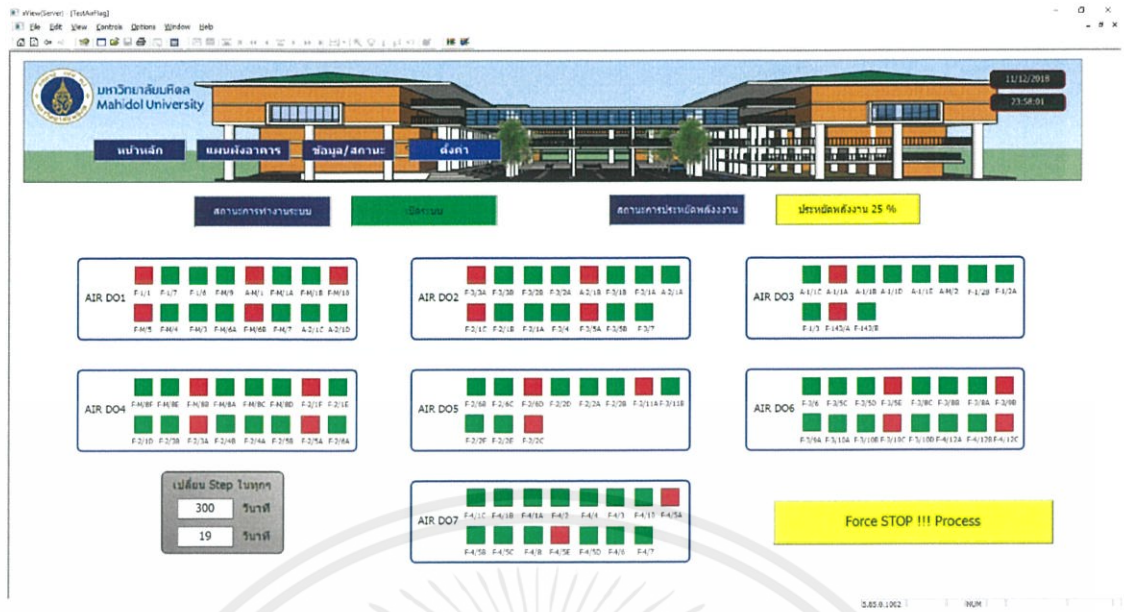
4.2.2.3 ระดับที่ 3 มีการใช้ไฟฟ้าอยู่ในช่วง 650 กิโลวัตต์ ขึ้นไปจะทำการปิดเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 50 % จากทั้งหมดที่สามารถควบคุมได้ ดังภาพที่ 4.3

ซึ่งหลักการทำงานของโปรแกรมจัดการพลังงานมีข้อจำกัดคือ ภายในห้องที่มีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนดไว้เครื่องปรับอากาศจึงสามารถปิดได้ และผู้ดูแลระบบสามารถสั่งการผ่านโปรแกรม เพื่อให้ไม่สามารถปิดเครื่องปรับอากาศ ณ จุดที่กำหนดได้เรียกว่า By Pass

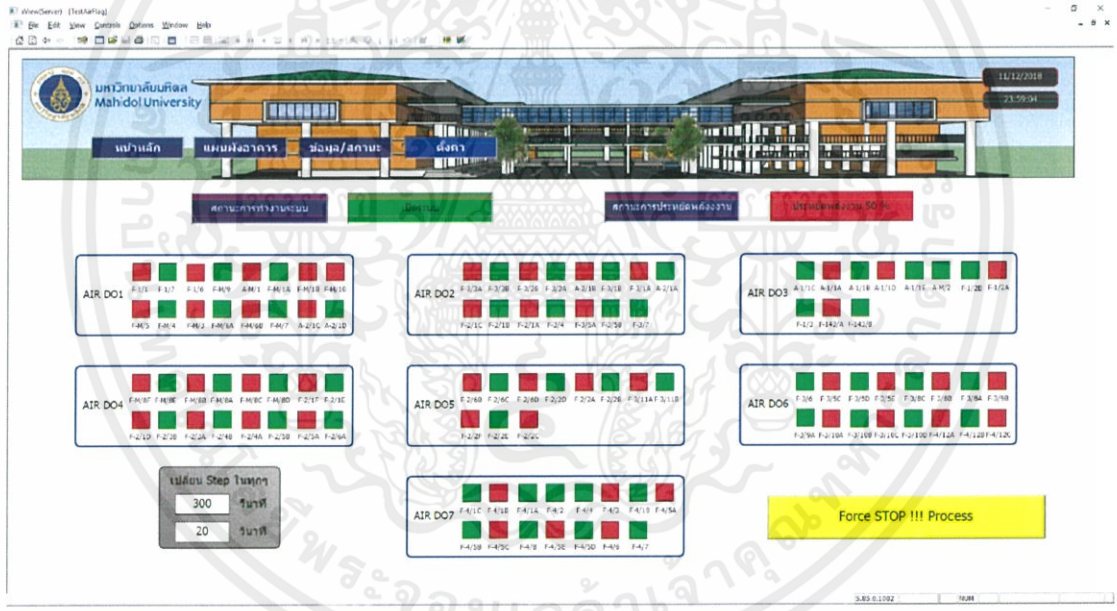


ภาพที่ 4.1 การควบคุมเครื่องปรับอากาศขั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 การควบคุมเครื่องปรับอากาศขั้นที่ 2



ภาพที่ 4.3 การควบคุมเครื่องปรับอากาศขั้นที่ 3

4.2.3 สรุปผลการติดตั้ง

4.2.3.1 การติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติภายในอาคาร สามารถติดตั้งอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติประกอบด้วย เพาเวอร์มิเตอร์, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ, I/O Module, รีเลย์ และ ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกันภายในเครือข่ายเพื่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

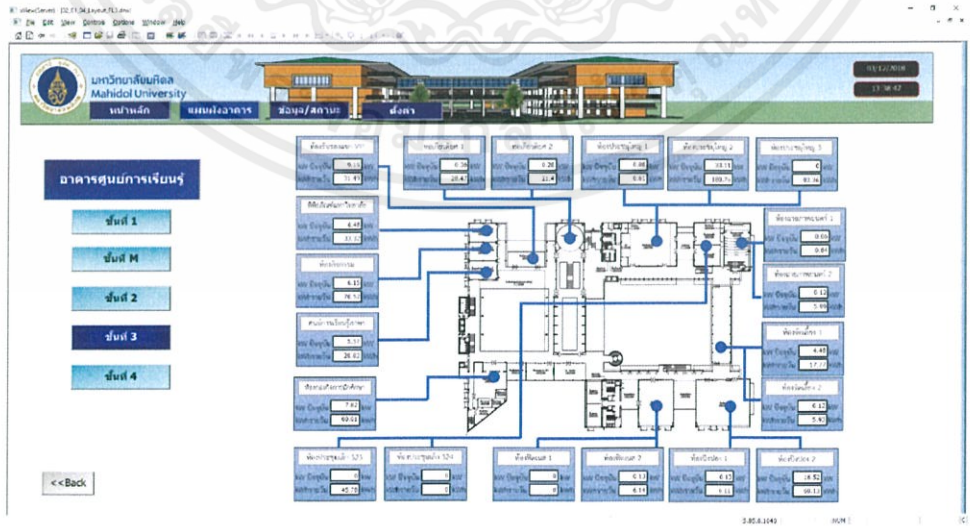
4.2.3.2 การใช้งานโปรแกรมสำหรับระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ สามารถปิดการทำงานของเครื่องปรับภายในอาคารได้ โดยโปรแกรมจัดการพลังงานจะสั่งงานไปที่ I/O Module ให้รีเลย์ทำงานปิดวงจร Compressor ของเครื่องปรับอากาศ

4.3 แสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดภายในอาคารบนคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง

จากการติดตั้งอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ และ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารสำเร็จลุล่วง โดยทุกอุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างกันได้ รวมถึงสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยการสื่อสารมาตรฐาน RS485 ดังภาพที่ 4.4 ดังนั้นจึงสามารถนำค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ และ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ แสดงบนหน้าจอแสดงผลได้ ดังภาพที่ 4.5 - 4.6 ดังนั้นจึงสรุปว่าโปรแกรมระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติภายในอาคาร สามารถแสดงค่าที่สามารถวัดได้จากอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ และ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นบนคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งภายในห้อง CCTV ได้

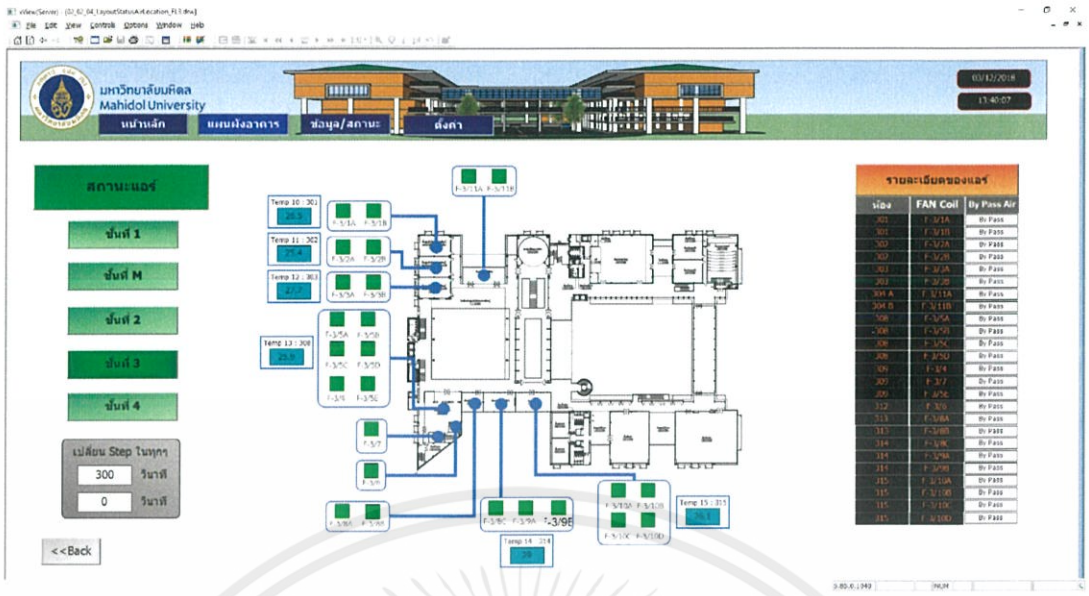
Item	Interface	Address/ID	Device Name	Description	Attr	Last Success	Status
1	Adam1	1	1P_AD01	HV	2	21/01/2019 01:33:41	Success
2	Adam1	2	1P_AD02	LV1	4	21/01/2019 01:33:43	Success
3	Adam1	3	1P_AD03	LV2	2	21/01/2019 01:33:44	Success
4	Adam1	4	1P_AD04	ศูนย์อาหาร ชั้น1 (EM)	2	21/01/2019 01:33:46	Success
5	Adam1	5	1P_AD05	ห้องประชุมย่อย 3	2	21/01/2019 01:33:47	Success
6	Adam1	6	1P_AD06	ศูนย์อาหาร ชั้น M (EM)	2	21/01/2019 01:33:48	Success
7	Adam1	7	1P_AD07	Family Mart	2	21/01/2019 01:33:50	Success
8	Adam1	8	1P_AD08	ร้านแยมแมสด	2	21/01/2019 01:33:51	Success
9	Adam1	9	1P_AD09	AIS SHOP	2	21/01/2019 01:33:53	Success
10	Adam1	10	1P_AD10	ห้องประชุมย่อย 1	2	21/01/2019 01:33:54	Success
11	Adam1	11	1P_AD11	ห้องประชุมย่อย 2	2	21/01/2019 01:33:56	Success
12	Adam1	12	1P_AD12	ศูนย์อาหารชั้น 1	2	21/01/2019 01:33:57	Success
13	Adam1	13	1P_AD13	ศูนย์อาหารชั้น M	2	21/01/2019 01:33:59	Success
14	Adam1	14	1P_AD14	MU PLAZA	2	21/01/2019 01:34:00	Success
15	Adam1	15	1T01_AD15	ห้อง CCTV	0	21/01/2019 01:34:00	Success
16	Adam1	16	1T02_AD16	งานบริหารอาคารศูนย์การเรียนรู้	0	21/01/2019 01:34:00	Success
17	Adam1	17	1T04_AD17	MU HEALTH	0	21/01/2019 01:33:31	Success
18	Adam1	18	1T05_AD18	ห้องจิตอาสา	0	21/01/2019 01:33:31	Success
19	Adam1	19	1T03_AD19	เบสดีนี่ เบส แอนด์ บรู	0	21/01/2019 01:33:31	Success
20	Adam1	20	1P_AD20	เบสดีนี่ เบส แอนด์ บรู ชั้น M	2	21/01/2019 01:33:32	Success

ภาพที่ 4.4 การเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์วัด



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการแสดงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



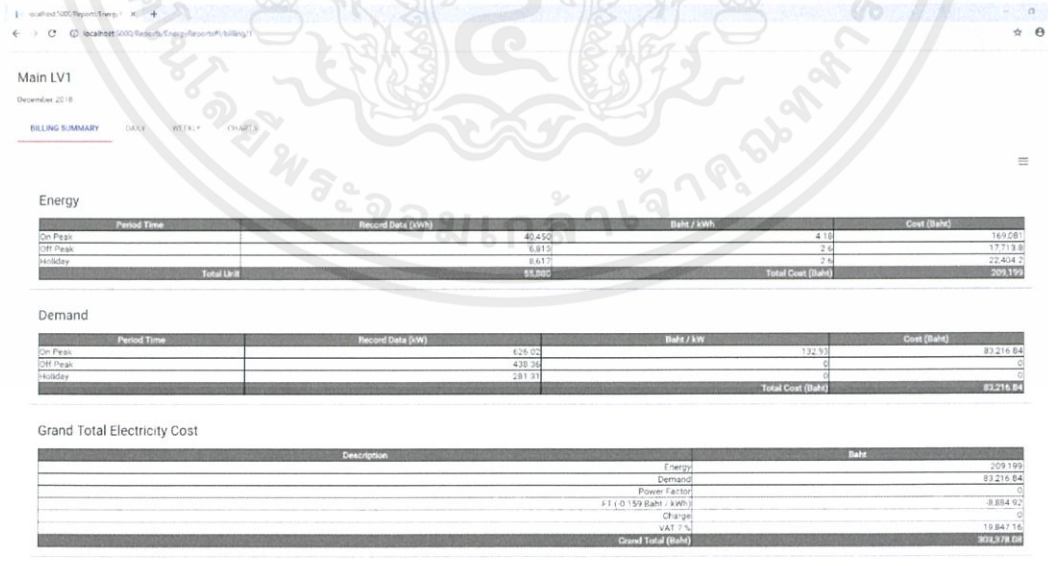
ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างการแสดงค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

4.4 คำนวณค่าไฟภายในอาคารอัตโนมัติจากโปรแกรมบริหารจัดการพลังงาน

การคำนวณค่าไฟภายในอาคารสามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ

4.4.1 การคำนวณค่าไฟคิดตามอัตราการไฟฟ้า

การคำนวณค่าไฟฟ้าโปรแกรมสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ โดยภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้ ใช้อัตราการคิดค่าไฟแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้งาน Time of Use Tariff ดังนั้นโปรแกรมสมารถคำนวณค่าไฟได้ ดังภาพที่ 4.7

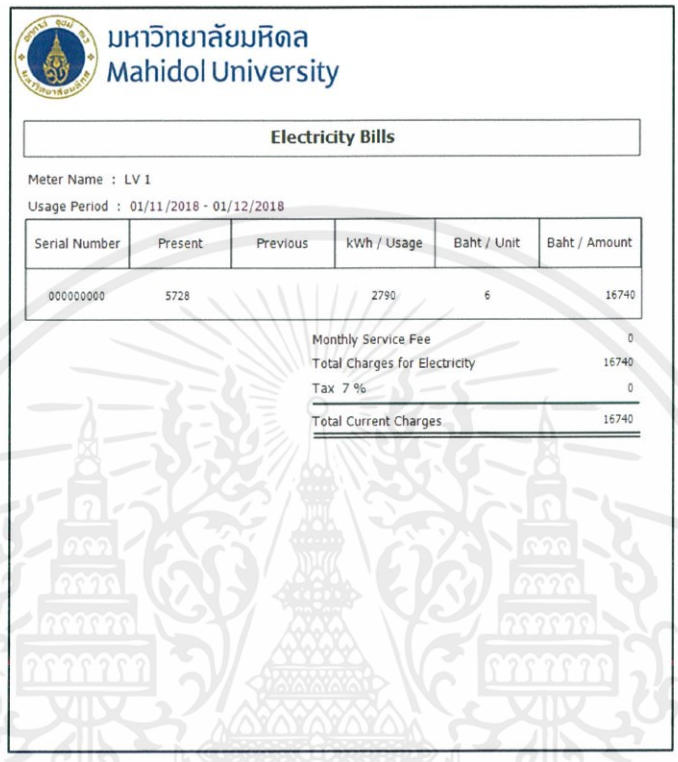


ภาพที่ 4.7 การแสดงผลค่าไฟฟ้าของอาคารคำนวณตามอัตราการไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การคำนวณค่าไฟตามอัตราการใช้พลังงาน

การคำนวณค่าไฟในหัวข้อนี้โปรแกรมจะคำนวณค่าไฟฟ้าตามอัตราปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่ในอาคารซึ่งมีหลักการคิดคล้ายกับอัตราการคิดค่าไฟของบ้านอยู่อาศัย โดยมีข้อกำหนดคือค่าพลังงานไฟฟ้าต่อยูนิต มีค่าเท่ากับ 6 บาท ดังนั้นโปรแกรมสามารถคำนวณค่าไฟได้ดังภาพที่ 4.8


มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

Electricity Bills

Meter Name : LV 1

Usage Period : 01/11/2018 - 01/12/2018

Serial Number	Present	Previous	kWh / Usage	Baht / Unit	Baht / Amount
000000000	5728		2790	6	16740

Monthly Service Fee	0
Total Charges for Electricity	16740
Tax 7 %	0
Total Current Charges	16740

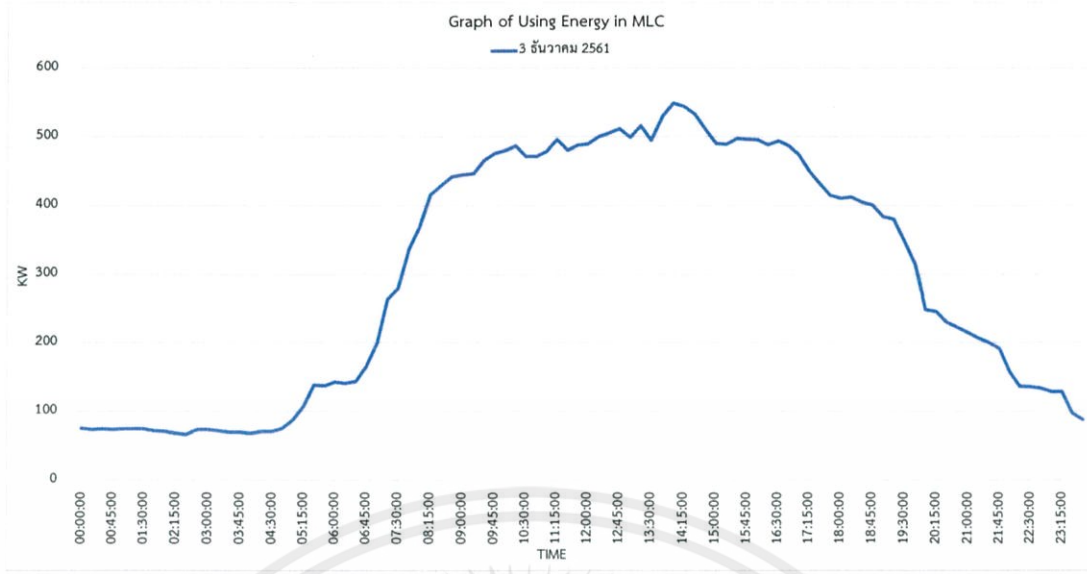
ภาพที่ 4.8 การแสดงผลค่าไฟฟ้าของอาคารคำนวณตามปริมาณการใช้ไฟฟ้า

4.5 ระบบสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

เมื่อเปิดระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคาร พบว่าโปรแกรมสามารถลดค่าการใช้พลังงานได้จริง ทั้งการใช้พลังงานในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง และค่าความต้องการสูงสุดในหน่วยกิโลวัตต์ของแต่ละวัน โดยนำค่าการใช้พลังงานที่สามารถวัดได้จากอุปกรณ์เพาเวอร์มิเตอร์ราย 15 นาทีย้อนหลังมาเปรียบเทียบดังนี้

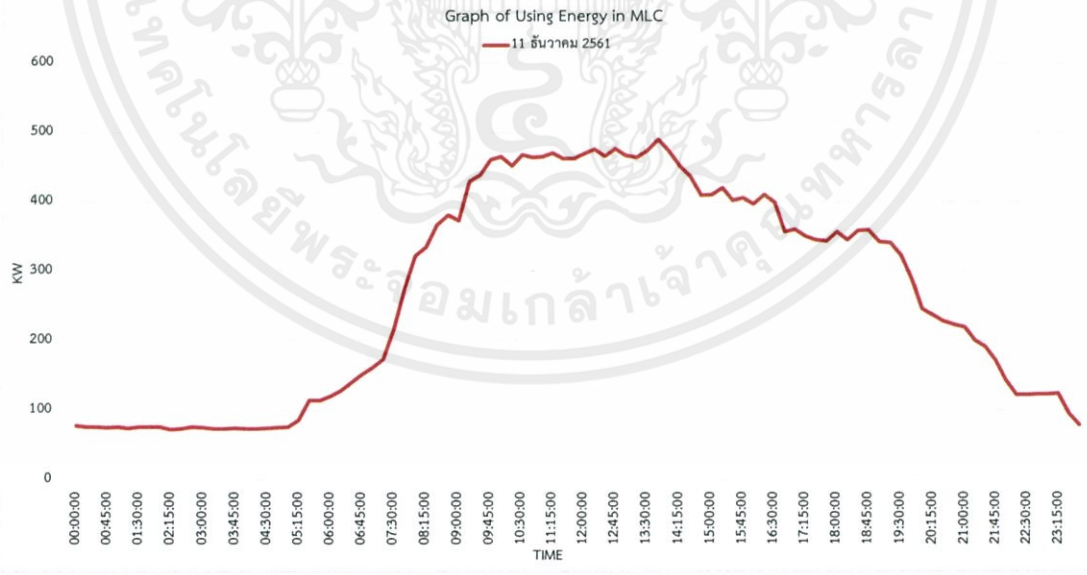
4.5.1 ก่อนเปิดระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ณ วันจันทร์ ที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีค่าความต้องการสูงสุดในหน่วยกิโลวัตต์คือ 549.25 กิโลวัตต์ และมีการใช้พลังงานภายในอาคารในหน่วยกิโลวัตต์ตลอดวันราย 15 นาที ดังภาพที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



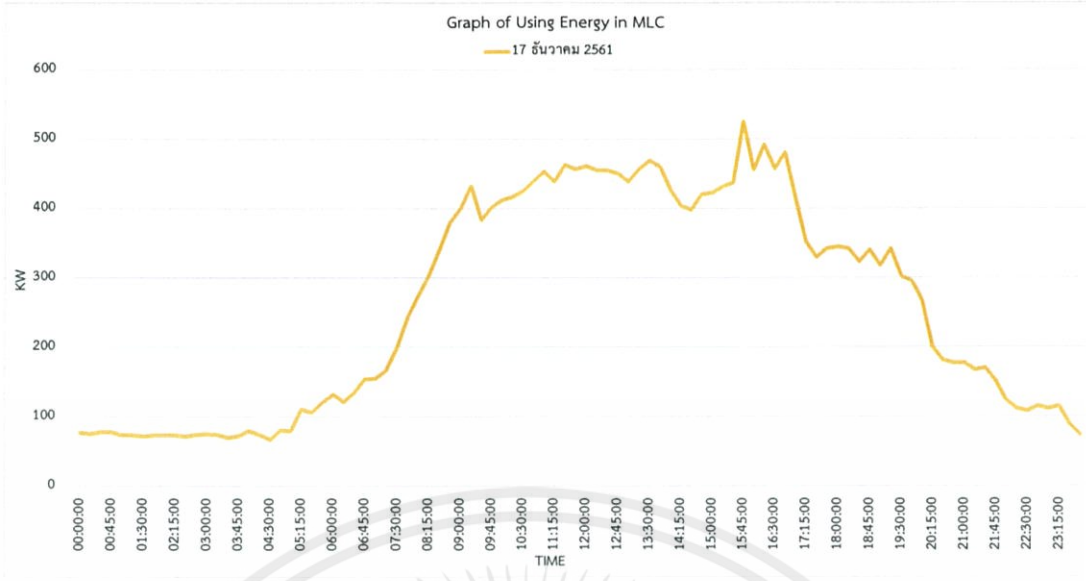
ภาพที่ 4.9 กราฟการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2561

4.5.2 หลังเปิดระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ณ วันจันทร์ ที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีค่าความต้องการสูงสุดในหน่วยกิโลวัตต์คือ 490.27 กิโลวัตต์ และมีการใช้พลังงานภายในอาคารในหน่วยกิโลวัตต์ตลอดวันราย 15 นาที ดังภาพที่ 4.10 วันจันทร์ ที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีค่าความต้องการสูงสุดในหน่วยกิโลวัตต์คือ 520.13 กิโลวัตต์ และมีการใช้พลังงานภายในอาคารในหน่วยกิโลวัตต์ตลอดวันราย 15 นาที ดังภาพที่ 4.11



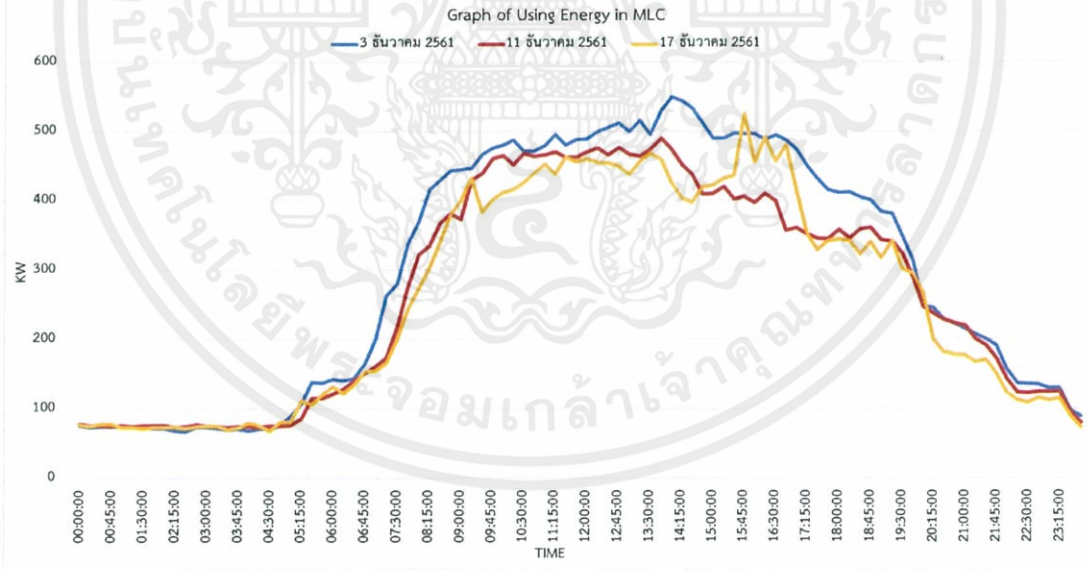
ภาพที่ 4.10 กราฟการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันที่ 11 ธันวาคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 กราฟการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันที่ 17 ธันวาคม 2561

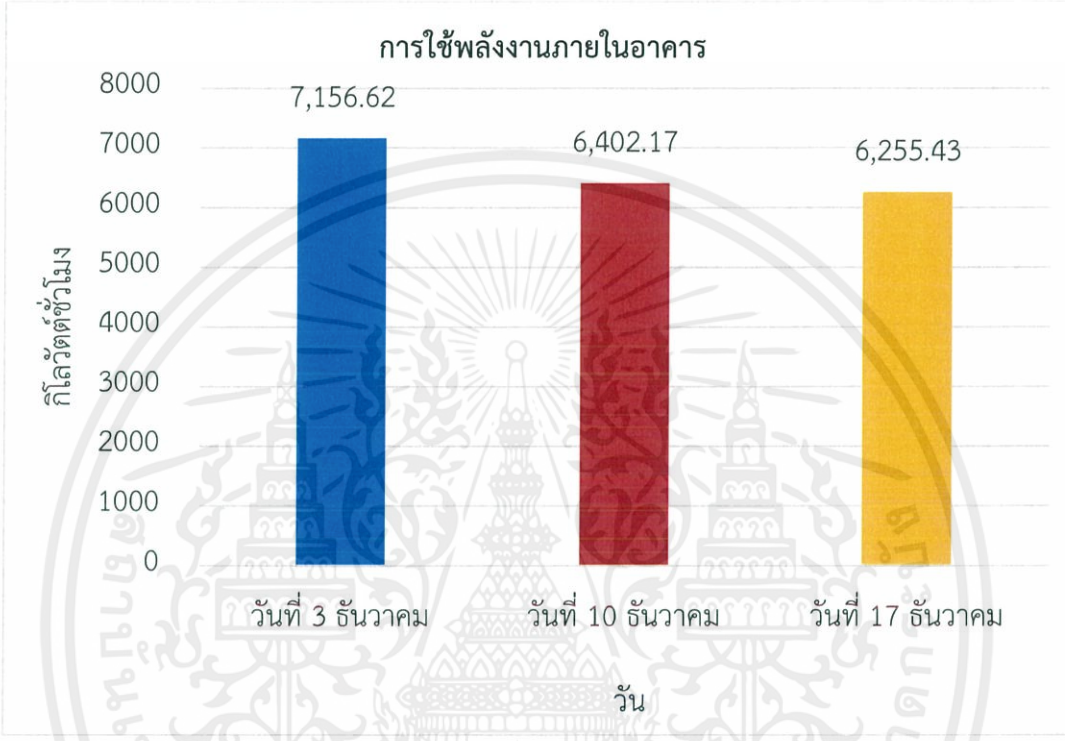
เมื่อนำผลการทดลองมาทั้งหมดพล็อตรวมกันเป็นกราฟก่อนเปิดและหลังเปิดระบบควบคุมการทำงาน Compressor เครื่องปรับอากาศ ณ วันจันทร์ ที่ 3, 11, 17 ธันวาคม พ.ศ. 2561 จะได้ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบการใช้พลังงานภายในอาคาร ณ วันจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสามารถสรุปการใช้พลังงานทั้งหมดภายในอาคารของแต่ละวันในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง ได้ ดังภาพที่ 4.13 คือ ณ วันจันทร์ ที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้พลังงานทั้งหมด 7,156.62 กิโลวัตต์ชั่วโมง ณ วันจันทร์ ที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้พลังงานทั้งหมด 6,402.17 กิโลวัตต์ชั่วโมง และ ณ วันจันทร์ ที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้พลังงานทั้งหมด 6,255.43 กิโลวัตต์ชั่วโมง



ภาพที่ 4.13 กราฟแท่งการใช้พลังงานภายในอาคารในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง

ดังนั้นสามารถสรุปผลการลดใช้พลังงานภายในอาคารเมื่อเปิดระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารศูนย์การเรียนรู้

วันที่ (ก่อนเปิดระบบ)	กิโลวัตต์ชั่วโมง	วันที่ (หลังเปิดระบบ)	กิโลวัตต์ชั่วโมง	กิโลวัตต์ชั่วโมง ลดลง
3 ธ.ค. 2561	7,156.62	10 ธ.ค. 2561	6,402.17	754.45
		17 ธ.ค. 2561	6,255.43	901.19
สรุปสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง				827.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่าหลังเปิดใช้งานระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติสามารถลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้จริง โดยสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารลงได้เฉลี่ยประมาณ 827.82 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 11.57 % โดยประมาณ แต่เนื่องจากค่าการใช้พลังงานจะมีการแปรผันอยู่ตลอดไม่คงที่ โดยเกิดจากปัจจัยภายนอกมากมายที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน เช่น อุณหภูมิภายนอกของแต่ละวันทำให้การทำงานของเครื่องปรับอากาศในแต่ละวันไม่คงที่, การใช้งานเครื่องปรับอากาศที่สามารถควบคุมได้ไม่เท่ากันในแต่ละวัน และมีใช้เครื่องปรับอากาศตัวอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้ภายในอาคาร รวมถึงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศ และ การ By Pass เครื่องปรับอากาศภายในอาคารแต่ละวันของผู้ดูแลอาคารไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงอาจเป็นเหตุให้เกิดค่าความผิดพลาดในการวัดผลของการลดใช้พลังงานภายในอาคารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานการออกแบบและติดตั้งระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติได้ผลลัพธ์คือ อุปกรณ์ทั้งหมดที่ออกแบบและติดตั้งทางเดินสายภายในอาคารสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ส่วนกลางได้ และสามารถดึงค่าจากเพาเวอร์มิเตอร์เพื่อแสดงบนโปรแกรม โดยโปรแกรมสามารถแสดงที่อ่านได้ถูกต้องแม่นยำตามค่าจากอุปกรณ์วัด และสามารถนำค่าพารามิเตอร์จากเพาเวอร์มิเตอร์มาวิเคราะห์เพื่อควบคุมการทำงานของ Compressor เครื่องปรับอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเมื่อเปิดระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติสามารถลดค่าไฟฟ้าได้โดยเฉลี่ย 827.82 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 11.57 % อีกทั้งโปรแกรมสามารถเก็บข้อมูลย้อนหลังได้ 1 ปี โดยเก็บข้อมูลผ่าน MySQL เพื่อบันทึกลงหน่วยเก็บความจำภายในคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง และสามารถเรียกดูย้อนหลังได้ รวมทั้งสามารถนำค่าการใช้พลังงานจากเพาเวอร์มิเตอร์มาคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงผลลัพธ์เป็นค่าไฟฟ้ารายวัน, รายเดือน, และรายปี

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงานคือ การเดินสายผิดพลาดเกินข้อจำกัดของมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS485 โดยมีการเดินสายภายในเครือข่ายนั้นมีอุปกรณ์ทั้งหมด 40 อุปกรณ์จึงทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ และการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์มีการเดินสายที่ไกลทำให้อาจมีสัญญาณรบกวนจากสภาพแวดล้อมมาก ทำให้การขาดสื่อสารเป็นบางช่วง และมีความล่าช้าในการรับข้อมูล

วิธีการแก้ไขปัญหาคือ การเปลี่ยนทางเดินสายใหม่โดยการถอดเชื่อมต่อในวงลูปที่เกิดปัญหาอุปกรณ์ออก เพื่อนำไปมาเชื่อมต่อกับวงลูปที่อยู่ใกล้เคียงที่สามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์เพิ่มได้ และนำอุปกรณ์ป้องกันสัญญาณรบกวน (Ferrite) บริเวณที่ขาดเกิดปัญหาการสัญญาณรบกวน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบการเดินสายเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ควรมีศึกษาแบบของอาคาร และข้อจำกัดของอุปกรณ์อย่างถี่ถ้วนก่อน การวางแผนการทำงานที่ชัดเจน เพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องศึกษาแผนผังการเดินและขนาดของสายไฟภายในอาคาร เพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม นอกจากนี้ควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในอาคารว่ามีการทำงานหรือไม่เพิ่มเติม เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลการลดค่าไฟฟ้าที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] SCADAThai. 2547. “What is SCADA”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.scadathai.com/articles/475019/What's-SCADA.html (10 ธันวาคม 2561)

[2] AWAKE. 2548. “Software SCADA xView”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.scadasavenergy.com/what.php?menu=3 (10 ธันวาคม 2561)

[3] AWAKE. 2548. “Energy Management”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.scadasavenergy.com/what02.php?menu=3 (10 ธันวาคม 2561)

[4] ITGenius. 2561. “MySQL คืออะไร”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.itgenius.co.th/article/(MySQL)%20คืออะไร.html (10 ธันวาคม 2561)

[5] การไฟฟ้านครหวลวง. 2561. “อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.mea.or.th/profile/109/111 (10 ธันวาคม 2561)

[6] การไฟฟ้านครหวลวง. 2561. “ค่า Ft คืออะไร”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.mea.or.th/content/detail/2985/2987/472 (10 ธันวาคม 2561)

[7] การไฟฟ้านครหวลวง. 2561. “ค่าอัตราค่าไฟฟ้าผันแปร Ft”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.mea.or.th/upload/download/file_c8c28e533e025717e252cd585d15f358.pdf (10 ธันวาคม 2561)

[8] OMEGA. 2560. “RS485”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.omi.co.th/th/article/rs485 (10 ธันวาคม 2561)

[9] Sang Chai. 2551. “เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.sangchaimeter.com/category/อุณหภูมิ-ความชื้น-temperature-humidity (10 ธันวาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งาน xView

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

HView

AView

YTHView

IEView

INCView

MMI32

xView

Version 5.XX

Febaury, 2011

Manual Revision 5.80 (November 24, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

Transmitters RHT-WM-485-LCD,

RHT-DM-485-LCD and RHT-P10-485-LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOVUS
We Measure, We Control, We Record

Transmitters RHT-WM-485-LCD, RHT-DM-485-LCD and RHT-P10-485-LCD

TEMPERATURE AND HUMIDITY TRANSMITTER – INSTRUCTIONS MANUAL V1.0x E

1 INTRODUCTION

The **RHT-WM-485-LCD**, **RHT-DM-485-LCD** and **RHT-P10-485-LCD** transmitters include high precision and stability sensors for measuring temperature and relative humidity. They are microprocessed devices and, therefore, allow being entirely configured through a RS485 interface, using the Modbus RTU commands. The ***DigiConfig*** allows the configuration of all transmitter features as well as its diagnostic procedure.

The transmitter can be configured or displaying the values of measured temperature and **Relative Humidity** or the values of measured temperature and **Dew Point**.

1.1 IDENTIFICATION

The identification label is fixed on the transmitter body. Check if the features described on this label are in accordance with your order.

The **RHT-WM-485-LCD and RHT-P10-485-LCD** models intended for wall mounting, while the **RHT-DM-485-LCD** model comes with a probe tip rod for installation in ducts or through walls.

The following elements are located at the front side of the transmitter:

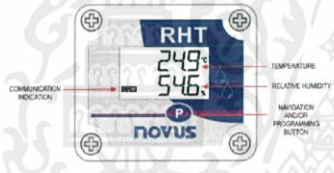


Fig. 1 – Transmitter front

Communication Indicator (COM): Indicates when the device is receiving data from the Modbus network.

Button (P) (Programming): Button used for configuration of the communication parameters and for screen changing.

Temperature: Value of measured temperature.

Relative Humidity: Value of measured relative humidity.

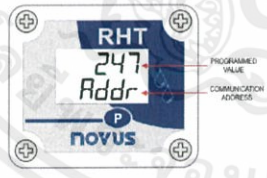


Fig. 2 – Second transmitter screen

Communication Address: Value programmed for identifying the transmitter of the Modbus network. Programmable between 1 and 247.

2 SPECIFICATIONS

Operating temperature of the transmitter	From -40 °C to 70 °C Sensor and Rod (**RHT-DM**): See **Fig. 3**.
Electromagnetic compatibility	EM 61326:2000
Sensor measuring range	Temperature: -40.0 °C to 100.0 °C Relative Humidity (RH): 0.0 to 100.0 % RH (No Condensing) Dew Point: -40.0 °C and 100.0 °C
Measurement accuracy	See **Fig. 3**. **Note**: a small measurement error can be eliminated adjusting the **OFFSET** parameter of the software.
Measuring resolution	Temperature: 0.1 °C 14 bits (16383 levels) Relative Humidity (RH): 0.1 % 12 bits (4095 levels)
Response time	Temperature: up to 30 s in slow air movement Humidity: up to 8 s in smooth air movement (20 to 80 % RH)
Sampling interval	3 seconds
Power supply	12 Vdc to 30 Vdc, consumption < 16 mA
Housing	Polycarbonate
Protection class	Product appropriate for applications which require protection class up to **IP65**. Electronic module case: IP65; Sensor capsule: IP40
Dimensions	60 x 70 x 35 mm
***DigiConfig* software operation environment**	Configuration Software for Windows 98, NT 2000, XP and Vista. Menus in Portuguese, English or Spanish. Configures, reads and exhibits data on the screen.
Accessories	1.5 m long communication cable is part of the product or can be purchased separately (P/N 8813099999)

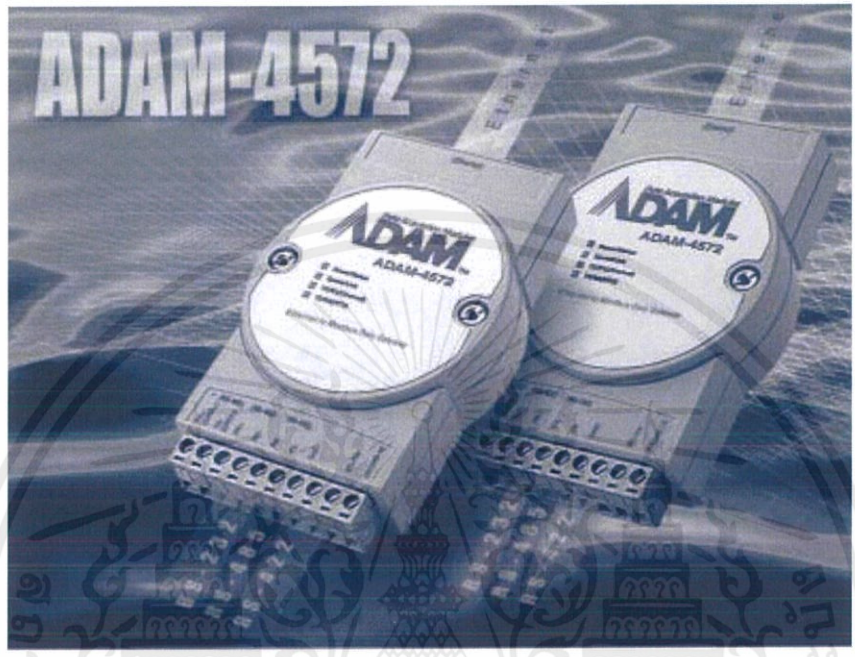
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ADAM-4572 Ethernet to Modbus Data Gateway

User's Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ADAM-4572

Ethernet to Modbus Data Gateway

User's Manual

ADVANTECH
Industrial Automation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ADAM-6200 Series Intelligent Ethernet I/O Module

User Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User Manual

ADAM-6200 Series

Intelligent Ethernet I/O Module

ADVANTECH
Enabling an Intelligent Planet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–นามสกุล นายธัญธร บวรสุนทรชัย

วัน เดือน ปีเกิด 20 สิงหาคม 2539

ที่อยู่ 117/145 หมู่ที่ 9 ต.บางรักพัฒนา อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110

E-mail thanyatorn.bowonsunthonchai@gmail.com

โทรศัพท์ 090 915 0550

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2555 – 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมวัดนายโรง
- พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้