ระบบจัดการพลังงานภายในอาคาร

Building Energy Management System

สุรศักดิ์ ราดาลิมะวัฒน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบจัดการพลังงานภายในอาคาร
Building Energy Management System

สุรศักดิ์ ธาดาลิมะวัฒน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Building Energy Management System

SURASAK THADALIMAWAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบจัดการพลังงานภายในอาคาร
Building Energy Management System

นักศึกษาผู้จัดทำ นายสุรศักดิ์ ธาดาลิมะวัฒน์ **รหัสนักศึกษา** 52011339

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**ระบบจัดการพลังงานภายในอาคาร** Building Energy Management System
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายสุรศักดิ์ ธาดาลิมะวัฒน์ **รหัสนักศึกษา** 52011339
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและจัดทำระบบจัดการพลังงานภายในอาคารสำนักงาน ระบบถูกออกแบบมาเพื่อจัดการเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานโดยระบบจะช่วยในการจัดการเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานของระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่างเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานของสำนักงาน โดยระบบจะสามารถควบคุมการเปิด ปิด การทำงานของระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง จัดการและควบคุมในเรื่องของเวลาการ เปิด – ปิดการทำงาน การตั้งอุณหภูมิที่ใช้ ควบคุมการใช้พลัง ในการควบคุมของระบบ ระบบจะสามมารถแสดงผลการวัดพลังงานและอุณหภูมิห้องรวมถึงสถานะ การเปิด-ปิดของเครื่องปรับอากาศแบบออนไลน์ ระบบจะสามารถตั้ง อุณหภูมิเป้าหมาย ของเครื่องปรับอากาศได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมได้พร้อมทั้งสามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดรวมถึงการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานและสามมารถเรียกดูข้อมูลได้ย้อนหลัง โดยระบบนี้จะใช้ พีแอลซี (Programmable Logic Control: PLC) ในการควบคุม โดยมีโปรแกรมกราฟฟิกส์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแสดงผลและสามารถควบคุมการทำงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Building Energy Management System
Authors	SURASAK THADALIMAWAT
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr.TEERAWAT THEPMANEE
Year	2013

ABSTRACT

This thesis presents the design and power management systems for office buildings. The system is designed to manage the power consumption in an office building, the system will help to manage the power consumption of the air conditioning system and lighting systems to reduce energy consumption of office. The system can control the on-off operation of air conditioning systems and lighting systems. Management and control of the on - off operation the set temperature. Power control In the control of Are three-to- measurement results including the status, power and temperature. Open - air conditioning online. The system can be target temperature Of air conditioning computer controlled and can be set to on - off the record, including the energy and three-to- browse backward. The system uses a PLC (Programmable Logic Control: PLC) to control the graphics program. Which serves as a display and can be controlled through a computer screen.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากปัจจัยหลายๆประการ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ประสบการณ์ในการใช้ชีวิตในสถาบัน และการอนุเคราะห์ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี, รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์, รศ.ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ และอาจารย์ท่านอื่นๆ ในการให้คำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำตลอดมา อีกทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ สถานที่ทำโครงงาน เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนความช่วยเหลือ ทั้งในด้านทุนทรัพย์ และแรงงาน ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภายในสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้กำลังใจ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมาสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา ที่สนับสนุน เป็นกำลังใจให้เสมอมา และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อประโยชน์แก่ผู้ศึกษา และผู้ที่มีความสนใจและสามารถนำไปใช้ศึกษา และพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อไปไม่มากก็น้อย

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ **1**
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง **3**
2.1 พลังงานไฟฟ้า 3
2.1.1 ระบบปรับอากาศ 3
2.1.2.1 ชนิดของระบบปรับอากาศ 3
2.1.1.2 การควบคุมการใช้งานในปัจจุบัน 6
2.1.2 ระบบแสงสว่าง 7
2.1.2.1 ชนิดของระบบปรับอากาศ 7
2.1.2.2 การควบคุมการใช้งานในปัจจุบัน 10
2.1.3 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า 10
2.2 ระบบจัดการพลังงาน 12
2.2.1 ส่วนประกอบของ HARD WARE 12
2.2.1.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิชนิด RTD 12
2.2.1.2 Temperature control 13
2.2.1.3 พีแอลซี 14
2.2.2 SOFT WARE 17

บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินการ **26**
3.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ 26
3.2 ออกแบบ ระบบทาง hard ware 27
3.2.1 Network Diagram 27
3.2.2 ระบบควบคุม 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 ออกแบบระบบทาง soft ware 31
3.3.1 หน้าเริ่มต้น 31
3.3.2 หน้าภาพรวม 32
3.3.3 หน้าระบบไฟฟ้า 33
3.3.4 หน้าสถานะ การสื่อสาร 34
3.3.5 หน้าแสดงการแจ้งเตือน 35
3.3.6 หน้าแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ 36
3.3.6.1 หน้าแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ 36
3.3.6.2 หน้าตั้งค่าเวลา (แสงสว่าง) 38
3.3.6.3 หน้าตั้งค่าเวลา (เครื่องปรับอากาศ) 39
3.3.7 หน้าแสดงการจำลองการทำงานของอุปกรณ์ 40
3.4 การติดตั้ง 41
3.4.1 ออกแบบการติดตั้ง 41
3.4.2 ขั้นตอนการติดตั้ง 42
3.4.2.1 ติดตั้งตู้ควบคุมรองในแต่ละห้อง 42
3.4.2.2 ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ 42
3.4.2.3 ติดตั้งชุดวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศ 43
3.4.2.4 ติดตั้งตู้ควบคุมหลักภายในห้องควบคุม 44

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 45
4.1 ข้อมูลช่วงปิดระบบ 45
4.2 ข้อมูลช่วงปิดระบบ 46
4.3 ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบ 50

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 51
5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 51
5.2 ข้อเสนอแนะ 51

เอกสารอ้างอิง .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 ตารางเก็บรวบรวมข้อมูลในอาคารสำนักงาน..... 26

4.1 แสดงค่าการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน..... 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller)	5
2.2	เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller)	5
2.3	หลอดฟลูออเรสเซนต์	7
2.4	หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL)	8
2.5	หลอดแสงจันทร์	9
2.6	หลอดเมทัลฮาไลด์	9
2.7	ตัวอย่างตัวควบคุม PID	13
2.8	โครงสร้างพื้นฐานของตัวควบคุม	14
2.9	โครงสร้างของพีแอลซี	15
2.10	ตัวอย่างของระบบ SCADA ขนาดเล็ก	17
2.11	Remote Terminal Unit	19
2.12	Master Station	20
2.13	Front End Processor	21
2.14	Communication Infrastructure	22
2.15	Typical Installation	23
2.16	Satellite SCADA System	24
2.17	General Package Radio Service (GPRS)	24
2.18	Mobile SCADA	25
3.1	แบบ Network Diagram	27
3.2	การเชื่อมต่อระหว่างตู้ควบคุมหลักและตู้ควบคุมรอง	28
3.3	ตู้ควบคุมหลัก	28
3.4	แสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมรอง	29
3.5	ตู้ Type A	29
3.6	ตู้ Type B	30
3.7	ตู้ Type C	30
3.8	หน้าเริ่มต้น	31
3.9	หน้าภาพรวม	32
3.10	หน้าระบบไฟฟ้า	33
3.11	หน้าสถานะสื่อสาร	34
3.12	หน้าแสดงการแจ้งเตือน	35
3.13	หน้าแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ	36
3.14	หน้าตั้งค่าเวลา (แสงสว่าง)	38
3.15	หน้าตั้งค่าเวลา (เครื่องปรับอากาศ)	39
3.16	หน้าแสดงการจำลองการทำงานของอุปกรณ์	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.17 ตัวอย่าง Plan ภายในของห้อง	41
3.18 ภาพก่อนการติดตั้งตู้ควบคุมในแต่ละห้อง	42
3.19 ภาพหลังการติดตั้งตู้ควบคุมในแต่ละห้อง	42
3.20 ภาพก่อนการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	42
3.21 ภาพหลังการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	42
3.22 ภาพก่อนการติดตั้งชุดวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศ	43
3.23 ภาพหลังการติดตั้งชุดวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศ	43
3.24 ภาพตำแหน่งการติดตั้งตู้ควบคุมหลัก	44
3.25 ภาพการติดตั้งตู้ควบคุมหลัก	44
4.1 แสดงค่าการใช้พลังงานในช่วงปิดระบบจัดการพลังงาน	45
4.2 แสดงการตั้งค่าเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ	46
4.3 แสดงการตั้งค่าเวลาของแสงสว่าง	47
4.4 แสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ	48
4.5 แสดงค่าการใช้พลังงานในช่วงเปิดระบบจัดการพลังงาน	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาก ซึ่งต้นกำเนิดของแหล่งพลังงานในปัจจุบันมีอยู่ในปริมาณที่มีจำกัด ทำให้การใช้ทรัพยากรที่เป็นเป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานจึงควรมีการจัดการในการใช้ให้เหมาะสมเพราะในปัจจุบันแหล่งกำเนิดของพลังงานถูกมนุษย์นำมาใช้ในปริมาณที่มากเกินไปซึ่งทำให้ปริมาณของทรัพยากรลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อใช้ในปริมาณที่มากๆสะสมไปในปริมาณที่เกินความจำเป็นจึงทำให้ทรัพยากรเริ่มหมดไปทีละเล็กละน้อย จึงอาจส่งผลให้อนาคตไม่มีทรัพยากรมาสร้างเป็นพลังงานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ปัจจุบันในโรงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก โรงเรียน โรงพยาบาล รวมถึงสถานที่ทำงานต่าง ๆ ได้มีการปรับเปลี่ยนแนวคิดและมุมมองเกี่ยวกับการบริหารการจัดการพลังงานกันมากขึ้น ผู้จัดทำจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของพลังงานจึงจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่อง ระบบจัดการพลังงานในอาคารนี้ขึ้นมา เพื่อตอบสนองการประหยัดพลังงานมากขึ้น โดยระบบการจัดการพลังงานนี้จะเริ่มจากการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหลัก ๆ ที่ใช้พลังงานนาน ๆ โดยหลัก ๆ ก็มีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นดังนี้ เช่นเครื่องปรับอากาศ พัดลม ตู้เย็น และเครื่องใช้ที่ทำให้เกิดแสงสว่าง ซึ่งในที่นี้ออกแบบควบคุมเฉพาะ ระบบเครื่องปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง ในการควบคุมของระบบ ระบบจะสามมารถแสดงผลการวัดพลังงานและอุณหภูมิห้อง รวมถึงสถานะ การเปิด-ปิดของเครื่องปรับอากาศแบบออนไลน์ ระบบจะสามารถสั่งเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ, สามารถตั้งค่าอุณหภูมิเป้าหมายของเครื่องปรับอากาศได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมได้พร้อมทั้งสามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดรวมถึงการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานและสามมารถเรียกดูข้อมูลได้ย้อนหลัง เพื่อดูค่าการใช้งานในแต่ละวันซึ่งจะส่งผลต่อการนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดค่าที่เกินความจำเป็นออกไป โดยระบบนี้จะใช้ พีแอลซี (Programmable Logic Control: PLC) ในการควบคุม โดยมีโปรแกรมกราฟฟิกส์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแสดงผลและสามารถควบคุมการทำงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ (SCADA)

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบระบบการจัดการพลังงานสำหรับอาคารสำนักงาน
2. ออกแบบระบบเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (HMI)

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบระบบการจัดการพลังงานโดยการควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศและแสงสว่าง
2. ออกแบบโปรแกรมการสั่งงานและแสดงผล ผ่านทาง HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากอาคารที่ติดตั้งระบบ
2. ออกแบบ ระบบทาง Hard ware
3. ออกแบบระบบทาง Soft ware
4. ติดตั้งและทดสอบการทำงานของระบบ
5. จัดทำปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบสามารถจัดการพลังงานภายในอาคารโดยสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานและสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ใช้ในอาคารสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการของกระบวนการควบคุมของระบบจัดการพลังงาน โดยระบบจัดการพลังงานนี้ จะถูกออกแบบมาเพื่อจัดการพลังงานในอาคารสำนักงาน ซึ่งจะจัดการและควบคุมการใช้พลังงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า สองชนิดก็คือ เครื่องปรับอากาศและระบบแสงสว่าง

2.1 พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า หมายถึงพลังงานรูปแบบหนึ่งซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งได้ เกิดจากแหล่งกำเนิดหลายประเภท ซึ่งการนา พลังงานไฟฟ้ามาใช้จะต้องมีการเชื่อมต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับสิ่งที่จะนาพลังงานไฟฟ้าไปใช้ เรียกว่า วงจรไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้าที่ได้ก็จะถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานกล พลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานแสง เป็นต้น

2.1.1 ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning)

ระบบปรับอากาศในภาคอาคารธุรกิจซึ่งได้แก่อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษาถือว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด ในบางแห่งสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศอาจสูงกว่า 50% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในอาคาร ดังนั้นการออกแบบอาคารที่ดีไม่ว่าจะเป็นการปรับภูมิทัศน์หรือเลือกวัสดุป้องกันความร้อนประเภทต่างๆเข้ามาภายในอาคาร รวมทั้งการออกแบบระบบปรับอากาศและระบบควบคุมที่ดีและถูกต้องจะทำให้ประหยัดพลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงขึ้น

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแต่ละประเภทจะแตกต่างกันตามลักษณะการออกแบบการติดตั้งและใช้งาน แต่ทกระบบโดยส่วนใหญ่จะใช้จักรการทำความเย็นแบบวงจรอัดไอโดยมีสารทำความเย็น เช่น R22 หรือ R134a และอื่นๆ เป็นสารที่ทำหน้าที่ดูดและคายความรอนจากสารตัวกลางอันได้แก่อากาศหรือน้ำให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ เมื่อสารตัวกลางได้รับความเยนจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (ในกรณีที่สารตัวกลางเป็นน้ำ) หรืออากาศเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศโดยตรง (ในกรณีที่สารตัวกลางเป็นอากาศ) ส่วนความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไประบายออกที่ชุดระบายความร้อนซึ่งอาจจะเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศหรือระบายความร้อนด้วยน้ำขึ้นอยู่กับระบบที่เลือกใช้งาน

ระบบปรบอากาศมักจะถูกออกแบบเพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในช่วงความสบายของผู้ที่อยู่ในอาคาร หรือที่เรียกว่า Comfort Zone คืออุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 °C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75% โดยทั่วไป

2.1.1.1 ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่มีการใช้งานในภาคอาคารธุรกิจมีการออกแบบอยู่หลายประเภท ดังนี้

2.1.1.1.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) เป็นระบบปรับอากาศขนาดเล็กโดยส่วนใหญ่ขนาดทำความเย็นจะไม่เกิน 40,000 บีทียูต่อชั่วโมง ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะแยกเป็น 2 ส่วนหลักคือส่วนของคอล์ยทำความเย็นที่เรียกว่า คอล์ยเย็น (Fan Coil Unit) ซึ่งจะติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศ และคอล์ยร้อน (Condensing Unit) ซึ่งจะมีเครื่องอัดสารทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Compressor) อยู่ภายในโดยจะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร ระหว่างชุดคอล์ยร้อนและคอล์ยเย็นจะมีท่อสารทำความเย็นทำหน้าที่เป็นถ่ายเทความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ

2.1.1.1.2 ระบบปรับอากาศแบบชุดหรือแพ็คเกจ (Package) เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก อาจมีจำนวนห้องที่จำเป็นต้องปรับอากาศหลายห้อง หลายโซน หรือหลายชั้น ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วย แผงคอลย์เย็น คอล์ยร้อน และเครื่องอัดสารทำความเย็น จะรวมอยู่ในชุดแพ็คเกจเดียวกันโดยมีท่อส่งลมเย็นและท่อลมกลับ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านในแล้วต่อผ่านทะลุออกมาตามผนังด้านนอกอาคาร แล้วต่อเชื่อมเข้ากับตัวเครื่องปรับอากาศแพ็คเกจ ซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านนอกอาคาร ท่อส่งลมเย็น (Supply Air Duct) ทำหน้าที่จ่ายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ และท่อลมกลับ (Return Air Duct) ทำหน้าที่นำลมเย็นที่ได้แลกเปลี่ยนความเย็นให้กบห้องปรับอากาศกลับมายังแผงทำความเย็นอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายปริมาณลมเย็น (Variable Air Volume, VAV) เพื่อควบคุมให้ปริมาณลมเย็นเหมาะสมกับภาระการทำความเย็นที่ต้องการโดยเฉพาะกรณีที่มีภาระลดลงโดยที่อุณหภูมิยังคงที่แต่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจที่ใช้งานมีให้เลือกหลายประเภทซึ่งมีข้อดีและข้อเสียของแต่ละประเภทแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น (Condenser) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air Cooled Air Conditioner) โดยปกติขนาดการทำความเย็นไม่เกิน 30 ตัน เหมาะสำหรับพื้นที่ปรับอากาศที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ติดตั้ง หรือระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่ระหว่าง 1.4-1.6 กิโลวัตต์ต่อตัน
- ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Water Cooled Air Conditioner) ใช้สำหรับระบบที่ต้องการขนาดการทำความเย็นมาก ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำดีกว่าระบายความร้อนด้วยอากาศโดยจะอยู่ประมาณ 1.2 กิโลวัตต์ต่อตัน

2.1.1.1.3 ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่บางครั้งเรียกว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศที่ขนาดใหญ่ มีจำนวนห้องที่จำเป็นต้องปรับอากาศหลายห้อง หลายโซน หรือหลายชั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้น้ำเป็นสารตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนหรือความเย็น โดยมีส่วนประกอบของระบบดังต่อไปนี้

2.1.1.1.3.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ถือว่าเป็นหัวใจของระบบปรับอากาศประเภทนี้ ในการออกแบบระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็นนี้ เครื่องทำน้ำเย็นจะทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่เข้าและออกจากเครื่องระเหย (Evaporator) ให้ได้ 12 °C และ 7 °C โดยมีอัตราการไหลของน้ำเย็นตามมาตรฐานการออกแบบของผู้ผลิตอยู่ที่ 2.4 แกลลอนต่อนาทีต่อตันความเย็น ภายในประกอบไปด้วยระบบทำน้ำเย็นโดยมีวัฏจักรการทำความเย็น ที่มีส่วนประกอบ 4 ส่วนคือ เครื่องระเหย (Evaporator) เครื่องอัดไอ (Compressor) เครื่องควบแน่น (Condenser) และวาล์วลดความดัน (Expansion Valve) สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้งานมีให้เลือกหลายประเภทซึ่งมีข้อดีและข้อเสียของแต่ละประเภทแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น (Condenser) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

- ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) โดยปกติขนาดการทำความเย็นไม่เกิน 500 ตัน เหมาะสำหรับพื้นที่ปรับอากาศที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ติดตั้ง หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่ระหว่าง 1.4-1.6 กิโลวัตต์ต่อตัน

- ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) ใช้สำหรับระบบที่ต้องการขนาดการทำความเย็นมาก ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำดีกว่าระบายความร้อนด้วยอากาศโดยจะอยู่ระหว่าง0.62-0.75 กิโลวัตต์ต่อตัน อย่างไรก็ตามเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำต้องมีการลงทุนที่สูงกว่า เนื่องจากต้องมีการติดตั้งหอระบายความร้อน(Cooling Tower) เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump)และยังต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อป้องกันการสึกกร่อนและตะกรันในระบบท่อและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอันเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นต่ำลง

ในส่วนของเครื่องระเหย (Evaporator) ที่ใช้งานกับเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 2 ประเภทนี้มีชนิดของเครื่องระเหยชนิดหลักๆ คือ

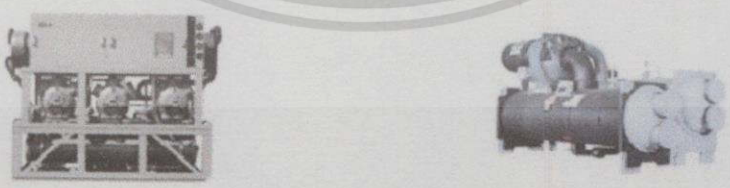
- Brazed Plate มักใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นขนาดต่ำกว่า 60 ตัน
- DX Shell and Tube โดยสารทำความเย็นไหลภายในท่อ (Tube) และน้ำอยู่โดยรอบ (Shell)
- Flooded Shell and Tube โดยสารทำความเย็นท่วมท่อ ส่วนน้ำจะไหลอยู่ภายในท่อ

และในส่วนของเครื่องอัดไอที่ใช้งานกับเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 2 ประเภทมีอยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับขนาดการทำความเย็นและลักษณะการใช้งานได้แก่

- เครื่องอัดไอชนิดลูกสูบ (Reciprocating type)
- เครื่องอัดไอแบบสกรู (Screw type)
- เครื่องอัดไอแบบอาศัยแรงเหวี่ยง (Centrifugal type)
- เครื่องอัดไอแบบสโครล์ (Scroll type)

แต่ละชนิดมีสมรรถนะแตกต่างกันโดยที่เครื่องอัดแบบแบบอาศัยแรงเหวี่ยงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นที่เท่ากัน

รูปที่ 2.1 เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) [2]



รูปที่ 2.2 เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.1.3.2 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สูบสารตัวกลางหรือน้ำจากเครื่องทำน้ำเย็นไปยังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเช่นเครื่องส่งลมเย็น (Air HandlingUnit) หรือคอล์ยเย็น (Fan Coil Unit)

2.1.1.1.3.3 ระบบส่งจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit) และท่อส่งลมเย็น (Air Duct System) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิอากาศภายนอก (Fresh Air) หรืออุณหภูมิอากาศไหลกลับ (Return Air) ให้อยู่ในระดับที่ควบคุมโดยอากาศจะถูกเป่าด้วยพัดลม (Blower) ผ่านแผงคอล์ยน้ำเย็น (Cooling Coil) ซึ่งจะมีวาล์วควบคุมปริมาณน้ำเย็นที่ส่งมาจากเครื่องทำน้ำเย็นด้วยเครื่องสูบน้ำเย็นตามความต้องการของภาระการทำความเย็น ณ.ขณะนั้น อากาศเย็นที่ไหลผ่านแผงคอล์ยเย็นจะไหลไปตามระบบท่อส่งลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ

2.1.1.1.3.4 คอล์ยร้อน (Condensing Unit) สำหรับระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือหอระบายความร้อน (Cooling Tower) สำหรับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นเพื่อเปลี่ยนสถานะสารทำความเย็นจากก๊าซไปเป็นของเหลว สำหรับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำโดยหอระบายความร้อนนั้นอุณหภูมิของน้ำที่ออกแบบไว้เมื่อเข้าและออกของเครื่องควบแน่นจะอยู่ที่ 32 ˚C และ 37˚C โดยมีอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนตามมาตรฐานการออกแบบของผู้ผลิตอยู่ที่ 3.0 แกลลอนต่อนาทีต่อตันความเย็น เนื่องจากน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็นต้องใช้เป็นปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องใช้ระบบน้ำหมุนเวียน และใช้หอระบายความร้อนเพื่อปรับอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำลงเพื่อสามารถนำกลับไปใช้ได้อีก ปริมาณจะสูญเสียไปประมาณ4-6 % ของปริมาณน้ำหมุนเวียน ซึ่งแบ่งเป็นน้ำ 2-3 % กระเด็นสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์น้ำอีก 2-3 % จะระเหยหายไป การระเหยของน้ำจะมากน้อยเพียงใดขึ้นกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศยิ่งต่ำเท่าใดเราจะยิ่งได้น้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำยิ่งขึ้น

2.1.1.2 การควบคุมการใช้งานในปัจจุบัน

พื้นที่ปรับอากาศ

- ตั้งค่าอุณหภูมิให้เหมาะสม ไม่เย็นจนเกินไป โดยทั่วไปอุณหภูมิใช้งานในห้องทำงานไม่ควรต่ำกว่า 24 ˚C
- หลีกเลี่ยงการใช้งานที่ไม่จำเป็น
- หลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงในพื้นที่ปรับอากาศ
- ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำเช่น เทอร์โมสตัท (Thermostat) เครื่องทำน้ำเย็น
- อุณหภูมิของน้ำเย็นเข้าและออกจากเครื่องทำน้ำเย็นไม่ควรต่างกันเกิน 7 ˚C ถ้าค่าออกแบบอยู่ที่ 5.5 ˚C
- ในช่วงที่ภาระการทำความเย็นลดลง ควรปรับอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องระเหย (Evaporator) สูงขึ้น 1-2 ˚C
- น้ำเย็นที่ออกจากเครื่องระเหย ควรมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัวของสารทำความเย็น (Refrigerant) ไม่เกิน 1.5 ˚C สำหรับเครื่องระเหยแบบ Flooded Shell and Tube และ 3˚C สำหรับเครื่องระเหยแบบ DX Shell and Tube หากผลต่างอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

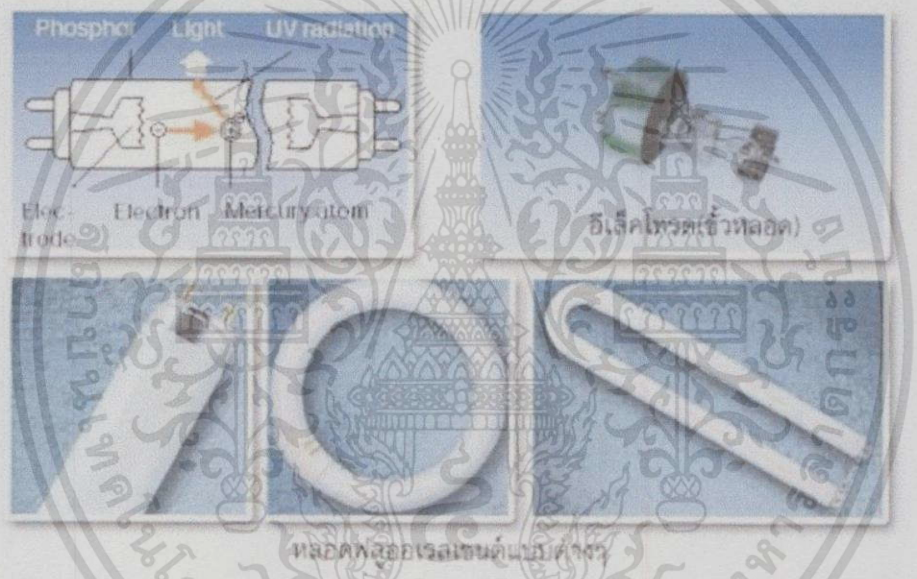
กว่านี้แสดงว่าเครื่องระเหย สกปรก ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเท
ความร้อนลดลง

2.1.2 ระบบแสงสว่าง

ระบบแสงสว่าง เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต ถ้านำระบบไฟฟ้าแสงสว่างมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานได้

2.1.2.1 ชนิดของอุปกรณ์ให้แสงสว่าง

2.1.2.1.1. หลอดไส้ ราคาถูก สีของแสงดี ติดตั้งง่าย ให้แสงสว่างทันทีเมื่อเปิด ประสิทธิภาพต่ำมาก อายุการใช้งานสั้น ไฟฟ้าที่ป้อนให้หลอดจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนกว่าร้อยละ 90 จึงไม่ประหยัดพลังงาน แต่เหมาะสมกับงานประเภทที่ต้องการหรี่แสง เช่น ห้องจัดเลี้ยงตามโรงแรม หรือใช้กับโคมระย้าที่ประกอบด้วยผลึกแก้วเพื่อเน้นความสวยงาม



รูปที่ 2.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์ [3]

2.1.2.1.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงและอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้หลอดฟลูออเรสเซนต์แท่งยาวที่ใช้แพร่หลายมีขนาด 36 วัตต์ แต่ก็ยังมีหลอดไฟประสิทธิภาพสูง (หลอดซุปเปอร์ลักซ์) ซึ่งมีราคาต่อหลอดแพงกว่าหลอดไฟ 36 วัตต์ธรรมดา แต่ให้ปริมาณแสงมากกว่าร้อยละ 20 ในขนาดการใช้ไฟฟ้าที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL) [3]

2.1.2.1.3. **หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (CFL)** หรือหลอดตะเกียบชนิดที่ให้สีของแสงออกมาเทียบเท่าร้อยละ 85 ของหลอดไส้ (ให้สีของแสงดีที่สุด) สำหรับใช้แทนหลอดไส้เพื่อช่วยระหยัดไฟ และอายุการใช้งานนานกว่า 8 เท่าของหลอดไส้ มี 2 ประเภท คือ แบบขั้วเกลียวและแบบขั้วเสียบ แต่ถ้าแบ่งตามลักษณะและการใช้งานหลอดจะมี 5 ชนิดดังนี้

1. **หลอด SL แบบขั้วเกลียว** มีบัลลาสในตัว มีขนาด 9, 13, 18 และ 25 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 75 ของหลอดไส้เหมาะกับสถานที่ที่ต้องเปิดไฟทิ้งไว้เป็นเวลานานๆ หรือ บริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก เช่น โคมไฟหัวเสาบริเวณทางเดินบันได เป็นต้น

2. **หลอดตะเกียบ 4 แท่ง ขั้วเกลียว** (หลอด PL*E/C) ขนาด 9, 11, 15 และ 20 วัตต์ มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัวเปิดติดทันที ไม่กะพริบ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้และยังสามารถใช้งานได้ในสถานที่อุณหภูมิถึง -20 ° C

3.**หลอดตะเกียบตัวยู 3 ขด** (หลอด PL*E/T) ขนาดกะทัดรัด 20 และ 23 วัตต์ ขจัดปัญหาหลอดยาวเกินโคมให้ความสว่างมากและสามารถใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ได้ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้

4.**หลอดตะเกียบขั้วเสียบ** (หลอด PLS) บัลลาสต์ภายนอกขนาด 7, 9 และ 11 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้

5.**หลอดตะเกียบ 4 แท่ง ขั้วเสียบ** (หลอด PLC) บัลลาสต์ภายนอก ขนาด 8,10,13,18 และ 26 วัตต์ ประหยัดไฟร้อยละ 80 ของหลอดไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 หลอดแสงจันทร์ [3]

2.1.2.1.4. **หลอดแสงจันทร์** ประสิทธิภาพแสงต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์เล็กน้อย แต่อายุการใช้งานนานกว่า จึงเหมาะสมกับการใช้เป็นไฟสนามตามสวนสาธารณะ แต่เมื่อใช้ไปนานๆคุณภาพแสงจะลดลง

รูปที่ 2.6 หลอดเมทัลฮาไลด์ [3]

2.1.2.1.5 **หลอดเมทัลฮาไลด์** ประสิทธิภาพสูง คุณภาพแสงดีแต่ต้องใช้เวลาอุ่นหลอดเมื่อเปิดเหมาะสำหรับการใช้ส่องสินค้าในห้างสรรพสินค้า

2.1.2.1.6. **หลอดโซเดียมความดันสูง** ประสิทธิภาพสูง แต่คุณภาพแสงไม่ดี มักใช้กับถนน คลังสินค้าไฟส่งบริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก พื้นที่นอกอาคาร

2.1.2.1.7. **หลอดโซเดียมความดันต่ำ** มีประสิทธิภาพสูงสุดแต่คุณภาพแสงเพี้ยนมาก เหมาะสมกับไฟถนนไฟรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 การควบคุมการใช้งานในปัจจุบัน

- ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน เป็นเวลานานกว่า 15 นาที จะช่วยประหยัดไฟ โดยไม่มีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของอุปกรณ์ เช่นช่วงพักเที่ยงของสำนักงานหรือของห้องเรียน ห้องน้ำ เป็นต้น

- เปิด – ปิดไฟโดยอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ตั้งเวลาหรือสั่งจากระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยป้องกันการลืมปิดไฟหลังเลิกงานหรือสั่งปิดไฟบริเวณระเบียงทางเดินในโรงงาน เป็นต้น

- ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เหมาะกับห้องประชุม ห้องเรียนและห้องทำงานส่วนตัว มี 2 ชนิด คือ อินฟราเรดและอัลตร้าโซนิกส์

2.1.3 การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้าคิดได้จากปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละเดือน พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดจะได้จากค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด ค่าพลังงานไฟฟ้าอ่านได้จากเครื่องวัดที่เรียกว่ามาตรกิโลวัตต์ชั่วโมง เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้พลังงานไฟฟ้าต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะทราบได้จากตัวเลขที่กำกับบนเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ระบุทั้งความต่างศักย์(v) และกำลังไฟฟ้า (w) หรือ ความถี่ (Hz) ของไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น

กำลังไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้งาน ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที หรือ วัตต์ (w)

การคำนวณหากำลังไฟฟ้า ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเวลา 1 วินาที ดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (จูล)}}{\text{เวลาที่ใช้ (วินาที)}}$$

หรือ พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 หลอดไฟฟ้าขนาด 60 w จำนวน 2 หลอด เปิดไว้นาน 3 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ หลอดไฟฟ้า 2 หลอด ใช้กำลังไฟฟ้า = 2 x 60

= 120 วัตต์

เวลาที่ใช้งาน = 3 x 60 x60

= 10,800 วินาที

พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

แทนค่า พลังงานไฟฟ้า = 120 x 10,800 จูล

= 1,296,000 จูล

นั่นคือ หลอดไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้า = 1,296,000 จูล

การวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านนิยมใช้หน่วยใหญ่กว่าจูล โดยใช้เป็น กิโลวัตต์ - ชั่วโมง หรือเรียกว่าหน่วย (Unit: ยูนิต)

พลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์- ชั่วโมง หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป 1,000 วัตต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง

หรือ พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 เปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า 2,000 วัตต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปกี่หน่วย และจะเสียเงินเท่าไร ถ้าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 2.5 บาท

วิธีทำ พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

กำลังไฟฟ้า = 2,000 วัตต์ = 2 กิโลวัตต์

เวลาที่ใช้ = 2 ชั่วโมง

แทนค่า พลังงานไฟฟ้า = 2 X 2 = 4 หน่วย

จะใช้พลังงานไฟฟ้าไป 4 หน่วย

ถ้าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 2.50 บาท จะเสียเงินค่าพลังงานไฟฟ้า = 4 X 2.50 = 10 บาท

กำลังไฟฟ้ามีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากผลคูณระหว่างความต่างศักย์ กับกระแสไฟฟ้าดังนี้

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = ความต่างศักย์ (โวลต์) X กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

หรือ $P = V I$

เมื่อกำหนดให้ P แทน กำลังไฟฟ้า มีหน่วย เป็น วัตต์ (w)

V แทน ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I แทน กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบจัดการพลังงาน

2.2.1 ส่วนประกอบของ HARD WARE

อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบหลักๆประกอบด้วย เครื่องมือวัดอุณหภูมิชนิด RTD Temperature Control และ PLC

2.2.1.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ชนิด RTD

อาร์ทีดี คือ ตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า " สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก " (Positive Temperature Coefficient ; PTC) นอกจากนี้อาร์ทีดียังมีชื่อเรียกได้อีกอย่างว่า "เทอร์โมมิเตอร์แบบค่าความต้านทาน" (Resistance Temperatures) **อาร์ทีดี** ค้นพบในปีเดียวกับที่ซีแบ็คค้นพบปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริก โดย Sir Humphry Day ซึ่งพบว่า ความต้านทานในโลหะจะมีผลตามค่าความร้อน อีก 50 ปีต่อมา Sir Willium Siemens ก็นำเอาแพลทินัมมาทำเป็นเทอร์โมมิเตอร์ และจัดให้เป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบปฐมภูมิที่มีความแน่นอนสูง ในความเป็นจริงค่าความต้านทานของอาร์ทีดีแบบแพลทินัม (PRTD) ที่ใช้กันในทุกวันนี้จะมีการกำหนดสเกลมาตรฐานจากจุดออกซิเจน (-182.96^0 C) ถึงจุดแอนติโมนี (630.74^0 C) โดย IPTS เราพบว่าความนำ (conductivity) ของโลหะใดๆ จะเป็นฟังก์ชันกับค่าของอุณหภูมิ ในทางกลับกันค่าความต้านทานจำเพาะ (resistivity) ซึ่งเป็นส่วนกลับของความนำ ก็จะเปลี่ยนแปลงเกือบเป็นเชิงเส้นกับอุณหภูมิในย่านอุณหภูมิห้อง เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง และเงิน จะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 0.4% เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเคลวิล

ชนิดของอาร์ทีดี (Type of RTD)

แพลทินัม เป็นแบบที่นิยมใช้มากที่สุด เขียนบอกไว้เป็น PT ได้แก่ PT-10, PT-100, PT-1000 ความสามารถในการทำซ้ำสูง แต่ความไวต่ำ ราคาแพงมากเมื่อเทียบกับนิกเกิลซึ่งมี ความสามารถในการทำซ้ำน้อย แต่มีความไวมากกว่า และราคาถูกกว่า ทองคำและเงิน ธาตุทั้งสองมีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำทังสเตนมีค่าความต้านทานจำเพาะสัมพัทธ์สูง มักใช้กับการวัดอุณหภูมิที่มีค่าสูง เพราะ หากใช้ที่อุณหภูมิปกติจะมีความเปราะและยากต่อการใช้งานนิกเกิล ใช้กับย่านวัดอุณหภูมิสูงๆ มีความเป็นเชิงเส้นต่ำ ทำให้เกิดค่าดริฟต์ (drift) กับเวลา นอกจากนี้ยังมีวัสดุชนิดอื่นๆ ที่ใช้ทำอาร์ทีดี ได้แก่ เหล็ก เป็นต้น

คุณลักษณะของอาร์ทีดี (Characteristic of RTD)

1. ความไว (Sensitivity) ความไวของอาร์ทีดีหาได้จากค่าของ พบว่าแพลทินัมจะมีค่า = 0.00385 / ^{0}C (ประมาณ 0.004/^{0}C) ดังนั้น สำหรับแพลทินัมอาร์ทีดีแบบ 100 จึงเปลี่ยนค่าความต้านทานไปเพียง 0.4 เท่านั้น หากอุณหภูมิเปลี่ยนไป 100^{0}C

2. ผลตอบสนองต่อเวลา (Response Time) เวลาในการตอบสนองของอาร์ทีดีเกิดจากการนำความร้อน โดยทั่วไปเวลาคงที่จะกำหนดโดยสภาวะอากาศอิสระ (หรือสภาวะใดๆ ที่สมมูลกัน) หากว่าหากมันอยู่ในฝักป้องกัน (sheath) มันจะสัมผัสความร้อนได้ไม่ดีจึงทำให้ได้ผลตอบสนองต่อเวลาช้า

3. โครงสร้าง (Construction) แน่นอนว่าอาร์ทีดีที่มีความยาวของสายมาก จะทำให้ความต้านทานเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิมาก

4. การปรับสภาพสัญญาณ (Sine Conditioning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าคงที่ในการสูญเสีย (Dissipation Constant)

6. ย่านการใช้งาน (Range) ย่านประสิทธิผลการใช้งานของอาร์ทีดีจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นอุปกรณ์แอกทีฟ พบว่า อาร์ทีดีแบบแพลทินัมจะมีย่านใช้งานจาก -100^{0}C ถึง 650^{0}C ในขฯะที่อาร์ทีดีที่ทำจากนิกเกิลจะมีช่วงใช้งานจาก -180^{0}C ถึง 300^{0}C

ข้อควรจำในการวัดอุณหภูมิโดยใช้อาร์ทีดี คือ

- ต้องมีการชีลด์สายและเดินสายบิดเกลียวเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน
- อาร์ทีดีมีความเปราะบาง จึงต้องป้องกันและระวังการใช้งาน
- เนื่องจากที่อาร์ทีดีไม่สามารถกำเนิดพลังได้เหมือนกับเทอร์โมคัปเปิล จึงทำให้มีกระแสไหลผ่านและเกิดผลของความร้อนจูล (I^2R) กับตัวมันเอง

2.2.1.2 Temperature Control

โดยส่วนใหญ่การควบคุมในอุตสาหกรรมการผลิตจะแบ่งเป็นการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) กับการควบคุมแบบซีเควนซ์ (Sequence Control) แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะที่เป็นแบบป้อนกลับเท่านั้น และเป็นกระบวนการป้อนกลับที่ควบคุมด้วยตัวพีไอดี ซึ่งมีฟังก์ชั่นการถ่ายโอน คือ

$$G_c(S) = K_c\,[1+ (1/T_iS) + T_dS\,]$$

โดยที่ K_c คือ อัตราขยายของตัวควบคุม

T_i คือ ค่า Integral or Reset Time (วินาที)

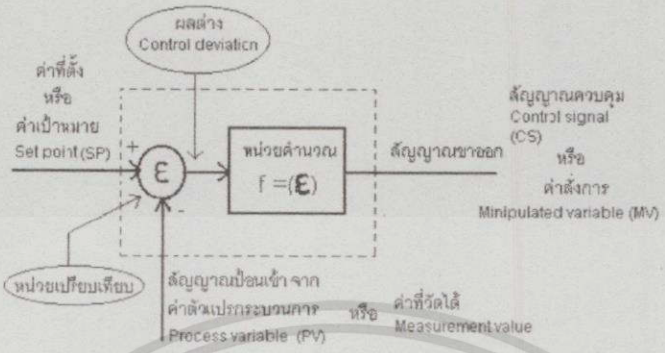
T_d คือ ค่า Derivative or Rate Time (วินาที)

ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี ทั้ง 3 ค่านี้ จะใช้สำหรับปรับให้กับตัวควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการให้มีผลตอบสนองเป็นไปตามต้องการ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสัญญาณควบคุมหรือตัวแปรปรับกระบวนการ (MV) ที่ได้จากตัวควบคุมพีไอดี จะถูกกำหนดด้วยความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณขาเข้าตัวควบคุมหรือตัวแปรกระบวนการ (PV) กับสัญญาณอ้างอิงหรือค่าเป้าหมาย (SP) โดยที่ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ของการควบคุมที่พนักงานหรือผู้ควบคุมได้ปรับแต่งไว้ล่วงหน้า (คือการปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ Kc, Ti และ Td ของตัวควบคุมพีไอดี นั่นเอง)

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างตัวควบคุม PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวควบคุม (Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมแบบ กระบวนการ (Process Control System) มีโครงสร้างตามรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างพื้นฐานของตัวควบคุม

จากรูปที่ 2.8 ตัวควบคุมจะรับสัญญาณ ค่าที่วัดได้หรือค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับ ค่าเป้าหมาย (SP) ที่หน่วยเปรียบเทียบ จะได้เป็นสัญญาณ ค่าผลต่าง ส่งต่อให้หน่วยคำนวณคำนวณตามคุณลักษณะที่กำหนด สุดท้ายได้สัญญาณควบคุม (CS) หรือค่าสั่งการ (MV) ออกเป็นสัญญาณเอาท์พุต (output) เพื่อใช้งานต่อไป

ความสัมพันธ์ของค่าผลต่าง (Control Deviation หรือ Error) กับ สัญญาณควบคุมที่ขาออก (Control Signal) ซึ่งเรียกว่า Control Action จะมี 4 แบบหลักคือ

1. ON – OFF Action
2. Proportional Action (P Action)
3. Integral หรือ Reset Action (I action)
4. Derivative Action (D Action)

การควบคุมจะใช้ แบบเดียว หรือหลายแบบผสมกัน เช่น On-OFF, P, PI, PD และ PID เป็นต้น ในทางปฏิบัติมักพบตัวควบคุมที่ออกแบบให้มี Control Action ทุกแบบรวมไว้ในตัวเดียวกันเรียกว่า PID Controller เพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้ได้ตามความต้องการ

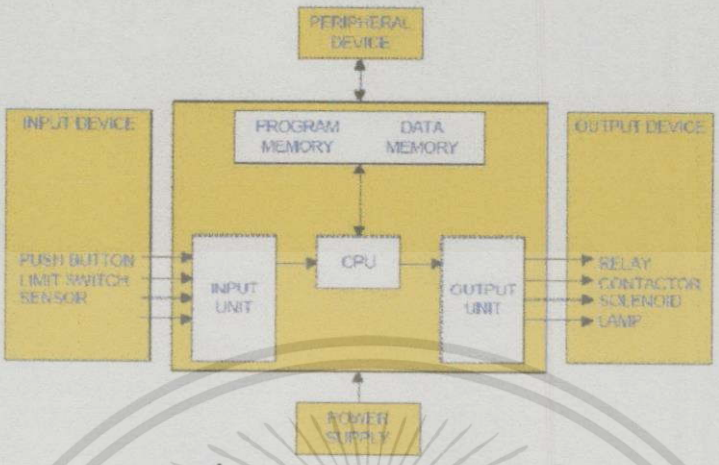
2.2.1.3 พีแอลซี

พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถจะโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างโดยทั่วไปของพีแอลซี

ลักษณะโครงสร้างภายในของพีแอลซี ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของพีแอลซี [4]

ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซี ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ตัวประมวลจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของrพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

หน่วยอินพุต (Input Unit) ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

หน่วยเอาต์พุตหน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Output Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น

แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/ เอาท์พุท อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Soft ware

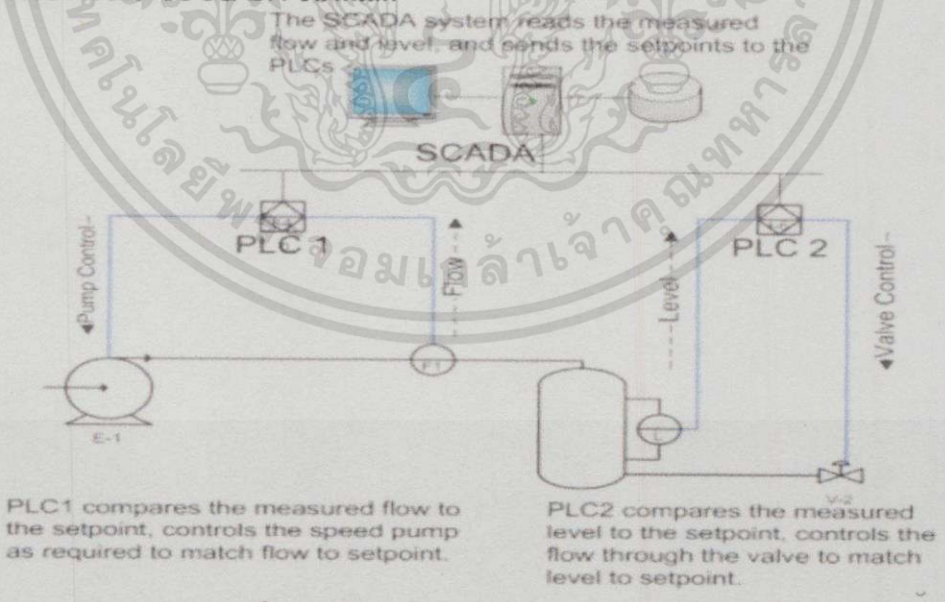
ระบบ SCADA ของระบบจัดการจะถูกออกแบบมาเพื่อแสดงและบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมดภายในอาคาร โดยจะสามารถตั้งค่ารวมถึงกำหนดค่าต่างๆในการควบคุมจัดการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในระบบด้วยระบบ SCADA

- SCADA หรือในยุโรปเรียก Human-machine Interface (HMI)
- เป็นระบบควบคุมขนาดใหญ่ ที่มีการรายงานข้อมูลผ่านศูนย์กลาง
- ข้อมูลจะถูกแสดงผลทาง monitor ศูนย์กลาง
- ระบบ SCADA เป็นได้ทั้งระบบที่มีการควบคุมโดยอัตโนมัติ หรือควบคุมโดยผ่านการตัดสินใจจากผู้เชี่ยวชาญ หรือทั้งสองอย่างควบคู่กันไป

ลักษณะของระบบ SCADA

- ศูนย์กลางจะเป็นผู้ควบคุม
- โดยทำการควบคุมผ่านเครือข่ายของการสื่อสาร เช่นผ่านสาย, ผ่านโครงข่ายหรือผ่านดาวเทียม
- สัญญาณควบคุมจะถูกส่งผ่านไปยัง site นั้นๆ และผ่านไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมเช่น Remote Terminal Unit (RTU) หรือ Programmable Logic Control (PLC) หรืออุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติแบบอื่น
- อุปกรณ์ควบคุมเหล่านี้ จะไปควบคุมการทำงานของระบบที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ เช่นควบคุมความเร็วของปั๊มน้ำในการสูบน้ำเข้าแทงค์ รวมทั้งรายงานผลระดับน้ำที่อยู่ในแทงค์ด้วย ดังรูป ผลจากการควบคุมจะถูกรายงานผ่านเครือข่ายของการสื่อสารและกลับไปแสดงผลที่ Monitor ของศูนย์กลาง เพื่อทำการประมวลผลและสั่งงานในขั้นตอนต่อไป

ตัวอย่างของระบบ SCADA ขนาดเล็ก



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างของระบบ SCADA ขนาดเล็ก [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดของระบบ SCADA

- SCADA โดยทั่วไปจะหมายถึงระบบควบคุมที่มีการรายงานผลและทำการควบคุมโดยศูนย์กลาง
- ส่วนควบคุมใน site จะใช้อุปกรณ์ที่มีการควบคุมโดยอัตโนมัตินั่นก็คือ RTU และ PLC
- ฟังก์ชันในในการควบคุมจะถูกกำหนดโดย supervisory level capability
- ระบบ SCADA จะประกอบไปด้วยฐานข้อมูลที่มาจากหลายๆ แหล่ง (เรียกว่า point) โดยแต่ละแหล่งอาจมาจากแต่ละ site ที่อยู่กระจัดกระจายกันไป
- Hard point หมายถึง อินพุตหรือเอาต์พุตที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบ
- Soft point หมายถึง ผลของ logic หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้กับ hard และ soft point

Human Machine Interface (HMI)

- HMI/SCADA เกิดมาจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่
- ในขณะที่ PLC มีการควบคุมขบวนการโดยอัตโนมัติและอยู่กระจัดกระจายกันไป ยากที่จะนำข้อมูลแต่ละส่วนมาประมวลผลร่วมกันด้วยการเก็บข้อมูลแบบ manual
- HMI/SCADA จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน และสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญ

Hard ware

- Hard ware ที่ใช้กับระบบ SCADA ที่นิยมใช้ประกอบไปด้วย RTUs และ PLCs
- โดยทั้ง RTUs และ PLCs จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาหรือทำงานตามขบวนการโดยอัตโนมัติ
- Hard ware ที่ใช้กับระบบ SCADA จะยอมให้วิศวกร ทำการออกแบบระบบ, ขบวนการทำงานใหม่ๆหรือแก้ไขขบวนการทำงาน ด้วยการโปรแกรมบน RTUs และ PLCs

System Component

System Component ของระบบ SCADA ประกอบไปด้วย

- Multiple Remote Terminal Unit โดยที่รู้จักทั่วไปคือ RTU
- Master Station และ HMI computer
- Communication Infrastructure

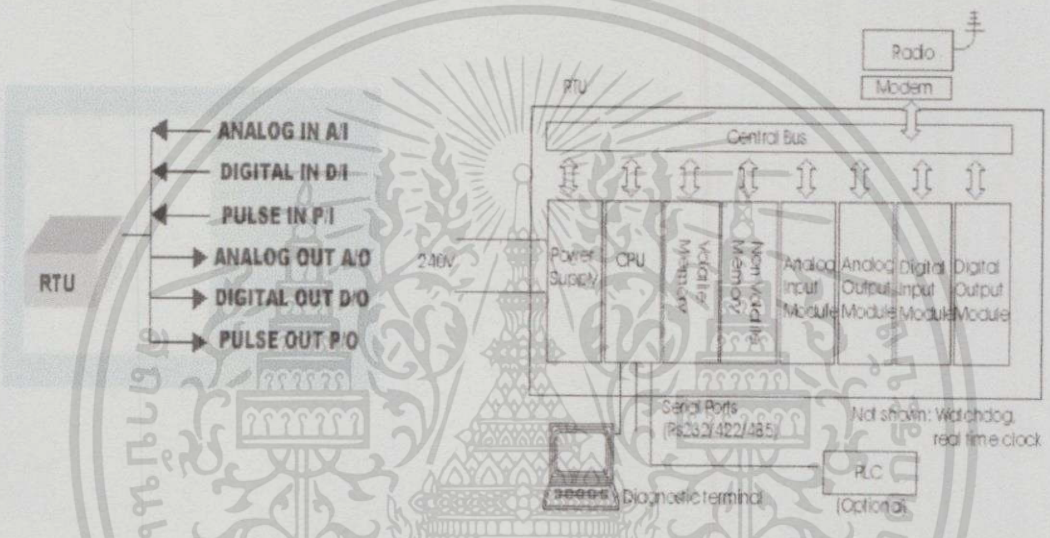
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Remote Terminal Unit (RTU)

RTU จะทำการเชื่อมต่อในชั้น physical กับอุปกรณ์

- RTU จะทำการอ่านสถานะของข้อมูล เช่นสถานการณ์เปิด/ปิดจากสวิตช์ หรือทำการอ่านค่า เช่น อ่านค่าระดับแรงดัน, การไหลของน้ำ, แรงดันหรือกระแส
- RTU สามารถส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์เพื่อทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ เช่น ควบคุมการเปิด/ปิดสวิตช์ควบคุมการไหลของน้ำ ควบคุมความเร็วของปั๊ม

Remote Terminal Unit

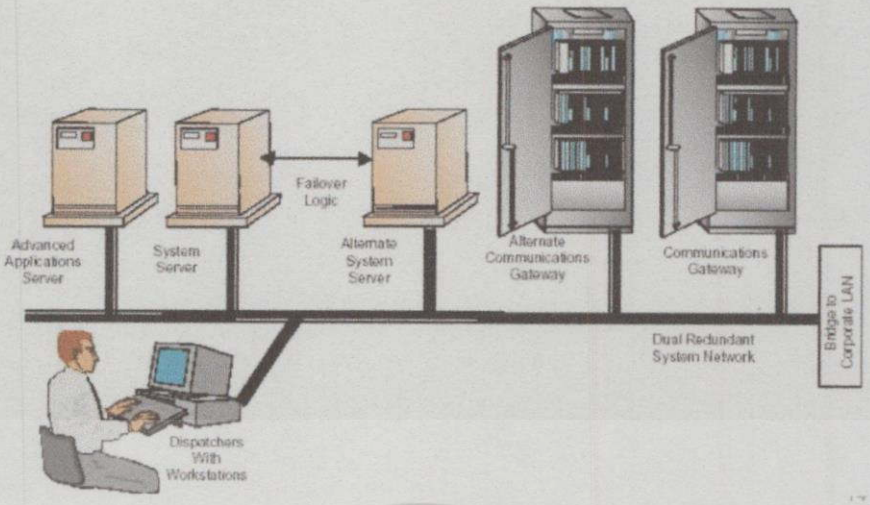


รูปที่ 2.11 Remote Terminal Unit [4]

Master Station

- Master Station จะหมายถึง server และ software สำหรับติดต่อสื่อสารกับ RTU และ PLC
- HMI software จะรันบน workstation ในห้องควบคุม
- สำหรับระบบ SCADA ขนาดเล็ก ส่วนของ Master Station จะประกอบไปด้วย PC เพียงแค่ตัวเดียว
- สำหรับระบบ SCADA ขนาดใหญ่ ส่วนของ Master Station จะประกอบไปด้วย server หลายๆ ตัวและมี software มากมากหลายชนิดที่ถูกใช้งาน
- การทำงานของระบบ SCADA จะมีการแสดงผลผ่าน monitor แบบ real time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 Master Station [4]

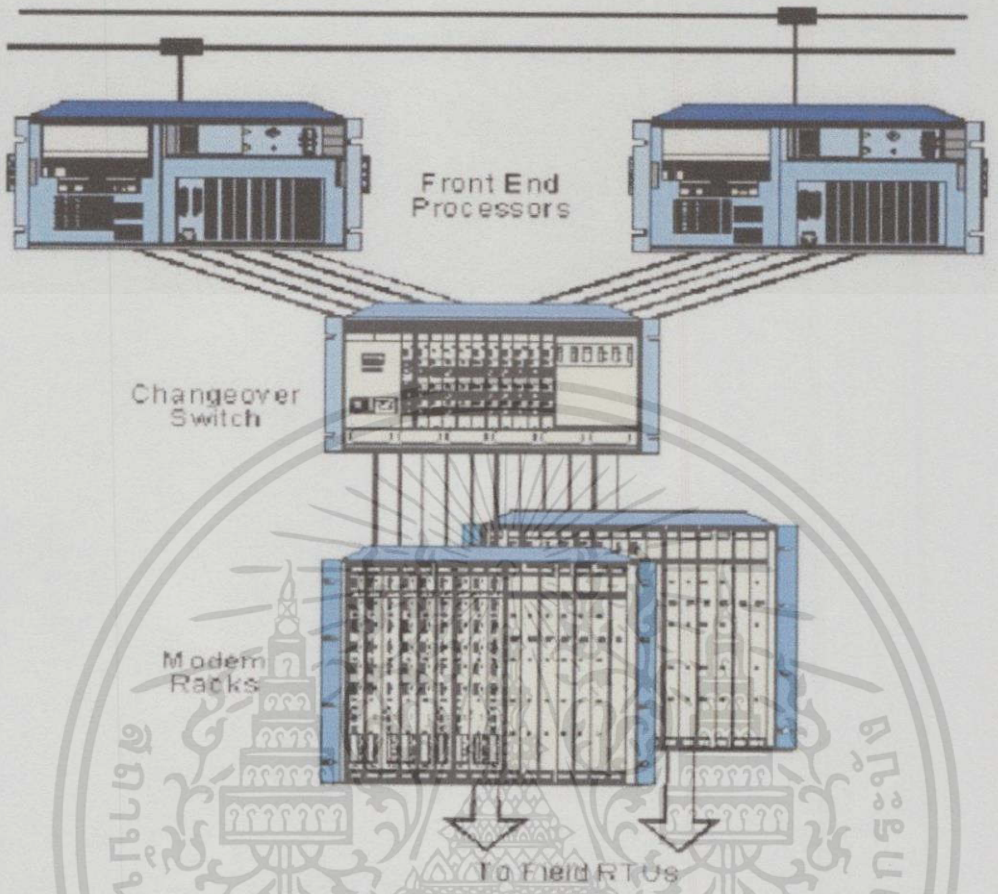
Master Station

Operational Philosophy

- ในปัจจุบันการทำงานทั้งในส่วนของ Master station และ RTU ต้องการให้มีส่วนของ safety ประกอบอยู่ด้วย
- โดยในส่วน software ของ master station จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับข้อมูลเดิม ก่อนที่จะแสดงผล
- ระบบ SCADA จะมีระบบควบคุมและตรวจสอบสำหรับป้องกันการทำงานผิดพลาดหรือระบบหยุดทำงาน โดยถ้าส่วนไหนทำงานผิดพลาดหรือหยุดทำงาน ระบบตรวจสอบก็จะรายงานผลไปยังห้องควบคุมว่าจุดนั้นเกิดข้อบกพร่องขึ้นมา รวมทั้งมีการติดตั้งระบบสำรอง สำหรับกรณีที่ระบบจริงไม่สามารถทำงานได้ในขณะนั้น ห้องควบคุมก็จะสั่งงานให้ระบบสำรองทำงานแทนทันที โดยที่ห้องควบคุมการทำงานอาจเป็นการควบคุมโดยอัตโนมัติ หรือผ่านการสั่งการจากผู้เชี่ยวชาญ

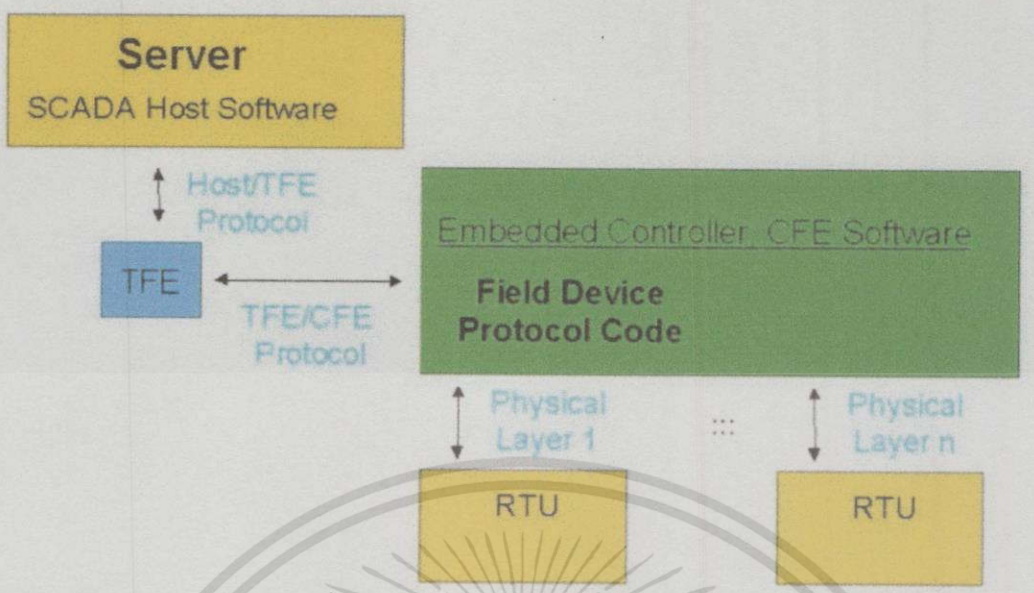
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Front End Processor



รูปที่ 2.13 Front End Processor [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



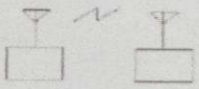
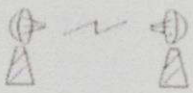
รูปที่ 2.14 Communication Infrastructure [4]

Communication Infrastructure

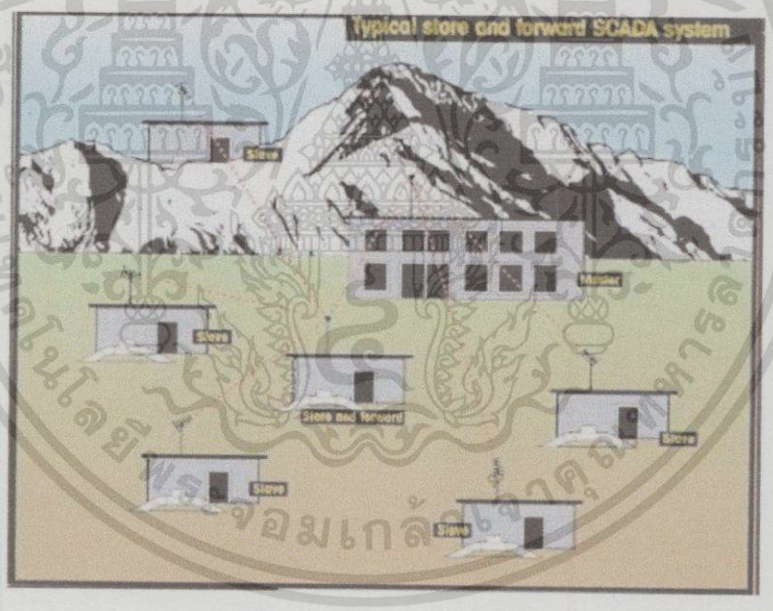
- SCADA Systems จะมีการติดต่อสื่อสารผ่านตัวกลางหลากหลายรูปแบบ เช่น คลื่นวิทยุ, ผ่านสายโดยตรง, โมเด็ม,Ethernet และ IP โดย SONET ซึ่งจะใช้กับ site ที่มีขนาดใหญ่ เช่นรถไฟและ power station
- Communication Infrastructure ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและสิ่งอำนวยความสะดวกที่รองรับในแต่ละ site
- protocol ที่ใช้สำหรับควบคุมการติดต่อสื่อสาร จะต้องออกแบบให้กะทัดรัด โดย protocol ที่มีใช้ประกอบไปด้วย Modbus, RP-570 และ Conitel โดยมีมาตรฐานประกอบไปด้วย IEC 60870-5-101 หรือ 104 และในปัจจุบัน protocol จะมีการบรรจุ TCP/IP ร่วมด้วย 19Telecommunicat

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Telecommunication

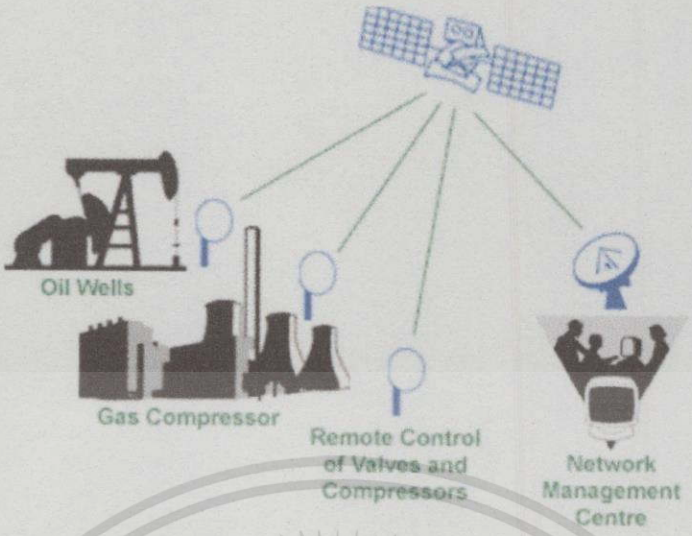
Type		Description
VHF/UHF Radio		VHF/UHF radio is a high-frequency electromagnetic wave transmission. Radio transmitters generate the signal, and a special antenna receives it.
Microwave Radio		Microwave radio is a high-frequency (GHz), terrestrial radio transmission and reception medium that uses parabolic dishes as antennas. The dishes are usually mounted on towers or on tops of tall buildings, since this is a line-of-sight technology.
Geosynchronous Satellite		Geosynchronous satellites use a high-frequency (GHz) radio transmission to route transmissions between sites. The satellite's orbit is synchronous with the earth's orbit so the satellite remains in the same position with respect to the earth. Satellites receive signals from and send signals to parabolic dish antennas.

Typical Installation

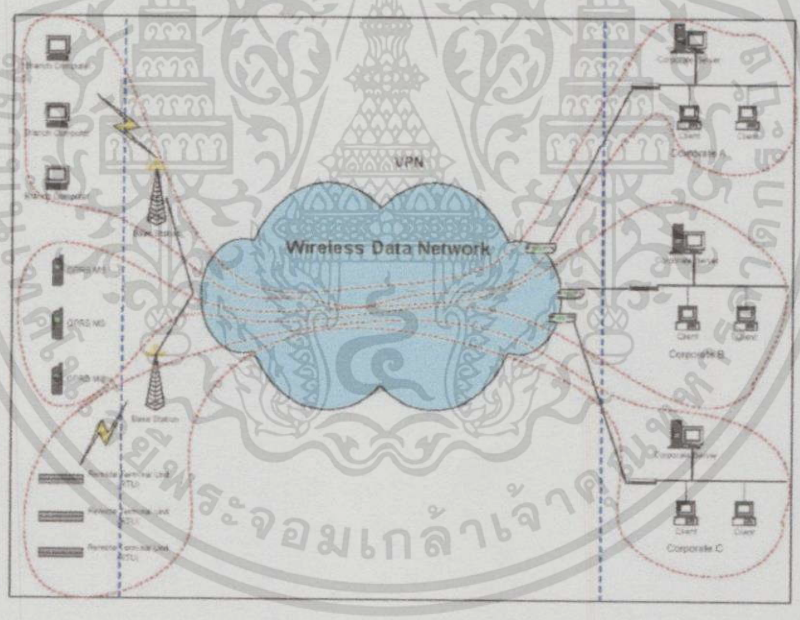


รูปที่ 2.15 Typical Installation [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

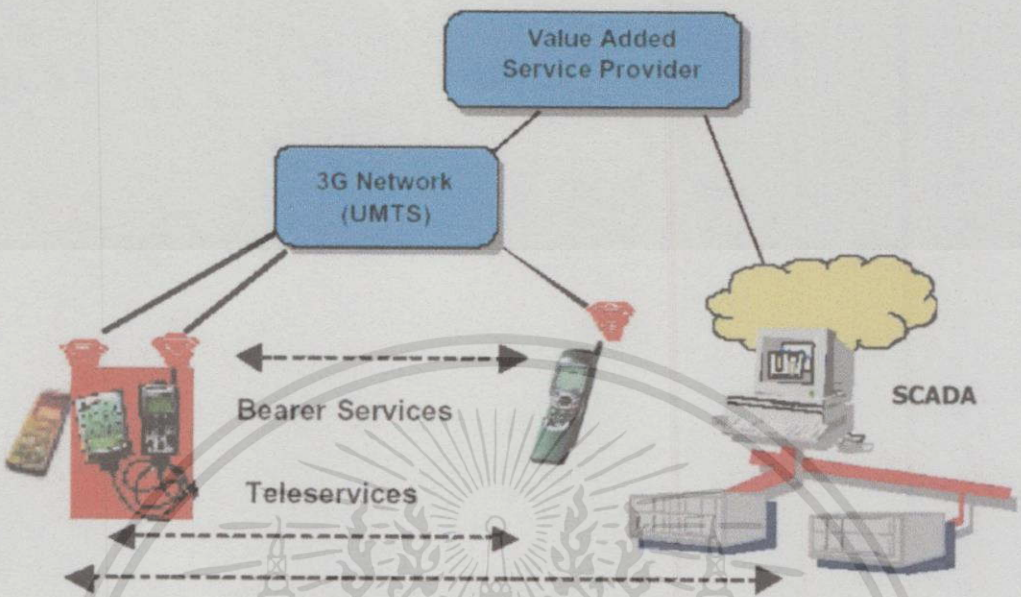


รูปที่ 2.16 Satellite SCADA System [4]



รูปที่ 2.17 General Package Radio Service (GPRS) [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 Mobile SCADA [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการดำเนินการ

ในส่วนของการออกแบบและการดำเนินงานนี้ ผู้จัดทำได้เริ่มรวบรวมและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินการออกแบบและจัดทำโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากอาคารที่ติดตั้งระบบ
2. ออกแบบ ระบบทาง hard ware
3. ออกแบบระบบทาง soft ware
4. ติดตั้งและทดสอบการทำงานของระบบ
5. จัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบ

จากการรวบรวมข้อมูลของอาคารสำนักงานเพื่อที่จะนำมาทำระบบโดยเก็บข้อมูลของอาคารสำนักงานทั้งหมดตามตารางดังนี้

ROOM	Floor	Type	AIR	Meter	Temp			Module		
Room 101	1	C	7	10	11	102	103	15	16	17
Room 102	1	A	2	20	21			25		
Room 103	1	B	5	30	31	302		35	36	
Room 104	1	A	1	40	41			45		
Room 105	1	A	2	50	51			55		
Room 200	2	A	2	60	61			65		
Room 201	2	A	3	70	71			75		
Room 202	2	A	1	80	81			85		
Room 203	2	A	2	90	91			95		
Room 204	2	B	6	100	101	102		105	106	
Room 205	2	A	3	110	111			115		
Room 300	3	A	1	120	121			125		
Room 301	3	A	3	130	131			135		
Room 302	3	B	4	140	141	142		145	146	
Room 303	3	B	4	150	151	152		155	156	
รวมแอร์			46							

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บรวบรวมข้อมูลในอาคารสำนักงาน

จากตารางที่ 3.1 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ภายในอาคารสำนักงาน โดยมีทั้งหมด 3 ชั้น 15 ห้อง มีเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 46 เครื่อง เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดแบบตั้งแขวน ขนาด 22,800 บีทียูแอร์ โดยแบ่งเป็น 3 types ตามจำนวนของเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Type A จะควบคุมเครื่องปรับอากาศจำนวนไม่เกิน 3 เครื่อง มี Temperature control 1 เครื่อง โมดุล 1 ตัว

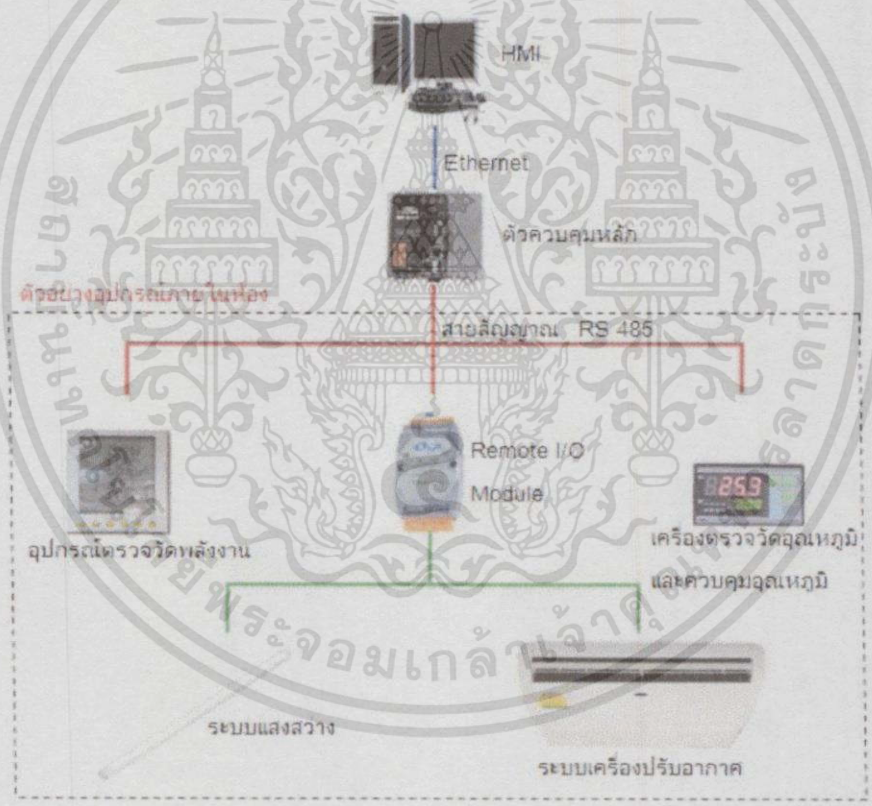
2. Type B จะควบคุมเครื่องปรับอากาศจำนวนไม่เกิน 3 เครื่อง มี Temperature control 2 เครื่อง โมดุล 2 ตัว

3. Type C จะควบคุมเครื่องปรับอากาศจำนวนไม่เกิน 3 เครื่อง มี Temperature control 3 เครื่อง โมดุล 3 ตัว

แต่ล่ะห้องจะมีตู้ควบคุมที่ติดตั้ง Meter, Temperature controlและ Module ไว้ทุกห้อง รวม 15 ตู้ รวมตู้ควบคุมหลักอีก 1 ตู้ เป็น 16 ตู้

3.2 ออกแบบ ระบบทาง hard ware

3.2.1 Network Diagram



รูปที่ 3.1 แบบ Network Diagram

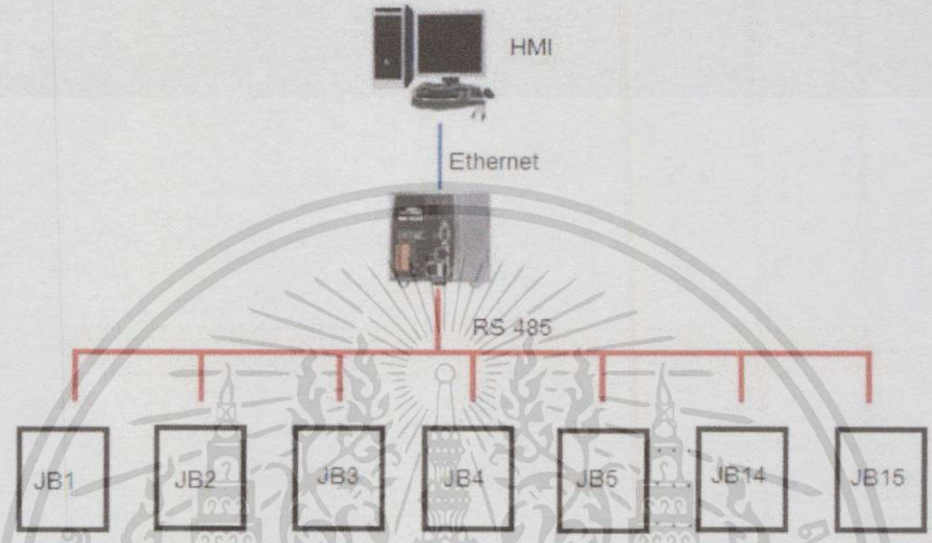
จากรูปที่ 3.1 แบบ Network Diagram แสดงการเชื่อมต่อของระบบระหว่าง อุปกรณ์ระดับฟิลด์กับห้องควบคุม โดยใช้สายสัญญาณการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เป็นชนิด RS 485 โดยในส่วนของห้องควบคุมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยส่วนของ HMI ซึ่ง HMI จะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการควบคุม ดูค่าของระบบ รวมถึงการแจ้งเตือนของระบบด้วย

3.2.2 ระบบควบคุม

Hard ware ในส่วนของระบบควบคุมประกอบด้วย ตู้ควบคุมหลัก และ ตู้ควบคุมรอง



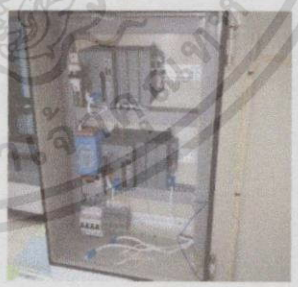
รูปที่ 3.2 การเชื่อมต่อระหว่างตู้ควบคุมหลักและตู้ควบคุมรอง

จากรูปที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อของตัวคุมคุมหลักและตู้ควบคุมรองทั้งหมดภายในระบบโดยตู้ควบคุมหลักจะอยู่ภายในห้องควบคุมและตู้ควบคุมรองจะอยู่ในห้องทำงานของผู้ใช้

ตู้ควบคุมหลัก

ภายในตู้ควบคุมหลัก จะประกอบด้วย

1. เบรกเกอร์
2. พีแอลซี
3. รีพีทเตอร์



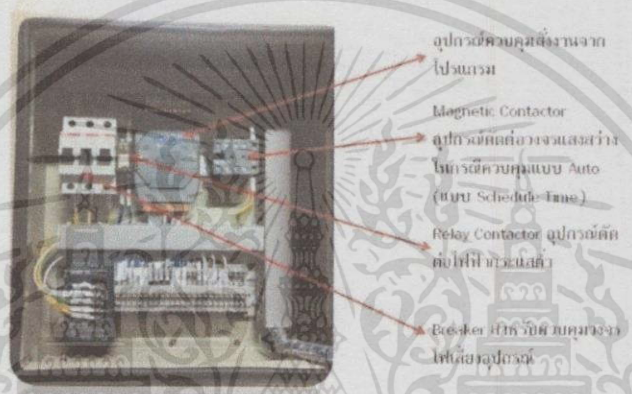
รูปที่ 3.3 ตู้ควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตู้ควบคุมรอง

ตู้ควบคุมคุมรองจะมี 3 type คือ type A, type B และ type C โดย type A จะสามารถควบคุมเครื่องปรับอากาศสูงสุด 3 ตัว type B 4 ตัวขึ้นไปแต่ไม่เกิน 6 ตัว และ type C 7 ตัวขึ้นไปแต่ไม่เกิน 9 ตัว ซึ่งภายในตู้ควบคุมรองจะประกอบด้วย

1. Remote I/O อุปกรณ์ควบคุมสั่งงานจากโปรแกรม
2. Magnetic Contactor อุปกรณ์ตัดต่อวงจรแสงสว่างในกรณีควบคุมแบบ Auto (แบบ Schedule Time)
3. Relay Contactor อุปกรณ์ตัดต่อไฟฟ้ากระแสต่ำ
4. Breaker สำหรับควบคุมวงจรไฟเลี้ยงอุปกรณ์



รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมรอง

รูปที่ 3.5 ตู้ Type A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ตู้ Type B

รูปที่ 3.7 ตู้ Type C

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ในระบบนี้จะเลือกเป็น ชนิด RTD โดยจะติดตั้งภายในห้องโดยเลือกตำแหน่งการติดตั้งตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ออกแบบระบบทาง soft ware

ในการออกแบบระบบ SCADA ผู้จัดทำได้นำข้อมูลที่ศึกษามาทั้งหมด รวบรวมว่าต้องการอะไรบ้างแล้วจึงเริ่มออกแบบ HMI ที่ใช้ในการแสดงผลและควบคุมของระบบ โดยมีรูปแบบดังนี้

3.3.1 หน้าเริ่มต้น

รูปที่ 3.8 หน้าเริ่มต้น

รูปที่ 3.8 หน้านี้จะเป็นหน้าเริ่มต้น เมื่อเข้ามาในโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมจะเห็นหน้านี้เป็นอันดับแรก โดยจะมีรายละเอียดดังนี้

ปุ่มภาพรวม มีไว้สำหรับการเข้าไปดูค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด รวมถึงกราฟแสดงการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

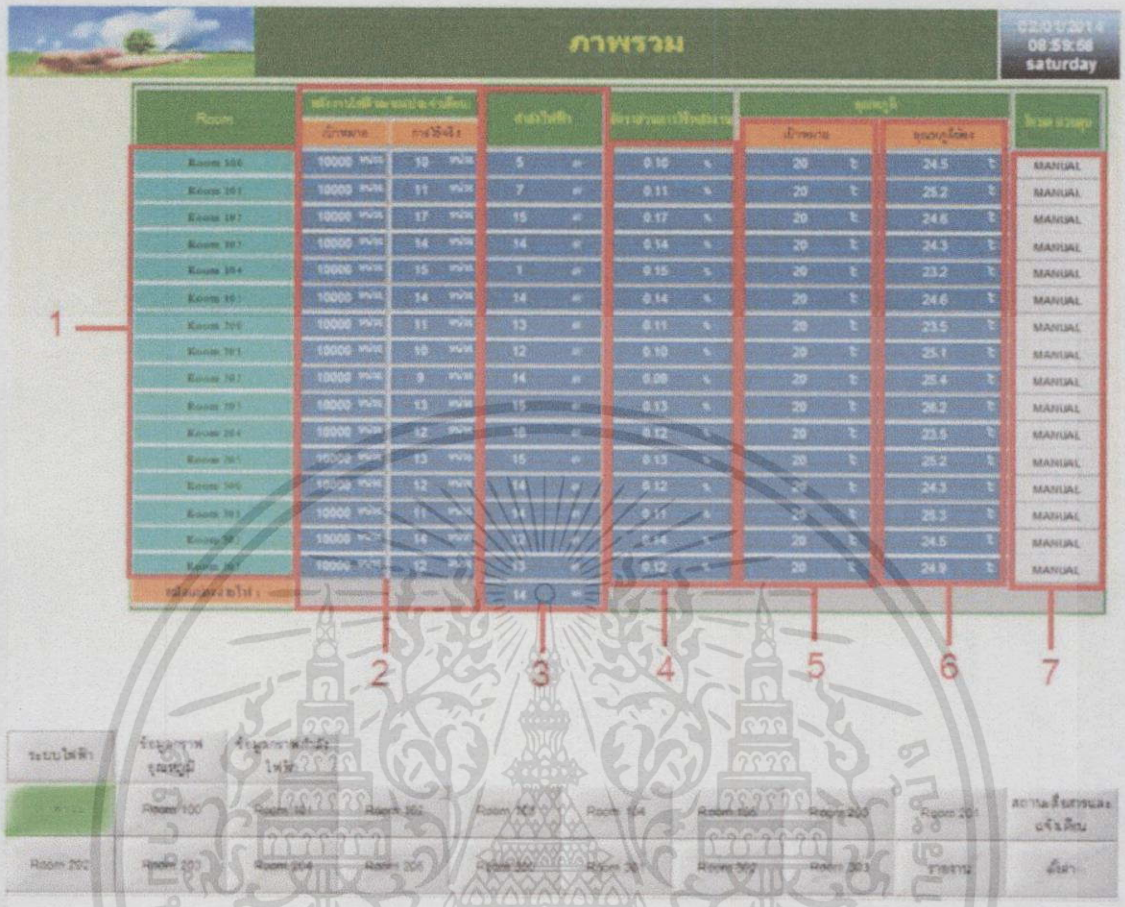
ปุ่มเลือกห้อง มีไว้สำหรับเข้าไปดูข้อมูลการใช้งานภาพแสดงการจำลองการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ปุ่มตั้งค่า มีไว้สำหรับตั้งค่าการทำงานของระบบ โดยจะสามารถกำหนดรูปแบบที่ใช้งานได้ที่ปุ่มนี้

ปุ่มสถานะแจ้งเตือน มีไว้สำหรับดูสถานการณ์ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 หน้าภาพรวม



รูปที่ 3. 9 หน้าภาพรวม

รูปที่ 3.9 หน้าภาพรวม หน้านี้จะแสดงการใช้พลังงาน แสดงค่าสะสมโดยรวมของแต่ละห้อง รวมถึงแสดงโหมด และอุณหภูมิ ของแต่ละห้องซึ่งจะแสดงรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 เป็นส่วนแสดงรายชื่อห้องก็คือรายชื่อห้องทั้งหมดที่ระบบควบคุมอยู่

หมายเลข 2 เป็นส่วนที่แสดงค่าการใช้งานสะสมประจำเดือนของแต่ละห้อง

หมายเลข 3 เป็นส่วนแสดงค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของแต่ละห้อง

หมายเลข 4 อัตราส่วนการใช้พลังงาน ก็คืออัตราส่วนระหว่าง พลังงานไฟฟ้าสะสมประจำเดือนที่ใช้งานจริง/พลังงานไฟฟ้าสะสมเป้าหมาย

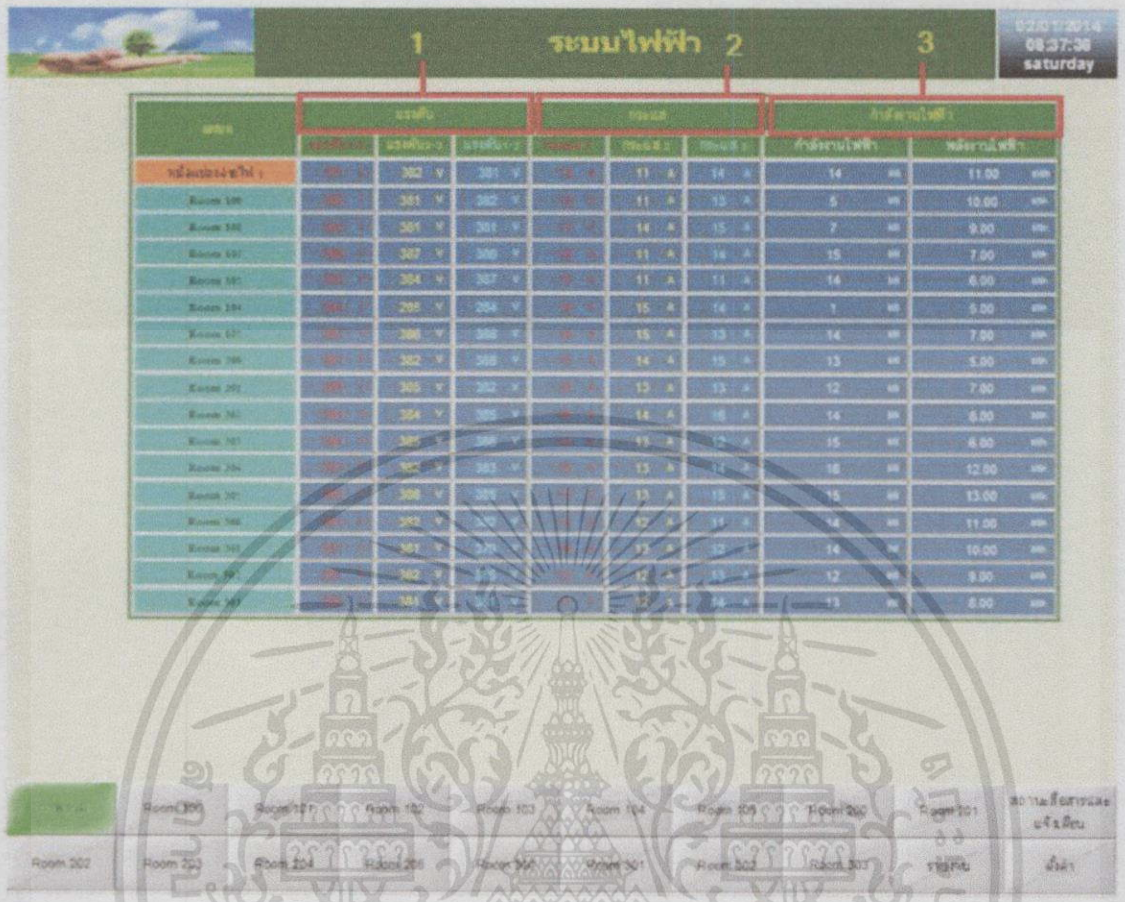
หมายเลข 5 เป็นส่วนของอุณหภูมิเป้าหมาย โดยส่วนนี้จะแสดงค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ของผู้ใช้งาน

หมายเลข 6 เป็นส่วนแสดงอุณหภูมิภายในห้องผู้ใช้งาน

หมายเลข 7 เป็นส่วนแสดงโหมดการใช้งานระหว่าง Manual และ Auto ก็คือถ้าอยู่ในโหมด Manual จะแสดงดังรูปที่ 3.9 แต่ถ้าอยู่ในโหมด Auto จะแสดงคำว่า Auto และพื้นหลังจะเป็นสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 หน้าระบบไฟฟ้า



รูปที่ 3.10 หน้าระบบไฟฟ้า

รูปที่ 3.10 หน้าระบบไฟฟ้า หน้าระบบไฟฟ้าจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้า ที่ใช้ในแต่ละห้อง

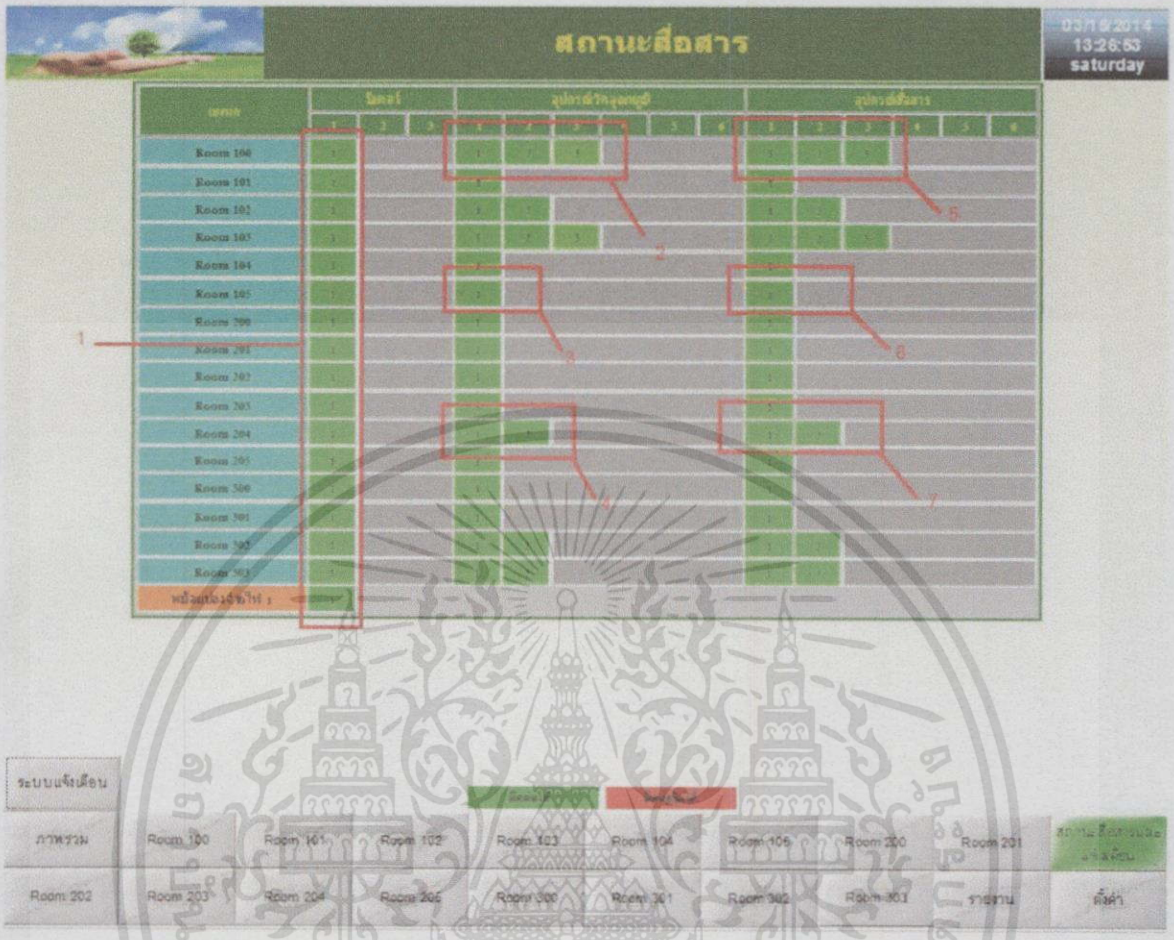
หมายเลข 1 ส่วนของแรงดันไฟฟ้า ส่วนนี้จะบอกค่าแรงดันไฟฟ้าที่นำมาใช้ในแต่ละห้อง

หมายเลข 2 กระแสไฟฟ้า ส่วนนี้จะบอกค่ากระแสที่ถูกใช้

หมายเลข 3 กำลังงานไฟฟ้า ส่วนนี้จะบอกค่ากำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในแต่ละห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 หน้าสถานะสื่อสาร



รูปที่ 3.11 หน้าสถานะสื่อสาร

รูปที่ 3.11 หน้าสถานะ การสื่อสาร หน้าสถานะ การสื่อสารจะเป็นหน้าที่บอกสถานะ การเชื่อมต่อของระบบว่าเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อยู่หรือไม่ หรือว่ามีการติดต่อสื่อสารขัดข้องหรือไม่โดยถ้าเชื่อมต่อได้ปกติ จะแสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าเชื่อมต่อขัดข้องจะเป็นสีแดง โดยมีรายละเอียดตามหมายเลขดังนี้

หมายเลข 1 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของมิเตอร์ ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับมิเตอร์ได้จะแสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะแสดงเป็นสีแดง

หมายเลข 2 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของตู้ Type C ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิได้แสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะเป็นแสดงสีแดง

หมายเลข 3 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของตู้ Type A ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิได้จะแสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะแสดงเป็นสีแดง

หมายเลข 4 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของตู้ Type B ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิได้แสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะแสดงเป็นสีแดง

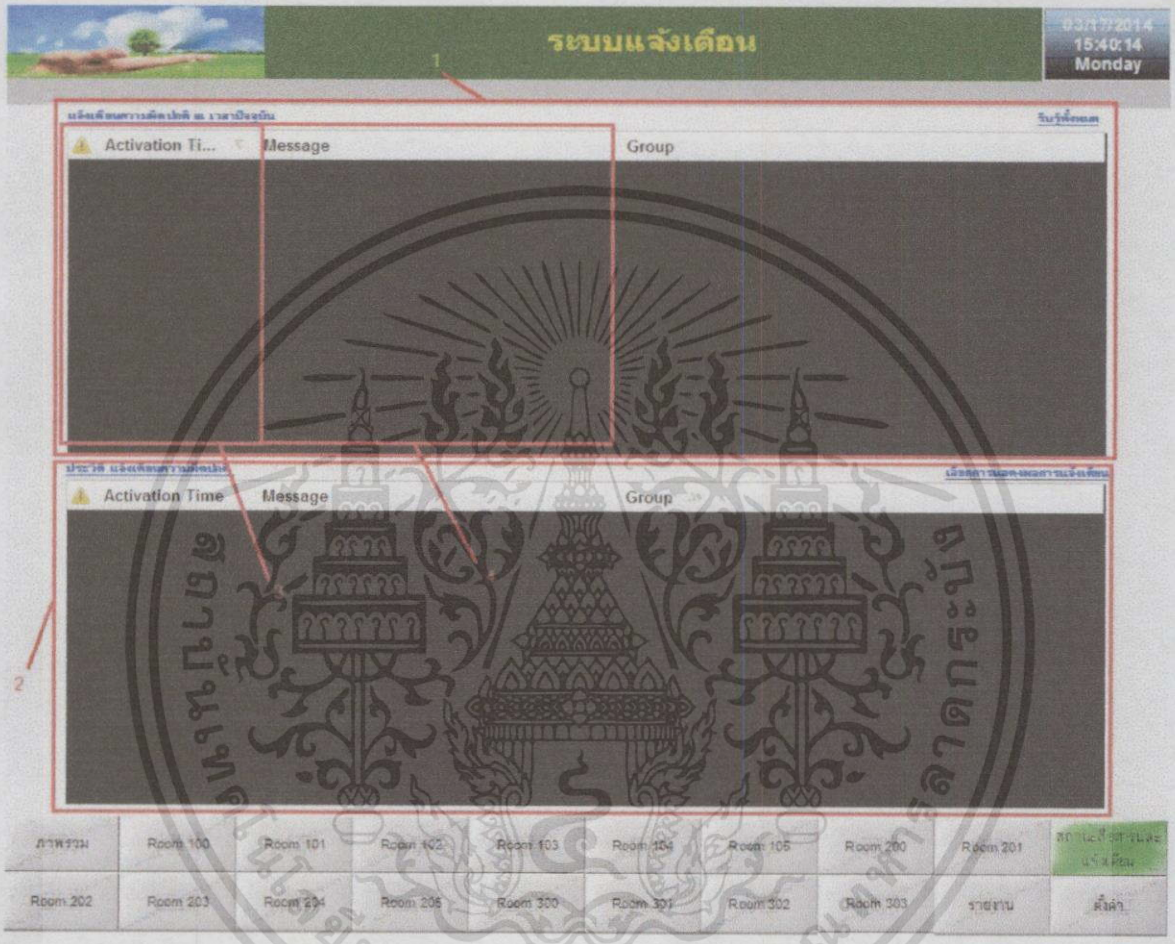
หมายเลข 5 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ Module ของตู้ Type C ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Module ได้จะแสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะแสดงเป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 6 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ Module ของตู้ Type A ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Module ได้จะแสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะแสดงเป็นสีแดง

หมายเลข 7 จะแสดงค่าสถานะ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ Module ของตู้ Type B ซึ่งถ้าระบบเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Module ได้แสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าติดต่อไม่ได้จะแสดงเป็นสีแดง

3.3.5 หน้าแสดงการแจ้งเตือน



รูปที่ 3.12 หน้าแสดงการแจ้งเตือน

รูปที่ 3.12 หน้าแสดงการแจ้งเตือนจะแสดงสถานะ ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า ต่ำกว่า และถ้ามีอุปกรณ์ตัวไหนขัดข้องจะทำการแจ้งเตือนในหน้านี้

หมายเลข 1 คือส่วนที่แสดงการแจ้งเตือนแบบ Real time โดยถ้ามีการเตือนก็จะขึ้นในส่วนนี้

หมายเลข 2 คือส่วนที่แสดงการแจ้งเตือนแล้วสามารถเรียกดูประวัติที่เคยแจ้งเตือนย้อนหลังได้

หมายเลข 3 คือส่วนที่ ทำให้การแจ้งเตือนหายไป

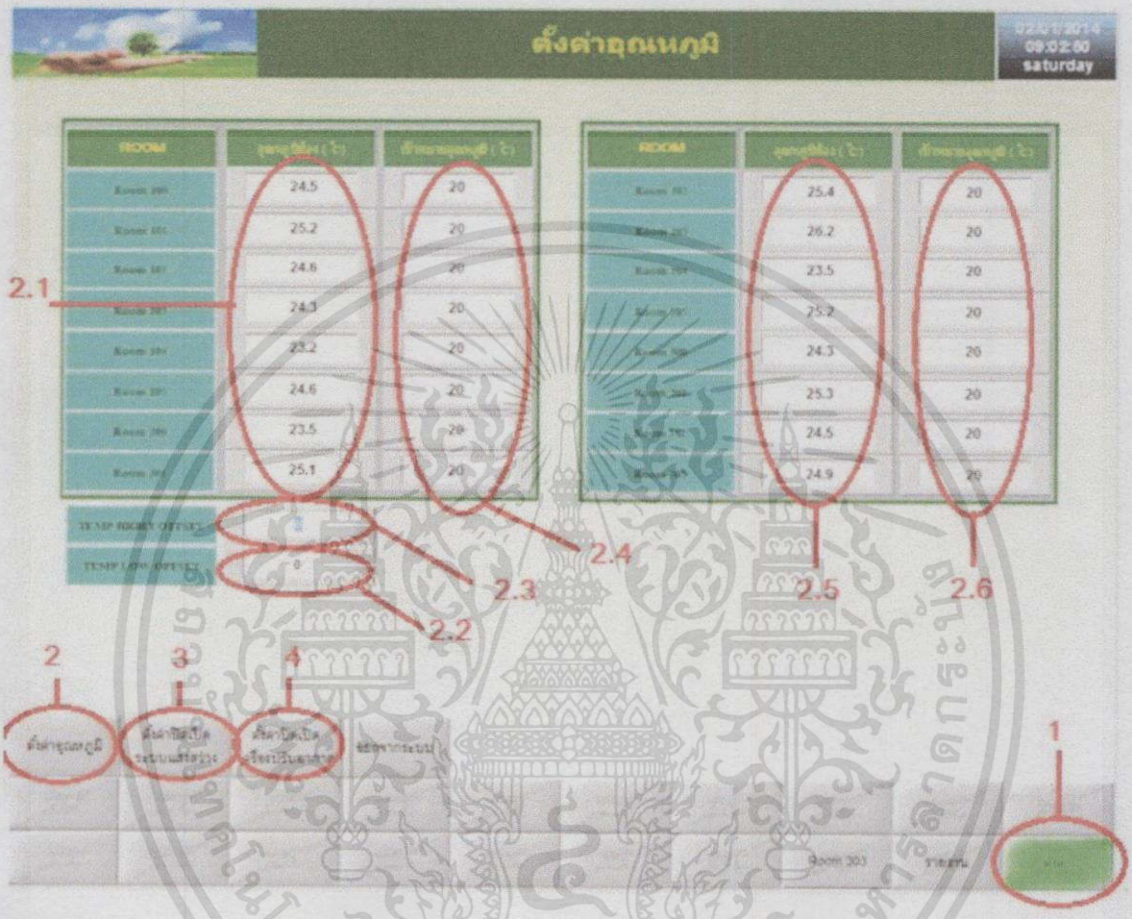
หมายเลข 4 คือส่วนที่แสดงข้อความบ่องบอกว่าแจ้งเตือนจากสาเหตุใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 หน้าการตั้งค่า

หน้าการตั้งค่าจะสามารถตั้งค่าได้ 3 ส่วนก็คือ ตั้งค่าอุณหภูมิ ตั้งค่าแสงสว่าง และตั้งค่าเครื่องปรับอากาศ

3.3.6.1 หน้าแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ



รูปที่ 3.13 หน้าแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ

รูปที่ 3.13 หน้าแสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ หน้านี้จะสามารถตั้งค่าอุณหภูมิตามที่เราต้องการใช้ จะสามารถ ตั้ง Temp High offset และ Temp Low offset ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1 คือปุ่มกดเพื่อเข้ามาในหน้าการตั้งค่า ซึ่งจะสามารถเลือกการตั้งค่าได้ 3 อย่าง คือ ตั้งค่าอุณหภูมิ ตั้งค่าการปิดเปิดแสงสว่าง และตั้งค่าปิดเปิดเครื่องปรับอากาศ

หมายเลข 2 คือปุ่มกดเพื่อเข้าไปในหน้าตั้งค่าอุณหภูมิ โดยจะมีรายละเอียดในหน้าดังนี้

หมายเลข 2.1 คือ แถบแสดงผลสำหรับอุณหภูมิภายในห้อง 100-201

หมายเลข 2.2 คือแถบใส่ค่า TEMP HIGHT OFF SET คือจะใส่ค่าชดเชยให้อุณหภูมิในช่วงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่เราตั้งไว้

หมายเลข 2.3 คือแถบใส่ค่า TEMP LOW OFF SET คือจะใส่ค่าชดเชยให้อุณหภูมิในช่วงที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่เราตั้งไว้

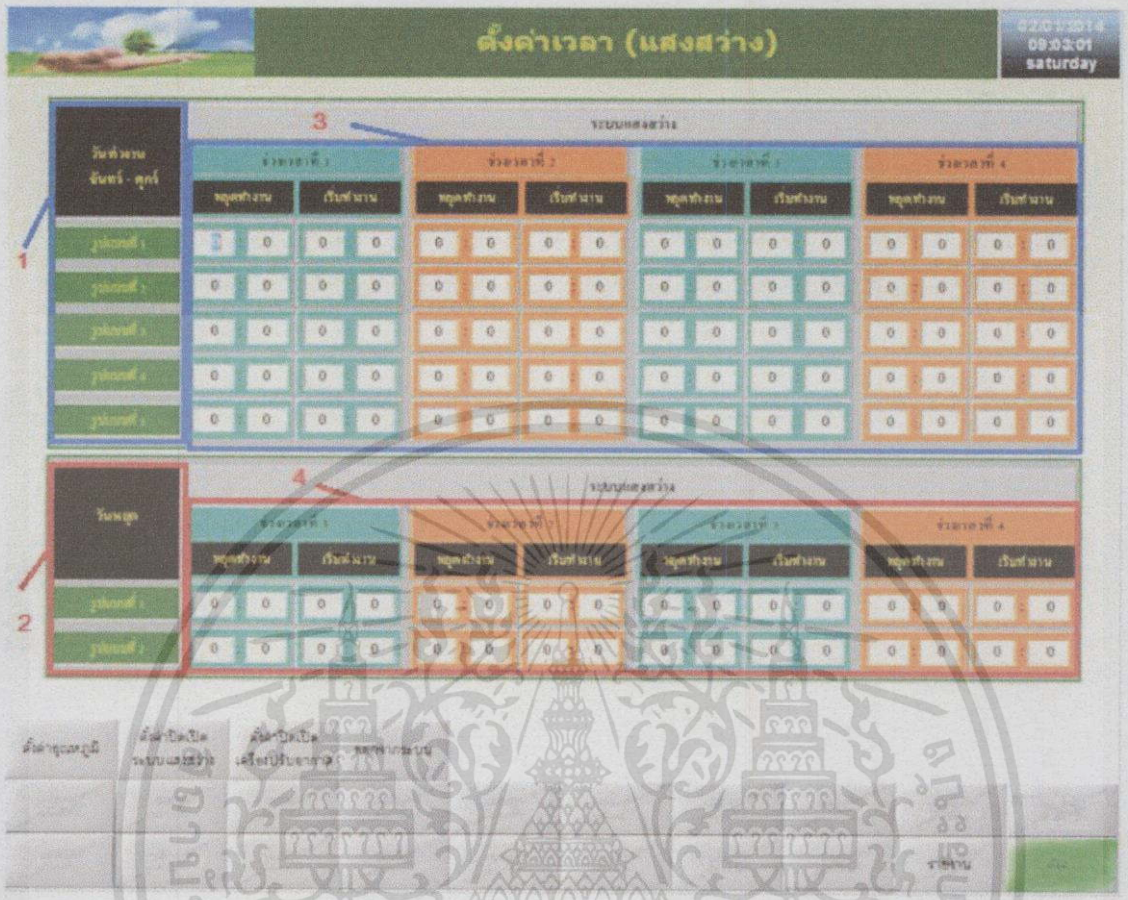
หมายเลข 2.4 คือแถบตั้งค่า อุณหภูมิเป้าหมายของห้อง 100-201

หมายเลข 2.5 คือแถบแสดงผลสำหรับอุณหภูมิภายในห้อง 202-303

หมายเลข 2.6 คือแถบตั้งค่า อุณหภูมิเป้าหมายของห้อง 202-201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.2 หน้าตั้งค่าเวลา (แสงสว่าง)



รูปที่ 3.14 หน้าตั้งค่าเวลา (แสงสว่าง)

รูปที่ 3.14 หน้าตั้งค่าเวลา (แสงสว่าง) หน้านี้จะเป็นหน้ากำหนดการทำงานของแสงสว่างโดย วันจันทร์-ศุกร์ จะสามารถกำหนด ได้ 5 รูปแบบ 4 ช่วงเวลา วันหยุดจะกำหนด ได้ 2 รูปแบบ 4 ช่วงเวลาโดยการป้อนเวลาจะป้อนในรูปแบบ Hour: Min เช่น เวลา เที่ยง ตรง ก็จะใส่ค่าดังนี้ 12:00

หมายเลข 1 คือรูปแบบที่จะเลือกใช้ในวันทำงาน มีทั้งหมด 5 รูปแบบ

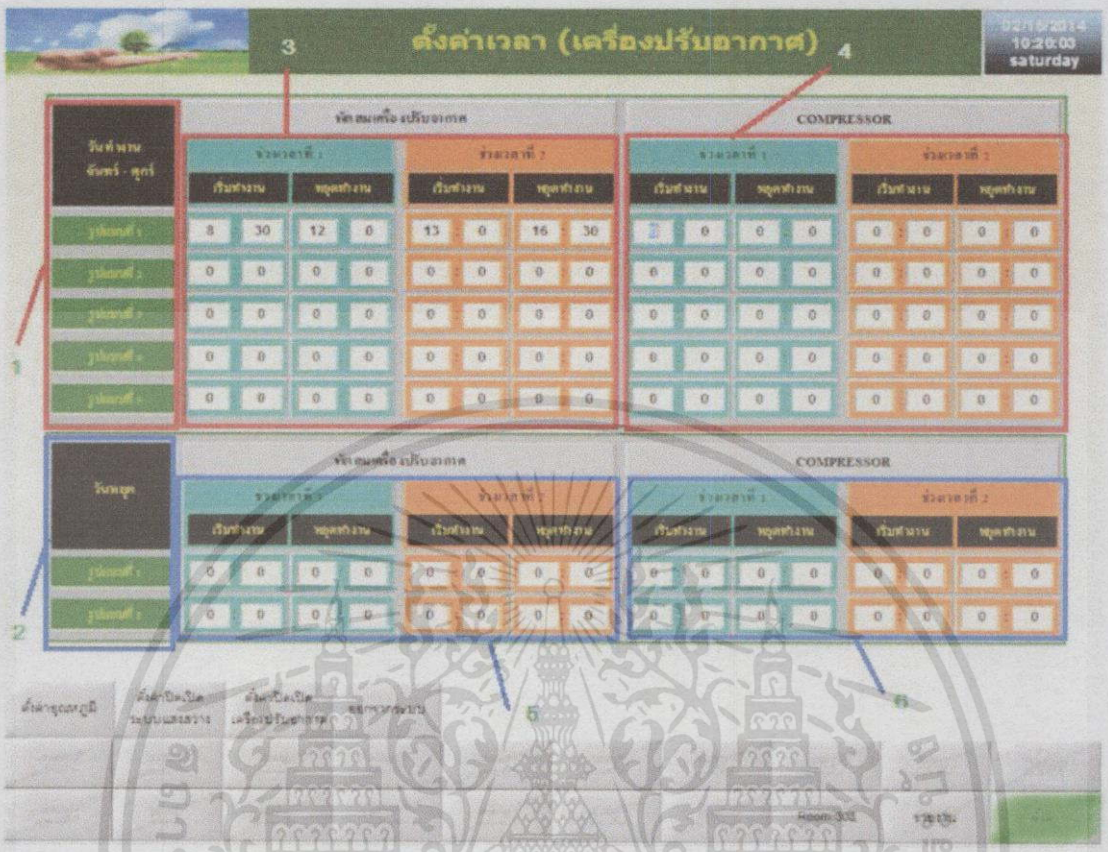
หมายเลข 2 คือรูปแบบที่เลือกใช้ในวันหยุดมีทั้งหมด 2 รูปแบบ

หมายเลข 3 คือ ช่วงเวลาที่จะตั้งในวันทำงาน โดยมีทั้งหมด 4 ช่วงเวลา

หมายเลข 4 คือ ช่วงเวลาที่จะตั้งในวันหยุด โดยมีทั้งหมด 4 ช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6.3 หน้าตั้งค่าเวลา (เครื่องปรับอากาศ)



รูปที่ 3.15 หน้าตั้งค่าเวลา (เครื่องปรับอากาศ)

รูปที่ 3.15 หน้าตั้งค่าเวลา (เครื่องปรับอากาศ) หน้านี้จะเป็นหน้ากำหนดการทำงานของแสงสว่างโดย วันจันทร์-ศุกร์ จะสามารถกำหนด ได้ 5 รูปแบบ สามารถตั้งการเปิดปิด พัดลมและคอมเพสเซอร์อย่างล่ะ 2 ช่วงเวลา และวันหยุดจะสามารถกำหนด ได้ 2 รูปแบบ สามารถตั้งการเปิดปิด พัดลมและคอมเพสเซอร์อย่างล่ะ 2 ช่วงเวลา โดยการป้อนเวลาจะป้อนในรูปแบบ Hour: Min เช่น เวลา เที่ยง ตรง ก็จะใส่ค่าดังนี้ 12:00

หมายเลข 1 คือรูปแบบที่จะเลือกใช้ในวันทำงาน มีทั้งหมด 5 รูปแบบ

หมายเลข 2 คือรูปแบบที่เลือกใช้ในวันหยุดมีทั้งหมด 2 รูปแบบ

หมายเลข 3 คือ ช่วงเวลาของวันทำงานที่กำหนดให้พัดลมทำงานซึ่งสามารถตั้งได้ 2 ช่วง

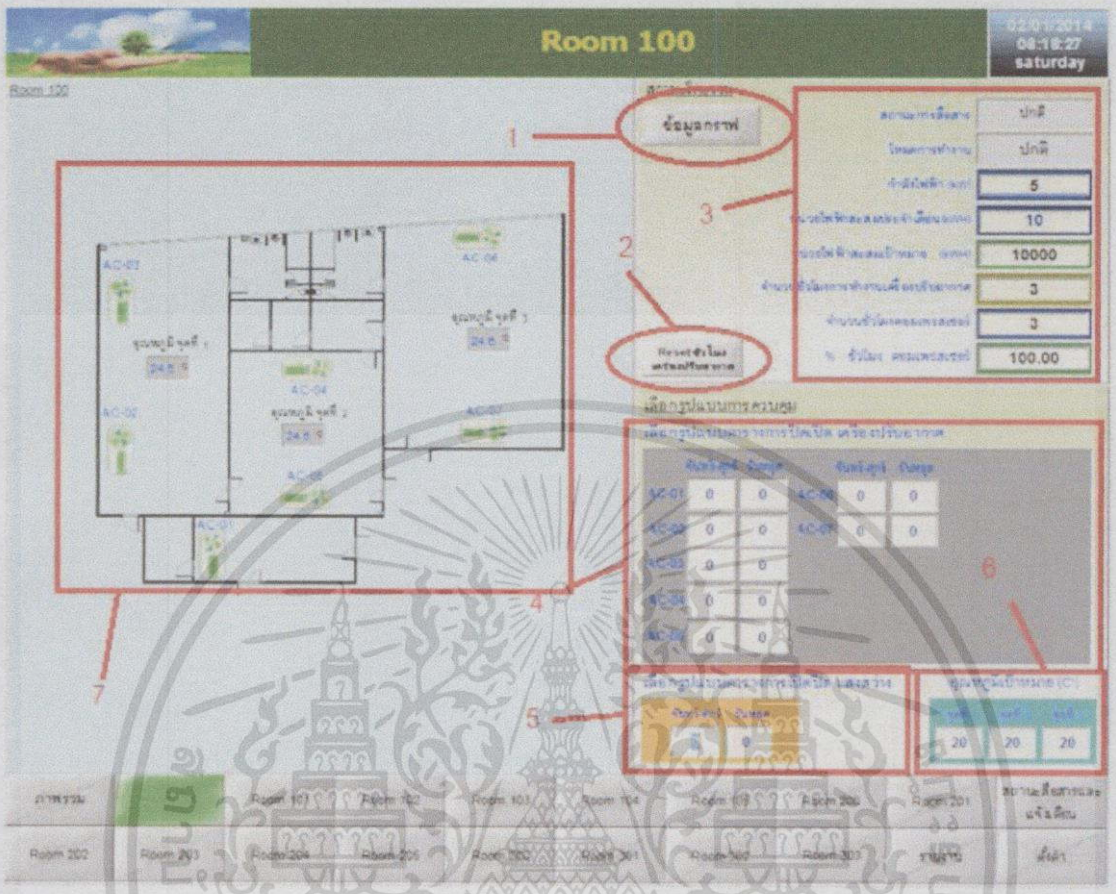
หมายเลข 4 คือ ช่วงเวลาของวันทำงานที่กำหนดให้คอมเพสเซอร์ทำงานซึ่งสามารถตั้งได้ 2 ช่วง

หมายเลข 5 คือ ช่วงเวลาของวันหยุดที่กำหนดให้พัดลมทำงานซึ่งสามารถตั้งได้ 2 ช่วง

หมายเลข 6 คือ ช่วงเวลาของวันหยุดที่กำหนดให้คอมเพสเซอร์ทำงานซึ่งสามารถตั้งได้ 2 ช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 หน้าแสดงการจำลองการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 3.16 หน้าแสดงการจำลองการทำงานของอุปกรณ์

รูปที่ 3.16 หน้าแสดงการจำลองการทำงานของอุปกรณ์ หน้านี้จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบดังนี้

หมายเลข 1 ข้อมูลกราฟ ส่วนนี้จะแสดงกราฟข้อมูลการใช้พลังงานของห้อง

หมายเลข 2 ปุ่ม Reset ชั่วโมงการทำงาน ปุ่มนี้จะใช้เมื่อเราต้องการ Reset ชั่วโมงการทำงานให้เริ่มนับใหม่

หมายเลข 3 ส่วนนี้จะแสดงข้อมูล สถานะ การสื่อสาร โหมดการทำงาน กำลังไฟฟ้า หน่วยไฟฟ้าสะสมประจำเดือน หน่วยไฟฟ้าสะสมเป้าหมาย (ส่วนนี้เราตั้งค่าได้) จำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จำนวนชั่วโมงการทำงานของคอมเพสเซอร์ และ % ชั่วโมง คอมเพสเซอร์ ที่ใช้ในห้อง

หมายเลข 4 จะเป็นส่วนเลือกรูปแบบการเปิด – ปิดของเครื่องปรับอากาศภายในห้อง

หมายเลข 5 จะเป็นส่วนเลือกรูปแบบการเปิด – ปิดแสงสว่าง

หมายเลข 6 จะเป็นการกำหนดอุณหภูมิเป้าหมายที่ต้องการกำหนด

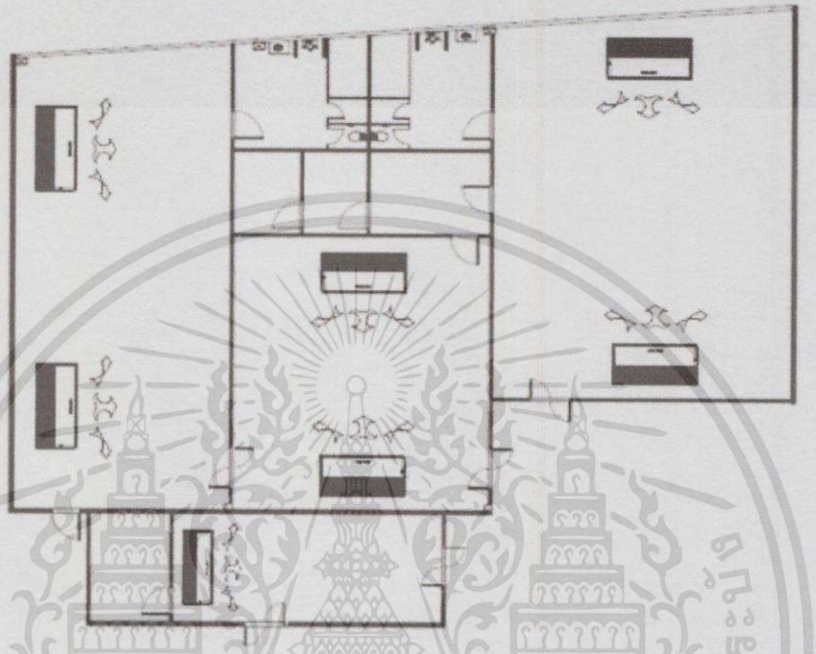
หมายเลข 7 จะเป็นแบบจำลองแปลนภายในห้องรวมถึงจะแสดงสถานการณ์ทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยถ้าเป็นสีเขียว ก็คือ เครื่องปรับอากาศกำลังทำงานอยู่ แต่ถ้าเป็นสีเทา ก็คือเครื่องไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การติดตั้ง

3.4.1 ออกแบบการติดตั้ง

เมื่อทำการออกแบบระบบควบคุมแล้ว หลังจากนั้นก็ออกแบบการติดตั้ง โดยได้ทำการจำลองพื้นที่ภายในห้องโดยรวม ของแต่ละห้องพร้อมกำหนดจุดติดตั้งเครื่องของปรับอากาศด้วยโดยมีตัวอย่างของพื้นที่ ที่ทำการจำลองดังรูปต่อไปนี้



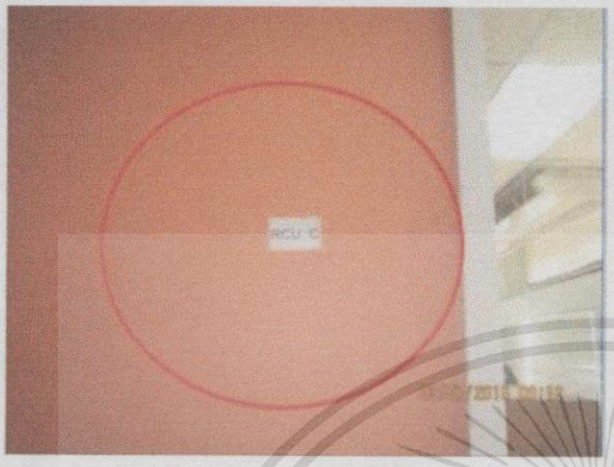
รูปที่ 3.17 ตัวอย่าง Plan ภายในของห้อง

รูปที่ 3.17 ทำการเช็คจำนวนของเครื่องปรับอากาศเพื่อที่จะติดตั้งตู้ตาม TYPE ที่ได้ออกแบบมา โดยถ้ามีเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ 1-3 เครื่อง จะเลือกใช้ TYPE A ถ้ามีเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ 4-6 เครื่อง จะเลือกใช้ TYPE B และถ้ามีเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ 7-9 เครื่องจะเลือกใช้ TYPE C

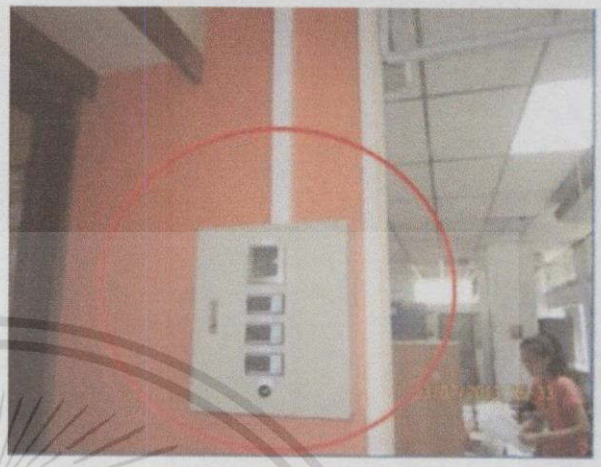
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ขั้นตอนการติดตั้ง

3.4.2.1 ติดตั้งตู้ควบคุมรองในแต่ละห้อง



รูปที่ 3.18 ภาพก่อนการติดตั้งตู้ควบคุมในแต่ละห้อง

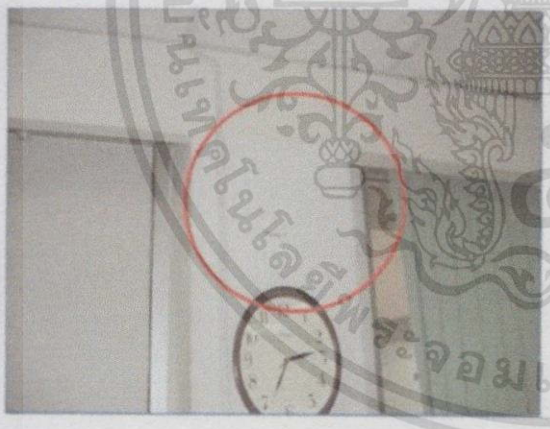


รูปที่ 3.19 ภาพหลังการติดตั้งตู้ควบคุมในแต่ละห้อง

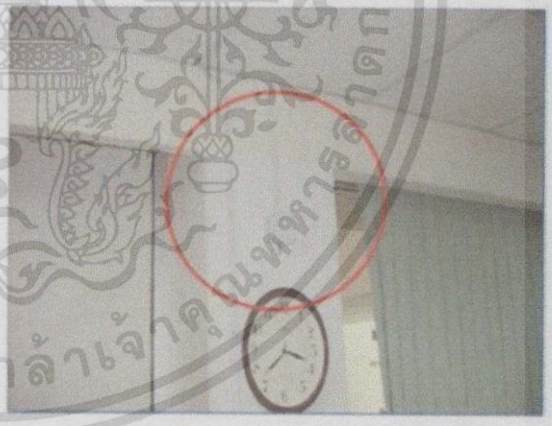
รูปที่ 3.18 ทำการกำหนดจุดตำแหน่งการติดตั้งตู้ของแต่ละห้องตามที่ได้กำหนด TYPE ตามจำนวนของเครื่องปรับอากาศที่ได้กำหนดเอาไว้ในการออกแบบการติดตั้ง

รูปที่ 3.19 ทำการติดตั้งตู้ควบคุมตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ดังรูป

3.4.2.2 ติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.20 ภาพก่อนการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.21 ภาพหลังการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

รูปที่ 3.20 ทำการกำหนดจุดตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิตามห้องโดย ถ้าเป็น TYPE A จะติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิเพียงจุดเดียว ถ้าเป็น TYPE B จะติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิ 2 จุด และถ้าเป็น TYPE C จะติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิทั้งหมด 3 จุด

รูปที่ 3.21 ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 ติดตั้งชุดวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 3.22 ภาพก่อนการติดตั้ง

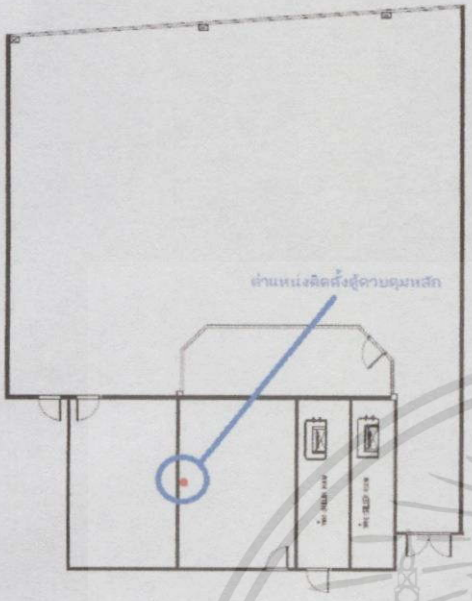
รูปที่ 3.23 ภาพหลังการติดตั้ง

รูปที่ 3.22 ทำการกำหนดจุดการติดตั้งชุดวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศตามบริเวณข้างๆเครื่องปรับอากาศทุกเครื่อง

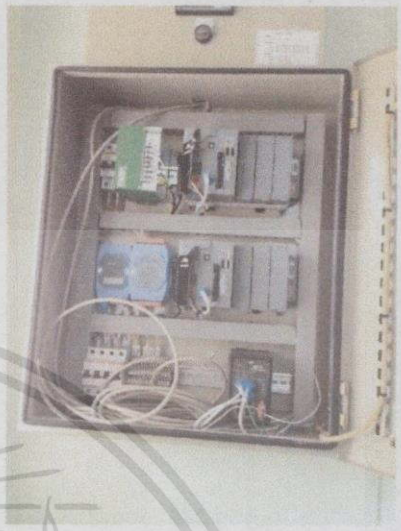
รูปที่ 3.23 ทำการติดตั้งชุดวงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ดังรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.4 ติดตั้งตู้ควบคุมหลักภายในห้องควบคุม



รูปที่ 3.24 ภาพตำแหน่งการติดตั้งตู้ควบคุมหลัก



รูปที่ 3.25 ภาพการติดตั้งตู้ควบคุมหลัก

จากรูปที่ 3.24 กำหนดตำแหน่งการติดตั้งตู้ควบคุมหลักภายในห้องควบคุม
จากรูปที่ 3.25 ทำการติดตั้งตู้ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

จากการออกแบบและจัดทำระบบจัดการพลังงานผู้จัดทำได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้ระบบจัดการพลังงานและเก็บบันทึกค่าข้อมูลที่ใช้พลังงานรวมหนึ่งเดือนโดยมีข้อมูลที่เปรียบเทียบขณะจัดการพลังงานและยังไม่จัดการพลังงานได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ข้อมูลช่วงปิดระบบ

ทำการเก็บข้อมูลช่วงปิดระบบจัดการพลังระยะเวลา 30 วัน ซึ่งระบบจะถูกปรับเป็น Manual โดยการใช้งานจะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานปรับตามปกติ ระบบสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานได้ดังรูปที่ 4.1

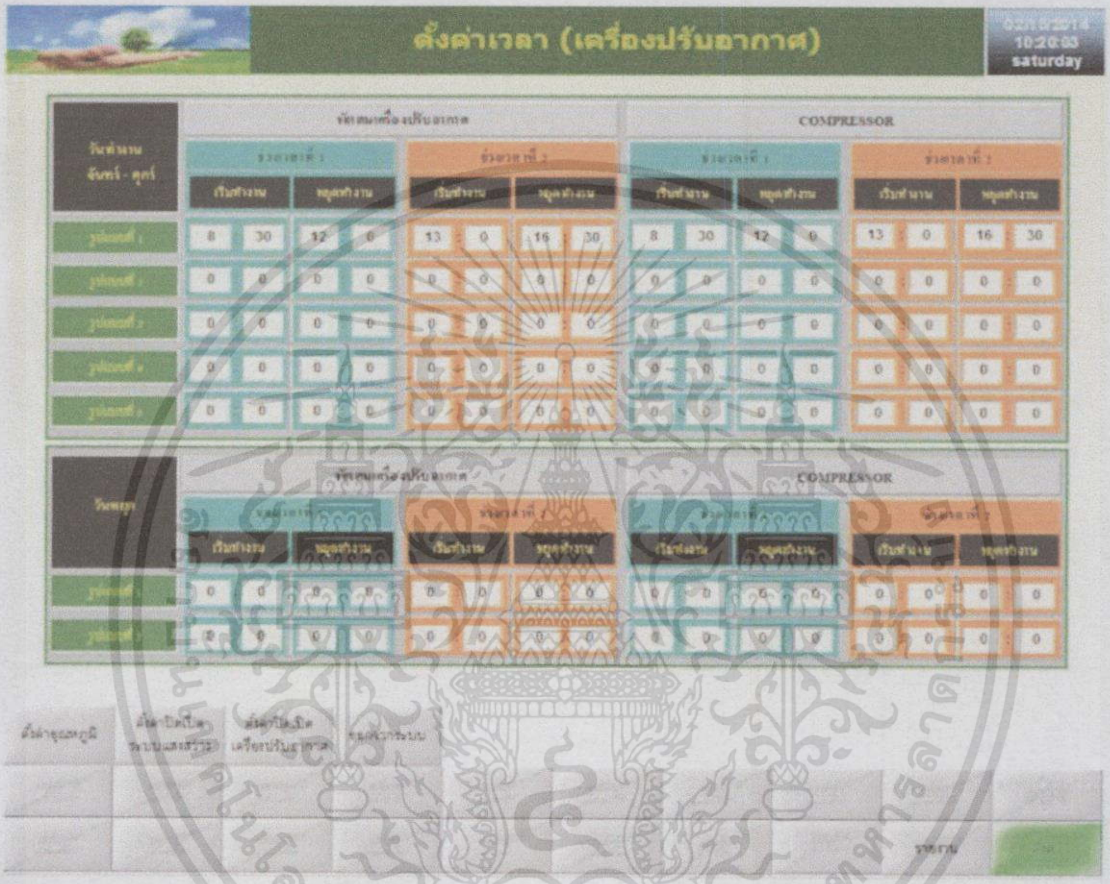
รูปที่ 4.1 แสดงค่าการใช้พลังงานในช่วงปิดระบบจัดการพลังงาน

จากการทดลองเก็บค่าการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานขนาด 3 ชั้น จำนวน 15 ห้อง โดยอยู่ในช่วงปิดระบบควบคุมการใช้งานระยะเวลา 30 วัน มีค่าการใช้พลังงานเท่ากับ 15,444 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ข้อมูลช่วงเปิดระบบ

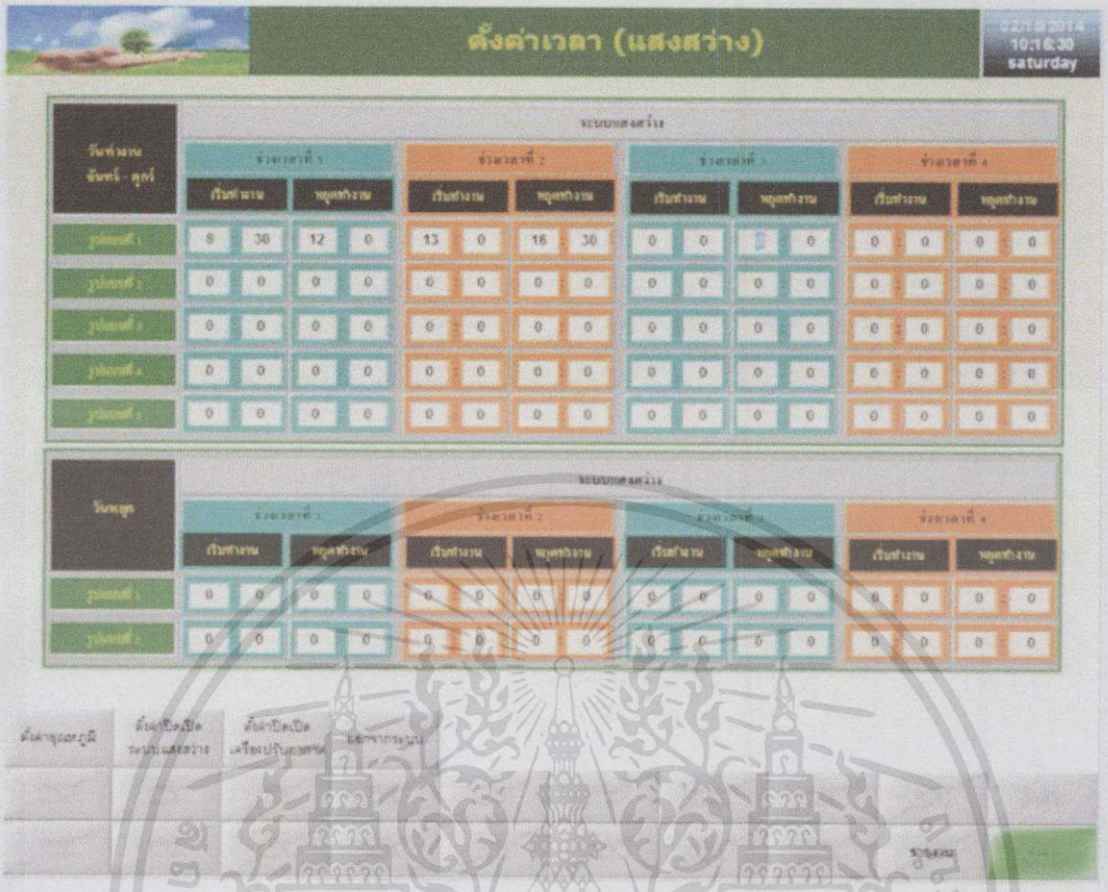
ทำการเก็บข้อมูลช่วงเปิดระบบจัดการพลังงานเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับช่วงปิดระบบจัดการพลังงาน โดยตั้งค่าเวลาการเปิด ปิด เครื่องปรับอากาศและแสงสว่างซึ่งกำหนดเวลา การทำงานของระบบไว้ที่ 8:30 - 12.00 น. และ 13.00 – 16.30 น. พร้อมทั้งกำหนดอุณหภูมิเป้าหมายไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ของวันทำงานปกติ โดยตั้งเวลาการทำงาน และเก็บบันทึกข้อมูลการทำงานเป็นเวลา 30 วัน ได้ผลดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการตั้งค่าเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ

จากรูปที่ 4.2 แสดงการตั้งค่าเวลาการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ โดยกำหนดเวลาการทำงานของพัดลมเครื่องปรับอากาศและคอมเพลสเซอร์ไว้ที่ช่วงเวลา 8:30 - 12.00 น. และ 13.00 – 16.30 น.

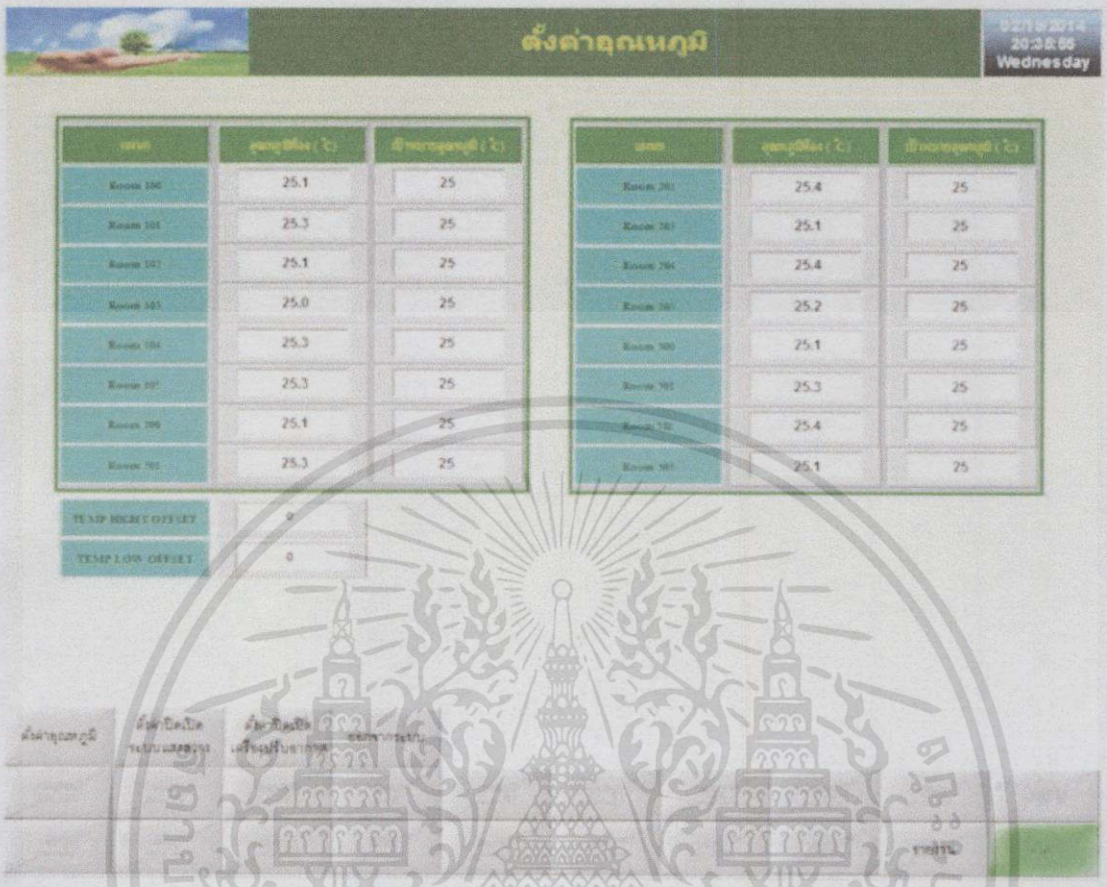
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการตั้งค่าเวลาของระบบแสงสว่าง

จากรูปที่ 4.3 แสดงการตั้งเวลาของระบบแสงสว่าง โดยกำหนดเวลาการเปิด ปิด ไว้ 2 ช่วงเวลา ที่ 8:30 - 12.00 น. และ 13.00 – 16.30 น.

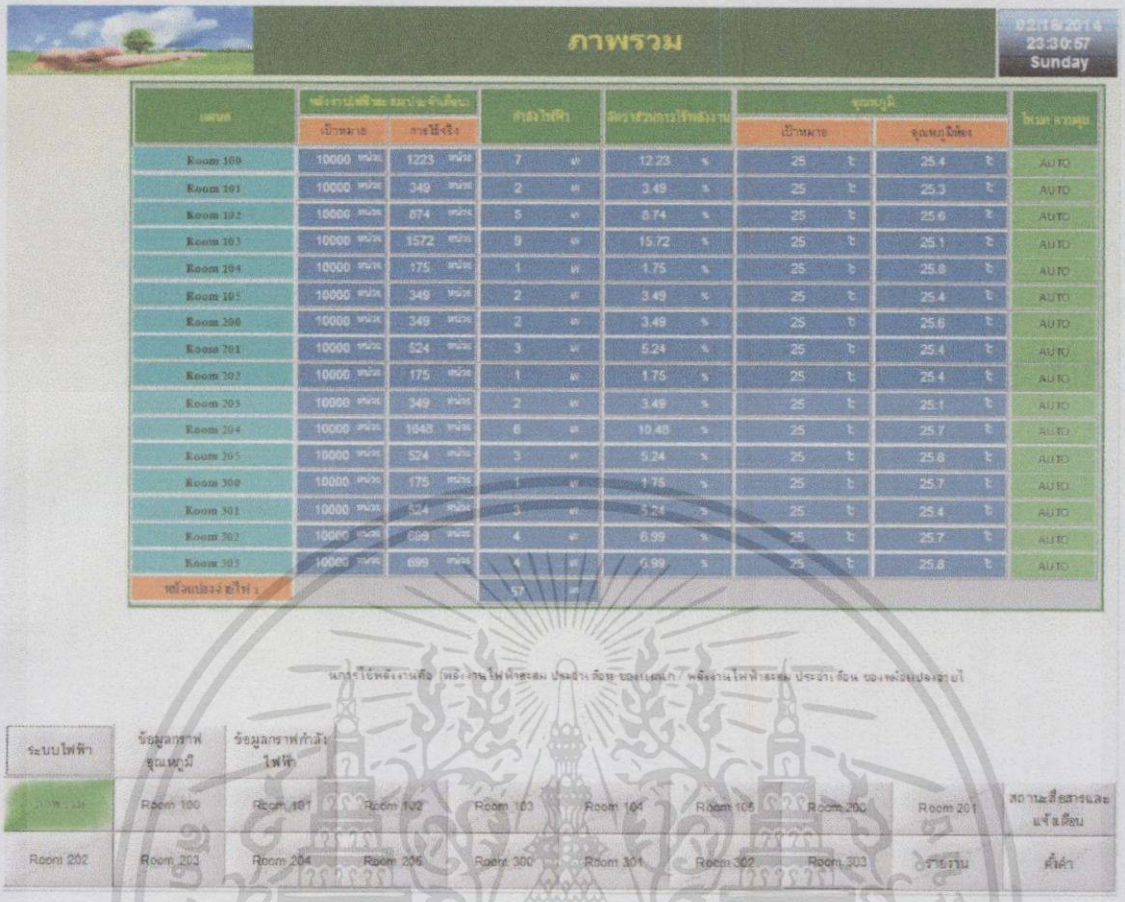
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.4 แสดงการตั้งค่าอุณหภูมิ โดยจะกำหนดอุณหภูมิเป้าหมายไว้ที่ 25 ° C เท่ากันทุกห้องซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม อากาศเย็นสบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงค่าการใช้พลังงานในช่วงเปิดระบบจัดการพลังงาน

จากการทดลองเก็บข้อมูลช่วงการเปิดใช้ระบบจัดการพลังงานได้มีการเก็บค่าและบันทึกข้อมูลการใช้งานของระบบจัดการพลังซึ่งมีค่าการใช้พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 9609.6 หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบ

จากการทดลองโดยเก็บบันทึกค่าเป็นเวลา 30 วัน เมื่อนำค่าการใช้พลังงานระหว่างการเปิดใช้ระบบและปิดการใช้ระบบมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นได้ว่าเมื่อเปิดใช้ระบบจะสามารถลดการใช้พลังงานได้มากกว่า โดยมีค่าเปรียบเทียบดังตารางต่อไปนี้

ห้อง	ค่าการใช้พลังงานก่อนเปิดระบบ	ค่าการใช้พลังงานก่อนเปิดระบบ	ผลต่าง
room 100	1965.6	1638	327.6
room 101	561.6	468	93.6
room 102	1404	1170	234
room 103	2527.2	2106	421.2
room 104	280.8	234	46.8
room 105	561.6	468	93.6
room 200	561.6	468	93.6
room 201	842.4	702	140.4
room 202	280.8	234	46.8
room 203	561.6	468	93.6
room 204	1684.8	1404	280.8
room 205	842.4	702	140.4
room 300	280.8	234	46.8
room 301	842.4	702	140.4
room 302	1123.2	936	187.2
room 303	1123.2	936	187.2
รวม	15444	12870	2574

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าหลังการเปิดใช้ระบบจะสามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 2574 หน่วยต่อเดือน ซึ่งหมายถึงว่า ถ้าเปิดใช้ระบบการจัดการพลังงานระยะเวลาหนึ่งปีจะสามมารถ ลดค่าการใช้พลังงานได้ถึง 30888 หน่วยต่อปี คิดเป็นเงินจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ทั้งหมด 30888 x 5.2674 = 162699.5 บาทต่อปี [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและออกแบบระบบการจัดการพลังงาน(Building Energy Management System) ระบบสามารถควบคุมการทำงานของกระบวนการได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยระบบสามารถควบคุมการใช้พลังงานและสามารถลดต้นทุนอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและออกแบบระบบจัดการพลังงานในอาคารสำนักงาน ผู้จัดทำได้ออกแบบการควบคุมการใช้พลังงานโดยออกแบบเพื่อควบคุมอาคารสำนักงานขนาด 3-4 ชั้น และมีเครื่องปรับอากาศประมาณ 50 เครื่อง เท่านั้น โดย เครื่องปรับอากาศเป็นชนิด เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะเพิ่มการควบคุมการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศชนิดอื่นและมีพื้นที่ใหญ่มากขึ้น เพื่อสามารถออกแบบให้มากยิ่งขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "พลังงานไฟฟ้า" http://202.143.165.163/sc_p/chap11/chap11_1.pdf. 2555

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. "ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning)." [Online]. Available: http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial (PDF)/Bay39%20Air%20Conditioning_Rev1.pdf. 2556.

[3] วัชระ มั่งวิทิตกุล ไฟฟ้าแสงสว่าง ศูนย์อนุรักษ์พลังงานประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติกรุงเทพ, 2544

[4] ผศ. ดร.สัมพนธ์ " Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) " [Online]. Available : http://www.ee.mut.ac.th/course/eeet0431/CH_12.pdf

[5] การไฟฟ้านครหลวง "ราคาต่อหน่อยการใช้ไฟฟ้าจากไฟฟ้านครหลวง ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็กช่วง On Peak" [Online]. Available: http://www.mea.or.th/profile/index.php?l= th&tid=3&mid=112&pid=109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้