การพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบจัดการพลังงานในโรงงาน

นายประกาศิต ศรีประไหม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE SYSTEM TO CONTROL ENERGY CONSUMPTION FOR FACTORY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

Mr. Prakasit Sripramai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering
Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบจัดการพลังงานในโรงงาน
โดย	นายประกาศิต ศรีประไหม
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย ชัยทัศนีย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เชาวน์ดิศ อัศวกุล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิพัฒ แสงอุดมเลิศ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประกาศิต ศรีประไหม : การพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบจัดการพลังงานในโรงงาน (DEVELOPMENT OF PROTOTYPE SYSTEM TO CONTROL ENERGY CONSUMPTION FOR FACTORY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วาทิต เบญจพลกุล, 119 หน้า.

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีการขยายตัวมากขึ้นทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีแนวทางที่ให้ภาคอุตสาหกรรมมีการควบคุมการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวข้างต้นคือการจัดการพลังงานในโรงงานดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำความรู้เรื่องระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า (Energy Management System , EMS) และการควบคุมค่าความต้องการพลังงานสูงสุดโดยนำทฤษฎีทั้งสองมาประยุกต์พัฒนาระบบต้นแบบเพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยจะใช้ข้อมูลค่าพลังงานจากบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) โดยใช้ค่าพลังงานจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจริงในแต่ละช่วงเวลาเพื่อใช้ทดสอบกับระบบต้นแบบที่คิดขึ้นมาผลที่ได้รับจากการควบคุมด้วยระบบต้นแบบคือการควบคุมการใช้ไฟฟ้าในช่วงพีคได้รวมถึงการใช้พลังงานที่น้อยลง และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้คือการพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงได้เสนอแนวทางในการแก้ไขด้วยวิธีนี้ให้แก่บุคคลทั่วไปได้รับรู้และสร้างความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานของระบบต้นแบบเพื่อเป็นแนวทางสำหรับนำไปพัฒนาต่อยอดสู่ระบบจัดการพลังงานภายในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

5570276221 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEYWORDS: ENERGY MANAGEMENT SYSTEM / PROTOTYPE SYSTEM / PERIOD PEAK

PRAKASIT SRIPRAMAI: DEVELOPMENT OF PROTOTYPE SYSTEM TO CONTROL ENERGY CONSUMPTION FOR FACTORY ENERGY MANAGEMENT SYSTEM. ADVISOR: ASSOC. PROF. WATIT BENJAPOLAKUL, D.Eng., 119 pp.

Nowadays, the industrial sector has expanded, so the electricity usage demand is also increased day by day. It is necessary to have a guideline for industrial to control energy usage, including energy saving and energy efficiency. One of the methods to solve this problem is energy management in factory. Energy control prototype system was developed in this study, by applied theories of power management (Energy Management System, EMS) and peak energy demand control. Energy consumption data from Thai Solar Energy Public Company Limited were used to test the developed prototype system. The result of using prototype system to control energy consumption is that electricity usage during peak time should be decreased and more efficient. This study will help the public to raise awareness and understanding about energy management, including the solution by using prototype system and how it works. This will help to improve and develop capabilities in industrial's energy management system.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Electrical Engineering Student's Signature .....

Field of Study: Electrical Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความรู้ ให้การช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ อย่างดียิ่งจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

ขอบพระคุณประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย ชัยทัศนีย์ . กรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. เชาวน์ดิศ อัศวกุล และรองศาสตราจารย์ ดร.ภูมิพัฒ แสงอุดมเลิศ ที่กรุณาสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งการให้คำแนะนำต่างๆ

ขอบพระคุณผู้บริหารระดับสูง เจ้าหน้าที่และเพื่อนผู้ร่วมงานทุกท่าน ในบริษัทที่ให้ความเห็นและความรู้ต่างๆ ในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้โอกาสอันยิ่งใหญ่ในการศึกษา ขอบคุณครู และอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน ที่คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจ ขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่น้องผู้ให้ความสนับสนุน และให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฏ

สารบัญตาราง ..... ต

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา และวิธีการดำเนินการ 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ความรู้พื้นฐาน และหลักการที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 หลักเกณฑ์ข้อกำหนดอัตราค่าไฟฟ้า 4

2.2 การจำแนกประเภทอัตราค่าไฟฟ้า 5

2.3 อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate; TOD) 6

2.4 อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use Tariff: TOU) 6

2.5 แนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า 7

2.5.1. รูปแบบการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า 8

2.5.2 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า 9

2.5.3 การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้า 9

2.5.4 แนวทางการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC) 13
2.6.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี 13
2.7 โปรแกรมเน็ตบีนส์ (NetBeans) 18
บทที่ 3 ภาพรวมของระบบ 19
3.1 ภาพรวมของระบบ 19
3.1.1 ข้อมูลโรงงาน และการใช้พลังงานภายในโรงงาน 19
3.1.1.1 การศึกษาข้อมูลโรงงาน 20
3.1.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน 22
3.1.1.3 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด อาคารสำนักงาน 26
3.1.1.4 แนวทางการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดอาคารสำนักงาน 28
3.1.1.5 Flow Chart ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารสำนักงาน 33
3.1.1.6 อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร Work Shop 34
3.1.1.7 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด อาคาร Work Shop 39
3.1.1.8 แนวทางการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดอาคาร Work Shop 41
3.1.1.9 Flow Chart ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร Work Shop 45
3.1.2 ส่วนประมวลผล และควบคุม 46
3.1.3 ส่วนแสดงผลที่หน้าเว็บเพจ 48
3.2 การออกแบบการทำงานของระบบ 51
3.2.1 นำเงื่อนไขของ Flow Chart มาเขียนลงในโปรแกรม TIA Portal โดยใช้ภาษา Ladder 52
3.2.1.1 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 52
3.2.1.2 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.2.1.3 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3 54
3.2.1.4 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4 55
3.2.1.5 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1.....56
3.2.1.6 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2.....56
3.2.1.7 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3.....57
3.2.1.8 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB.....58
3.2.1.9 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 59
3.2.1.10 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2.....60
3.2.1.10 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 61
3.2.1.11 เงื่อนไขการควบคุมหลอดไฟห้อง MDB.....62
3.2.1.12 เงื่อนไขการควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงาน 63
3.2.2 กำหนดตัวแปร Input และ Output เพื่อใช้สื่อสารกับทางเว็บเพจ และสั่งงาน อุปกรณ์ภายนอก.....63
3.2.2.1 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 อาคารสำนักงาน.....63
3.2.2.2 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 อาคารสำนักงาน.....64
3.2.2.3 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3 อาคารสำนักงาน.....64
3.2.2.4 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4 อาคารสำนักงาน.....65
3.2.2.5 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1 อาคาร สำนักงาน.....65
3.2.2.6 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2 อาคาร สำนักงาน.....66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.2.2.7 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3 อาคารสำนักงาน....66

3.2.2.8 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop....67

3.2.2.9 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานอาคาร Work Shop....67

3.2.2.10 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุมอาคาร Work Shop....68

3.2.2.11 กำหนดตัวแปรของการควบคุมหลอดไฟห้อง MDB อาคาร Work Shop....68

3.2.2.12 กำหนดตัวแปรของการควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงานบริเวณตู้เอกสารอาคาร Work Shop....69

3.2.2.13 กำหนดตัวแปรเพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูล....69

3.2.2.14 การคำนวณค่าพลังงานทางไฟฟ้าโดยคำนวณทุก 15 นาที และคำนวณเฉพาะค่าไฟฟ้าฐาน....71

3.2.3 สร้างเว็บเพจ เพื่อรองรับกับเงื่อนไขที่ภาษา Ladder....72

3.2.4 นำค่าโปรแกรมโหลดลง CPU....78

3.2.4.1 การกำหนดค่า IP Address เพื่อใช้เปิดหน้า Webpage....78

3.2.4.2 การ Down load File HTML ลงในโปรแกรม TIA Portal....78

3.2.5 การเปิดเว็บเพจ....79

บทที่ 4 การสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ....80

4.1 การสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติอาคารสำนักงาน....80

4.11 การใช้ระบบต้นแบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอาคารสำนักงาน....80

4.1.2 การกำหนดเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติอาคารสำนักงาน....81

4.2 การสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติอาคาร Work Shop....88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.1 การใช้ระบบต้นแบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอาคาร Work Shop 88

4.2.2 การกำหนดเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติอาคาร 88

บทที่ 5 การทดสอบ 96

5.1 ทดสอบกับอาคารสำนักงาน 96

5.2 ทดสอบกับอาคาร Work Shop 99

5.2.2 ทดสอบ 102

5.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง 103

5.3.1 วิเคราะห์ผลอาคารสำนักงาน 103

5.3.2 วิเคราะห์ผลอาคาร Work Shop 104

บทที่ 6 บทสรุป 105

รายการอ้างอิง 107

ภาคผนวก 109

ภาคผนวก ก. 110

ภาคผนวก ข. 116

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 Peak Clipping 8
รูปที่ 2 แนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้า 12
รูปที่ 3 ลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี 14
รูปที่ 4 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต 15
รูปที่ 5 ส่วนประกอบของซีพียู 15
รูปที่ 6 โครงสร้างของพีแอลซีและหน่วยความจำ 17
รูปที่ 7 ลักษณะของโครงสร้างโปรแกรม NetBeans 18
รูปที่ 8 บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) 19
รูปที่ 9 การใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ของโรงงานแบ่งเป็น 7 ส่วน 21
รูปที่ 10 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ 2559 อาคารสำนักงาน 26
รูปที่ 11 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 5-18 กุมภาพันธ์ 2559 อาคารสำนักงาน 26
รูปที่ 12 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 22-25 กุมภาพันธ์ 2559 อาคารสำนักงาน 27
รูปที่ 13 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 1-4 มีนาคม 2559 อาคารสำนักงาน 27
รูปที่ 14 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 7-11 มีนาคม 2559 อาคารสำนักงาน 28
รูปที่ 15 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด เฉลี่ยทั้ง 5 ช่วงเวลา 28
รูปที่ 16 การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารสำนักงาน 33
รูปที่ 17 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 2-6 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop 39

รูปที่ 18 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 9-11 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop....39

รูปที่ 19 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 16-20 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop....40

รูปที่ 20 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 23-27 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop....40

รูปที่ 21 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 2-6 มีนาคม 2558 อาคาร Work Shop....41

รูปที่ 22 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด เฉลี่ยทั้ง 5 ช่วงเวลา....41

รูปที่ 23 การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร Work Shop....45

รูปที่ 24 ส่วนประกอบของ PLC S7-1200....46

รูปที่ 25 ส่วนของโปรแกรม TIA Portal....48

รูปที่ 26 ส่วนที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและแถบเครื่องมือ....48

รูปที่ 27 หน้าหลักของโปรแกรม NetBeans ที่ใช้สร้างเว็บเพจ....49

รูปที่ 28 หน้าหลักของ Webserver S7-1200....49

รูปที่ 29 ขั้นตอนการออกแบบ....51

รูปที่ 30 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1....52

รูปที่ 31 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2....53

รูปที่ 32 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3....54

รูปที่ 33 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4....55

รูปที่ 34 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1....56

รูปที่ 35 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2....57

รูปที่ 36 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3....58

รูปที่ 37 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB....59

รูปที่ 38 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1....60

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 39 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 61
รูปที่ 40 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 62
รูปที่ 41 การควบคุมหลอดไฟห้อง MDB 62
รูปที่ 42 การควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงาน 63
รูปที่ 43 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB 64
รูปที่ 44 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 64
รูปที่ 45 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3 65
รูปที่ 46 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4 65
รูปที่ 47 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1 อาคารสำนักงาน 66
รูปที่ 48 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2 อาคารสำนักงาน 66
รูปที่ 49 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3 อาคารสำนักงาน 67
รูปที่ 50 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop 67
รูปที่ 51 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานอาคาร Work Shop 68
รูปที่ 52 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุมอาคาร Work Shop 68
รูปที่ 53 การควบคุมหลอดไฟห้อง MDB อาคาร Work Shop 69
รูปที่ 54 การควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงานบริเวณตู้เอกสารอาคาร Work Shop 69
รูปที่ 55 การกำหนดตัวแปรที่ต้องการให้โปรแกรมบันทึกข้อมูล 70
รูปที่ 56 การใช้โปรแกรม TIA Portal คำนวณค่าไฟช่วง On Peak 71
รูปที่ 57 การใช้โปรแกรม TIA Portal คำนวณค่าไฟช่วง Off Peak 72
รูปที่ 58 ไฟล์ HTML, CSS, Java Script 72
รูปที่ 59 หน้าเว็บเพจของ Plant Status 73
รูปที่ 60 หน้าเว็บเพจของ Overview Plant 73
รูปที่ 61 หน้าเว็บเพจของ Manual Control 74
รูปที่ 62 หน้าเว็บเพจของ Status Work Shop Building 75

รูปที่ 63 หน้าเว็บเพจของ Graph Before Use Algorithm 75
รูปที่ 64 หน้าเว็บเพจของ Graph After Use Algorithm.....76
รูปที่ 65 หน้าเว็บเพจของ Data kW after use algorithm 76
รูปที่ 66 หน้าเว็บเพจของ Data kW before use algorithm 77
รูปที่ 67 File Browser สำหรับ Download ข้อมูล 77
รูปที่ 68 การกำหนด IP Address โปรแกรม TIA Portal 78
รูปที่ 69 การ Download File HTML ลงโปรแกรม TIA Portal 79
รูปที่ 70 ใช้ IP Address เพื่อเปิดหน้าเว็บเพจ Webserver 79
รูปที่ 71 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคารสำนักงาน.....81
รูปที่ 72 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคารสำนักงาน 81
รูปที่ 73 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 อาคารสำนักงาน.....82
รูปที่ 74 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 อาคารสำนักงาน 82
รูปที่ 75 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 3 อาคารสำนักงาน.....83
รูปที่ 76 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 3 อาคารสำนักงาน 83
รูปที่ 77 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 อาคารสำนักงาน.....84
รูปที่ 78 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 อาคารสำนักงาน 84
รูปที่ 79 เริ่มเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 8.00 น.....87
รูปที่ 80 สิ้นสุดเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 17.00 น.....87
รูปที่ 81 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคาร Work Shop 88
รูปที่ 82 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคาร Work Shop 89
รูปที่ 83 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 อาคาร Work Shop 89
รูปที่ 84 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศตัวที่ 2 อาคาร Work Shop.....90
รูปที่ 85 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop.....90
รูปที่ 86 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop 91

รูปที่ 87 คำสั่งเปิดหลอดไฟในอาคาร Work Shop 91
รูปที่ 88 คำสั่งปิดหลอดไฟในอาคาร Work Shop 92
รูปที่ 89 นำค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าลงในโปรแกรม TIA Portal 92
รูปที่ 90 เริ่มเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 8.00 น. 95
รูปที่ 91 สิ้นสุดเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 17.00 น. 95
รูปที่ 92 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 96
รูปที่ 93 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 96
รูปที่ 94 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา 97
รูปที่ 95 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 98
รูปที่ 96 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 98
รูปที่ 97 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา 99
รูปที่ 98 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 100
รูปที่ 99 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ ... 100
รูปที่ 100 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา 101
รูปที่ 101 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 102
รูปที่ 102 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ 102
รูปที่ 103 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา 103
รูปที่ 104 ฟังชั่นที่ใช้ในการส่ง E-mail 111
รูปที่ 105 การตั้งค่าใน Runtime Setting 111
รูปที่ 106 การตั้งค่าใน HMI Alarm 112
รูปที่ 107 การตั้งค่าตัวแปรในการส่ง E-mail 112
รูปที่ 108 ค่ากิโลวัตต์ที่เวลา 8.00 น. 113
รูปที่ 109 ค่ากิโลวัตต์ที่เวลา 17.00 น. 113
รูปที่ 110 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า Actkw และData After 114

รูปที่ 111 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า Data After_2 และData Before_2 114
รูปที่ 112 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า kWhDiff และBill Before 115
รูปที่ 113 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า Bill After และElectricity2 115
รูปที่ 114 ชุดอุปกรณ์ในการทดลอง 117
รูปที่ 115 ชุดอุปกรณ์ในการทดลอง 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้าการใช้งานประเภทที่ 3 7

ตารางที่ 2 รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน 22

ตารางที่ 3 กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กันของอาคารสำนักงาน 30

ตารางที่ 4 รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร Work Shop 34

ตารางที่ 5 กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กันของอาคาร Work Shop 43

ตารางที่ 6 ข้อมูล PLC S7-1200 46

ตารางที่ 7 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน (ช่วงเช้า) 85

ตารางที่ 8 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน (ช่วงบ่าย) 86

ตารางที่ 9 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคาร Work Shop (ช่วงเช้า) 93

ตารางที่ 10 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคาร Work Shop (ช่วงบ่าย) 94

ตารางที่ 11 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการการทดสอบค่ากำลังไฟฟ้ากับอาคารสำนักงาน 104

ตารางที่ 12 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการการทดสอบค่ากำลังไฟฟ้ากับอาคาร Work Shop 104

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมมีการขยายตัวมากขึ้นทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีแนวทางที่ให้ภาคอุตสาหกรรมมีการควบคุมการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น คือ การจัดการพลังงานในโรงงานดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำความรู้เรื่องระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า (Energy Management System, EMS) และการควบคุมค่าความต้องการพลังงานสูงสุดโดยนำทฤษฎีทั้งสองมาประยุกต์พัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยจะใช้ข้อมูลค่าพลังงานจากบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) โดยใช้ค่าพลังงานจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจริงในแต่ละช่วงเวลา เพื่อใช้ทดสอบกับระบบต้นแบบที่คิดขึ้นมาผลที่ได้รับจากการควบคุมด้วยระบบต้นแบบ คือการควบคุมการใช้ไฟฟ้าในช่วงพีคได้รวมถึงการใช้พลังงานที่น้อยลง และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ คือการพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมรวมถึงได้เสนอแนวทางในการแก้ไขด้วยวิธีนี้ให้แก่บุคคลทั่วไปได้รับรู้และสร้างความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานของระบบต้นแบบ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนำไปพัฒนาต่อยอดสู่ระบบจัดการพลังงานภายในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้า และการควบคุมค่าความต้องการพลังงานสูงสุด โดยนำทฤษฎีทั้งสองมาประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และพัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อควบคุมการใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในช่วงพีค
2. เพื่อให้รู้ถึงการใช้พลังงานไฟฟ้า และเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละหน่วยงานของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)
3. เพื่อสร้างระบบต้นแบบมาควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการ Simulation ผ่านทางโปรแกรม TIA Portal
4. เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง ระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้กับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการผ่านระบบต้นแบบ
5. เพื่อเสนอแนะการประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้จะศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด(มหาชน) สาเหตุที่ผู้ศึกษาเลือกบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) เนื่องจากผู้ศึกษาได้ทำงานอยู่ในขณะที่ศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาโดยในการศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษานำหลักการการลดพลังงานตามหลักของ EMS, DSM (Demand Side Management) โดยจะเน้นการนำระบบต้นแบบที่คิดขึ้นมา เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดย Simulation ผ่านโปรแกรม TIA Portal ซึ่งได้แบ่งการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร เกี่ยวกับแนวคิดการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดและอัตราค่าไฟฟ้า
2. ศึกษาลักษณะการใช้พลังงานความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เพื่อทราบถึงช่วงเวลาที่เกิดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด 15 นาทีสูงสุดของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)
3. ศึกษาการสร้างระบบต้นแบบให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดย Simulation ผ่านโปรแกรม TIA Portal ซึ่งใช้การลดพลังงานตามหลัก DSM
4. เปรียบเทียบผลค่าไฟเดิมที่วัดได้กับค่าไฟจากการใช้ระบบต้นแบบที่ได้จากการ Simulation

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ขั้นตอนการศึกษา และวิธีการดำเนินการ

1. กำหนดวัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษาวิจัย
2. ศึกษาการประหยัดพลังงานตามหลักของ EMS และ DSM
3. ศึกษาการออกแบบระบบต้นแบบ และโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. รวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ
6. วางแผนการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละหน่วยงาน
7. ดำเนินการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละหน่วยงาน หาค่า Load Curves

8. จัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้า และเขียน Flow Chart การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
9. ออกแบบระบบต้นแบบตาม Flow Chart โดยใช้โปรแกรม TIA Portal
10. เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้กับค่าพลังงานที่ผ่านระบบต้นแบบ วิเคราะห์ และสรุปงานวิจัย
11. เรียบเรียงผลงานวิจัย พิมพ์ผลงาน และจัดเข้ารูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้ถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละหน่วยงานของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)
2. ได้รู้ถึงผลต่างระหว่างค่าพลังงานเดิมกับค่าพลังงานที่ผ่านระบบต้นแบบ
3. ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบต้นแบบมาประยุกต์ใช้ในการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม
4. ได้รู้ถึงแนวทางและปัญหาความเป็นจริงที่จะนำเทคโนโลยีควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ามาใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม
5. แนะแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้กับบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)
6. ใช้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการจัดการพลังงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ความรู้พื้นฐาน และหลักการที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบต้นแบบ เพื่อควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบจัดการพลังงานในโรงงานเป็นการศึกษาภายใต้แนวคิดดังต่อไปนี้

1. หลักเกณฑ์ข้อกำหนดอัตราค่าไฟฟ้า
2. การจำแนกประเภทอัตราค่าไฟฟ้า
3. อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate ; TOD)
4. อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate; TOU)
5. แนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า (EMS)
6. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC)
7. โปรแกรมเน็ตบีนส์ (NetBeans)

2.1 หลักเกณฑ์ข้อกำหนดอัตราค่าไฟฟ้า

จากระเบียบการเก็บอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีการกำหนดการใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไป ซึ่งองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายอัตราค่าไฟฟ้า มีดังนี้

1. ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ในรอบเดือนเศษของกิโลวัตต์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวัตต์ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวัตต์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวัตต์
2. ค่าไฟฟ้าต่ำสุด ในแต่ละเดือนต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา
3. เพาเวอร์แฟคเตอร์ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์แล้วเฉพาะส่วนที่เกิน จะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ในอัตรากิโลวาร์ละ 56.07 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้นเศษของกิโลวาร์ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ ให้ตัดทิ้งตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์

2.2 การจำแนกประเภทอัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าที่ปรากฏในโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า จำแนกออกเป็น 8 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัยลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัด และโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้า เพื่อประกอบธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือ หน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจหรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้า เพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้องซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 30 ถึง 999 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้า เพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้า เพื่อประกอบกิจการโรงแรม และกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้าขององค์กรที่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการ โดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียวแต่ไม่รวมถึงหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ

ประเภทที่ 7 กิจการสูบน้ำเพื่อการเกษตร ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 8 ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว ลักษณะการใช้สำหรับการใช้ไฟฟ้าชั่วคราว เพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไปหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดงานขึ้นเป็นกรณีพิเศษชั่วคราว หรือการใช้ในกรณีต่างๆ เป็นการชั่วคราว โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

2.3 อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Rate; TOD)

ลักษณะการใช้ไฟฟ้าแบบ TOD กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวันเป็นอัตราไฟฟ้าแบบ 2 ส่วน ประเภทหนึ่งประกอบด้วยส่วนที่หนึ่ง คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) มีอัตราคงที่ตลอดวันแตกต่างกันเฉพาะอัตราที่ระดับพิกัดแรงดันส่วนที่สอง คือ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) จำแนกออกเป็น 3 ช่วงเวลาในรอบวัน ได้แก่ ช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) ช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าปานกลาง (Partial Peak) และช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ (Off Peak)

2.4 อัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of use Tariff: TOU)

ลักษณะการใช้ไฟฟ้าแบบ TOU กำหนดอัตราค่าไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวันเป็นอัตราไฟฟ้าแบบ 2 ส่วน ประเภทหนึ่งประกอบด้วยส่วนที่หนึ่ง คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) ส่วนที่สอง คือ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) จะเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาของการใช้ และวันที่ใช้จำแนกออกเป็น 2 ช่วงเวลาในรอบวันปกติ (จันทร์-ศุกร์ และวันพืชมงคล) ได้แก่ ช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) และช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ (Off Peak) ยกเว้นวันเสาร์-อาทิตย์ และวันแรงงานแห่งชาติ

อัตราค่าไฟฟ้าการใช้งานประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นอัตรค่าไฟฟ้าที่บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) เสียค่าไฟฟ้าอยู่ในปัจุบันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้าการใช้งานประเภทที่ 3

ประเภทที่	กิจการ	อัตรา	แรงดัน/หน่วย	อัตราค่าบริการ
3	กิจการขนาดกลาง	ปกติ	1. แรงดัน 69 กิโลวาร์ ขึ้นไป 2. แรงดัน 22-33 กิโลวาร์ 3. ต่ำกว่า 22 กิโลวาร์	● ค่าความต้องการ + ค่าพลังงานไฟฟ้า+ค่าบริการ (บาท/กิโลวัตต์+บาท/หน่วย)
		TOU (Time of Use Tariff)	1. แรงดัน 69 กิโลวาร์ ขึ้นไป 2. แรงดัน 22-33 กิโลวาร์ 3. ต่ำกว่า 22 กิโลวาร์	● ค่าความต้องการ +ค่าพลังงานไฟฟ้า + ค่าบริการ ● On Peak: 09.00-22.00 น. จ.-ศ. และวันพืชมงคล ● Off Peak: 22.00-09.00 น. จ.-ศ. และวันพืชมงคล ● : 00.00-24.00 น. ส-อ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 แนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า

การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ และการควบคุมการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ไฟฟ้า และแสงสว่างเพื่อลดค่าไฟฟ้าและส่งผลให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยอาจแยกกล่าวดังนี้

1. จัดการและควบคุมค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า (จำนวนหน่วยที่ใช้) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด (Peak Demand) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด (Reactive Power) ให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. ดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจัดการ และการควบคุมมีอยู่หลายตัวการเลือกใช้ดัชนีตัวใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละสถานประกอบการ ได้แก่ ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย ค่าตัวประกอบโหลด ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ประมาณการใช้พลังงานต่อหน่วย ผลผลิตมูลค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย ผลผลิตปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่ เป็นต้น

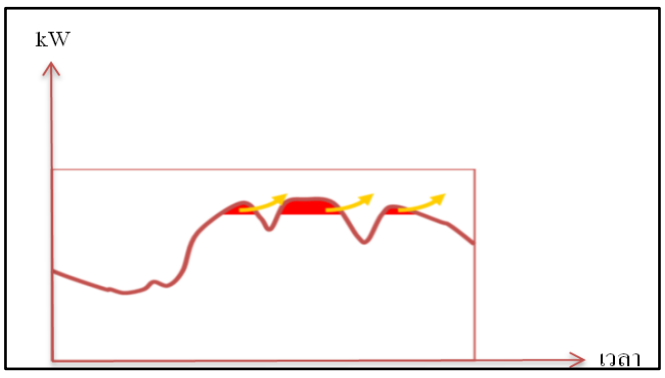
สำหรับแนวทางการจัดการพลังงานเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้ไฟฟ้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้า มีทั้งการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน และการใช้กลไกด้านราคาไฟฟ้า สรุปเป็นมาตรการหลัก 4 มาตรการดังนี้

1. ลดกำลังไฟฟ้าในช่วงโหลดสูงสุด
2. เพิ่มการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาโหลดต่ำ
3. เฉลี่ยการใช้โหลดในแต่ละเวลาให้ใกล้เคียงกัน
4. อนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

2.5.1. รูปแบบการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

จำแนกลักษณะกราฟโหลดในการจัดการการใช้พลังงานมีดังนี้

1. Peak Clipping คือ มาตรการ DSM เพื่อจัดการให้ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดลดลง (Reduction of Peak Load) วิธีการทั่วไป คือ การควบคุมเวลา และปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง เช่น การสื่อสารโดยตรงให้ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเดินเครื่องจ่ายไฟฟ้าเข้าใช้งานแทนการใช้ไฟฟ้าจากระบบ[1]ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Peak Clipping

2.5.2 การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า

การจัดประเภทโหลดแบ่งประเภทของโหลดอุปกรณ์ โดยจำแนกประเภทตามลำดับความสำคัญต่อการทำงานซึ่งจะต้องรู้ลักษณะ[2]การทำงานของอุปกรณ์ และมีผู้ใช้งาน 4 ประเภท

1. ประเภทของโหลดที่มีความสำคัญ (Essential Loads) คือ โหลดที่มีความสำคัญ และจำเป็นต่อการใช้งานในสภาวะปกติซึ่งหากปิด หรือหยุดการทำงานนั้น จะทำให้เกิดผลกระทบต่อการทำงาน หรือความปลอดภัย ได้แก่ ระบบแสงสว่างฉุกเฉิน ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบควบคุมเครื่องดับเพลิง ระบบสูบน้ำดับเพลิง และระบบลิฟท์ เป็นต้น
2. ประเภทของโหลดที่มีความจำเป็นแต่สามารถหยุดการใช้งานเป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ ทุกๆ ช่วงเวลาที่กำหนด (Curtail able Loads) เช่น ประมาณ 15 นาที หรือ 30 นาที เป็นต้น ได้แก่ ระบบส่งลมเย็นของเครื่องส่งลมเย็น ระบบเครื่องทำความเย็น ตู้เย็น ตู้แช่ เครื่องสูบน้ำ อุปกรณ์ให้ความร้อน พัดลมระบายอากาศ เป็นต้น
3. ประเภทของโหลดที่สามารถเลื่อนเวลาการใช้งานออกไปในเวลาอื่นๆ เป็นครั้งคราวนานพอสมควร (Deferrable Loads) เมื่อมีความจำเป็น เช่น เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องอัด หรือเครื่องจักรใหญ่ๆ อุปกรณ์การทดสอบต่างๆ เครื่องรีด เครื่องตัด เป็นต้น
4. ประเภทของโหลดที่สามารถเลื่อนช่วงระยะเวลาการทำงาน หรือกำหนดช่วงเวลาของการทำงาน (Schedulable Loads) ไปใช้ในช่วงที่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ได้แก่ เครื่องสูบน้ำระบบน้ำดี (Cold Water System) ที่ใช้ภายในอาคาร

2.5.3 การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้า

การกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นการสำรวจให้รู้ถึงลักษณะการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันว่ามีค่าสูงหรือต่ำเพียงใด โดยขั้นตอนการดำเนินการควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย[3]ดังนี้

1. การสำรวจข้อมูล มีรายละเอียดประกอบด้วย

- สภาพการใช้ไฟฟ้าจากอดีตถึงปัจจุบัน เพื่อดูถึงศักยภาพที่จะลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ข้อมูลจากใบแจ้งหนี้ หรือใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า
- รายละเอียดระบบไฟฟ้า เพื่อดูว่าสายป้อนแต่ละชุดจ่ายไฟฟ้าให้โหลดประเภทใดบ้าง จำนวนเท่าใดระบบควบคุมการทำงานเป็นอย่างไรการดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมการทำงานใหม่

- รายละเอียดของโหลด คือการสำรวจเครื่องจักร อุปกรณ์ตามชนิดประเภท ขนาด ลักษณะการใช้งาน ความสำคัญของการใช้งาน ตลอดจนจำนวนของเครื่องจักร
- สำรวจลักษณะการใช้ไฟฟ้ารายวันว่าในแต่ละวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าแปรเปลี่ยนมากน้อยเพียงใด และในวันต่างๆ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าคล้ายกันหรือไม่ เพื่อจะหาแนวทางปรับปรุงรูปแบบการใช้ไฟฟ้า จึงจะทำให้สามารถควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้
- สำรวจลักษณะช่วงเวลาการใช้งานของเครื่องจักร เพื่อดูว่าเครื่องจักรแต่ละชุดทำงานช่วงเวลาใด และมีการใช้งานพร้อมๆ กันมากน้อยเพียงใด

2. การเตรียมการ

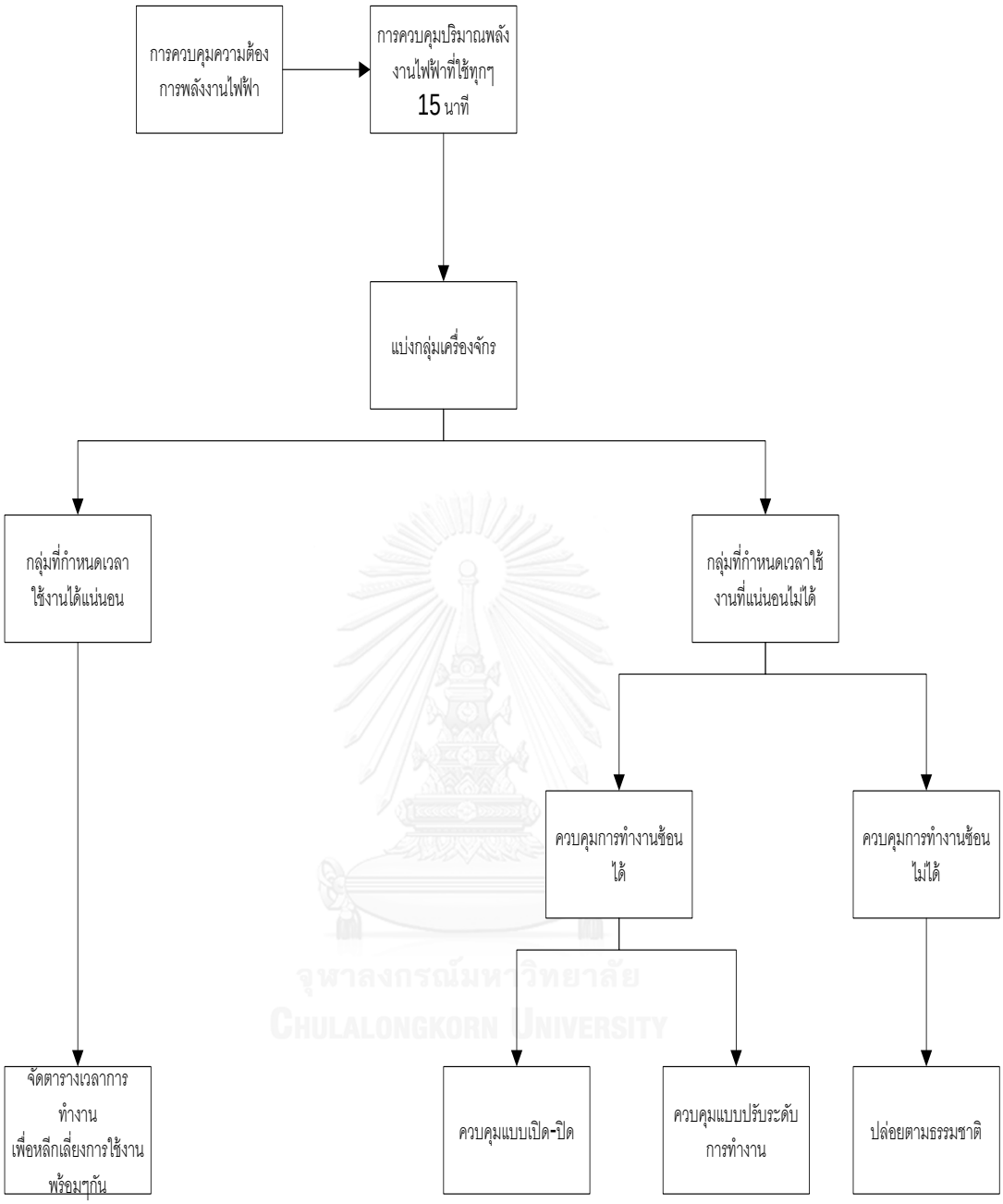
- การจัดกลุ่มของอุปกรณ์ไฟฟ้า แบ่งตามความสำคัญของการใช้งาน เช่น เครื่องจักรที่มีเวลาการทำงานแน่นอน เครื่องจักรที่มีเวลาการทำงานไม่แน่นอน เครื่องที่เดินต่อเนื่องตลอดเวลาเป็นเวลานานหลายชั่วโมงเครื่องที่เดินแบบเดินๆ หยุดๆ หรือเครื่องที่สามารถหยุดได้เป็นช่วงสั้นๆ
- ระบบชนิดและจำนวนอุปกรณ์ ที่สามารถหยุดการใช้งานหรือลดโหลดได้ชั่วคราว เพื่อกำหนดเป็นเป้าหมายที่จะนำมาลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ประเมินความเป็นไปได้ของการลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดว่า จะสามารถลดได้มากน้อยเพียงใด โดยอาศัยข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้ารายวัน และเครื่องจักรเป้าหมายประกอบการประเมินเมื่อได้ข้อมูลแล้วจึงดำเนินการจัดการการใช้พลังงาน หรือการออกมาตราการการใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้การบริหาร และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากการกำหนดเป้าหมายการใช้พลังงาน และแนวทางวิธีการลดการใช้พลังงานต่อไป

2.5.4 แนวทางการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

การควบคุมนั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดให้มีค่าต่ำที่สุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานหรือบุคลากรดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะกำหนดอย่างชัดเจนว่าควรใช้ไฟฟ้าในปริมาณเท่าไร เพราะจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดจากข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมดังรูปที่ 2

1. ย้ายเวลาการทำงานของเครื่องจักรบางตัว หรือบางชุดให้ทำงานเร็วขึ้น หรือช้าลงเพื่อหลีกเลี่ยงช่วงเวลา On Peak
2. ตัดหรือปลดโหลด (เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีการทำงานและมีความสำคัญน้อย) บางตัวหรือหลายๆ ตัวออกจากระบบ
3. จัดเวลาเดินเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใหม่ ให้ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละชุดเหลื่อมกัน หรือทำงานไม่พร้อมกันในบางช่วงเวลา ซึ่งจะต้องทราบลักษณะการใช้งานก่อน
4. หลีกเลี่ยงการเดินเครื่องจักรพร้อมกัน
5. เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง
6. สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล จะต้องมีการวางแผนการใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2 แนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้า

2.6 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC)

PLC (Programmable Logic Control) คือ อุปกรณ์ชนิดโซลิต-สเตท ที่ทำงานแบบลอจิกการออกแบบการทำงานของพีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานพีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิต-เสตท ลอจิก เอเลเมนท์ (Solid-State Digital Logic Element) เพื่อให้การทำงานและการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก

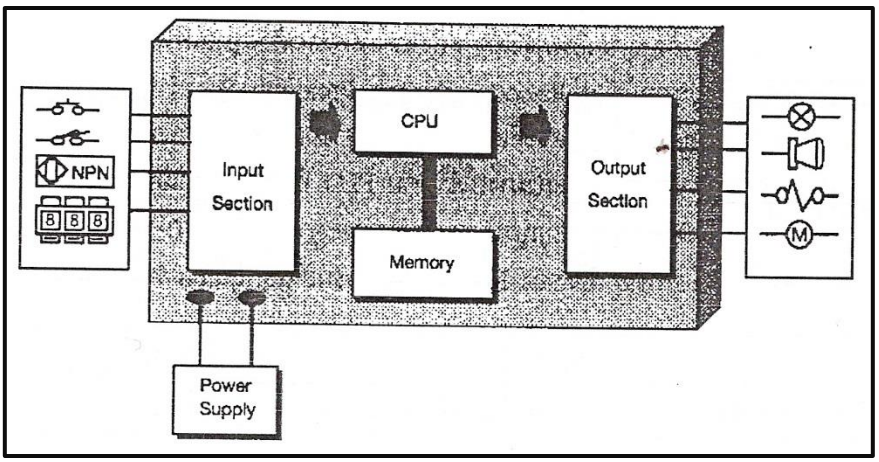
การใช้พีแอลซี สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นเมื่อจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนระบบการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ จะต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพีแอลซีแล้วการเปลี่ยนระบบ หรือลำดับการทำงานใหม่ ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้แล้วพีแอลซีในปัจจุบันได้หันมาใช้ระบบโซลิต-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิมการกินกระแสน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

พีแอลซียังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนอกจากพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยวแล้วยังสามารถต่อพีแอลซีหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมากกว่ารีเลย์แบบเก่า ดังนั้นในงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้พีแอลซีมากขึ้น

2.6.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม พีแอลซีประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมสำหรับพีแอลซีขนาดเล็ก ส่วนประกอบของพีแอลซีจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกมาประกอบย่อยได้ โดยทั่วไปแล้วโครงสร้างของพีแอลซีจะประกอบด้วย 5 ส่วนหลักๆ ดังรูปที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3 ลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี

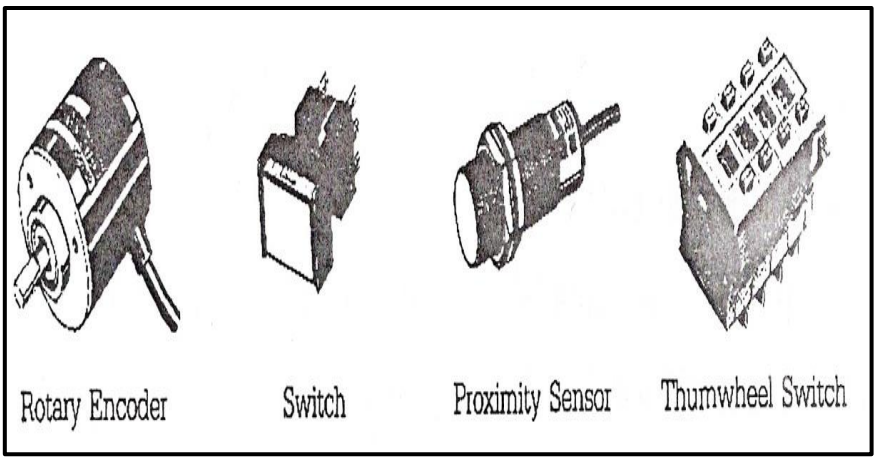
ที่มา : http://www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/49_01/303407_1_49/File/Lab05%20PLC.pdf

1. ภาคอินพุต

ภาคอินพุตทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปเพื่อทำการประมวลผล สัญญาณอินพุตต่างๆ ที่เข้ามาจะถูกแปลงให้เป็น สัญญาณที่เหมาะสมถูกต้องไม่เช่นนั้น ซีพียูจะเสียหายได้สัญญาณที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติ และหน้าที่ดังนี้

- สัญญาณเข้าจะต้องได้ระดับที่เหมาะสมกับพีแอลซี
- การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับซีพียูกระทำด้วยแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อต้องการแยกสัญญาณทางไฟฟ้าออกจากกัน เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ซีพียูเสียหายเมื่ออินพุตเกิดการลัดวงจร
- หน้าสัมผัสต้องไม่สั่นสะเทือน

อุปกรณ์อินพุตที่ส่งสัญญาณออกมาในลักษณะเปิด-ปิด หรือ 0-1 จะสามารถใช้ได้กับพีแอลซีที่รับสัญญาณเป็นแบบดิจิตอลเท่านั้น ส่วนสัญญาณอินพุตที่เป็นแบบอนาล็อกมาตรฐานต่างๆ จะต้องต่อเข้ากับภาคอินพุตของพีแอลซีที่สามารถรับสัญญาณอนาล็อกเท่านั้น

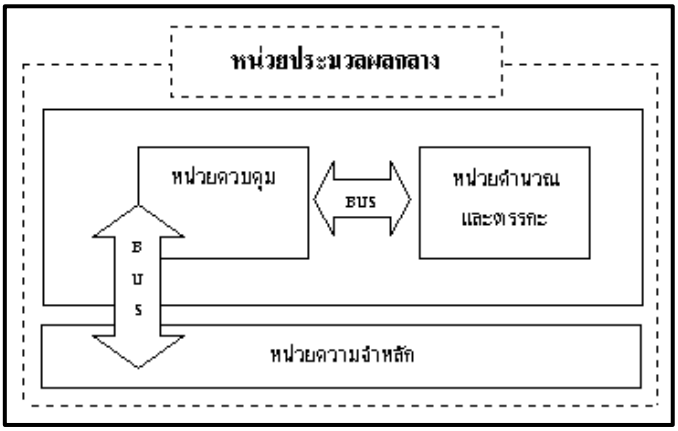


รูปที่ 4 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต

ที่มา : http://www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/49_01/303407_1_49/File/Lab05%20PLC.pdf

2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

- ซีพียูทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุม ซึ่งเปรียบเหมือนสมองของระบบภายใน ซีพียูจะประกอบไปด้วยลอจิกเกทต่างๆ และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส เพื่อสำหรับออกแบบวงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก
- ซีพียูจะยอมรับข้อมูลอินพุต จากอุปกรณ์ให้สัญญาณต่างๆ ต่อจะทำการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าตรง เพื่อใช้สำหรับแรงดันต่ำ



รูปที่ 5 ส่วนประกอบของซีพียู

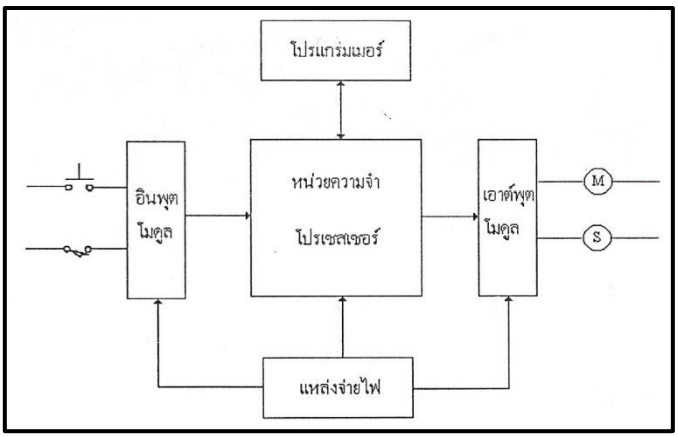
ที่มา : http://www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/49_01/303407_1_49/File/Lab05%20PLC.pdf

จากรูปที่ 5 เป็นซีพียูที่รวมแหล่งจ่ายไฟเข้าด้วยกัน ซึ่งจะแยกแหล่งจ่ายไฟออกมาต่างหาก นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญที่อยู่ในซีพียูอีกชุดหนึ่ง คือ โปรเซสเซอร์เมโมรีโมดูล ซึ่งถือเป็นสมองที่ควบคุมโปรแกรมภายในประกอบด้วย ไมโครเมโมรีชิพ ทำหน้าที่เก็บและเรียกข้อมูลจากหน่วยความจำ และติดต่อกับวงจรที่ต้องการ

3. หน่วยความจำของพีแอลซี

หน่วยความจำของพีแอลซีดังรูปที่ 6 ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรม และข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกออกแบบเป็นบิตข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิต จะมีสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง พีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิด คือ แรม และรอม

- แรม (RAM: Random Access Memory) หน่วยความจำนี้มีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อไฟดับ การอ่าน และเขียนโปรแกรมลงในแรมทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการแก้ไขโปรแกรมบ่อย
- อีพรอม (EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความชนิดอีพรอมนี้ จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต มีข้อดีตรงไฟดับแล้วข้อมูลไม่หาย
- อีอีพรอม (EEPROM: Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียน และลบโปรแกรมโดยใช้วิธีทางไฟฟ้าเหมือนแรม ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟ รวมเอาข้อดีของแรมและอีพรอมไว้ด้วยกัน



รูปที่ 6 โครงสร้างของพีแอลซีและหน่วยความจำ

ที่มา : http://www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/49_01/303407_1_49/File/Lab05%20PLC.pdf

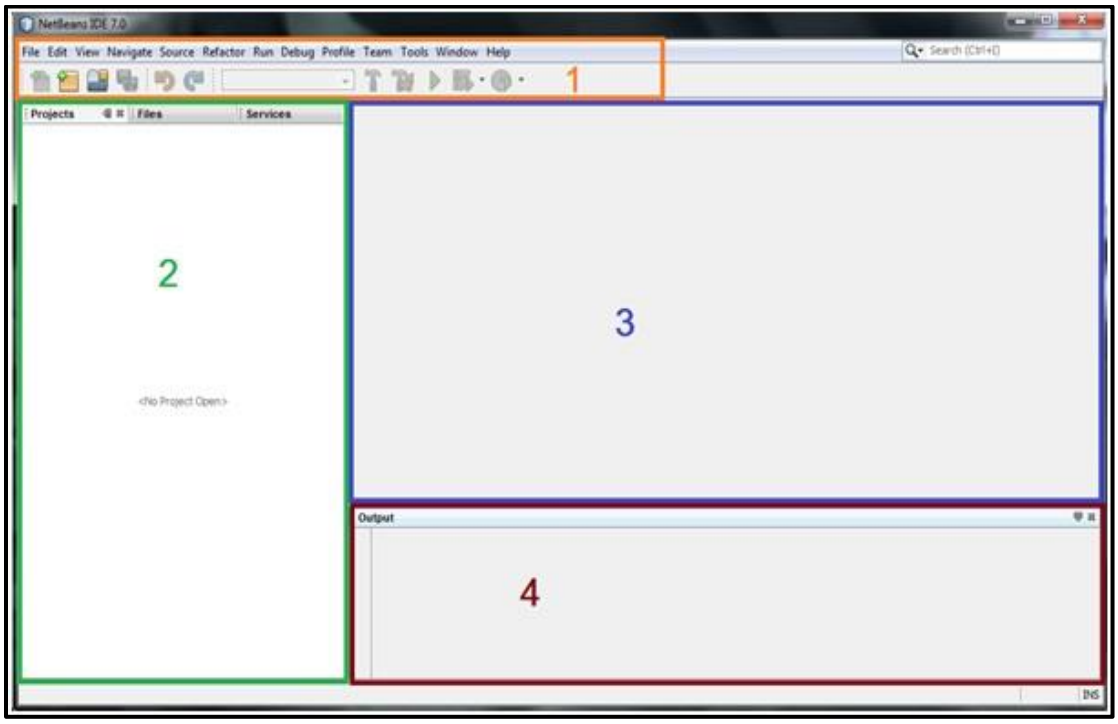
4. ภาคเอาท์พุต

ภาคเอาท์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เพื่อให้อุปกรณ์ด้านเอาท์พุตทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ ส่วนของเอาท์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของซีพียู แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน นอกจากนั้นยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 โปรแกรมเน็ตบีนส์ (NetBeans)

NetBeans คือ เครื่องมือที่ช่วยในการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา ที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก ทำให้สามารถพัฒนาได้ง่าย และเร็วเนื่องจาก NetBeans มี Editor อยู่ในตัวที่ใช้ในการเขียนภาษาโปรแกรม มีการแบ่งออกเป็นสีๆ ใน Editor เพื่อให้ง่ายต่อการมอง ง่ายต่อการจัดรูปแบบ เพื่อให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น มีคอมไพล์ที่สามารถคอมไพล์ได้ง่าย สามารถกดรันได้หน้าจอหลักของ NetBeans จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ลักษณะของโครงสร้างโปรแกรม NetBeans

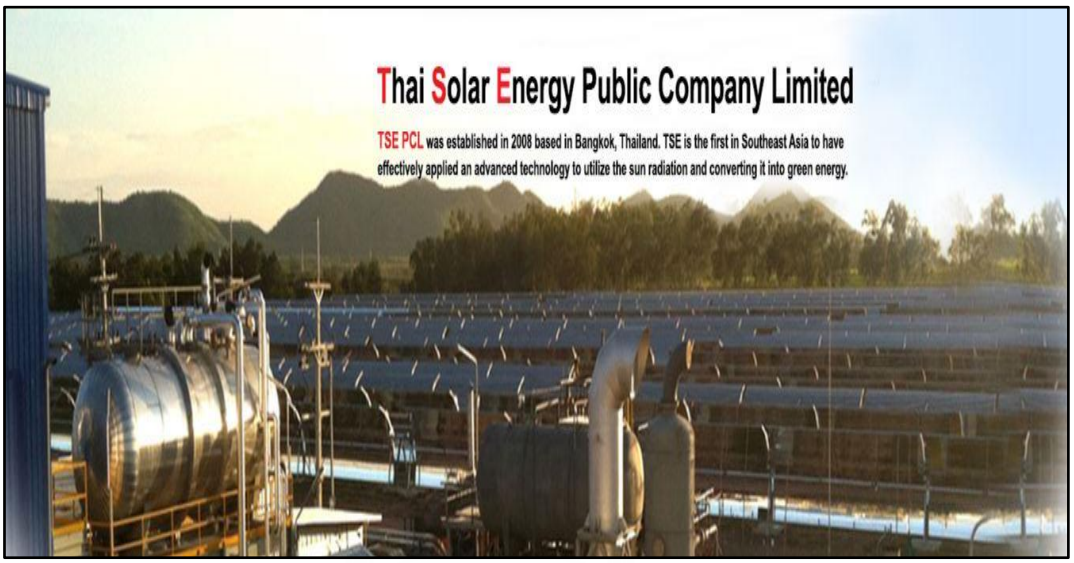
ที่มา : http://component584.blogspot.com/2011/06/netbeans-ide-1.html

1. เป็นส่วนของแถบเมนู และอุปกรณ์ต่างๆ
2. เป็นส่วนที่แสดง และจัดการ Project เหมือนเป็นการ Browse ดู Project หรือ File ต่าง ๆ
3. เป็นส่วนที่ใช้ในการเขียน Code
4. เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานต่างๆ เมื่อทำการ Run โปรแกรม และยังมีส่วนของการ Debug โปรแกรม

บทที่ 3
ภาพรวมของระบบ

3.1 ภาพรวมของระบบ

การพัฒนาระบบต้นแบบเพื่อควบคุมการใช้พลังงานสำหรับระบบจัดการพลังงานในโรงงาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนประกอบ คือ ส่วนข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของ บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอยี่ จำกัด (มหาชน) ส่วนประมวลผลและควบคุม (PLC) ส่วนแสดงผลที่หน้าเว็บเพจ



รูปที่ 8 บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)
ที่มา : http://www.thaisolarenergy.com/index.php?lang=th

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.1 ข้อมูลโรงงาน และการใช้พลังงานภายในโรงงาน

เนื่องจากบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) มีปัญหาเรื่องค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากที่สอบถามผู้จัดการโรงงานรวมถึงพนักงานในโรงงาน พบว่าสาเหตุหลักมาจากพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าของพนักงานที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเปิดใช้งานเครื่องจักรใหญ่ในเวลาเดียวกันเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้ในเวลาที่ไม่ใช้งานการลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้นทางโรงงานจึงมีนโยบาย เรื่องการลดพลังงานไฟฟ้าโดยไม่เน้นการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่แต่จะเน้นเรื่องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ให้ใช้งานแต่ในเวลาที่จำเป็น และจากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำวิทยานิพนธ์นี้ เพื่อแนะแนวทางวิธีควบคุมพลังงานไฟฟ้า และสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการด้านพลังงานของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) โดยจะใช้หลักการลดค่าพลังงาน DSM (Demand Side

Management) โดยสนใจวิธีการลดค่าพลังงานสูงสุดมาประยุกต์ใช้กับโรงงาน โดยจะสร้างระบบต้นแบบมา Simulation ผ่านโปรแกรม TIA Portal แสดงการควบคุมปริมาณ ใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานไม่ให้เกินค่าที่กำหนดไว้ โดยสั่งตัดไฟอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำงานอยู่ในขณะนั้นแบบอัตโนมัติส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าลดลง โดยกำหนดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดว่าต้องการให้หยุดทำงานก่อน หรือหลัง และจะแสดงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าภายในโรงงานในชั่วโมงที่การใช้ไฟฟ้าเกินค่าควบคุม โดยมีคำเตือน หรือคำแนะนำช่วงเวลาการใช้ผ่านทางหน้าจอแสดงผลในช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าเกินค่าควบคุม

3.1.1.1 การศึกษาข้อมูลโรงงาน

1. ประเภทของโรงงาน

บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) เป็นโรงงานขนาดกลาง ทำการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ขนาด 5 เมกะวัตต์ เปิดดำเนินการตั้งแต่ปี 2552 มีพื้นที่รวม 240,000 ตารางเมตร

2. สถานที่ตั้ง

บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) มีสถานที่ตั้งอยู่ที่เลขที่ 88-88/1 หมู่ 13 ถนนอู่ทอง-บ่อพลอย ตำบลดอนสลบ อำเภอห้วยกระเจา กาญจนบุรี

3. ระบบการจ่ายไฟฟ้า

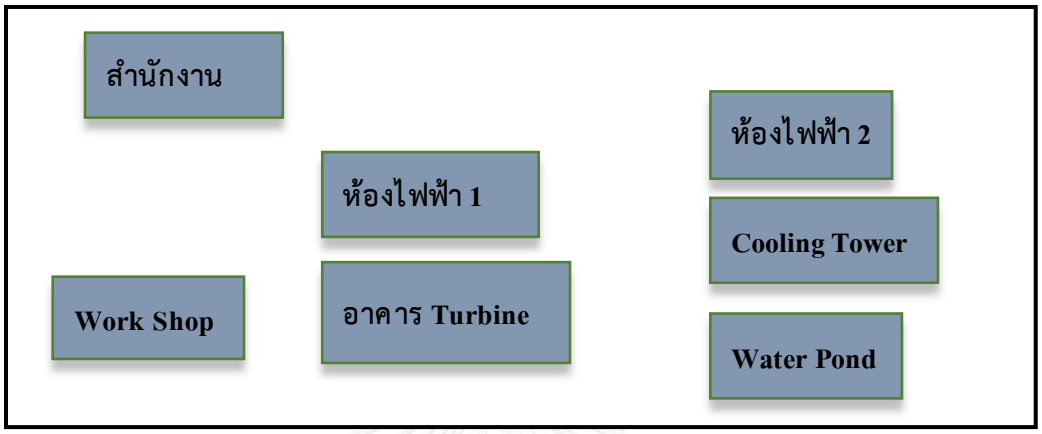
บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) รับไฟจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยระบบสายส่ง มีระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 7 ลูก ด้านแรงดันสูง 22 กิโลโวลต์ด้านแรงดันต่ำ 11 กิโลโวลต์ 1 ลูก และหม้อแปลงไฟฟ้าด้านแรงดันสูง 22 กิโลโวลต์ ด้านแรงดันต่ำ 400-230 โวลต์ 3 ลูก หม้อแปลงไฟฟ้าด้านแรงดันสูง 11 กิโลโวลต์ ด้านแรงดันต่ำ 400-230 โวลต์ 3 ลูก

4. ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน

มีการใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ของโรงงานแบ่งเป็น 7 ส่วนหลักดังรูปที่ 9 คือ

- สำนักงาน
- ห้องไฟฟ้า 1
- ห้องไฟฟ้า 2
- อาคาร Turbine

- อาคาร Work Shop
- Cooling Tower
- Water Pond



รูปที่ 9 การใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ของโรงงานแบ่งเป็น 7 ส่วน

5) ผู้ใช้งานโรงงาน

ผู้ใช้งานโรงงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักได้แก่

5.1 บุคลากรของโรงงาน

บุคลากรของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) ประกอบไปด้วยบุคลากรบริษัทไทยโซลาร์ ฯ และบุคลากรในเครือบริษัท

5.2 บุคลากรภายนอก

บุคลากรภายนอกประกอบด้วยลูกค้า Maker

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน

ข้อมูลจากการสำรวจ อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำนักงานดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน

พื้นที่	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
ห้องครัว	หลอดตะเกียบ	12		ตามภาระ										(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12		ตามภาระ										(จ-ศ)
	ไมโครเวฟ	1,000		ตามภาระ										(จ-ศ)
	กาต้มน้ำ	220	10											(จ-ศ)
	ตู้เย็น	300	24											ทุกวัน
ห้องสำนักงาน	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	LED	18	9											(จ-ศ)
	LED	18	9											(จ-ศ)

พื้นที่	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	LED	18	9											(จ-ศ)
	LED	18	9											(จ-ศ)
	LED	18	9											(จ-ศ)
	LED	18	9											(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845	9											(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845	9											(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845	9											(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845	9											(จ-ศ)
ห้องประชุม 1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										

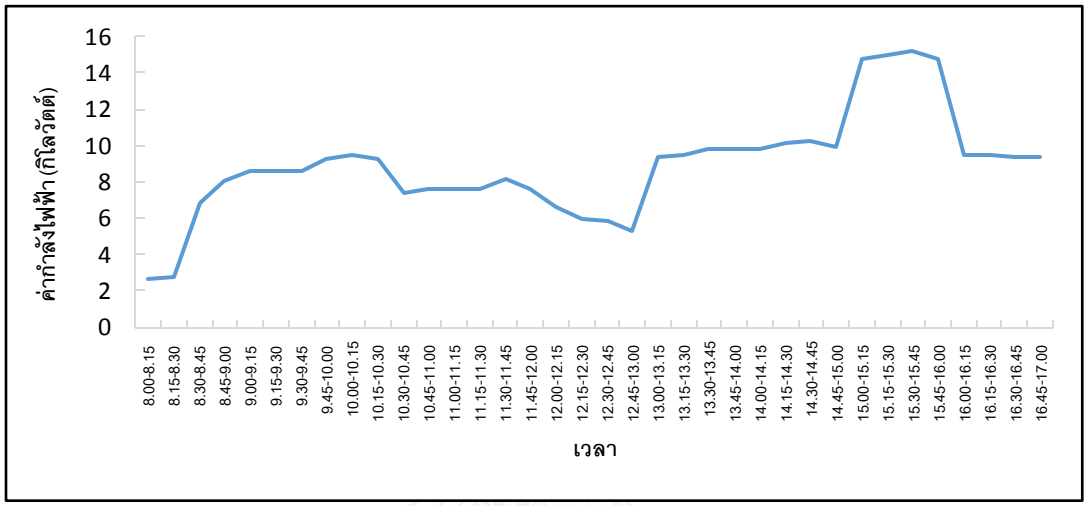
พื้นที่	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	1,845		ตามการแจ้งใช้งาน										
ห้องประชุม 2	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	1,845		ตามการแจ้งใช้งาน										

พื้นที่	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
ห้องประชุม 3	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดตะเกียบ	12		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		ตามการแจ้งใช้งาน										

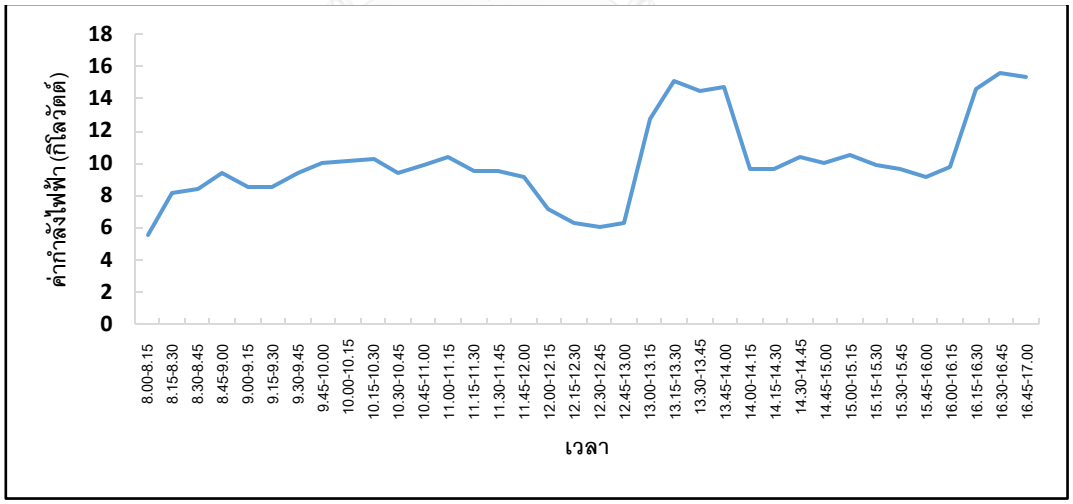
หมายเหตุ: สีฟ้า หมายถึงเวลาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.1.1.3 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด อาคารสำนักงาน

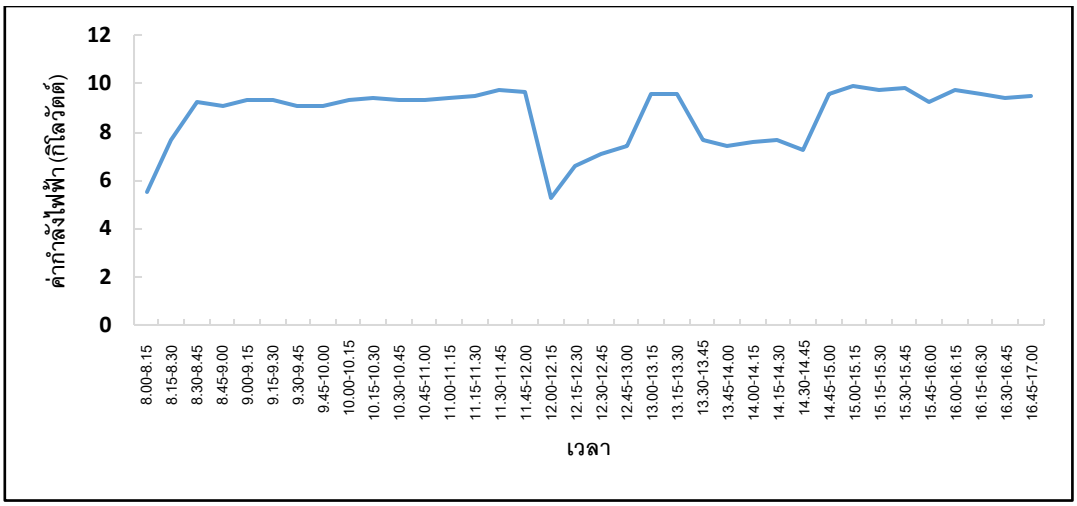
ลักษณะค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด ใน 1 เดือน อาคารสำนักงานดังรูปที่ 10 ถึง[4]รูปที่ 15



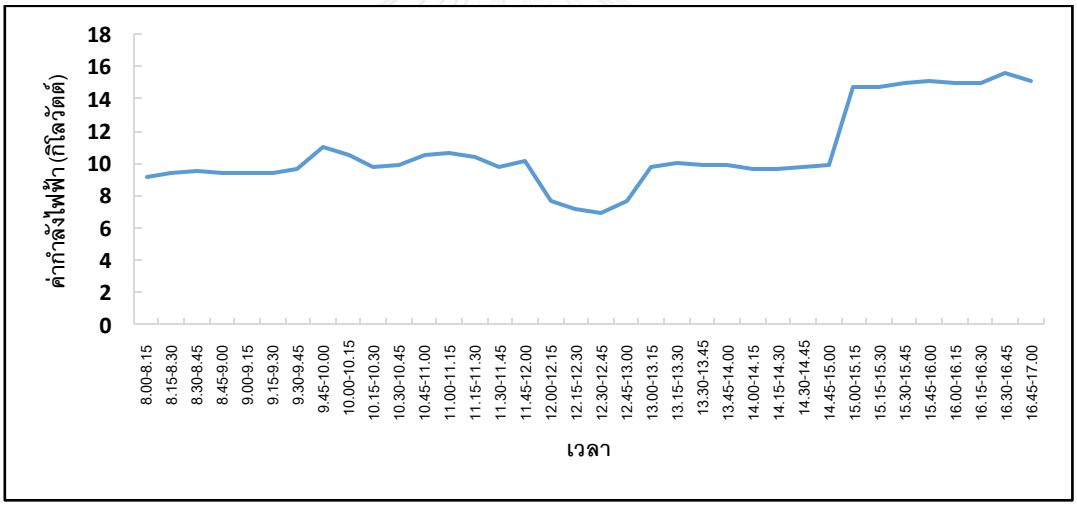
รูปที่ 10 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ 2559 อาคารสำนักงาน



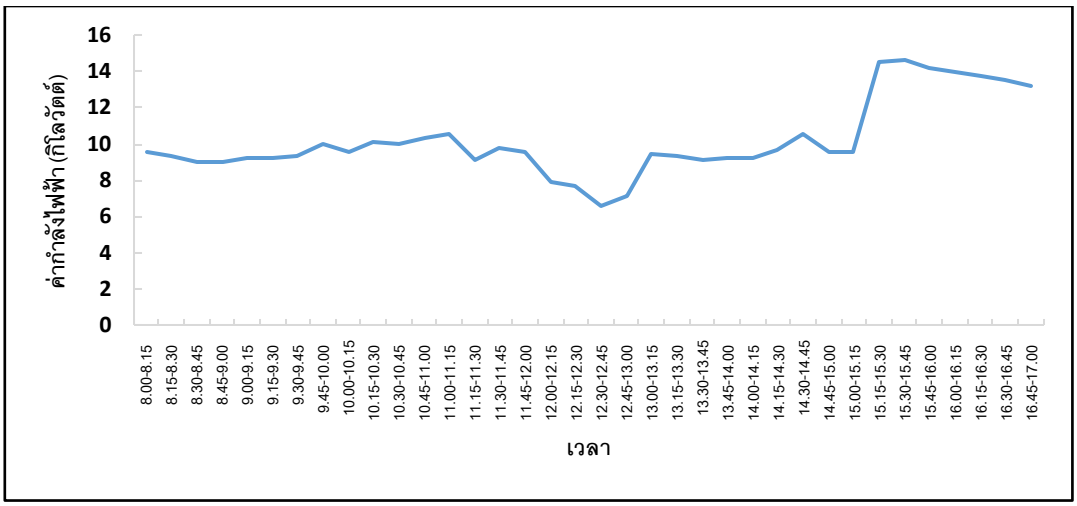
รูปที่ 11 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 5-18 กุมภาพันธ์ 2559 อาคารสำนักงาน



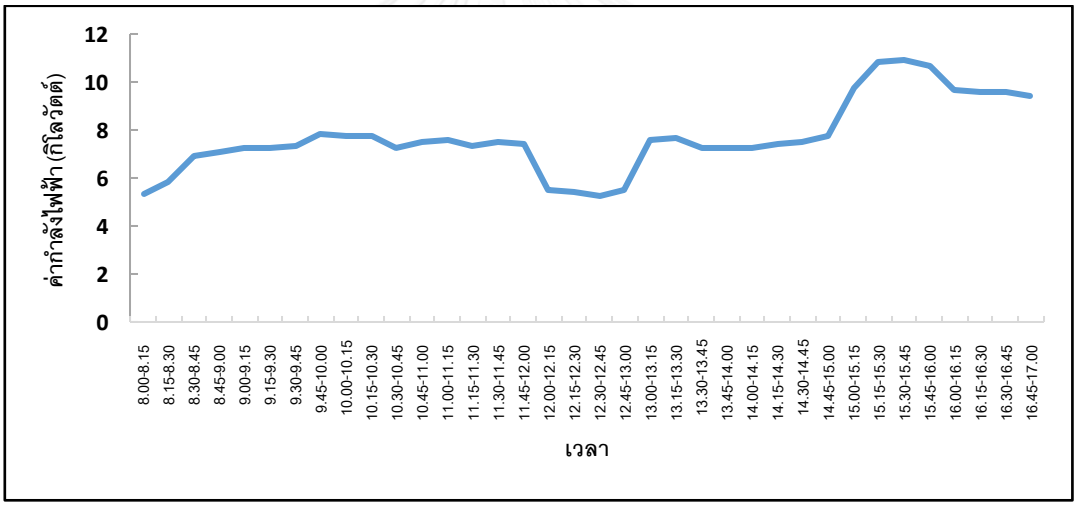
รูปที่ 12 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 22-25 กุมภาพันธ์ 2559 อาคารสำนักงาน



รูปที่ 13 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 1-4 มีนาคม 2559 อาคารสำนักงาน



รูปที่ 14 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 7-11 มีนาคม 2559 อาคารสำนักงาน



รูปที่ 15 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด เฉลี่ยทั้ง 5 ช่วงเวลา

3.1.1.4 แนวทางการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดอาคารสำนักงาน

นำ Load Curves ที่วัดได้มาวิเคราะห์ และจัดลำดับความสำคัญของการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้หลักการจัดประเภทโหลดกำหนดช่วงเวลาการทำงานเพื่อควบคุมการใช้ไฟฟ้าในช่วงพีค และให้แต่หน่วยงานแสดงความคิดเห็นถึงความเป็นไปได้ในการจัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าหน่วยงานนั้นๆ

จากการสำรวจ และสอบถามพนักงานในโรงงานพบว่าอุปกรณ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟ จากการวิเคราะห์ และกำหนดลำดับความสำคัญอุปกรณ์ที่ควรเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟของอาคารสำนักงาน โดยอ้างอิงจากแนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าดังรูปที่ 2 จะสามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มที่สามารถจัดตารางเวลาการทำงานเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กัน

- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4

กลุ่มที่กำหนดเวลาใช้งานแน่นอนไม่ได้

- เครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1
- เครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2
- เครื่องปรับอากาศห้องห้องประชุม 3

กลุ่มที่ควบคุมการทำงานซ้อนได้

- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4
- เครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1
- เครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2
- เครื่องปรับอากาศห้องห้องประชุม 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3 กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กันของอาคารสำนักงาน

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
ห้องสำนักงาน	เครื่องปรับอากาศ 1	1,845		8.00			12.00		13.15				16.30	(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ 2	1,845		8.15			12.00		13.15				16.30	(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ 3	1,845		8.45			12.00		13.30				16.30	(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ 4	1,845		9.00			12.00		13.30				16.30	(จ-ศ)
ห้องประชุม 1	เครื่องปรับอากาศ	1,845		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
ห้องประชุม 2	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	เครื่องปรับอากาศ	1,845		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
ห้องประชุม 3	เครื่องปรับอากาศ	2,630		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	เครื่องปรับอากาศ	2,630		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										

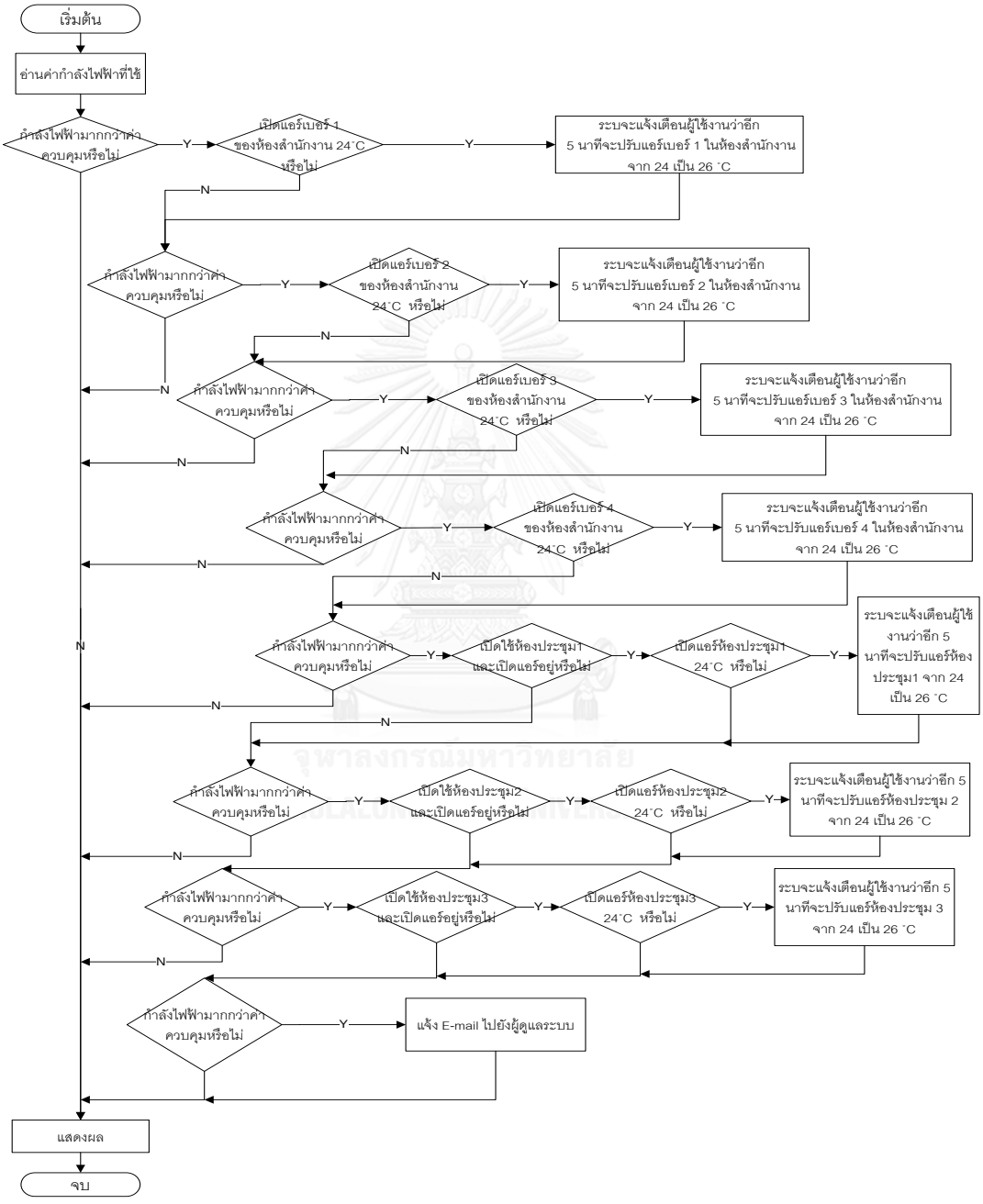
ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดตะเกียบ	12		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 9.15-12.00 และ 13.45-16.30										

หมายเหตุ: สีฟ้า หมายถึงเวลาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.1.5 Flow Chart ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารสำนักงาน

นำกลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควบคุมการทำงานซ้อนได้มาสร้าง Flow Chart เพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารสำนักงานดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารสำนักงาน

3.1.1.6 อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร Work Shop

ข้อมูลจากการสำรวจ อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสำนักงานดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายการอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร Work Shop

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
ห้องสำนักงาน	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดตะเกียบ	12	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)

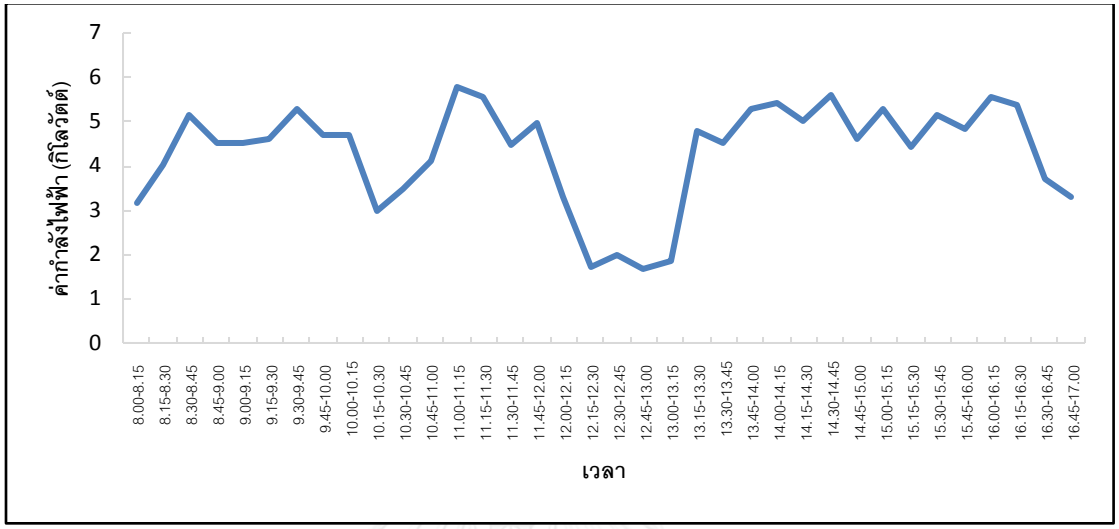
ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36	9											(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845	9											(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845	9											(จ-ศ)
ห้องประชุม	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	1845		ตามการแจ้งใช้งาน										
ห้อง MDB	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	1,845												

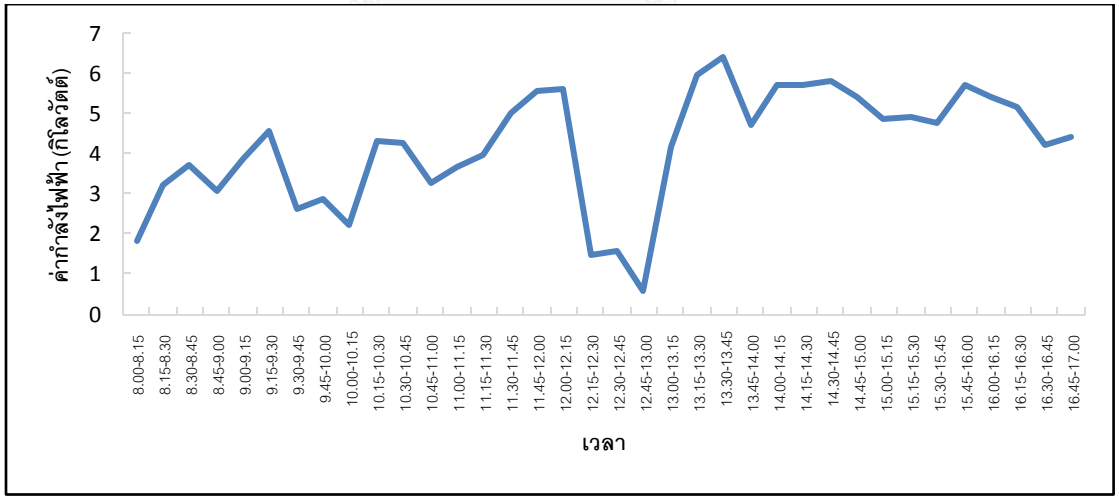
หมายเหตุ: สีฟ้า หมายถึงเวลาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.1.1.7 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด **อาคาร** Work Shop

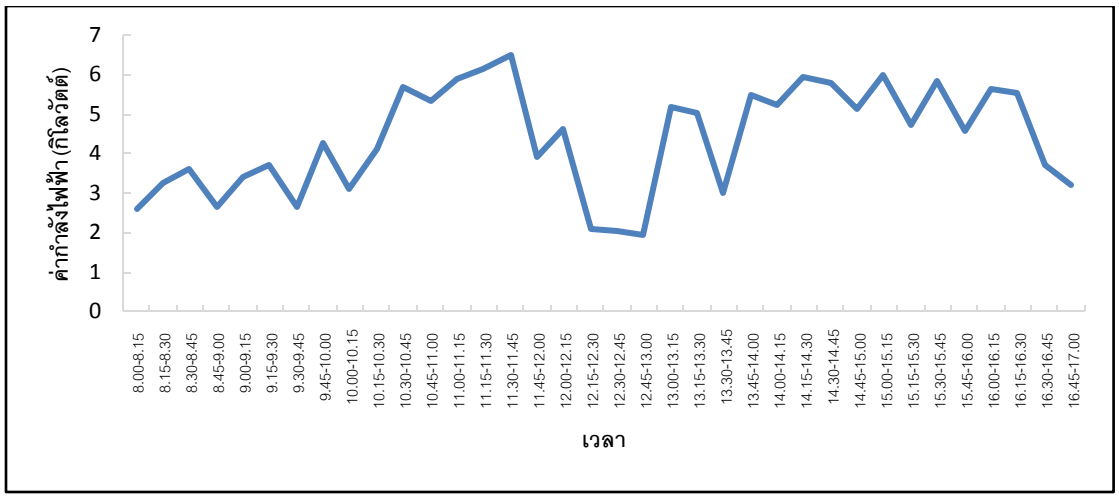
ลักษณะค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาที สูงสุด ใน 1 เดือน อาคาร Work Shop ดังรูปที่ 17 ถึง[5] รูปที่ 22



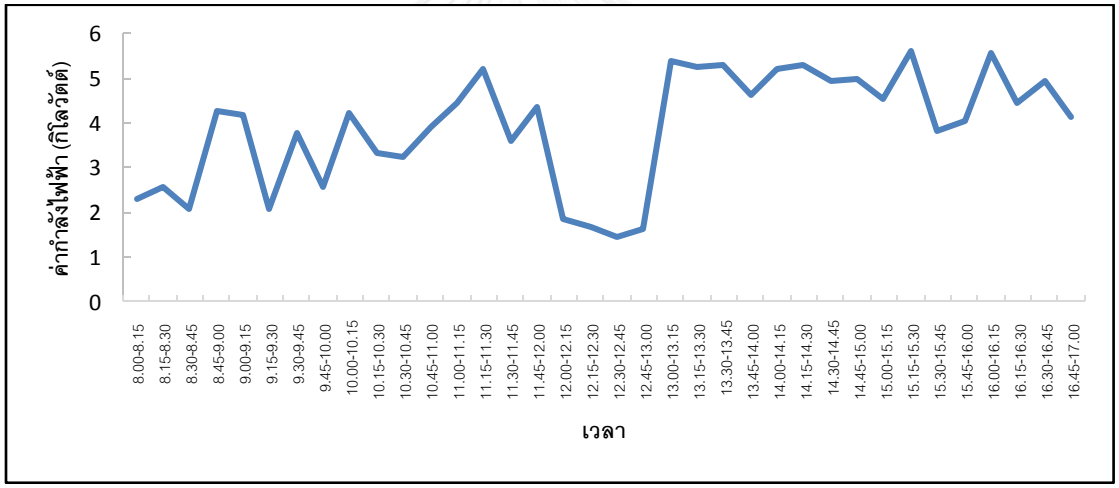
รูปที่ 17 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 2-6 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop



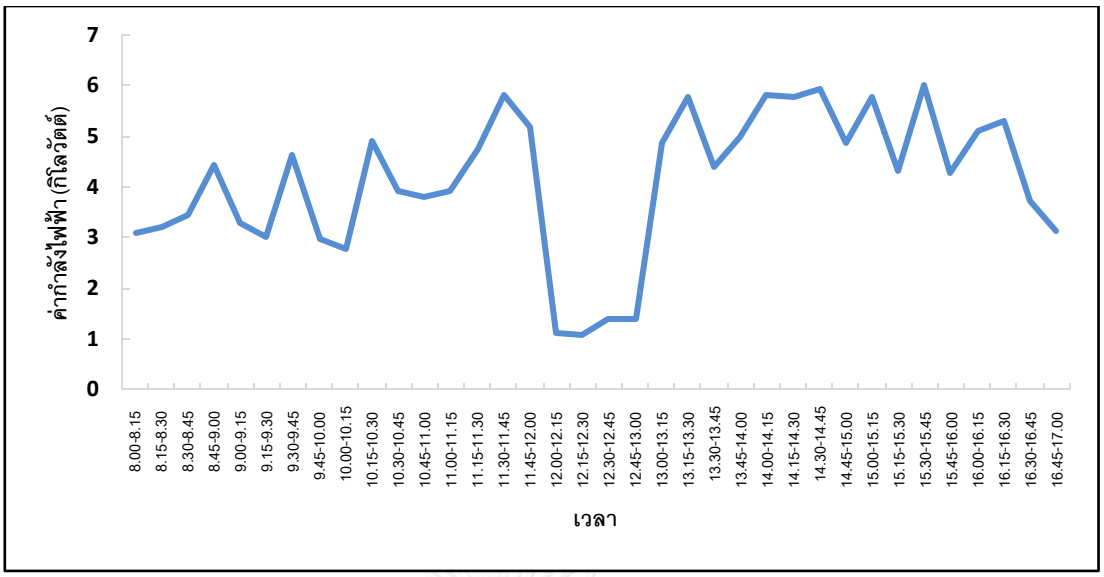
รูปที่ 18 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 9-11 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop



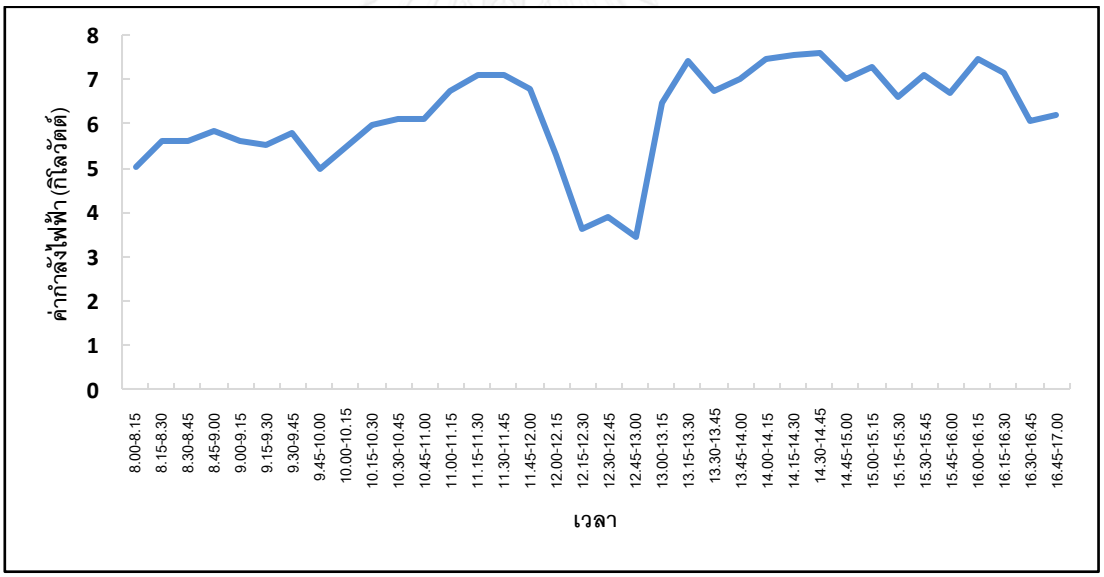
รูปที่ 19 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 16-20 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop



รูปที่ 20 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 23-27 กุมภาพันธ์ 2558 อาคาร Work Shop



รูปที่ 21 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด วันที่ 2-6 มีนาคม 2558 อาคาร Work Shop



รูปที่ 22 ข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด เฉลี่ยทั้ง 5 ช่วงเวลา

3.1.1.8 แนวทางการควบคุมค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดอาคาร Work Shop

นำ Load Curves ที่วัดได้มาวิเคราะห์ และจัดลำดับความสำคัญของการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้หลักการจัดประเภทโหลดกำหนดช่วงเวลาการทำงานเพื่อควบคุมการใช้ไฟฟ้าในช่วงพีค และให้

แต่หน่วยงานแสดงความคิดเห็นถึงความเป็นไปได้ในการจัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าหน่วยงาน[1]นั้นๆ

จากการสำรวจและสอบถามพนักงานในโรงงานพบว่าอุปกรณ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟ และจากการวิเคราะห์และกำหนดลำดับความสำคัญอุปกรณ์ที่ควรเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟของอาคาร Work Shop โดยอ้างอิงจากแนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะสามารถแบ่งกลุ่มได้ดังนี้

กลุ่มที่สามารถจัดตารางเวลาการทำงานเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กัน

- เครื่องปรับอากาศห้อง MDB
- เครื่องปรับอากาศในสำนักงานเบอร์ 1
- เครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2

กลุ่มที่กำหนดเวลาใช้งานแน่นอนไม่ได้

- เครื่องปรับอากกาศในห้องประชุม

กลุ่มที่ควบคุมการทำงานซ้อนได้

- เครื่องปรับอากาศห้อง MDB
- เครื่องปรับอากาศในสำนักงาน
- เครื่องปรับอากกาศในห้องประชุม
- หลอดไฟในห้อง MDB
- หลอดไฟบริเวณตู้เก็บเอกสาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กันของอาคาร Work Shop

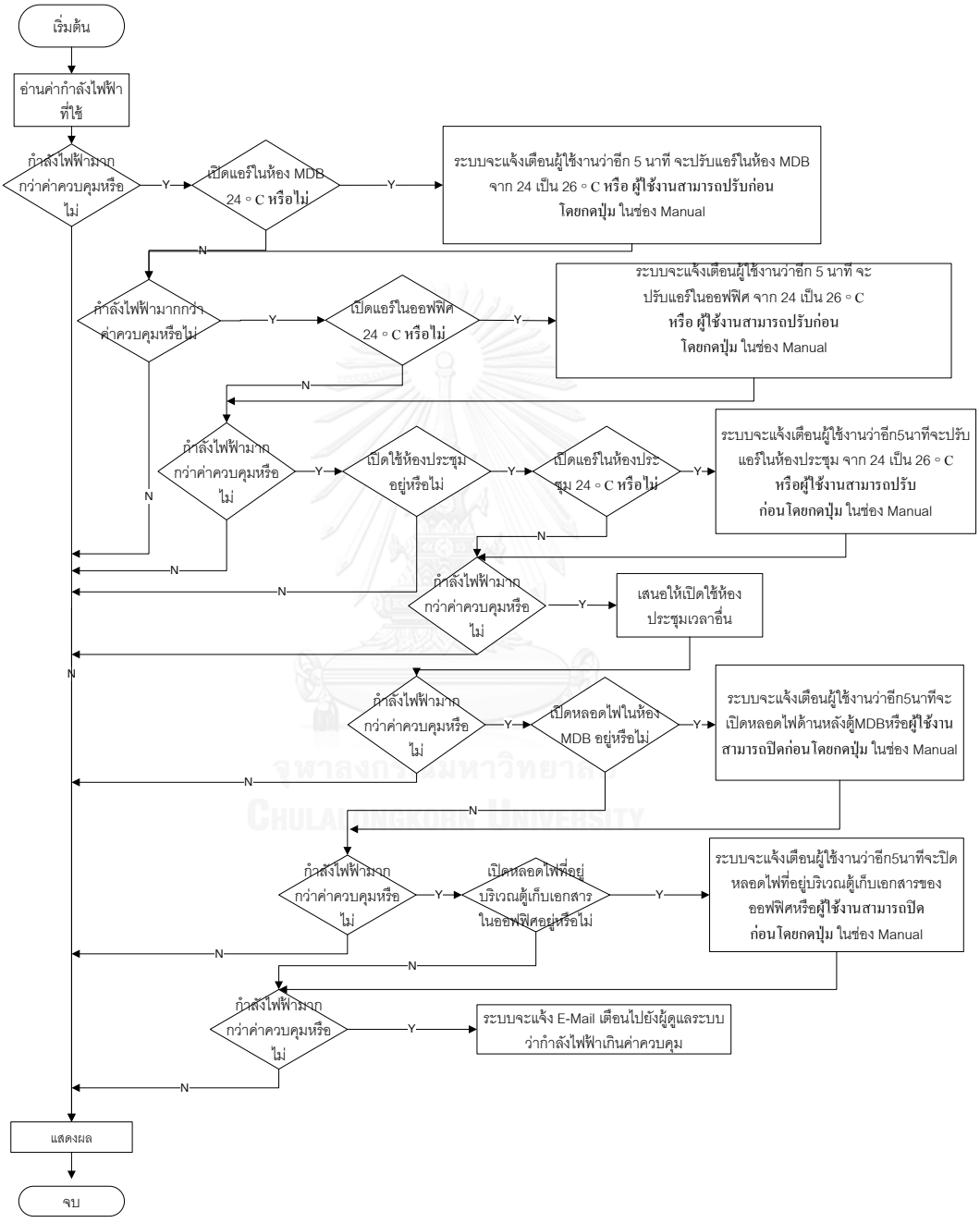
ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
ห้องสำนักงาน	เครื่องปรับอากาศ	1,845		8.00			12.00		13.15				16.30	(จ-ศ)
	เครื่องปรับอากาศ	1,845		8.15			12.00		13.00				16.30	
ห้องประชุม 1	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 8.45-12.00 และ 13.45-16.30										(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 8.45-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 8.45-12.00 และ 13.45-16.30										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 8.45-12.00 และ 13.45-16.30										

ชื่อ	อุปกรณ์	วัตต์	ชั่วโมง	ช่วงเวลาใช้งาน (เวลา)										หมายเหตุ
				Off Peak	On Peak									
				8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
	เครื่องปรับอากาศ	1,845		แนะนำเวลาให้เปิดใช้งาน 8.45-12.00 และ 13.45-16.30										
ห้อง MDB	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										(จ-ศ)
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	หลอดฟลูออเรสเซนต์	36		ตามการแจ้งใช้งาน										
	เครื่องปรับอากาศ	1,845		8.30			12.00		13.30				16.30	

หมายเหตุ: สีฟ้า หมายถึงเวลาการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

3.1.1.9 Flow Chart ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร Work Shop

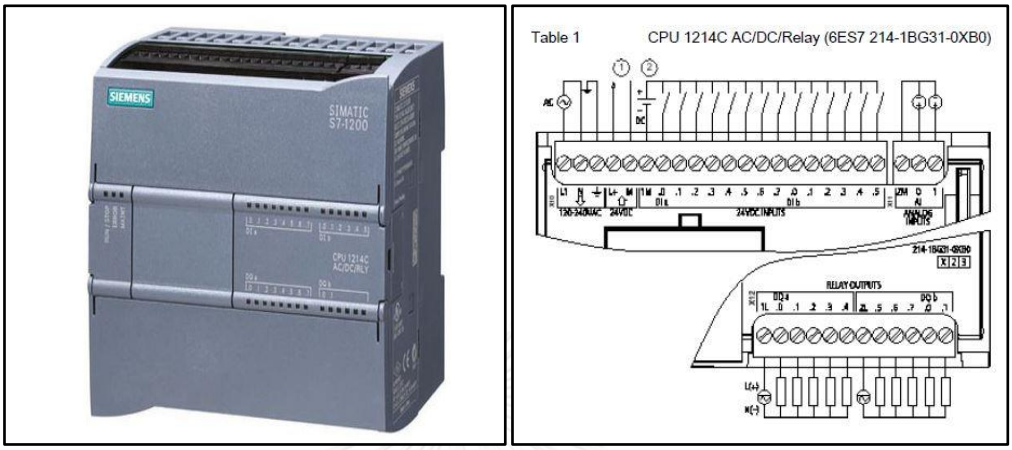
นำกลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควบคุมการทำงานซ้อนได้มาสร้าง Flow Chart เพื่อควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคารWork Shop ดัง[6]รูปที่ *23*



รูปที่ 23 การควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร Work Shop

3.1.2 ส่วนประมวลผล และควบคุม

ลักษณะส่วนประกอบภายนอก-ภายในของอุปกรณ์ดังรูปที่ 24 และข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ PLC S7-1200 ดังตารางที่ 6



รูปที่ 24 ส่วนประกอบของ PLC S7-1200

ที่มา : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf

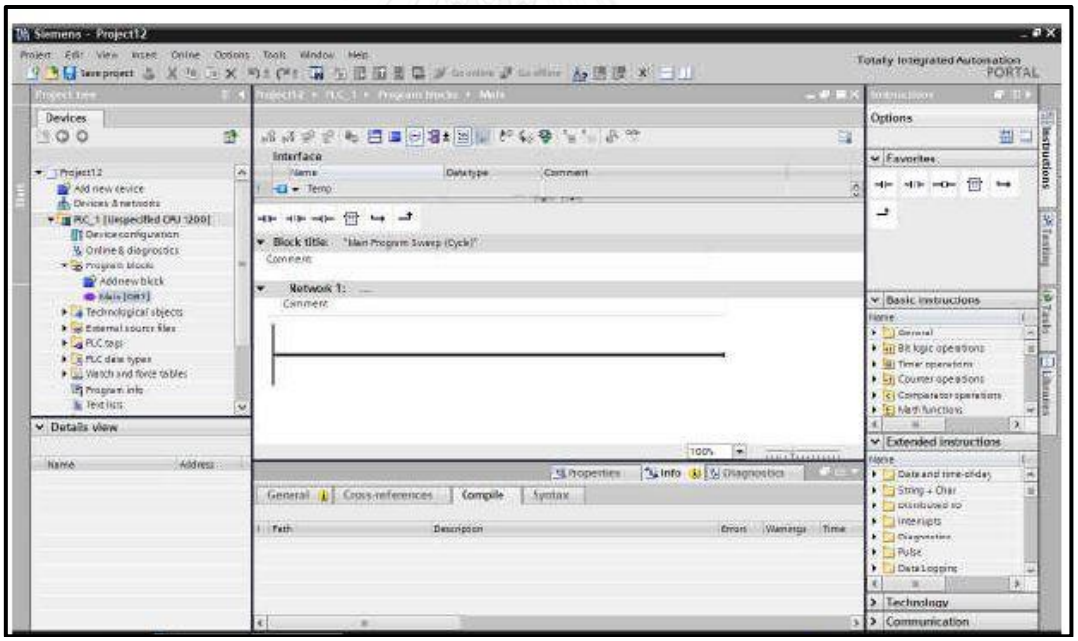
ตารางที่ 6 ข้อมูล PLC S7-1200

Technical data		**Description**
User memory	Work	75 Kbytes
	Load	4 Mbytes internal, expandable up to SD card size
	Retentive	10 Kbytes
On-board digital I/O		14 inputs/10 outputs
On-board analog I/O		2 inputs
Process image size		1,024 bytes of inputs (I)/1024 bytes of outputs (Q)
Bit memory (M)		8192 bytes
Temporary (local) memory		16 Kbytes for startup and program cycle (including associated FBs and FCs)
		4 Kbytes for smartcard interrupt events

Technical data	Description
	including FBs and FCs
	4 Kbytes for error interrupt events including FBs and FCs
Signal modules expansion	8 SMs max
SB, CB, BB expansion	1 max
Communication module expansion	3 CMs max
High-speed counters	6 total, see table Operation of the high-speed counter
	Single phase: 3 at 100 kHz and 3 at 30 kHz clock rate,
	Quadrature phase: 3 at 80 kHz and 3 at 20 kHz clock rate,
Pulse outputs	4
Pulse catch inputs	14

ข้อมูลทางด้านโปรแกรม TIA Portal คือ ระบบอัตโนมัติที่บูรณาการเป็นหนึ่งเดียวนับเป็นซอฟต์แวร์ตัวแรกของอุตสาหกรรมภายใต้กรอบการทำงานวิศวกรรมที่กำหนดวิธีการใหม่ในการทำงาน ทำให้สามารถออกแบบการควบคุมเครื่องจักรได้รวดเร็วขึ้น ดังรูปที่ 25 และรูปที่ 26

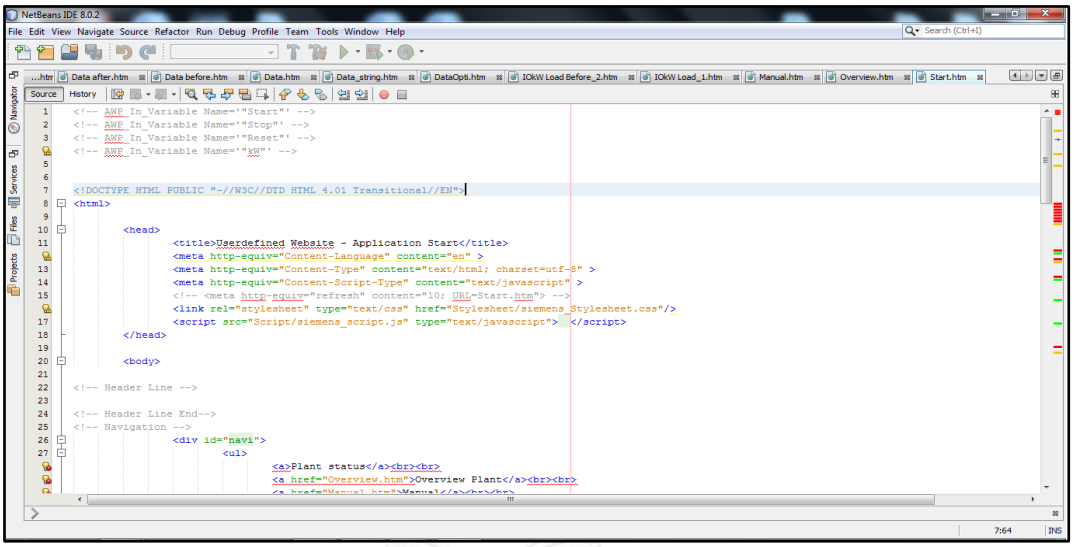
รูปที่ 25 ส่วนของโปรแกรม TIA Portal



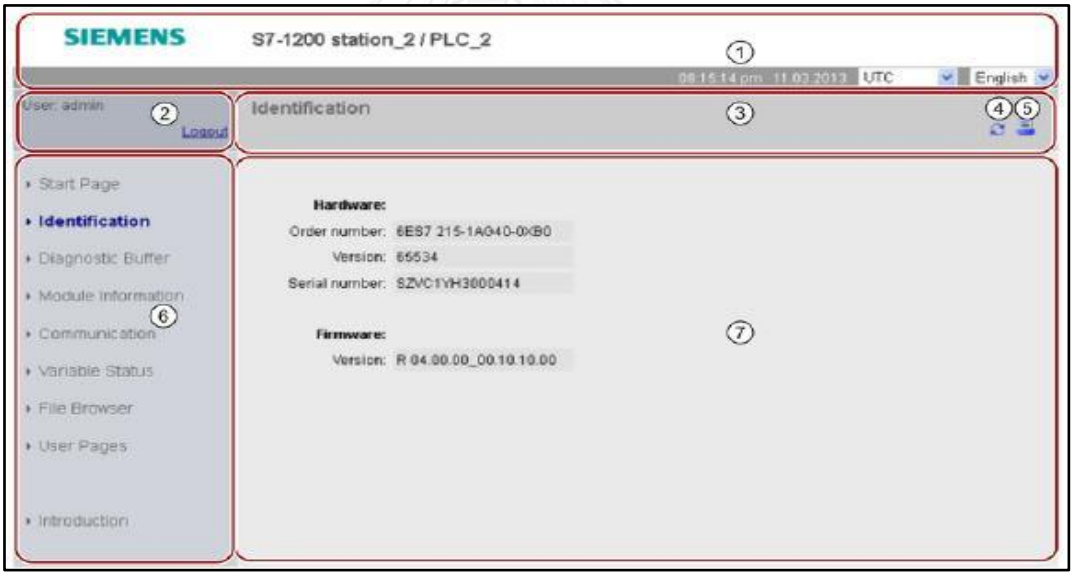
รูปที่ 26 ส่วนที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและแถบเครื่องมือ

3.1.3 ส่วนแสดงผลที่หน้าเว็บเพจ

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกโปรแกรม NetBeans IDE 8.0.2 เพื่อใช้ในการสร้างหน้าเว็บเพจ ซึ่งประกอบด้วยภาษา HTML, CSS, java script ดังรูปที่ 27 ซึ่งจะต้องทำงานบน Webserver ของ S7-1200



รูปที่ 27 หน้าหลักของโปรแกรม NetBeans ที่ใช้สร้างเว็บเพจ



รูปที่ 28 หน้าหลักของ Webserver S7-1200

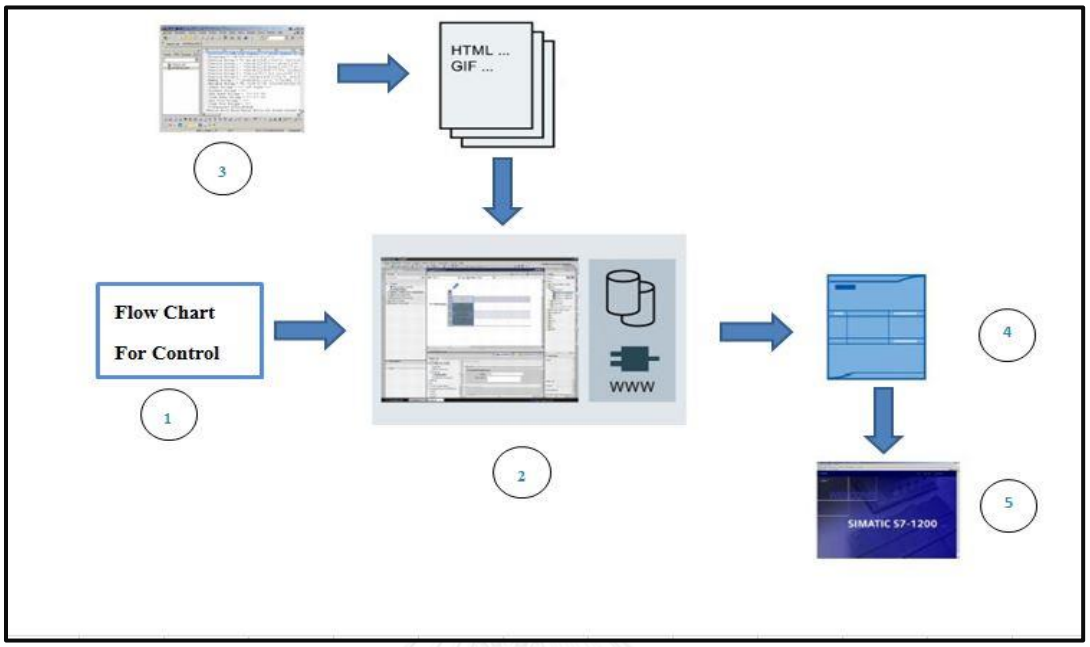
รูปแบบไอคอนการใช้งานหน้าเว็บเพจ S7-1200 ดังรูปที่ 28

1. ส่วนหัวเว็บเซิร์ฟเวอร์จะที่มีตัวเลือกที่จะแสดงเวลาซึ่งสามารถเลือกได้ 2 แบบคือแบบ UTC หรือแบบ PLC Localและมีตัวเลือกในการใช้เปลี่ยนภาษา
2. เข้าสู่ระบบหรือออกจากระบบ

3. ส่วนหัวของหน้าเว็บมาตรฐานของ CPU
4. รีเฟรชไอคอน: สำหรับหน้าเว็บที่มีการรีเฟรชอัตโนมัติ
5. ไอคอนการพิมพ์: เตรียมความพร้อมและแสดงเวอร์ชันสำหรับพิมพ์
6. ไอคอนเพื่อสลับไปยังหน้าอื่นและสามารถใช้ไอคอน User Pages เพื่อสลับไปหน้าเว็บเพจที่ได้สร้างขึ้น
7. ระบุรุ่นของ CPU ที่ใช้อยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 การออกแบบการทำงานของระบบ



รูปที่ 29 ขั้นตอนการออกแบบ

ภาพรวมการออกแบบการทำงานของระบบดังรูปที่ 29

1. นำเงื่อนไขของ Flow Chart มาเขียนลงในโปรแกรม TIA Portal โดยใช้ภาษา Ladder
2. กำหนดตัวแปร Input และ Output เพื่อใช้สื่อสารกับทางเว็บเพจ และสั่งงานอุปกรณ์ภายนอก
3. สร้างเว็บเพจ เพื่อรองรับกับเงื่อนไขที่ภาษา Ladder ส่งมา
4. นำค่าโปรแกรมโหลดลง CPU
5. เปิดเว็บเพจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

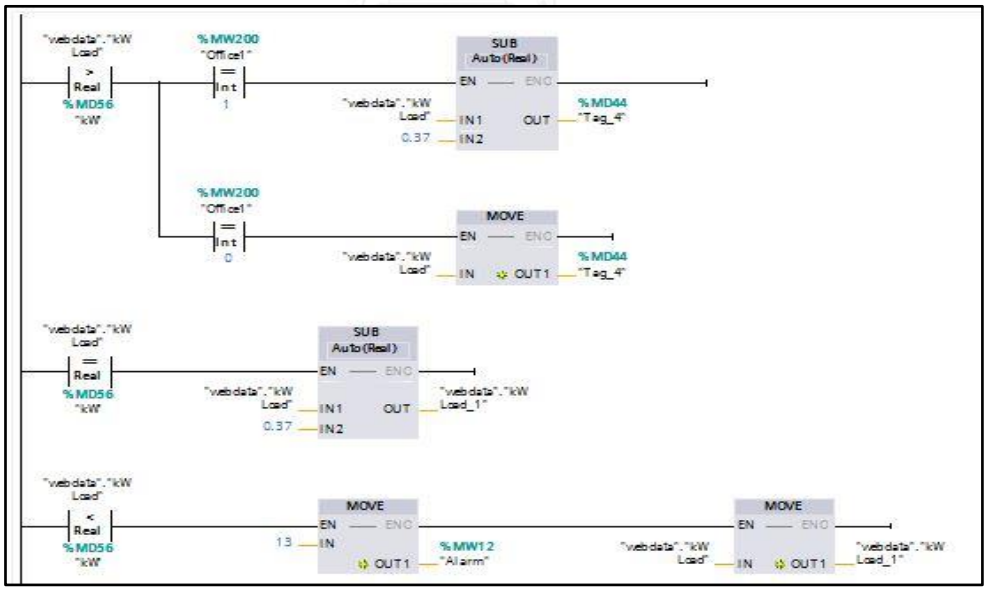
3.2.1 นำเงื่อนไขของ Flow Chart มาเขียนลงในโปรแกรม TIA Portal โดยใช้ภาษา Ladder

3.2.1.1 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือน[7]ผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 30



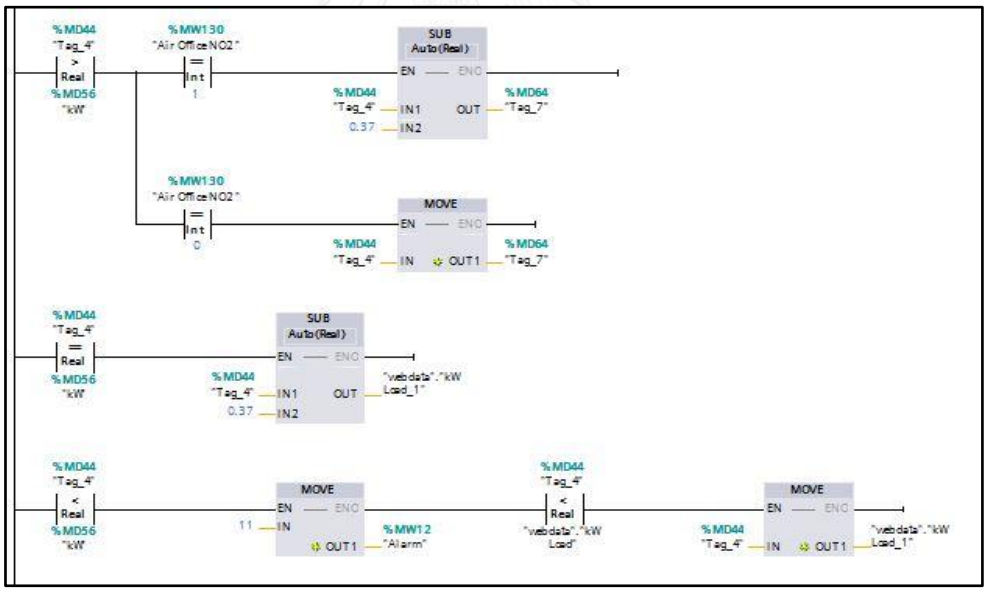
รูปที่ 30 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1

3.2.1.2 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 31



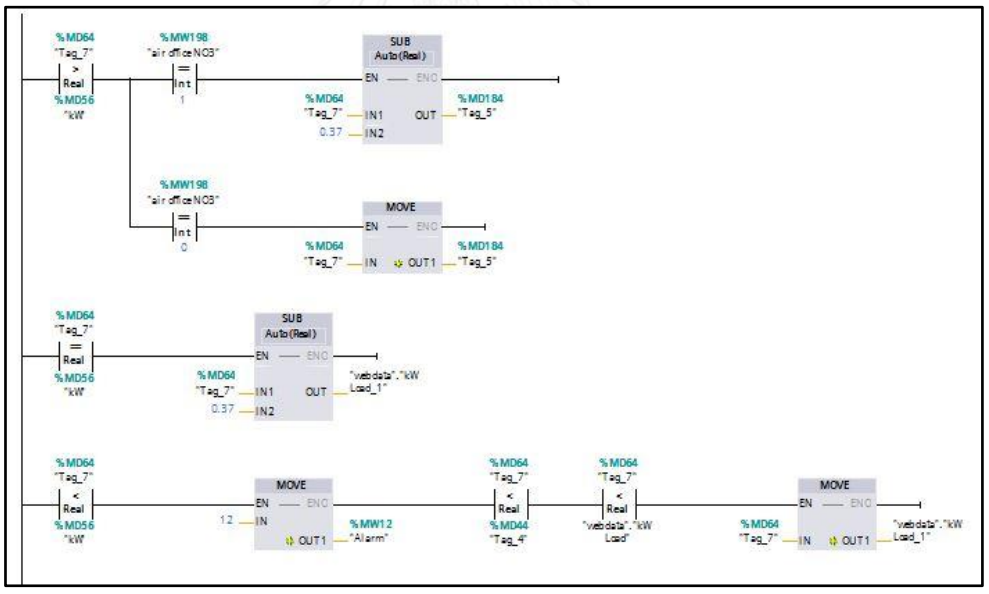
รูปที่ 31 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2

3.2.1.3 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 32



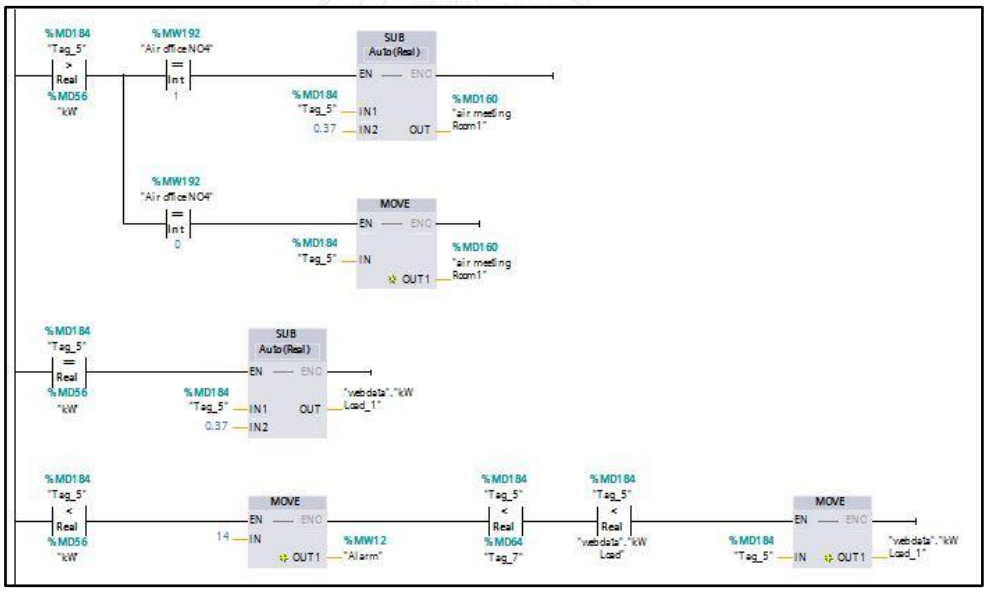
รูปที่ 32 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3

3.2.1.4 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 33



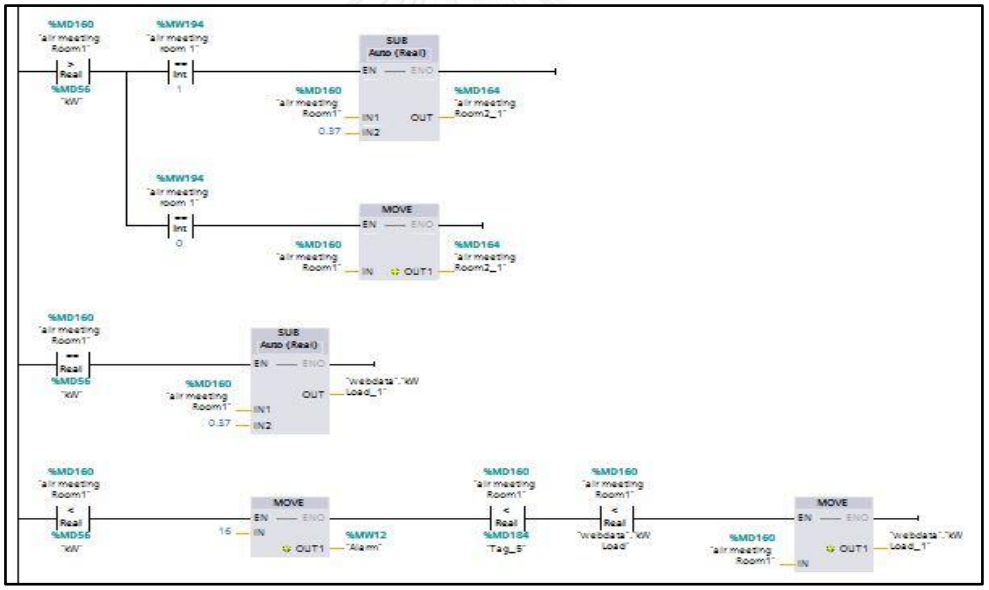
รูปที่ 33 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4

3.2.1.5 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 34



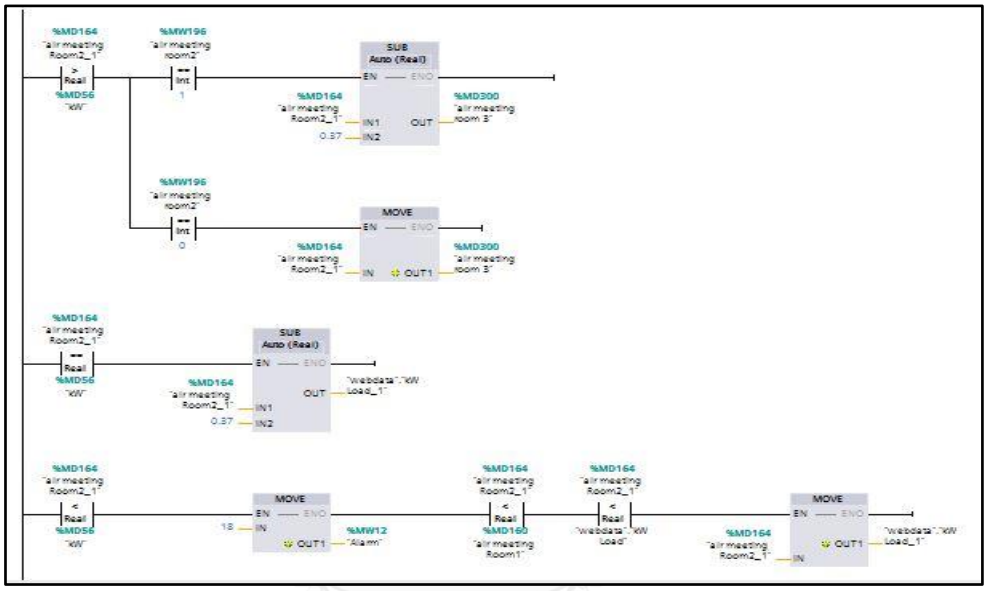
รูปที่ 34 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1

3.2.1.6 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 35



รูปที่ 35 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2

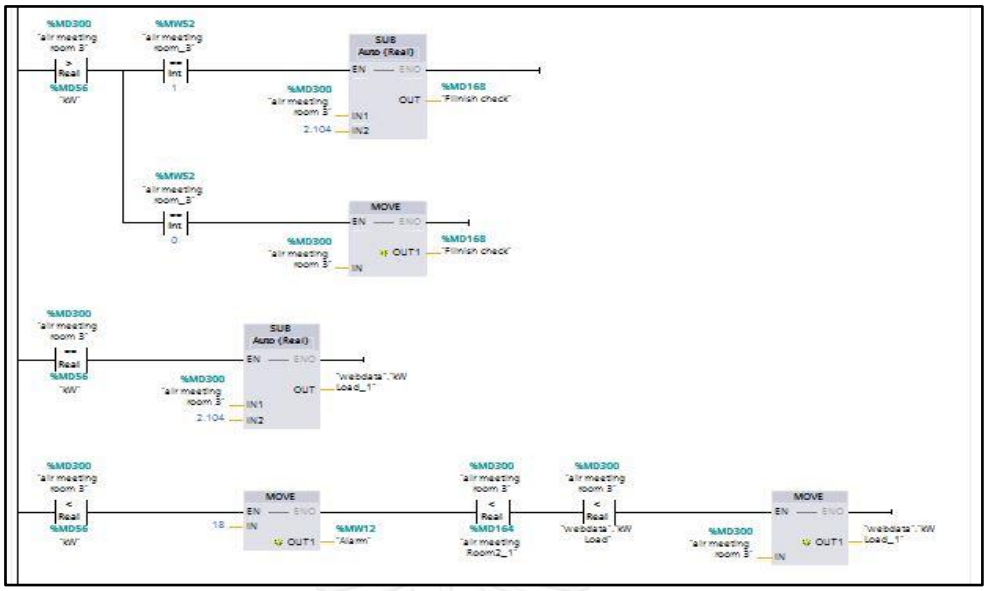
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.1.7 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 36



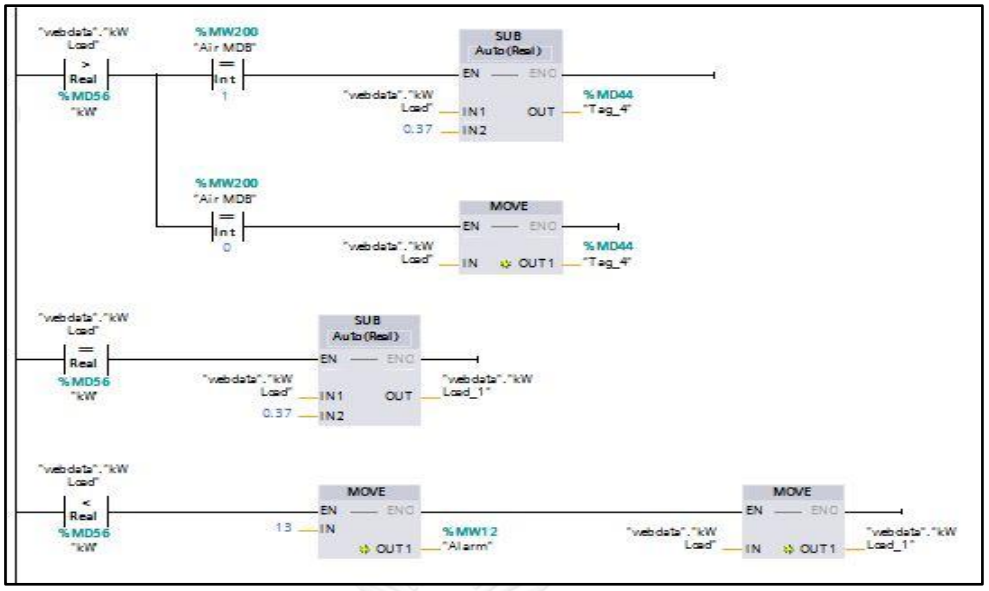
รูปที่ 36 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3

3.2.1.8 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้อง MDB จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้อง MDB จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 37



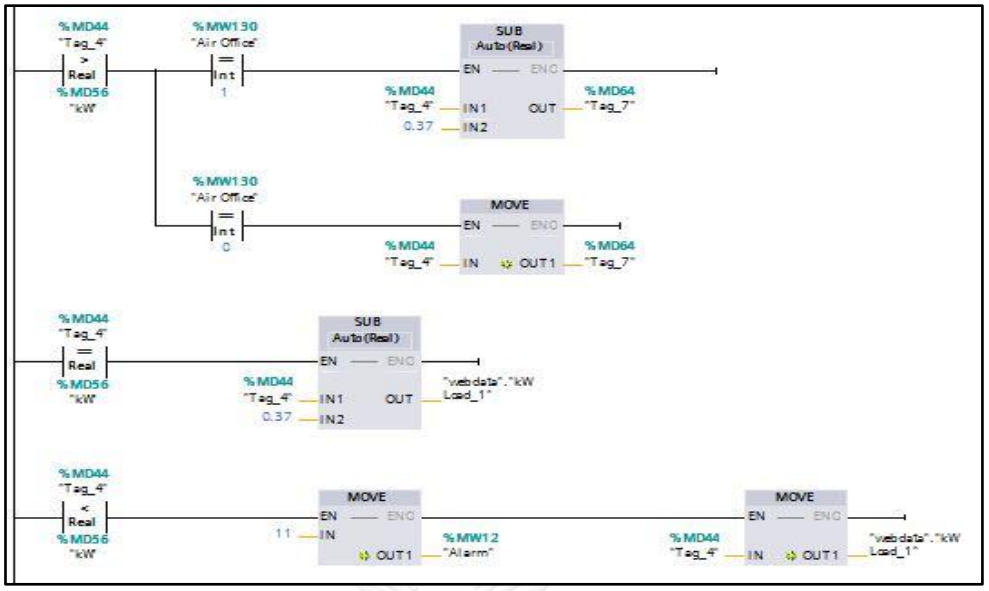
รูปที่ 37 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB

3.2.1.9 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 38



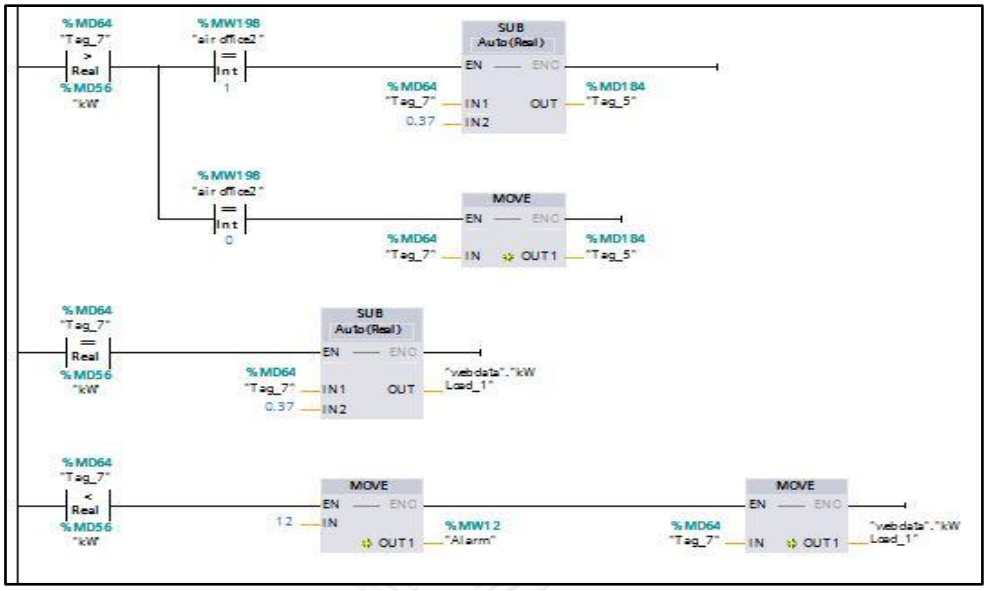
รูปที่ 38 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1

3.2.1.10 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ *39*



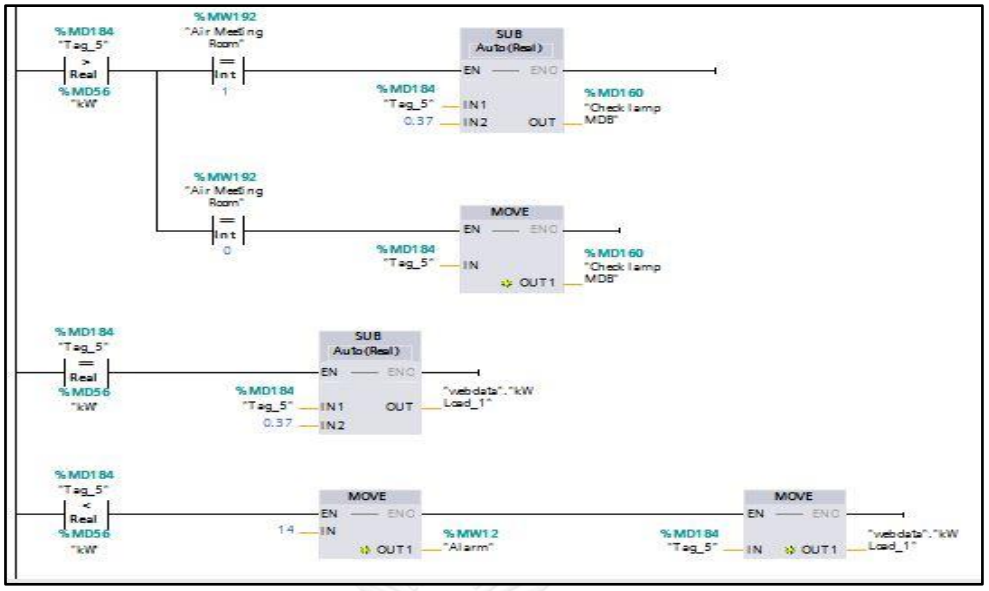
รูปที่ 39 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2

3.2.1.10 เงื่อนไขการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุมจาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าเท่ากับค่าควบคุมระบบจะทำการปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศห้องประชุม จาก 24°C เป็น 26°C และก่อนมีการปรับอุณหภูมิจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปรับอุณหภูมิก่อนหรือรอให้ระบบปรับให้เองโดยอัตโนมัติ

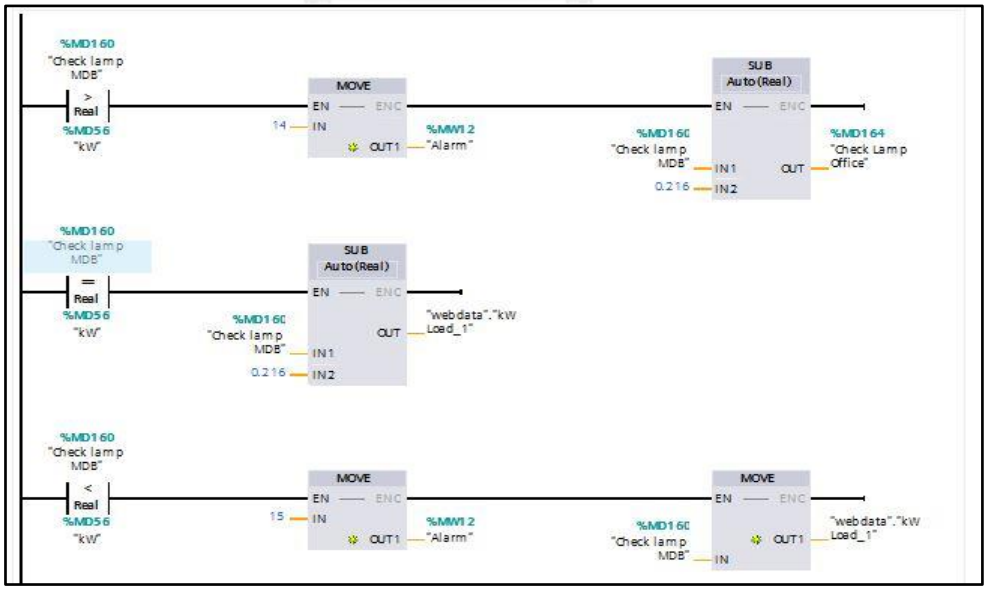
จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้าน้อยกว่าค่าควบคุมระบบจะแจ้งเตือนผู้ใช้งานว่ากำลังไฟฟ้าขณะนั้นน้อยกว่าค่าควบคุมดังรูปที่ 40



รูปที่ 40 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม

3.2.1.11 เงื่อนไขการควบคุมหลอดไฟห้อง MDB

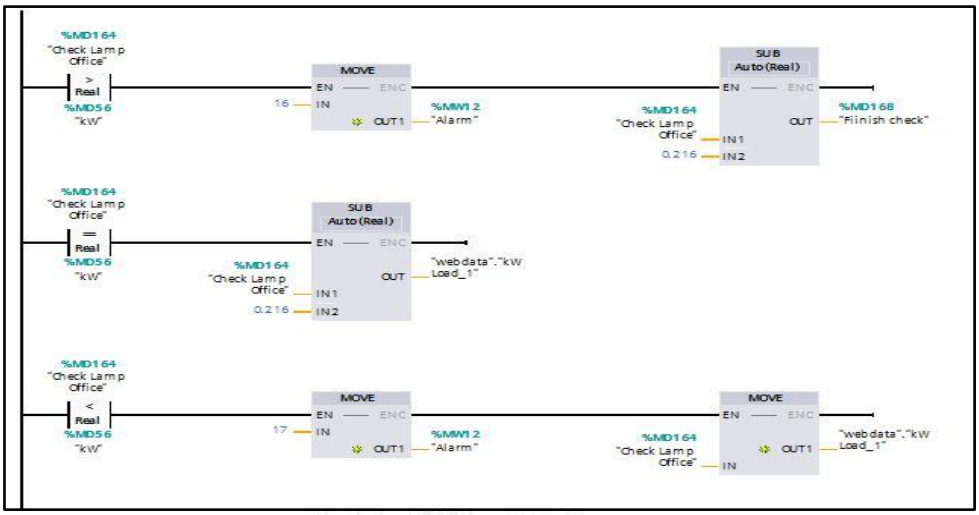
จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปิดหลอดไฟในห้อง MDB และก่อนปิดหลอดไฟในห้อง MDB จะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปิดก่อนหรือรอให้ระบบปิดให้โดยอัตโนมัติดังรูปที่ 41



รูปที่ 41 การควบคุมหลอดไฟห้อง MDB

3.2.1.12 เงื่อนไขการควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงาน

จากเงื่อนไขของการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้า ถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมระบบจะทำการปิดหลอดไฟในห้องสำนักงาน และก่อนปิดหลอดไฟในห้องสำนักงาน จะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานโดยผู้ใช้งานสามารถปิดก่อนหรือรอให้ระบบปิดให้โดยอัตโนมัติดังรูปที่ 42



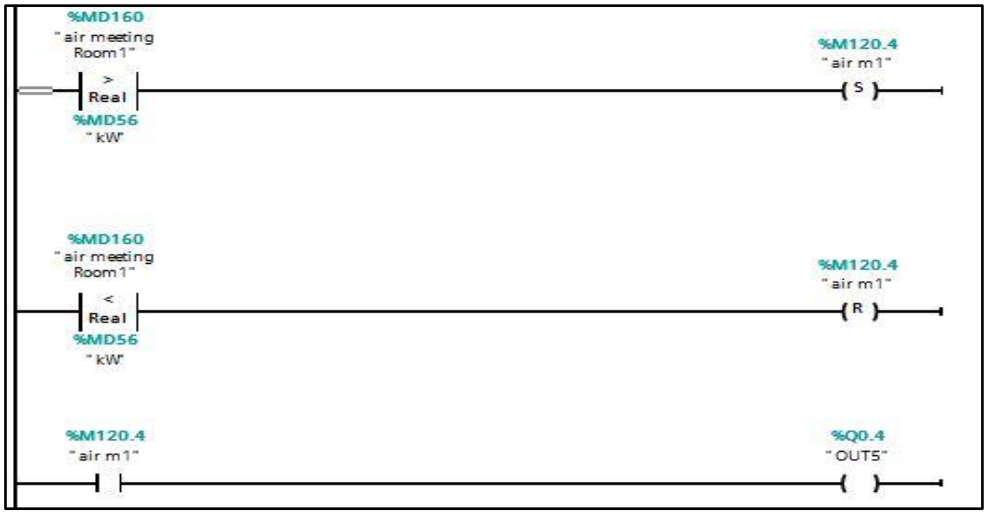
รูปที่ 42 การควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงาน

3.2.2 กำหนดตัวแปร Input และ Output เพื่อใช้สื่อสารกับทางเว็บเพจ และสั่งงานอุปกรณ์ภายนอก

ซึ่งจะมีการกำหนดตัวแปรจากอาคารสำนักงานและอาคาร Work Shop ตามลำดับตามต่อไปนี้

3.2.2.1 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 1 อาคารสำนักงาน

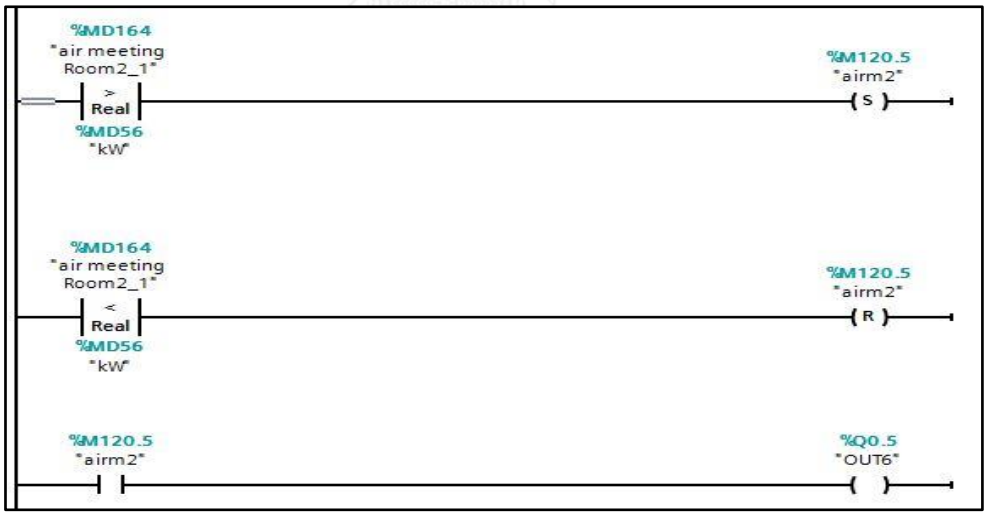
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ air m1 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT5 ทำงานดังรูปที่ 43



รูปที่ 43 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB

3.2.2.2 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2 อาคารสำนักงาน

กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ airm2 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT6 ทำงาน ดังรูปที่ 44



รูปที่ 44 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 2

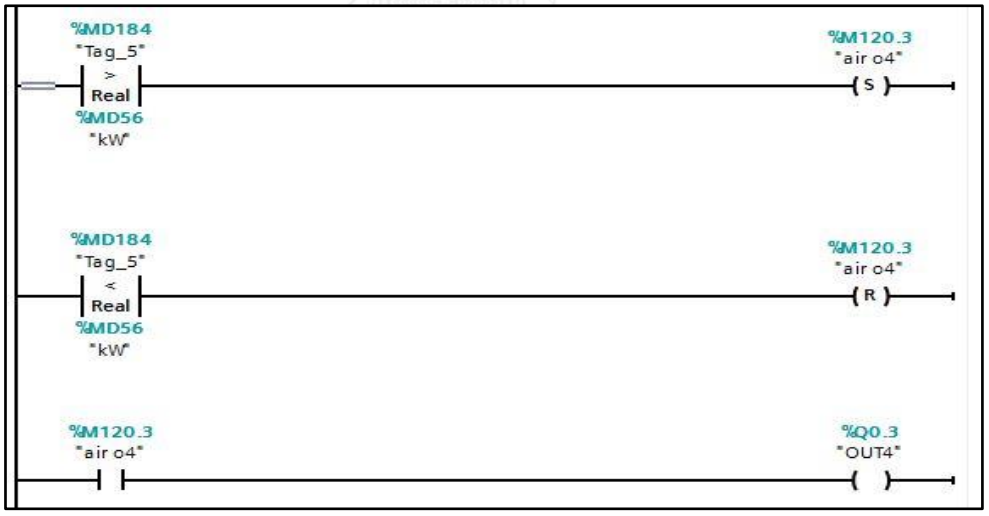
3.2.2.3 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3 อาคารสำนักงาน

กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ air m3 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT7 ทำงาน ดังรูปที่ *45*

รูปที่ 45 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 3

3.2.2.4 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4 อาคารสำนักงาน

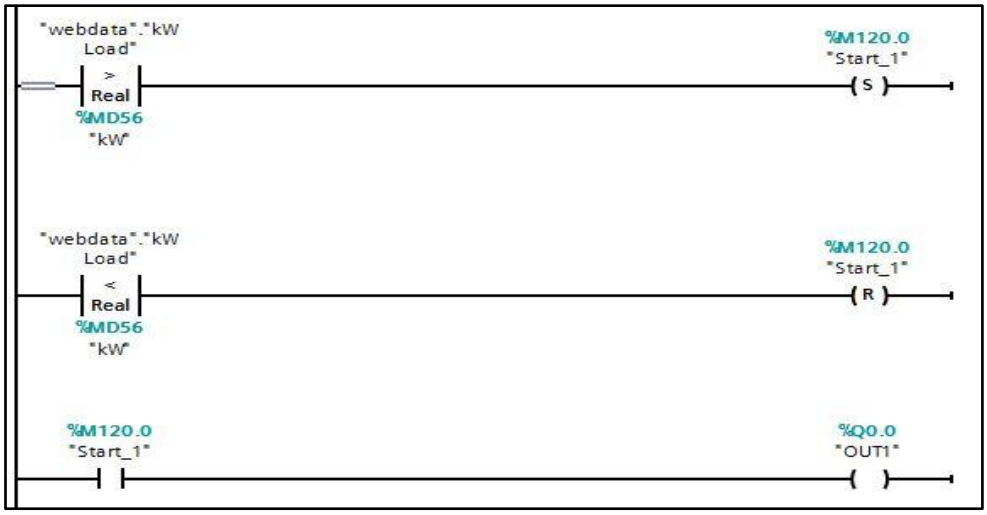
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ air o4 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT4 ทำงาน ดังรูปที่ 46



รูปที่ 46 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานเบอร์ 4

3.2.2.5 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1 อาคารสำนักงาน

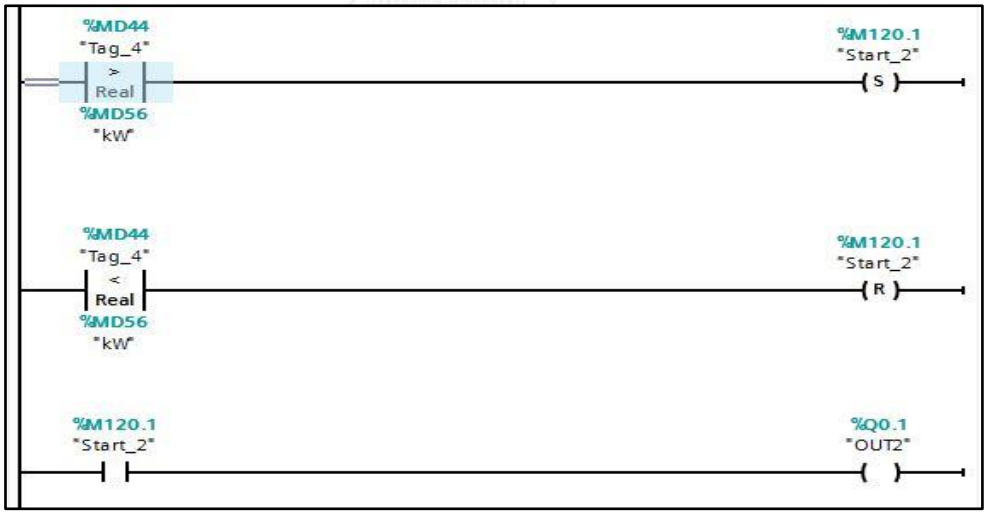
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Start_1 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT1 ทำงาน ดังรูปที่ 47



รูปที่ 47 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 1 อาคารสำนักงาน

3.2.2.6 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2 อาคารสำนักงาน

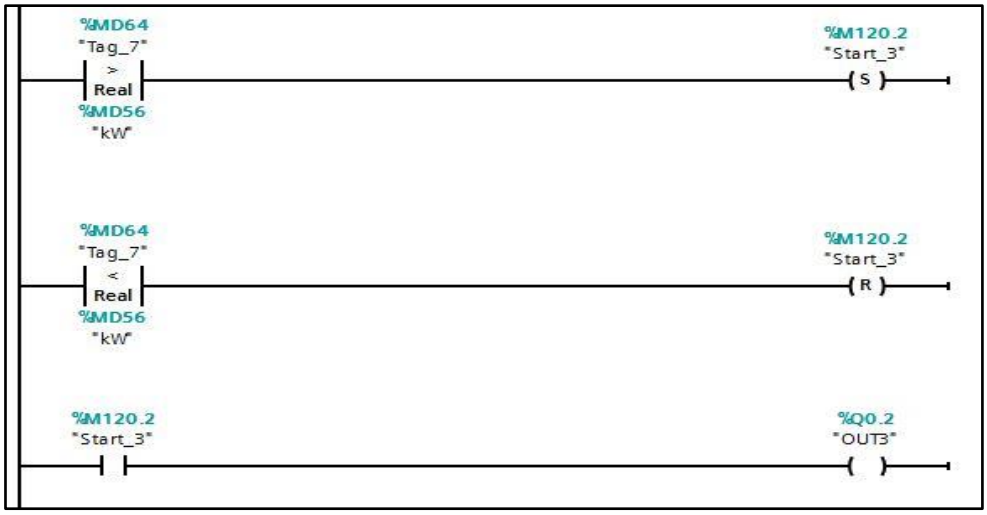
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Start_2 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT2 ทำงาน ดังรูปที่ 48



รูปที่ 48 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 2 อาคารสำนักงาน

3.2.2.7 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3 อาคารสำนักงาน

กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Start_3 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT3 ทำงาน ดังรูปที่ 49



รูปที่ 49 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุม 3 อาคารสำนักงาน

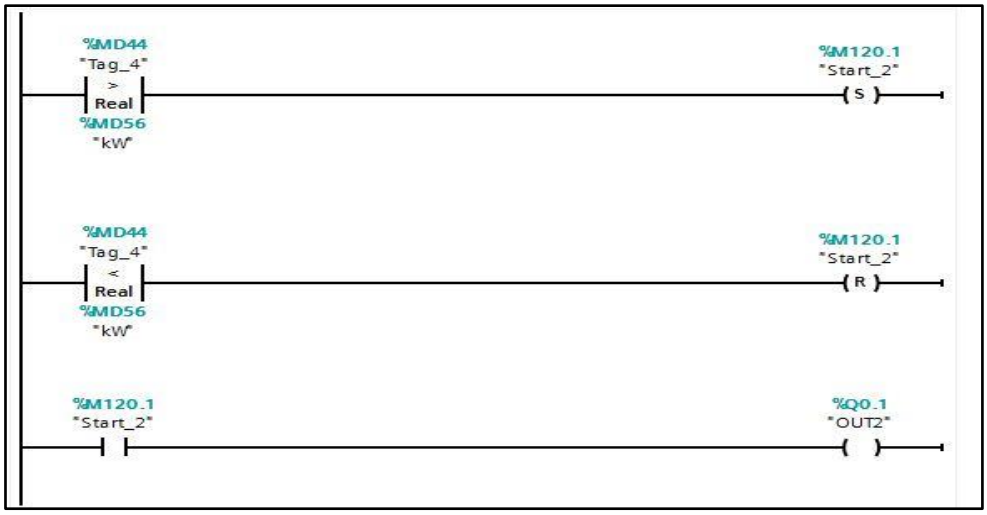
3.2.2.8 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop

กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Start_1 ทำงาน และให้เอาต์พุต OUT1 ทำงานดัง รูปที่ 50

รูปที่ 50 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop

3.2.2.9 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานอาคาร Work Shop

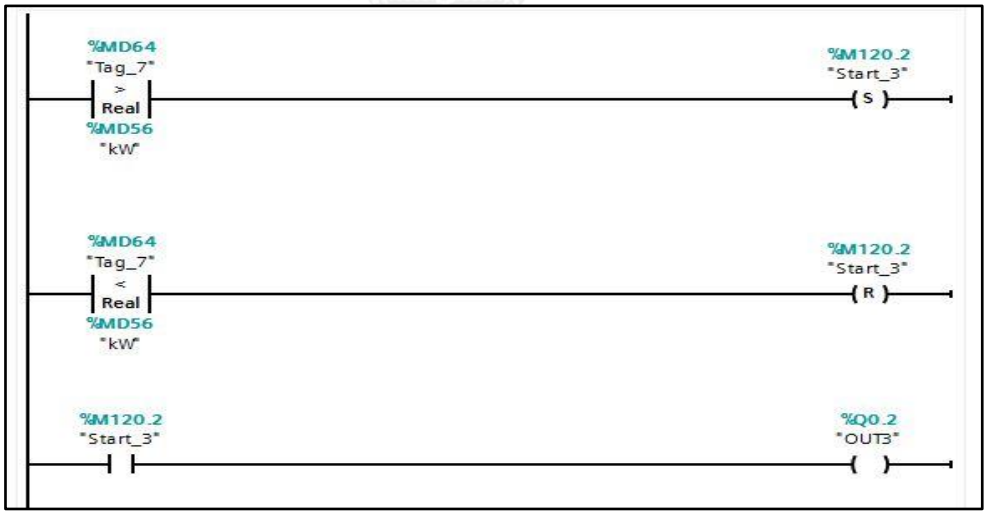
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Start_2 ทำงานและให้เอาต์พุต OUT2 ทำงานดังรูปที่ 51



รูปที่ 51 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องสำนักงานอาคาร Work Shop

3.2.2.10 กำหนดตัวแปรของการควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุมอาคาร Work Shop

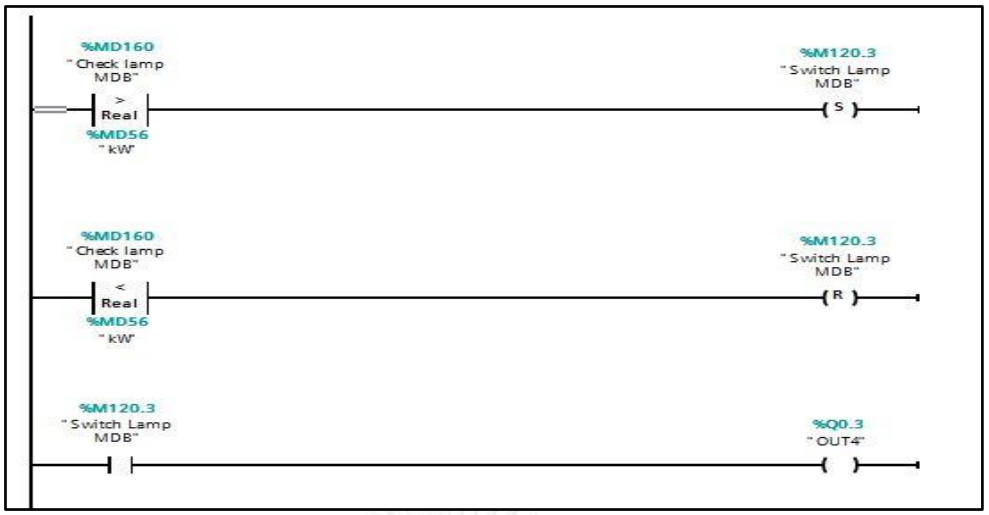
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Start_3 ทำงาน และให้เอาต์พุต OUT3 ทำงานดังรูปที่ 52



รูปที่ 52 การควบคุมเครื่องปรับอากาศห้องประชุมอาคาร Work Shop

3.2.2.11 กำหนดตัวแปรของการควบคุมหลอดไฟห้อง MDB อาคาร Work Shop

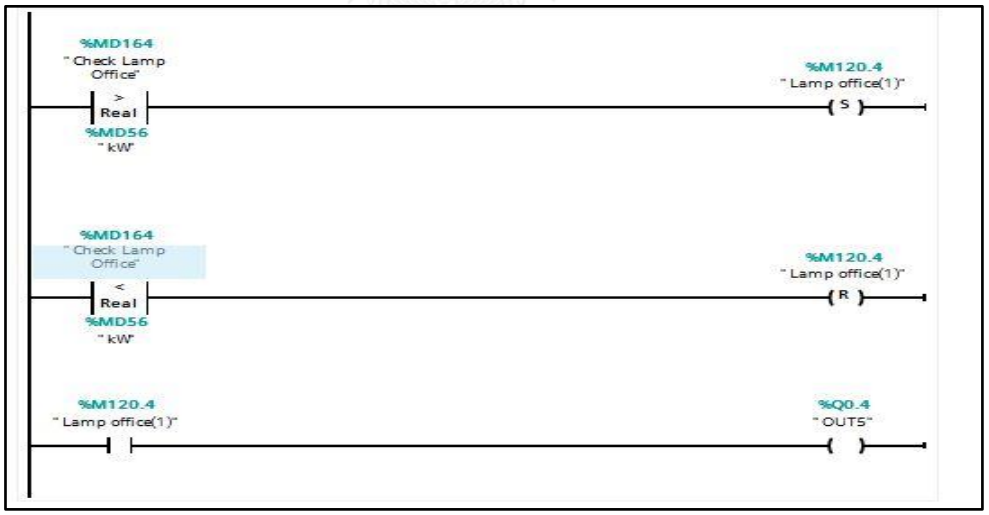
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Lamp MDB ทำงานและให้เอาต์พุต OUT4 ทำงานดังรูปที่ 53



รูปที่ 53 การควบคุมหลอดไฟห้อง MDB อาคาร Work Shop

3.2.2.12 กำหนดตัวแปรของการควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงานบริเวณตู้เอกสารอาคาร Work Shop

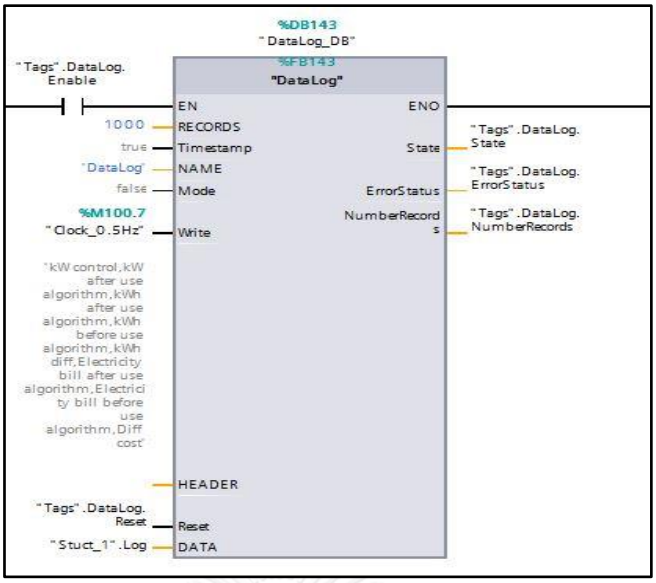
กำหนดถ้ากำลังไฟฟ้ามากกว่าค่าควบคุมให้สวิตช์ Lamp office (1) และให้เอาต์พุต OUT4 ทำงานดังรูปที่ 54



รูปที่ 54 การควบคุมหลอดไฟห้องสำนักงานบริเวณตู้เอกสารอาคาร Work Shop

3.2.2.13 กำหนดตัวแปรเพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูล

โดยใช้คำสั่งในโปรแกรม TIA Portal ในการสร้างตัวแปรเพื่อบันทึกข้อมูล



รูปที่ 55 การกำหนดตัวแปรที่ต้องการให้โปรแกรมบันทึกข้อมูล

จากรูปจะใช้คำสั่ง Data Log เพื่อใช้ บันทึก Data และได้กำหนดตัวแปรดังรูปที่ 55

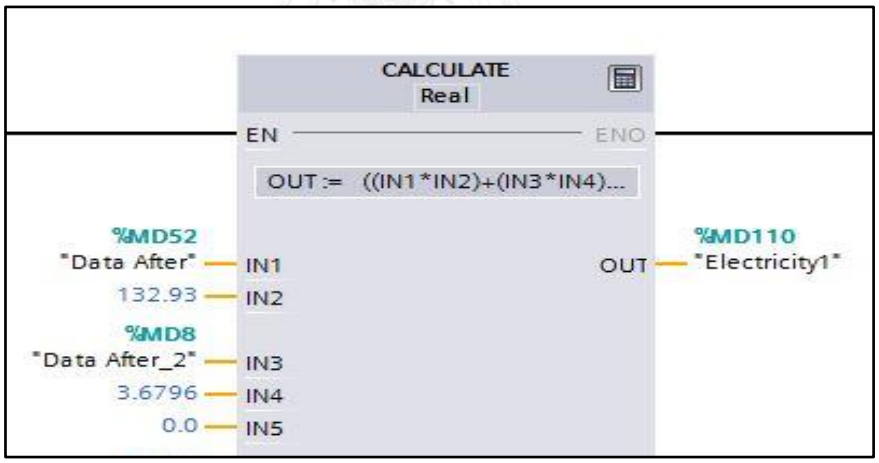
- ตัวแปร KW control ใช้กำหนดค่ากำลังไฟฟ้าที่ผู้ใช้ต้องการควบคุม
- ตัวแปร kW after use algorithm ใช้บอกค่ากำลังไฟฟ้าที่ผ่านการควบคุมโดยระบบต้นแบบ
- ตัวแปร kWh after use algorithm ใช้บอกหน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ผ่านการควบคุมโดยระบบต้นแบบ
- ตัวแปร kWh before use algorithm ใช้บอกหน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ยังไม่ผ่านการควบคุมโดยระบบต้นแบบ
- ตัวแปร kWh diff ใช้บอกผลต่างหน่วยการใช้ไฟฟ้าก่อนการใช้ระบบต้นแบบและหลังการใช้ระบบต้นแบบ
- ตัวแปร bill after use algorithm electricity ใช้บอกค่าไฟที่ได้จากการใช้อัลกิริทึม
- ตัวแปร bill before use algorithm electricity ใช้บอกค่าไฟที่ได้โดยไม่ได้ใช้อัลกิริทึม
- ตัวแปร Diff cost ใช้บอกผลต่างค่าไฟฟ้าก่อนการใช้ระบบต้นแบบและหลังการใช้ระบบต้นแบบ

3.2.2.14 การคำนวณค่าพลังงานทางไฟฟ้าโดยคำนวณทุก 15 นาที และคำนวณเฉพาะค่าไฟฟ้าฐาน

<u>ค่าไฟฟ้าฐาน</u>

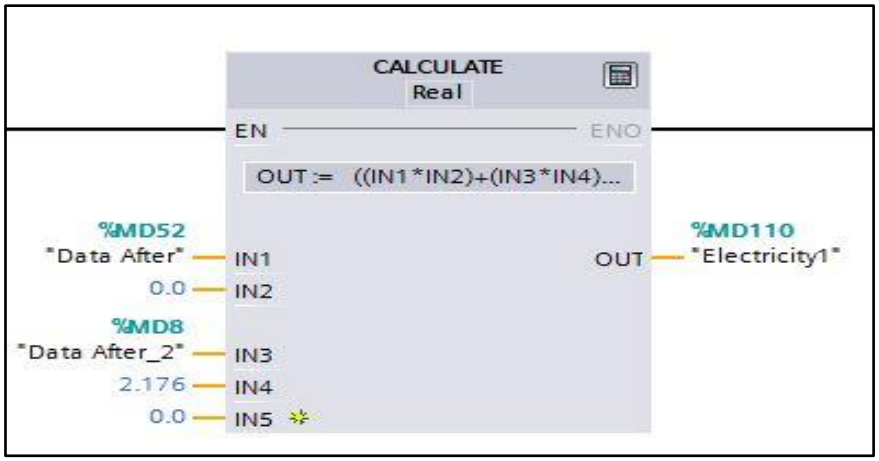
1. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า = ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าพลังไฟฟ้าช่วง On Peak
2. ค่าพลังงานไฟฟ้า = (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง On Peak) + (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง Off Peak)
3. ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จำนวนกิโลวาร์ ที่เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของกิโลวัตต์
4. ค่าบริการ

รูปแบบการคำนวณค่าไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม TIA Portal ในช่วง On Peak กำหนดให้ตัวแปร Data After คือ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak และตัวแปร Data_After_2 คือค่าพลังงานไฟฟ้า ดังรูปที่ 56



รูปที่ 56 การใช้โปรแกรม TIA Portal คำนวณค่าไฟช่วง On Peak

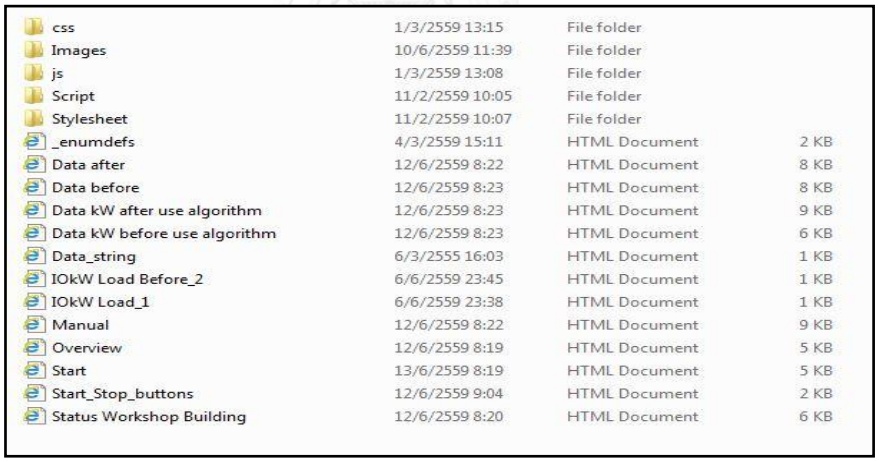
กำหนดให้ตัวแปร Data After คือ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วง Off Peak และตัวแปร Data_After_2 คือค่าพลังงานไฟฟ้าดังรูปที่ 57



รูปที่ 57 การใช้โปรแกรม TIA Portal คำนวณค่าไฟช่วง Off Peak

3.2.3 สร้างเว็บเพจ เพื่อรองรับกับเงื่อนไขที่ภาษา Ladder

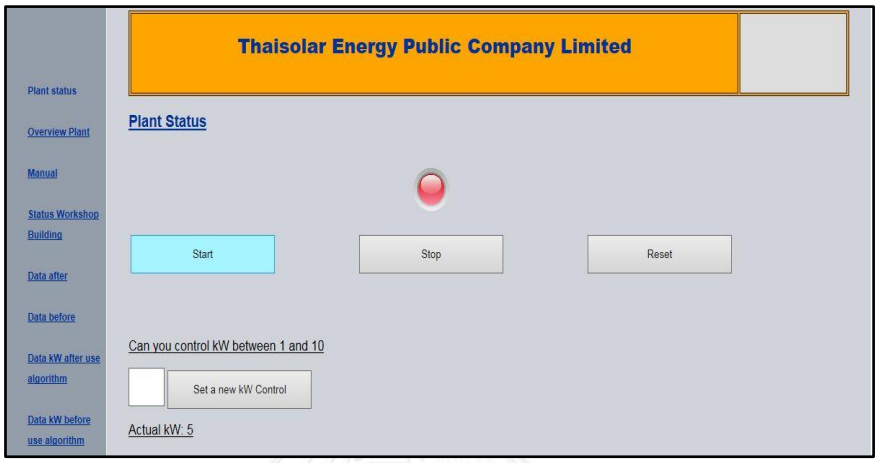
โดย Net Beans IDE 8.0.2 ออกแบบเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML , CSS , Java Script ดังรูปที่ 58



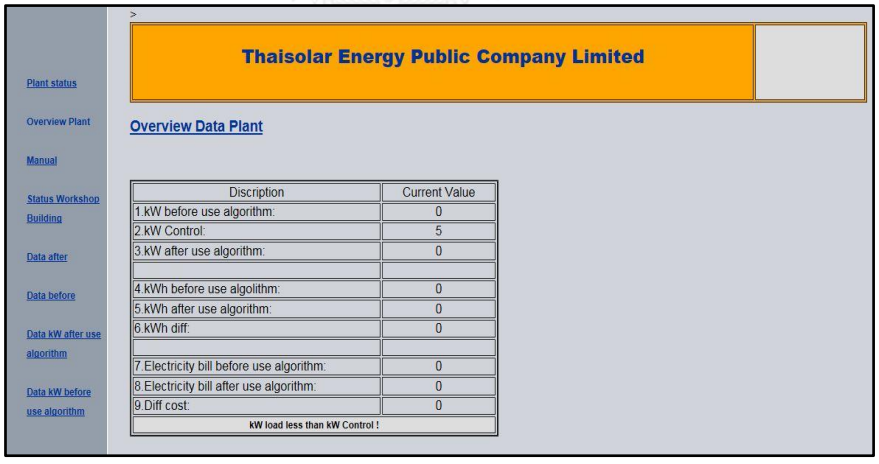
css	1/3/2559 13:15	File folder	
Images	10/6/2559 11:39	File folder	
js	1/3/2559 13:08	File folder	
Script	11/2/2559 10:05	File folder	
Stylesheet	11/2/2559 10:07	File folder	
_enumdefs	4/3/2559 15:11	HTML Document	2 KB
Data after	12/6/2559 8:22	HTML Document	8 KB
Data before	12/6/2559 8:23	HTML Document	8 KB
Data kW after use algorithm	12/6/2559 8:23	HTML Document	9 KB
Data kW before use algorithm	12/6/2559 8:23	HTML Document	6 KB
Data_string	6/3/2555 16:03	HTML Document	1 KB
IOkW Load Before_2	6/6/2559 23:45	HTML Document	1 KB
IOkW Load_1	6/6/2559 23:38	HTML Document	1 KB
Manual	12/6/2559 8:22	HTML Document	9 KB
Overview	12/6/2559 8:19	HTML Document	5 KB
Start	13/6/2559 8:19	HTML Document	5 KB
Start_Stop_buttons	12/6/2559 9:04	HTML Document	2 KB
Status Workshop Building	12/6/2559 8:20	HTML Document	6 KB

รูปที่ 58 ไฟล์ HTML, CSS, Java Script

คำสั่ง Plant Status จะแสดงสถานะการทำงานของ Plant ทั้งหมด ซึ่งจะมีปุ่มกด Start เพื่อเริ่มการทำงานของระบบและปุ่ม Stop เพื่อใช้หยุดการทำงานของระบบ คำสั่ง Set a new kW Control ใช้เพื่อกำหนดค่า กิโลวัตต์ ที่ต้องการควบคุมซึ่งในระบบได้ตั้งค่าไว้ระหว่าง 1-10 กิโลวัตต์ ดังรูปที่ 59



รูปที่ 59 หน้าเว็บเพจของ Plant Status



รูปที่ 60 หน้าเว็บเพจของ Overview Plant

คำสั่ง Over View Plant ใช้สำหรับ Monitor ข้อมูลทางไฟฟ้าซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ดังรูปที่ 60

1. ค่า kW before use algorithm คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ขณะโหลดใช้งานปกติ
2. ค่า kW Control คือค่ากำลังไฟฟ้าที่เราต้องการควบคุมซึ่งสามารถเปลี่ยนค่าได้ในหน้า Plant Status ค่าที่ระบบตั้งค่าไว้ 1-10 กิโลวัตต์

3. ค่า kW after use algorithm คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ขณะโหลดผ่านการควบคุมโดย Algorithm
4. ค่า kWh before use algorithm คือ หน่วยของค่าไฟที่วัดได้ขณะโหลดใช้งานปกติ
5. ค่า kWh after use algorithm คือ หน่วยของค่าไฟที่วัดได้ขณะโหลดผ่านการควบคุมโดย Algorithm
6. ค่า kWh Diff คือ ผลต่างของหน่วยค่าไฟระหว่างค่าไฟปกติกับค่าไฟที่ผ่านการควบคุมโดย Algorithm
7. ค่า Electricity bill before use algorithm คือ ค่าไฟที่คำนวณได้ขณะโหลดใช้งานปกติ
8. ค่า Electricity bill after use algorithm คือ ค่าไฟที่คำนวณได้ขณะโหลดผ่านการควบคุมโดย Algorithm
9. ค่า Diff Cost คือ ผลต่างของค่าไฟขณะโหลดทำงานปกติกับโหลดผ่านการควบคุมโดย Algorithm
10. ช่องสุดท้ายเป็นช่องแสดงคำแนะนำการใช้ไฟฟ้า

คำสั่ง Manual Control

ใช้สำหรับให้ User สามารถปรับการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าตามที่ User ต้องการโดยในรูปจะกำหนดให้สามารถปรับเพิ่มหรือลดอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศหรือเปิด/ปิด หลอดไฟตามเงื่อนไขที่ได้สร้างระบบต้นแบบไว้ ดังรูปที่ 61

รูปที่ 61 หน้าเว็บเพจของ Manual Control

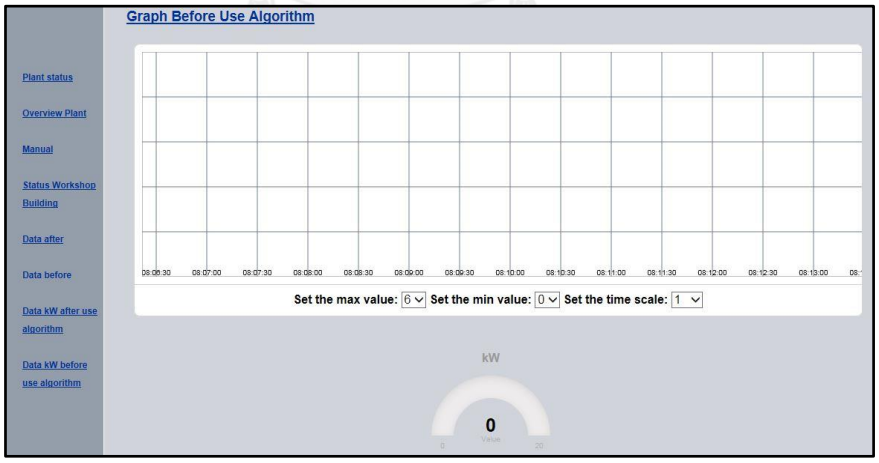
คำสั่ง Status Workshop Building

ใช้สำหรับให้ User Monitor สถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้กำหนดให้เปิด-ปิดแบบอัตโนมัติตามเวลาที่ได้กำหนดดังรูปที่ 62

รูปที่ 62 หน้าเว็บเพจของ Status Work Shop Building

คำสั่ง Graph Before Use Algorithm

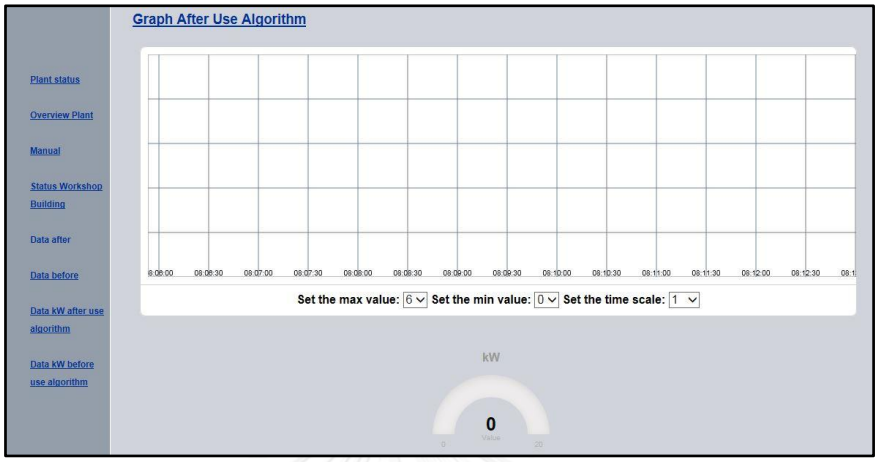
ใช้สำหรับให้ User Monitor ค่ากำลังไฟฟ้าขณะโหลดใช้งานปกติผ่านทางเว็บเพจดังรูปที่ 63



รูปที่ 63 หน้าเว็บเพจของ Graph Before Use Algorithm

คำสั่ง Graph After Use Algorithm

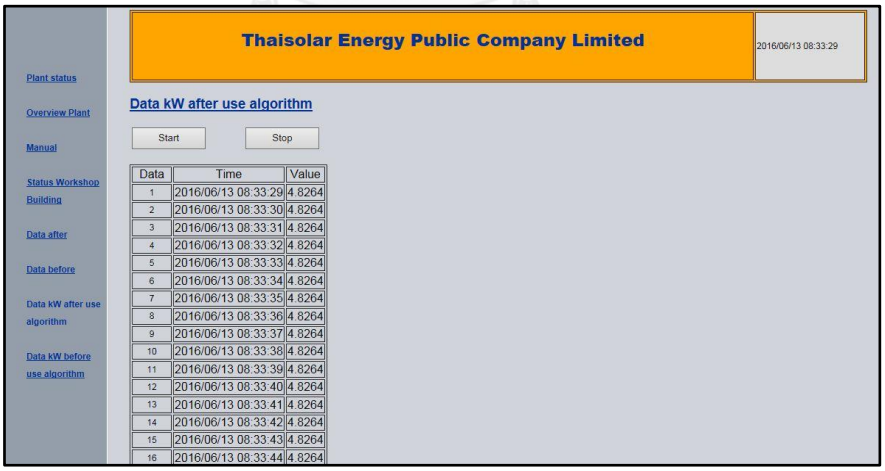
ใช้สำหรับให้ User Monitor ค่ากำลังไฟฟ้าขณะโหลดผ่านการควบคุมโดย Algorithm ดังรูปที่ 64



รูปที่ 64 หน้าเว็บเพจของ Graph After Use Algorithm

คำสั่ง Data kW after use algorithm

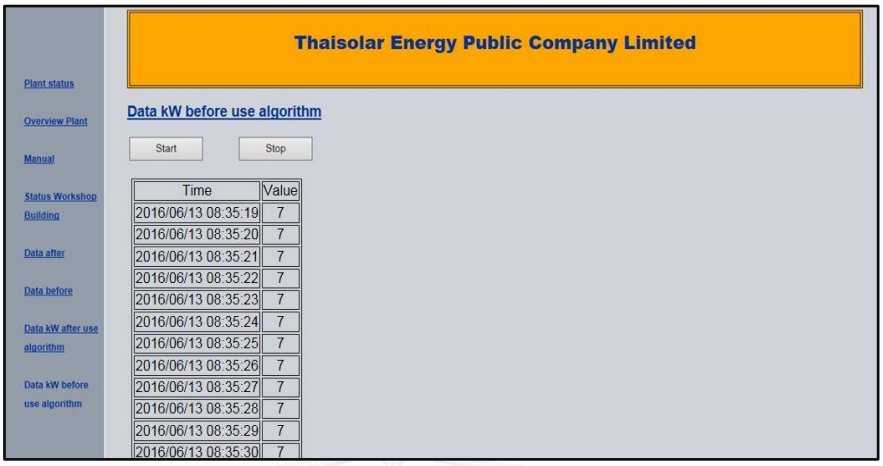
ใช้สำหรับแสดงค่ากำลังไฟฟ้าขณะโหลดผ่านการควบคุมโดย Algorithmดังรูปที่ 65



รูปที่ 65 หน้าเว็บเพจของ Data kW after use algorithm

คำสั่ง Data kW before use algorithm

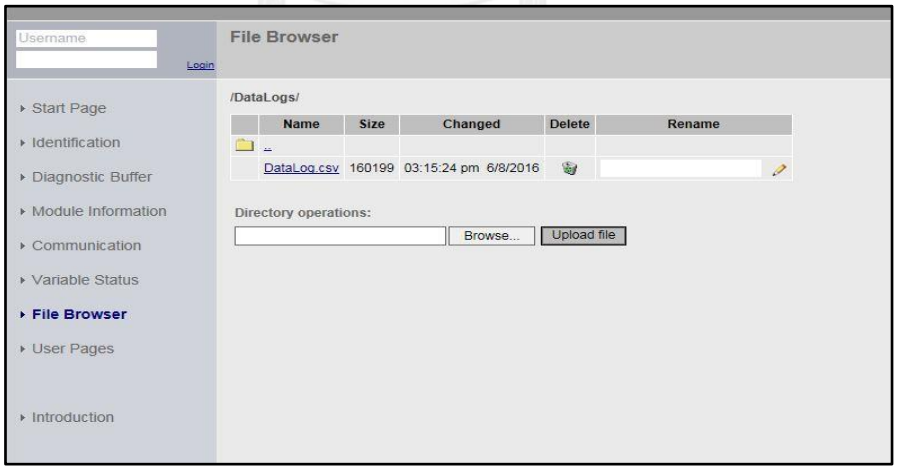
ใช้สำหรับแสดงค่ากำลังไฟฟ้าโดยที่ไม่ผ่านการควบคุมโดย Algorithm ดังรูปที่ 66



รูปที่ 66 หน้าเว็บเพจของ Data kW before use algorithm

คำสั่ง File Browser

ใช้สำหรับให้ User Download ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและคำแนะนำการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น File Excel ดังรูปที่ 67

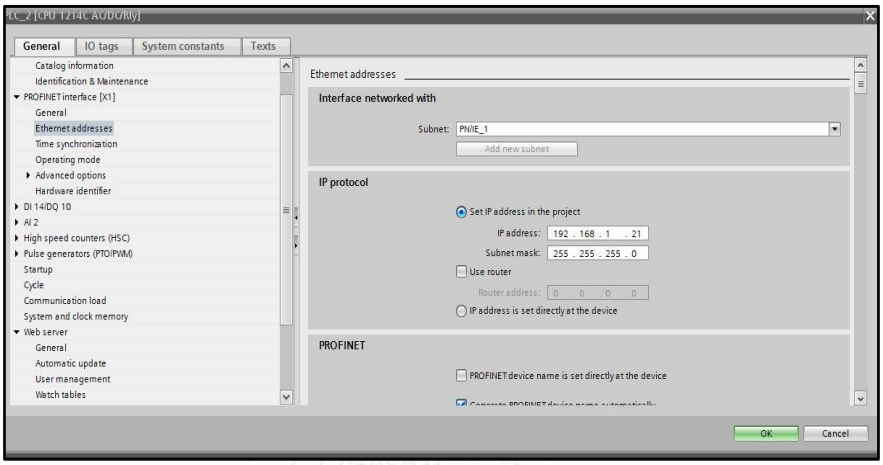


รูปที่ 67 File Browser สำหรับ Download ข้อมูล

3.2.4 นำค่าโปรแกรมโหลดลง CPU

ขั้นตอนการนำ Ladder ที่สร้างไว้ในโปรแกรม TIA Portal โหลดลงในอุปกรณ์ PLC มีดังต่อไปนี้

3.2.4.1 การกำหนดค่า IP Address เพื่อใช้เปิดหน้า Webpage

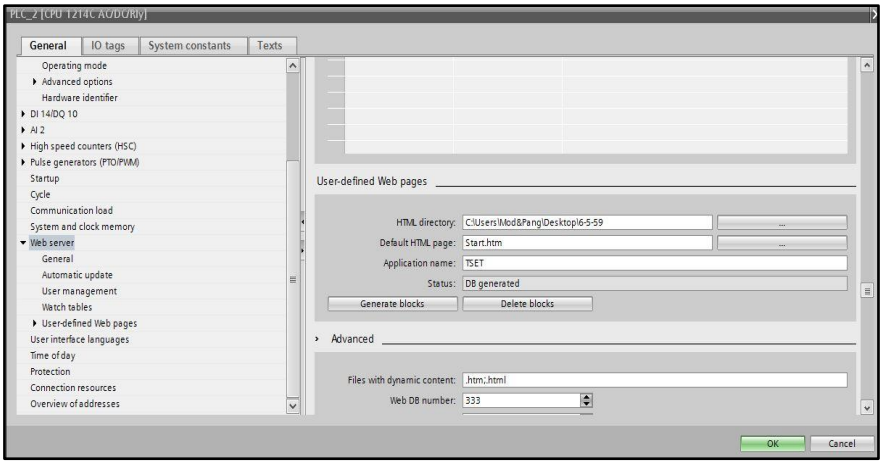


รูปที่ 68 การกำหนด IP Address โปรแกรม TIA Portal

หลังจากที่สร้าง File HTML เสร็จจะต้องนำ File มาเพื่อ Down load ลงในโปรแกรม TIA Portalโดยใช้คำสั่ง Ethernet address ให้กำหนด IP Address เพื่อใช้ในการเปิดหน้า Web page ในตัวอย่างนี้ ใช้ 192.168.1.21 ดังรูปที่ 68

3.2.4.2 การ Down load File HTML ลงในโปรแกรม TIA Portal

จากคำสั่ง Webserver จะสามารถ Download File HTML เพื่อใช้สร้าง Webpage ที่คำสั่ง User-defined Webpages แล้วกด Generate block ดังรูปที่ 69



รูปที่ 69 การ Download File HTML ลงโปรแกรม TIA Portal

3.2.5 การเปิดเว็บเพจ

จากที่ได้กำหนด IP Address 192.168.1.21 ใช้ IP นี้ เพื่อเปิดการใช้งานเว็บเพจดังรูปที่ 70

รูปที่ 70 ใช้ IP Address เพื่อเปิดหน้าเว็บเพจ Webserver

บทที่ 4
การสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ

ระบบควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติจะนำค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด จากกราฟค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยทั้ง 5 ช่วงเวลา มาลงในโปรแกรม TIA Portal เพื่อทำการจำลอง การควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละอาคาร

4.1 การสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติอาคารสำนักงาน

จากการจัดกลุ่มตามแนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้า สามารถกำหนดได้สองรูปแบบการควบคุม

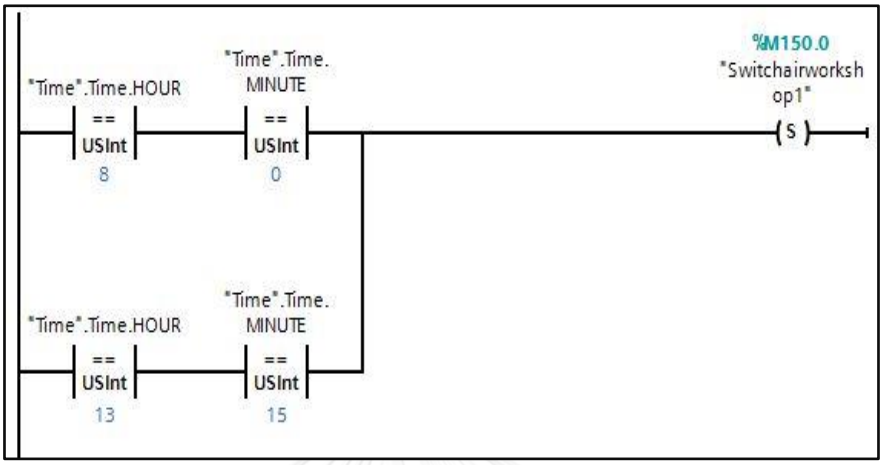
4.11 การใช้ระบบต้นแบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอาคารสำนักงาน

โดยจากการสำรวจ และสอบถามพนักงานในโรงงานพบว่าอุปกรณ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟ จากการวิเคราะห์ และกำหนดลำดับความสำคัญอุปกรณ์ที่ควรเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟของอาคารสำนักงาน โดยอ้างอิงจากแนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการสร้าง Flow Chart ดัง[8]รูปที่ 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

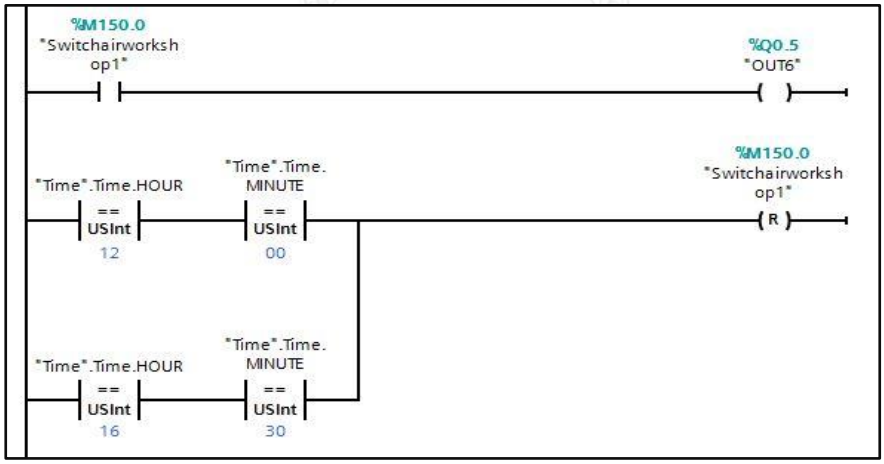
4.1.2 การกำหนดเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติอาคารสำนักงาน

จากตารางที่ 3 กำหนดเวลาเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานพร้อมๆ กันของอาคารสำนักงาน



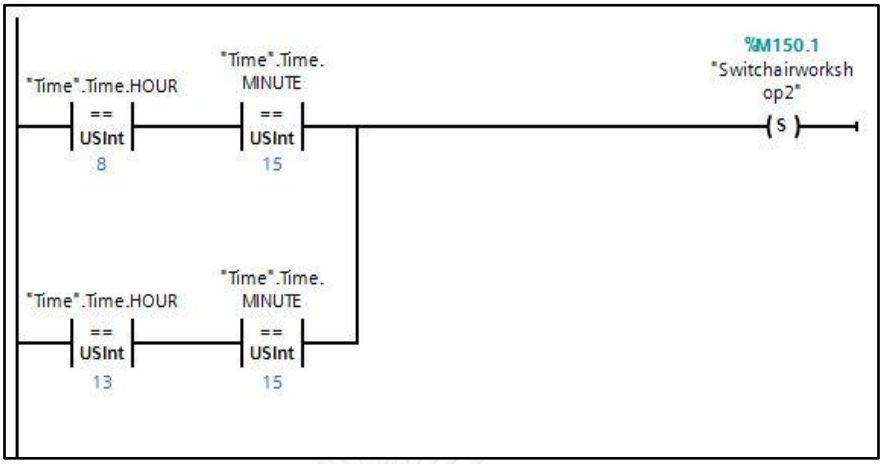
รูปที่ 71 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 16.30 น.ดังรูปที่ *72*



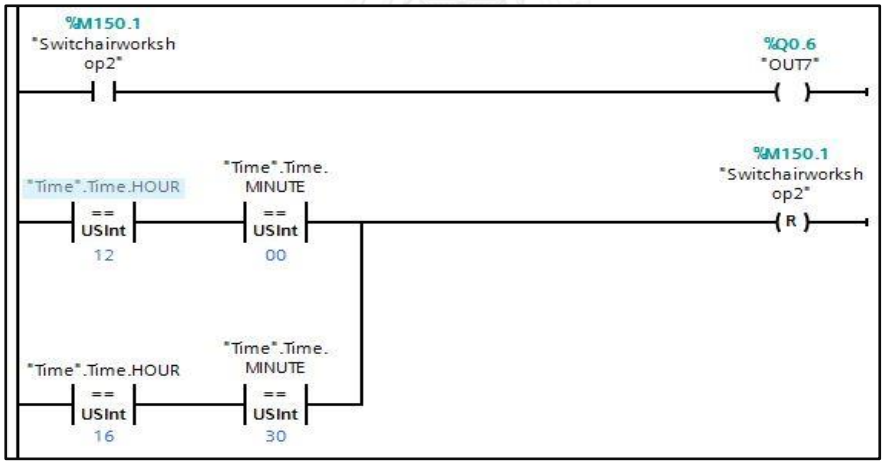
รูปที่ 72 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 กำหนดให้เปิดเวลา 8.15 น.และเปิดเวลา 13.15 น.ดังรูปที่ 73



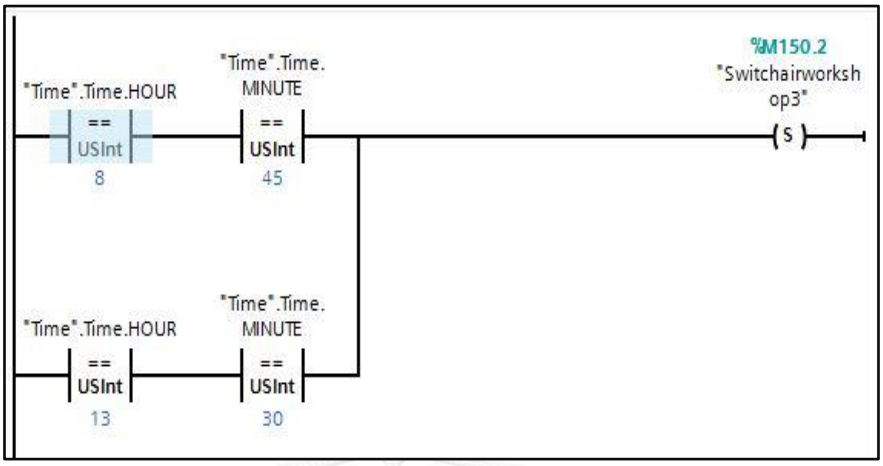
รูปที่ 73 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 16.30 น. ดังรูปที่ *74*



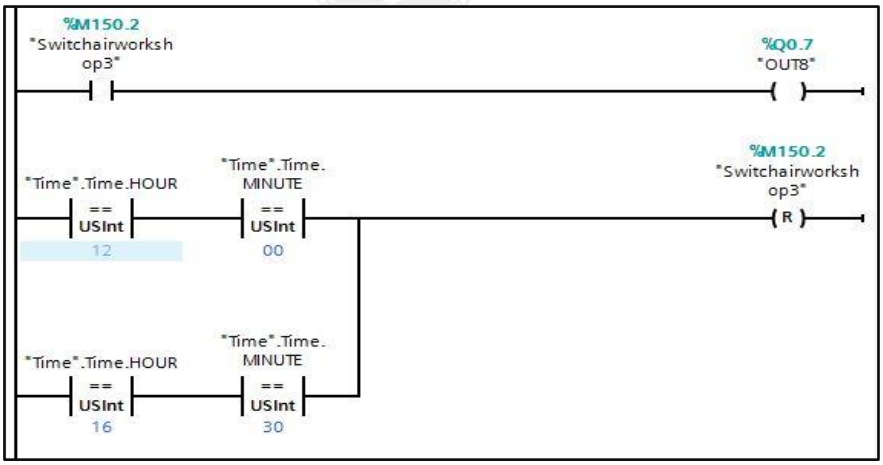
รูปที่ 74 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 3 กำหนดให้เปิดเวลา 8.30 น.และเปิดเวลา 13.30 น. ดังรูปที่ 75



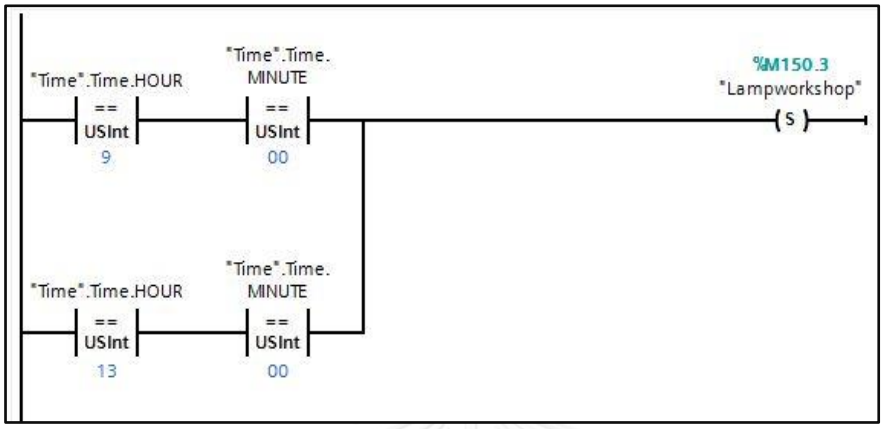
รูปที่ 75 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 3 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 3 กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 16.30 น ดังรูปที่ 76



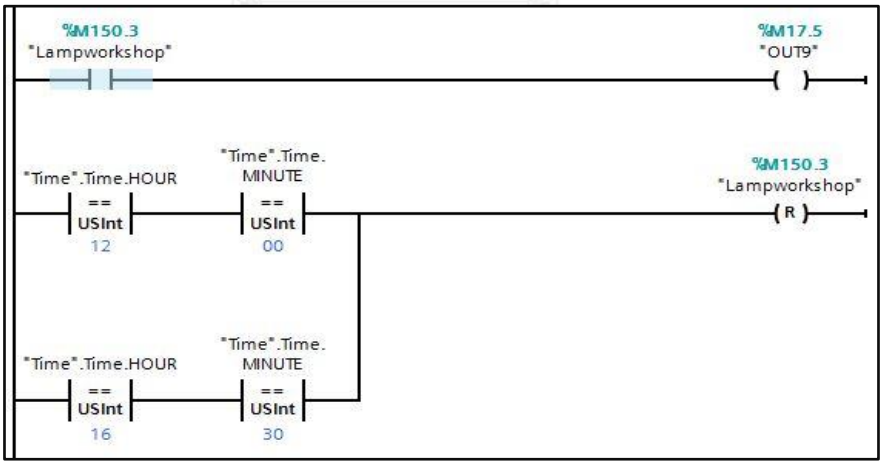
รูปที่ 76 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 3 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 อาคารสำนักงานกำหนดให้เปิดเวลา 8.45 น.และปิดเวลา 13.30 น. ดังรูปที่ 77



รูปที่ 77 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 อาคารสำนักงาน

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 อาคารสำนักงานกำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น .และปิดเวลา 17.00 น. ดังรูปที่ 78



รูปที่ 78 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 อาคารสำนักงาน

ตารางที่ 7 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน (ช่วงเช้า)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	8.00-8.15	8.15-8.30	8.30-8.45	8.45-9.00	9.00-9.15	9.15-9.30	9.30-9.45	9.45-10.00	10.00-10.15	10.15-10.30	10.30-10.45	10.45-11.00	11.00-11.15	11.15-11.30	11.30-11.45	11.45-12.00	12.00-12.15	12.15-12.30
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

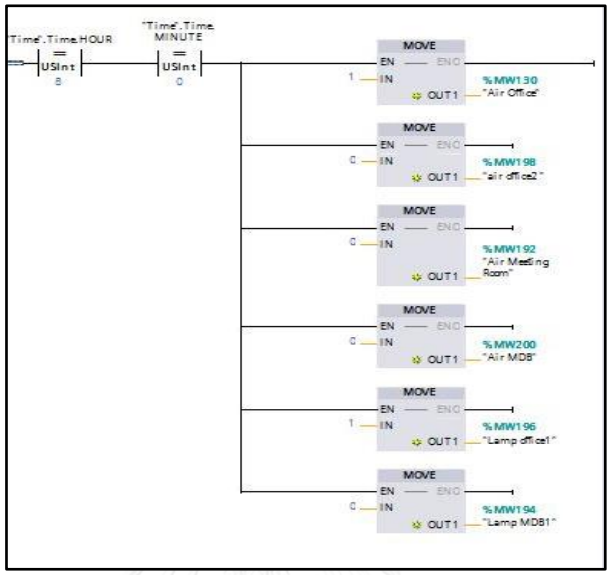
หมายเหตุ: หมายเลข 1 สีเหลือง คือ เครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 24°C หมายเลข 0 สีเหลือง คือ เครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 26°C

ตารางที่ 8 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน (ช่วงบ่าย)

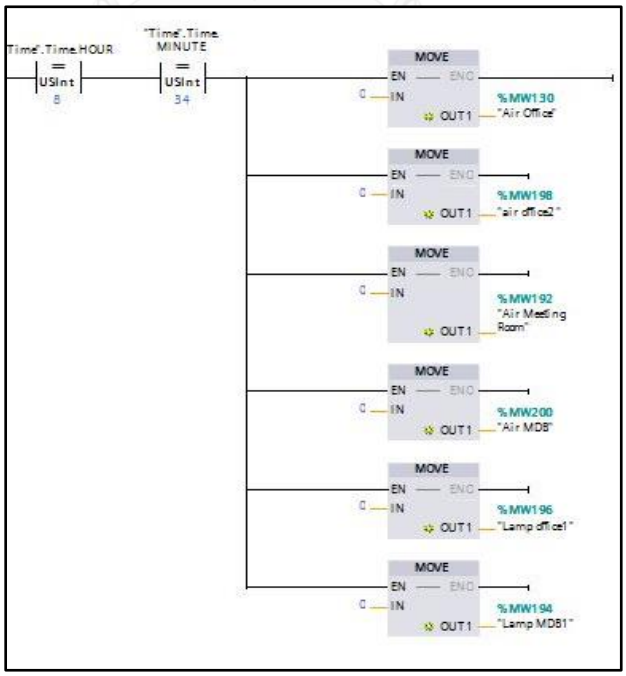
เครื่องใช้ไฟฟ้า	12.30-12.45	12.45-13.00	13.00-13.15	13.15-13.30	13.30-13.45	13.45-14.00	14.00-14.15	14.15-14.30	14.30-14.45	14.45-15.00	15.00-15.15	15.15-15.30	15.30-15.45	15.45-16.00	16.00-16.15	16.15-16.30	16.30-16.45	16.45-17.00
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ: หมายเลข 1 สีเหลือง คือ เครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 24°C หมายเลข 0 สีเหลือง คือ เครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 26°C

จากรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 7 และตารางที่ 8 สามารถนำค่ามาลงในโปรแกรม TIA Portal ตั้งแต่เวลา 8.00 น-17.00 น.ได้ดังรูปที่ 79 และรูปที่ *80*



รูปที่ 79 เริ่มเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 8.00 น.



รูปที่ 80 สิ้นสุดเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 17.00 น.

4.2 การสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติอาคาร Work Shop

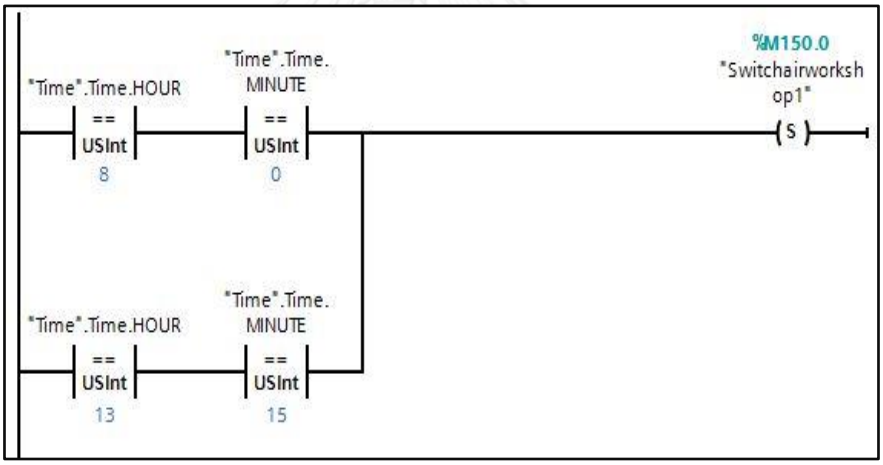
โดยการกำหนดเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติอาคารWork Shop ดังตารางที่ 5 จะสามารถนำมาเขียนลงในโปรแกรมได้[9]ดังนี้

4.2.1 การใช้ระบบต้นแบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอาคาร Work Shop

โดยจากการสำรวจ และสอบถามพนักงานในโรงงานพบว่าอุปกรณ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟ จากการวิเคราะห์ และกำหนดลำดับความสำคัญอุปกรณ์ที่ควรเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟของอาคาร Work Shop โดยอ้างอิงจากแนวคิดการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในการสร้าง Flow Chart ดังรูปที่ *23*

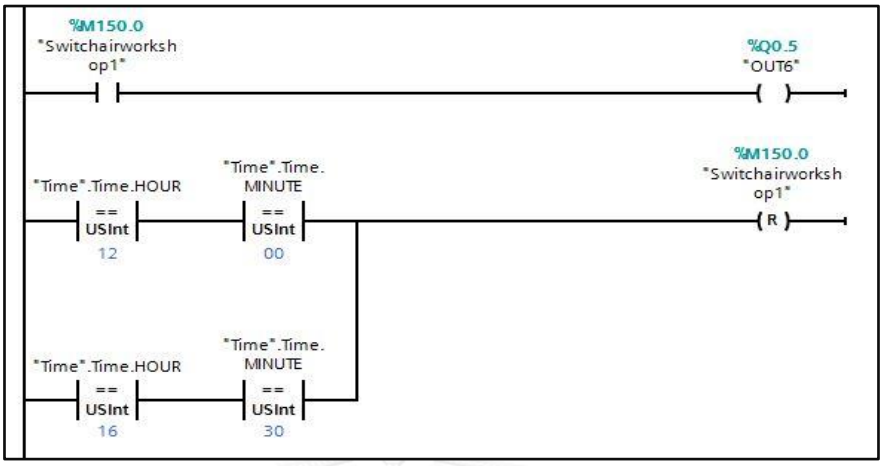
4.2.2 การกำหนดเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติอาคาร

เครื่องปรับอากาศเบอร์1 กำหนดให้เปิดเวลา 8.00 น.และเปิดเวลา 13.15 น.ดังรูปที่ 81



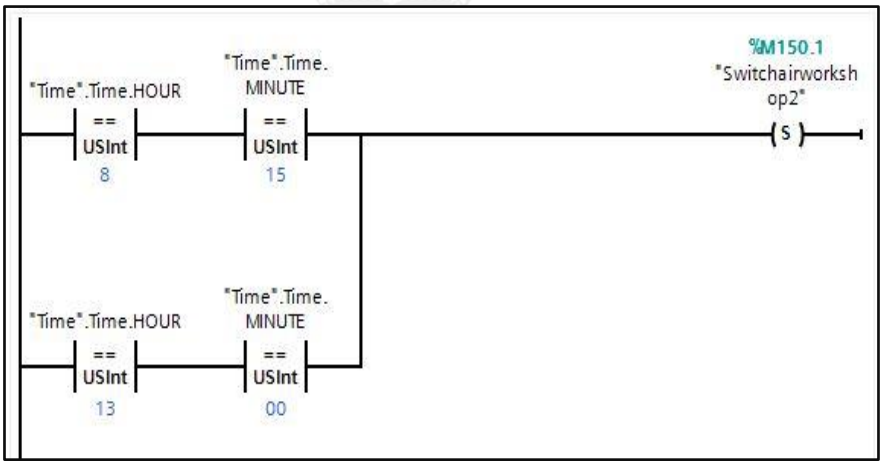
รูปที่ 81 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคาร Work Shop

เครื่องปรับอากาศเบอร์1 กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 16.30 น.ดังรูปที่ 82



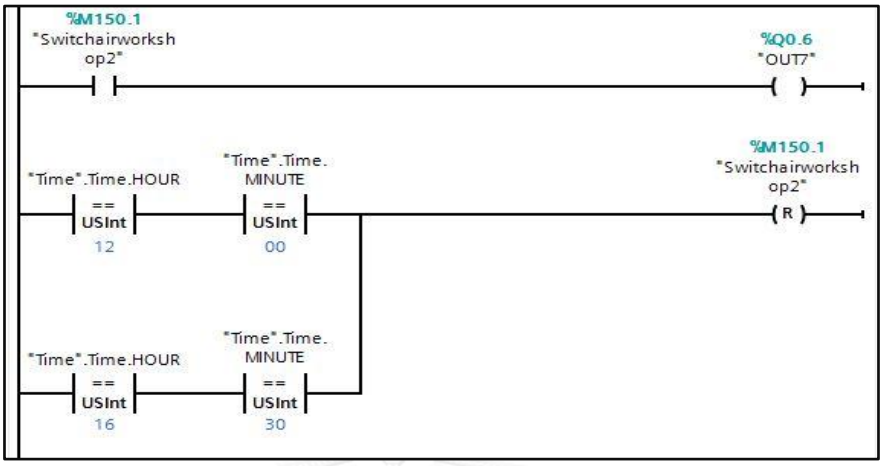
รูปที่ 82 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 1 อาคาร Work Shop

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 กำหนดให้เปิดเวลา 8.15 น. และเปิดเวลา 13.00 น.ดังรูปที่ 83



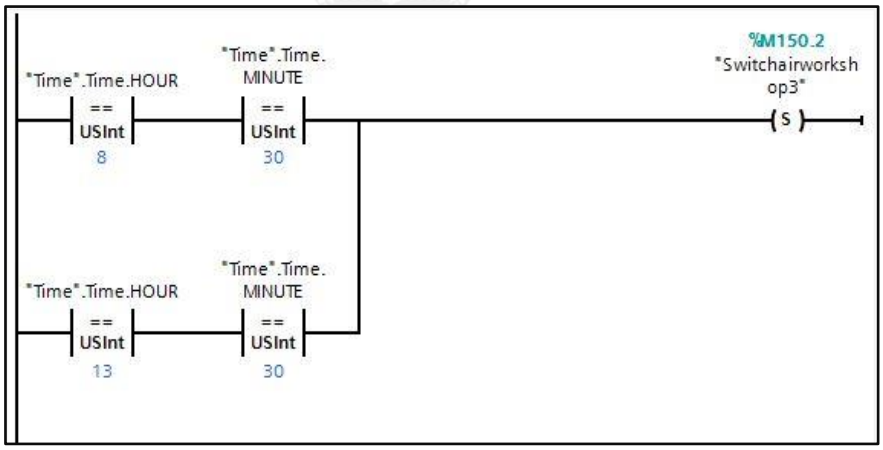
รูปที่ 83 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 อาคาร Work Shop

เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2 กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 16.30 น. ดังรูปที่ 84



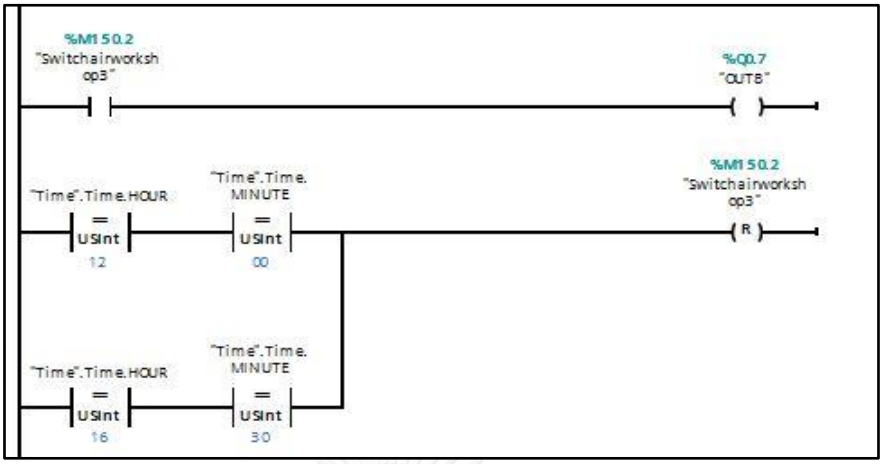
รูปที่ 84 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศตัวที่ 2 อาคาร Work Shop

เครื่องปรับอากาศห้อง MDB กำหนดให้เปิดเวลา 8.00 น.และเปิดเวลา 13.30 น. ดังรูปที่ 85



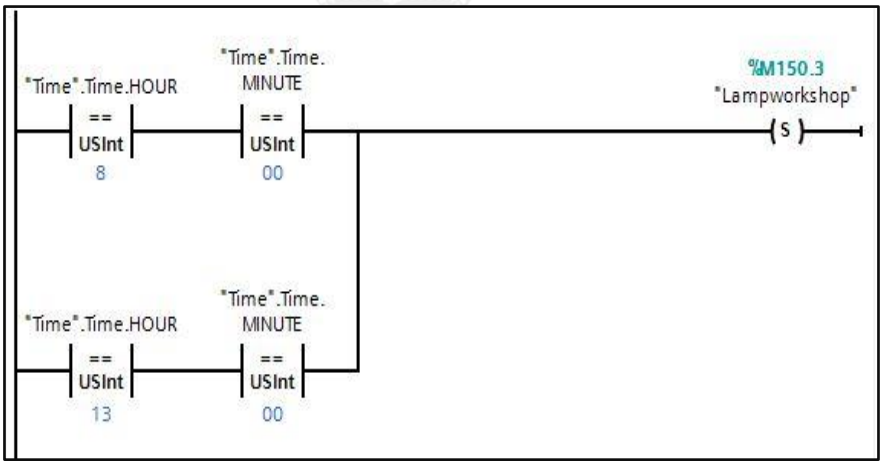
รูปที่ 85 คำสั่งเปิดเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop

เครื่องปรับอากาศห้อง MDB กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 16.30 น ดังรูปที่ 86



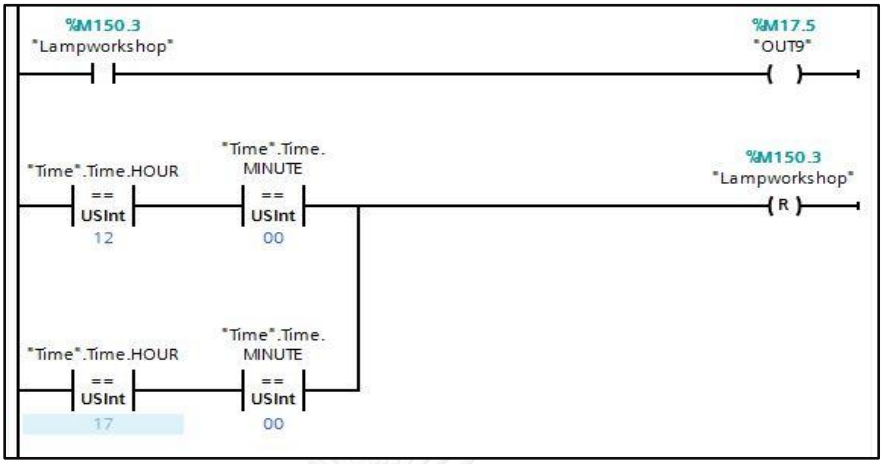
รูปที่ 86 คำสั่งปิดเครื่องปรับอากาศห้อง MDB อาคาร Work Shop

หลอดไฟในอาคาร Work Shop กำหนดให้เปิดเวลา 8.00 น.และปิดเวลา 13.00 น. ดังรูปที่ 87



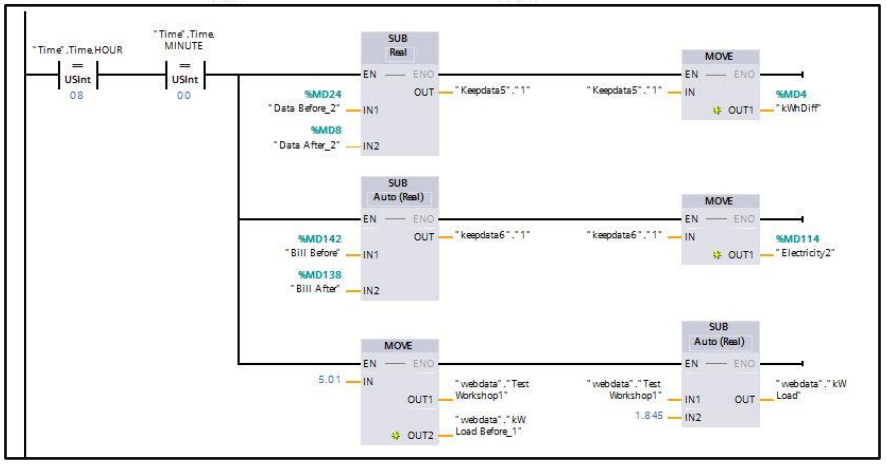
รูปที่ 87 คำสั่งเปิดหลอดไฟในอาคาร Work Shop

หลอดไฟในอาคาร Work Shop กำหนดให้ปิดเวลา 12.00 น.และปิดเวลา 17.00 น. ดังรูปที่ 88



รูปที่ 88 คำสั่งปิดหลอดไฟในอาคาร Work Shop

กราฟค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยดังรูปที่ *22* ทั้ง 5 ช่วงเวลาอาคาร Work Shop นำมาเขียนลงในโปรแกรม TIA Portal ดังรูปที่ 89 ที่เวลา 8.00 น.-17.00 น ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 5.01 กิโลวัตต์



รูปที่ 89 นำค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าลงในโปรแกรม TIA Portal

ตารางที่ 9 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคาร Work Shop (ช่วงเช้า)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	8.00-8.15	8.15-8.30	8.30-8.45	8.45-9.00	9.00-9.15	9.15-9.30	9.30-9.45	9.45-10.00	10.00-10.15	10.15-10.30	10.30-10.45	10.45-11.00	11.00-11.15	11.15-11.30	11.30-11.45	11.45-12.00	12.00-12.15	12.15-12.30
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้อง MDB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หลอดไฟบริเวณตู้เอกสาร	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หลอดไฟห้อง MDB	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ: หมายเลข 1 สีเหลืองคือเครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 24°C หมายเลข 0 สีเหลืองคือเครื่องปรับอากาศมีการปรับอุณหภูมิที่ 26° C

หมายเลข 1 สำหรับหลอดไฟคือมีการเปิดใช้งาน หมายเลข 0 สำหรับหลอดไฟคือมีการปิดใช้งาน

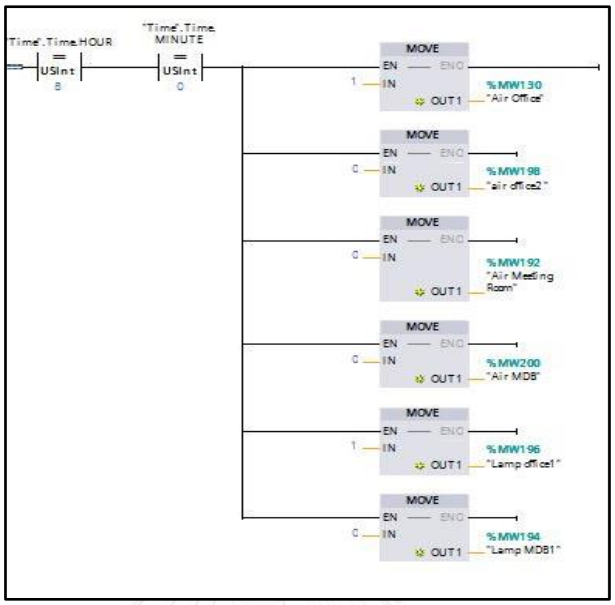
ตารางที่ 10 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคาร Work Shop (ช่วงบ่าย)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	12.30-12.45	12.45-13.00	13.00-13.15	13.15-13.30	13.30-13.45	13.45-14.00	14.00-14.15	14.15-14.30	14.30-14.45	14.45-15.00	15.00-15.15	15.15-15.30	15.30-15.45	15.45-16.00	16.00-16.15	16.15-16.30	16.30-16.45	16.45-17.00
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศเบอร์ 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้องประชุม	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องปรับอากาศห้อง MDB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หลอดไฟบริเวณตู้เอกสาร	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หลอดไฟห้อง MDB	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

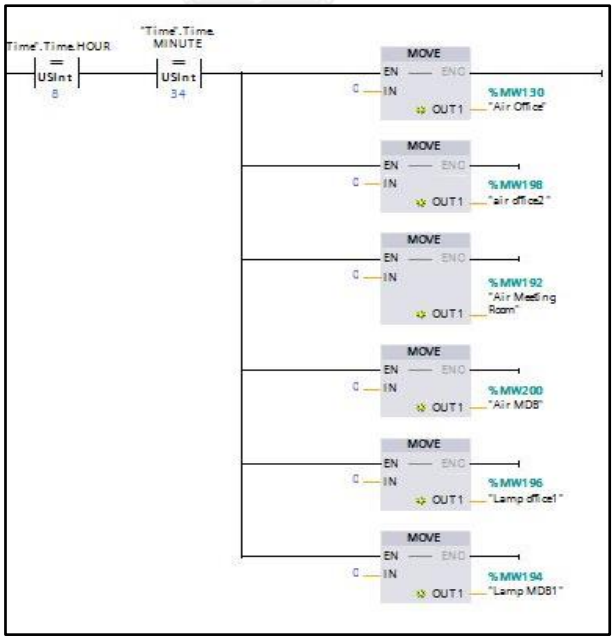
หมายเหตุ: หมายเลข 1 สีเหลืองคือเครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 24° C หมายเลข 0 สีเหลืองคือเครื่องปรับอากาศ มีการปรับอุณหภูมิที่ 26° C

หมายเลข 1 สำหรับหลอดไฟคือมีการเปิดใช้งาน หมายเลข 0 สำหรับหลอดไฟคือมีการปิดใช้งาน

จากรูปแบบที่กำหนดในตารางที่ 9 และตารางที่ 10 สามารถนำค่ามาลงในโปรแกรม TIA Portal ตั้งแต่เวลา 8.00 น-17.00 น.ได้ดังรูปที่ 90 และรูปที่ 91



รูปที่ 90 เริ่มเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 8.00 น.

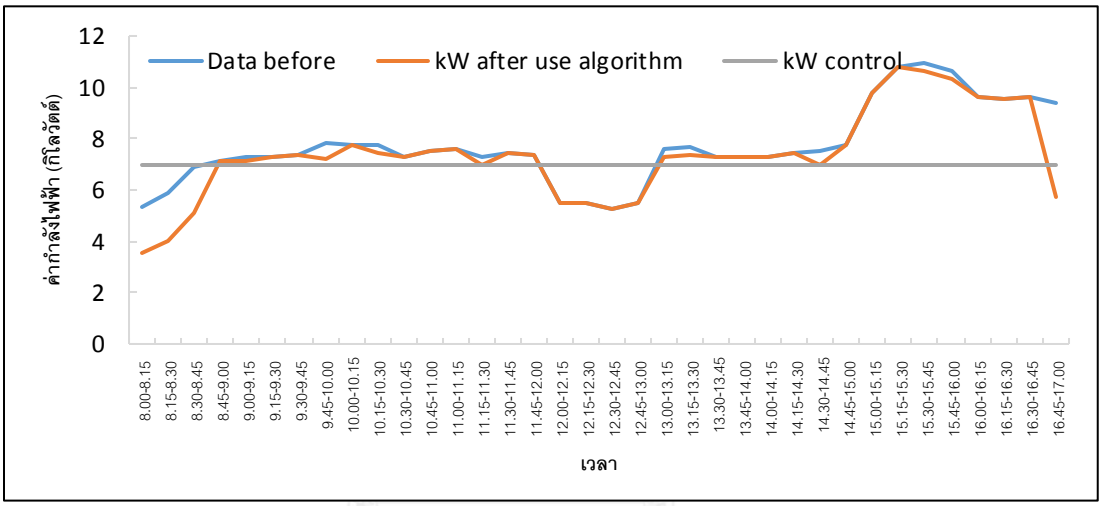


รูปที่ 91 สิ้นสุดเวลาการจำลองการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ 17.00 น.

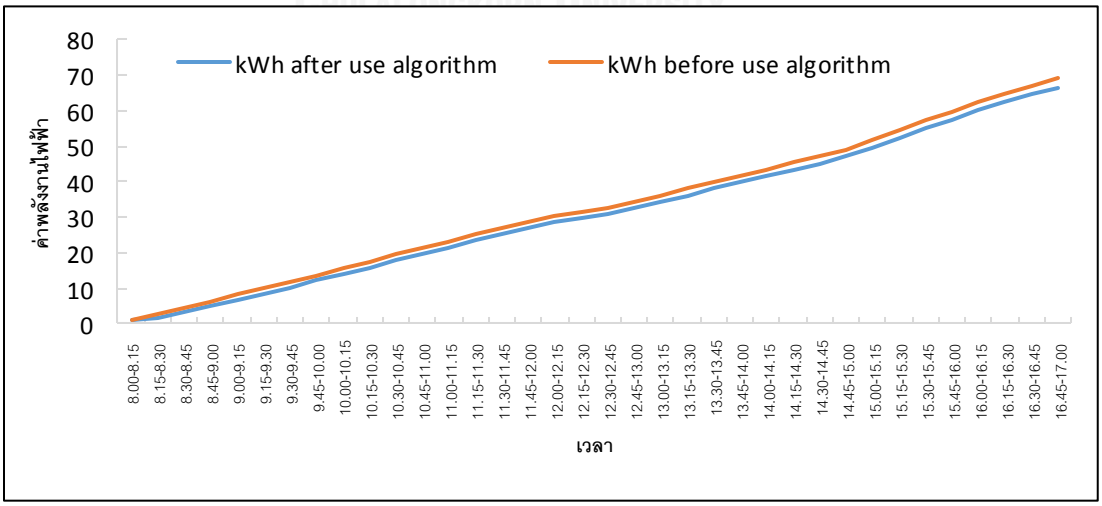
บทที่ 5
การทดสอบ

5.1 ทดสอบกับอาคารสำนักงาน

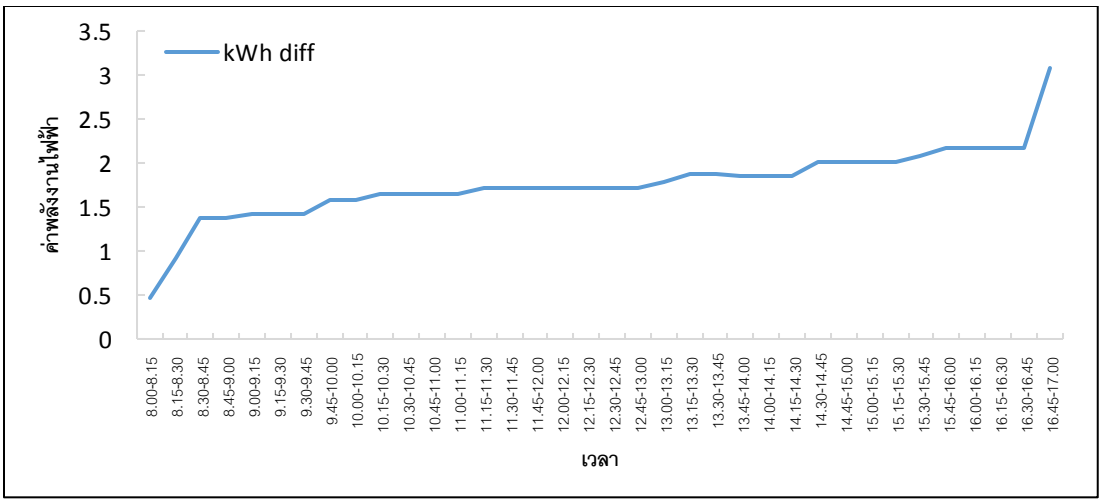
การทดสอบโดยการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าไม่ให้เกิน 7 กิโลวัตต์ (ค่า 7 กิโลวัตต์ได้จากค่าเฉลี่ยจาก Data before) โดยใช้ 2 เงื่อนไข คือ ตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานตามระบบต้นแบบ



รูปที่ 92 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



รูปที่ 93 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ

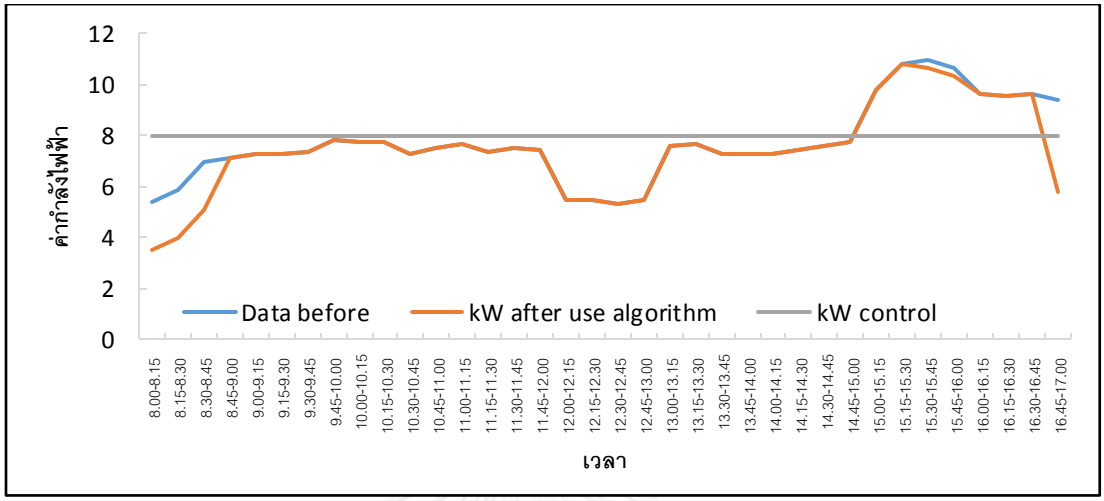


รูปที่ 94 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา

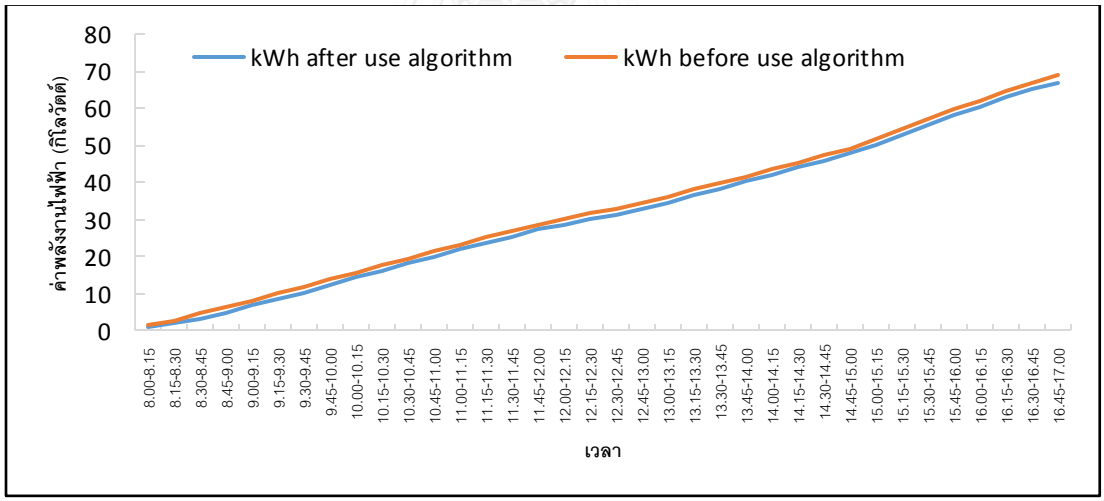
จากรูปที่ 92 ถึงรูปที่ 94 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบโดยใช้ค่าควบคุมที่ 7 กิโลวัตต์ แล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันมีค่าต่ำลงแต่ยังไม่ต่ำกว่าค่าควบคุมทั้งหมด เนื่องจากระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เฉพาะส่วนที่ เมื่อควบคุมแล้วจะไม่เกิดผลกระทบกับผู้ใช้งาน ซึ่งระบบจะมีคำเตือนแจ้งไปยังผู้ใช้งานหากค่ากำลังไฟฟ้าเกินค่าควบคุมจากรูปที่ 94 ผลต่างของค่าพลังงานที่ได้จากจากการควบคุมด้วยระบบต้นแบบจะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 65.03 หน่วยต่อเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

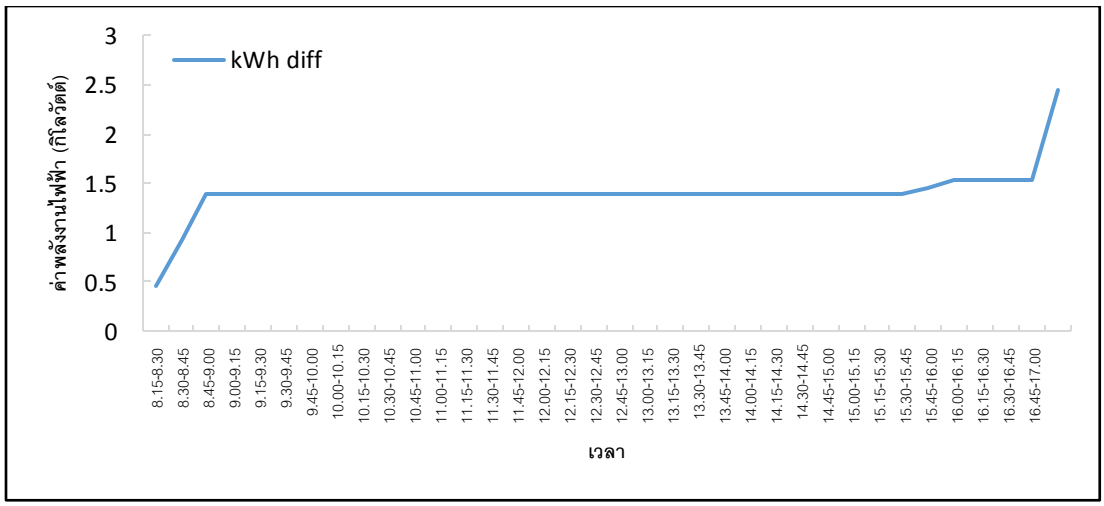
ทดสอบโดยการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าไม่ให้เกิน 8 กิโลวัตต์ โดยใช้ 2 เงื่อนไข คือ ตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติและควบคุมการทำงานตามระบบต้นแบบ



รูปที่ 95 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



รูปที่ 96 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



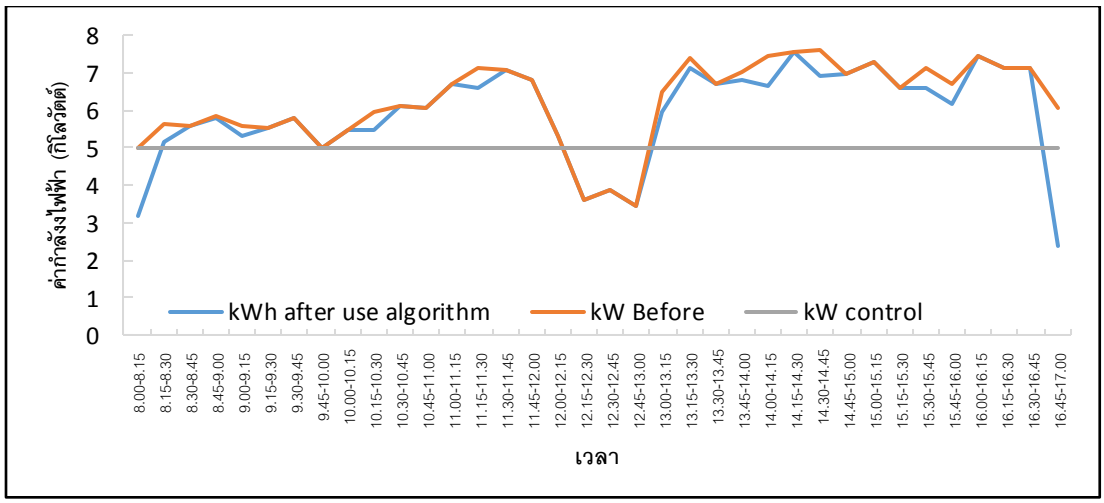
รูปที่ 97 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 95 ถึงรูปที่ 97 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่มีภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบที่ค่าควบคุมที่ 8 กิโลวัตต์ แล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันมีค่าต่ำลงแต่ยังไม่ต่ำกว่าค่าควบคุมทั้งหมด เนื่องจากระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เฉพาะส่วนที่ เมื่อควบคุมแล้วจะไม่เกิดผลกระทบกับผู้ใช้งาน ซึ่งระบบจะมีคำเตือนแจ้งไปยังผู้ใช้งานหากค่ากำลังไฟฟ้าเกินค่าควบคุม จากรูปที่ 97 ผลต่างของค่าพลังงานที่ได้จากจากการควบคุมด้วยระบบต้นแบบจะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 51.82 หน่วยต่อเดือน

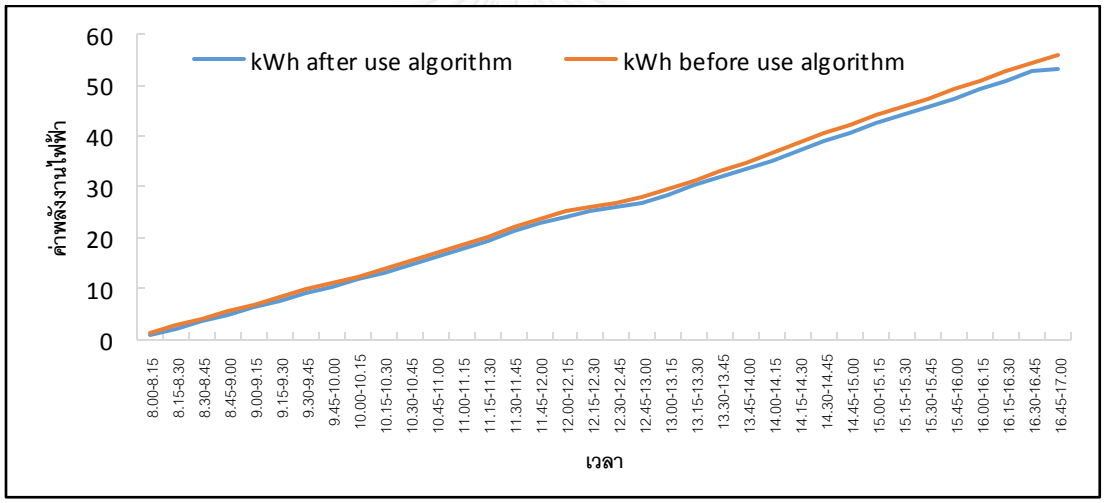
5.2 ทดสอบกับอาคาร Work Shop

ทดสอบโดยการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าไม่ให้เกิน 5 กิโลวัตต์ (ค่า 5 กิโลวัตต์ ได้จากค่าเฉลี่ยจาก Data Before) โดยใช้ 2 เงื่อนไขคือตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติและควบคุมการทำงานตามระบบต้นแบบ

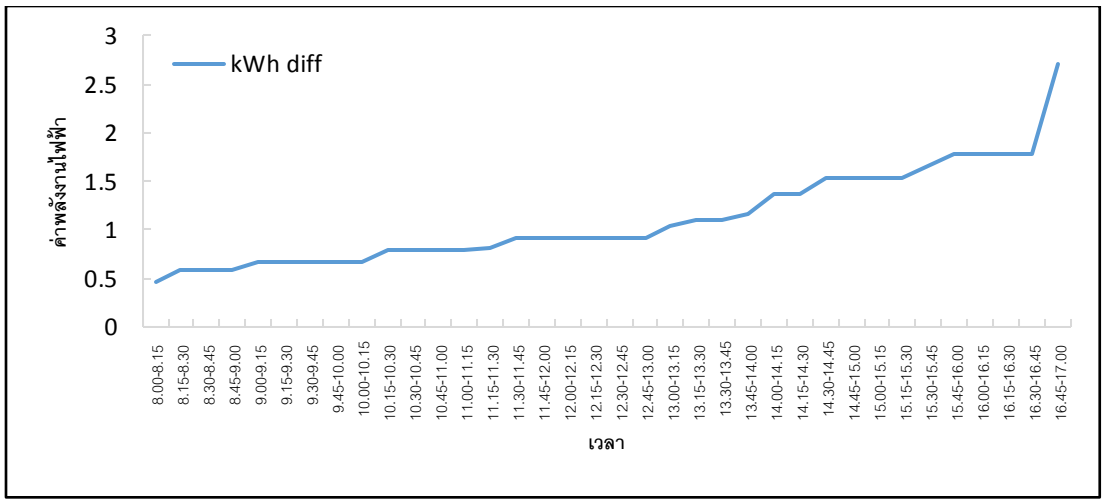
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 98 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



รูปที่ 99 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



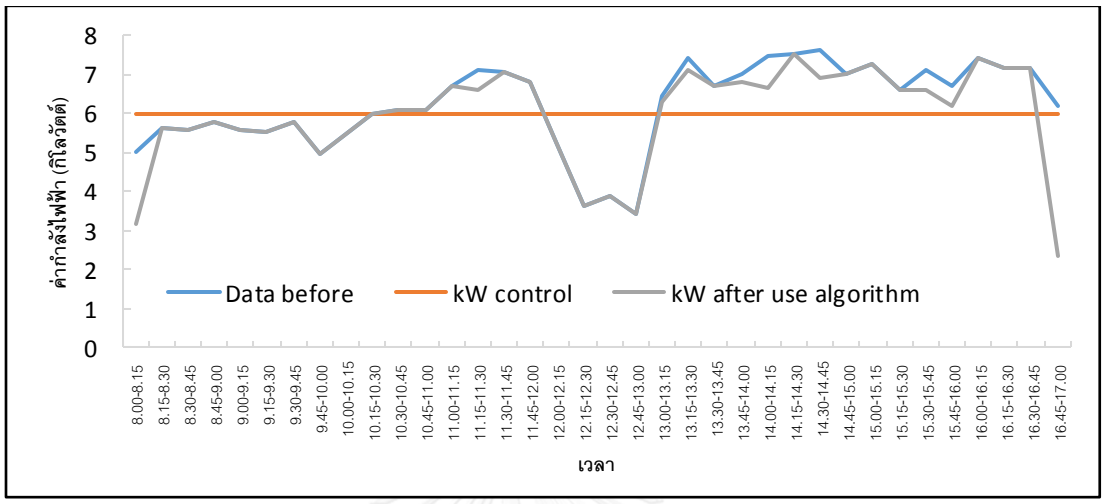
รูปที่ 100 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 98 ถึงรูปที่ 100 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่มีภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบที่ค่าควบคุมที่ 5 กิโลวัตต์ แล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันมีค่าต่ำลงแต่ยังไม่ต่ำกว่าค่าควบคุมทั้งหมด เนื่องจากระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เฉพาะส่วนที่ เมื่อควบคุมแล้วจะไม่เกิดผลกระทบกับผู้ใช้งาน ซึ่งระบบจะมีคำเตือนแจ้งไปยังผู้ใช้งานหากค่ากำลังไฟฟ้าเกินค่าควบคุม จากรูปที่ 100 ผลต่างของค่าพลังงานที่ได้จากจากการควบคุมด้วยระบบต้นแบบจะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 76.23 หน่วยต่อเดือน

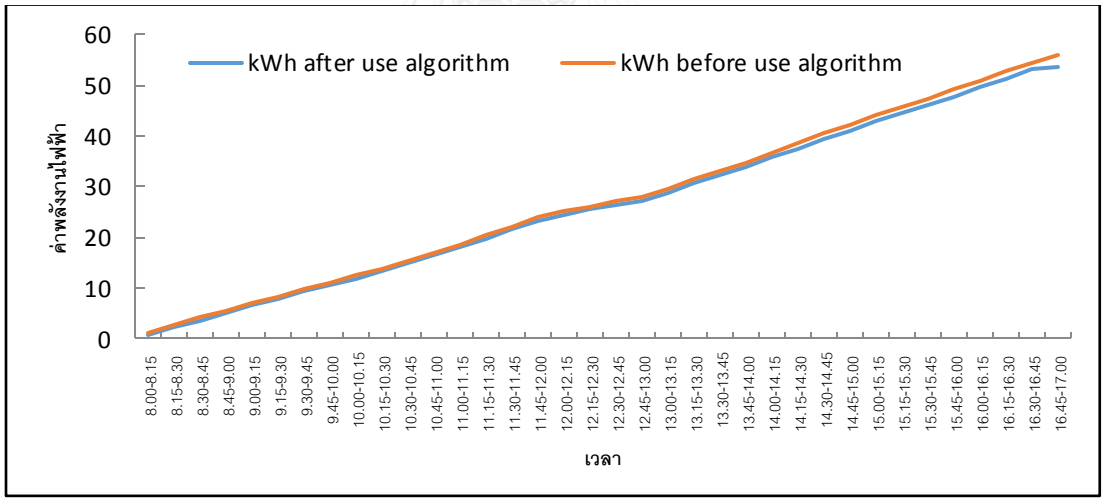
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.2 ทดสอบโดยการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าไม่ให้เกิน 6 กิโลวัตต์

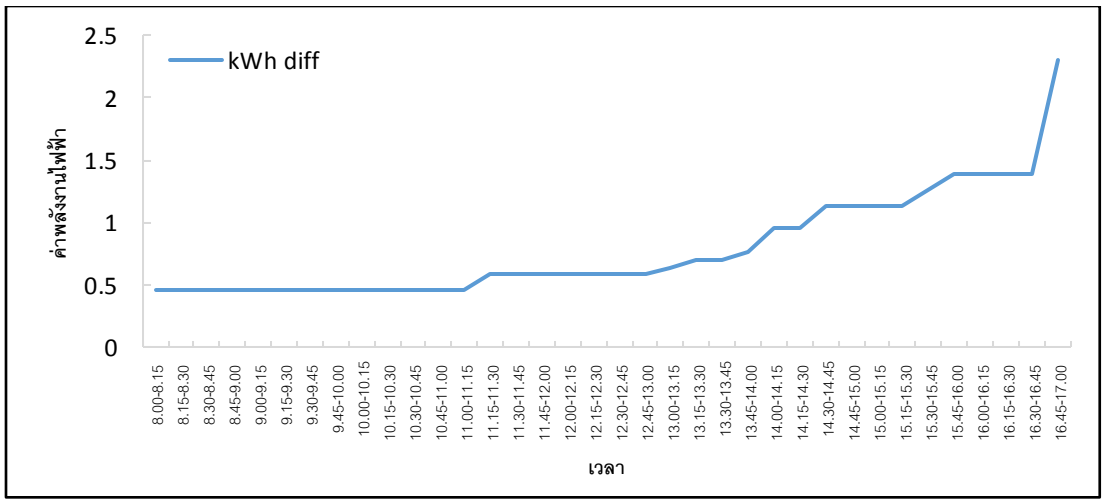
โดยใช้ 2 เงื่อนไขคือตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติและควบคุมการทำงานตามระบบต้นแบบ



รูปที่ 101 กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



รูปที่ 102 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนผ่านระบบต้นแบบ และหลังผ่านระบบต้นแบบ



รูปที่ 103 กราฟเปรียบเทียบผลต่างค่าพลังงานไฟฟ้าเทียบกับเวลา

จากรูปที่ 101 ถึงรูปที่ 103 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่มีภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบที่ค่าควบคุมที่ 5 กิโลวัตต์ แล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันมีค่าต่ำลงแต่ยังไม่ต่ำกว่าค่าควบคุมทั้งหมด เนื่องจากระบบสามารถควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เฉพาะส่วนที่ เมื่อควบคุมแล้วจะไม่เกิดผลกระทบกับผู้ใช้งาน ซึ่งระบบจะมีคำเตือนแจ้งไปยังผู้ใช้งานหากค่ากำลังไฟฟ้าเกินค่าควบคุม จากรูปที่ 103 ผลต่างของค่าพลังงานที่ได้จากการควบคุมด้วยระบบต้นแบบจะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 48.51 หน่วยต่อเดือน

5.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

5.3.1 วิเคราะห์ผลอาคารสำนักงาน

จากรูปที่ 92 ถึงรูปที่ 94 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่มีภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบที่ค่าควบคุมที่ 7 กิโลวัตต์ แล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันมีค่าต่ำลงแต่ยังไม่ต่ำกว่าค่าควบคุมทั้งหมด ซึ่งตามการใช้งานจริงของอาคารสำนักงานค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดค่อนข้างคงที่ ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงยกเว้นมีการใช้งานห้องประชุมหรือจังหวะที่เครื่องปรับอากาศเริ่มทำงานพร้อมกัน และจากการจำลองเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในตารางที่ 7 ซึ่งมีการใช้งานน้อยเพื่อจำลองให้เหมือนสภาพการใช้งานจริง ทำให้กราฟที่ได้มีความแตกต่างน้อยตามลำดับ จากรูปที่ 95 ถึงรูปที่ 97 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่มีภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบที่ค่าควบคุมที่ 8 กิโลวัตต์ มีค่าน้อยกว่าการควบคุมที่ 7 กิโลวัตต์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการการทดสอบค่ากำลังไฟฟ้ากับอาคารสำนักงาน

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ควบคุม (กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนใช้ระบบต้นแบบ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้าหลังใช้ระบบต้นแบบ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)	ผลต่างค่าพลังงาน (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)
ควบคุมที่ 7	69.29	66.20	3.09
ควบคุมที่ 8	69.29	66.83	2.46

5.3.2 วิเคราะห์ผลอาคาร Work Shop

จากรูปที่ 98 ถึงรูปที่ 100 และรูปที่ 101 ถึงรูปที่ 103 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่มีภายหลังจากถูกควบคุมโดยระบบต้นแบบที่ค่าควบคุมที่ 5 กิโลวัตต์ มีค่ามากกว่าค่าควบคุมที่ 6 กิโลวัตต์ เนื่องจากค่า 6 กิโลวัตต์ สูงกว่าค่ากำลังของโหลดการใช้งาน และจากหน้างานจริงอาคาร Work Shop จะมีพนักงานทั้งส่วนสำนักงาน และพนักงานช่างใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายประเภทซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ค่าโหลดกำลังการใช้งานไม่คงที่เหมือนอาคารสำนักงาน เมื่อนำมาทดสอบกับระบบควบคุมการใช้งานทำให้ได้ค่าพลังงานที่แตกต่างมากกว่าอาคารสำนักงานดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากการการทดสอบค่ากำลังไฟฟ้ากับอาคาร Work Shop

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ควบคุม (กิโลวัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนใช้ระบบต้นแบบ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้าหลังใช้ระบบต้นแบบ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)	ผลต่างค่าพลังงาน (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน)
ควบคุมที่ 5	57.63	54.00	3.63
ควบคุมที่ 6	57.63	55.17	2.46

บทที่ 6
บทสรุป

6.1.บทสรุป

การลดค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าไฟฟ้านั้น มีความสำคัญต่อทุกองค์กรเนื่องจากค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าก็เป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนในการดำเนินกิจการขององค์กร นำมาซึ่งแนวคิดในการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อจัดการและควบคุมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า และแสงสว่างเพื่อลดค่าไฟฟ้าและส่งผลให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการจัดการควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าและไม่กระทบต่อการทำงานของพนักงาน

วิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาระบบควบคุมการทำงานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานแบบอัตโนมัติ โดยได้ใช้ค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่ได้จากการสำรวจอาคารของบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) มาใช้ในการทดลอง โดยแบ่งการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าออกเป็น 2 แบบหลักๆ กล่าวคือ การตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติ การควบคุมโดยใช้ระบบต้นแบบ ซึ่งการควบคุมอัตโนมัติทั้งสองแบบสามารถทำงานร่วมกันได้ทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารแบบอัตโนมัติมากขึ้นและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้นด้วย

ระบบดังกล่าวทดสอบโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC) ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงผลออกทางเว็บเพจ เมื่อนำมาทดสอบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้จริงพบว่าสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ 69.29 หน่วยต่อเดือน ของอาคารสำนักงาน และ70.56 หน่วยต่อเดือนของอาคาร Work Shop และยังมีระบบให้คำแนะนำผู้ใช้งานในการควบคุมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าขณะที่ค่ากำลังไฟฟ้าเกินค่าที่กำหนด ซึ่งในบริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน)มีการใช้งานโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC) นี้อยู่แล้ว จึงเป็นเรื่องที่ง่ายต่อการประยุกต์เพื่อต่อใช้งานจริงเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและให้บริษัทไทยโซล่าร์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด (มหาชน) ได้เห็นถึงแนวทาง และวิธีที่จะช่วยในการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.2.ข้อเสนอแนะ

ต่อยอดโดยการต่ออุปกรณ์เพิ่มเพื่อให้ระบบใช้งานได้จริง

6.3.ข้อดี

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (PLC) มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายระบบนี้จึงเหมาะกับโรงงานหรืออาคารที่มีนี้อยู่แล้ว

6.4.ข้อเสีย

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ไม่เหมาะกับการนำไปใช้ในบ้านหลังเล็กๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

[1] สุรินทร์ จันทสุรียวัช, "การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,," สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[2] สันติ อัศวศรีพงศ์ธร., คู่มือประหยัดพลังงาน ชุดการจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร, 2533.

[3] ปรีชา ศรีประภาคาร, "การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,," สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[4] อดิเทพ สุธรรมภาวดี, "การประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในอาคารสำนักงานโดยการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา อาคารหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,," สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[5] ครรชิต สำรอง, "การประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า โดยการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา อาคารจตุรัสจามจุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต,," สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2554.

[6] Manisa Pipattanasomporn, Murat Kuzlu and Saifur Rahman., "An Algorithm for Intelligent Home EnergyManagement and Demand Response Analysis," IEEE Transactions on Smart Grid, Dec 2012.

[7] ชิต เหล่าวัฒนา,ธิดา ธัญญประเสริฐกุล "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการพลังงาน ," วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.ปีที่ 25, ฉบับที 2 เมษายน-มิถุนายน 2545.

[8] Maki Endo, Hiroshi Nakajima and Yutaka Hata, Fellow., "Simplified Factory Energy Management System based on Operational Condition Estimation by Sensor Data," 8th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering August 20-24 2012.

[9] ประสิทธิ์ นางทิน,ทศพร พรหมสิทธิ์ "การควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดผ่านระบบเชื่อมโยงระหว่างเครื่องจักรและคน," การประชุมวิชาการ เครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4 วันที่ 3-5 เมษายน 2555.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

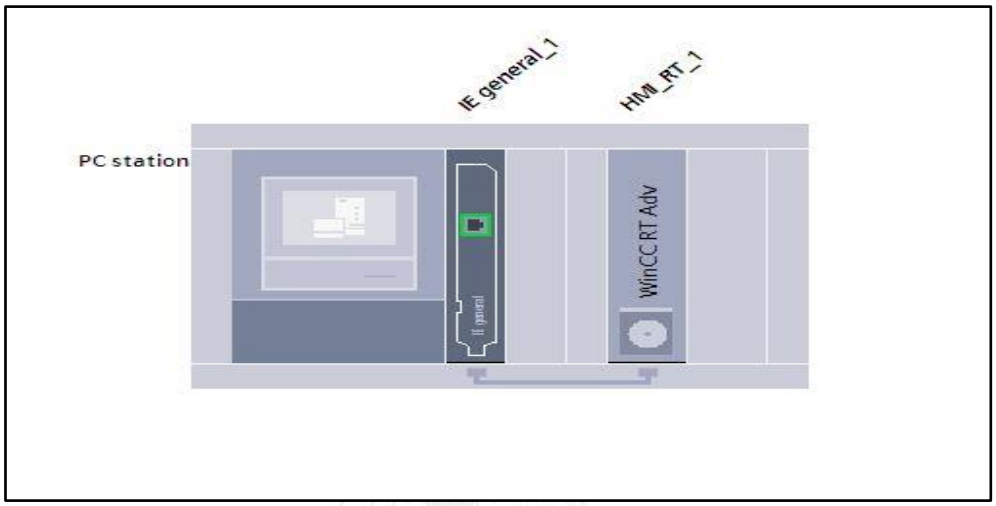
ภาคผนวก ก.

คำสั่งในการส่ง E-mail และการกำหนดตัวแปร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

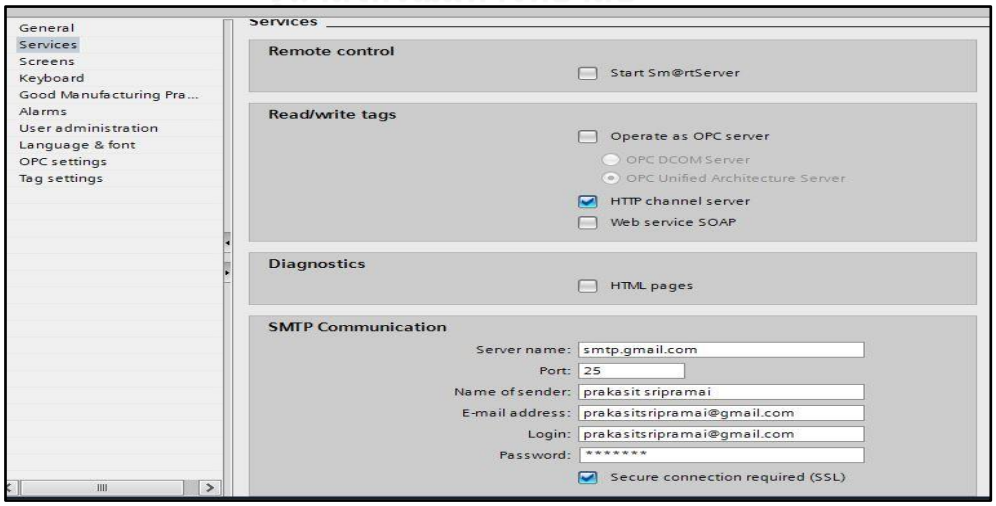
คำสั่งที่ใช้ในการส่ง E-mail

รูปแบบคำสั่งจะใช้ฟังชั่น PC Station โดยใช้ IE general และ HMI ในการส่ง Email และใช้คำสั่งจาก HMI โดยใช้รูปแบบ HMI Alarm ซึ่งจะรับค่าคำสั่งการส่ง E-mail มาจากด้าน PLC ดังแสดงในรูป



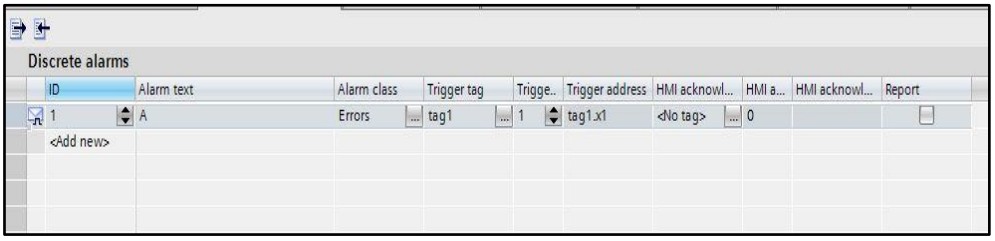
รูปที่ 104 ฟังชั่นที่ใช้ในการส่ง E-mail

รูปแบบการตั้งค่าใน Runtime Setting ซึ่งจะส่งออกผ่าน Server SMTP.Gmail.com ทาง Port 25



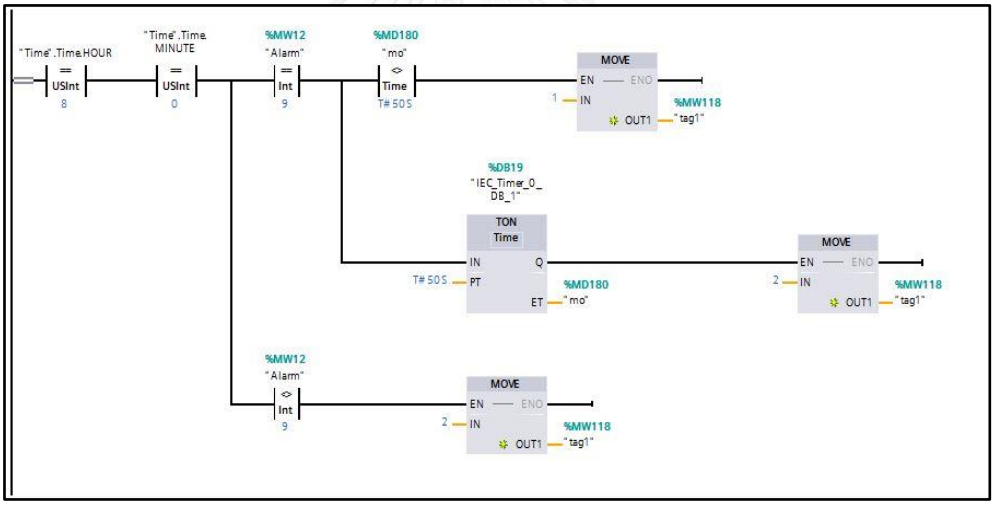
รูปที่ 105 การตั้งค่าใน Runtime Setting

รูปแบบการตั้งค่าใน HMI Alarm โดยจะรอรับคำสั่งในการส่ง E-mail จากด้าน PLC



รูปที่ 106 การตั้งค่าใน HMI Alarm

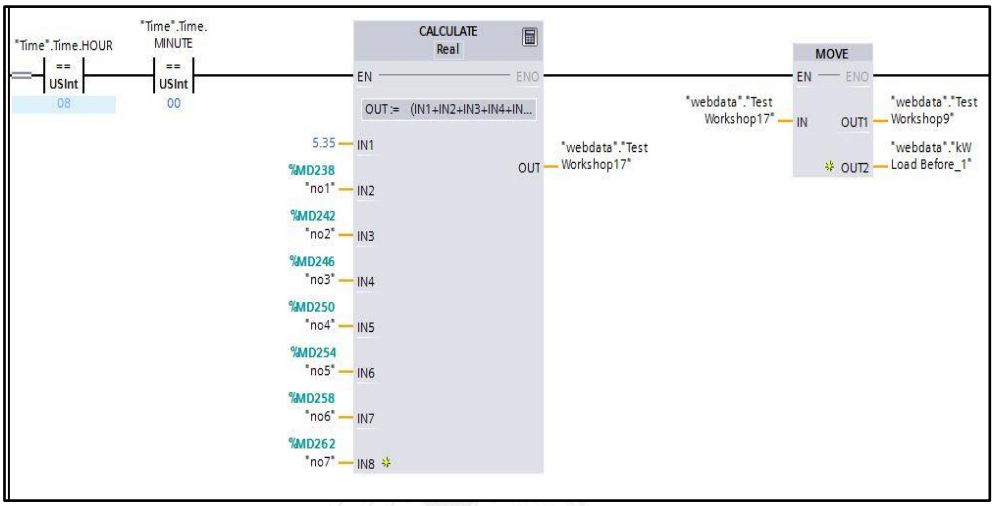
รูปแบบคำสั่งในการส่ง E-mail ด้าน PLC ได้กำหนดตัวแปร 1 ให้ส่ง E mail และกำหนดตัวแปร 2 ให้หยุดส่ง E-mail เพื่อส่งคำสั่ง 1 และ 2 ไปยังด้าน HMI



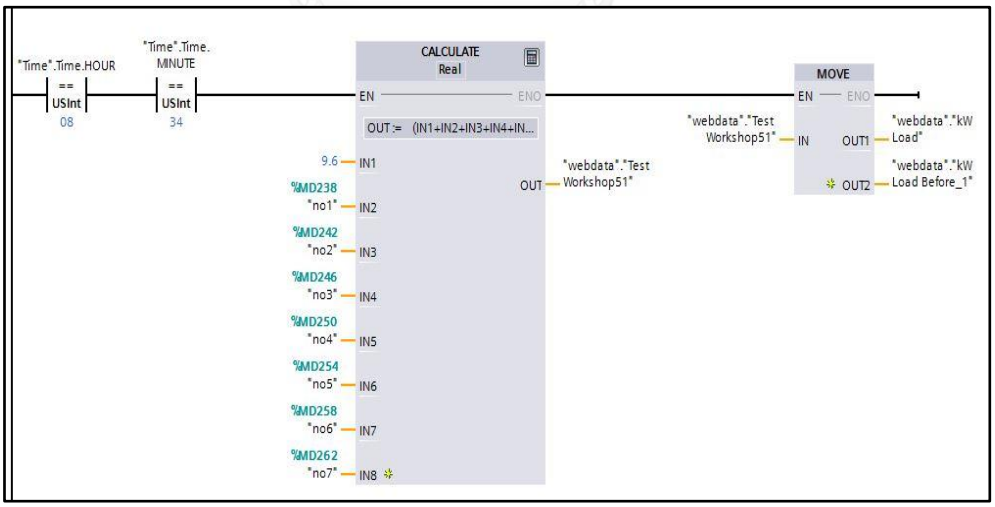
รูปที่ 107 การตั้งค่าตัวแปรในการส่ง E-mail

คำสั่งในการเพิ่มค่ากิโลวัตต์เข้าในโปรแกรม TIA Portal

โดยจะนำค่ากิโลวัตต์ที่วัดได้จากหน้างานจริงมาลงในโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงาน ตั้งแต่เวลา 8.00 น.ถึงเวลา 17.00 น. ในที่นี้ได้นำค่าตัวเลขมาลงในโปรแกรมโดยทดสอบตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึงเวลา 8.34 น. เพื่อจำลองการทำงานทุก 1 นาที เท่ากับ 15 นาที



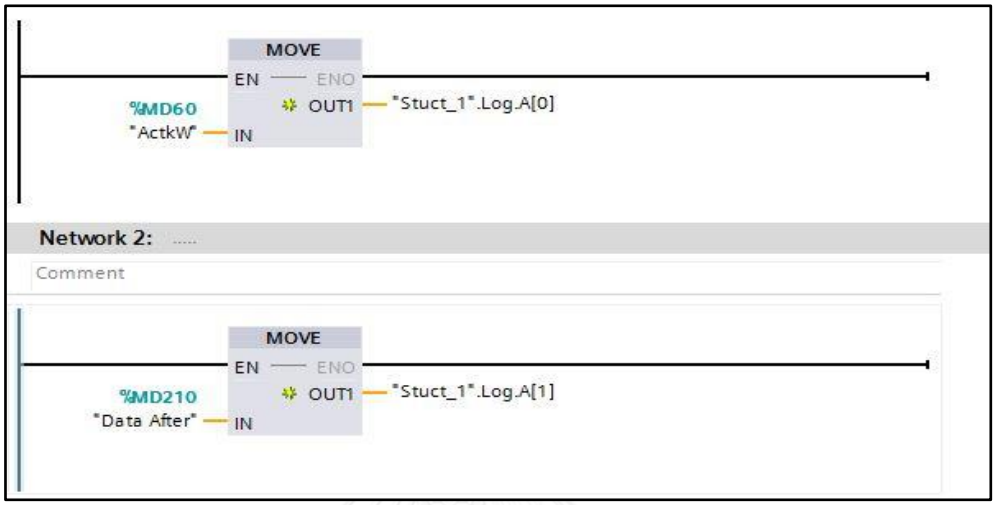
รูปที่ 108 ค่ากิโลวัตต์ที่เวลา 8.00 น.



รูปที่ 109 ค่ากิโลวัตต์ที่เวลา 17.00 น.

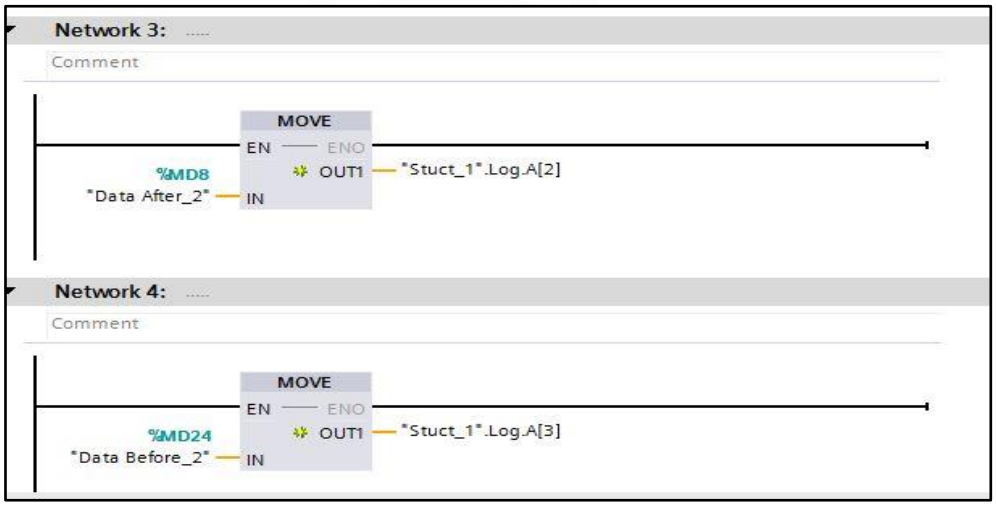
การกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในคำสั่งบันทึกข้อมูล

โดยจะใช้รูปแบบคำสั่ง Stuct ในการบันทึกข้อมูลกำหนดค่า ActkW เก็บค่าไว้ที่ A(0) และเก็บค่า Data After ไว้ที่ A(1)



รูปที่ 110 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า Actkw และData After

กำหนดค่า Data After_2 เก็บค่าไว้ที่ A(2)และเก็บค่า Data Before_2 ไว้ที่ A(3)

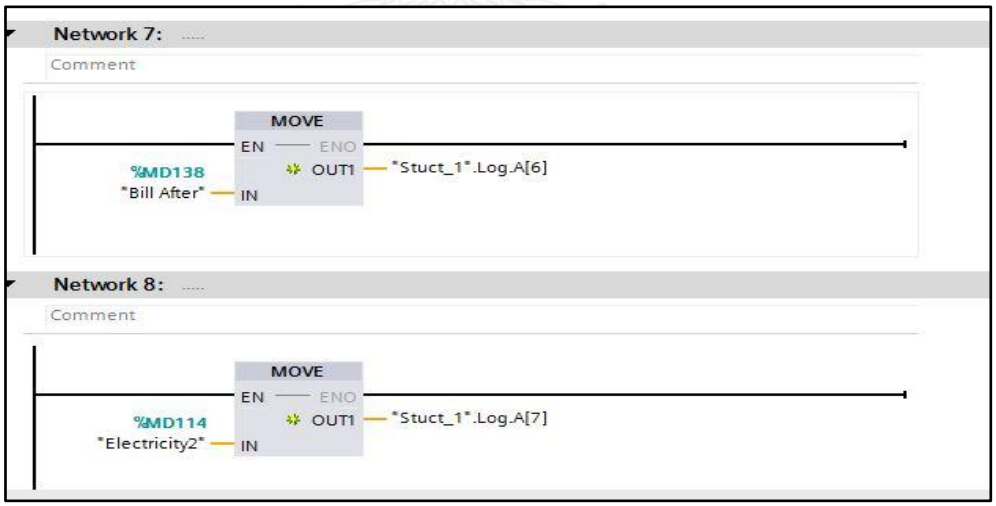


รูปที่ 111 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า Data After_2 และData Before_2

กำหนดค่า kWhDiff เก็บค่าไว้ที่ A(4)และเก็บค่า Bill Before ไว้ที่ A(5)

รูปที่ 112 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า kWhDiff และBill Before

กำหนดค่า Bill Afterเก็บค่าไว้ที่ A(6)และเก็บค่า Electricity2 ไว้ที่ A(7)



รูปที่ 113 การกำหนดตัวแปรเพื่อบันทึกค่า Bill After และElectricity2

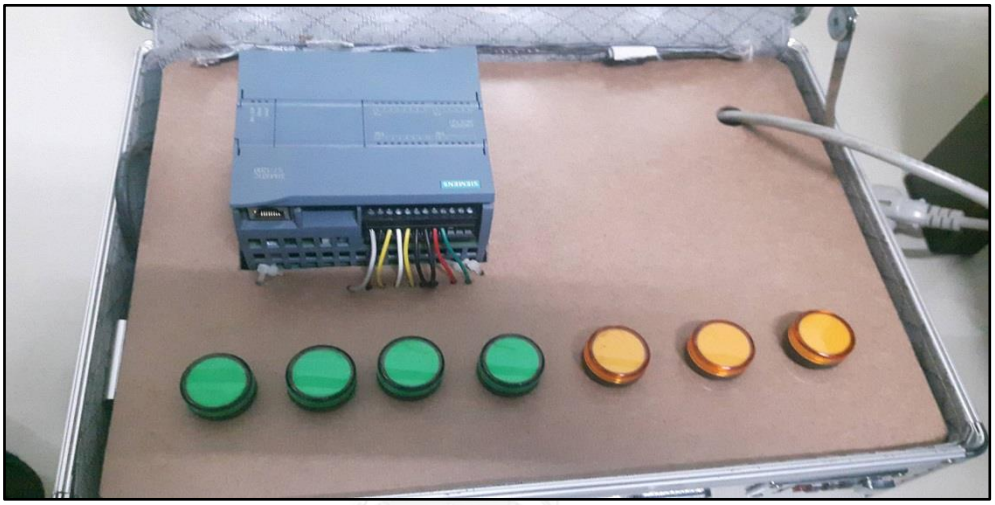
ภาคผนวก ข.

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

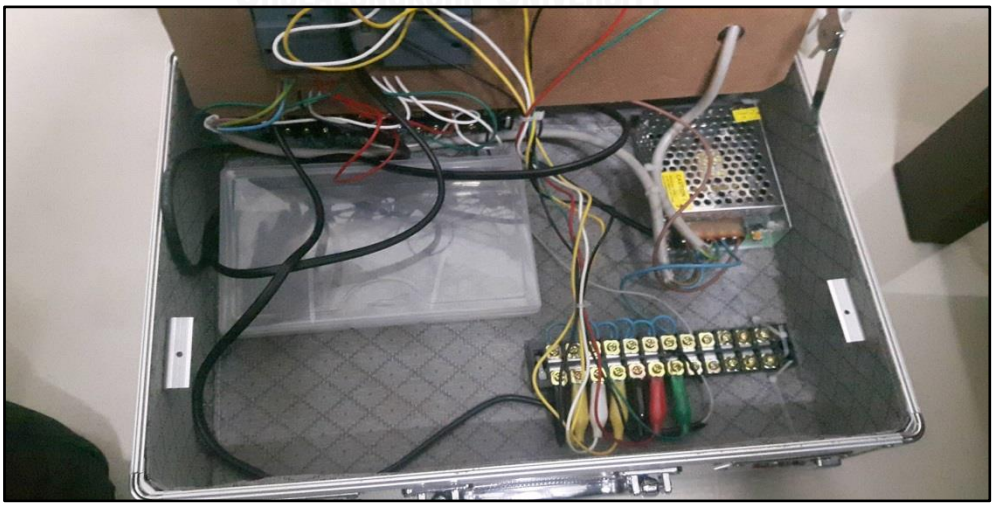
ชุดอุปกรณ์ทดลอง

โดยใช้ PLC S7-1200 เชื่อมต่อกับหลอดไฟ DC 24V หลอดไฟจะแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าถ้ากำลังไฟฟ้าเกินค่าที่กำหนดหลอดไฟจะติด และใช้สาย Lan เพื่อเชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์



รูปที่ 114 ชุดอุปกรณ์ในการทดลอง

ด้านในกล่องประกอบด้วย Power Supply DC24 Vเพื่อจ่ายให้กับหลอดไฟ



รูปที่ 115 ชุดอุปกรณ์ในการทดลอง

ข้อมูลทั่วไปของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆในงานอุตสาหกรรม และระบบอัตโนมัติทั้งหมด การทำงานมีลักษณะเป็นตรรกะและลำดับ โดยปัจจุบันจะนำมาใช้แทนที่แผงอุปกรณ์ที่เป็น electromechanical relay และคอยล์แบบ hardwired ซึ่งถ้าหากจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน จะต้องมีการแก้ไขวงจรการเดินสายใหม่ ซึ่งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเวลาเมื่อต้องหยุดกระบวนการผลิตของงานอุตสาหกรรม PLC เป็นอุปกรณ์ที่สามารถแก้ไขวงจรได้ง่าย เนื่องจากเป็นการแก้ไขจะเป็นลักษณะของการแก้ไขโปรแกรม ทำให้มีความยืดหยุ่น สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเวลาน้อยกว่ามาก

ภาษา Ladder เป็นภาษาเชิงรูปภาพ ประกอบไปด้วย Ladder ไดอะแกรมเพื่อไว้ดู และคำสั่ง Ladder เพื่อไว้สั่งงาน ถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน แต่เดิมนั้นออกแบบมาแทนวงจรรีเลย์ ดังนั้น Ladder ไดอะแกรมก็จะอ้างอิงวงจรซีเคว้นของรีเลย์เป็นส่วนใหญ่ ต่อมามีการพัฒนาฟังชั่นให้สะดวกแก่การใช้งานมากขึ้น แต่จะเป็น PLC ในรุ่นที่สูงๆ แต่ในการใช้งานจริงนั้น ถ้าไม่ซับซ้อนจนเกินไป ฟังชั่นพื้นฐานก็เพียงพอต่อการใช้งาน

Relay ladder logic หรือ ladder diagram เป็นภาษาที่ใช้ใน Programmable logic controller แต่เดิมเครื่องจักรกลแบบอัตโนมัติจะถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์ทางกล ต่อมาได้ถูกแทนที่โดยระบบที่ใช้อุปกรณ์ electromechanical ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางด้านอินพุทเช่น push buttons, limit switches

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

I/O ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ hardwired ในสนาม (field) กับ CPU อุปกรณ์เชื่อมต่ออินพุทจะให้ข้อมูลสถานะของอุปกรณ์อินพุทต่างๆกับ CPU ขณะที่อุปกรณ์เชื่อมต่อเอาต์พุททำให้ CPU สามารถส่งสัญญาณออกไปควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุทได้

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายประกาศิต ศรีประไหม เกิดเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2528 ณ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ในปีการศึกษา 2551 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ในกลุ่มวิจัยโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและพลังงานหมุนเวียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา จนสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University