รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบประหยัดพลังงาน

Energy Saving System

นายดนัย เผือกผ่อง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบประหยัดพลังงาน

Energy Saving System

นายดนัย เผือกผ่อง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา ระบบประหยัดพลังงานอัตโนมัติ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายดนัย เผือกผ่อง

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.สมภพ ผลไม้

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายเลอเดช ช่องทับ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท บีเอ็มดับเบิ้ลยูแมนูแฟคเจอริ่งไทยแลนด์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท บีเอ็มดับเบิ้ลยูแมนูแฟคเจอริ่งไทยแลนด์ จำกัด แผนกซ่อมบำรุงและคุณภาพรถยนต์ ให้ทำการวิเคราะห์พลังงานและออกแบบระบบประหยัดพลังงาน ให้ถูกต้อง ปลอดภัย คุ้มค่า หลังจากติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 2.3% ซึ่งบรรลุเป้าหมายของโรงงานคือ 2 % ต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Energy Saving System

Student Intern Name: Mr. Danai Puakpong

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Dr.Sompob Polmai

Mentor Name: Mr. Lordech Chongtab

Company: BMW Manufacturing Thailand Ltd.,Co.

Abstract

This complete co-operative education report is supported by BMW Manufacturing Thailand. The task is assigned by Maintenance and Quality Department to analyze electric energy and design automatic energy saving system to be corrected and safe. After installation, Electric Consumption is decreased by 2.3% and reach the target of factory (2%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบประหยัดพลังงานอัติโนมัติ สำเร็จไปได้ลุล่วงด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ได้อย่างดี

ขอขอบพระคุณ ดร.สมภพ ผลไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะและให้ข้อคิดในการแก้ปัญหา รวมถึงช่วยตรวจทาง แก้ไขข้อบกพร้องต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บริษัท บีเอ็มดับเบิ้ลยู แมนูแฟคเจอริ่งไทยแลนด์ ทีมอบโอกาสในการทำสหกิจศึกษาใน พ.ศ. 2561 รวมทั้งคุณเลอเดช ช่องทับ ที่เป็นผู้ดูแล และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆและคอยชี้แนะตลอดการทำหารสหกิจศึกษาและสุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่เป็นที่ปรึกษาระหว่างการปฏิบัติงานจนสมบูรณ์ ณ ที่นี้ด้วย

ดนัย เผือกผ่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ ..... IV-VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 2

2.1. พัดลมยักษ์ 2

2.2 AHU (Air Handling Unit) 5

2.3 Cooker Hood 8

2.4 FCU 14

2.5 High Bay LED 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 19

3.1 ระบบประหยัดพลังงานของพัดลมยักษ์ 19

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ 19

3.1.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน 19

3.1.2.1 วัดพลังงานจากมอเตอร์ไดร์ฟคอนโทรลเลอร์ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 ออกแบบวงจรควบคุม.....21
3.1.2.3 การทดสอบวงจรประหยัดพลังงาน.....24
3.1.2.4 การติดตั้งวงจรประหยัดพลังงาน.....26
3.2 ระบบประหยัดพลังงานของ AHU (Air Handling Unit).....31
3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....31
3.2.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน.....31
3.2.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรล AHU ในโรงอาหาร.....31
3.2.2.2 วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ AHU ในโรงอาหาร.....33
3.2.2.3 ออกแบบวงจรควบคุม.....35
3.2.2.4 การทดสอบวงจรประหยัดพลังงาน.....37
3.2.2.5 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน.....39
3.3 ระบบประหยัดพลังงานของ Cooker Hood ระบบกรองอากาศหมุนเวียน.....43
3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....43
3.3.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน.....43
3.3.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรลของ Cooker Hood ในโรงอาหาร.....43
3.3.2.2 วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cooker Hood ในโรงอาหาร.....45
3.3.2.3 ออกแบบวงจรควบคุม.....48
3.3.2.4 การเขียนโปรแกรมและทดสอบ.....51
3.3.2.5 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน.....53
3.4 ระบบประหยัดพลังงานของ Fan Coil Unit (FCU).....58
3.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....58
3.4.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน.....58
3.4.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรลของ FCU ในโรงอาหาร.....58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 ออกแบบวงจรควบคุม.....59
3.3.2.4 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน.....63
3.5 ระบบประหยัดพลังงานของ High Bay Lighting.....70
3.5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....70
3.5.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน.....70
3.5.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรลของ High Bay Lighting.....70
3.5.2.2 วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ High Bay Lighting.....71
3.5.2.3 ออกแบบวงจรควบคุม.....72
3.5.2.4 การเขียนโปรแกรมและทดสอบ.....76
3.5.2.5 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน.....78
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....86
4.1 สรุปผลการประหยัดพลังงาน.....86
4.2 จุดคุ้มทุนของระบบประหยัดพลังงาน.....87
บทที่ 5 สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ.....88
5.1 สรุป.....88
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....88
5.3 ข้อเสนอแนะ.....88
เอกสารอ้างอิง.....60
ภาคผนวก.....62
ภาคผนวก ก.....63
ประวัติผู้เขียน..... 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 การทำงานของ Motor Drive 3

รูปที่ 2.2 กราฟแรงบิดและความเร็วรอบ 4

รูปที่ 2.3 การทำงานของรีเลย์ 7

รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ Programmable Logic Controller 11

รูปที่ 2.5 Sink Input และ Source Output 13

รูปที่ 2.6 Sink Output 14

รูปที่ 2.7 Source Output 14

รูปที่ 2.8 การทำงานของ Magnetic Contractor 15

รูปที่ 2.9 หลอดไฟ High bay 16

รูปที่ 3.1.1 มอเตอร์ไดร์ฟของพัดลมยักษ์ 19

รูปที่ 3.1.2 การตั้งค่าเพื่อดูพลังงานที่ใช้ 20

รูปที่ 3.1.3 การดูค่าพลังงานที่ใช้ 20

รูปที่ 3.1.4 ช่อง Control terminal สำหรับต่อวงจรควบคุม 22

รูปที่ 3.1.5 ช่อง Control terminal สำหรับต่อวงจรควบคุม 22

รูปที่ 3.1.6 Schematic Diagram ของวงจรประหยัดพลังงาน 23

รูปที่ 3.1.7 ตารางเวลาทำงานของพัดลมยักษ์ 24

รูปที่ 3.1.8 Instruction Manual ของ Digital Timer Switch 24

รูปที่ 3.1.9 Digital Timer Switch 25

รูปที่ 3.1.10 Digital Timer Switch 25

รูปที่ 3.1.11 วงจรทดสอบ Digital Timer Switch 26

รูปที่ 3.1.12 หัวสว่าน Hole Saw 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1.13 วงจรประหยัดพลังงานภายในตู้คอนโทรลก่อนติดตั้ง 27
รูปที่ 3.1.14 วงจรประหยัดพลังงานภายนอกตู้คอนโทรลก่อนติดตั้ง 28
รูปที่ 3.1.15 วงจรประหยัดพลังงานภายในตู้คอนโทรลภายหลังติดตั้ง 29
รูปที่ 3.1.16 วงจรประหยัดพลังงานภายนอกตู้คอนโทรลภายหลังติดตั้ง 30
รูปที่ 3.2.1 Schematic Diagram ของ AHU 32
รูปที่ 3.2.2 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 33
รูปที่ 3.2.5 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 33
รูปที่ 3.2.8 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 33
รูปที่ 3.2.14 Schematic Diagram ของ AHU เมื่อติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 36
รูปที่ 3.2.15 Schematic Diagram ของวงจรทดสอบระบบประหยัดพลังงาน 37
รูปที่ 3.2.16 Digital Timer Switch และ 220 Vac Relay 37
รูปที่ 3.2.17 ตารางเวลาเปิดใช้งานของ AHU 38
รูปที่ 3.2.18 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 39
รูปที่ 3.2.19 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 40
รูปที่ 3.2.20 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 41
รูปที่ 3.2.21 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 42
รูปที่ 3.3.1 Schematic Diagram ของ Cooker Hood 44
รูปที่ 3.3.2 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 45
รูปที่ 3.3.5 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 45
รูปที่ 3.3.8 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 46
รูปที่ 3.3.14 แผนผังของ Cooker Hood ในห้องครัว 48
รูปที่ 3.3.15 Schematic Diagram ของ PLC 49
รูปที่ 3.3.16 Schematic Diagram ของ Cooker Hood เมื่อติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3.17 ตารางเวลาการเปิด Cooker Hood 51
รูปที่ 3.3.18 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC 52
รูปที่ 3.3.19 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC 52
รูปที่ 3.3.20 ทดสอบการทำงานของ PLC โดยต่อวงจรตามรูป 3.3.16 53
รูปที่ 3.2.21 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 54
รูปที่ 3.3.21 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 55
รูปที่ 3.3.22 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ขณะทดสอบการทำงานของโปรแกรม 56
รูปที่ 3.3.23 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 57
รูปที่ 3.4.1 รีโมทคอนโทรลของ FCU 58
รูปที่ 3.4.2 Schematic Diagram ของ FCU 59
รูปที่ 3.4.3 Schematic Diagram ของ FCU 60
รูปที่ 3.4.4 Schematic Diagram ของ PLC 61
รูปที่ 3.4.5 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC 62
รูปที่ 3.4.6 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC 62
รูปที่ 3.4.7 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 63
รูปที่ 3.4.8 ตู้เซอร์กิตเบรกเกอร์ของ FCU ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 64
รูปที่ 3.4.9 Magnetic Contractor เชื่อมต่อกับ Terminal เพื่อเชื่อมไปยัง Remote Control และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 65
รูปที่ 3.4.10 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 66
รูปที่ 3.4.11 Magnetic Contractor เชื่อมต่อกับ Terminal เพื่อเชื่อมไปยัง Remote Control และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 67
รูปที่ 3.4.12 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 68
รูปที่ 3.4.13 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5.1 Schematic Diagram ของ High Bay Lighting แบบสังเขป 70
รูปที่ 3.5.2 กระแสไฟฟ้าของ High Bay Lamp 71
รูปที่ 3.5.3 Power Factor ของหลอดไฟ 71
รูปที่ 3.5.4 วงจรควบคุมของ High Bay Lighting 72
รูปที่ 3.5.5 Terminal ของตู้ PLC 73
รูปที่ 3.5.7 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาจ่ายให้ PLC และจะได้ DC input มาผ่าน N.C. Key Selector Switch 73
รูปที่ 3.5.8 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาจ่ายให้ช่อง 1L โดยผ่านไปยัง 220 Vac Coil Relay 74
รูปที่ 3.5.9 เนื่องจาก Output ของ PLC มีไม่พอจึงต้องใส่ส่วนขยายเข้าไปโดยมี Output เป็น 24 VDC ดังนั้นจึงนำ 24 Vdc Coil Relay มาต่อเพื่อจะนำหน้าสัมผัสไปใช้ต่อ 74
รูปที่ 3.5.10 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาผ่านช่อง N.O. Key Selector Switch เพื่อไปเข้า Terminal เป็น MANUAL Output 75
รูปที่ 3.5.12 จะได้ 220 Vac Output เพื่อไปจ่ายให้วงจรควบคุม High Bay Lighting ดังรูป 3.5.4 75
รูปที่ 3.5.13 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC 76
รูปที่ 3.5.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC 76
รูปที่ 3.5.15 ขณะประกอบตู้ไฟสำหรับ PLC 78
รูปที่ 3.5.16 ขณะประกอบตู้ไฟสำหรับ PLC 79
รูปที่ 3.5.16 ขณะต่อวงจรตู้ไฟสำหรับ PLC ตามรูปที่ 3.5.5-3.5.13 80
รูปที่ 3.5.17 ขณะต่อวงจรตู้ไฟสำหรับ PLC ตามรูปที่ 3.5.5-3.5.13 80
รูปที่ 3.5.18 ตู้ไฟสำหรับ PLC 81
รูปที่ 3.5.19 ขณะติดตั้งตู้ PLC ที่หน้างาน 82
รูปที่ 3.5.20 ตู้ไฟฟ้าสำหรับ High Bay Lighting 83
รูปที่ 3.5.21 ขณะเชื่อม Terminal ของตู้ PLC ไปยัง ตู้ไฟฟ้าของ High Bay Lighting 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5.22 ตู้ PLC ที่เชื่อมไปยังตู้ไฟฟ้าของ High Bay Lighting เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด 85
รูปที่ 4.1 ตารางผลการประหยัดพลังงาน 86
รูปที่ 4.2 กราฟผลประหยัดพลังงาน..... 86
รูปที่ 4.3 ตารางเวลาคืนทุน..... 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันทาง BMW Manufacturing Thailand นั้นมีการบริโภคไฟฟ้าในการผลิตรถยนต์ในปริมาณมาก รวมทั้งในระบบอำนวยความสะดวกอื่น เช่น Chiller ระบบแสงสว่าง พัดลมติดเพดานขนาดใหญ่ ระบบชาร์จแบตเตอรี่ ฯลฯ และทาง BMW GROUP มีนโยบายในการลดการบริโภคไฟฟ้า 2 % ในทุกๆ ปี ในปัจจุบันมีการบริโภคไฟฟ้าบางส่วนในสิ่งที่ไม่มีจำเป็น เช่น การเปิดพัดลมติดเพดานขนาดใหญ่และระบบแสงสว่างทิ้งไว้ในเวลาเลิกงาน เป็นการใช้ไฟฟ้าในสิ่งที่ไม่จำเป็น

ดังนั้นระบบการประหยัดพลังงานอัตโนมัติจึงได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการพลังงานใน BMW Manufacturing Thailand เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของ BMW GROUP ในการลดการบริโภคไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อลดการปล่อย CO_2 ออกสู่ชั้นบรรยากาศ

1.2.3 เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

1.2.4 เพื่อลดการใช้พลังงาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบระบบการประหยัดพลังงานอัตโนมัติ

1.3.2 เขียนแบบทางวิศวกรรมไฟฟ้าสำหรับระบบประหยัดพลังงานอัตโนมัติ

1.3.3 ติดตั้งระบบการประหยัดพลังงานอัตโนมัติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีการลดการใช้พลังงานจริงเมื่อเทียบระหว่างก่อนติดตั้งและหลังติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 พัดลมยักษ์

1) Timer Switch

รีเลย์ตั้งเวลา (Timer relay)

เป็นรีเลย์ที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของหน้าสัมผัสได้มีหลายชนิด ที่นิยมนำมาใช้งานโดยส่วนมากมักจะแบ่งตามชนิดการทำงานของหน้าสัมผัสเป็น 2 แบบคือ

1) หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟเข้า (On-delay Timer) เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา หน้าสัมผัสจะอยู่ในตำแหน่งเดิมก่อน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วหน้าสัมผัสจึงจะเปลี่ยนไปที่สภาวะตรงข้าม และจะค้างอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับรีเลย์
2) หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟออก (Off-delay Timer)เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสภาวะทันที หลังจากที่เอาไฟออกจากขดลวดแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสจึงจะกลับมาอยู่ในรีเลย์ตั้งเวลา สภาวะเดิม รีเลย์ตั้งเวลาแบบอิเล็กทรอนิกส์ และแบบใช้มอเตอร์ขับ ไม่สามารถทำงานแบบนี้ได้

2) Key Selector Switch

ซีเล็คเตอร์สวิทช์ (Selector Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าภาคคอลโทรล เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ตามทิศทางที่ต้องการ หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่ใช้งานกันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้คอนแทค ที่อยู่ภายในเปลี่ยนสภาวะปิด (NC) หรือเปิด (NO) โดย ซีเล็คเตอร์สวิทช์ทั่วไปจะมี 2 ประเภท คือ แบบ สวิทช์ 2 ทางและสวิทช์ 3 ทาง

สวิทช์ 2 ทาง หรือ 2 position : เหมาะสำหรับงานออกคำสั่งการทำงานของเครื่องจักร 1 คำสั่ง เช่น ใช้ในการเปิด-ปิด เป็นต้น นิยมใช้ในการควบคุม เปิดหรือปิดปั๊มน้ำ

สวิทช์ 3 ทาง หรือ 3 position : เหมาะสำหรับใช้ควบคุมเครื่องจักรที่มากกว่า 1 คำสั่ง เช่น ตำแหน่ง 1-0-2 เมื่อสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง 1 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางทิศตามเข็มนาฬิกา และเมื่อบิดมาที่ตำแหน่ง 0 มอเตอร์จะหยุดทำงาน และเมื่อบิดไปที่ตำแหน่ง 2 มอเตอร์จะหมุนไปทางทิศทวนเข็มนาฬิกา เป็นต้น ตัวอย่างเช่น มอเตอร์ที่ใช้ในการสูบน้ำ

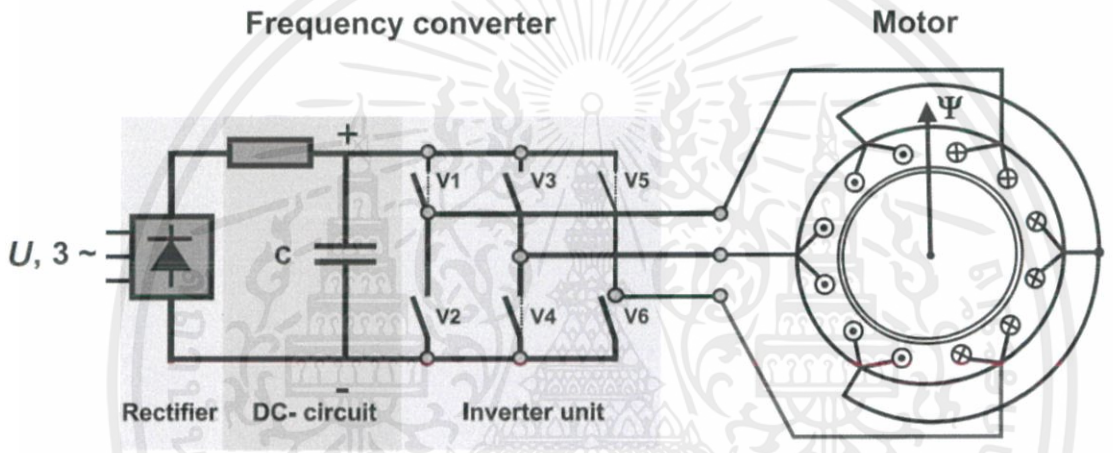
3)Motor Drive

VFD ย่อมาจาก Variable Frequency Drives หรือไม่ก็อาจจะเรียกกันว่า VSD (Variable Speed Drives) หรือไม่ก็ อินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมแรงบิดและความเร็วรอบของมอเตอร์ และแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถที่จะใช้สำหรับการ สตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ได้อีกด้วย เหตุผลหลักสำหรับการเลือกใช้ VFD นั้นก็คือความสามารถในการควบคุมมอเตอร์นั้นเอง Frequency converter บางครั้งก็จะเรียกว่า VSD (Variable Speed Drive), VFD (Variable Frequency Drive) หรือ Drive ซึ่ง Drive แต่ช่างส่วนใหญ่มักจะเรียกกันว่า Inverter ซึ่งมักจะสับสนกับอุปกรณ์ Invertor ที่ใช้กับระบบแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งชื่อที่ถูกต้องนั้นคือ VFD ซึ่งเป็นชื่อทางการค้าเพราะตัว VFD นั้น จะประกอบด้วยการทำงานอยู่สองส่วน คือ

1. วงจรแปลงสัญญาณ AC (50/60Hz) เป็น DC หรือวงจร Regulator
2. วงจร DC ไปเป็นสัญญาณ AC ใหม่ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 – 250Hz หรือวงจร Inverter



รูปที่ 2.1 การทำงานของ Motor Drive

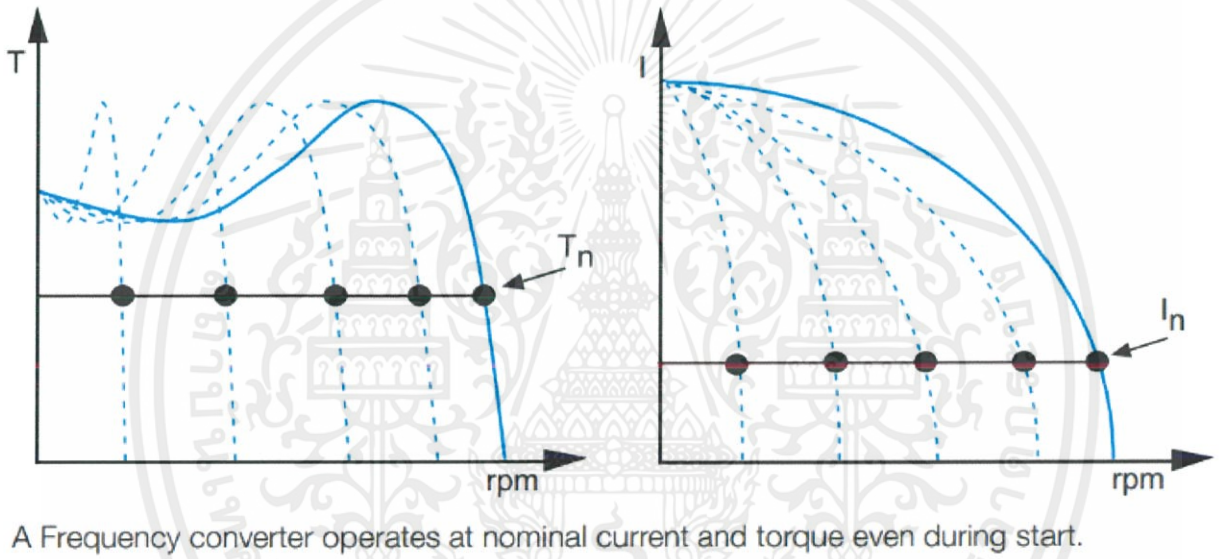
โดยวงจรแปลงสัญญาณ AC (50/60Hz) เป็น DC นั้นจะทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้า 3P3W หรือ 1P2W ที่เป็นแบบไฟฟ้ากระแสสลับ AC ผ่านวงจร Rectifier เพื่อแปลงเป็นไฟกระแสตรง หรือ DC หลังจากนั้นจะทำการแปลงกลับไปใหม่จากสัญญาณ DC ไปเป็นสัญญาณ AC ใหม่ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 – 250Hz ทั้งนี้ในการควบคุมความถี่นั้นส่งผลให้สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ดังสมการ

$$ns=120f/p$$

โดยค่า ns คือ ค่าความเร็วรอบมอเตอร์ ค่า p คือจำนวนขั้วของมอเตอร์หรือ Pole ซึ่งเป็นค่าคงที่ ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนแปลงค่า f หรือความถี่ ก็จะทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในขณะทำการเริ่มสตาร์มมอเตอร์นั้น VFD จะค่อยๆเพิ่มความถี่ตั้งแต่ 0 Hz จนถึงความถี่ของระบบ 50 หรือ 60 Hz ทั้งนี้ทำให้มอเตอร์สามารถเพิ่มความเร็วให้ถึงพิกัดความเร็วของมอเตอร์ที่สัมพันธ์กับความถี่นั้นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของแรงบิดมอเตอร์ เมื่อใช้ VFD ปรับความเร็วรอบ ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบมอเตอร์และแรงบิดของมอเตอร์ตามรูปข้างบนนั้น จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบ พิกัดความเร็ว พิกัดของทอร์กที่สามารถออกตัวขณะสตาร์ทมอเตอร์ และพิกัดของกระแสของมอเตอร์ ซึ่งตัว VFD สามารถควบคุมการจ่ายกระแสที่ใช้สำหรับการ Start Motor กระแสพิกัดใช้งานของมอเตอร์ เพื่อลดการเกิดกระแสกระชากในขณะสตาร์ทมอเตอร์ได้ และควบคุมความเร็วรอบโดยการปรับค่าความถี่ไฟฟ้า โดยสามารถรักษาค่าแรงบิดของมอเตอร์ให้คงที่ได้ ในการควบคุมมอเตอร์โดยใช้ VFD โดยปกติแล้ว VFD จะทริปก็ต่อเมื่อกระแสที่จ่ายให้กับมอเตอร์มีค่ามากกว่ากระแสใช้งานปกติคุณ 1.5 เท่า



รูปที่ 2.2 กราฟแรงบิดและความเร็วรอบ

4) สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

ในระบบกระแสไฟฟ้าสลับ การวัดค่ากำลังไฟฟ้าสามารถวัดแยกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- กำลังไฟฟ้าจริง (P) เป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริงมีหน่วยวัดเป็นวัตต์ หรือกิโลวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q) เป็นกำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับสร้างสนามแม่เหล็ก มีหน่วยวัดเป็นวาร์หรือกิโลวาร์

รูปที่ 1 ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าจริง}}{\text{กำลังไฟฟ้าปรากฏ}}$$

$$\cos \Phi = \frac{kW}{kVA}$$

$$kW = kVA \cos \Phi$$

$$kVAr = kVA \sin \Phi \quad \text{หรือ} \quad kW \tan \Phi$$

2. คำจำกัดความของตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหมายถึงอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วยเป็นวัตต์ ต่อกำลังไฟฟ้าที่ปรากฏมีหน่วยเป็นโวลต์-แอมป์ซึ่งอยู่ในรูปของcosเราสามารถเขียนสมการตัวประกอบกำลังไฟฟ้าได้

2.2 AHU (Air Handling Unit)

1) AHU

Air Handling Unit (AHU) หน้าที่เบื้องต้นของ AHU คือการนำอากาศจากภายนอกเข้ามา ปรับอากาศ และส่งอากาศไปยังอาคาร อากาศที่หมุนเวียนแล้ว (exhaust air) จะถูกระบายออกเพื่อรักษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ทั้งนี้อากาศภายนอกอาจจะถูกทำให้ร้อนโดยหน่วยนำความร้อนกลับมาใช้ (recovery unit) หรือคอยล์ทำความร้อน (heating coil) หรือถูกทำให้เย็นโดยคอยล์ทำความเย็น (cooling coil) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศที่ต้องการ

ภายในอาคารซึ่งมีข้อกำหนดทางอนามัยสำหรับคุณภาพอากาศต่ำกว่า อากาศบางส่วนจากภายในห้องต่างๆ สามารถถูกหมุนเวียนกลับไปใช้โดยห้องผสม (mixing chamber) ซึ่งจะส่งผลให้สามารถประหยัดพลังงานลงได้มาก ห้องผสม (mixing chamber) มีบานปรับ (damper) สำหรับควบคุมอัตราส่วนระหว่างอากาศที่หมุนเวียนกลับมาใช้ อากาศใหม่จากภายนอก และอากาศที่ระบายทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วย AHU เป็นกล่องโลหะขนาดใหญ่ที่ประกอบไปด้วยชุดระบายอากาศ (ventilator) ที่แยกกันสำหรับอากาศเข้าและอากาศที่ระบายออก คอยล์ทำความร้อน (heating coil) คอยล์ทำความเย็น (cooling coil) ระบบนำความร้อน/ความเย็นกลับมาใช้ (heating/cooling recovery system) ห้องหรือช่องสำหรับแผ่นกรองอากาศ (air filter) เครื่องลดเสียง (sound attenuator) ห้องผสม (mixing chamber) และบานปรับ (damper) หน่วย AHU เชื่อมต่อกับท่อส่งอากาศที่จะส่งอากาศที่ปรับแล้วไปทั่วทั้งอาคารและนำอากาศกลับสู่หน่วย AHU

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับนำความร้อน/ความเย็นกลับมาใช้ (heat/cooling recovery exchanger) มักจะถูกติดตั้งเข้ากับ AHU เพื่อการประหยัดพลังงานและเพิ่มขนาด (capacity)

หน่วย AHU ที่ถูกออกแบบสำหรับการใช้งานภายนอกซึ่งโดยทั่วไปคือบนหลังคา ถูกเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า rooftop unit (RTU)

2) Relay

รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

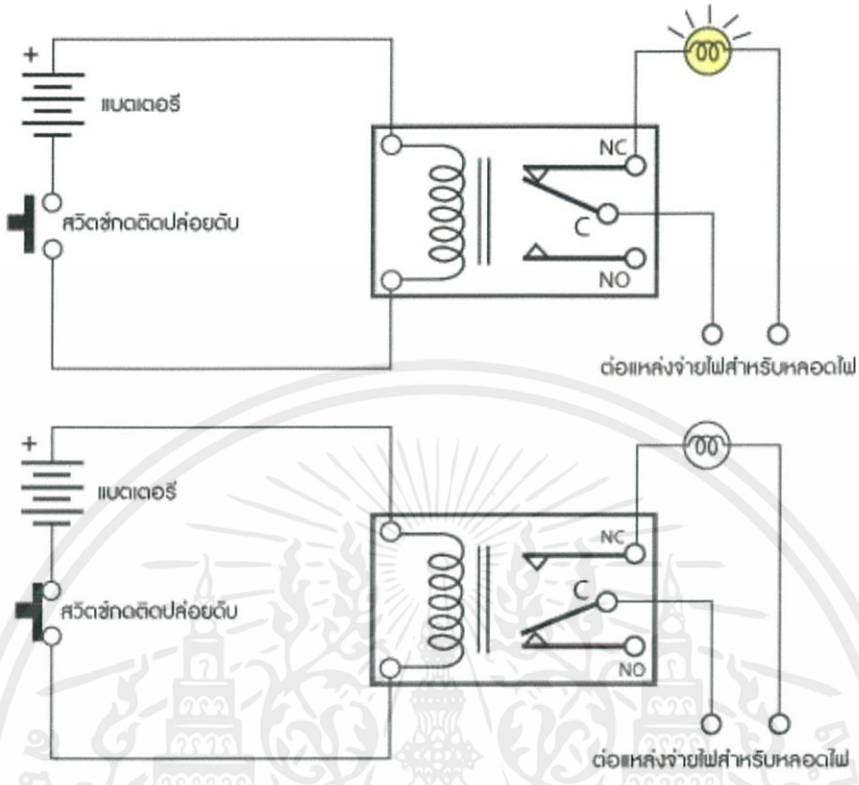
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์จุดต่อใช้งานมาตรฐานประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหนือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การทำงานของรีเลย์

ข้อคำถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้น หากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ครับ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)
2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามาถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC ครับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได
3. จำนานหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

3) Push Button Switch

Push Button Switch หรือที่เรียกกันว่าสวิตช์ปุ่มกด เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้า และ ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐาน ใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป มีทั้งแบบมีไฟ และทึบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของสวิตซ์ปุ่มกดสามารถแยกได้ 4 ส่วน ได้แก่

1. ปุ่มกดทำด้วยโลหะหรือพลาสติกซึ่งจะมีหลายหลายสีให้เลือกใช้งาน
2. ฐานยึดระหว่างปุ่มกดและตัวล็อกหน้าสัมผัส โดยจะมีเกลียวที่ฐานเพื่อไว้สำหรับยึดอุปกรณ์กับชิ้นงานด้วย
3. หน้าสัมผัส NO และ NC
4. หลอดไฟ LED ที่ใช้แสดงสถานะ

2.3 Cooker Hood

1) Cooker Hood

เครื่องดูดควัน หนึ่งในเครื่องมือที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการประกอบอาหารของคนยุคใหม่ที่มีลักษณะความเป็นอยู่ที่หนาแน่นและแออัดมากขึ้น กลิ่นของการประกอบอาหารจึงเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์ทั้งคนในบ้านและคนรอบบ้าน ทำให้เครื่องดูดควันถูกผลิตคิดค้นขึ้นมา เครื่องดูดควันจากการประกอบอาหาร หน้าที่หลักของมันก็คือ ดูดอากาศจากบริเวณที่ต้องการให้มีการระบายอากาศภายในบ้านออกสู่ภายนอก ซึ่งในที่นี้ก็คือห้องครัว ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องดูดควันจากเทคโนโลยีใหม่ๆที่เราได้ค้นพบกันมากขึ้นตามยุคสมัย เครื่องดูดควันในปัจจุบันจึงมีประสิทธิภาพเป็นอย่างมากและยังมีรูปลักษณ์ที่สวยงามน่าใช้อีกด้วย ประเภท เครื่องดูดควัน ซึ่งทางคิทเช่นฟอร์มมีจัดจำหน่ายแบ่งออกเป็น

1. ISLAND HOOD ซึ่งจะใช้ในห้องที่มีพื้นที่มากๆและมีเตาสำหรับทำอาหารอยู่ตรงกลางห้อง เช่น ห้องครัวของโรงแรมต่างๆ เป็นเครื่องดูดควันที่มีประสิทธิภาพสูง ราคาจึงสูงตามไปด้วย
2. CHIMNEY HOOD แค่ชื่อก็บอกแล้วว่าคล้ายเตาผิง ดังนั้นเครื่องดูดควันแบบนี้จะต้องติดผนัง มีประสิทธิภาพเทียบเท่า ISLAND HOOD แต่ใช้กับห้องครัวขนาดเล็กและมีเตาอยู่ติดผนังห้อง CHIMNEY HOOD จึงถูกนำมาใช้งานในบ้านเป็นส่วนใหญ่
3. SLIMLINE HOOD เหมาะกับห้องที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถติดตั้งท่อดูดควันออกไปนอกบ้านได้ จึงพบได้ตามคอนโดหรืออพาร์ทเม้น และมีประสิทธิภาพน้อยกว่า 2 แบบแรกเล็กน้อย
4. DOWNDRAFT HOOD มีประสิทธิภาพเท่าๆ 2 แบบแรก แต่มีการออกแบบมาให้กลมกลืนไปกับอุปกรณ์ทำครัวต่างๆ

หลังจากทำความรู้จักกับชนิดของเครื่องดูดควัน เราลองมาทำความเข้าใจกับการเลือกซื้อเครื่องดูดควันมาใช้ในห้องครัวของเรา สิ่งที่เราต้องคำนึงถึงคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขนาดของเครื่องดูดควัน ซึ่งจะเป็นไปตามขนาดของเครื่องครัวของเรานั่นเอง หากมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้เครื่องดูดควันที่มีขนาดใหญ่ขึ้นนั่นเอง
- กำลังดูดอากาศ ซึ่งจะเป็นไปตามการใช้งานและขนาดของเครื่องครัวของเรานั่นเอง หากมีการใช้งานมาก ก็ต้องใช้เครื่องดูดควันที่มีแรงดูดมากขึ้นนั่นเอง ซึ่งจะคำนวณจากกำลังดูดอากาศที่เหมาะสม = ปริมาตรของห้องครัว (กว้าง x ยาว x สูง) x 10 หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- ชนิดของมอเตอร์ภายในเครื่องดูดควัน ซึ่งมี 3 แบบด้วยกันคือ แบบที่ทำจากอัลลอยด์จะทนความร้อนได้ดีใช้งานได้นาน แบบที่ทำจากเหล็กชุบทำงานได้ไม่ต่อเนื่องเท่าแบบแรกแต่เด่นในเรื่องที่ไม่เป็นสนิม และแบบที่ทำจากพลาสติกกิลล่อนทนความร้อนได้ระดับหนึ่งจึงไม่เหมาะกับงานที่ใช้แบบต่อเนื่องนานๆ
- วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตตัวเครื่อง ปกติก็จะใช้สแตนเลส AISI304 เพราะมีความทนทาน ใช้งานได้นานและไม่เป็นสนิม
- การดีไซน์ แล้วแต่ความชอบรายบุคคล
- ตัวกรองอากาศจะใช้ตัวกรองแบบคาร์บอน เพื่อดูดซับกลิ่นและควันจากการประกอบอาหาร
- ตัวกรองน้ำมัน

และอีกเรื่องที่สำคัญในการเลือกซื้อเครื่องดูดควันในปัจจุบันก็คือ ระดับเสียงรบกวนจากการใช้งานเครื่องดูดควัน ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องมาจากการทำงานของมอเตอร์ตัวดูดอากาศ หน่วยวัดระดับเสียงที่เราใช้เทียบก็คือเดซิเบล ซึ่งปกติแล้วเครื่องดูดควันที่ผลิตมาในรุ่นหลังๆจะมีระดับเสียงรบกวนที่น้อยลงแล้ว ส่วนใหญ่จะไม่เกิน 80 เดซิเบลที่เป็นระดับที่ถือว่าปลอดภัยสำหรับหูของเรา แต่ปัจจุบันนี้ระดับของเสียงของเครื่องดูดควันสามารถต่ำได้ถึง 40 เดซิเบลจากการให้ข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตเครื่องดูดควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Programmable Logic Controller

ความหมายของ PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิทตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด – สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

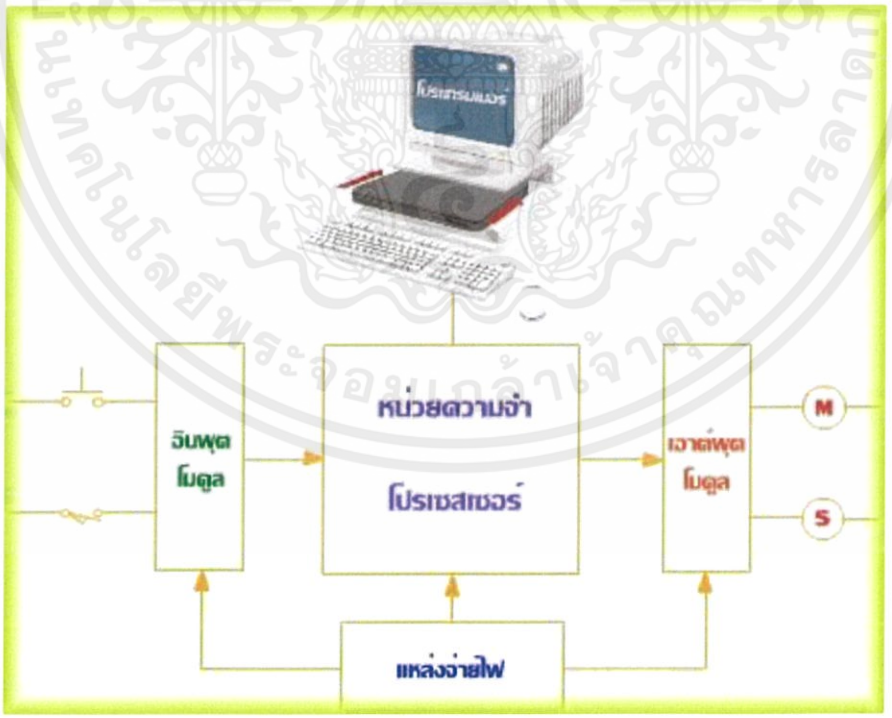
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิดRAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ Programmable Logic Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Sinking และ Sourcing

<u>การต่อ Digital Input</u>

ในการต่อ Digital Input นั้น เราจะแบ่งการต่อได้ 2 รูปแบบ คือ 1.การต่อแบบ Sink Input 2.การต่อแบบ Source Input หลายคนอาจจะคงสงสัยเหมือนผมว่าสองประเภทการต่อนี้ต่างกันอย่างไร ซึ่งในเมื่อเกิดการสงสัย เราก็เลยต้องมาหาคำตอบกัน

1. Sink Input

ในการต่อสายแบบ Sink Input นั้นเราจะต่อไฟเลี้ยงเข้าที่เซนเซอร์ตามปรกติเช่นไฟเลี้ยงของเซนเซอร์ ขั้วบวกสีน้ำตาล ขั้วลบสีน้ำเงิน เราก็จะต่อไฟจากแหล่งจ่ายขั้วบวกเข้าที่สายสีน้ำตาลของเซนเซอร์และต่อไฟลบเข้าที่สายสีน้ำเงินของเซนเซอร์ และนำขั้วลบมาต่อที่ขา COM โดยจะมีสายสีดำของเซนเซอร์เป็นสาย Output จากเซนเซอร ซึ่งเราจะนำสายสีดำนี้มาต่อเข้าที่ขา I0 ถึง In

2. Source Input

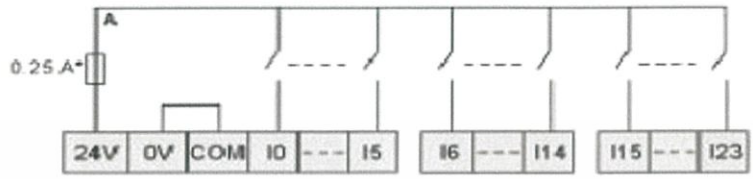
ในการต่อสายแบบ Source Input นั้น นั้นเราจะต่อไฟเลี้ยงเข้าที่เซนเซอร์ตามปกติเช่นไฟเลี้ยงของเซนเซอร์ ขั้วบวกสีน้ำตาล ขั้วลบสีน้ำเงิน เราก็จะต่อไฟจากแหล่งจ่ายขั้วบวกเข้าที่สายสีน้ำตาลของเซนเซอร์และต่อไฟลบเข้าที่สายสีน้ำเงินของเซนเซอร์ และนำขั้วบวกมาต่อที่ขา COM โดยจะมีสายสีดำของเซนเซอร์เป็นสาย Output จากเซนเซอร์ ซึ่งเราจะนำสายสีดำนี้มาต่อเข้าที่ขา I0 ถึง In

สรุปว่า การต่อระหว่าง Sink Input กับ Source Input ต่างกันตรงการต่อขา Common และ การนำไฟบวก หรือไฟลบมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

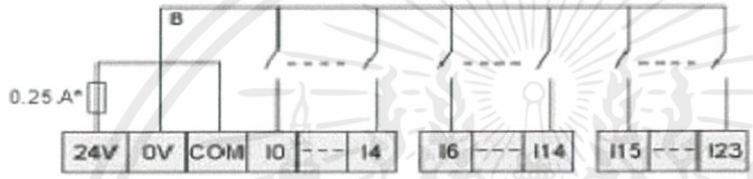
Digital Inputs

Wiring Diagram (Positive Logic)



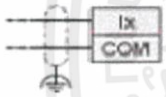
(*) Type T fuse

Wiring Diagram (Negative Logic)



(*) Type T fuse

Connection of the Fast Inputs



รูปที่ 2.5 Sink Input และ Source Output

จากภาพจะเป็นการต่อ Sink Input และ Source Input โดยถ้าเราต้องการต่อแบบ Sink Input ให้ดูการต่อแบบ (บน) แต่ถ้าเราต้องต่อแบบ Source Input ให้ดูการต่อแบบ (ล่าง)

การต่อ Digital Output

ในเมื่อมีการต่อDigital Input แล้วคราวนี้เรามาดูการต่อ Source Output

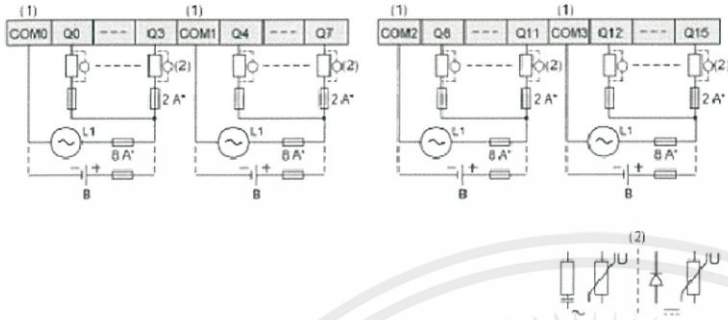
1. Sink Output

ในการต่อสายแบบ Sink Output นั้นเราจะต่อไฟเลี้ยงขั้วบวกเข้าที่ load และต่อไฟเลี้ยงขั้วลบเข้าที่ขาCOMn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Relay Outputs

Positive Logic (Sink)

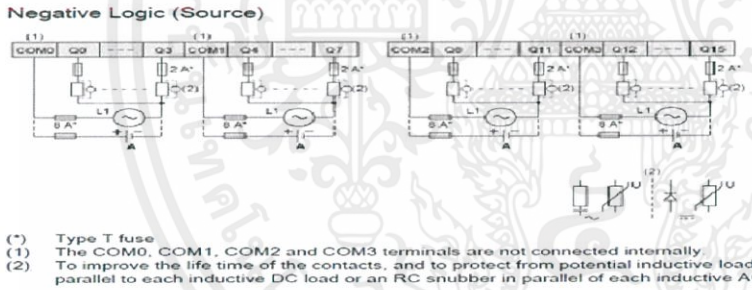


(*) Type T fuse
(1) The COM0, COM1, COM2 and COM3 terminals are not connected internally.
(2) To improve the life time of the contacts, and to protect from potential inductive load damage, you must connect a free wheeling diode in parallel to each inductive DC load or an RC snubber in parallel of each inductive AC load

รูปที่ 2.6 Sink Output

2. Source Output

ในการต่อสายแบบ Source Output นั้นเราจะต่อไฟเลี้ยงขั้วบวกเข้าที่ COM และต่อไฟเลี้ยงขั้วลบเข้าที่ขา load



(*) Type T fuse
(1) The COM0, COM1, COM2 and COM3 terminals are not connected internally.
(2) To improve the life time of the contacts, and to protect from potential inductive load damage, you must connect a free wheeling diode in parallel to each inductive DC load or an RC snubber in parallel of each inductive AC load

รูปที่ 2.7 Source Output

2.4 FCU

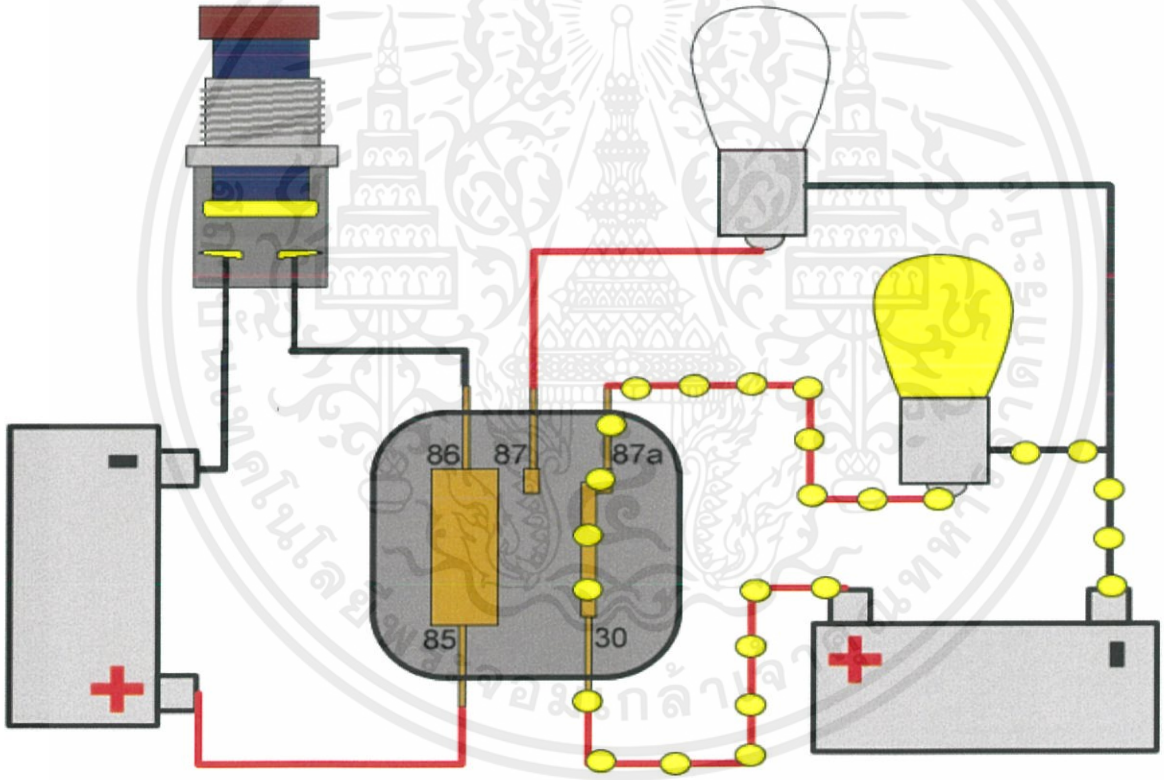
1) FCU

แฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) หรือที่เรียกกันว่า “คอยล์เย็น” หรือ “Indoor unit” ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้อง ซึ่งภายในเครื่องประกอบด้วยแผงคอยล์เย็นและชุดมอเตอร์พัดลม

2) Magnetic Contractor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิทช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) ,หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)
- เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ (Stationary Core) เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม



รูปที่ 2.8 การทำงานของ Magnetic Contractor

จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบต่างๆ คือ ปัจจัยสำคัญที่จำเป็นต่อกระบวนการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ แต่ถ้าหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อการทำงานให้ดี เราจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการทำงานด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นวิธีการเลือกใช้แมกเนติก คอนแทคเตอร์ อย่างไรให้ได้ผล และเราควรเลือกใช้แมกเนติก คอนแทคเตอร์ ประเภทไหนให้เหมาะกับงาน รวมไปถึงเรื่องอุปกรณ์เสริมของแมกเนติก คอนแทคเตอร์ที่จำเป็นต้องรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะสิ่งเหล่านี้คือข้อมูลสำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทำงาน

2.5 High Bay LED

ไฮเบย์(HIGH BAY)โคมไฟส่องสว่างสำหรับติดตั้งกับเพดานโดยปกติจะแขวนไว้ใต้ชายคา เป็นโคมที่ให้แสงสว่างได้อย่างทั่วถึงตามความต้องการของผู้ใช้งานพบเห็นได้ตามสถานที่ต่างๆ ด้วยรูปทรงที่แปลกตาอาจเป็นที่สงสัยของหลายคน ว่ามันคืออะไร ซึ่งหลายคนก็คงไม่ทราบว่าไฮเบย์มี 2 ประเภท ทั้งโคมไฟไฮเบย์รุ่นเก่าที่ใช้หลอดเมทัลฮาไลด์หรือหลอดโซเดียม และ โคมไฮเบย์LED

ในวันนี้เราจะมาไขข้อสงสัยว่าแท้จริงแล้วโคมไฟไฮเบย์รุ่นเก่า และ โคมไฮเบย์LEDมันคืออะไร มีประโยชน์และวิธีการใช้เหมือนกันหรือไม่อย่างไร

รูปที่ 2.9 หลอดไฟ High bay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคมไฟไฮเบย์รุ่นเก่า เป็นไฟที่ใช้โดยทั่วไปในหลายพื้นที่ โดยเป็นอุปกรณ์ที่ต้องยึดติดกับเพดานและจะต้องมีระยะห่างจากพื้นประมาณ 4-5 เมตร เราสามารถติดตั้งโคมไฮเบย์ (High Bay) ได้ตามสถานที่ต่างๆ เช่น อาคาร โรงงาน คลังสินค้า โกดัง ห้างสรรพสินค้า ปั๊มน้ำมัน สนามกีฬา ลานจอดรถ รวมถึงสถานที่ที่มีบริเวณกว้าง เพื่อให้แสงสว่างส่องได้อย่างทั่วถึง ตามหลักแล้วไฟไฮเบย์ (High Bay) แบบเดิม จะใช้งานกับหลอดไฟได้ 2 แบบ คือ หลอดไฟที่มีประจุความเข้มสูง (High Intensity Discharge lights) และแบบที่ใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนส์ (Florescent lights) ซึ่งหลอดไฟทั้ง 2 ชนิด จะทำให้อุปกรณ์เกิดการสะสมความร้อน และเสียค่อนข้างง่าย

ดังนั้นในปัจจุบันเราจึงนิยมใช้โคมไฮเบย์LED ซึ่งเป็นไฟที่มีลำแสงเย็น ไม่มีรังสี UV และรังสี IR ทำให้ยืดอายุการใช้งานของโคมไฮเบย์ LED อีกทั้งยังช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่นๆทำงานไม่หนัก เนื่องจากหลอดแอลอีดีจะปล่อยความร้อนน้อยลง ทำให้ไม่กระทบเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น นอกจากนี้ไฮเบย์LED ยังมีกำลังไฟที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้บริโภคเลือกใช้งานตามความต้องการ เช่น โคมไฮเบย์led 100w โคมไฮเบย์led 150w โคมไฮเบย์led 200w

<u>จุดเด่นของโคมไฮเบย์ LED</u> (High Bay LED)ที่แตกต่างจากไฮเบย์แบบธรรมดาคือ ไฮเบย์ LED สามารถให้ความสว่างได้มาก เป็นวงกว้าง ทำให้แสงสว่างส่องอย่างทั่วถึง และให้ค่าแสงที่ถูกต้องเป็นธรรมชาติไม่ผิดเพี้ยนเมื่อเทียบกับหลอดไฟแบบเดิม อีกทั้งยังช่วยประหยัดค่าไฟได้มากกว่าไฮเบย์LEDแบบเดิมถึง 70% หรืออาจเปรียบเทียบง่ายๆคือหากเราใช้หลอดไฟ HIGH BAY แบบทั่วไป โดยใช้ไฟขนาด 400 วัตต์ จะมีค่าเท่ากับการใช้หลอด LED HIGHT BAY ที่ใช้ไฟขนาด 110 วัตต์ ซึ่งส่วนต่างระหว่างหลอดไฟ HIGH BAY แบบทั่วไป กับ หลอด LED HIGHT BAY จะคิดได้เป็น 290 วัตต์ หรือประมาณ 70% ที่หลอด LED HIGHT BAY จะสามารถช่วยประหยัดไฟได้มากกว่าหลอดแบบเดิม (คำนวณจากการเปิดใช้ไฟ 1 ดวง เปิดใช้งาน 24ชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 1 ปี)

นอกจากนี้ไฮเบย์LED ยังผลิตจากวัสดุคุณภาพดีมีความทนทาน ไม่มีสารปรอท ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ใช้งานคนรอบข้าง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ส่วนวิธีการดูแลรักษาก็ง่ายเพียงแค่ใช้ผ้าสะอาดหรือผ้าชุบน้ำหมาดๆเช็ดตัวโคมหรือบริเวณที่สกปรกเท่านั้น

ถึงแม้ว่าในช่วงแรกโคมไฮเบย์LED ราคาจะสูงจึงทำให้ไม่เป็นที่นิยมมากเหมือนอย่างปัจจุบัน แต่ด้วยผลการทดลองที่ได้รับการยืนยันจากหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและภาคเอกชนแล้วว่าหลอดled สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดแบบธรรมดา อีกทั้งยังคุ้มค่ากับราคาที่ต้องจ่ายไป ดังนั้นในปัจจุบันโคมไฮเบย์led จึงเป็นที่นิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าโคมไฮเบย์แบบธรรมดา รู้อย่างนี้แล้วผู้บริโภคควรรีบตรวจสอบหลอดไฟที่กำลังใช้งานอยู่ว่าเป็นแบบธรรมดาหรือแอลอีดี เพื่อความคุ้มค่าและความเหมาะสมต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ระบบประหยัดพลังงานของพัดลมยักษ์

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1.1 Omron Timer Switch

3.1.1.2 380V/220V Transformer

3.1.1.3 Key Selector Switch

3.1.1.4 สายไฟ 2.5 sq.mm. IEC 01 และ สายไฟคอนโทรล 1 sq.mm. VSF

3.1.1.5 สว่านและหัวสว่าน Hole Saw

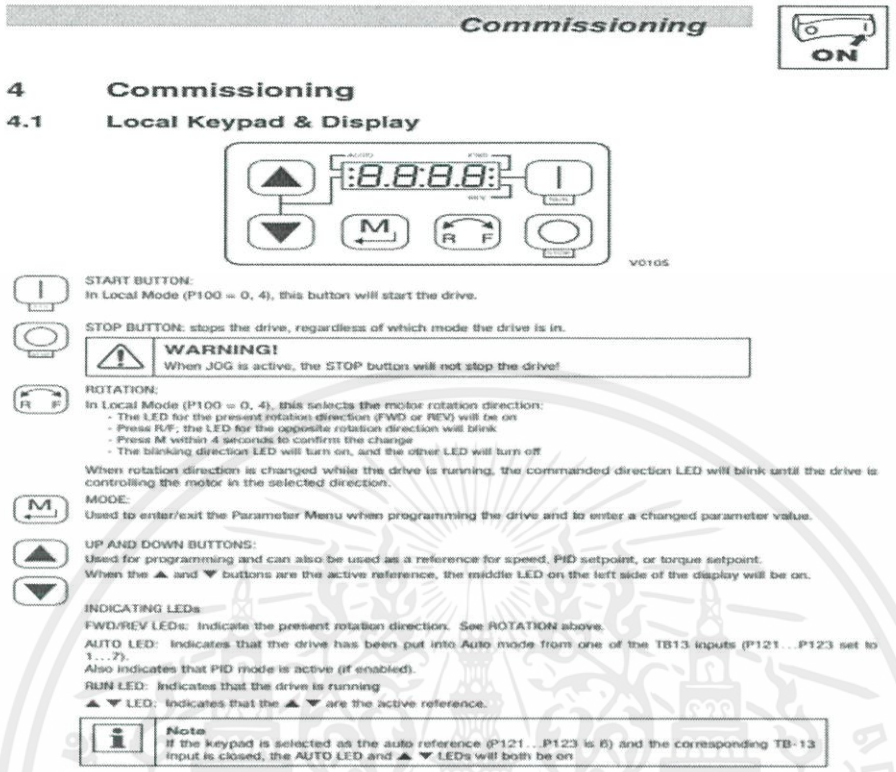
3.1.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน

3.1.2.1 วัดพลังงานจากมอเตอร์ไดร์ฟคอนโทรลเลอร์

วัดพลังงานการใช้ไฟฟ้าของพัดลมแต่ละตัวผ่านมอเตอร์ไดร์ฟคอนโทรลเลอร์ทั้งหมด 16 ตัวในโรงงานในหน่วย kWh (ปิดที่เวลา 17.30 น. และเปิดเวลา 22.30น.) เพื่อหาจุดคุ้มทุนในการลงทุนซื้ออุปกรณ์ตัดต่อวงจร โดยพัดลมแต่ละตัวนั้นมีความถี่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับพื้นที่

รูปที่ 3.1.1 มอเตอร์ไดร์ฟของพัดลมยักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Commissioning

ON

4 Commissioning

4.1 Local Keypad & Display

VD10S

START BUTTON:
In Local Mode (P100 = 0, 4), this button will start the drive.

STOP BUTTON: stops the drive, regardless of which mode the drive is in.

WARNING!
When JOG is active, the STOP button will not stop the drive!

ROTATION:
In Local Mode (P100 = 0, 4), this selects the motor rotation direction:
- The LED for the present rotation direction (FWD or REV) will be on
- Press R/F; the LED for the opposite rotation direction will blink
- Press M within 4 seconds to confirm the change
- The blinking direction LED will turn on, and the other LED will turn off

When rotation direction is changed while the drive is running, the commanded direction LED will blink until the drive is controlling the motor in the selected direction.

MODE:
Used to enter/exit the Parameter Menu when programming the drive and to enter a changed parameter value.

UP AND DOWN BUTTONS:
Used for programming and can also be used as a reference for speed, PID setpoint, or torque setpoint.
When the ▲ and ▼ buttons are the active reference, the middle LED on the left side of the display will be on.

INDICATING LEDs
FWD/REV LEDs: Indicate the present rotation direction. See ROTATION above.
AUTO LED: Indicates that the drive has been put into Auto mode from one of the TB13 inputs (P121...P123 set to 1...7).
Also indicates that PID mode is active (if enabled).
RUN LED: Indicates that the drive is running
▲ ▼ LED: Indicates that the ▲ ▼ are the active reference.

Note
If the keypad is selected as the auto reference (P121...P123 is 6) and the corresponding TB-13 input is closed, the AUTO LED and ▲ ▼ LEDs will both be on

รูปที่ 3.1.2 การตั้งค่าเพื่อดูพลังงานที่ใช้

4.5.7 Diagnostic Parameters

Code No.	Name	Display Range (READ ONLY)			IMPORTANT
P500	Fault History				• Displays the last 8 faults • Format: n.xxx where: n = 1..8; 1 is the newest fault xxx = fault message (without the F.) • see Section 5.3
P501	Software version				Format: x.yz
P502	Drive ID				A flashing display indicates that the Drive ID stored in the EPM does not match the drive model it is plugged into.
P503	Internal Code				Alternating Display: xxx-; -yy
P505	DC Bus Voltage	0	(VDC)	1500	
P506	Motor Voltage	0	(VAC)	1000	
P507	Load	0	(%)	255	Motor load as % of drive's output current rating. See section 2.2.
P508	Motor Current	0.0	(A)	1000	Actual motor current
P509	Torque	0	(%)	500	Torque as % of motor rated torque (vector mode only)
P510	kW	0.00	(kW)	650.0	
P511	kWh	0.0	(kWh)	9999999	Alternating display: xxx-; yyyy when value exceeds 9999
P512	Heatsink Temp	0	(°C)	150	Heatsink temperature
P520	0-10 VDC Input	0.0	(VDC)	10.0	Actual value of signal at TB-5
P521	4-20 mA Input	0.0	(mA)	20.0	Actual value of signal at TB-25
P522	TB-5 Feedback	P204		P205	TB-5 signal value scaled to PID feedback units
P523	TB-25 Feedback	P204		P205	TB-25 signal value scaled to PID feedback units

รูปที่ 3.1.3 การดูค่าพลังงานที่ใช้

เมื่อวัดพลังงานแต่ละพื้นที่ออกมาจะได้อัตราการบริโภคพลังงานแต่ละจุดดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Consumption / hour	Area	Evaluating Consumptions (Kwh)				Cost (Baht) *		
		1 day (5 hours)	1 month (22 days)	1 year (12 months)	2 years	1 month	1 year	2 years
1	Logistic 1 Logistic 3 Q-gate 1 Q-gate 3 Final 2 Final 3 Trim 1 Trim 2 Overhead 1 Overhead 2	5.00	110.00	1,320.00	2,640.00	426.80	5,121.60	10,243.2
	Total	50.00	1,100.00	13,200.00	26,400.00	4,268.00	51,216.00	102,432.00
1.5	Logistic 2 Logistic 4 Q-gate 4 Q-gate 5	7.50	165.00	1,980.00	3,960.00	640.20	7,682.40	15,364.80
	Total	30.00	660.00	7,920.00	15,840.00	2,560.80	30,729.60	61,459.2
2	Q-gate 6	10.00	220.00	2,640.00	5,280.00	853.60	10,243.20	20,486.4
	Total Energy Saving	90.00	1,980.00	23,760.00	47,520.00	7,682.40	92,188.80	184,377.60

* ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.88 บาทต่อ kWh

ตารางที่ 3.1.1

3.1.2.2 ออกแบบวงจรควบคุม

ในวงจรเนื่องจากพัดลมยักษ์เป็นมอเตอร์สามเฟสซึ่งเป็นโหลดสมดุล ดังนั้นการเดินสายไฟจึงไม่มีสายนิวทรัลในเข้ามาดังนั้นหากต้องการกำลังไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้วงจรควบคุมจึงต้องเป็น 400 Vac เท่านั้น แต่ Digital Timer Switch สำหรับการตัดต่อวงจรนั้นมีพิกัดแรงดันตั้งแต่ 100 – 240 Vac ดังนั้นการเชื่อมต่อสาย L-L ไปจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้วงจรควบคุมจึงเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องการหม้อแปลงเพื่อแปลงแรงดันจาก 400 Vac เป็น 220 Vac จากนั้นจึงนำไปจ่ายให้วงจรควบคุมและการเปิด-ปิดของพัดลมยักษ์โดยสวิตช์ของมอเตอร์ไดร์ฟเป็นไปตามรูป3.2.5

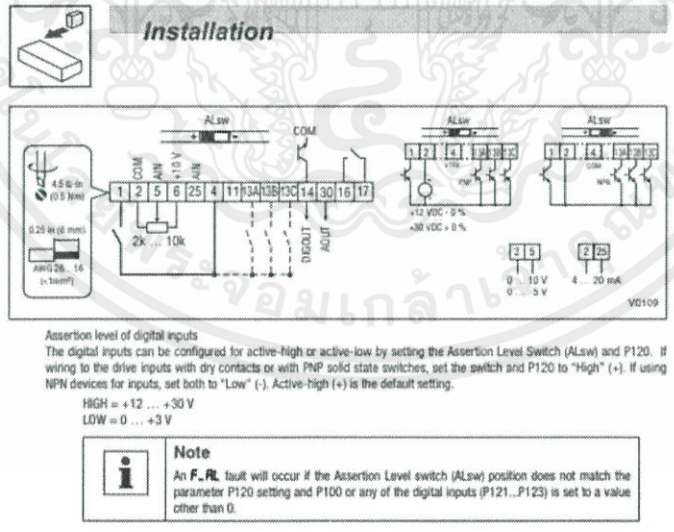
3.2.3 Control Terminals

Note
Control and communications terminals provide reinforced insulation when the drive is connected to a power system rated up to 300V rms between phase to ground and the applied voltage on Terminals 16 and 17 is less than 150VAC between phase and ground.

Terminal	Description	Important
1	Digital Input: Start/Stop	input resistance = 4.3kΩ
2	Analog Common	
5	Analog Input: 0...10 VDC	input resistance: >50 kΩ
6	Internal DC supply for speed pot	+10 VDC, max. 10 mA
25	Analog Input: 4...20 mA	input resistance: 250Ω
4	Digital Reference/Common	+15 VDC / 0 VDC, depending on assertion level
11	Internal DC supply for external devices	+12 VDC, max. 50 mA
13A	Digital Input: Configurable with P121	input resistance = 4.3kΩ
13B	Digital Input: Configurable with P122	
13C	Digital Input: Configurable with P123	
14	Digital Output: Configurable with P142	DC 24 V / 50 mA; NPN
30	Analog Output: Configurable with P150...P155	0...10 VDC, max. 20 mA
16	Relay output: Configurable with P140	AC 250 V / 3 A DC 24 V / 2 A ... 240 V / 0.22 A, non-inductive
17		

Lenze AC Tech SV01C 15

รูปที่ 3.1.4 ช่อง Control terminal สำหรับต่อวงจรควบคุม



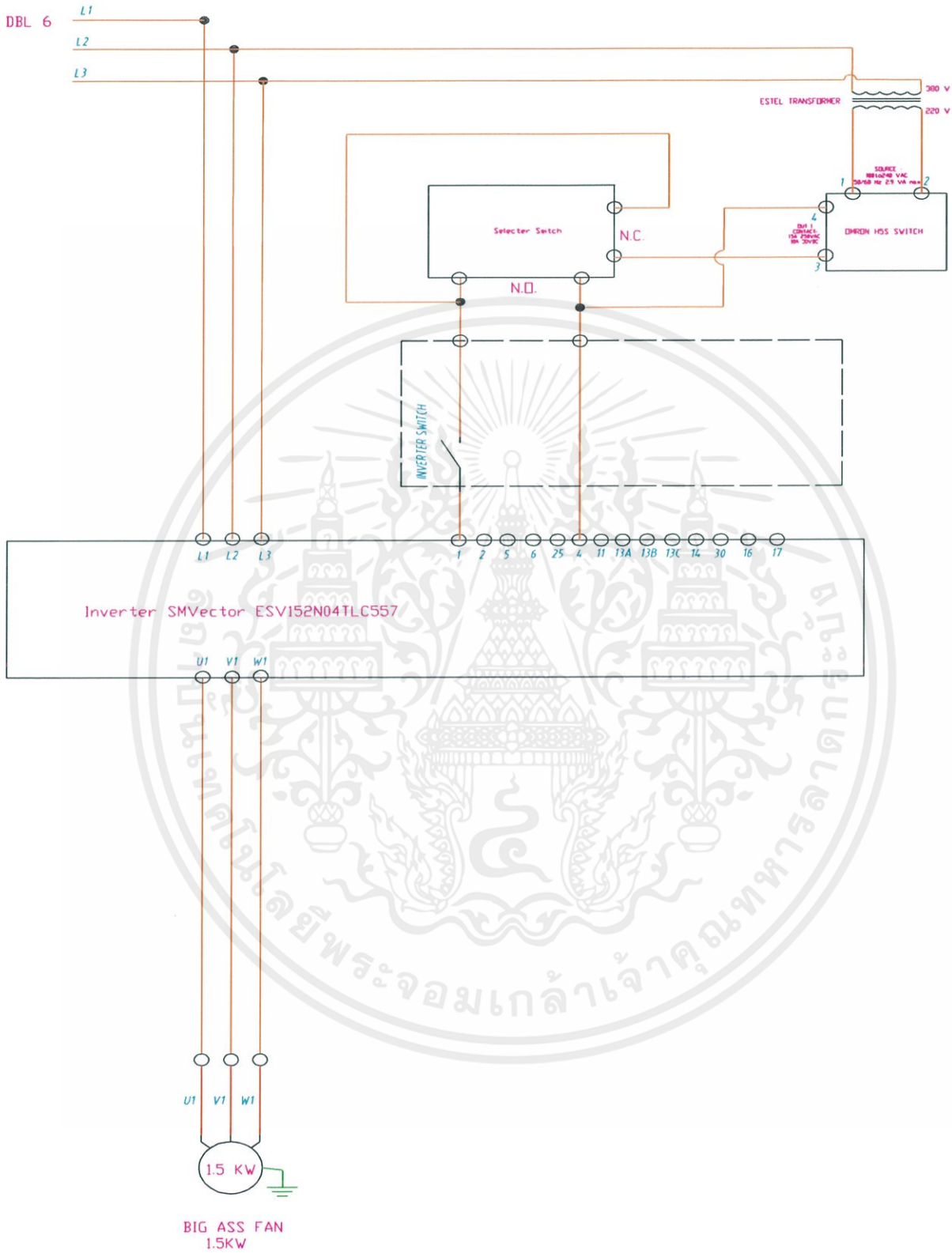
Assertion level of digital inputs
The digital inputs can be configured for active-high or active-low by setting the Assertion Level Switch (ALsw) and P120. If wiring to the drive inputs with dry contacts or with PNP solid state switches, set the switch and P120 to "High" (+). If using NPN devices for inputs, set both to "Low" (-). Active-high (+) is the default setting.

HIGH = +12 ... +30 V
LOW = 0 ... +3 V

Note
An **F_AL** fault will occur if the Assertion Level switch (ALsw) position does not match the parameter P120 setting and P100 or any of the digital inputs (P121...P123) is set to a value other than 0.

รูปที่ 3.1.5 ช่อง Control terminal สำหรับต่อวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

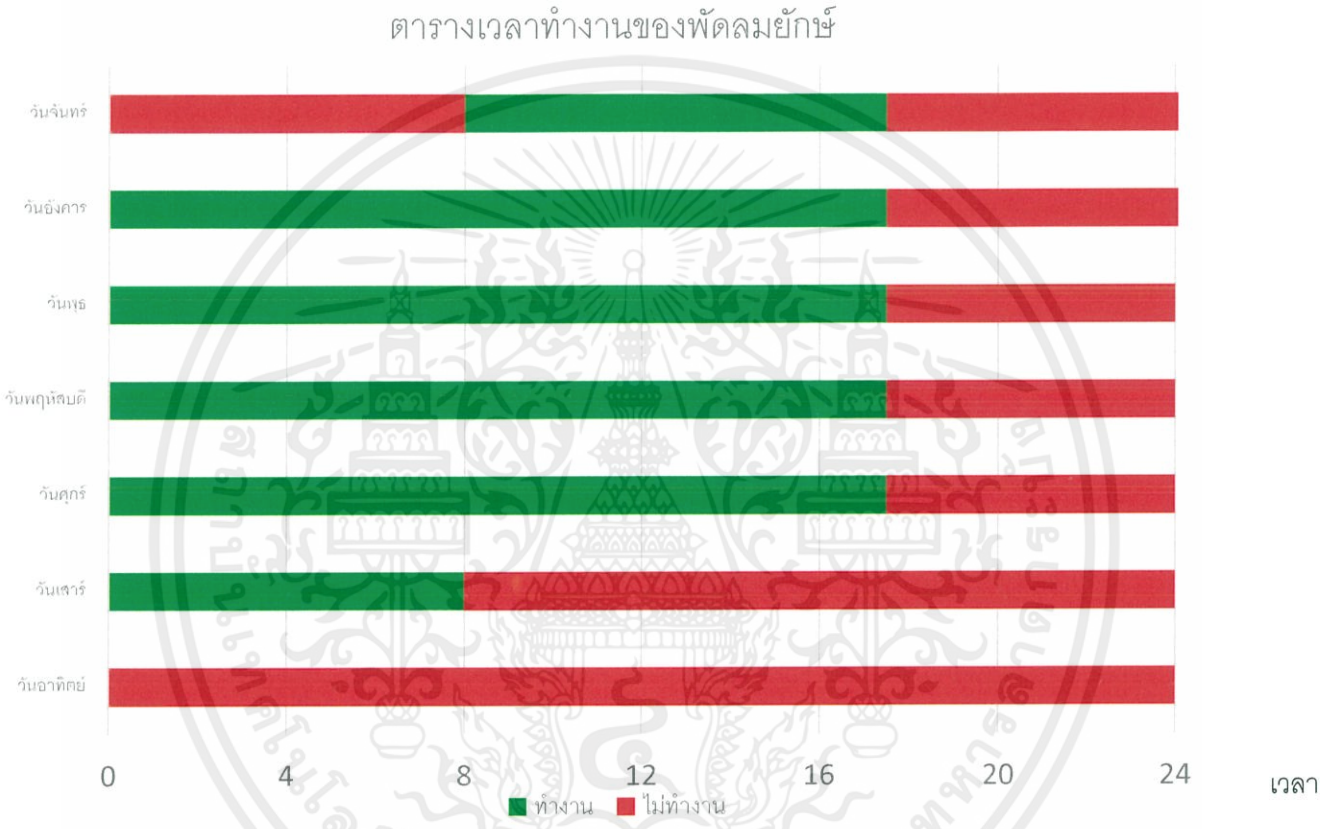


รูปที่ 3.1.6 Schematic Diagram ของวงจรประหยัดพลังงาน

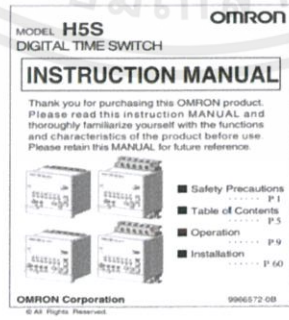
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 การทดสอบวงจรประหยัดพลังงาน

ทดสอบการทำงานของ Digital Timer Switch ตามเวลาที่ต้องการเปิด-ปิดพัดลมยักษ์โดยเริ่มจากการศึกษา Instruction Manual จากนั้นจ่ายไฟ 220 Vac (L-N) ไปที่ Terminal 1-2 เพื่อทดสอบการทำงานของ Output 1 (Terminal 3-4) ตามเวลาที่ไม่ได้มีการผลิตรถยนต์ดังรูป 3.3.4

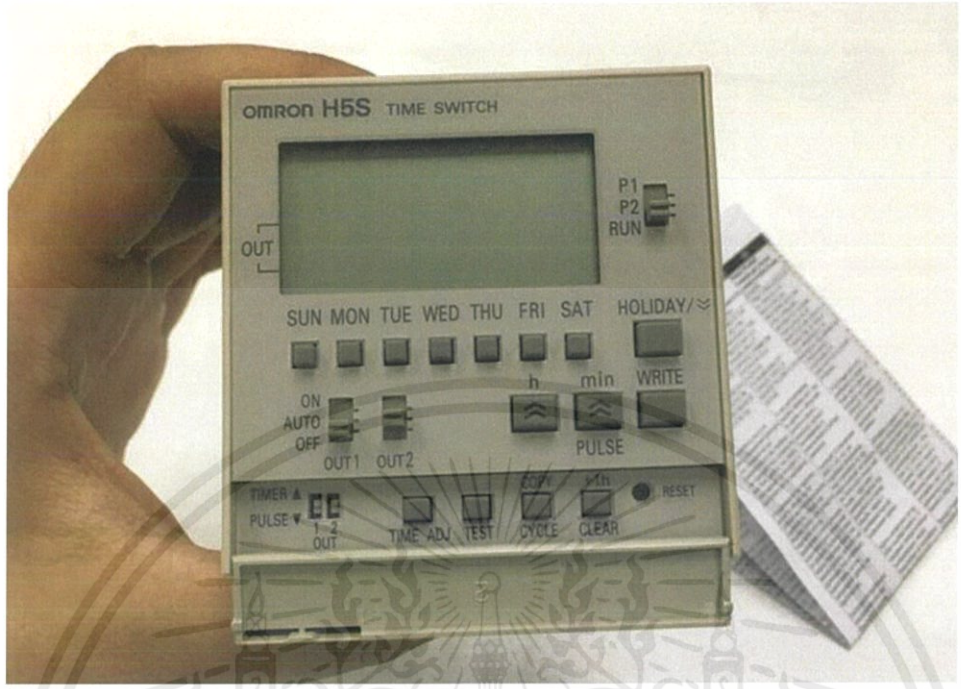


รูปที่ 3.1.7 ตารางเวลาทำงานของพัดลมยักษ์

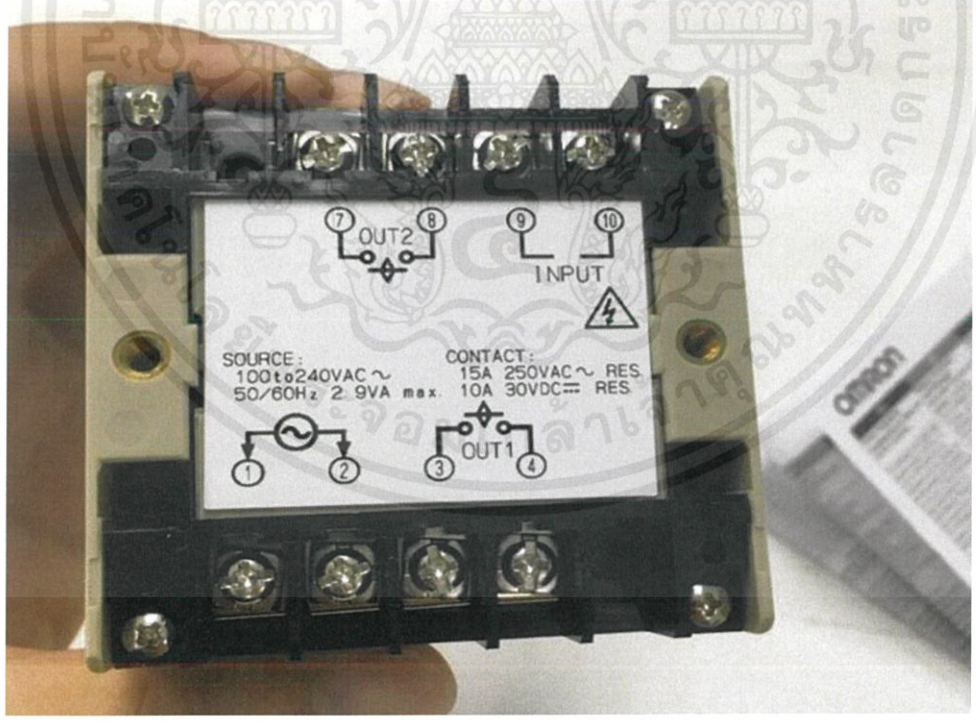


รูปที่ 3.1.8 Instruction Manual ของ Digital Timer Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

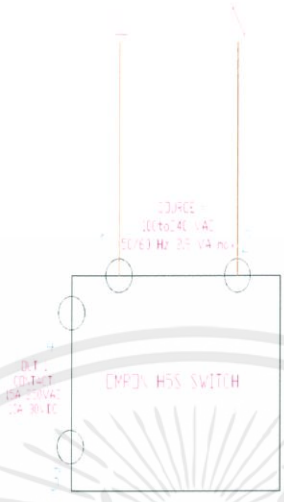


รูปที่ 3.1.9 Digital Timer Switch



รูปที่ 3.1.10 Digital Timer Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.11 วงจรทดสอบ Digital Timer Switch

3.1.2.4 การติดตั้งวงจรประหยัดพลังงาน

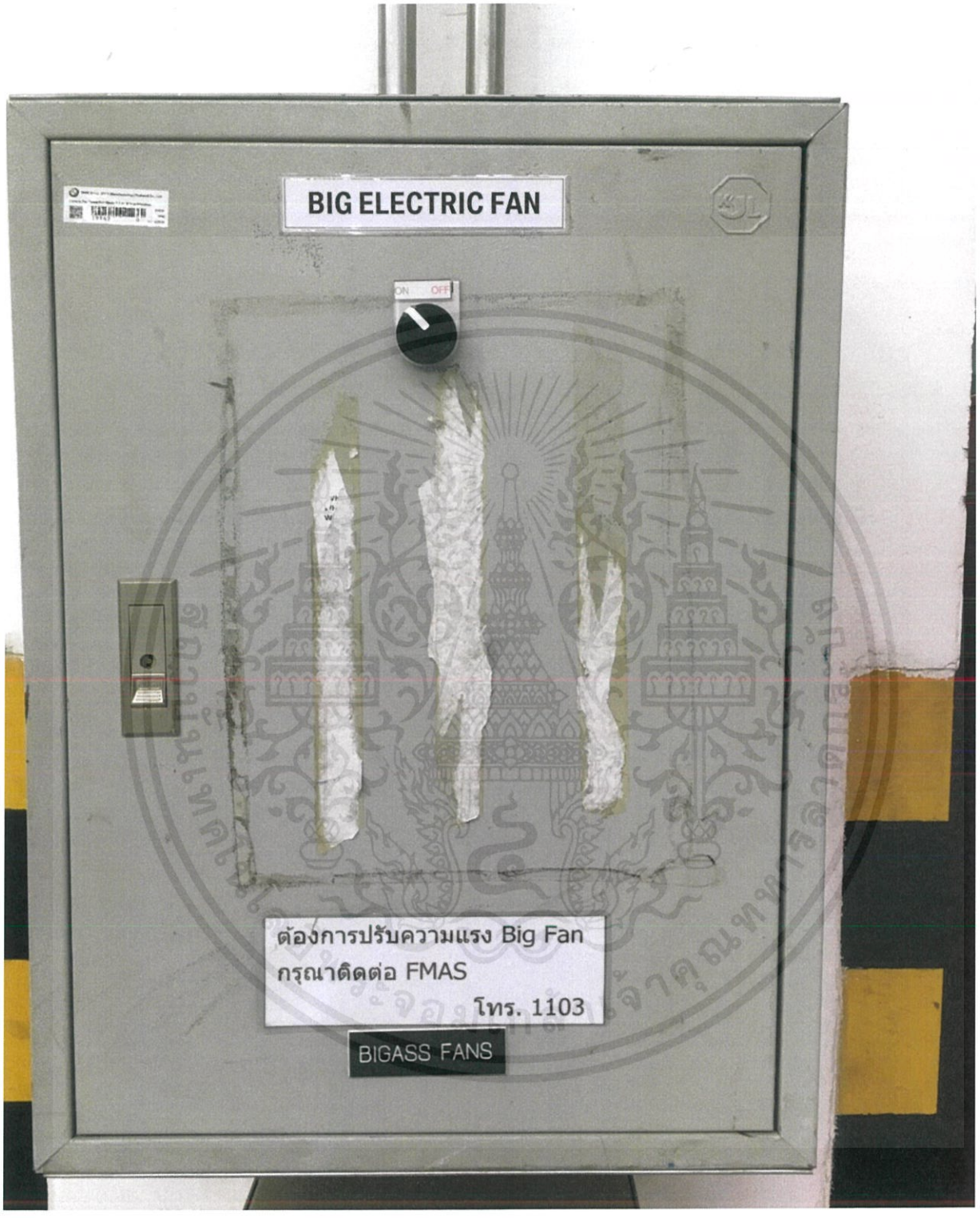
หลังจากทดสอบ Digital Timer Switch ว่าทำงานตามตารางที่ต้องการแล้ว เริ่มขั้นตอนการติดตั้งโดย วงจรประหยัดพลังงานจะมีการทำงานสองระบบคือ Auto และ Manual โดยทั้งสองระบบจะไม่ทำงานพร้อมกัน โดยใช้สว่านหัว Hole Saw เจาะยึด Key Selector Switch กับตู้คอนโทรล โดย Key Selector Switch จะมีทั้ง หน้าสัมผัส N.C. และ N.O. โดยเลือกใช้ N.O. กับระบบ Manual และใช้ N.C. กับระบบ Auto โดยระบบ Manual จะต่อ Inverter Switch กับหน้าสัมผัส N.O. โดยการอนุกรมและระบบ Auto จะต่อ Inverter Switch , หน้าสัมผัส N.C. และ Terminal 3-4 โดยการอนุกรมกัน โดยทั้งสองระบบจะต่อขนานกันอยู่ ดังรูปที่ 3.3.3 ส่วนวงจรกำลัง ของ Digital Timer Switch จะต่อแหล่งจ่ายจากมอเตอร์ไดร์ฟมาซึ่งแรงดันจะเป็น 400 Vac (L-L) มาเข้าหม้อ แปลงไฟฟ้าโดยแปลงจากแรงดัน 400 Vac เป็น 230 Vac จากนั้นจ่ายแรงดันเข้าไปที่ Terminal 1-2 ของ Digital Timer Switch

รูปที่ 3.1.12 หัวสว่าน Hole Saw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

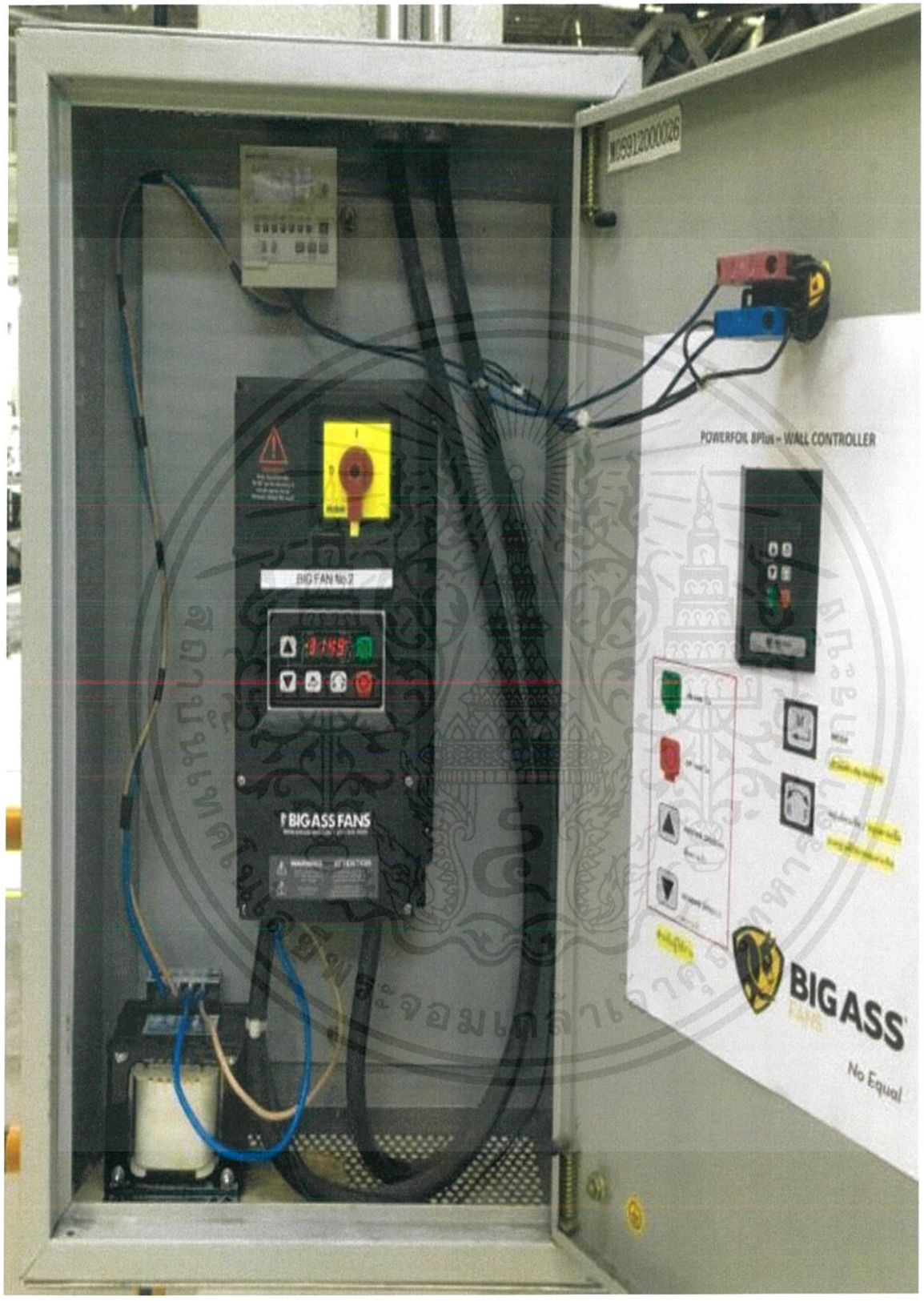
รูปที่ 3.1.13 วงจรประหยัดพลังงานภายในตู้คอนโทรลก่อนติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.14 วงจรประหยัดพลังงานภายนอกตู้คอนโทรลก่อนติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.15 วงจรประหยัดพลังงานภายในตู้คอนโทรลภายหลังติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1.16 วงจรประหยัดพลังงานภายนอกตู้คอนโทรลภายหลังติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบประหยัดพลังงานของ AHU (Air Handling Unit)

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1.1 Omron Timer Switch

3.2.1.2 Clamp meter

3.2.1.3 Key Selector Switch

3.2.1.4 Omron Relay 24 Vac

3.2.1.4 สายไฟ 2.5 sq.mm. IEC 01 และ สายไฟคอนโทรล 1 sq.mm. VSF

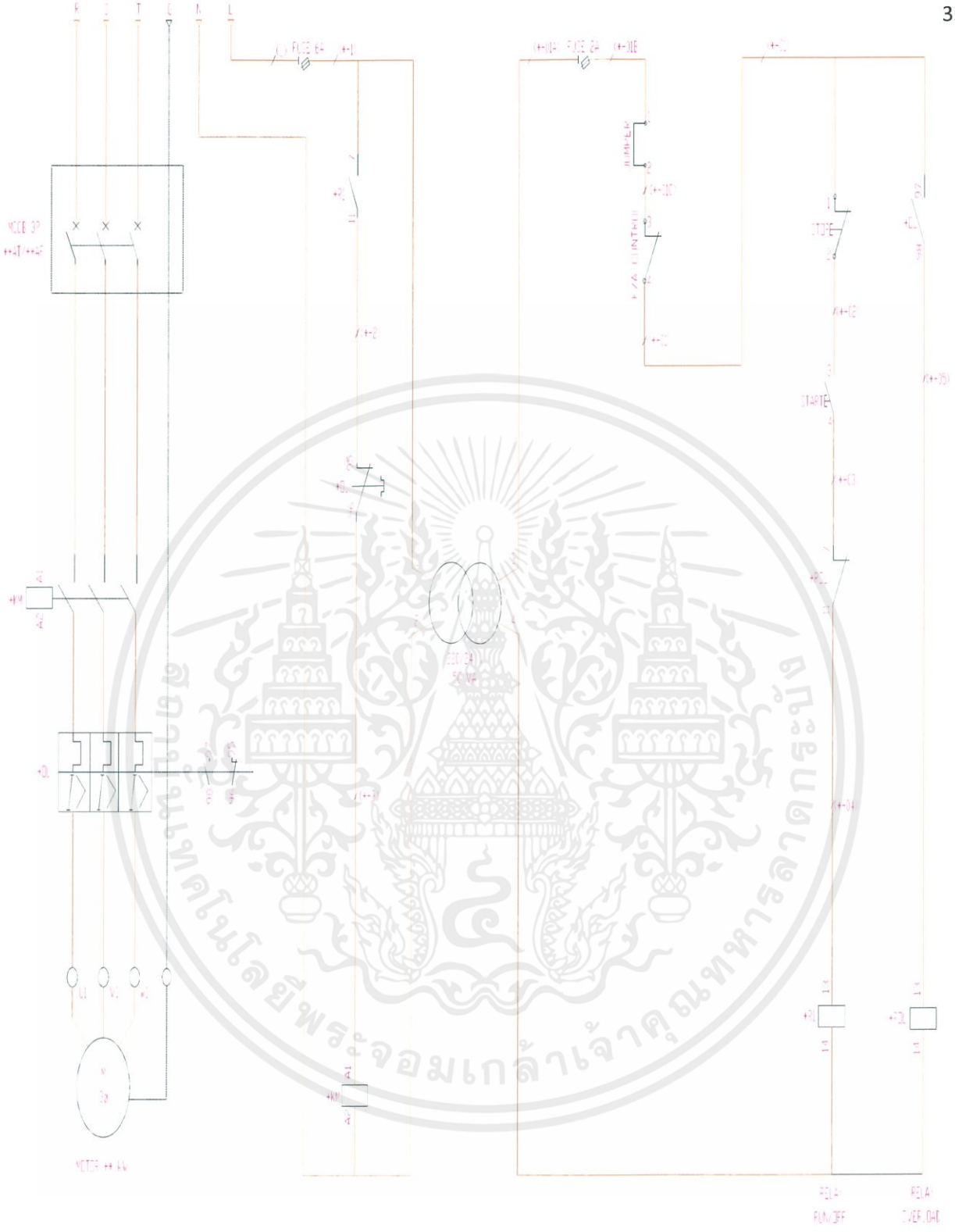
3.2.1.5 สว่านและหัวสว่าน Hole Saw

3.2.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน

3.2.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรล AHU ในโรงอาหาร

เนื่องจากการดำเนินงานต้องทราบการใช้กำลังไฟฟ้าของ AHU และต้องทราบการทำงานของตู้ AHU ดังนั้นจึงต้องศึกษาการทำงานของ AHU จาก Schematic Diagram ของ AHU ดังรูปที่ 3.2.1 เพื่อหาจุดที่จะนำ Clamp meter ไปคล้องเพื่อวัดการใช้กำลังไฟฟ้าและต้องหาจุดที่จะนำระบบประหยัดพลังงานเข้าไปต่อในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.1 Schematic Diagram ของ AHU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ AHU ในโรงอาหาร

จากรูปที่ 3.2.1 จะใช้ Clamp meter วัดที่ขา 2,4 และ 6 ของ Magnetic Contractor เพื่อหากระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส และนำมาหากำลังไฟฟ้าในแต่ละเฟส เพื่อนำไปหากำลังไฟฟ้าสามเฟสของ AHU โดยกำหนดว่า V_{phase} = 220 V ดังเช่นรูปที่ 3.2.1

AHU ตัวที่ 1

รูปที่ 3.2.2 กระแสไฟฟ้าเฟส 1

รูปที่ 3.2.3 กระแสไฟฟ้าเฟส 2

รูปที่ 3.2.4 กระแสไฟฟ้าเฟส 3

AHU ตัวที่ 2

รูปที่ 3.2.5 กระแสไฟฟ้าเฟส 1

รูปที่ 3.2.6 กระแสไฟฟ้าเฟส 2

รูปที่ 3.2.7 กระแสไฟฟ้าเฟส 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AHU ตัวที่3

รูปที่ 3.2.8 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 รูปที่ 3.2.9 กระแสไฟฟ้าเฟส 2 รูปที่ 3.2.10 กระแสไฟฟ้าเฟส

เมื่อได้กระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสของ AHU แต่ละตัวมาแล้วจากนั้นนำไปหากำลังไฟฟ้าปรากฏที่ใช้ของแต่ละตัวโดยหาจากกำลังไฟฟ้าแต่ละเฟสนำมารวมกันเนื่องจากทั้งสามเฟสกินกำลังไม่เท่ากันและในการคิดค่าไฟนั้นจะมีหน่วยเป็น kWh ดังนั้นจึงต้องแปลงหน่วยกำลังไฟฟ้าปรากฏเป็นกำลังไฟฟ้าจริงโดยกำหนดให้ค่า Power Factor (P.F.) x Efficiency (Eff) = 0.8

$$S_{3phase} = S_{phase1} + S_{phase2} + S_{phase3} \rightarrow \text{สมการที่ 1}$$

$$S_{phase1} = V_{phase1} \times I_{phase1} \rightarrow \text{สมการที่ 2}$$

$$S_{phase2} = V_{phase2} \times I_{phase2} \rightarrow \text{สมการที่ 3}$$

$$S_{phase3} = V_{phase3} \times I_{phase3} \rightarrow \text{สมการที่ 4}$$

$$P_{3phase} = S_{3phase} \times P.F. \times Eff \rightarrow \text{สมการที่ 5}$$

AHU 1 ; $S_{phase1} = 220 \times 2.54 = 558.8$ VA

$S_{phase2} = 220 \times 2.11 = 464.2$ VA

$S_{phase3} = 220 \times 1.47 = 323.4$ VA

$S_{3phase} = 558.8 + 464.2 + 323.4 = 1,346.4$ VA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_{3phase} = 1,346.4 x 0.8 = 1,077.12 W

AHU 2 ; S_{phase1} = 220 x 2.49 = 547.8 VA

S_{phase2} = 220 x 2.28 = 501.6 VA

S_{phase3} = 220 x 2.47 = 543.4 VA

S_{3phase} = 547.8 + 501.6 + 543.4 = 1,592.8 VA

P_{3phase} = 1,598.8 x 0.8 = 1,279.04 W

AHU 3 ; S_{phase1} = 220 x 2.26 = 497.2 VA

S_{phase2} = 220 x 2.12 = 466.4 VA

S_{phase3} = 220 x 2.04 = 448.8 VA

S_{3phase} = 497.2 + 466.4 + 448.8 = 1,412.4 VA

P_{3phase} = 1,412.4 x 0.8 = 1,129.92 W

AHU 4 ; S_{phase1} = 220 x 1.72 = 378.4 VA

S_{phase2} = 220 x 1.43 = 314.6 VA

S_{phase3} = 220 x 1.48 = 325.6 VA

S_{3phase} = 378.4 + 314.6 + 325.6 = 1,018.6 VA

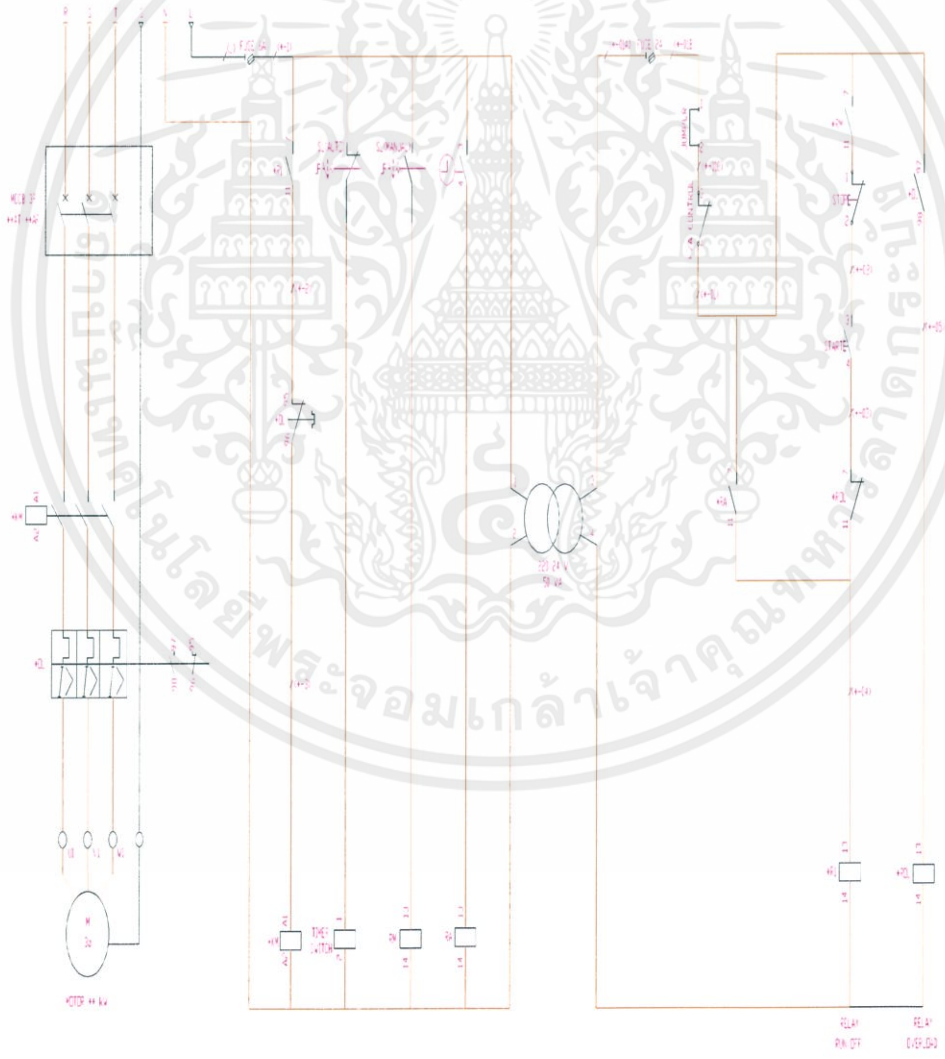
P_{3phase} = 1,018.6 x 0.8 = 814.88 W

3.2.2.3 ออกแบบวงจรควบคุม

จากการศึกษาการต่อของวงจรจาก Schematic Diagram ของ AHU จากรูป 3.2.1 จึงเลือกใช้ Digital Timer Switch โดยแบ่งเป็นสองระบบคือระบบ AUTO และ ระบบ MANUAL โดยเลือกใช้ Key Selector Switch ในการแยกระบบ AUTO และ MANUAL โดยระบบ AUTO ใช้หน้าสัมผัส N.C. และระบบ MANUAL ใช้หน้าสัมผัส N.O. สำหรับระบบ MANUAL โดยต่อหน้าสัมผัส N.O. Key Selector Switch อนุกรมกับ 220 Vac Coil Relay ในระบบแรงดัน 220 Vac จากนั้นนำหน้าสัมผัส N.O. ของ Relay ไปตัดต่อในระบบแรงดัน 24 Vac

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ AHU ทั้ง 3 ตัว โดยต่อหน้าสัมผัส N.O. บนสวิตช์ Off Push Button โดยอยู่บนจุด (+-01) และระบบ AUTO ต่อหน้าสัมผัส N.C. Key Selector Switch อนุกรมกับ Terminal 1-2 ของ Digital Timer Switch เพื่อการทำงานของ Digital Timer Switch และหน้าสัมผัส N.O. ของ Digital Timer Switch ต่ออนุกรมอยู่กับ 220 Vac Coil Relay ซึ่งทั้งสองวงจรต่อขนานกันในระบบไฟ 220 Vac จากนั้นนำหน้าสัมผัส N.O. ของ Relay ไปตัดต่อในระบบแรงดัน 24 Vac ของ AHU ทั้ง 3 ตัว โดยต่อหน้าสัมผัส N.O. จากจุด (+-01) ไปยังจุด (+-04) ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ใต้หน้าสัมผัสของ Overload Relay เพื่อที่เมื่อเกิดการ Overload ของมอเตอร์วงจรจะตัดไม่ให้มอเตอร์ทำงานดังรูปที่ 3.2.14

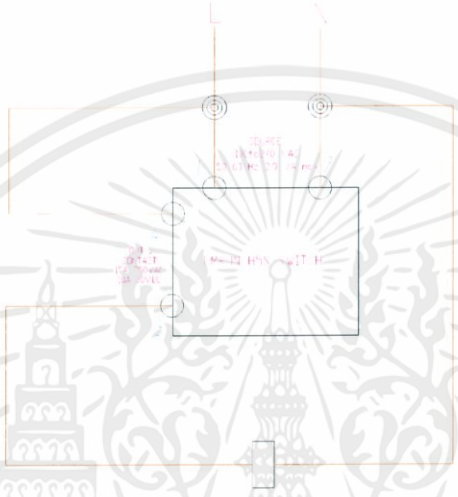


รูปที่ 3.2.14 Schematic Diagram ของ AHU เมื่อติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 การทดสอบวงจรประหยัดพลังงาน

ทดสอบการทำงานของ Digital Timer Switch ตามเวลาที่ต้องการเปิด-ปิด AHU โดยเริ่มจากการศึกษา Instruction Manual จากนั้นจ่ายไฟ 220 Vac (L-N) ไปที่ Terminal 1-2 เพื่อทดสอบการทำงานของ Output 1 (Terminal 3-4) และการทำงานของ Coil Relay และ หน้าสัมผัสของ Relay



รูปที่ 3.2.15 Schematic Diagram ของวงจรทดสอบระบบประหยัดพลังงาน

รูปที่ 3.2.16 Digital Timer Switch และ 220 Vac Relay

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

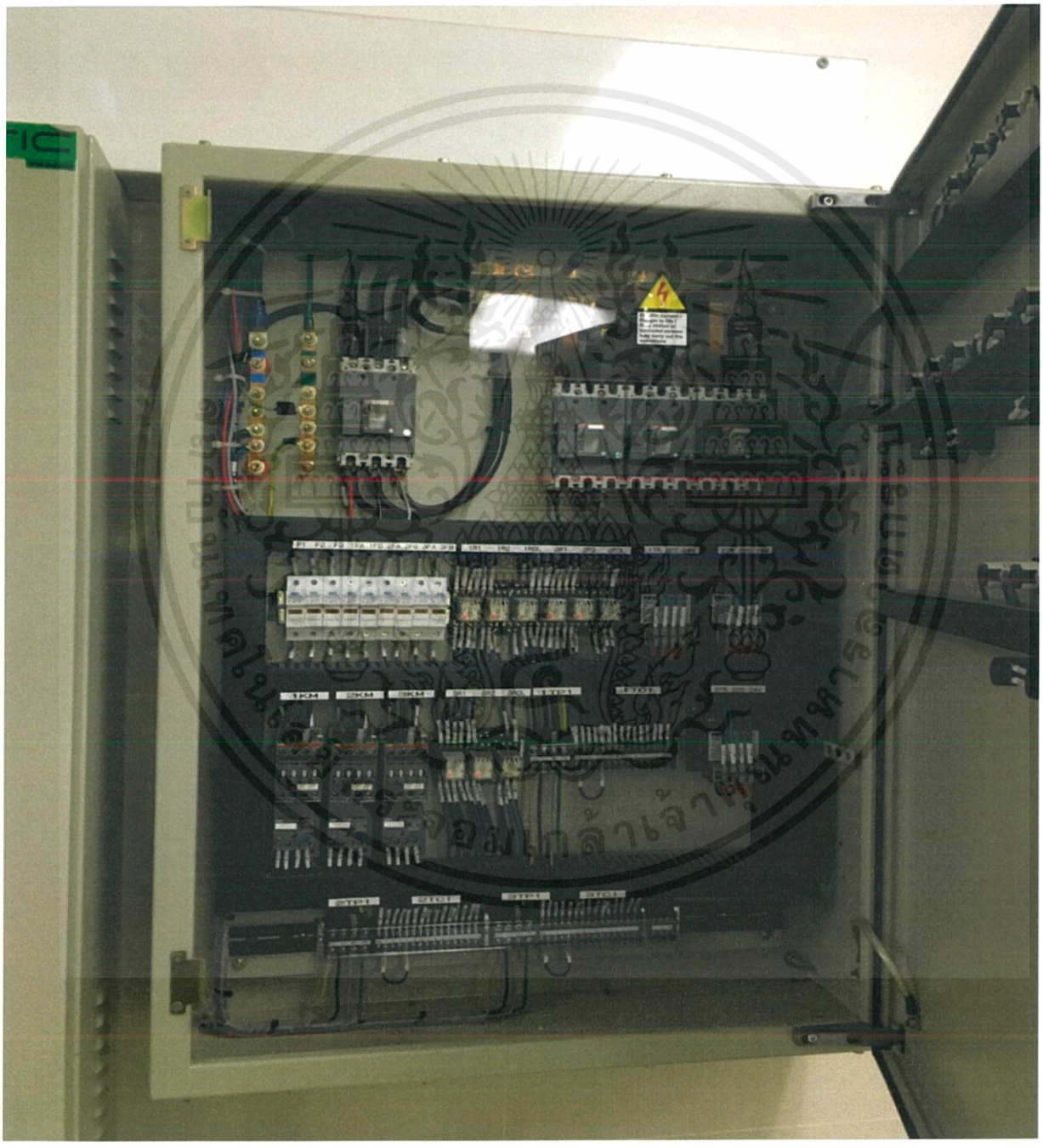
	เวลาเปิดใช้งานเก่า	เวลาเปิดใช้งานใหม่	
วันจันทร์	24 ชั่วโมง	07.00-08.30	5 ชั่วโมง
		11.30-13.30	
		21.30-23.00	
วันอังคาร	24 ชั่วโมง.	02.00-04.00	7 ชั่วโมง
		07.00-08.30	
		11.30-13.30	
		21.30-23.00	
วันพุธ	24 ชั่วโมง.	02.00-04.00	7 ชั่วโมง
		07.00-08.30	
		11.30-13.30	
		21.30-23.00	
วันพฤหัสบดี	24 ชั่วโมง.	02.00-04.00	7 ชั่วโมง
		07.00-08.30	
		11.30-13.30	
		21.30-23.00	
วันศุกร์	24 ชั่วโมง.	02.00-04.00	7 ชั่วโมง
		07.00-08.30	
		11.30-13.30	
		21.30-23.00	
วันเสาร์	8.5 ชั่วโมง	02.00-04.00	3.5 ชั่วโมง
		07.00-08.30	

รูปที่ 3.2.17 ตารางเวลาเปิดใช้งานของ AHU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

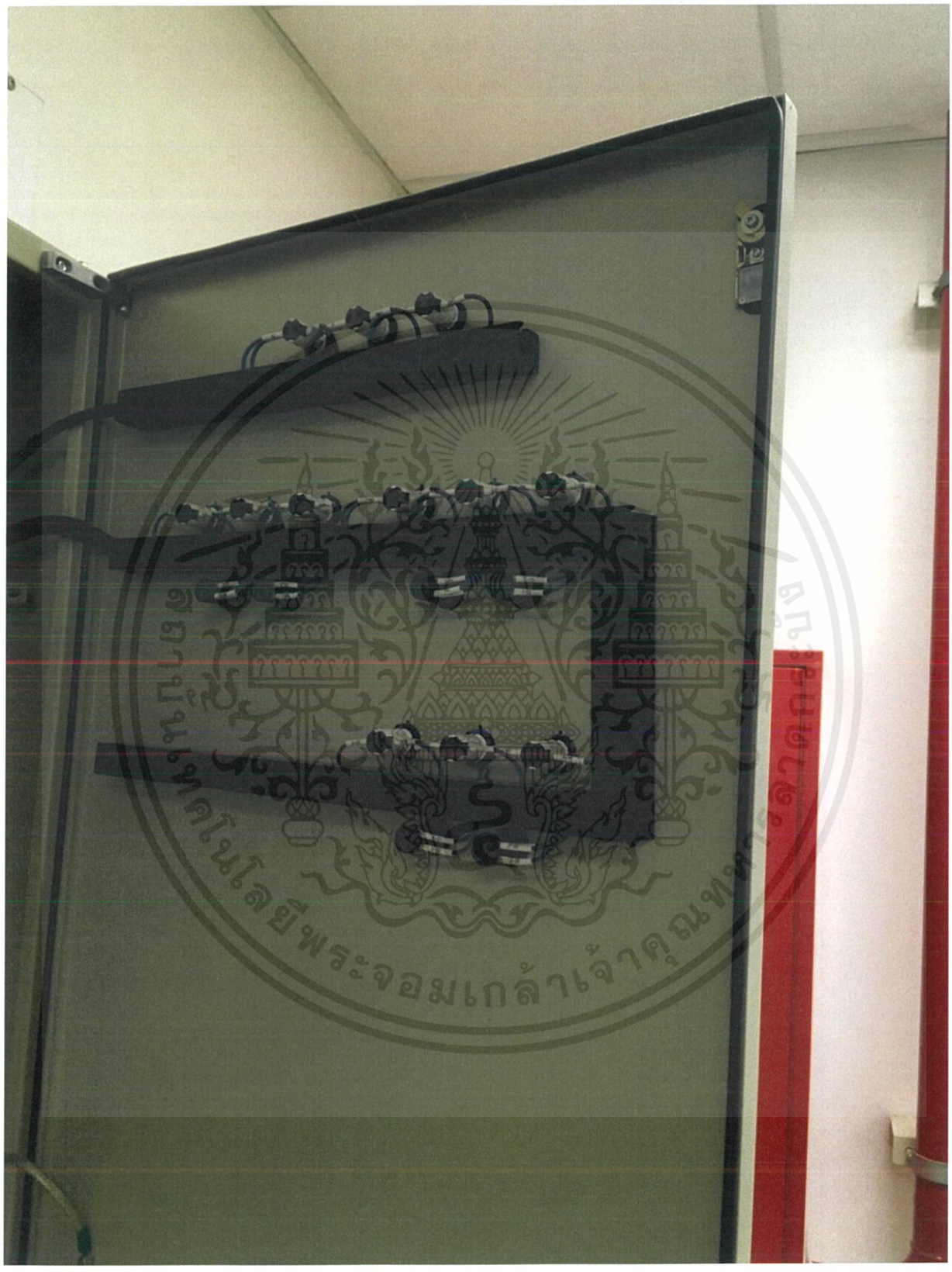
3.2.2.5 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

หลังจากขั้นตอนการออกแบบและทดสอบ เริ่มการติดตั้งโดยเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Digital Timer Switch , 220 Vac Relay , สายไฟและอุปกรณ์ช่างต่างๆในการติดตั้ง โดยเริ่มจากการใช้สว่านหัว Hole Saw เจาะตู้เพื่อติดตั้ง Key Selector Switch และต่อวงจรตามรูปที่ 3.2.14



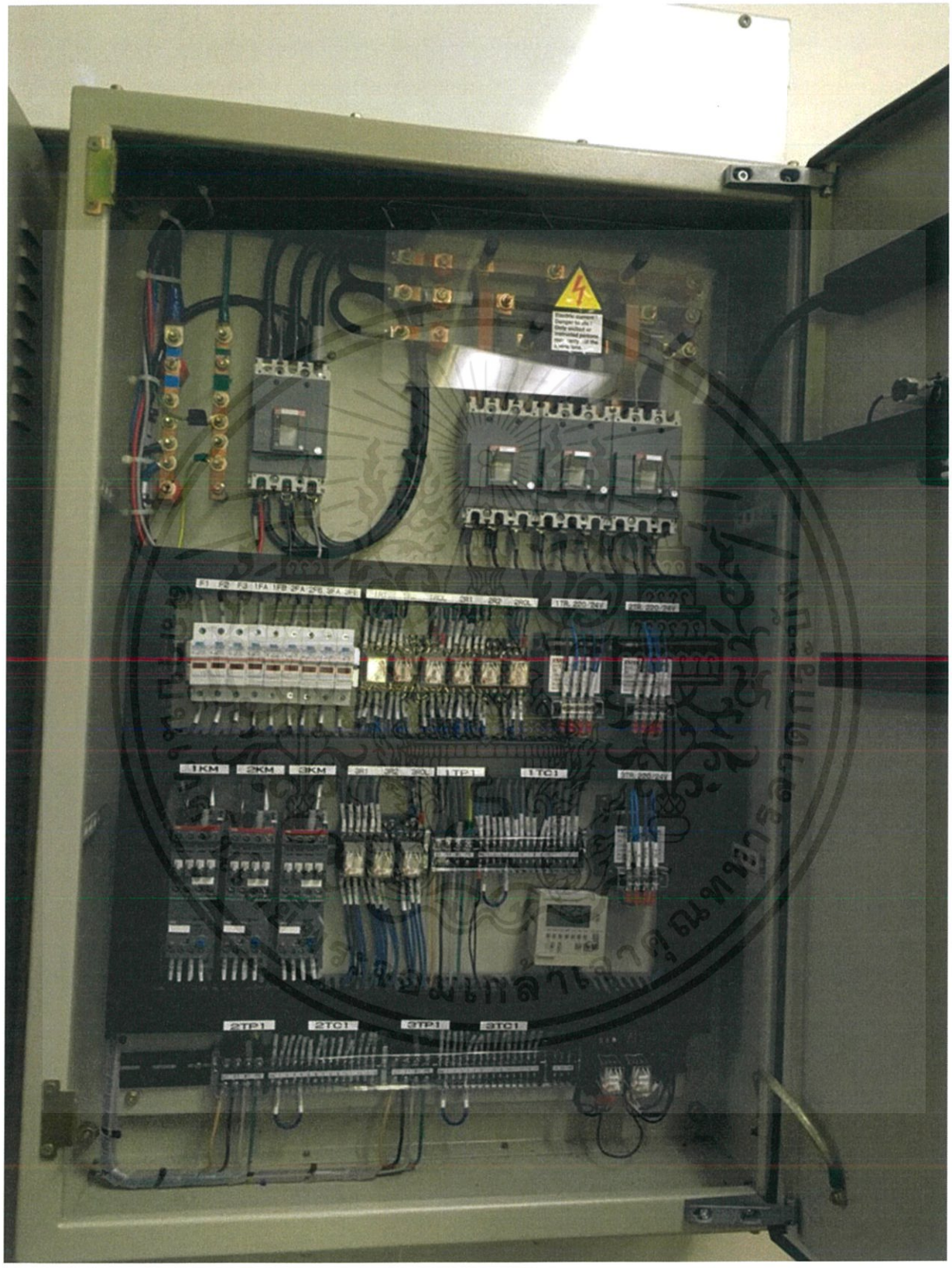
รูปที่ 3.2.18 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



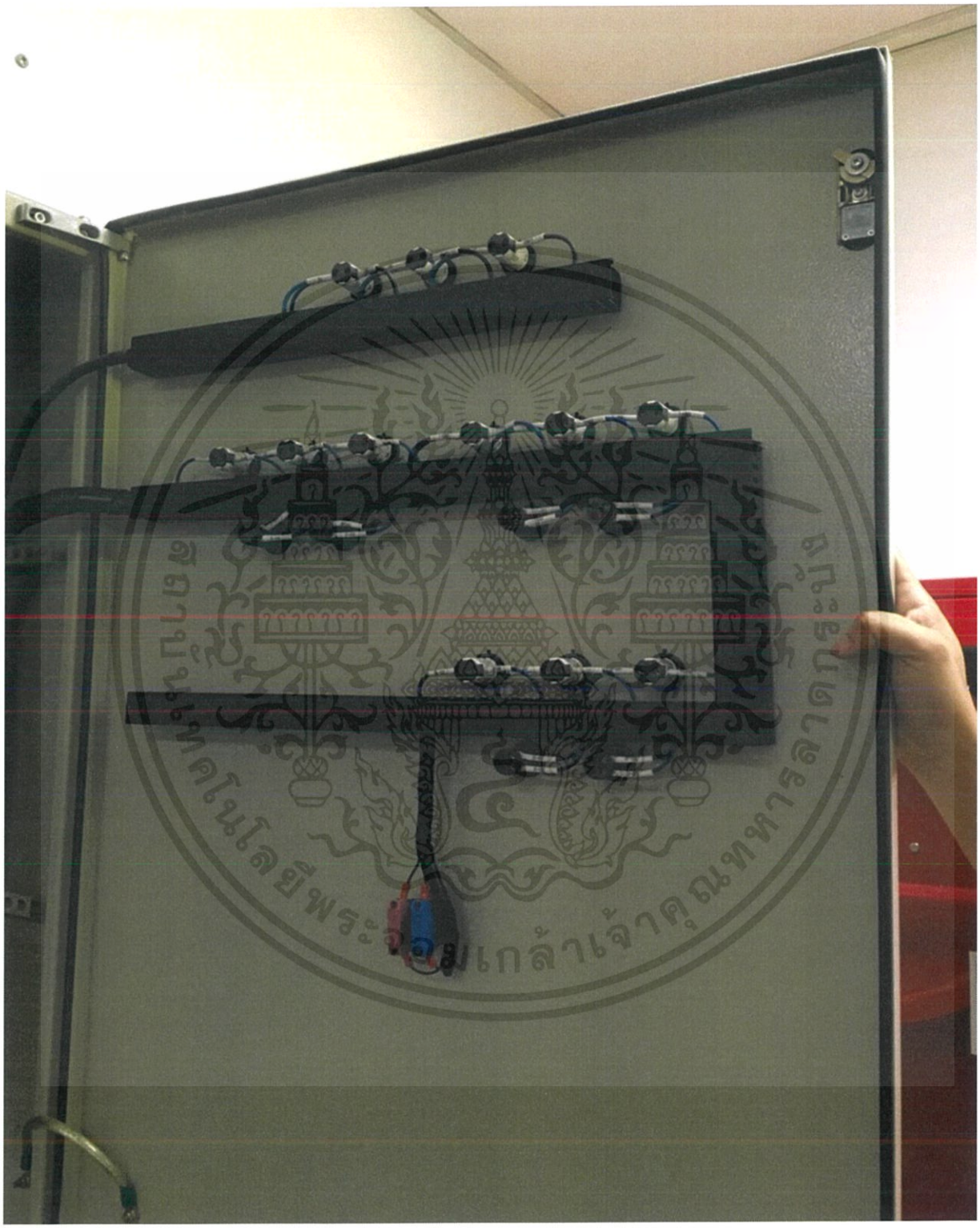
รูปที่ 3.2.19 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.20 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.21 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล AHU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ระบบประหยัดพลังงานของ Cooker Hood ระบบกรองอากาศหมุนเวียน

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1.1 Siemens S7-1200 1215 AC/DC/Relay Programable Logic Controller

3.3.1.2 Clamp meter

3.3.1.3 Key Selector Switch

3.3.1.4 โปรแกรม Siemens TIA Portal V14

3.3.1.4 สายไฟ 2.5 sq.mm. IEC 01 และ สายไฟคอนโทรล 1 sq.mm. VSF

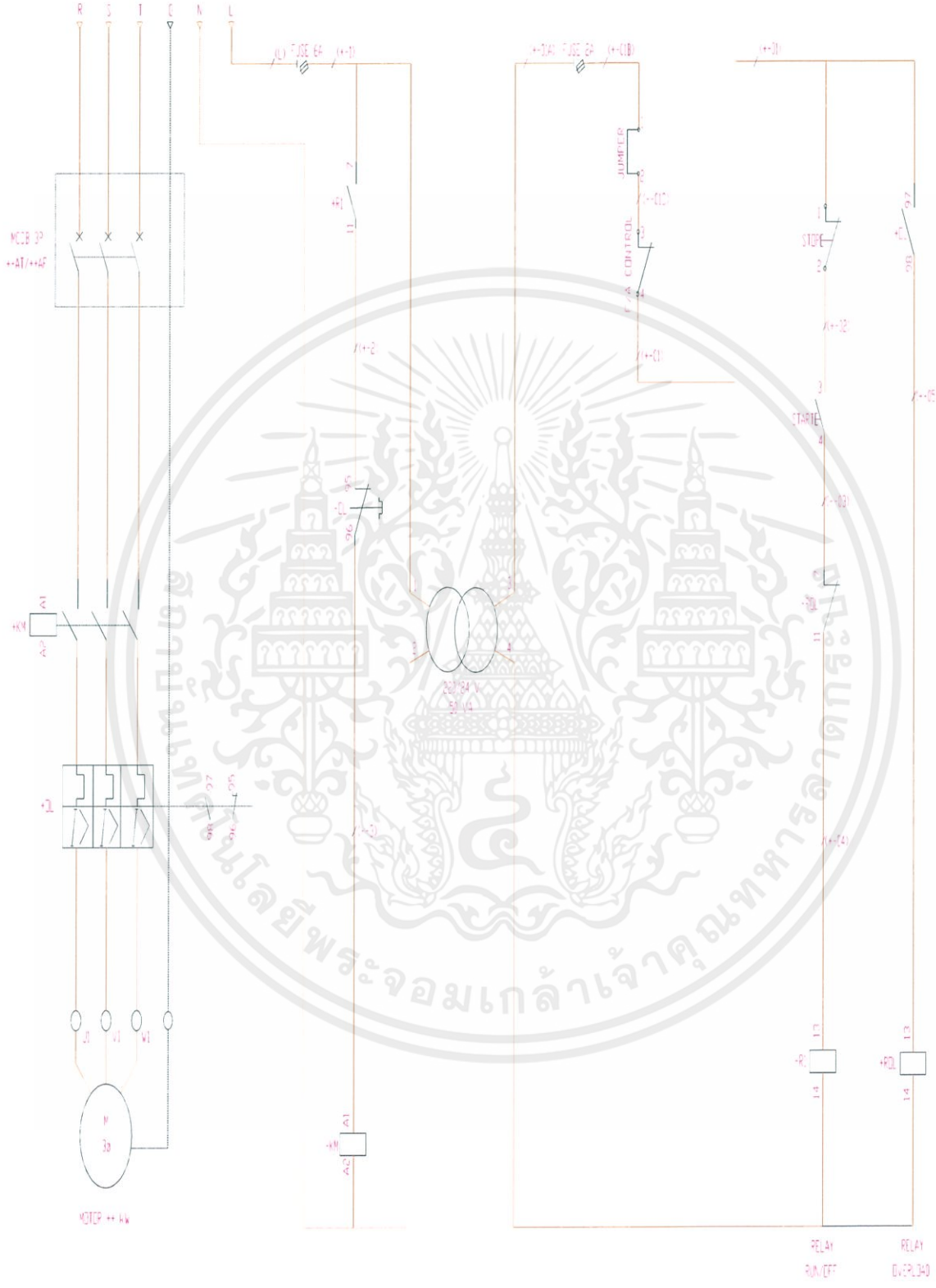
3.3.1.5 สว่านและหัวสว่าน Hole Saw

3.3.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน

3.3.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรลของ Cooker Hood ในโรงอาหาร

เนื่องจากการดำเนินงานต้องทราบการใช้กำลังไฟฟ้าของ Cooker Hood และต้องทราบการทำงานของตู้ Cooker Hood ดังนั้นจึงต้องศึกษาการทำงานของ Cooker Hood จาก Schematic Diagram ของ Cooker Hood ดังรูปที่ 3.3.1 เพื่อหาจุดที่จะนำ Clamp meter ไปคล้องเพื่อวัดการใช้กำลังไฟฟ้าและต้องหาจุดที่จะนำระบบประหยัดพลังงานเข้าไปต่อในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.1 Schematic Diagram ของ Cooker Hood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Cooker Hood ในโรงอาหาร

จากรูปที่ 3.2.1 จะใช้ Clamp meter วัดที่ขา 2,4 และ 6 ของ Magnetic Contractor เพื่อหากระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส และนำมาหากำลังไฟฟ้าในแต่ละเฟส เพื่อนำไปหากำลังไฟฟ้าสามเฟสของ Cooker Hood โดยกำหนดว่า V_{phase} = 220 V ดังเช่นรูปที่ 3.2.1

Cooker Hood ตัวที่ 1

รูปที่ 3.3.2 กระแสไฟฟ้าเฟส 1

รูปที่ 3.3.3 กระแสไฟฟ้าเฟส 2

รูปที่ 3.3.4 กระแสไฟฟ้าเฟส 3

Cooker Hood ตัวที่ 2

รูปที่ 3.3.5 กระแสไฟฟ้าเฟส 1

รูปที่ 3.3.6 กระแสไฟฟ้าเฟส 2

รูปที่ 3.3.7 กระแสไฟฟ้าเฟส 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooker Hood ตัวที่3

รูปที่ 3.3.8 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 รูปที่ 3.3.9 กระแสไฟฟ้าเฟส 2 รูปที่ 3.3.10 กระแสไฟฟ้าเฟส 3

Cooker Hood ตัวที่4

รูปที่ 3.3.11 กระแสไฟฟ้าเฟส 1 รูปที่ 3.3.12 กระแสไฟฟ้าเฟส 2 รูปที่ 3.3.13 กระแสไฟฟ้าเฟส 3

เมื่อได้กระแสไฟฟ้าแต่ละเฟสของ Cooker Hood แต่ละตัวมาแล้วจากนั้นนำไปหากำลังไฟฟ้าปรากฏที่ใช้ของแต่ละตัวโดยหาจากกำลังไฟฟ้าแต่ละเฟสนำมารวมกันเนื่องจากทั้งสามเฟสกินกำลังไม่เท่ากันและในการคิดค่าไฟนั้นจะมีหน่วยเป็น kWh ดังนั้นจึงต้องแปลงหน่วยกำลังไฟฟ้าปรากฏเป็นกำลังไฟฟ้าจริงโดยกำหนดให้ค่า Power Factor (P.F.) x Efficiency (Eff) = 0.8

$$S_{3phase} = S_{phase1} + S_{phase2} + S_{phase3} \rightarrow \text{สมการที่ } 1$$

$$S_{phase1} = V_{phase1} \times I_{phase1} \rightarrow \text{สมการที่ } 2$$

$$S_{phase2} = V_{phase2} \times I_{phase2} \rightarrow \text{สมการที่ } 3$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_{phase3} = V_{phase3} \times I_{phase3} \rightarrow \text{สมการที่ 4}$$

$$P_{3phase} = S_{3phase} \times P.F. \times Eff \rightarrow \text{สมการที่ 5}$$

Cooker Hood 1 ; $S_{phase1} = 220 \times 2.21 = 486.2$ VA

$S_{phase2} = 220 \times 2.06 = 453.2$ VA

$S_{phase3} = 220 \times 1.98 = 435.6$ VA

$S_{3phase} = 486.2 + 453.2 + 435.6 = 1,375$ VA

$P_{3phase} = 1,375 \times 0.8 = 1,100$ W

Cooker Hood 2 ; $S_{phase1} = 220 \times 2.80 = 616$ VA

$S_{phase2} = 220 \times 2.87 = 631.4$ VA

$S_{phase3} = 220 \times 2.79 = 613.8$ VA

$S_{3phase} = 616 + 631.4 + 613.8 = 1,861.2$ VA

$P_{3phase} = 1,861.2 \times 0.8 = 1,488.96$ W

Cooker Hood 3 ; $S_{phase1} = 220 \times 4.17 = 917.4$ VA

$S_{phase2} = 220 \times 3.91 = 860.2$ VA

$S_{phase3} = 220 \times 3.88 = 853.6$ VA

$S_{3phase} = 917.4 + 860.2 + 853.6 = 2,631.2$ VA

$P_{3phase} = 2,631.2 \times 0.8 = 2,104.96$ W

Cooker Hood 4 ; $S_{phase1} = 220 \times 6.13 = 1,348.6$ VA

$S_{phase2} = 220 \times 6.01 = 1,322.2$ VA

$S_{phase3} = 220 \times 5.61 = 1,234.2$ VA

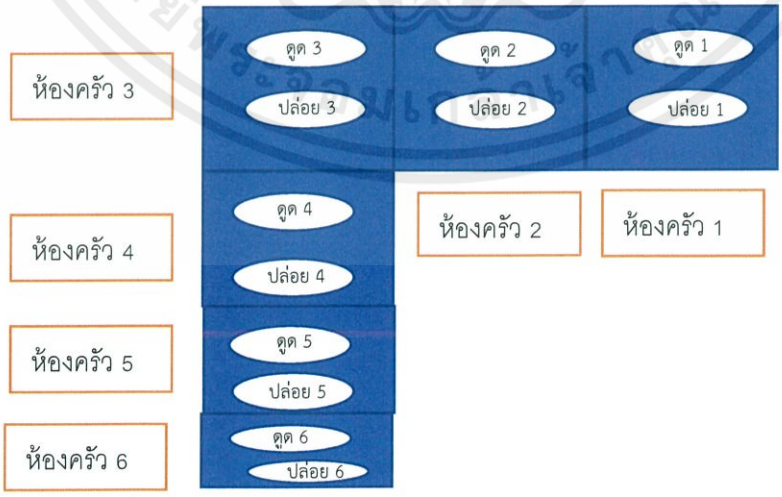
$S_{3phase} = 1,348.6 + 1,322.2 + 1,234.2 = 3,905$ VA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P_{3phase} = 3,905 x 0.8 = 3,124 W

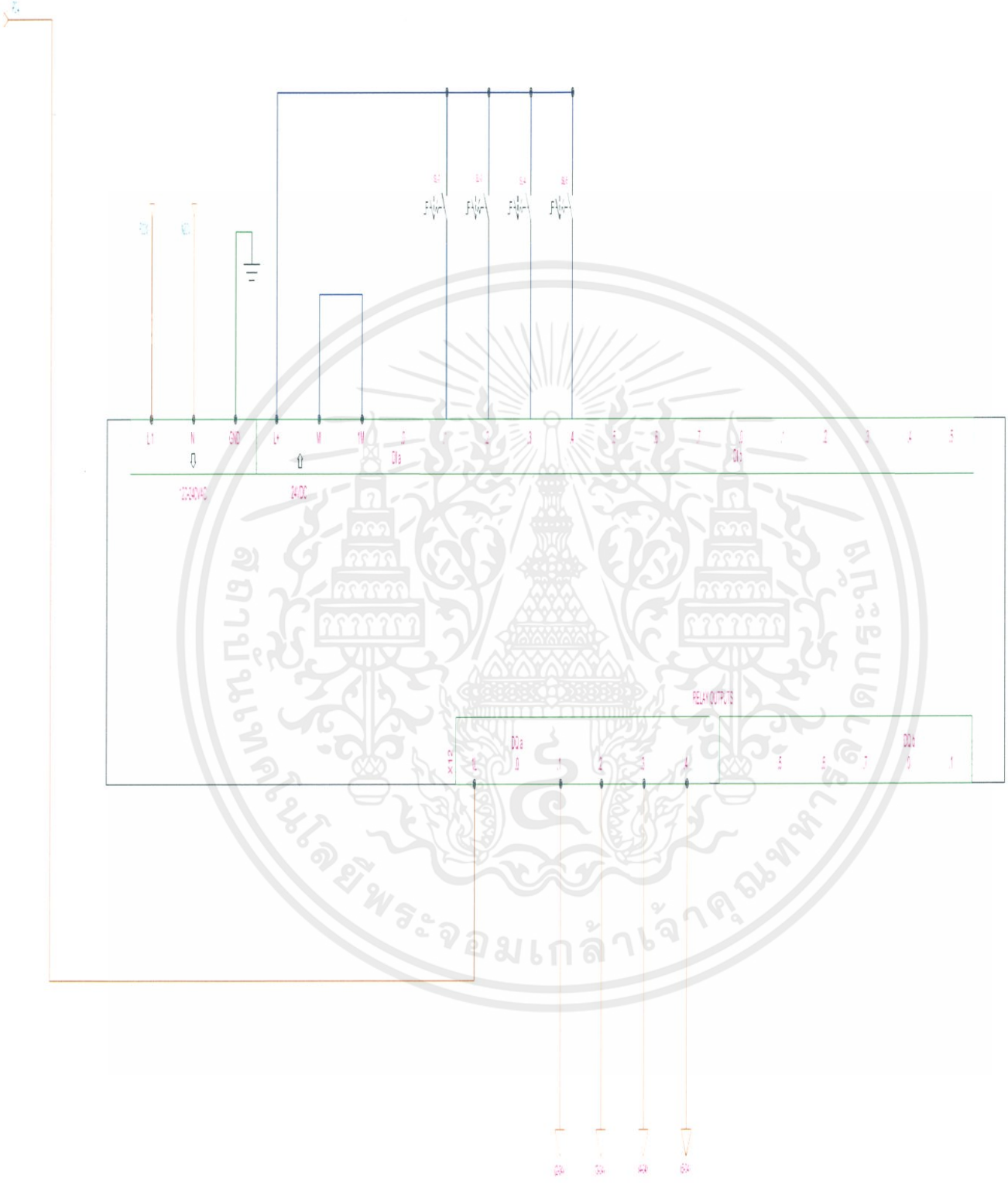
3.3.2.3 ออกแบบวงจรควบคุม

จากการศึกษาการต่อของวงจรจาก Schematic Diagram ของ Cooker Hood จากรูป 3.3.1 และ Cooker Hood ระบบกรองอากาศหมุนเวียน ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ดูดควัน และ ส่วนที่ปล่อยควันกลับคืนมาสู่ครัว โดยที่ทั้งสองระบบจะต้องทำงานพร้อมกัน โดยการต่อวงจรเดิมของตู้นั้นจะแบ่งเป็นทั้งหมด 4 Push Button Switch โดย Push Button Switch ที่ 1 ควบคุมการดูดควันของครัวที่ 1-3 , Push Button Switch ที่ 2 ควบคุมการดูดควันของครัวที่ 4-6 , Push Button Switch ที่ 3 ควบคุมการปล่อยกลับของควันของครัวที่ 1-3 และ Push Button Switch ที่ 4 ควบคุมการปล่อยกลับของควันของครัวที่ 4-6 ดังนั้นจึงเลือกใช้ Programable Logic Controller(PLC) เพราะสามารถแยก Output ได้ โดยแบ่งเป็นสองระบบคือระบบ AUTO และ ระบบ MANUAL โดยเลือกใช้ Key Selector Switch ในการแยกระบบ AUTO และ MANUAL โดยระบบ AUTO ใช้หน้าสัมผัส N.C. และระบบ MANUAL ใช้หน้าสัมผัส N.O. สำหรับระบบ MANUAL โดยต่อหน้าสัมผัส N.O. Key Selector Switch บนสวิตช์ Off Push Button โดยอยู่บนจุด (+-01)ที่ระบบแรงดัน 24 Vac และระบบ AUTO จะนำแรงดัน 220 Vac จ่ายเข้าไปที่ช่อง Source ของ PLC (L1,N และ GND) และได้ DC Input ออกมาจาก PLC โดยเลือกจ่ายไฟบวกโดยเชื่อมช่อง Mและ1Mเข้าด้วยกันและนำ L+ ไปจ่ายเข้าที่ N.C. Key Selector Switch เพื่อเป็น AUTO Input ให้กับ PLC จากนั้นนำ Input ที่ได้ไปเขียนโปรแกรม TIA Portal V14 โดยจะได้ Relay Output ออกมาจาก PLC จากนั้นนำไฟ 24 Vac มาเข้าที่ช่อง 1L เพื่อให้เป็น 24 Vac จากนั้นนำไปจ่ายเข้าให้จุด (+-04) ของ Cooker Hood ทั้ง 4 วงจร ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ใต้หน้าสัมผัสของ Overload Relay เพื่อที่เมื่อเกิดการ Overload ของมอเตอร์วงจรจะตัดไม่ให้มอเตอร์ทำงาน



รูปที่ 3.3.14 แผนผังของ Cooker Hood ในห้องครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.15 Schematic Diagram ของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3.16 Schematic Diagram ของ Cooker Hood เมื่อติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

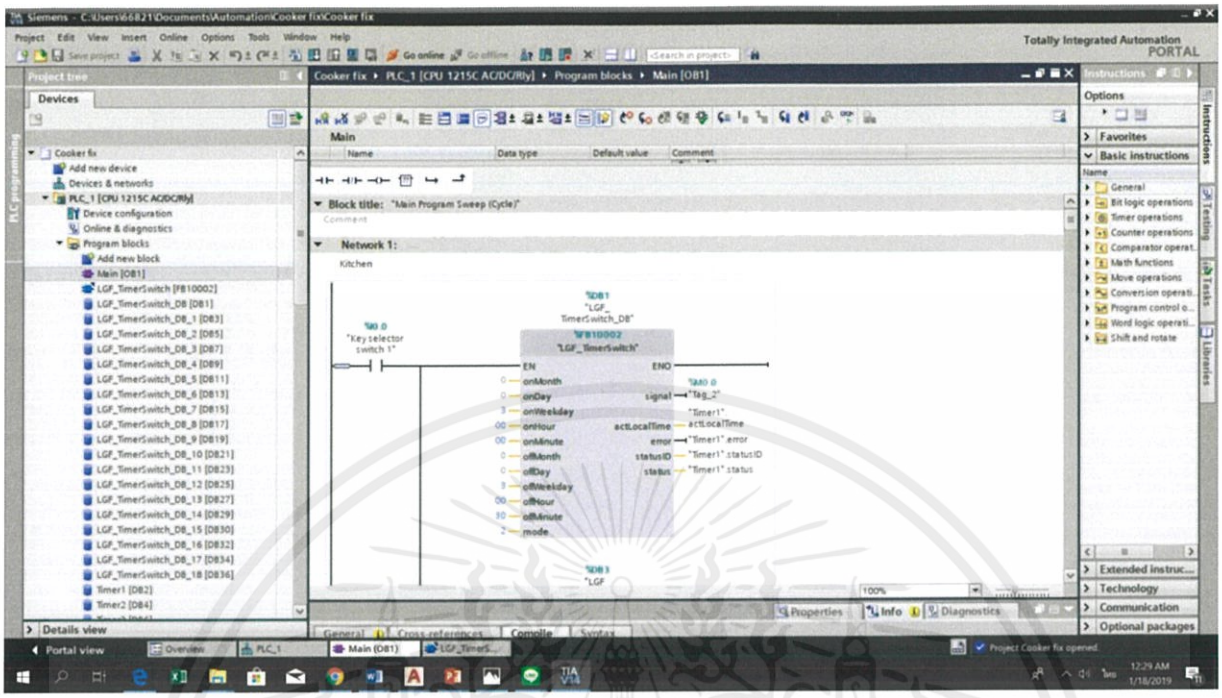
3.3.2.4 การเขียนโปรแกรมและทดสอบ

โปรแกรมถูกเขียนขึ้นโดย Siemens TIA Portal V14 โดยใช้ Library of General Functions (LGF) ซึ่งเขียนโดยทีมงาน Siemens โดยเลือกใช้ฟังก์ชัน Timer Switch เป็นฟังก์ชันที่สามารถกำหนดเวลาและวันของ Output ได้โดยตั้งเวลาตามที่ได้ตกลงไว้ฝ่ายทรัพยากรบุคคลตามรูปที่ 3.3.17 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จจึงต่อวงจรตามรูป 3.3.15 เพื่อทดสอบการทำงานของ PLC

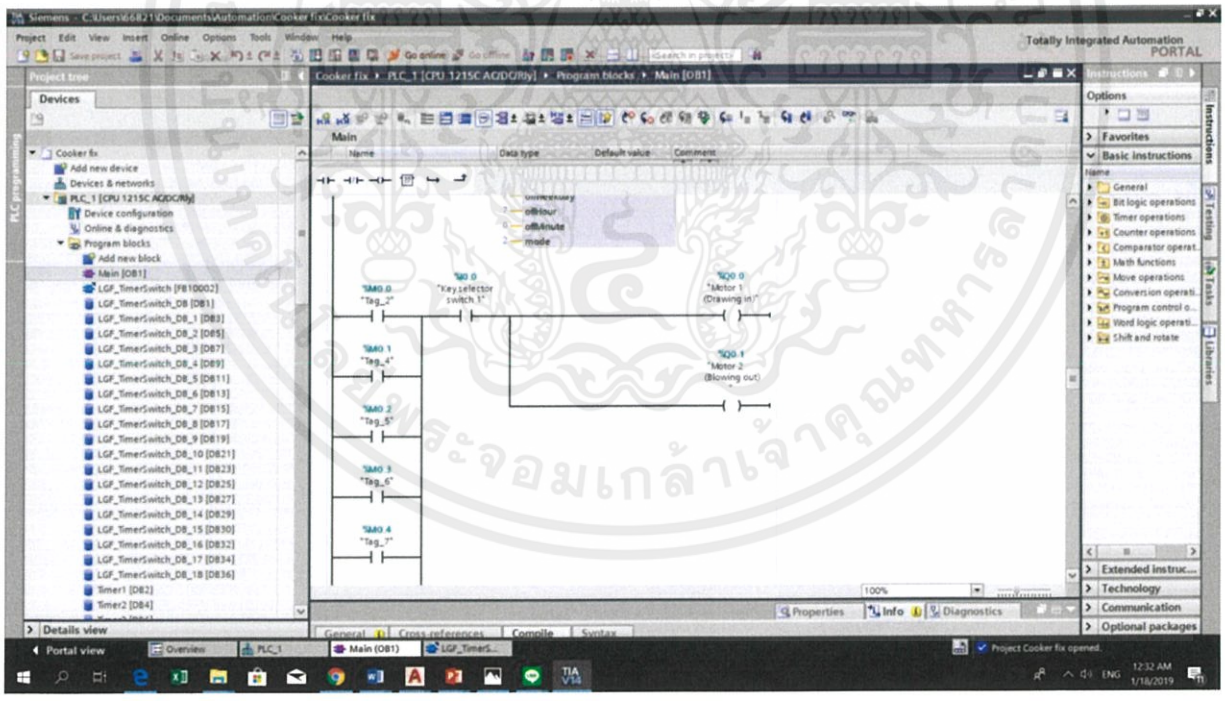
	เวลาเปิดใช้งานเก่า		เวลาเปิดใช้งานใหม่			
	ห้องครัว 1-3	ห้องครัว 4-6	ห้องครัว 1-3		ห้องครัว 4-6	
วันจันทร์	24 ชั่วโมง		03.00-07.00 09.00-12.00 18.00-21.00 23.00-00.00	11 ชั่วโมง	04.30-08.00 09.30-13.30	7.5 ชั่วโมง
วันอังคาร	24 ชั่วโมง		00.00-00.30 03.00-07.00 09.00-12.00 18.00-21.00 23.00-00.00	11.5 ชั่วโมง	01.00-03.30 04.30-08.00 09.30-13.30	10 ชั่วโมง
วันพุธ	24 ชั่วโมง		00.00-00.30 03.00-07.00 09.00-12.00 18.00-21.00 23.00-00.00	11.5 ชั่วโมง	01.00-03.30 04.30-08.00 09.30-13.30	10 ชั่วโมง
วันพฤหัสบดี	24 ชั่วโมง		00.00-00.30 03.00-07.00 09.00-12.00 18.00-21.00 23.00-00.00	11.5 ชั่วโมง.	01.00-03.30 04.30-08.00 09.30-13.30	10 ชั่วโมง
วันศุกร์	24 ชั่วโมง		00.00-00.30 03.00-07.00 09.00-12.00 18.00-21.00 23.00-00.00	11.5 ชั่วโมง	01.00-03.30 04.30-08.00 09.30-13.30	10 ชั่วโมง
วันเสาร์	8.5 ชั่วโมง		00.00-00.30 03.00-07.00	4.5 ชั่วโมง	01.00-03.30 04.30-08.00	5.5 ชั่วโมง

รูปที่ 3.3.17 ตารางเวลาการเปิด Cooker Hood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

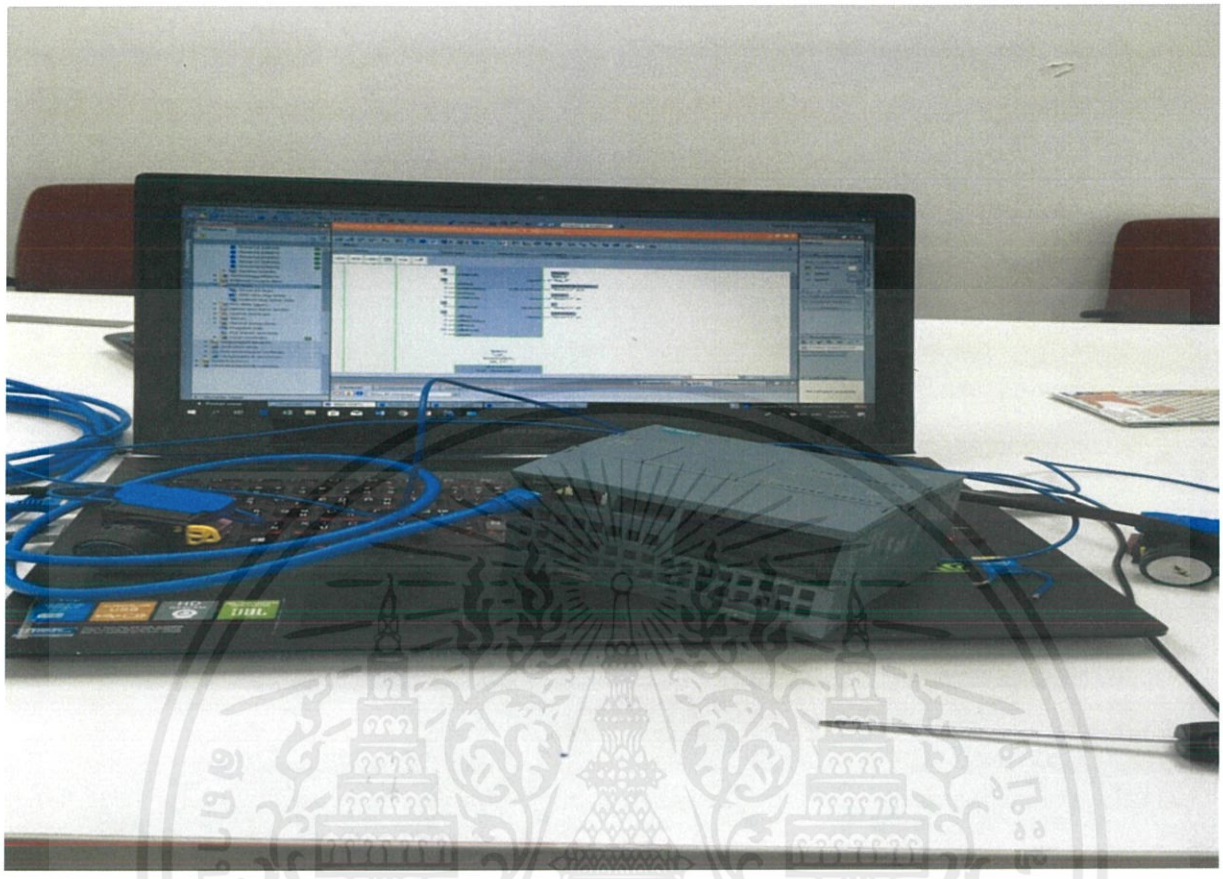


รูปที่ 3.3.18 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC



รูปที่ 3.3.19 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

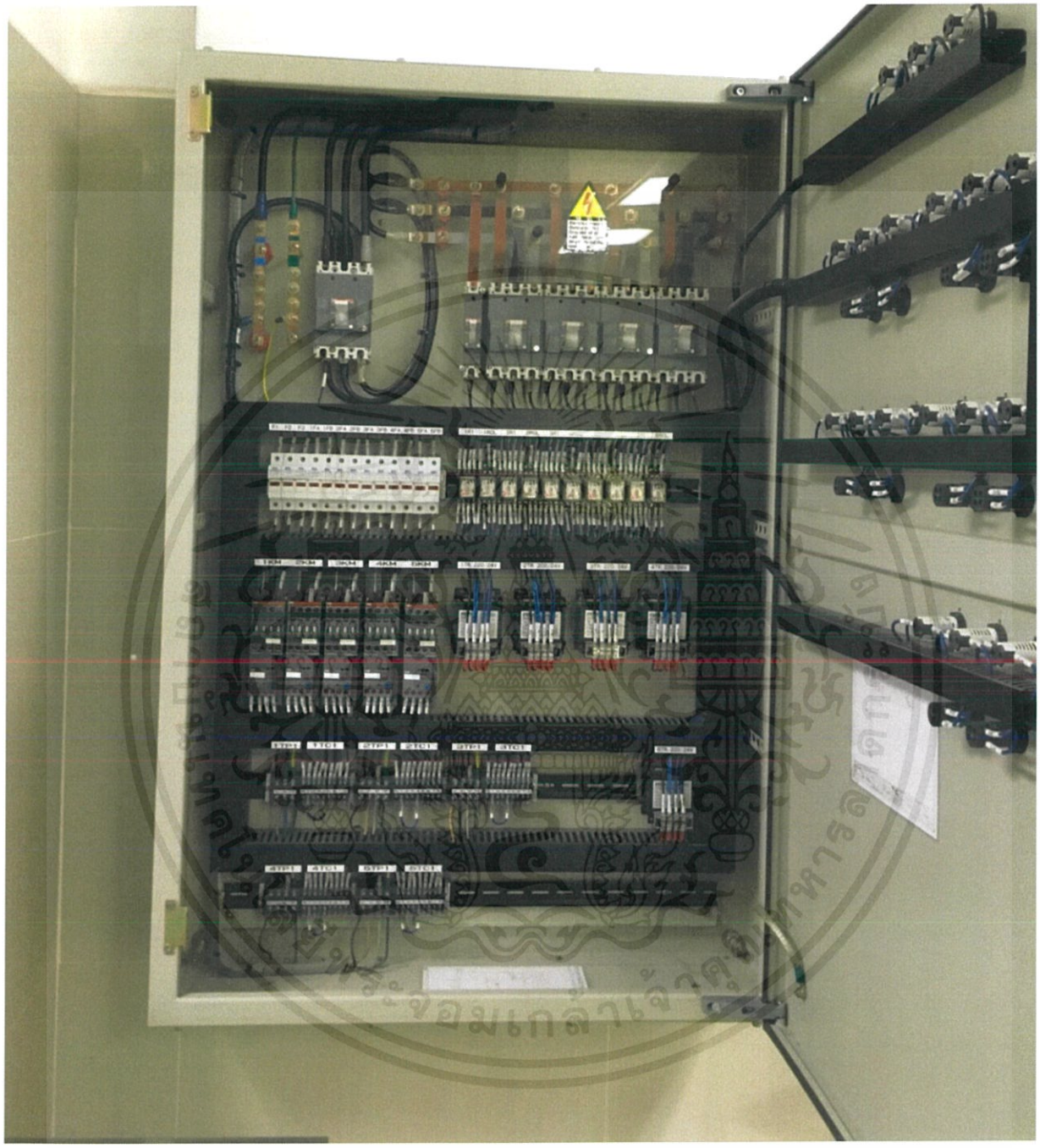


รูปที่ 3.3.20 ทดสอบการทำงานของ PLC โดยต่อวงจรตามรูป 3.3.16

3.3.2.4 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

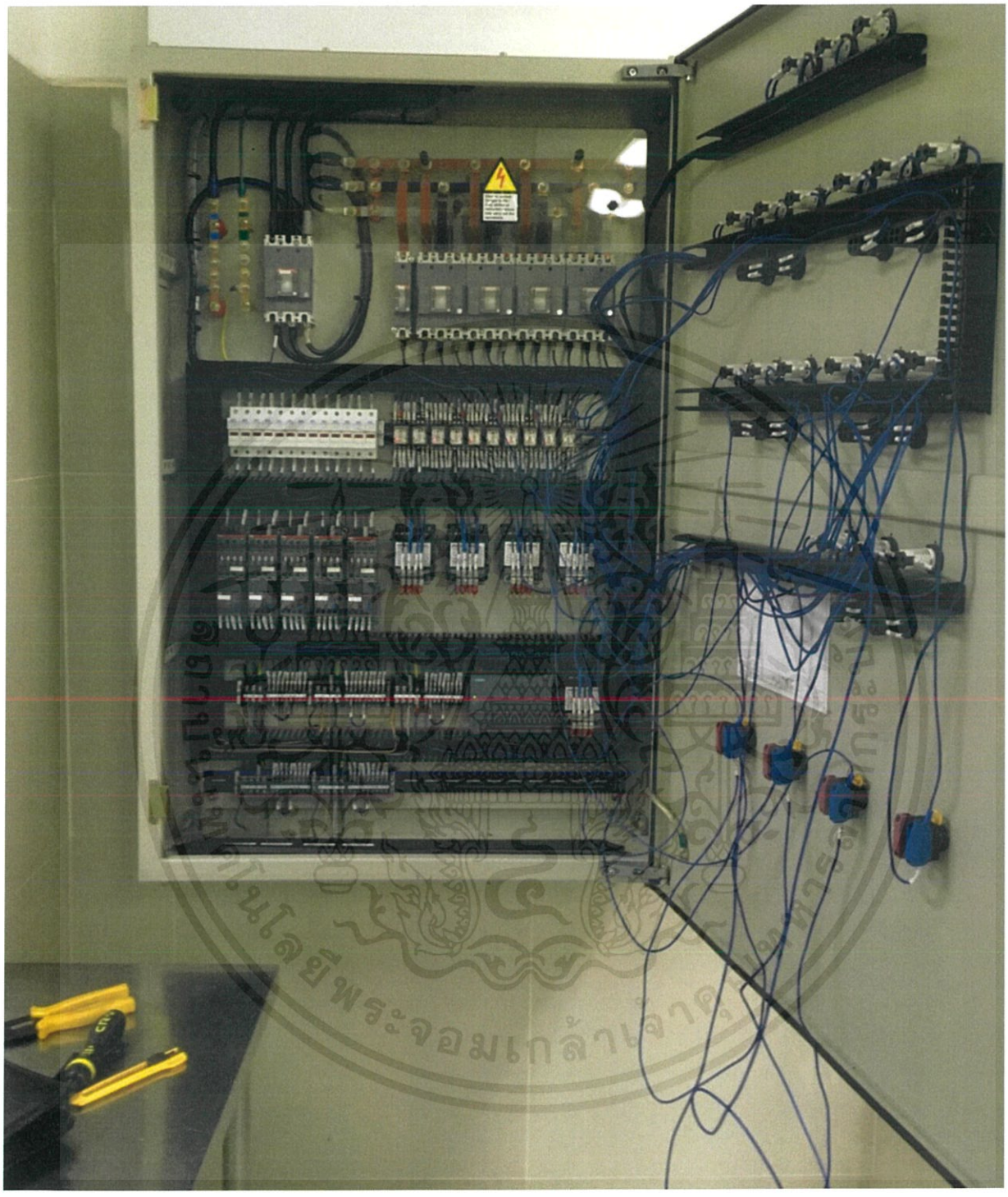
หลังจากขั้นตอนการออกแบบ,เขียนโปรแกรมและทดสอบ เริ่มการติดตั้งโดยเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ จากนั้นเริ่มจากการใช้สว่านหัว Hole Saw เจาะตู้เพื่อติดตั้ง Key Selector Switch และต่อวงจรตามรูปที่ 3.3.16 โดยนำคอมพิวเตอร์ไปที่หน้างานเพื่อเช็คการทำงานอีกทีหลังจากติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



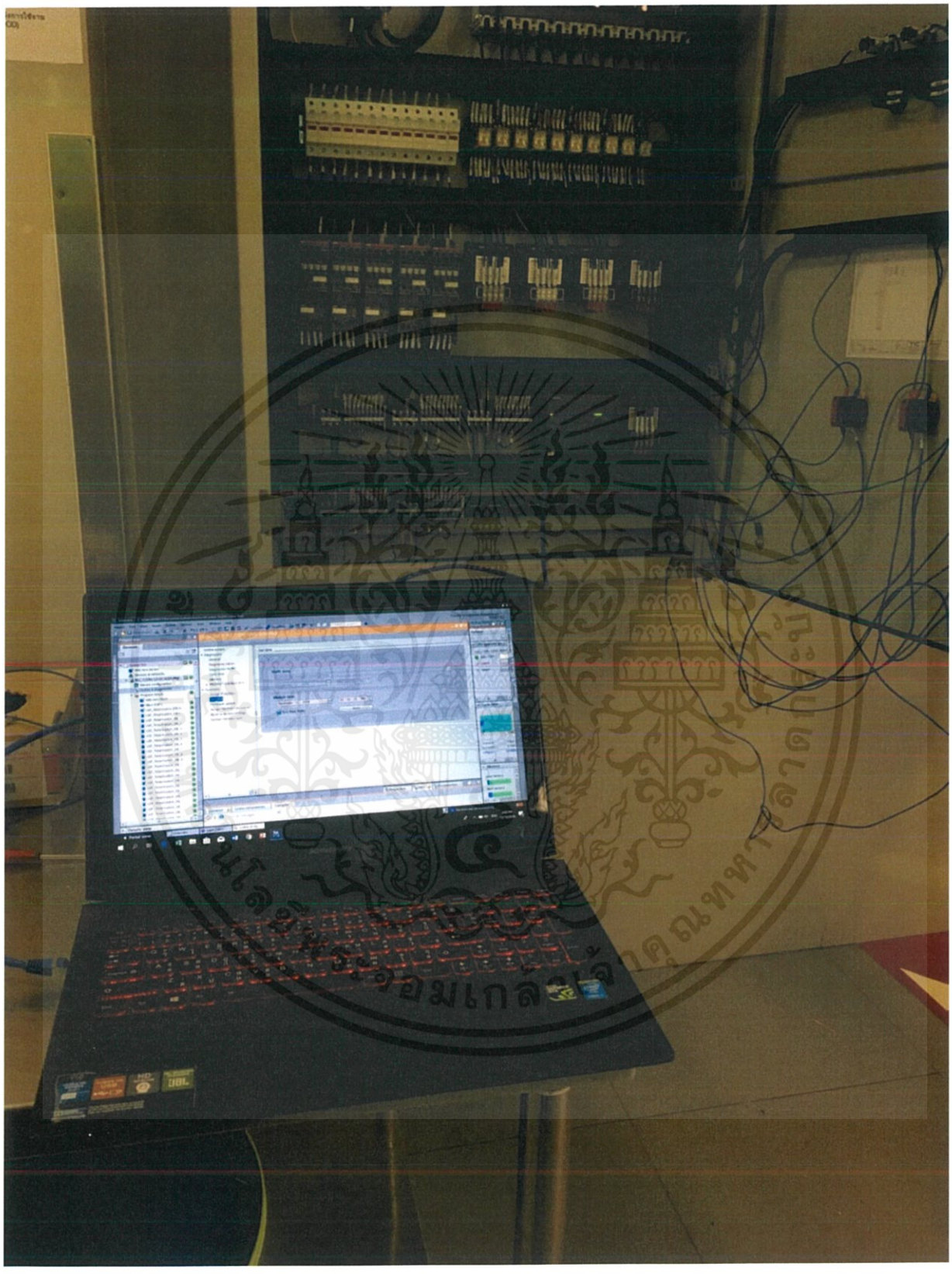
รูปที่ 3.2.21 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



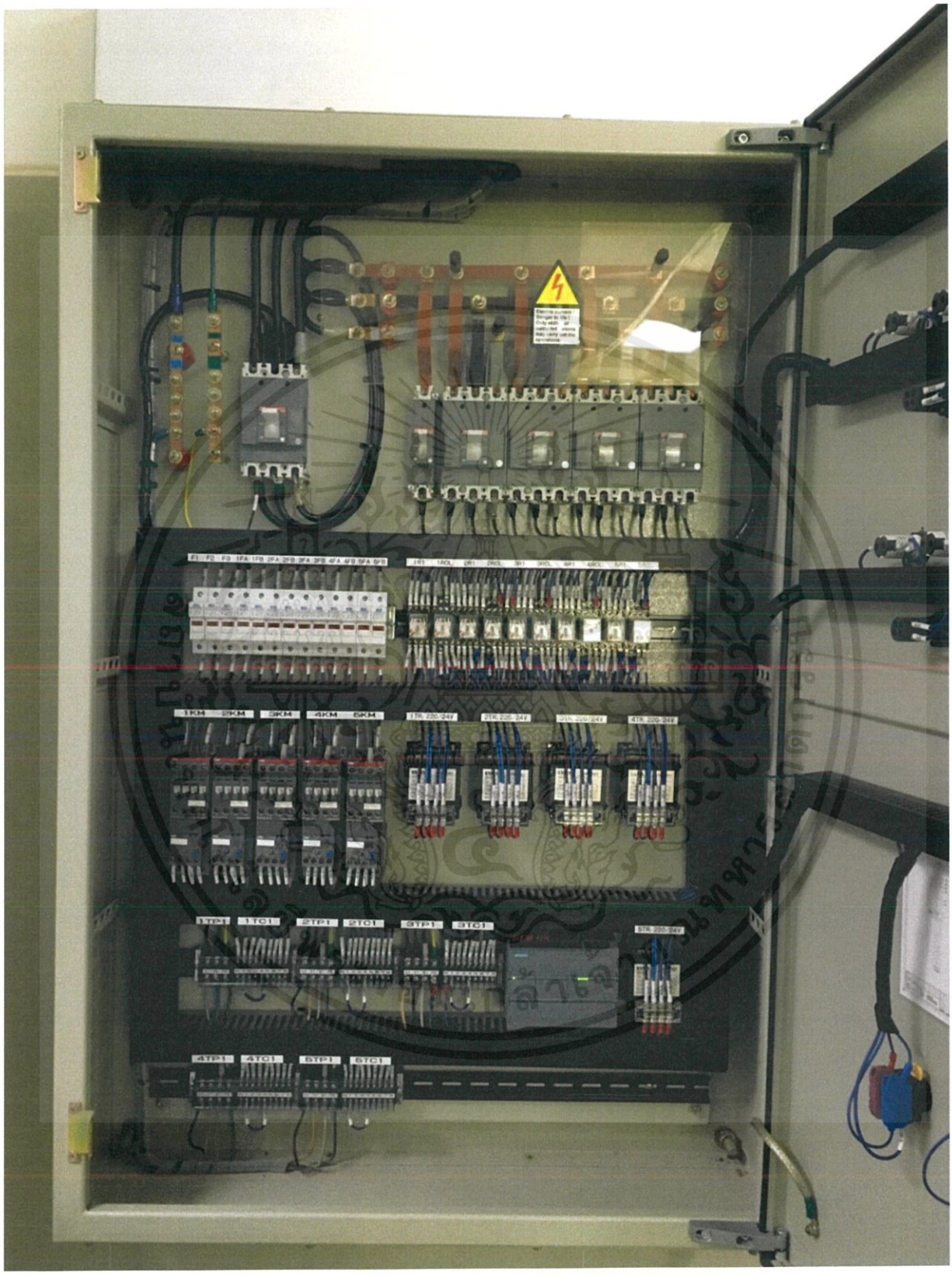
รูปที่ 3.3.21 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.22 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ขณะทดสอบการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.23 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล Cooker Hood ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระบบประหยัดพลังงานของ Fan Coil Unit (FCU)

3.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.4.1.1 Siemens S7-1200 1215 AC/DC/Relay Programable Logic Controller

3.4.1.2 Siemens Magnetic Contractor

3.4.1.3 Omron 24 Vac Relay

3.4.1.4 โปรแกรม Siemens TIA Portal V14

3.4.1.4 สายไฟ 2.5 sq.mm. IEC 01 และ สายไฟคอนโทรล 1 sq.mm. VSF

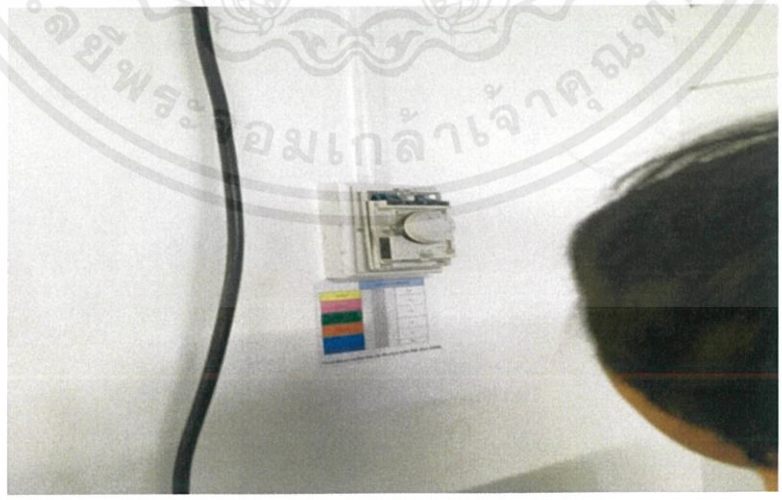
3.4.1.5 เทอร์มินอลบล๊อค

3.4.1.6 Key Selector Switch

3.4.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน

3.4.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรลของ FCU ในโรงอาหาร

เนื่องจากการดำเนินงานต้องทราบการใช้กำลังไฟฟ้าของ FCU โดย FCU นั้นถูกควบคุมผ่านรีโมทคอนโทรลดังรูปที่ 3.4.1 โดยตัว FCU นั้นไม่มี Schematic Diagram ดั้งเดิมเนื่องจากติดตั้งมาเป็นเวลานาน แต่จากการวิเคราะห์จากหน้างานจะได้ Schematic Diagram พอสังเขปดังรูปที่ 3.4.2



3.4.1 รีโมทคอนโทรลของ FCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4.2 Schematic Diagram ของ FCU

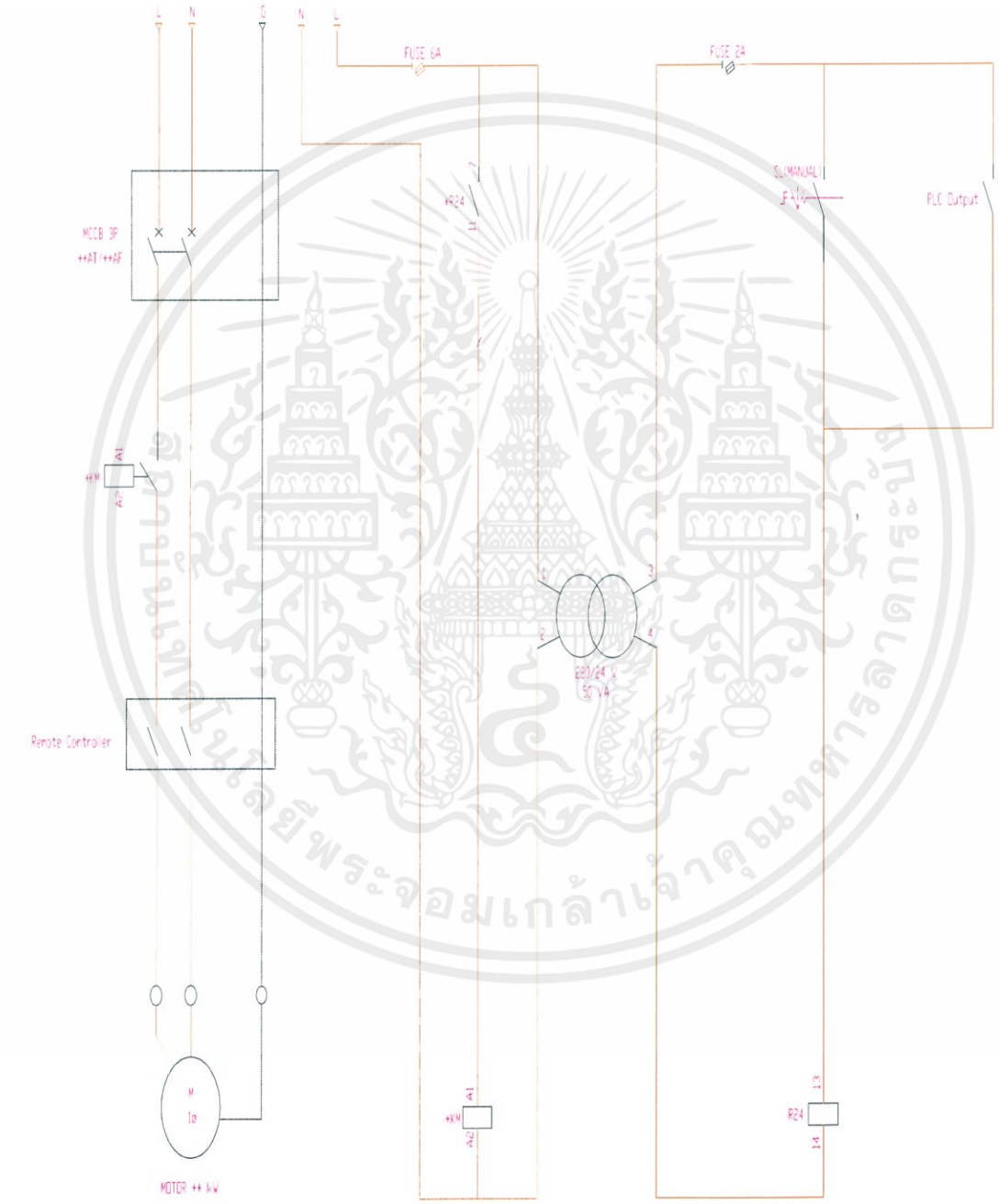
จากรูปที่ 3.4.2 อาจจะมีการส่งสัญญาณจากปุ่ม ON/OFF มาเพื่อปิดสวิตช์ของ Remote Control

3.4.2.2 ออกแบบวงจรควบคุม

เนื่องจากได้ติดตั้ง PLC ไปแล้วในตู้คอนโทรล Cooker Hood ดังนั้นจึงใช้ Key Selector Switch ในการแยกระหว่างระบบ AUTO และ ระบบ MANUAL โดยระบบ MANUAL นั้นจะต่อไฟ 24 Vac ผ่าน N.O. Key Selector Switch ไปยัง 24 Vac Coil Relay และระบบ AUTO นำ L+ ของ PLC ไปจ่ายเข้าที่ N.C. Key Selector Switch เพื่อเป็น AUTO Input ให้กับ PLC จากนั้นนำ Input ที่ได้ไปเขียนโปรแกรม TIA Portal V14

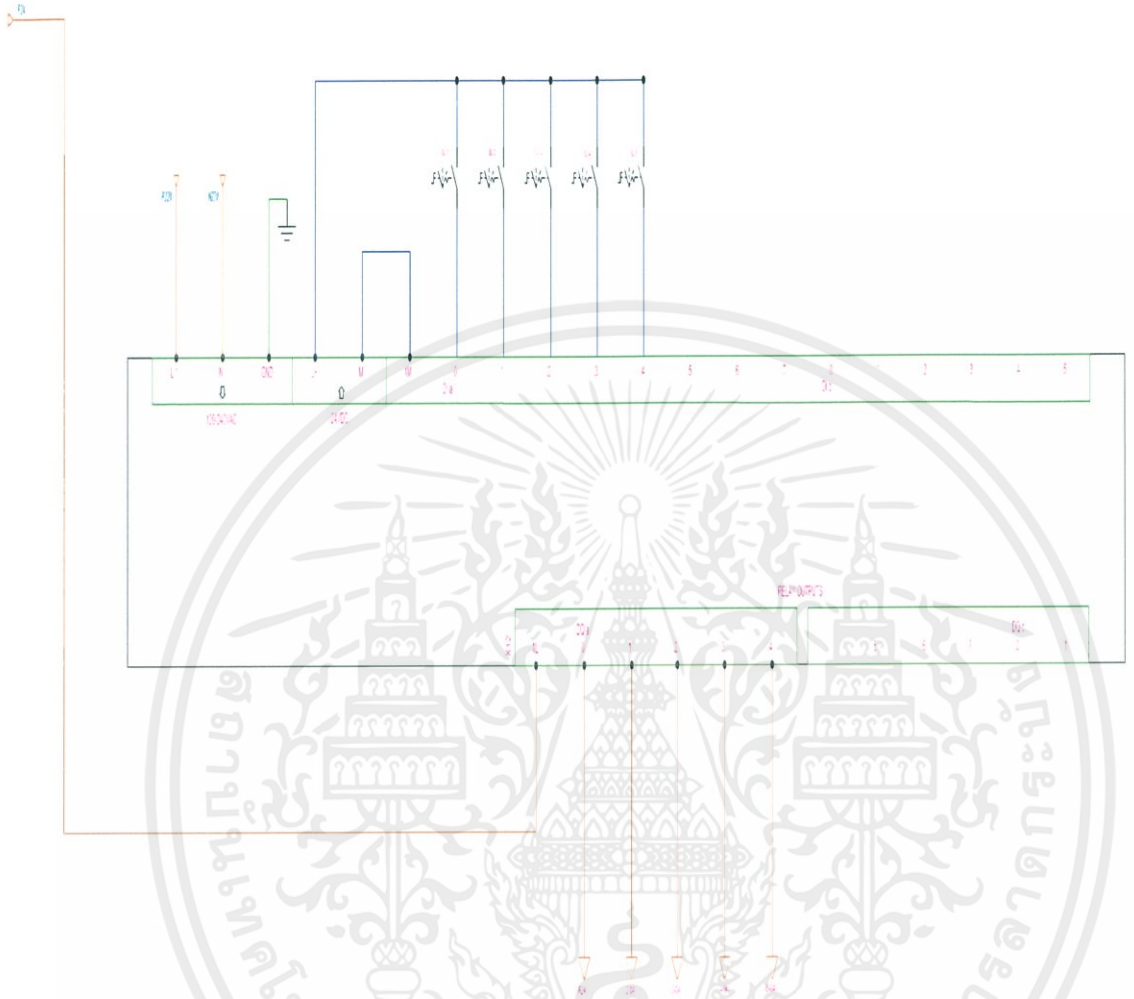
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะได้ 24 Vac Output จากนั้นนำไปจ่ายให้ 24 Vac Coil Relay โดย ระบบ AUTO และ MANUAL ต่อขนานกันอยู่ จากนั้นนำแรงดัน 220 Vac จ่ายให้กับหน้าสัมผัสของ Relay เพื่อนำไปสู่ 220 Vac Coil Magnetic Contractor เพื่อให้ FCU (Fan Coil Unit) ทำงานดังรูปที่ 3.4.3



รูปที่ 3.4.3 Schematic Diagram ของ FCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

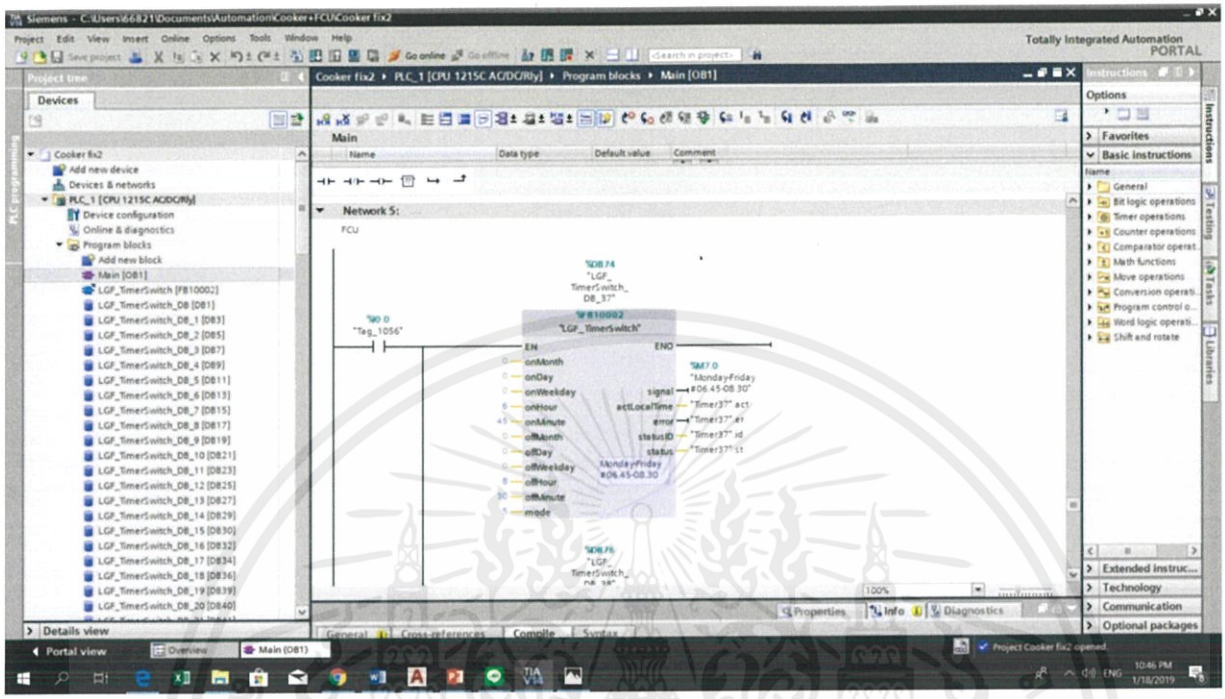


รูปที่ 3.4.4 Schematic Diagram ของ PLC

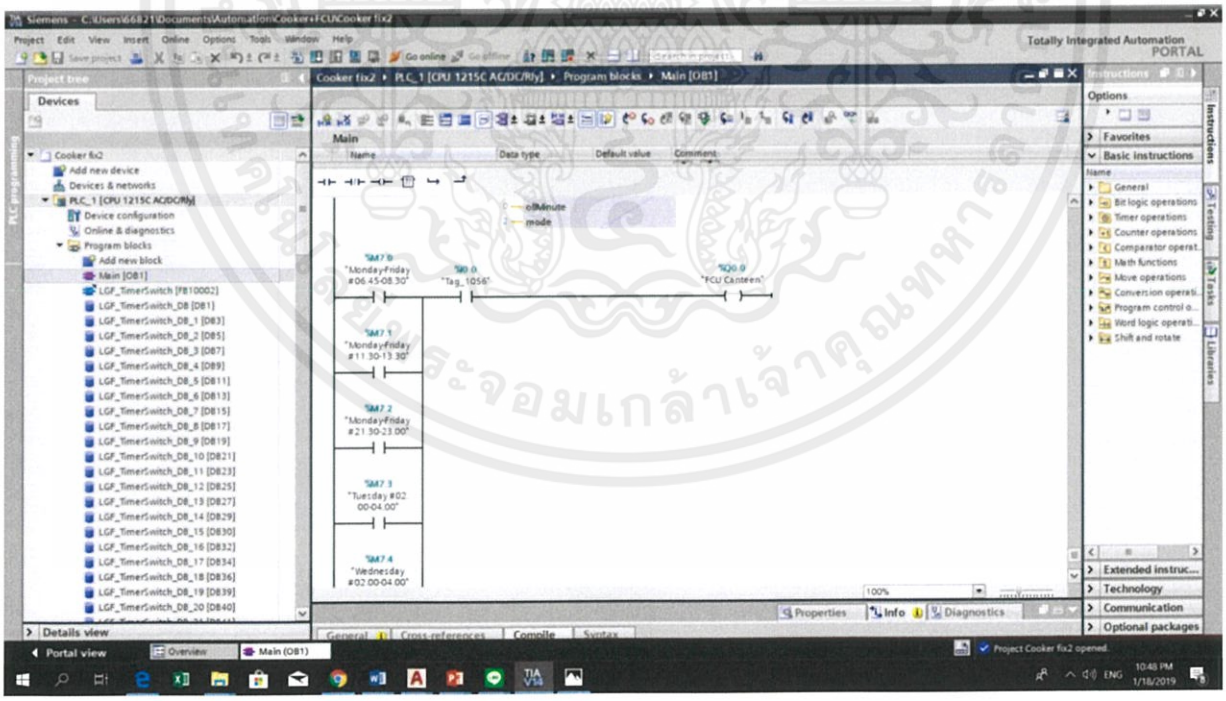
3.2.4 การเขียนโปรแกรมและทดสอบ

โปรแกรมถูกเขียนขึ้นโดย Siemens TIA Portal V14 โดยใช้ Library of General Functions (LGF) ซึ่งเขียนโดยทีมงาน Siemens โดยเลือกใช้ฟังก์ชัน Timer Switch เป็นฟังก์ชันที่สามารถกำหนดเวลาและวันของ Output ได้โดยตั้งเวลาตามเวลาของ AHU ดังรูป 3.2.17 เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จจึงต่อวงจรตามรูป 3.4.3 และ 3.4.4 เพื่อทดสอบการทำงานของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.5 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC

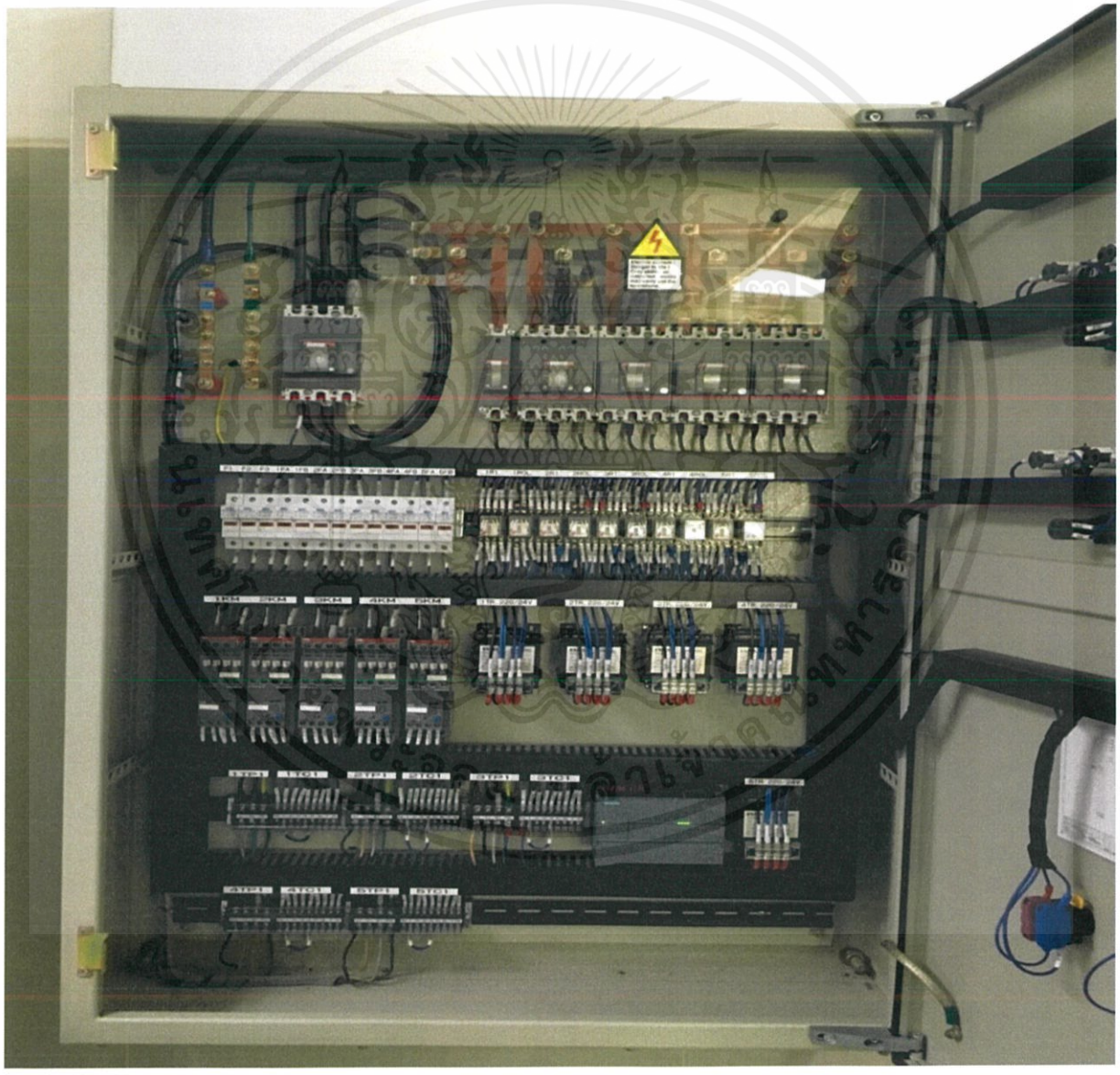


รูปที่ 3.4.6 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

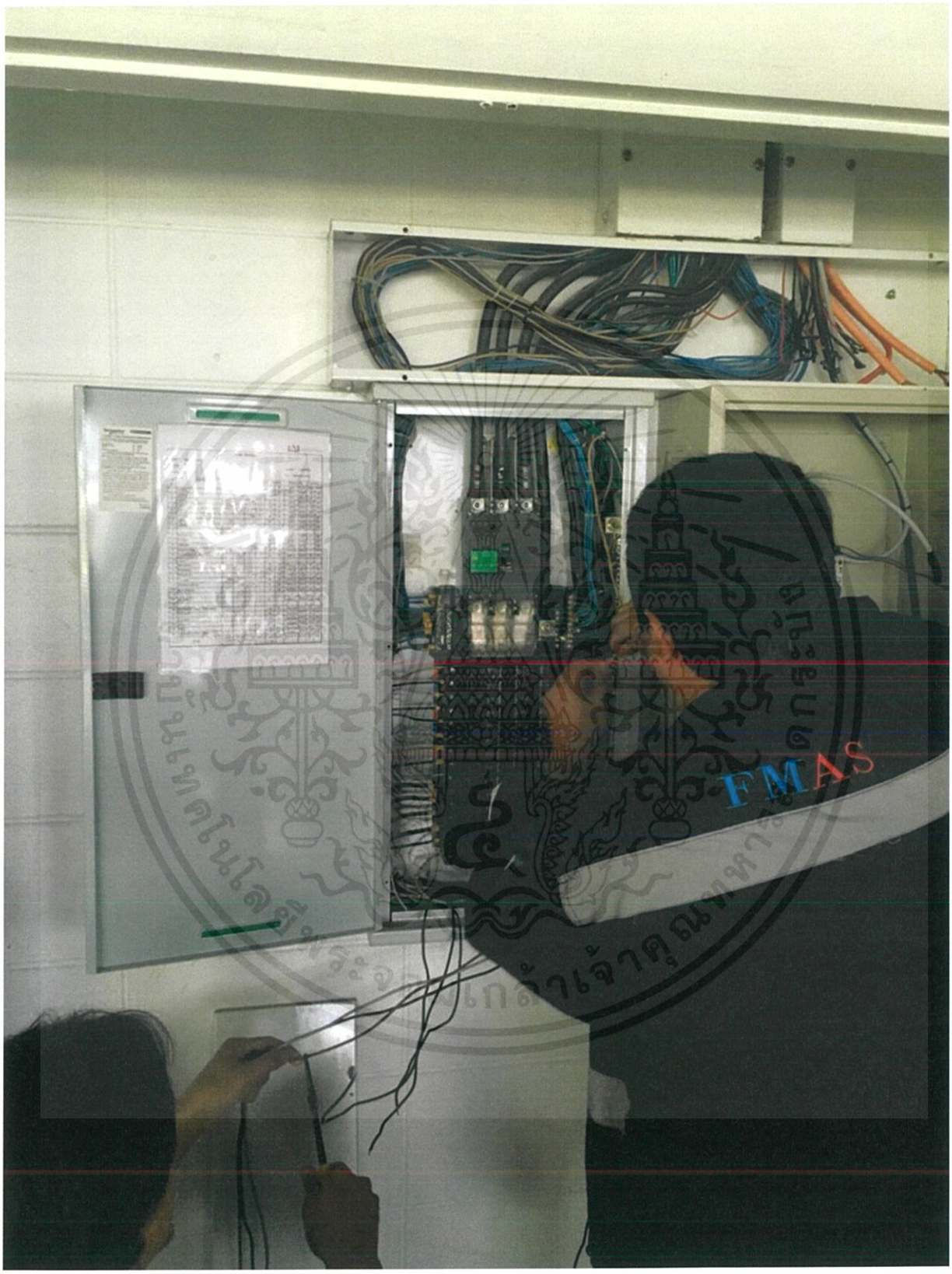
3.3.2.4 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

หลังจากขั้นตอนการออกแบบและเขียนโปรแกรม เริ่มการติดตั้งโดยเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ จากนั้นเริ่มจากการใช้สว่านหัว Hole Saw เจาะตู้เพื่อติดตั้ง Key Selector Switch และต่อวงจรตามรูปที่ 3.4.3 และ 3.4.4 โดยนำคอมพิวเตอร์ไปที่หน้างานเพื่อเช็คการทำงานอีกทีหลังจากติดตั้ง



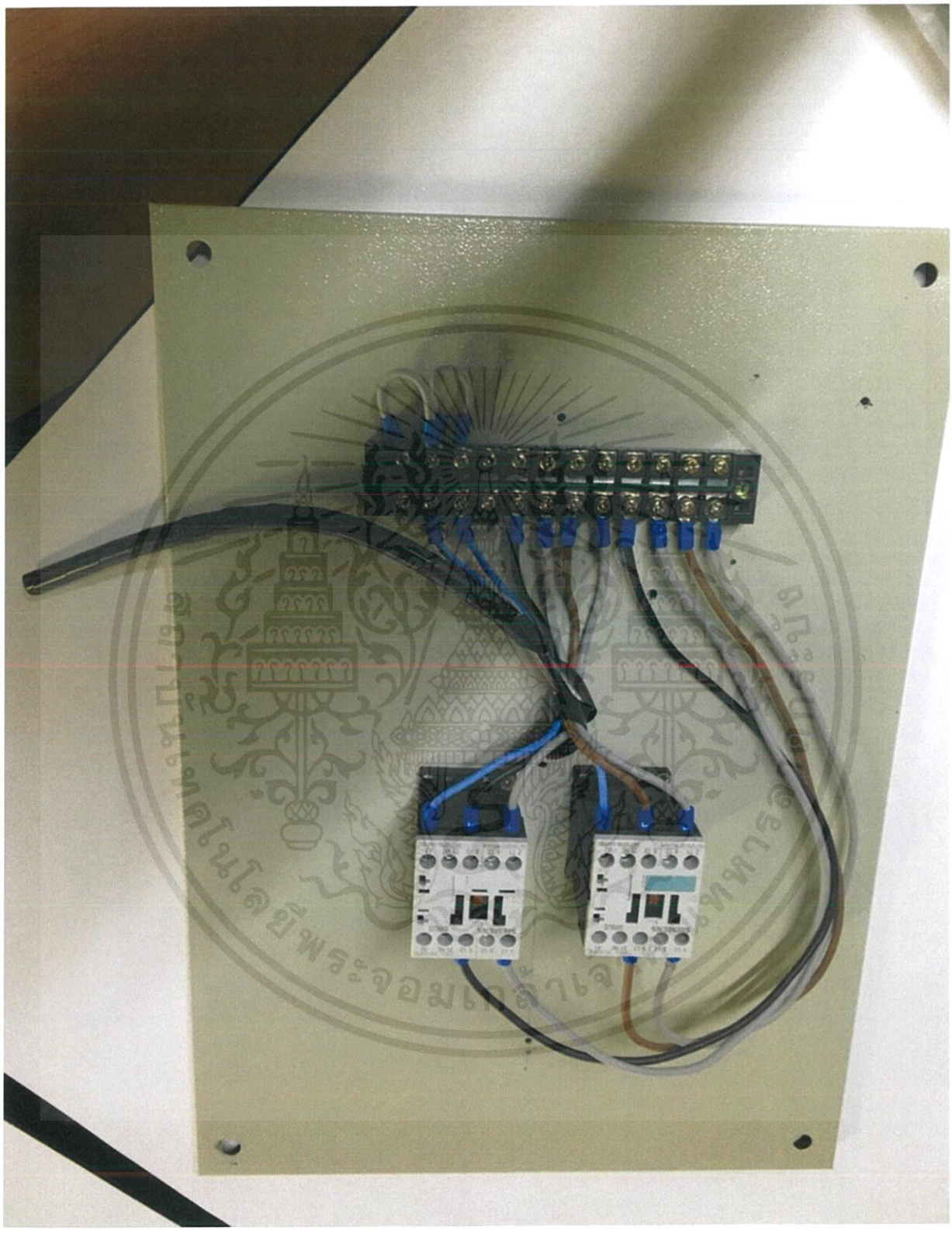
รูปที่ 3.4.7 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU ก่อนติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



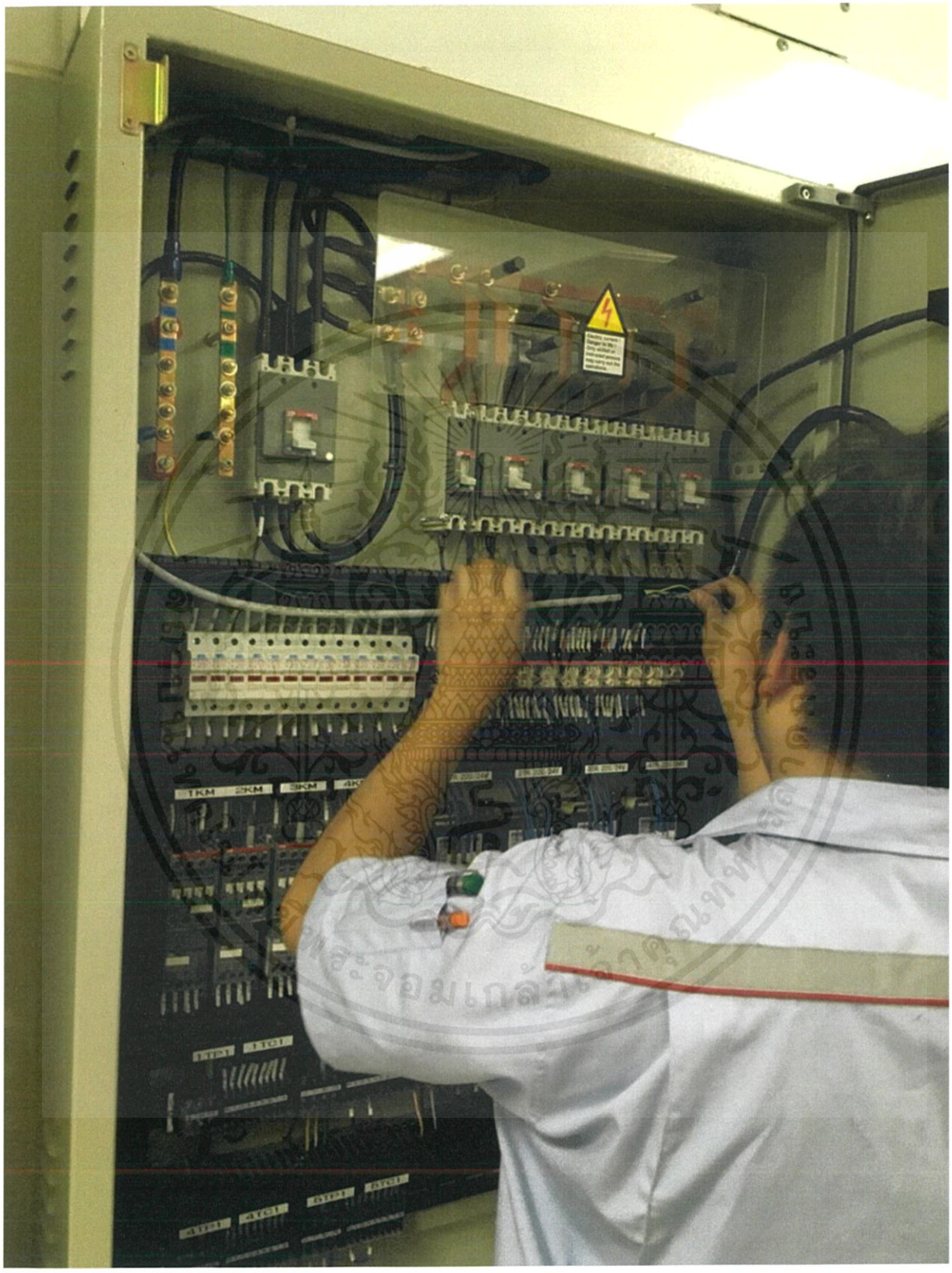
รูปที่ 3.4.8 ตู้เซอร์กิตเบรกเกอร์ของ FCU ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



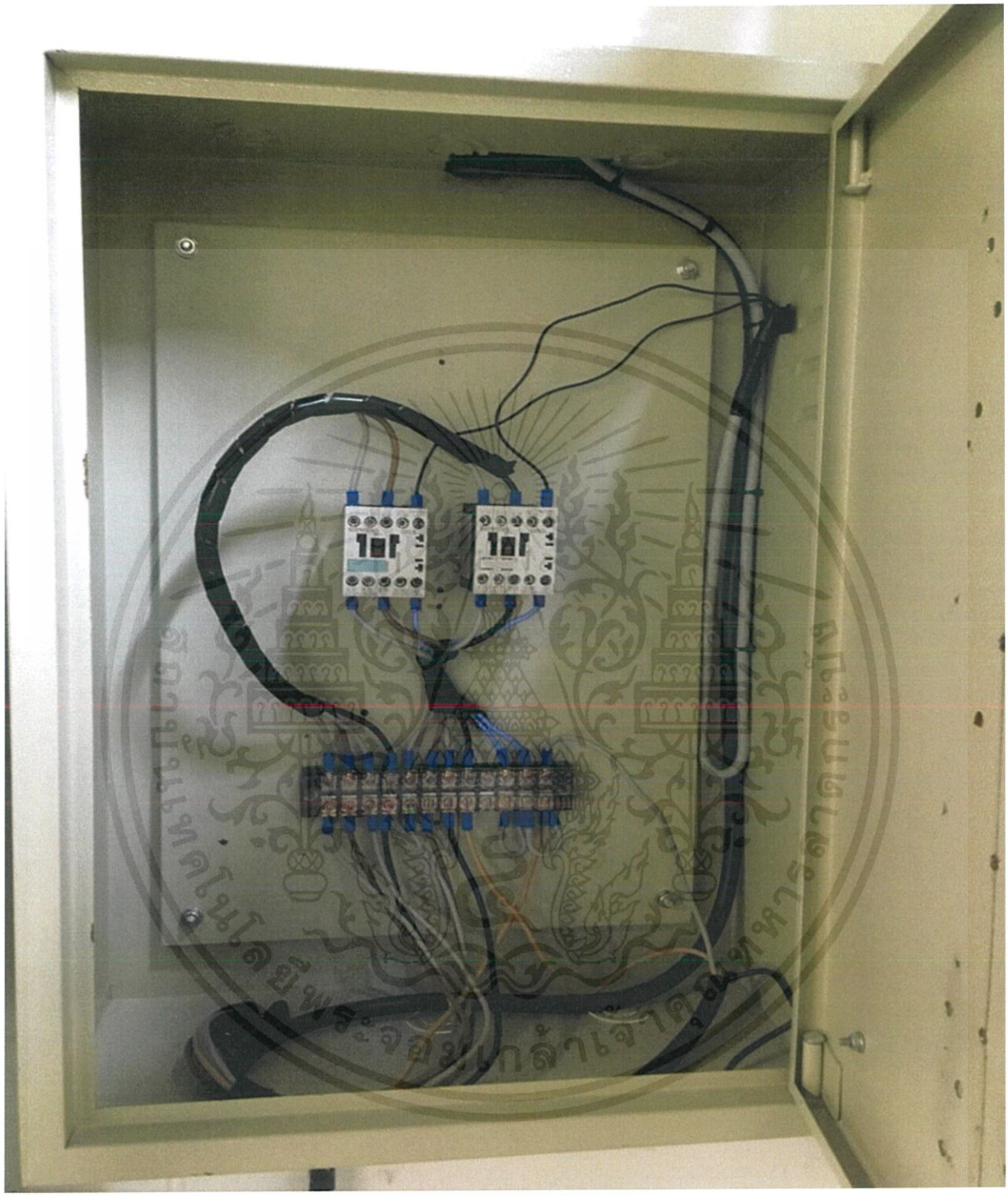
รูปที่ 3.4.9 Magnetic Contractor เชื่อมต่อกับ Terminal เพื่อเชื่อมไปยัง Remote Control และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



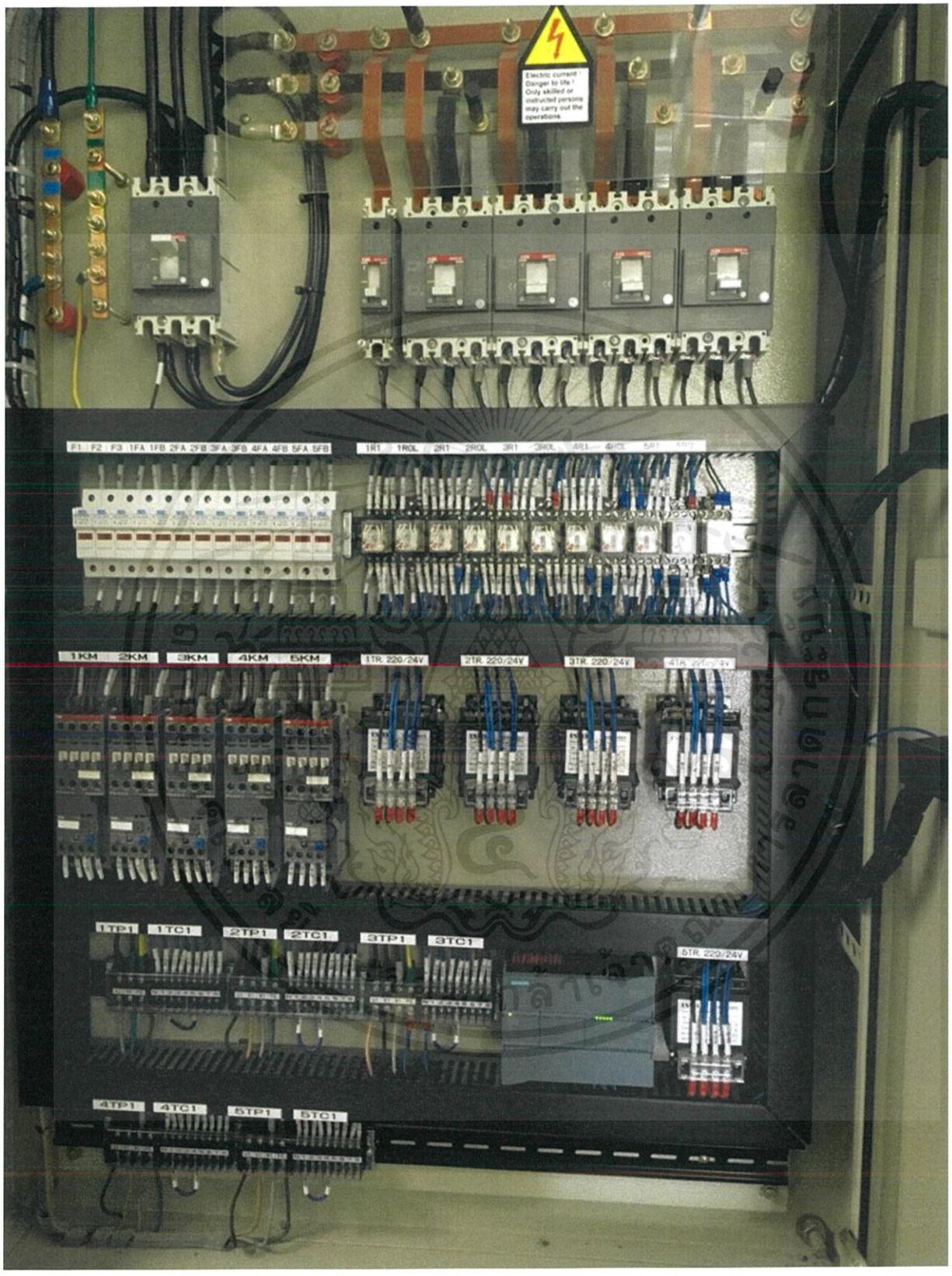
รูปที่ 3.4.10 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU ขณะติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



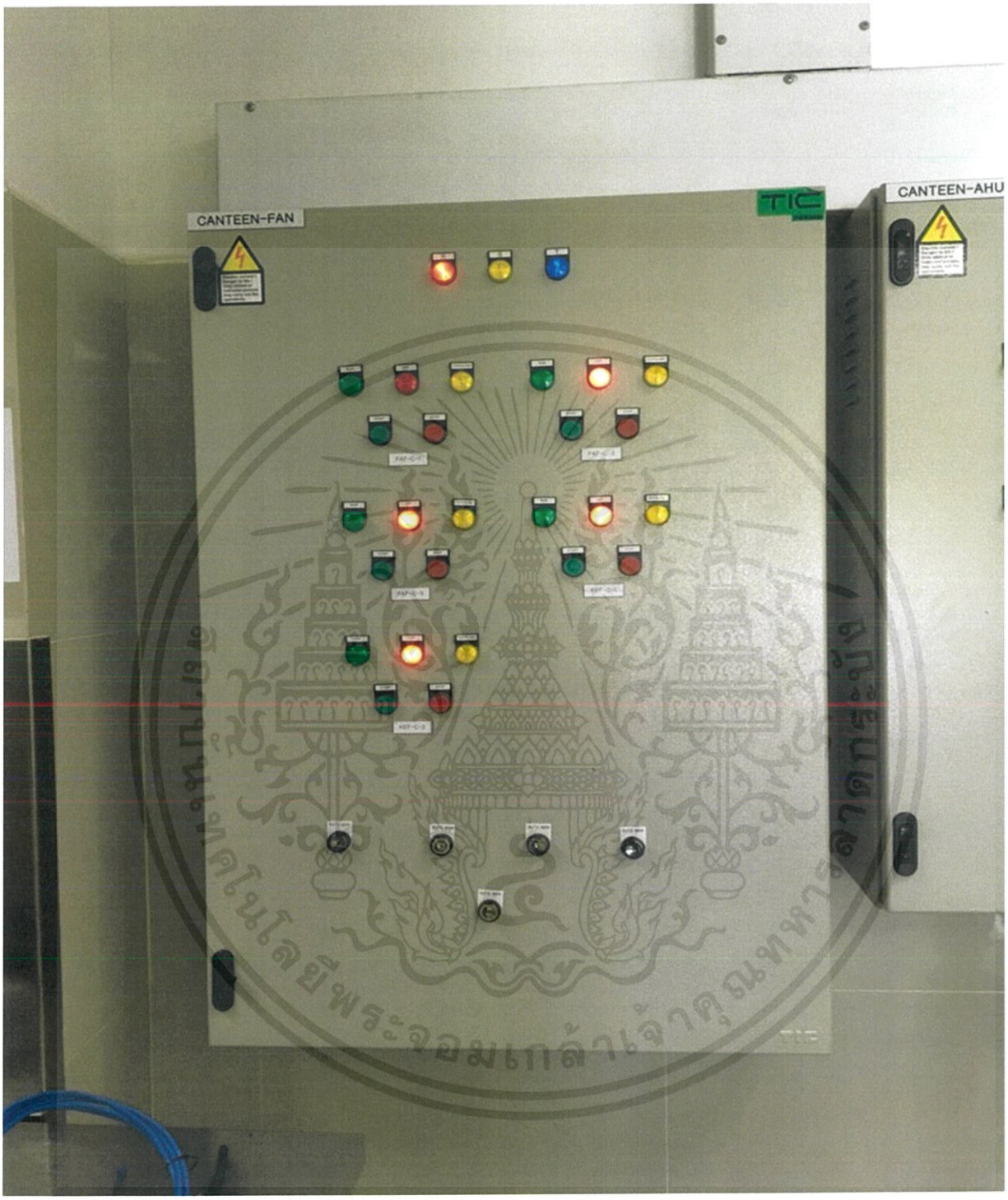
รูปที่ 3.4.11 Magnetic Contractor เชื่อมต่อกับ Terminal เพื่อเชื่อมไปยัง Remote Control และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.12 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4.13 ตู้ไฟฟ้าและคอนโทรล FCU หลังติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ระบบประหยัดพลังงานของ High Bay Lighting

3.5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.5.1.1 Siemens S7-1200 1215 AC/DC/Relay Programable Logic Controller

3.5.1.2 Omron 220 Vac Relay

3.5.1.3 Omron 24 Vdc Relay

3.5.1.4 โปรแกรม Siemens TIA Portal V14

3.5.1.4 สายไฟ 2.5 sq.mm. IEC 01 และ สายไฟคอนโทรล 1 sq.mm. VSF

3.5.1.5 เทอร์มินอลบล๊อค

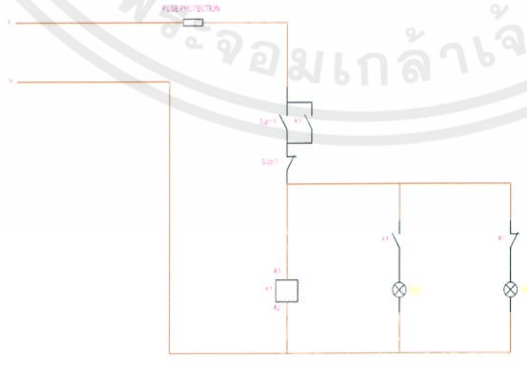
3.5.1.6 Key Selector Switch

3.5.1.7 อุปกรณ์ติดตั้งตู้ PLC เช่น 16 AT เซอร์กิตเบรกเกอร์ ตู้ไฟ รางสายไฟ และอื่นๆ

3.5.2 สรุปวิธีการดำเนินงาน

3.5.2.1 ศึกษาการทำงานของตู้คอนโทรลของ High Bay Lighting ในโรงอาหาร

เนื่องจากการดำเนินงานต้องทราบการใช้กำลังไฟฟ้าของ High Bay Lighting โดย High Bay Lighting นั้นมีตู้คอนโทรลแต่เนื่องจากติดตั้งมาเป็นเวลานานทำให้ไม่มี Schematic Diagram แต่จากการวิเคราะห์จากหน้างานจะได้ Schematic Diagram พอสังเขปดังรูปที่ 3.4.2



3.5.1 Schematic Diagram ของ High Bay Lighting แบบสังเขป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ High Bay Lighting

วัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของ High Bay Lighting โดยวัดจาก High Bay Lamp ที่กำลังจะติดตั้งโดยต่อแรงดัน 220 Vac ไปจ่ายให้กับ High Bay Lamp และนำ Clamp meter ไปคล้องที่สาย L หรือ N ก็ได้ โดยเลือกคล้องที่ L ได้พลังงานดังรูป 3.5.2

รูปที่ 3.5.2 กระแสไฟฟ้าของ High Bay Lamp

โดยมีทั้งหมด 160 หลอดในไลน์ผลิต และ Power Factor ของหลอดไฟเท่ากับ 0.95 ตามรูปที่ 3.5.3

GreenPerform Highbay G3

Warranty period	3 years
Constant light output	No
Number of products on MCB	11
Operating and Electrical	
Input voltage	220-240 V
Input frequency	50 to 60 Hz
Inrush current	46 A
Inrush time	0.44 ms
Power factor (min.)	0.95

Initial Performance (IEC Compliant)	
Initial luminous flux	16000 lm
Luminous flux tolerance	+/-10%
Initial LED luminaire efficacy	133 lm/W
Init. Corr. colour temperature	8500 K
Init. colour rendering index	>80
Initial chromaticity	(0.313,0.324)SDCM<5
Initial input power	120 W
Power consumption tolerance	+/-10%

รูปที่ 3.5.3 Power Factor ของหลอดไฟ

โดยคิดค่ากำลังจริงได้จาก ; P = S x P.F. → สมการที่ 6

P = V x I x P.F. → สมการที่ 7

P = 220 x 0.48 x 0.95 = 100.32 W

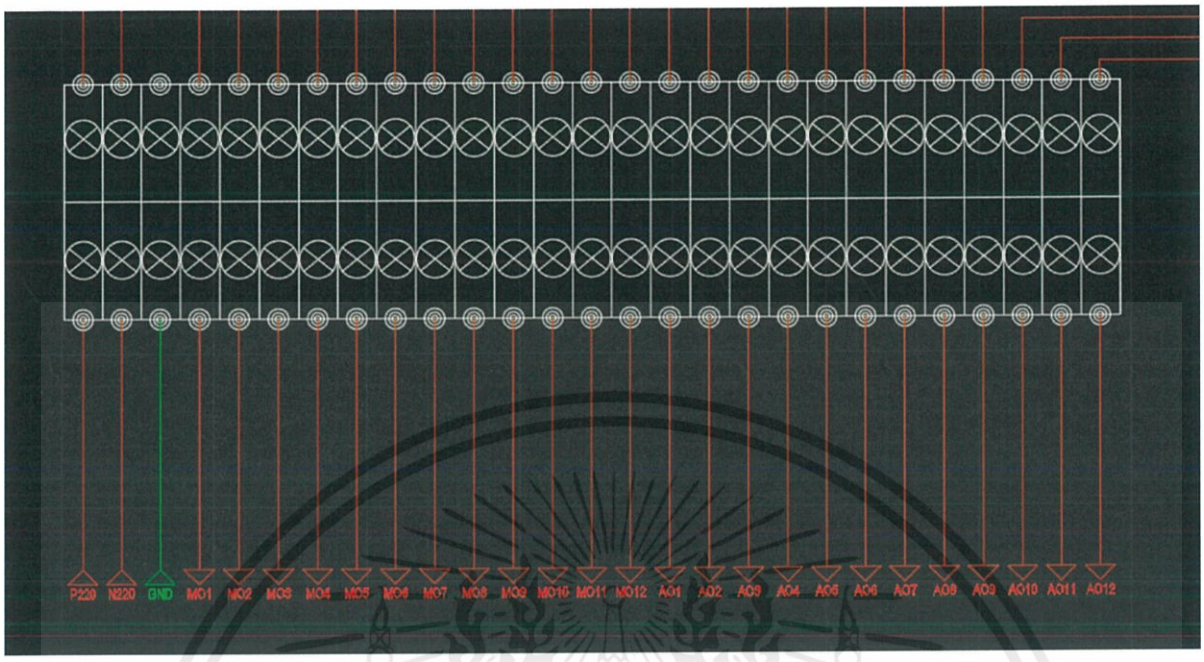
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.3 ออกแบบวงจรควบคุม

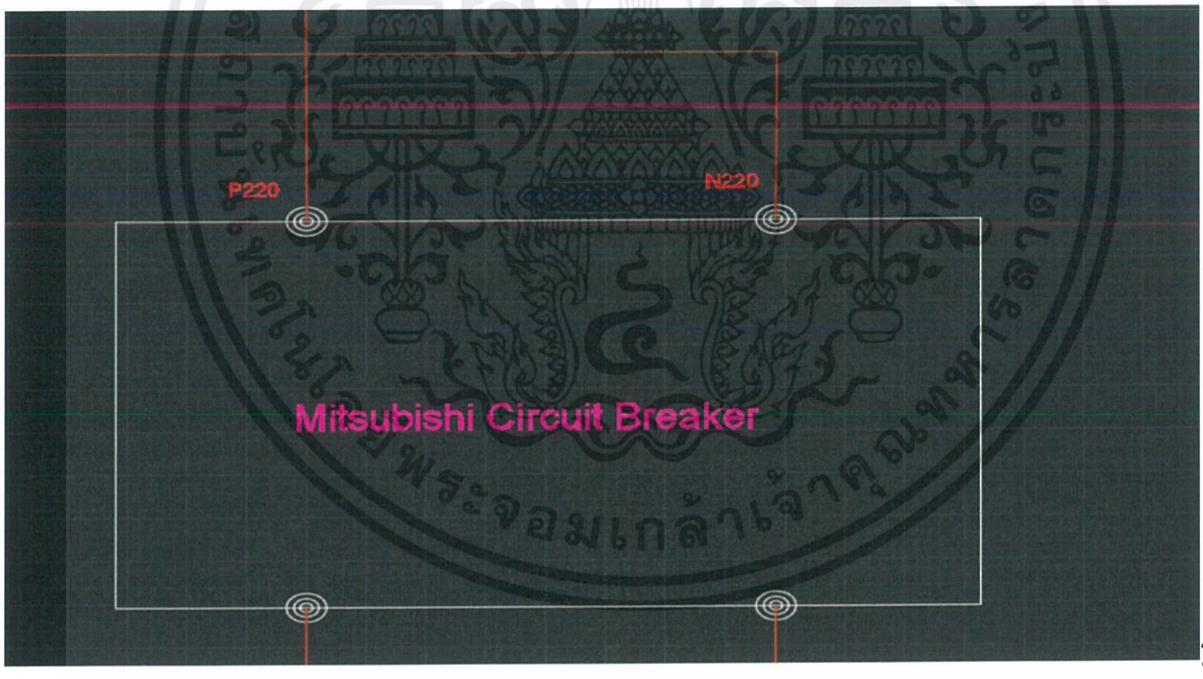
ควบคุมผ่าน PLC โดยสร้างตู้สำหรับ PLC โดยมี 16 AT Circuit Breaker เป็นตัวตัดวงจร โดยแยกระบบ AUTO และ MANUAL โดย Key Selector Switch โดยระบบ MANUAL โดยนำ N.O. Key Selector Switch ไปต่ออยู่บนสวิตช์ Stop และระบบ AUTO นั้นจะต่อผ่าน PLC ดังรูป 3.5.5 จะได้ External Relay มาต่อขนานกับระบบ MANUAL ดังรูป 3.5.4

รูปที่ 3.5.4 วงจรควบคุมของ High Bay Lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

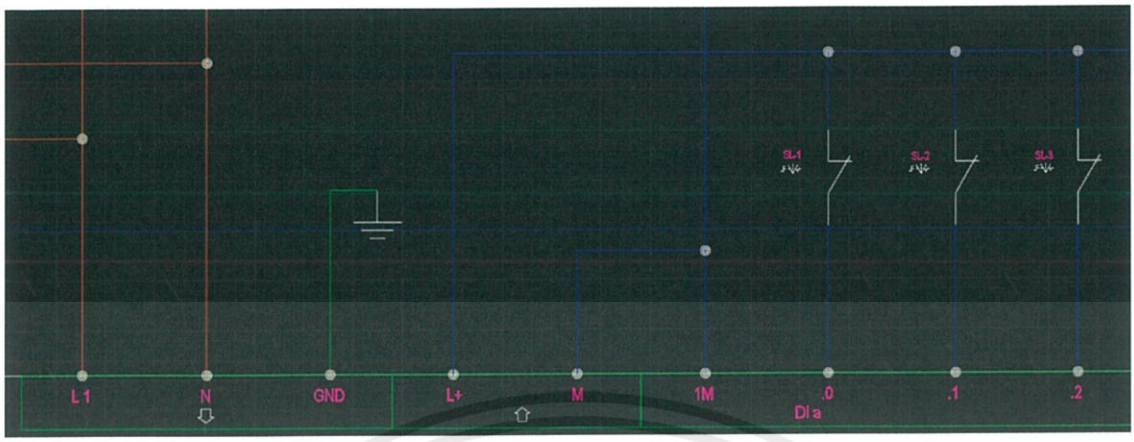


รูปที่ 3.5.5 Terminal ของตู้ PLC

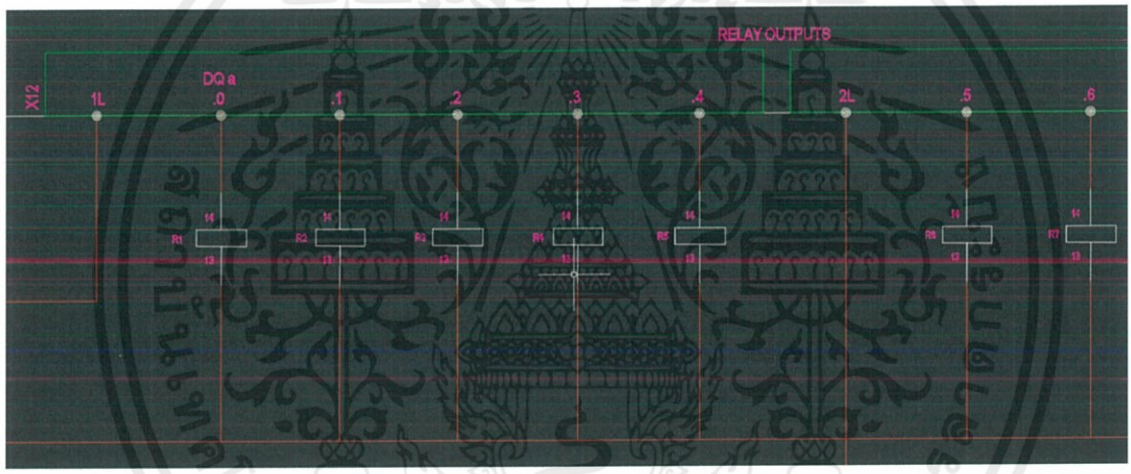


รูปที่ 3.5.6 จากนั้นนำไฟ 220 Vac มาผ่าน 16 AT Circuit Breaker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

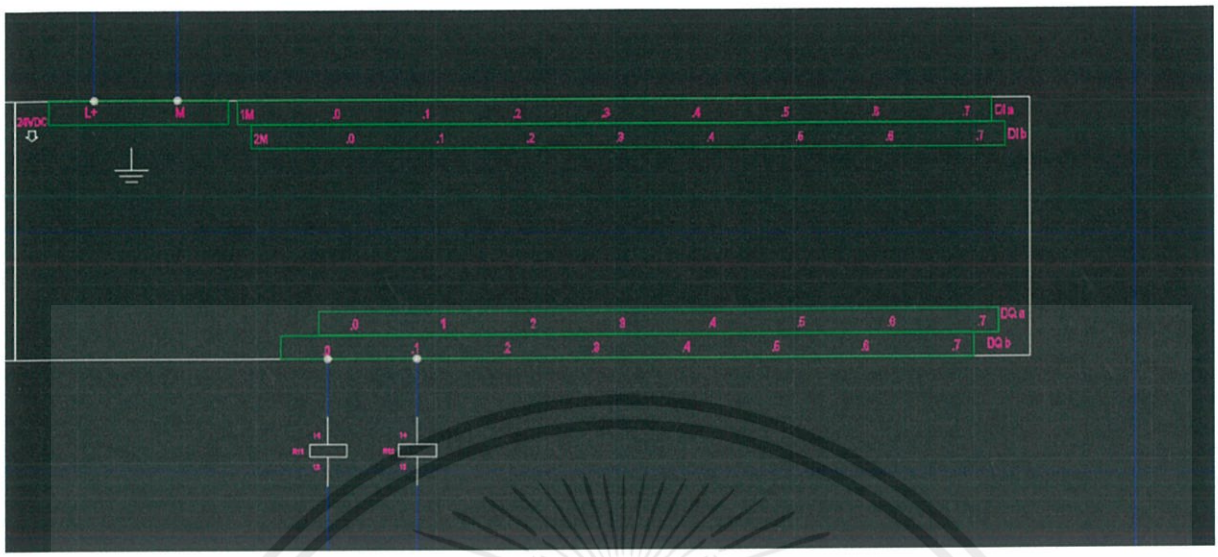


รูปที่ 3.5.7 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาจ่ายให้ PLC และจะได้ DC input มาผ่าน N.C. Key Selector Switch



รูปที่ 3.5.8 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาจ่ายให้ช่อง 1L โดยผ่านไปยัง 220 Vac Coil Relay

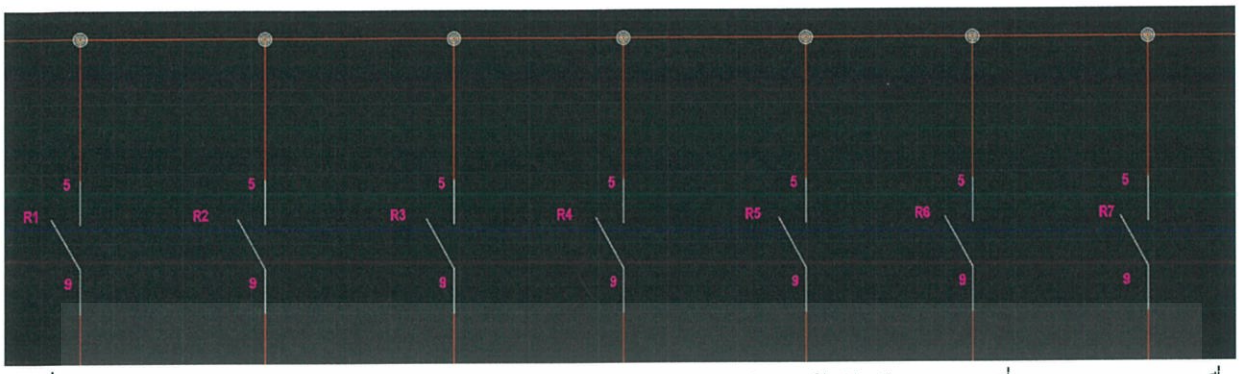
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



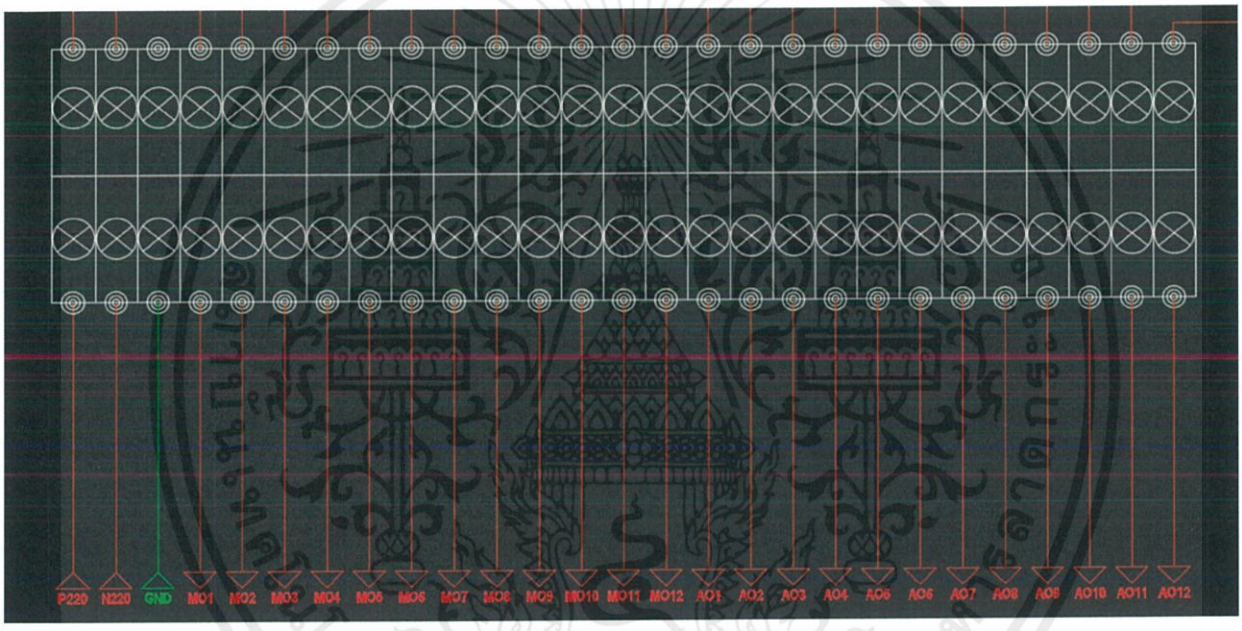
รูปที่ 3.5.9 เนื่องจาก Output ของ PLC มีไม่พอจึงต้องใส่ส่วนขยายเข้าไปโดยมี Output เป็น 24 VDC ดังนั้นจึงนำ 24 Vdc Coil Relay มาต่อเพื่อจะนำหน้าสัมผัสไปใช้ต่อ

รูปที่ 3.5.10 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาผ่านช่อง N.O. Key Selector Switch เพื่อไปเข้า Terminal เป็น MANUAL Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5.11 นำแรงดัน 220 Vac จาก 16 AT Circuit Breaker มาผ่านหน้าสัมผัส Relay ที่ออกมาจาก PLCเพื่อไปเข้า Terminal เป็น AUTO Output

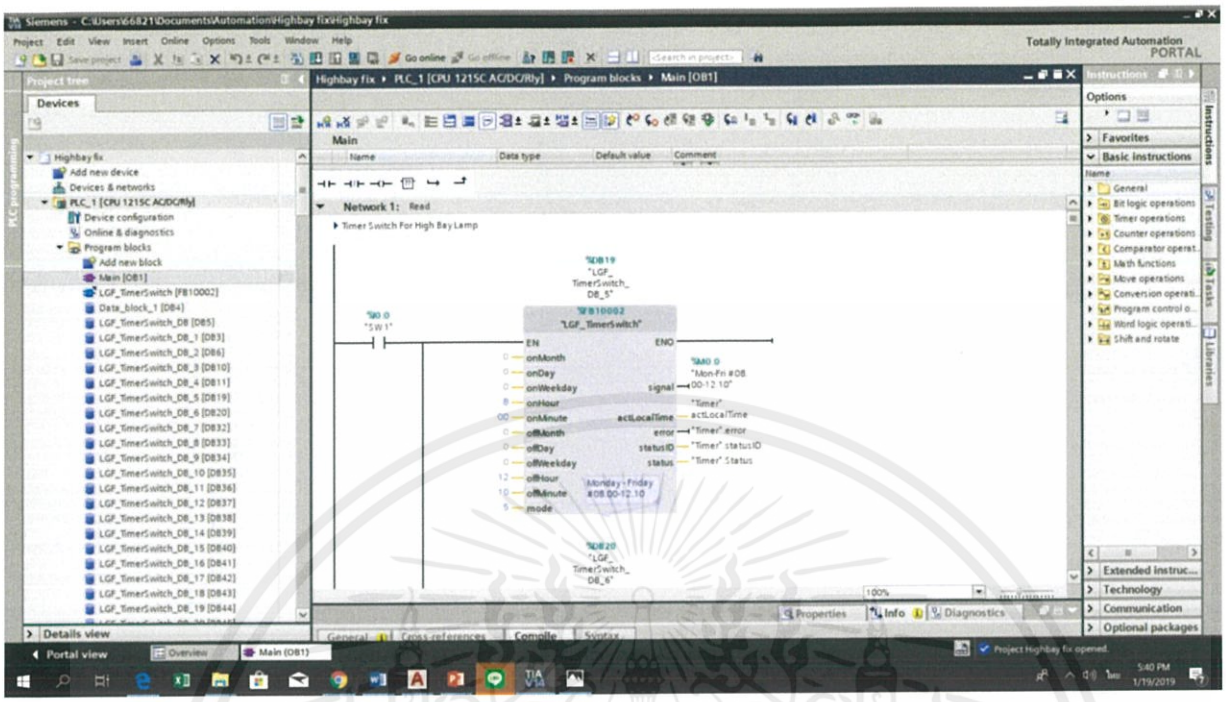


รูปที่ 3.5.12 จะได้ 220 Vac Output เพื่อไปจ่ายให้วงจรควบคุม High Bay Lighting ดังรูป 3.5.4

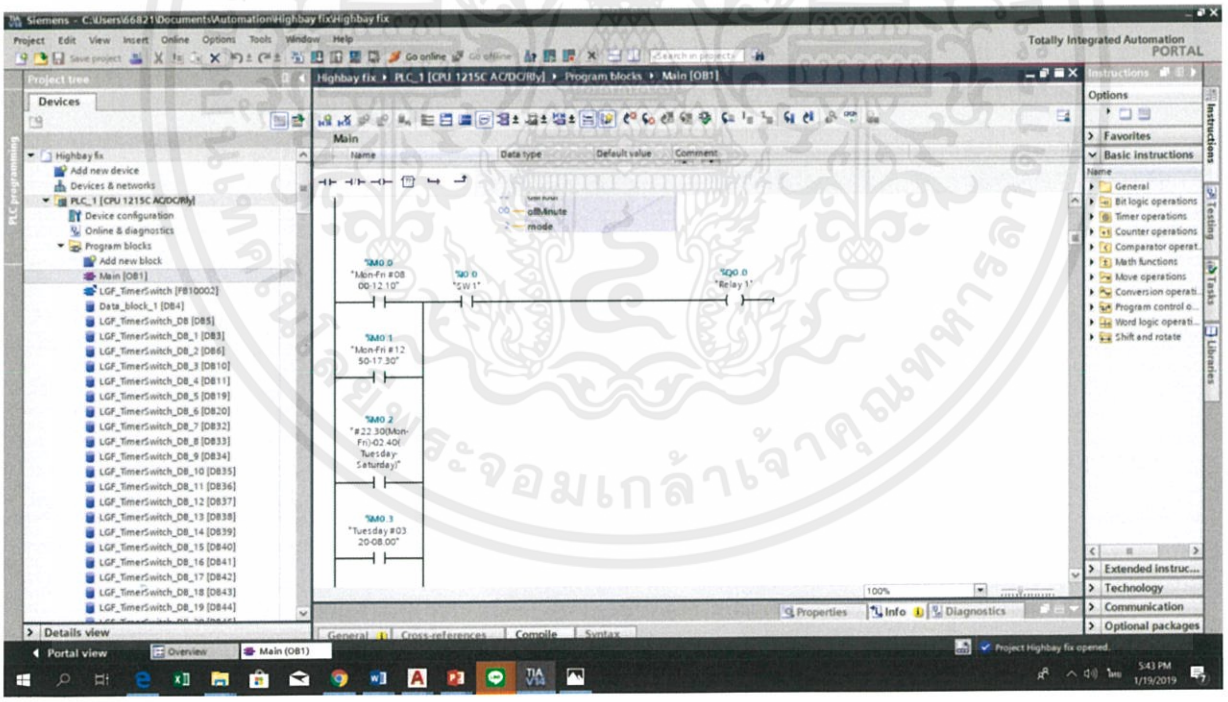
3.5.2.4 การเขียนโปรแกรมและทดสอบ

โปรแกรมถูกเขียนขึ้นโดย Siemens TIA Portal V14 โดยใช้ Library of General Functions (LGF) ซึ่งเขียนโดยทีมงาน Siemens โดยเลือกใช้ฟังก์ชัน Timer Switch เป็นฟังก์ชันที่สามารถกำหนดเวลาและวันของ Output ได้โดยตั้งเวลาตามเวลาพัดลมยักษ์รูปที่ 3.1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5.13 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC



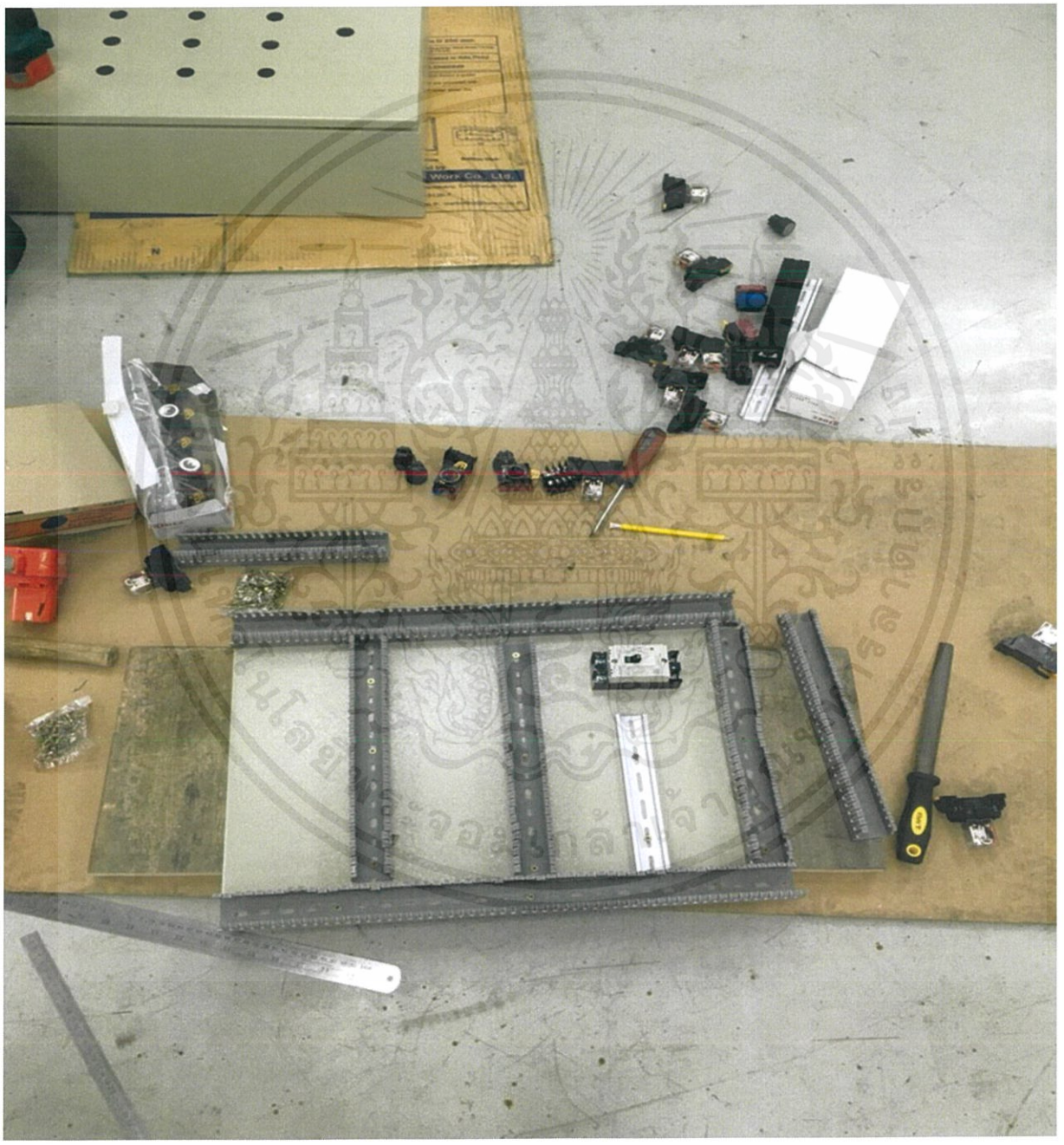
รูปที่ 3.5.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.5 ติดตั้งระบบประหยัดพลังงาน

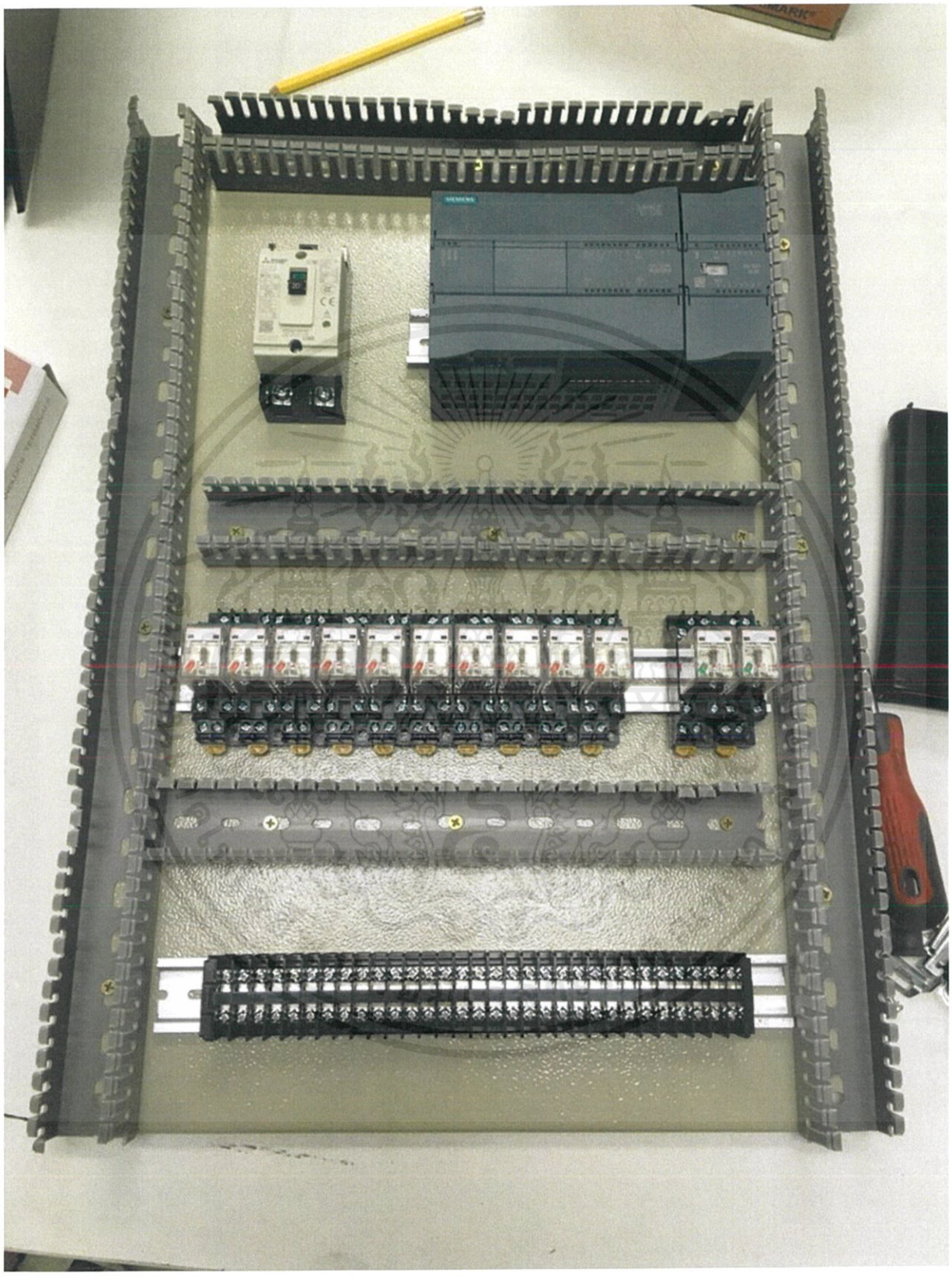
หลังจากออกแบบเสร็จ ติดตั้งโดยเริ่มจากการประกอบตู้ PLC โดยเริ่มจากการตัดรางสายไฟ ติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ติดตั้ง Relay Key Selector Switch และ PLC เข้าที่ตู้ จากนั้นต่อวงจรตามรูปที่

3.5.5-3.5.13



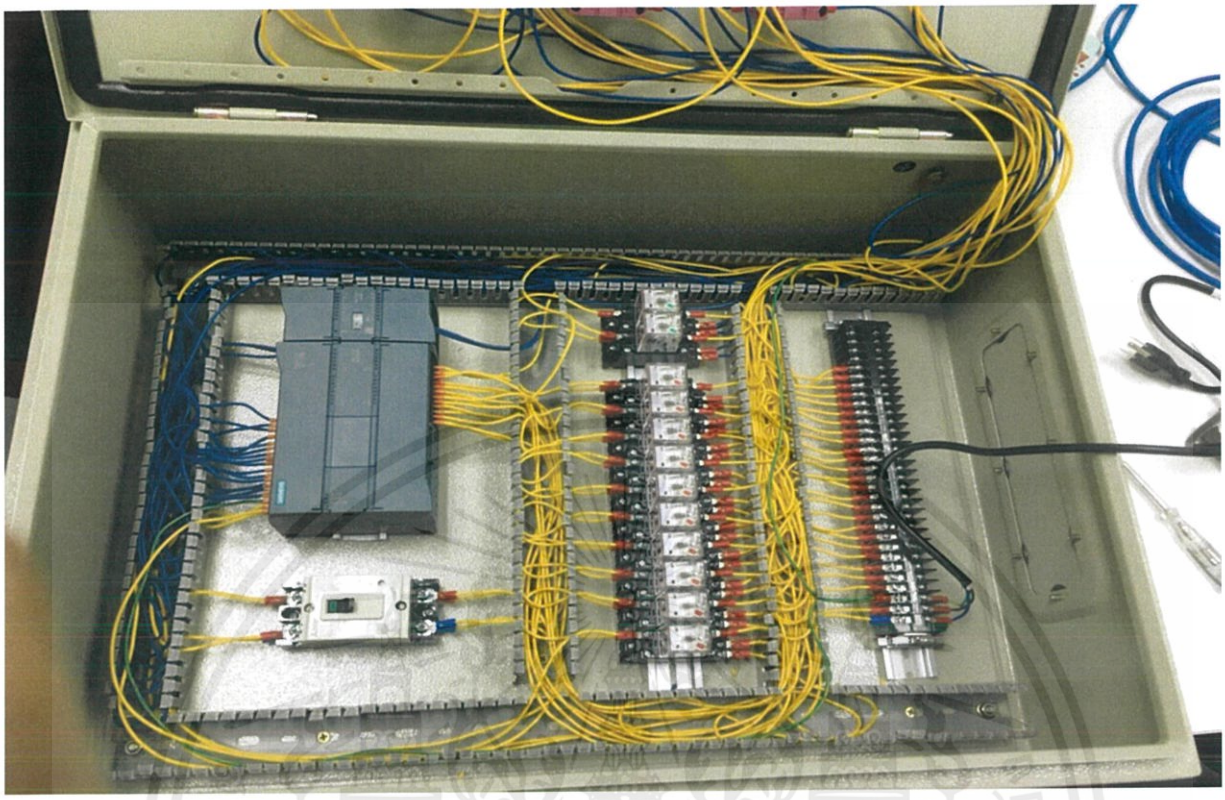
รูปที่ 3.5.15 ขณะประกอบตู้ไฟสำหรับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

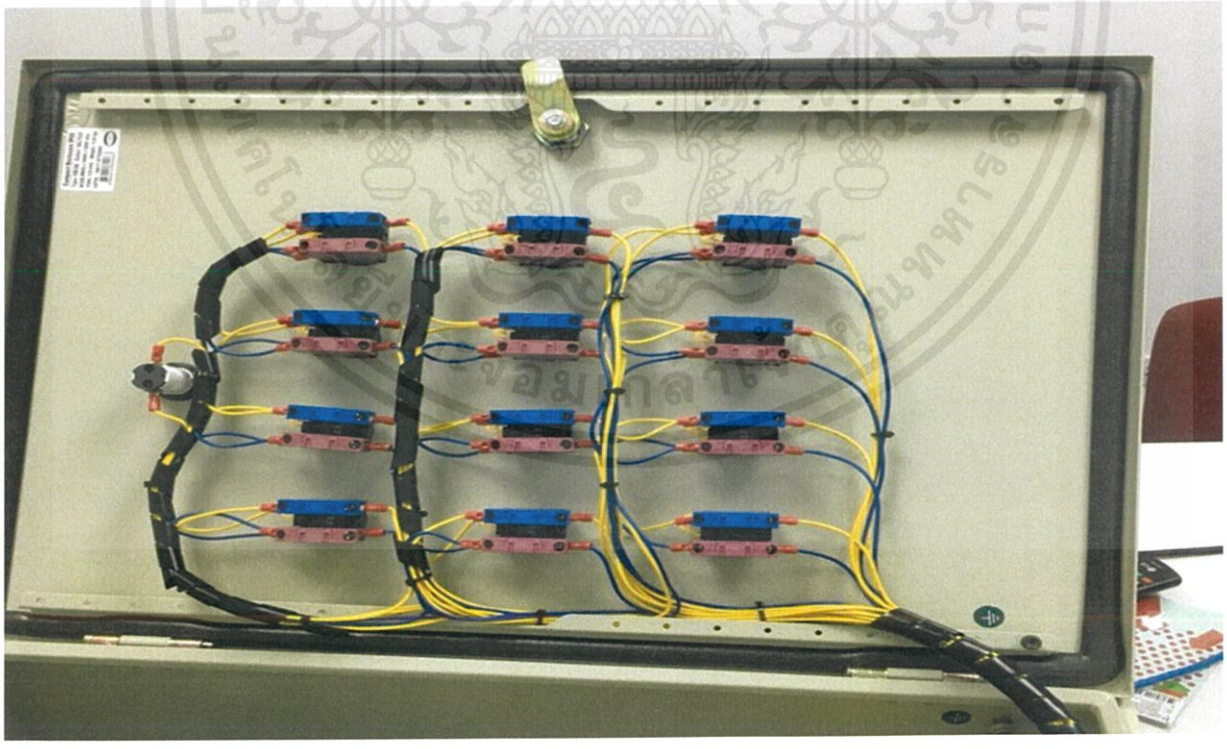


รูปที่ 3.5.16 ขณะประกอบตู้ไฟสำหรับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

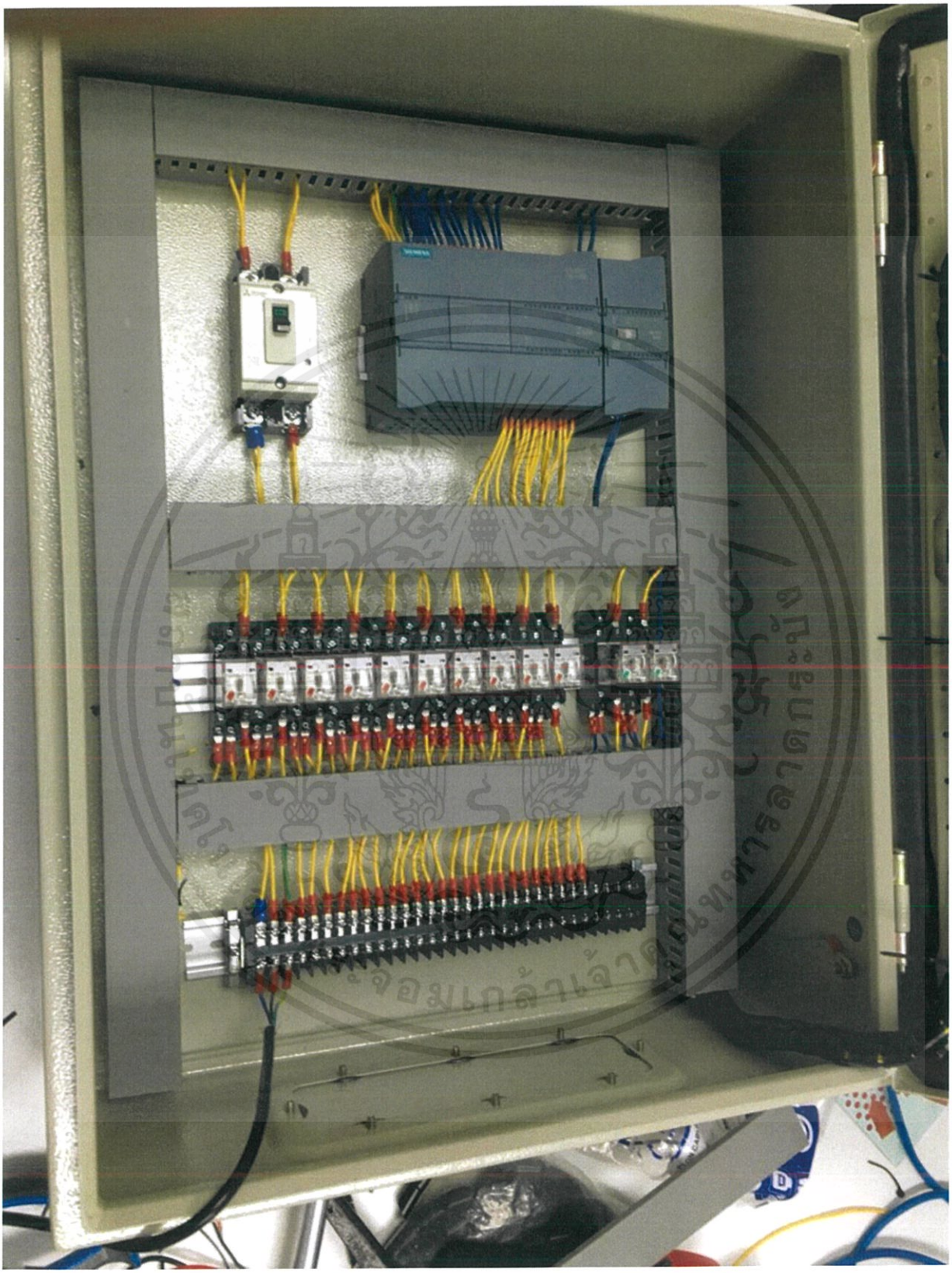


รูปที่ 3.5.16 ขณะต่อวงจรตู้ไฟสำหรับ PLC ตามรูปที่ 3.5.5-3.5.13



รูปที่ 3.5.17 ขณะต่อวงจรตู้ไฟสำหรับ PLC ตามรูปที่ 3.5.5-3.5.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

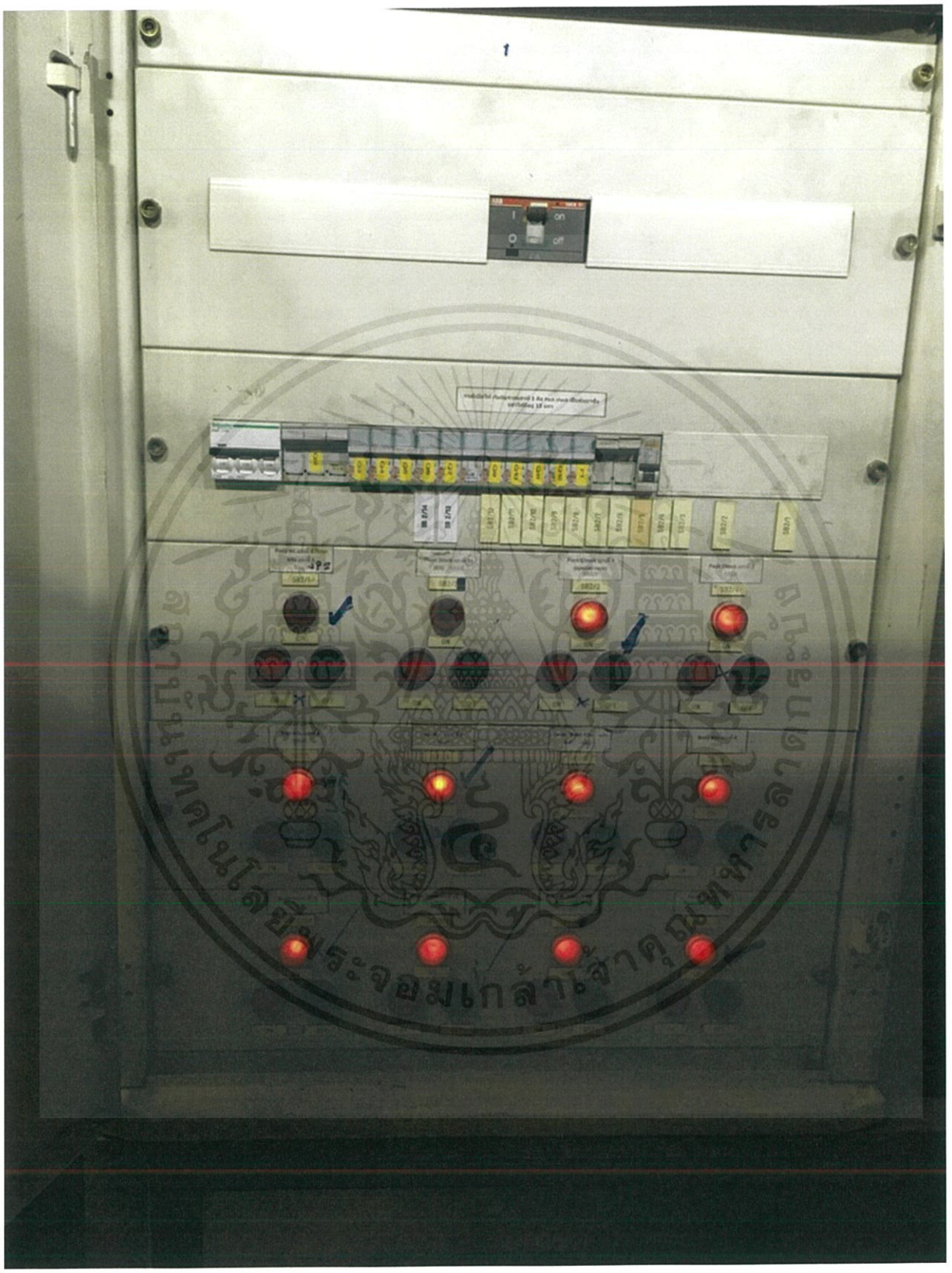


รูปที่ 3.5.18 ตู้ไฟสำหรับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

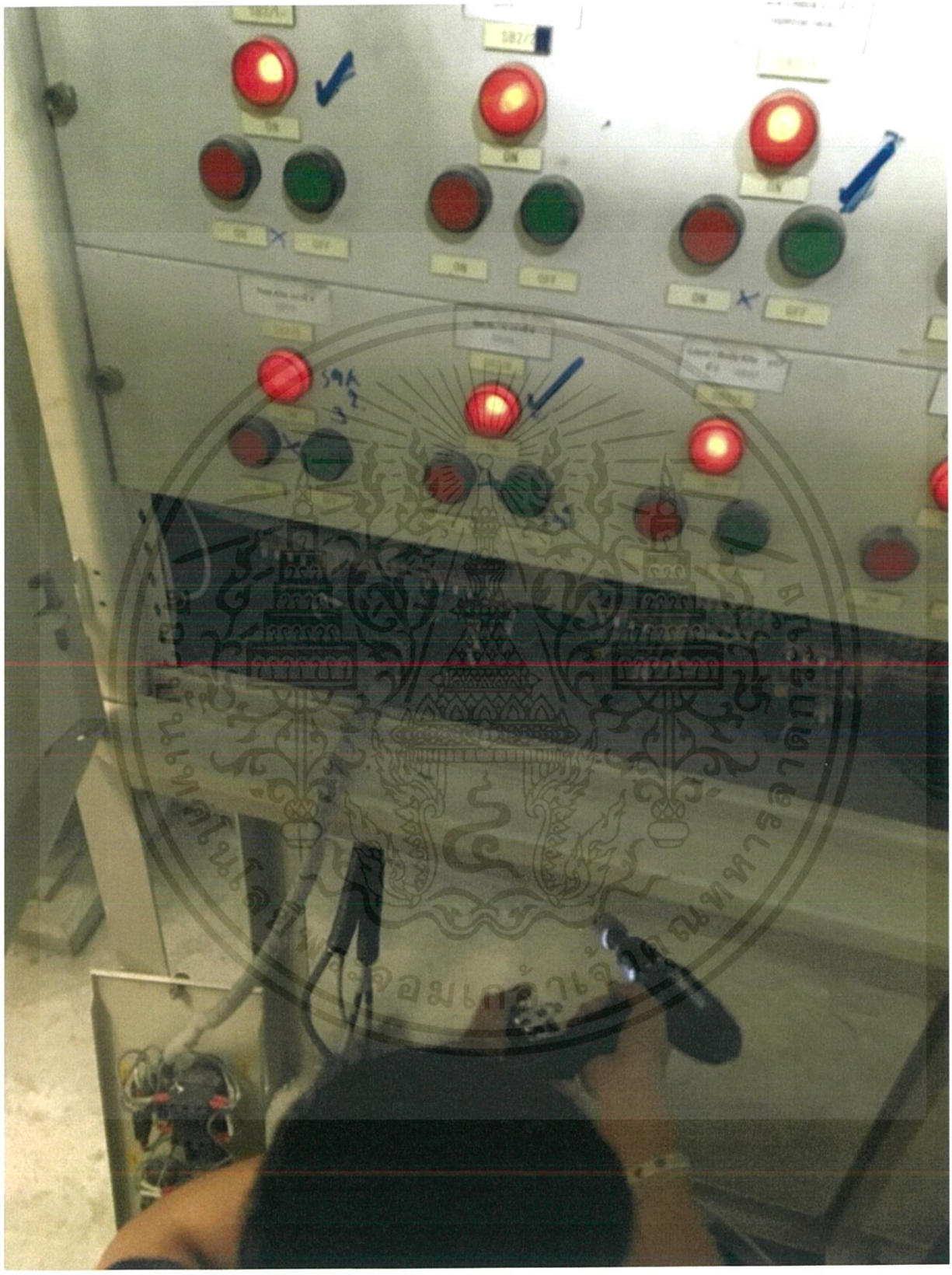
รูปที่ 3.5.19 ขณะติดตั้งตู้ PLC ที่หน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5.20 ตู้ไฟฟ้าสำหรับ High Bay Lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5.21 ขณะเชื่อม Terminal ของตู้ PLC ไปยัง ตู้ไฟฟ้าของ High Bay Lighting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5.22 ตู้ PLC ที่เชื่อมไปยังตู้ไฟฟ้าของ High Bay Lighting เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

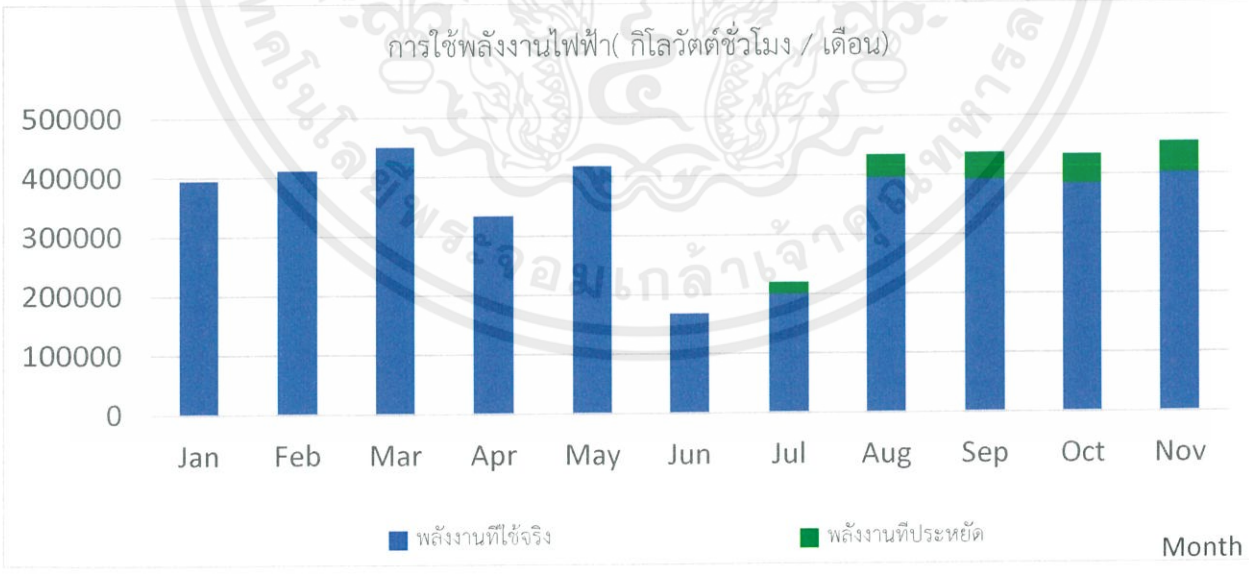
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 สรุปผลการประหยัดพลังงาน

หัวข้อ	จำนวน	การใช้ไฟฟ้าเดิม	การใช้ไฟฟ้าใหม่	ค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายใหม่
		กิโลวัตต์ชั่วโมง/เดือน	กิโลวัตต์ชั่วโมง/เดือน	บาท/เดือน	บาท/เดือน
พัดลมยักษ์	20	12,672	10,032	49,167	38,924
High Bay Lighting	160	9,042	6,402	35,082	24,839
AHU	3	1,721	502	6,677	1,947
Cooker Hood+FCU	5	7,444	3,540	28,882	13,735
ทั้งหมด		30,879	20,476	119,811	79,447
ประหยัด		ประหยัดการใช้ไฟฟ้า		ประหยัดค่าใช้จ่าย	
		กิโลวัตต์ชั่วโมง/เดือน		บาท/เดือน	
		10,403		40,364	

*ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.88 บาท / กิโลวัตต์ชั่วโมง อ้างอิงจากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยปี 2017

รูปที่ 4.1 ตารางผลการประหยัดพลังงาน



รูปที่ 4.2 กราฟผลประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 จุดคุ้มทุนของระบบประหยัดพลังงาน

หัวข้อ	ประหยัดพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ / ปี)	ต้นทุน (บาท)	ประหยัดงบประมาณ (บาท / ปี)	เวลาคืนทุน (Year)
พัดลมยักษ์	28,215	140,000	109,474	1.28
AHU	14,628	5,500	56,757	0.1
Cooker Hood + FCU	46,848	18,000	181,770	0.1
High Bay Lighting	31,680	25,000	122,918.4	0.2

*ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 3.88 บาท / กิโลวัตต์ชั่วโมง อ้างอิงจากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยปี 2017

รูปที่ 4.3 ตารางเวลาคืนทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

นักศึกษาได้ทำโครงงานร่วมกับบริษัท บีเอ็มดับเบิ้ลยู แมนูเฟคเจอริ่งไทยแลนด์ แผนกคุณภาพของรถ โดยมีหน้าที่ควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงาน ในส่วนการระบบประหยัดพลังงาน โดยปัญหาที่ได้รับการปรับปรุงพัฒนา และแก้ไข ในโครงงานนี้คือ 1) ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นด้วยวงจรประหยัดพลังงาน 2) ปลูกจิตสำนึกแก่พนักงานในการประหยัดพลังงาน

จากการศึกษาข้อมูลในส่วนของการเก็บข้อมูลร่วมกับการจัดการประชุมปรึกษาหารือแต่ละภาคส่วนที่มีความเกี่ยวข้องนั้น ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจนกระทั่งได้ผลการดำเนินงานออกมาได้ โดยในเรื่องของ 1) มีการติดตั้งงานจริง และลดพลังงานได้จริงและใช้เวลาในจุดคุ้มทุนเพียงไม่นาน 2) พนักงานร่วมกันประหยัดพลังงานและหยุดใช้โหลดไฟฟ้าในเวลาที่ไม่จำเป็น เช่น ปิดไฟทุกครั้งที่เลิกงาน ทำให้ประหยัดพลังงานไป 10,403 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อเดือนซึ่งคิดเป็นประมาณ 2.3 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานทั้งหมดซึ่งบรรลุจุดประสงค์ของ BMW Group

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ลดการใช้ไฟฟ้าได้ 10,403 กิโลวัตต์ชั่วโมง	1. อากาศร้อนในบางช่วงเวลา
2. ปลูกจิตสำนึกแก่พนักงาน	2. ขณะติดตั้งทำให้เกิดการหยุดผลิตรถบางคราว
3. ลดความเหนื่อยล้าของพนักงานในการเดินทางมาเปิด-ปิดโหลดไฟฟ้าต่างๆ	

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหา

1) การติดตั้งไม่เป็นไปตามแผนเนื่องจากแผนการผลิตรถยนต์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2) การสั่งซื้ออุปกรณ์มีความล่าช้า

3) นักศึกษาขาดความรู้ทางด้านเทคนิค

แนวทางแก้ไข

1) จัดการแผนการติดตั้งใหม่โดยปรึกษาแผนกวางแผน

2) ติดตั้งอุปกรณ์บางชนิดที่สามารถทำได้ก่อน

3) สอบถามผู้รู้ผู้มีประสบการณ์ในเรื่องที่ไม่เข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวางแผนที่แน่นอนและประสานงานฝ่ายต่างๆให้เข้าใจเพื่อไม่ให้เกิดการเข้าใจผิดและเกิดการคลาดเคลื่อนของแผนการติดตั้ง

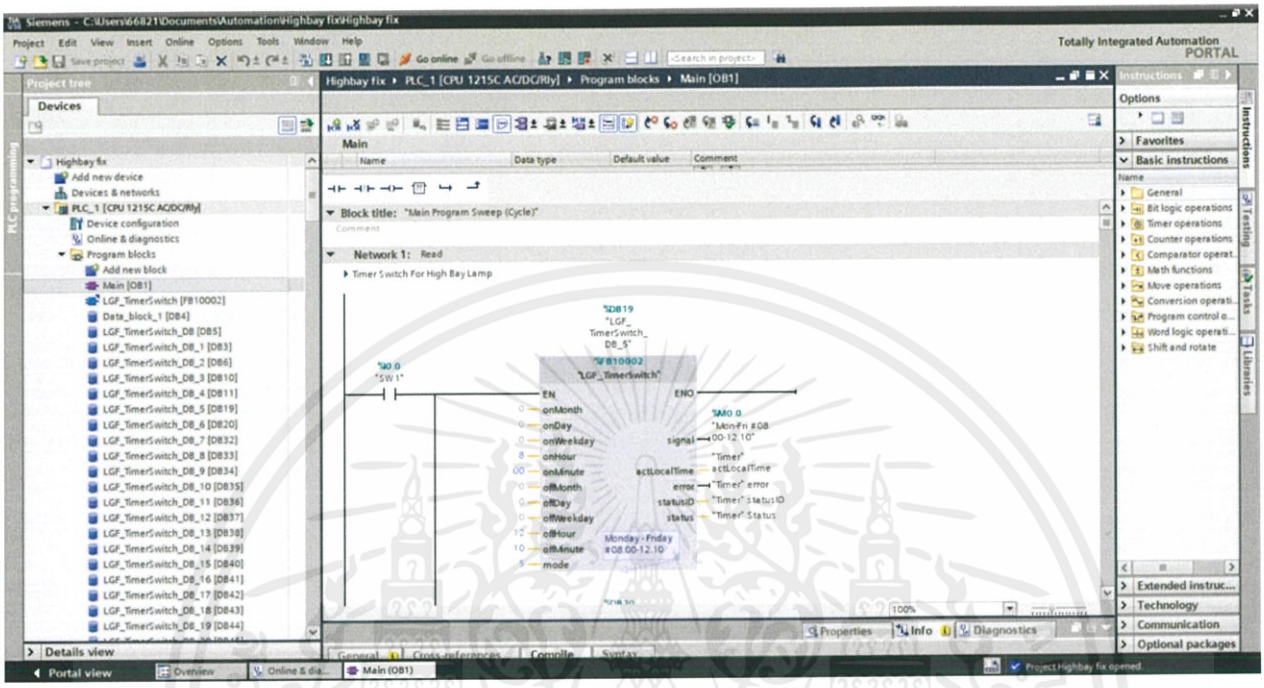
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

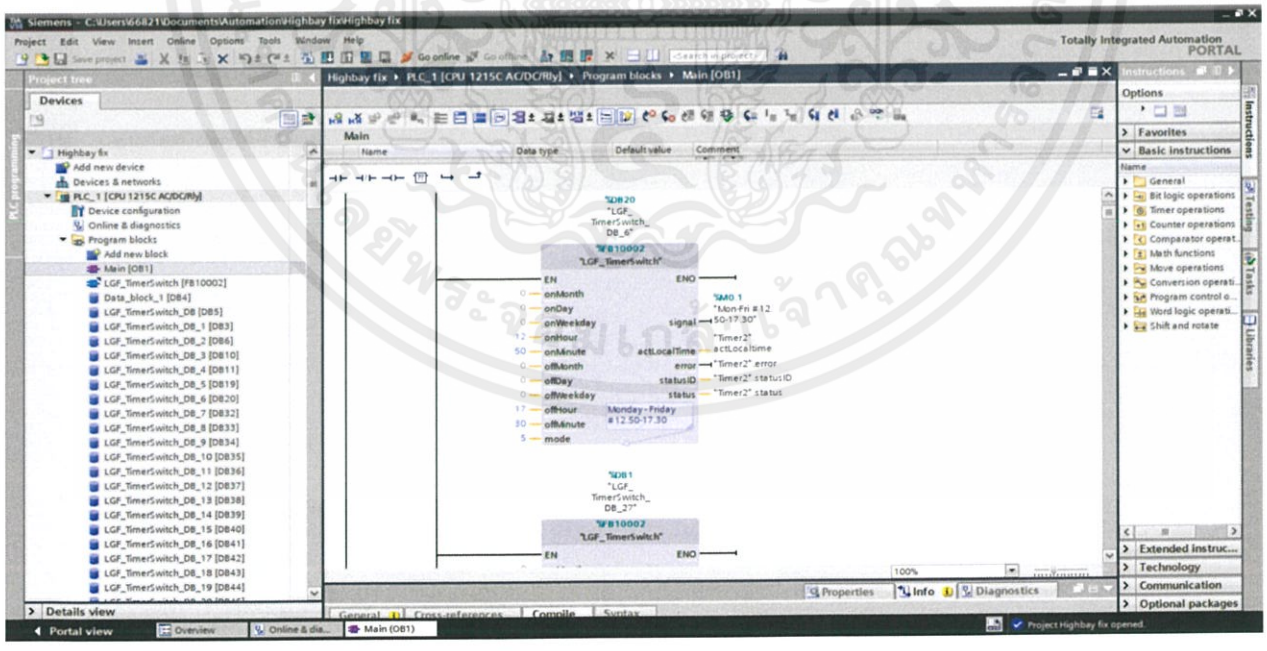
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเขียนโปรแกรม **TIA Portal V14**

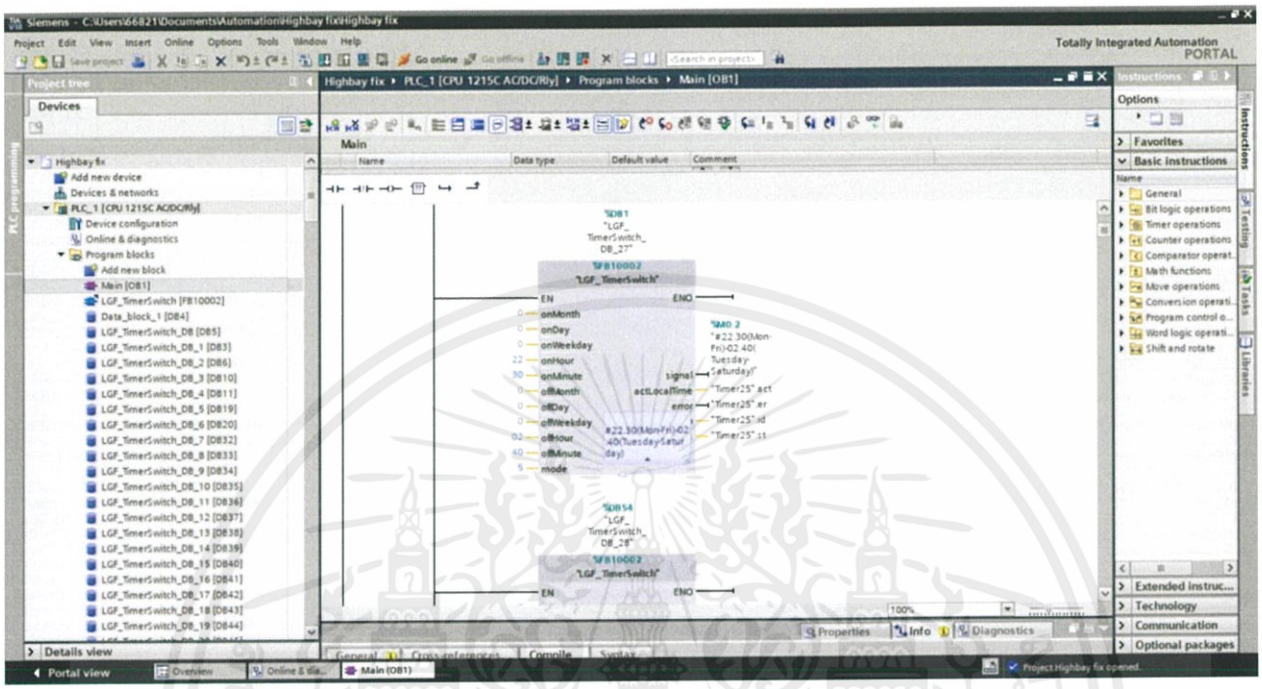


รูปที่ ก.1 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

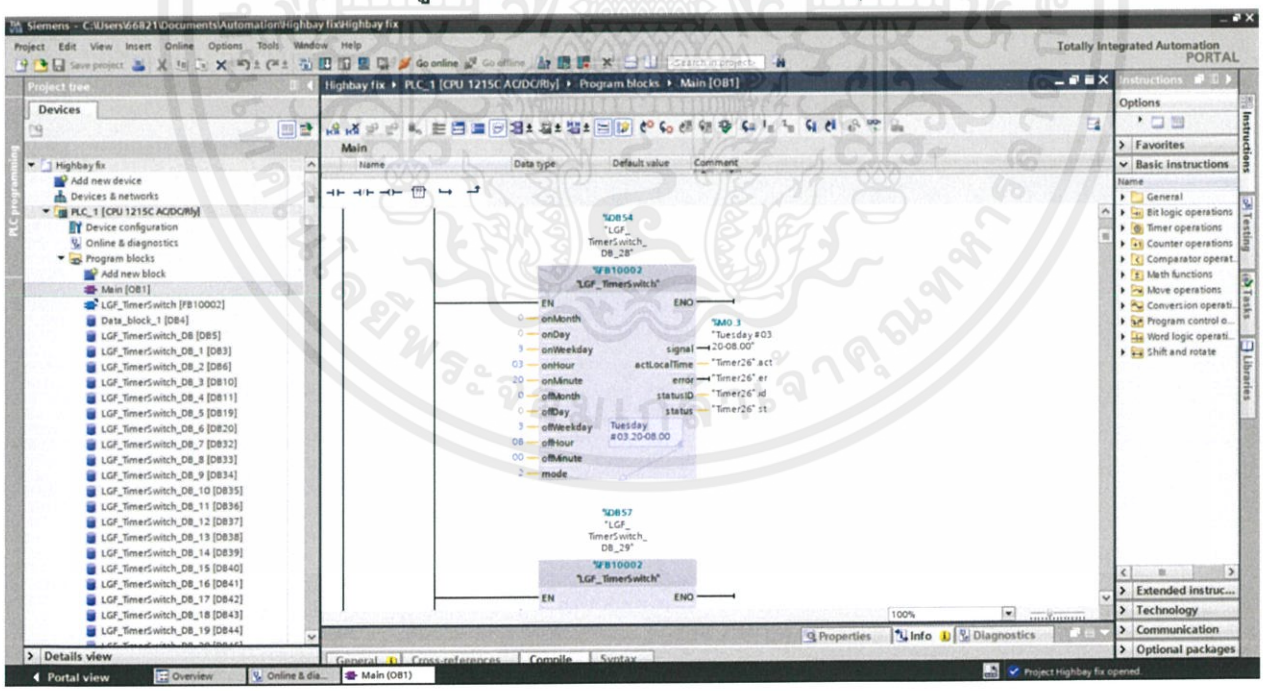


รูปที่ ก.2 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

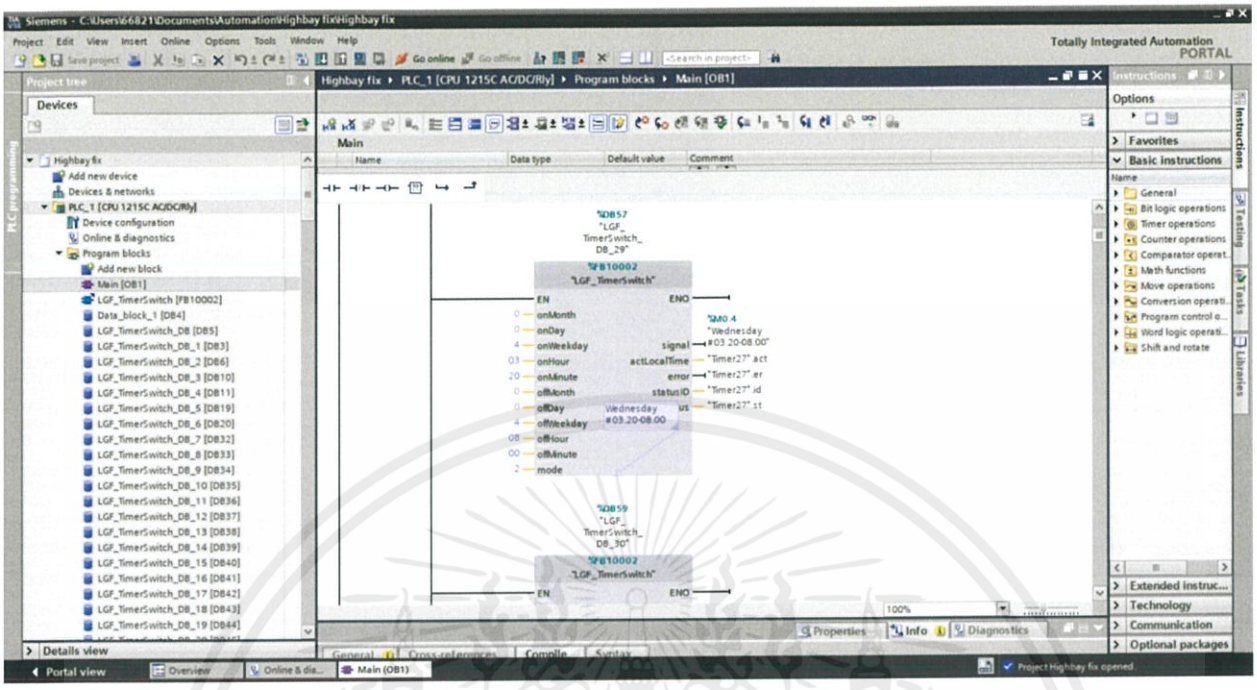


รูปที่ ก.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

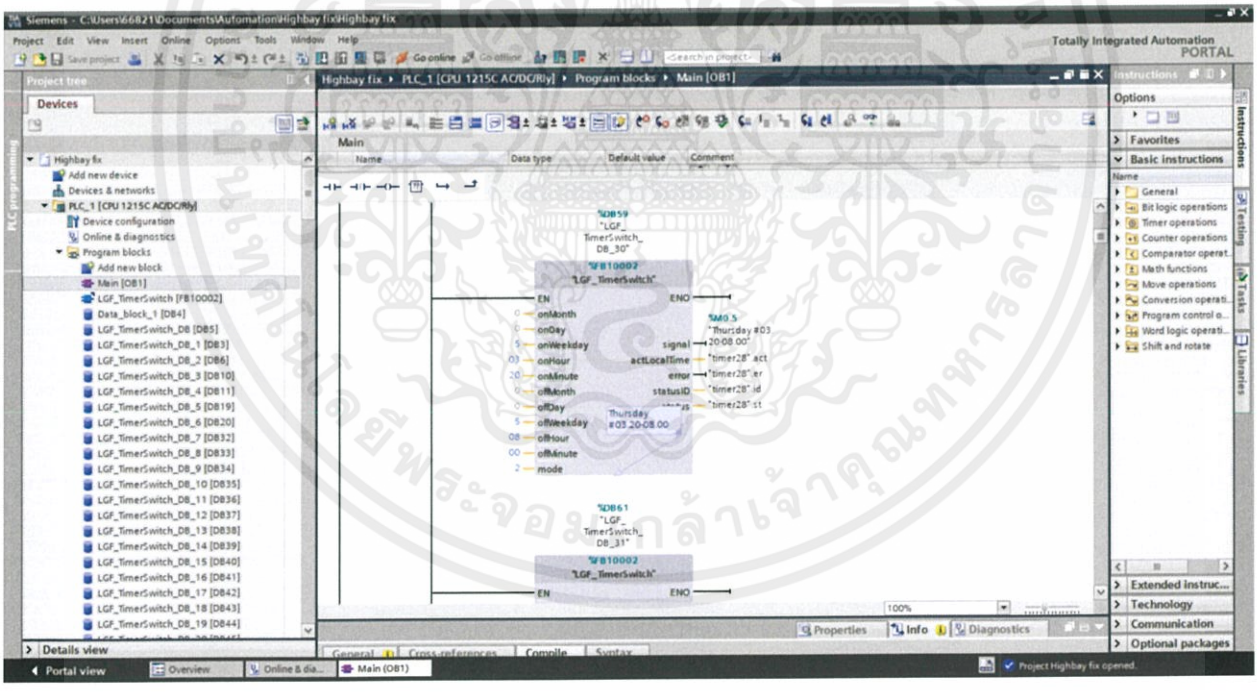


รูปที่ ก.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

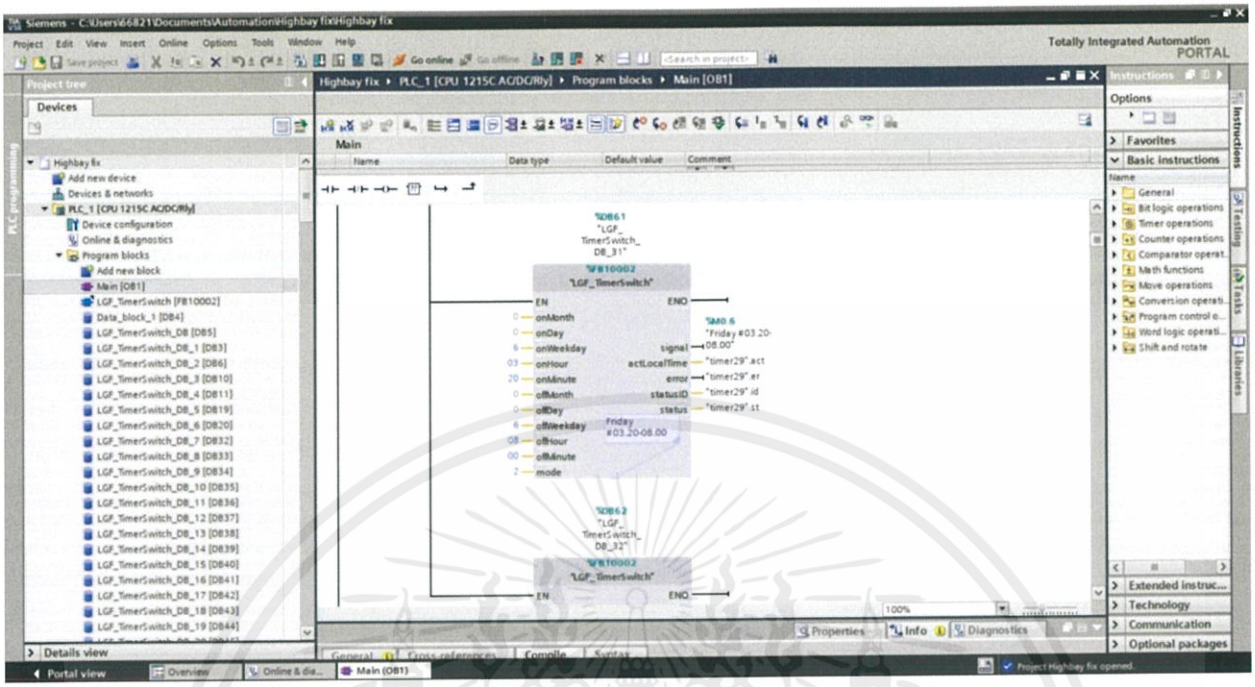


รูปที่ ก.5 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

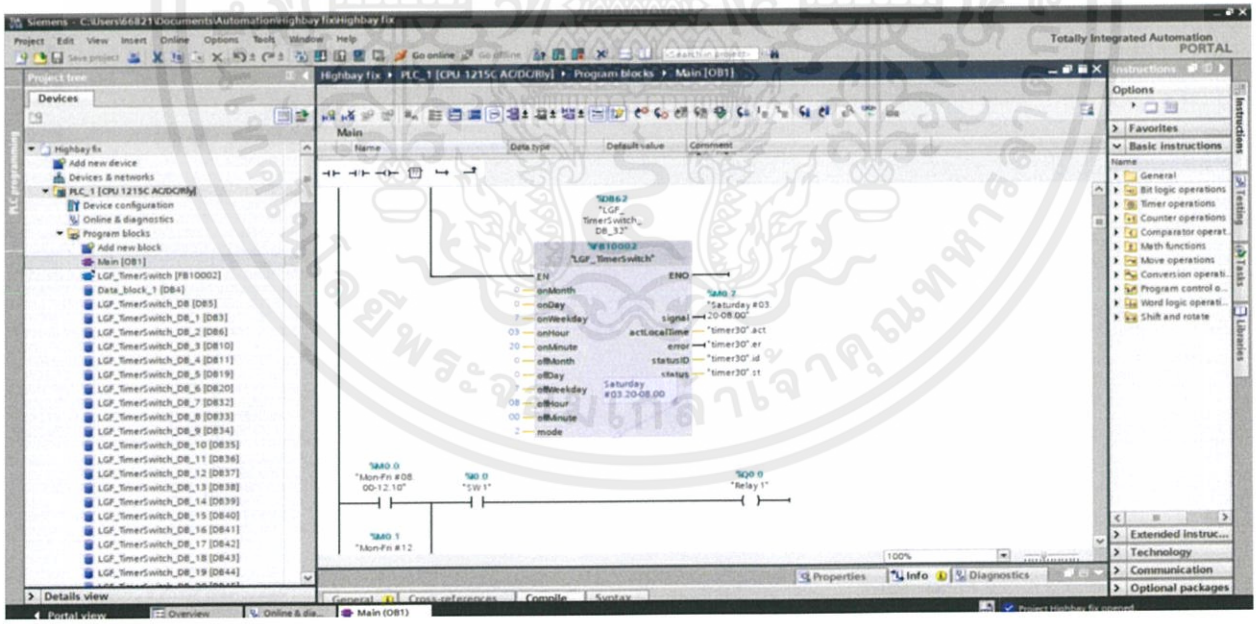


รูปที่ ก.6 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

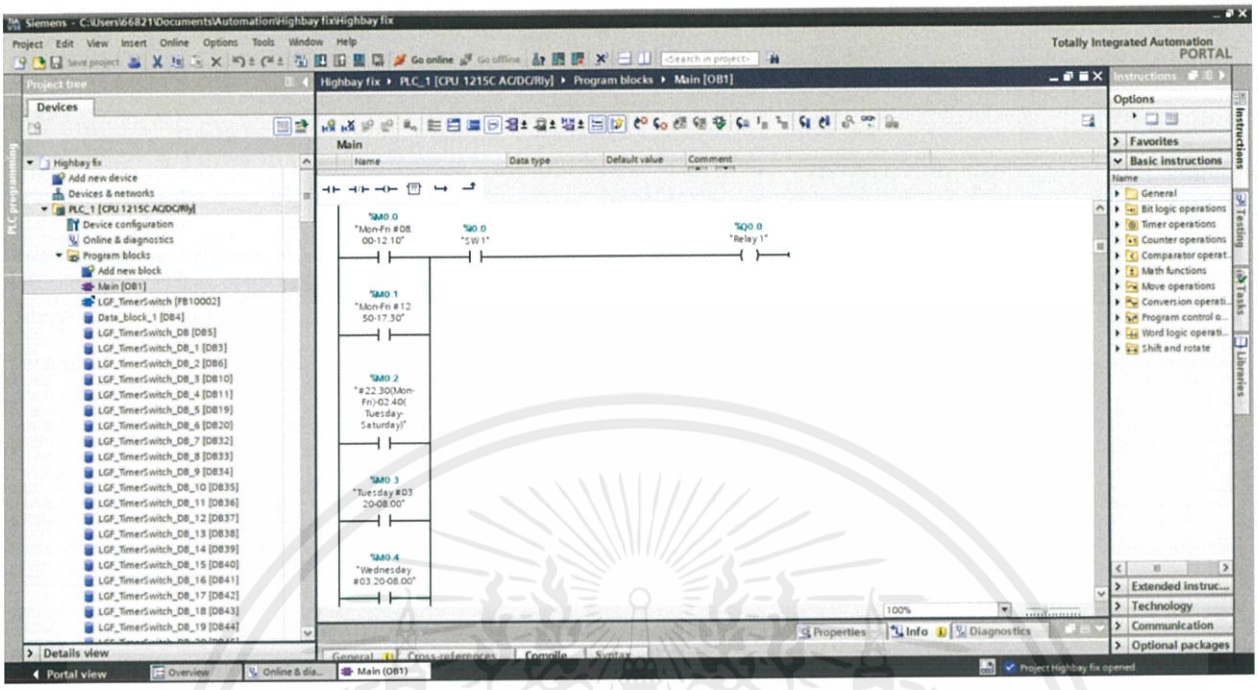


รูปที่ ก.7 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

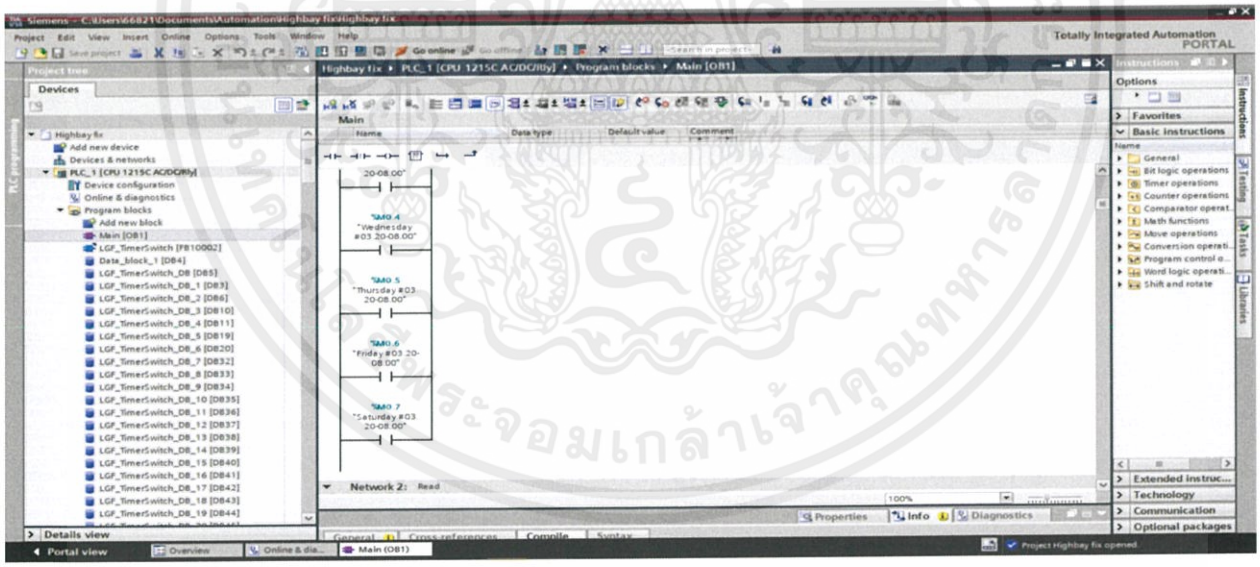


รูปที่ ก.8 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC



รูปที่ ก.10 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท แอดวานซ์อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. “PLC คืออะไร.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมา http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD-%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html/ (8 ตุลาคม 2561)

[2] บริษัท ดับบลิวเคบีอิเล็กทริค จำกัด. “Motor Drive คืออะไร.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://wkbelectric.com/%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87-ac-drive//(12 ตุลาคม 2561)

[3] บริษัทพีเอสพีเทค จำกัด. “Relay คืออะไร.” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก http://www.psptech.co.th/%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B9%8Crelay%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-15696.page (6 ตุลาคม 2561)

[4] บริษัท อิเล็กทริค108 จำกัด. “Magnetic Contactor คืออะไร.)” [ระบบออนไลน์]. สืบค้นมาจาก https://www.electric108.com/article/21/%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C-%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-%E0%B8%96%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94 (9 ตุลาคม 2561)

[5] บริษัท ทีไอซี จำกัด[ระบบออนไลน์]. “Sinking และ Sourcing คืออะไร.)” สืบค้นมาจาก http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=268 (31 กันยายน 2561)

[6] บริษัท อินโนอินส์ จำกัด” [ระบบออนไลน์].Timer Switch ทำงานอย่างไร สืบค้นมาจาก http://www.inno-ins.com/14052173/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9%89%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87-timerhttp://www.inno-ins.com/14052173/%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87-timer (12 ตุลาคม 2561)

[6] บริษัท คอมสยาม จำกัด" [ระบบออนไลน์].สายไฟ VSF คืออะไร สืบค้นมาจาก

https://www.comsiam.com/tech/audio/vsf-cable-is/ (25 ตุลาคม 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายดนัย เผือกผ่อง

วัน เดือน ปีเกิด : 28 ตุลาคม 2539

ภูมิลำเนา : บ้านเลขที่ 100/590 ม.3 ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง
จังหวัดชลบุรี 20000

อีเมล์ : danai.zang@gmail.com

ประวัติการศึกษา : ระดับปริญญาตรี
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ระดับมัธยมศึกษา
โรงเรียนชลราษฎรอำรุง

ประวัติการทำงาน : 1 สิงหาคม - 31 พฤศจิกายน พ.ศ.2561
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนก Maintenance and Quality
BMW Manufacturing (Thailand) Ltd.
1 มิถุนายน - 31 กรกฎาคม พ.ศ.2561
นักศึกษาฝึกงาน แผนก Modification and Construction
PTT Exploration and Production (Thailand) Co. Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้