รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงานสำหรับระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศโดยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

Energy saving in an office building for lighting and air conditioning system using motion sensors

นายเดชฤทธิ์ ตันตยานนท์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148583

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงานสำหรับระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศโดยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

Energy saving in an office building for lighting and air conditioning system using motion sensors

นายเดชฤทธิ์ ตันตยานนท์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 148583
วัน.เดือน.ปี 6 พ.ย. 2560

b.12871294
i.....

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงานสำหรับระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศโดยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายเดชฤทธิ์ ตันตยานนท์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.วรชาติ สุวรรณงาม

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายชาตรี ดีรัศมี

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงาน เพื่อลดการใช้พลังงานโดยสิ้นเปลืองในระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศ โดยสถานประกอบการพบว่าบางบริเวณมีการเปิดใช้ไฟและเครื่องปรับอากาศโดยไม่จำเป็น ซึ่งต้องการลดการใช้พลังงานในส่วนนี้ จึงเป็นที่มาของโครงการประหยัดพลังงานในโรงงาน

ในระบบประหยัดพลังงานใช้เซนเซอร์ไมโครเวฟเป็นอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เมื่อเซนเซอร์พบความเคลื่อนไหวในบริเวณนั้นจะส่งสัญญาณทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ต่อกันเป็นผลให้หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศทำงานได้ ในทางตรงกันข้ามเมื่อเซนเซอร์ไม่พบการเคลื่อนไหวก็จะทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์เปิดวงจร หลอดไฟและเครื่องปรับอากาศจะไม่สามารถทำงานได้

สรุปผลการติดตั้ง โรงงานสามารถลดการใช้พลังงานโดยสิ้นเปลืองได้เนื่องจากหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศจะทำงานก็ต่อเมื่อมีผู้ใช้งานอยู่เท่านั้น

คำสำคัญ: เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว การประหยัดพลังงาน ระบบไฟส่องสว่าง ระบบปรับอากาศ

Co-operative Title: Energy saving in an office building for lighting and air conditioning using motion sensors

Student Intern Name: Mr. Detchrit Tantayanon

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Asst.Prof.Dr.Warachart Suwan-ngam

Mentor Name: Chatee Derassamee

Company: Gulf JP NS Company Limited

ABSTRACT

This project concerns about energy saving in industry in order to reduce energy consumption in lighting and air conditioning. It was found that there are not necessary using of it so the industry would like to save that. This bring about energy saving project

The system will use microwave sensor to detect motion. When sensor found the motion in area. It will send signal to relay. Relay contact will be closed and electrical equipment can operate. On the other hand if sensor cannot detect the motion. Relay contact will be opened and electrical equipment cannot operate.

In summary, the factory can reduce energy consumption because lighting and air conditioner can operate when always have the user only

Keywords: motion sensor, energy saving, lighting system, air conditioning system

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะ บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ไปปฏิบัติโครงการสหกิจศึกษาที่บริษัทเป็นระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ พี่ชาตรี ดีรัศมี หัวหน้าช่อมบำรุงแผนกไฟฟ้า พี่ปรัชญา วิบูลรังสรรค์ พี่เฉลิมพล คูณเศรษฐ์ พี่โกวิท ผ่าผล พี่วัฒนา เดชบรรทม และพี่แผนกอินสตรูเมนท์ พี่เลี้ยงที่ช่วยดูแลให้คำปรึกษาต่างๆ เกี่ยวกับโครงงานนี้ นอกจากนี้ยังสอนวิชาความรู้ ประสบการณ์และทักษะในการทำงานให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรชาติ สุวรรณงาม อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษาที่ดูแล ให้คำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหาต่างๆระหว่างการปฏิบัติสหกิจศึกษาและตรวจปริญญานิพนธ์ ทำให้โครงงานและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่เลี้ยงดูข้าพเจ้า ให้ความรู้ ให้การศึกษา และคอยสนับสนุน ให้กำลังใจข้าพเจ้ามาโดยตลอด

นายเดชฤทธิ์ ตันตยานนท์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการโครงการ 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 1

1.4 วิธีการดำเนินงาน 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 3

2.2 หลักการทำงานรีเลย์ 6

2.3 หลักการทำงานเซนเซอร์ไมโครเวฟ 8

2.4 ระยะเวลาคืนทุน 8

บทที่ 3 วิธีดำเนินการออกแบบและติดตั้ง 10

3.1 บริเวณพื้นที่ออกแบบ 10

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 ออกแบบระบบประหยัดพลังงาน 11

3.3 อุปกรณ์ 13

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 15

4.1 ลักษณะการติดตั้ง 15

4.2 ผลดำเนินการเชิงเศรษฐศาสตร์ 18

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 20

บรรณานุกรม 22

ภาคผนวก 23

ภาคผนวก ก การคำนวณค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 24

ภาคผนวก ข การคำนวณขนาดสายไฟ 29

ภาคผนวก ค ภาพการทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์ 32

ภาคผนวก ง schematic diagram 36

ประวัติผู้เขียน 51

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้งาน 13

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 4

2.2 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ใช้ไฟ 24 V 5

2.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์ 6

2.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของชุดหน้าสัมผัสแบบ 4PDT 7

2.5 หน้าสัมผัสแบบ SPDT 7

2.6 หน้าสัมผัสแบบ SPDT แบบ Break-Make และ Make-Break 8

3.1 บริเวณห้องประชุมชั้น 1 10

3.2 บริเวณห้องประชุมชั้น 2 11

3.3 วงจรไฟฟ้าระบบประหยัดพลังงาน 12

3.4 อุปกรณ์ 13

4.1 ภาพการติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องประชุมชั้น 1 15

4.2 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ห้องประชุมชั้น 1 15

4.3 ภาพการติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องประชุมชั้น 2 16

4.4 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ห้องประชุมชั้น 2 16

4.5 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ห้องประชุมชั้น 2 17

4.6 ภาพการติดตั้งเซนเซอร์ที่อาคารควบคุมไฟฟ้าที่บ่อพักน้ำ 17

4.7 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่อาคารควบคุมไฟฟ้าที่บ่อพักน้ำ 18

ก.1 ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศห้องประชุมชั้น 1 25

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ก.2 ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศห้องประชุมชั้น 2 26

ข.1 ตารางที่ 5-20 31

ข.2 ตารางที่ 5-8 31

ค.1 ภาพการทดสอบอุปกรณ์ 33

ค.2 ภาพการต่อสายอุปกรณ์ 33

ค.3 ภาพการติดตั้งห้องประชุมชั้น 1 34

ค.4 ภาพการติดตั้งห้องประชุมชั้น 2 34

ค.5 ภาพการติดตั้งอาคารควบคุมไฟฟ้าของบ่อพักน้ำ 35

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามการเติบโตของเศรษฐกิจและจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งสวนทางกับแหล่งทรัพยากรที่กำลังจะหมดไป ทำให้เราต้องตระหนักเรื่องการใช้พลังงานให้มากขึ้น ทั้งในเรื่องการหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ๆ เช่น การนำพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมหรือพลังงานน้ำ ฯลฯ มาใช้ การเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานให้สูงขึ้น และลดการใช้พลังงานโดยสิ้นเปลืองให้มากที่สุด รูปแบบของชนิดพลังงานที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานที่ส่งจำหน่ายและนำมาใช้ได้ง่ายโดยใช้ร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารจะถูกใช้ในสองระบบหลักๆ คือ ระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศ โดยบริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด ได้ให้ความสำคัญต่อการใช้พลังงานให้เกิดความคุ้มค่า จึงเป็นที่มาของโครงการการประหยัดพลังงานในโรงงาน โดยการควบคุมการใช้พลังงานโดยสิ้นเปลืองของระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศภายในอาคาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการโครงการ

1.2.1 เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พลังงานโดยสิ้นเปลือง

1.2.2 เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางให้แก่บริษัทในเครือ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ออกแบบระบบประหยัดพลังงานงานสำหรับระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศ

1.3.2 ติดตั้งใช้งานโดยคำนึงถึงผู้มาปฏิบัติงานต่อสามารถเข้าใจระบบและซ่อมบำรุงหน้างานได้ง่าย

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาแบบการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง

1.4.2 ศึกษาระบบการทำงานและแบบการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศ

1.4.3 ดูลักษณะการติดตั้งจริงของระบบไฟส่องสว่างและระบบปรับอากาศในสถานที่จริง

1.4.4 ออกแบบระบบประหยัดพลังงาน

1.4.5 ศึกษาหาข้อมูลลักษณะการทำงานและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

1.4.6 ติดตั้ง

1.4.7 เขียนแบบวงจรไฟฟ้าส่งมอบให้บริษัท

1.4.8 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ

1.5.2 สามารถอ่านแบบได้

1.5.3 เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

1.5.4 เข้าใจการติดตั้ง การเดินสายไฟในอาคาร

1.5.5 สามารถเขียนแบบได้

1.5.6 ได้รับประสบการณ์จริงจากการทำงานในสถานประกอบการ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

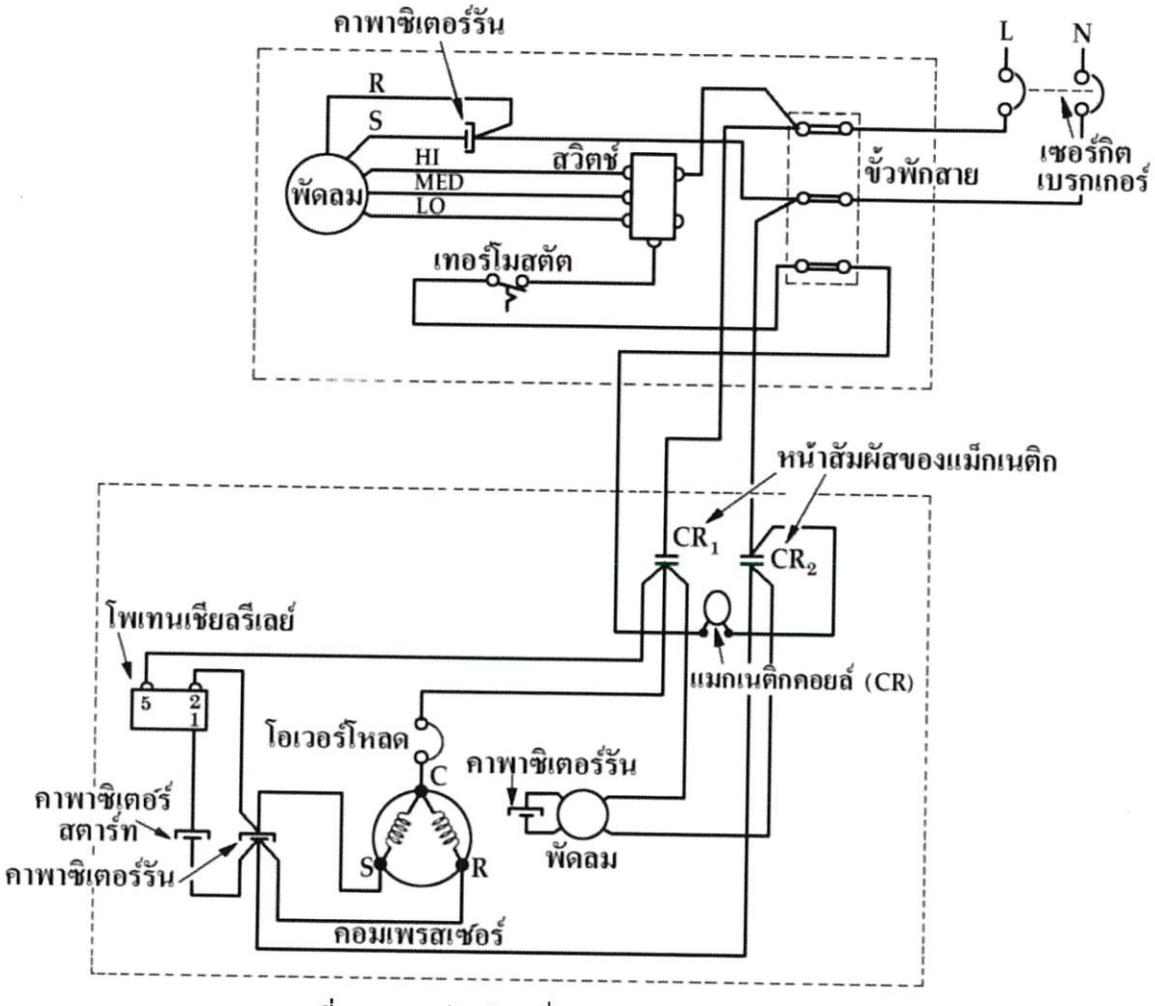
2.1 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีลักษณะแยกวงจรไฟออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของชุดคอยล์เย็น และส่วนวงจรไฟของชุดคอยล์ร้อน ซึ่งจะต้องมีมอเตอร์พัดลมระบายคอยล์ร้อนเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว ดังภาพที่ 2.1

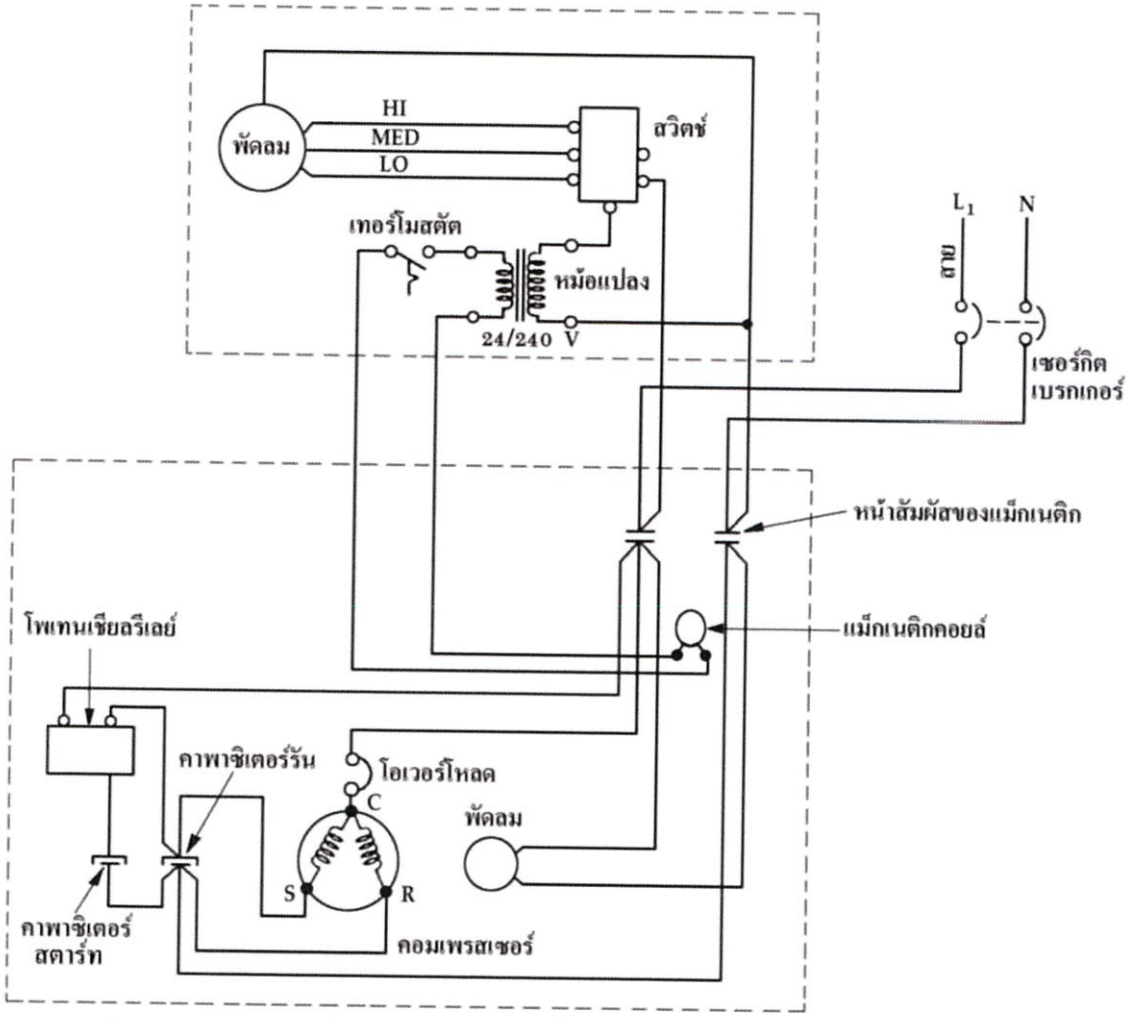
ในส่วนของวงจรไฟฟ้าชุดคอยล์เย็นจะประกอบด้วยขั้วพักสายและซีเล็กเตอร์สวิตช์ ซึ่งจะต่อเข้ากับมอเตอร์พัดลมที่ความเร็วรอบช้า ปานกลาง และความเร็วสูง มอเตอร์พัดลมนี้จะทำหน้าที่ดูดเป่าอากาศจากภายในห้องผ่านคอยล์เย็นและมีเทอร์โมสตัตซึ่งจะคอยควบคุมการทำงานของชุดคอยล์ร้อนอีกทีหนึ่ง

วงจรไฟฟ้าของชุดคอยล์ร้อน ประกอบด้วยแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนของคอยล์ร้อน วงจรไฟควบคุมจากเทอร์โมสตัตจะผ่านเข้าเลี้ยงคอยล์ของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ทำให้หน้าสัมผัสต่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมระบายคอยล์ร้อนจะทำงานพร้อมกัน และเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องลดลงถึงจุดที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัตจะจาก ตัดไฟที่มาเลี้ยงคอยล์ของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสจาก หยุดการทำงานของอุปกรณ์ทางชุดคอยล์ร้อนทั้งหมด แต่ในขณะเดียวกัน มอเตอร์พัดลมของชุดคอยล์เย็นจะยังคงทำงานตามปกติอยู่ เมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องสูงขึ้น จะทำให้หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัตต่ออีกครั้งหนึ่งก็จะมีไฟเข้าเลี้ยงคอยล์ของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ อุปกรณ์ทางชุดคอยล์ร้อนก็จะเริ่มทำงานใหม่

ในกรณีที่แม็กเนติกคอนแทกเตอร์เป็นชนิดที่ต้องงการไฟเข้าเลี้ยงคอยล์เพียง 24 โวลต์แล้ว ที่ชุดคอยล์ร้อนจะต้องมีหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ลดแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เหลือ 24 โวลต์ ดังภาพที่ 2.2 วงจรไฟควบคุมจากเทอร์โมสตัต ที่ชุดคอยล์เย็น ซึ่งเป็นไฟ 220 โวลต์ จะผ่านเข้าหม้อแปลงลดแรงดันลงเหลือ 24 โวลต์ เข้าเลี้ยงคอยล์แม็กเนติกคอนแทกเตอร์ทำให้หน้าสัมผัสของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ต่อไฟกำลัง 220 โวลต์ จะผ่านเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมที่ชุดคอยล์ร้อนทำงาน



ภาพที่ 2.1 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



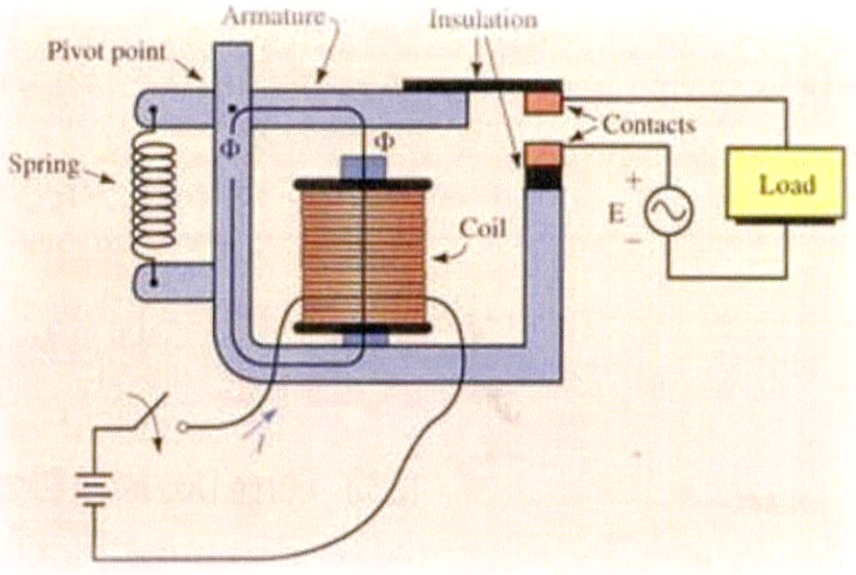
ภาพที่ 2.2 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ใช้ไฟ 24 V

การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ถ้ามอเตอร์ขนาดเล็กที่มีการกินกระแสไม่สูงนัก การต่อมอเตอร์เพื่อใช้งานก็สามารถต่อเข้าได้โดยตรงซึ่งจะผ่านเพียงแค่ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์และสวิตช์ควบคุมการทำงานโดยตรงเท่านั้น สำหรับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในเครื่องทำความเย็นอาจเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยเช่นสวิตช์ควบคุมความดันต่ำ-สูง หรือโอเวอร์โหลด ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดจะต่อเป็นอนุกรมกันอยู่ หลักการนี้ใช้ได้ทั้งมอเตอร์ไฟเฟสเดียว และมอเตอร์ไฟ 3 เฟส สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกินกระแสตั้งแต่ 15 แอมแปร์ขึ้นไป การควบคุมการทำงานของมอเตอร์จะควบคุมโดยทางอ้อมผ่านทางแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ ตัวแม็กเนติกคอนแทกเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด และหน้าสัมผัส หลักการทำงานก็คือเมื่อมีไฟเข้าเลี้ยงขดลวด จะเกิดอำนาจแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์เข้ามาต่อ ในกรณีที่ต้องการให้มีความ

ปลอดภัยสำหรับผู้ใช้ อาจเลือกใช้ขดลวดของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ชนิดโวลต์ต่ำ โดยทั่วไปคือ 24 โวลต์ สำหรับวงจรควบคุม ซึ่งจะต้องเพิ่มหม้อแปลงสำหรับลดแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็น 24 โวลต์

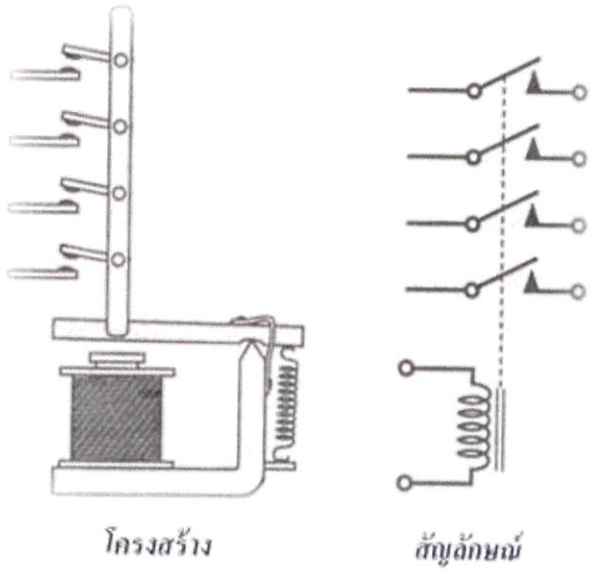
2.2 หลักการทำงานของรีเลย์

หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์แสดงดังรูปที่ 2.3 การทำงานเริ่มจากปิดสวิตช์ เพื่อป้อนกระแสให้กับขดลวด โดยทั่วไปจะเป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็ก ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดูดเหล็กอ่อนที่เรียกว่าอาร์เมเจอร์ให้ต่ำลงมา ที่ปลายของอาร์เมเจอร์ด้านหนึ่งมักยึดติดกับสปริงและปลายอีกด้านหนึ่งยึดติดกับหน้าสัมผัส การเคลื่อนที่อาร์เมเจอร์จึงเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัส ให้แยกจากหรือแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งซึ่งยึดติดอยู่กับที่ เมื่อเปิดสวิตช์อาร์เมเจอร์ก็จะกลับสู่ตำแหน่งเดิม สามารถนำหลักการนี้ไปควบคุมโหลด หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้



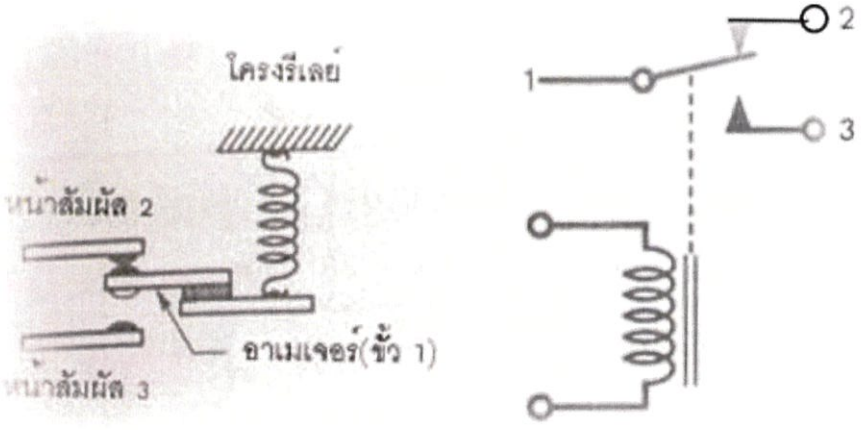
ภาพที่ 2.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์

รูปที่ 2.3 แสดงรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเพียงชุดเดียว ปัจจุบันรีเลย์ที่มีขดลวดชุดเดียวสามารถควบคุมหน้าสัมผัสได้หลายชุดดังรูปที่ 2.4 อาร์เมเจอร์อันเดียวถูกยึดอยู่กับหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ 4 ชุด ดังนั้นรีเลย์ตัวนี้จึงสามารถควบคุมการแตะหรือจากกันของหน้าสัมผัสได้ถึง 4 ชุด



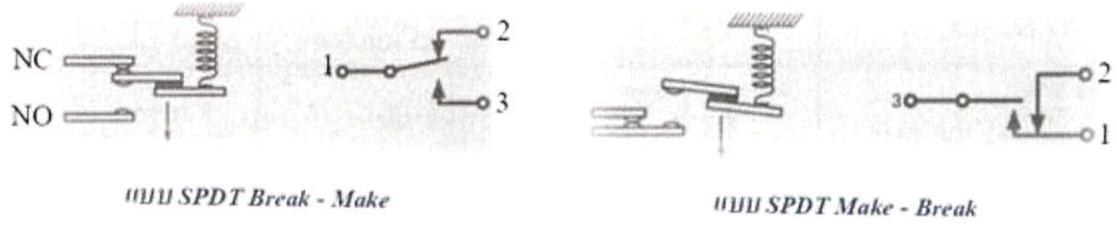
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของชุดหน้าสัมผัสแบบ 4PST

แต่ละหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้มีชื่อเรียกว่าขั้ว (Pole) รีเลย์ในรูปที่ 2.4 มี 4 ขั้ว จึงเรียกหน้าสัมผัสแบบนี้ว่าเป็นแบบ 4PST (Four Pole Single Throw) ถ้าแต่ละขั้วที่เคลื่อนที่แล้วแยกจากหน้าสัมผัสอันหนึ่งไปแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งเหมือนกับสวิตช์โยก โดยเป็นการเลือกหน้าสัมผัส ที่ขนาบอยู่ทั้งสองด้านดังรูปที่ 2.5 หน้าสัมผัสแบบนี้มีชื่อว่า SPDT (Single Pole Double Throw)



ภาพที่ 2.5 หน้าสัมผัสแบบ SPDT

ในกรณีที่ไม่มีการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดของรีเลย์ สภาวะ NO (Normally Open) คือสภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วแยกจากกัน ถ้าต้องการให้สัมผัสกันจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด ส่วนสภาวะ NC (Normally Closed) คือสภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วสัมผัสกัน ถ้าต้องการให้แยกกันจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด นอกจากนี้ยังมีแบบแยกก่อนแล้วสัมผัส (Break-Make) หมายถึงหน้าสัมผัสระหว่าง 1 และ 2 จะแยกจากกันก่อนที่หน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน แต่ถ้าหากตรงข้ามกันคือ หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะสัมผัสกันและจะไม่แยกจากกัน จนกว่าหน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน (Make-Break)



แบบ SPDT Break - Make แบบ SPDT Make - Break

ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงหน้าสัมผัสแบบ SPDT แบบ Break-Make และ Make-Break

2.3 หลักการทำงานเซนเซอร์ไมโครเวฟ

มีลักษณะการทำงานคือตรวจจับความเคลื่อนไหวของวัตถุที่เข้ามาใกล้ภายในรัศมี โดยตัวเซนเซอร์จะปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกไปและสะท้อนกลับมาเมื่อกระทบกับวัตถุ ใช้หลักการของ ดอปเพลอร์ ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ คือ คลื่นไมโครเวฟที่ปล่อยไปจะสะท้อนกลับมาด้วยค่าเดิมหากวัตถุชิ้นนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ แต่ถ้าวัตถุชิ้นนั้นเกิดการแคลื่อนที่จะทำให้ค่าที่สะท้อนกลับมามีความถี่ที่สูงขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น เป็นผลให้เซนเซอร์สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้

2.4 ระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาที่โครงการใช้ในการจ่ายคืนเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ คำนวณได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

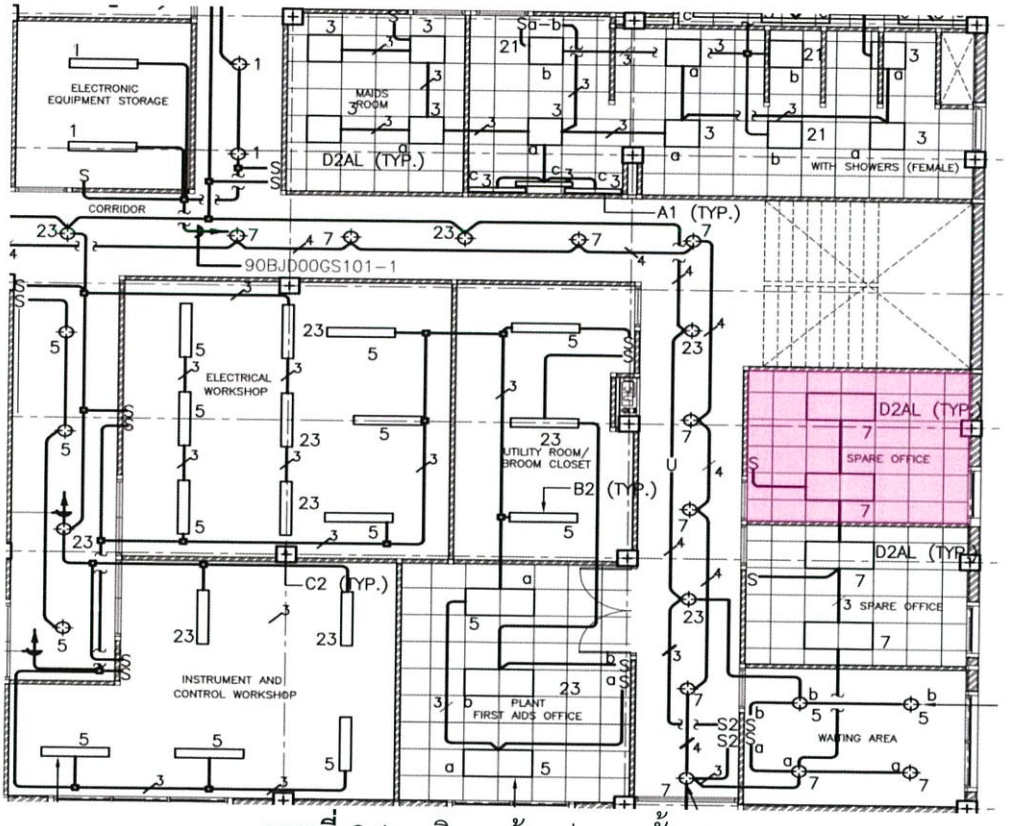
เงินลงทุนเริ่มต้นประกอบด้วยอุปกรณ์ ค่าติดตั้งและค่าบริหารโครงการ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี คือ ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ตอปหลังจากหักค่าใช้จ่ายจากการดำเนินการและการบำรุงรักษาแล้ว ระยะเวลาคืนทุนสำหรับโครงการประหยัดพลังงานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปแล้วจะไม่เกิน 5 ป แต่ถ้าโครงการมีขนาดใหญ่ ใช้เงินลงทุนสูง ระยะเวลาในการคืนทุนที่ยอมรับได้อาจมากกว่า 5 ป ข้อดีของ การใช้วิธีระยะเวลาคืนทุน ได้แก วิเคราะห์ได้ง่าย วิเคราะห์เบื้องต้นได้รวดเร็วและผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ง่าย แต่มีข้อจำกัด ได้แก ไม่คำนึงถึงผลประหยัดที่ได้หลังจากที่คืนทุนแล้ว ไม่คำนึงถึงมูลค่าโครงการ และ ไม่คำนึงถึงค่าเงินที่เปลี่ยนแปลง

บทที่ 3

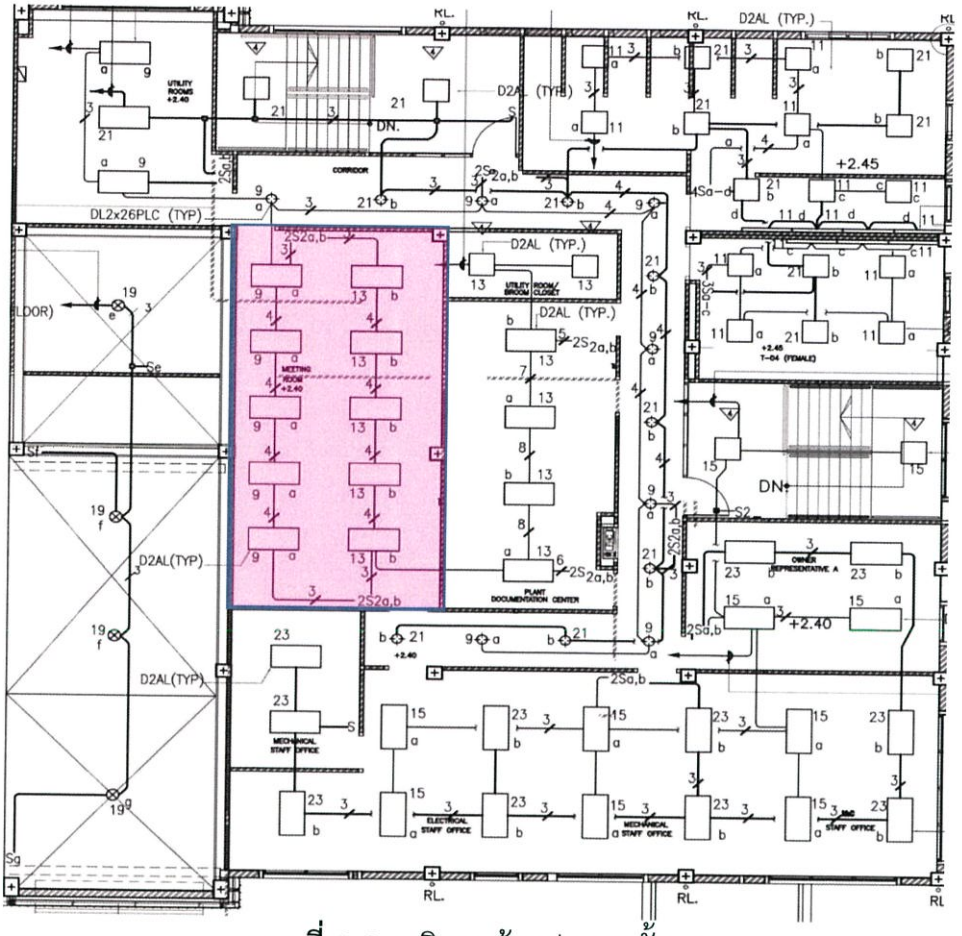
วิธีดำเนินการออกแบบและติดตั้ง

3.1 บริเวณพื้นที่ออกแบบ

สถานประกอบการต้องการประหยัดพลังงานในบริเวณพื้นที่ห้องประชุมชั้น 1 ห้องประชุมชั้น 2 และบริเวณอาคารควบคุมควบไฟฟ้าของบ่อพักน้ำซึ่งมีลักษณะการใช้งานที่ไม่สม่ำเสมอ



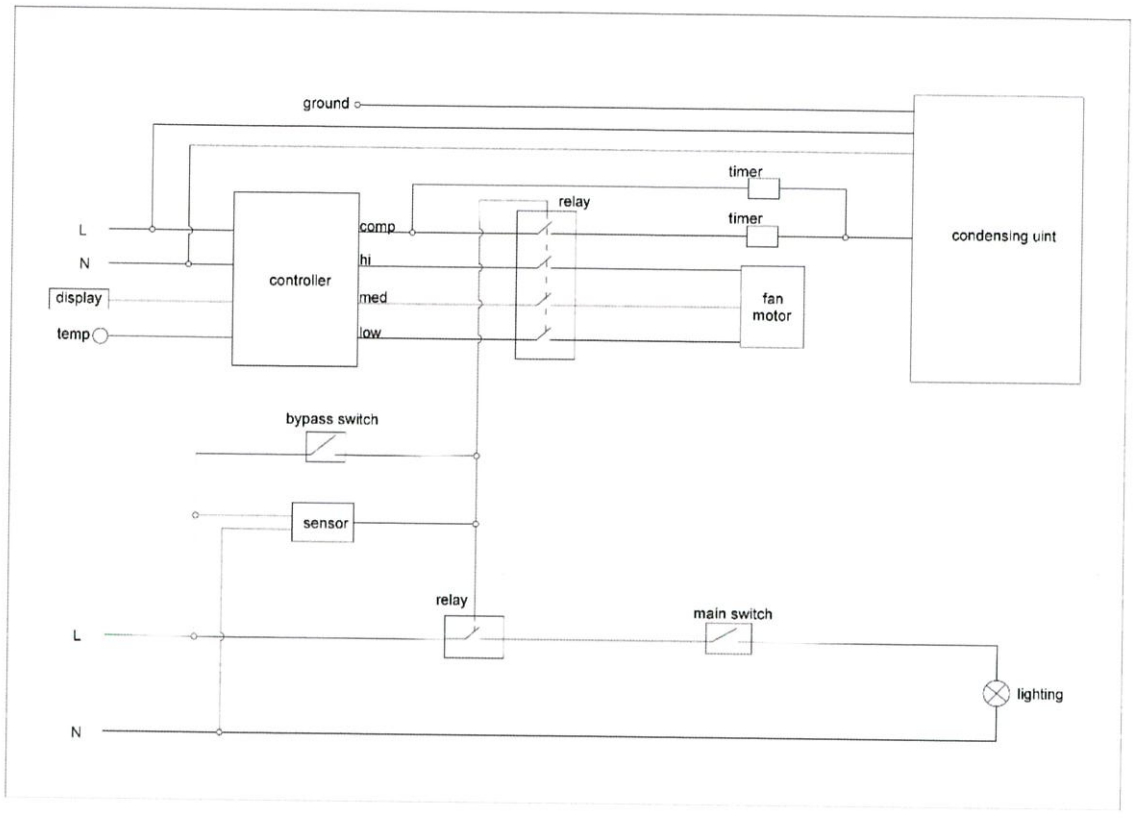
ภาพที่ 3.1 บริเวณห้องประชุมชั้น 1



ภาพที่ 3.2 บริเวณห้องประชุมชั้น 2

3.2 ออกแบบระบบประหยัดพลังงาน

จากการศึกษาระบบไฟส่องสว่างและระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จึงได้ออกแบบโดยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์ซึ่งจะต่อปกติเปิดกับสายไฟของหลอดไฟและต่อปกติเปิดกับเส้น COMP HI MED และ LOW ของเครื่องปรับอากาศดังภาพที่ 3.3



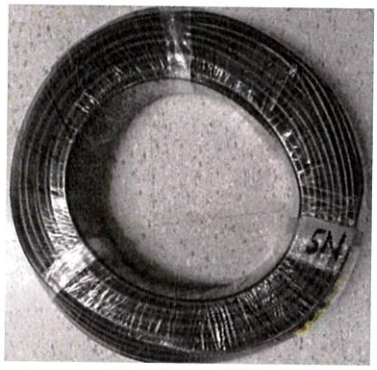
ภาพที่ 3.3 วงจรไฟฟ้าระบบประหยัดพลังงาน

เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบความเคลื่อนไหวจะส่งสัญญาณออกไปให้กับรีเลย์ โดยหน้าสัมผัสรีเลย์จะต่อวงจรให้กับระบบไฟส่องสว่าง หลอดไฟจะสว่างก็ต่อเมื่อหน้าสัมผัสรีเลย์ต่อวงจรและสวิตช์หลักเปิด เช่นเดียวกับชุดรีเลย์ของเครื่องปรับอากาศ เมื่อได้รับสัญญาณจากเซนเซอร์หน้าสัมผัสจะต่อวงจรให้เส้น COMP HI MED และ LOW ทำให้มอเตอร์พัดลมคอยล์เย็นทำงานได้ ส่วนเส้น COMP จะต่ออยู่กับไทม์เมอร์ ซึ่งมีอยู่ 2 ตัว โดยตัวแรกจะทำหน้าที่เป็น บายพาสไทม์เมอร์ ต่อปกติปิด เมื่อได้รับสัญญาณจะเริ่มทำงานจนถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 4 นาที หลังจากนั้นจะทำการเปิดวงจร ไทม์เมอร์ตัวที่สองจะทำหน้าที่หน่วงเวลาคอมเพรสเซอร์ จะได้รับสัญญาณเมื่อหน้าสัมผัสรีเลย์ต่อวงจร โดยไทม์เมอร์จะต่อปกติเปิด เมื่อได้รับสัญญาณจะเริ่มทำงานจนถึงเวลาที่ตั้งไว้คือ 3.20 นาที หลักจากนั้นจะทำการต่อวงจร เครื่องปรับอากาศจะทำงานก็ต่อเมื่อหน้าสัมผัสรีเลย์ต่อวงจรและได้รับคำสั่งเปิดจาก display บายพาสสวิตช์จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้คอยล์รีเลย์แทนเซนเซอร์หากเซนเซอร์เกิดการชำรุด

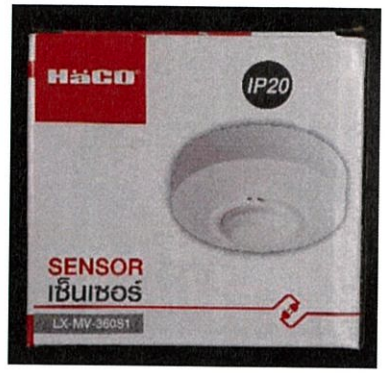
3.3 อุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้งาน

รายการ	จำนวน	ราคา(บาท)	รวม
1. ไมโครเวฟเซนเซอร์	5	1,230	6150
2. รีเลย์ ABB	6	185	1110
3. ซ็อคเก็ตรีเลย์ ABB	6	300	1800
4. ไทม์เมอร์ รีเลย์ H3Y	6	250	1500
5.ซ็อคเก็ตไทม์เมอร์รีเลย์	6	50	300
6. สวิตช์ทางเดียว	3	33	99
7. เทอร์มินัลบล็อก	16	40	640
8. ฟิวส์	3	20	60
9. ฐานฟิวส์	3	124	372
10. กล่องพักสาย 4"x4”	1	45	45
11. กล่องพักสาย 8"x8"	1	115	115
12. กล่องพักสาย 8"x12"	4	160	640
13. วายนัท	1	675	675
14. ท่อเฟล็กซ์อ่อน	100	7	700
15. สายไฟวีซีที	100	20.75	2075
		รวม	16281



(ก)



(ข)

(ค)

(ง)

(จ)

ภาพที่ 3.4 (ก) สายไฟวีซีทีขนาด 4x1 ตร.มม (ข) เซนเซอร์ไมโครเวฟ (ค) รีเลย์ (ง) ฟิวส์คอนโทรล (จ) โซลิดสเตทไทม์เมอร์

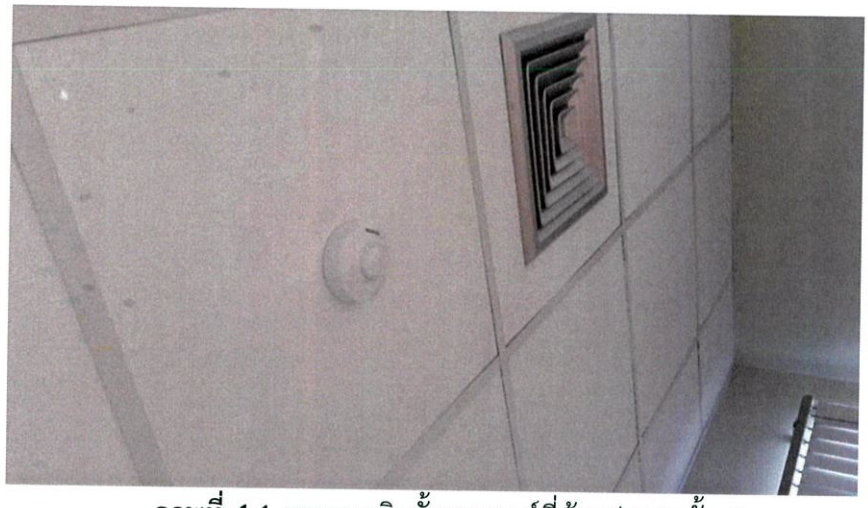
บทที่ 4

ผลการดำเนินการติดตั้ง

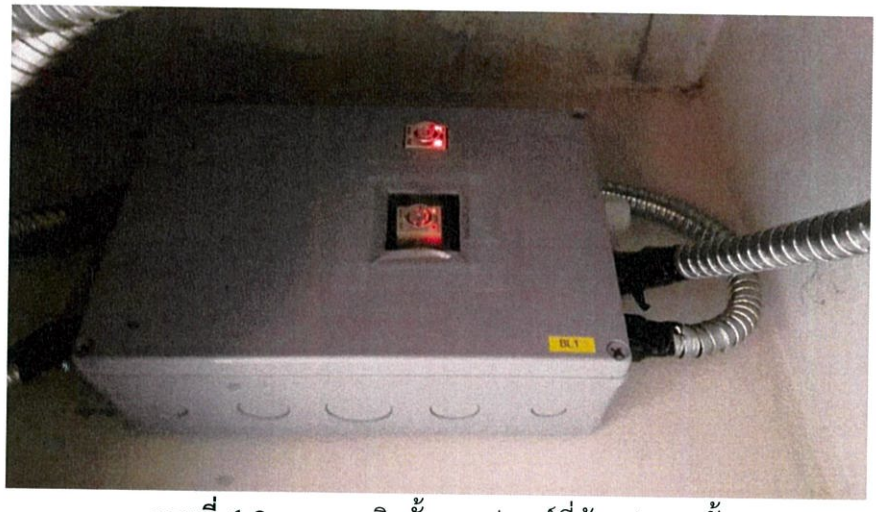
การติดตั้งอุปกรณ์ต้องมีลักษณะที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานในห้องและมีพื้นที่ในการปฏิบัติงาน สามารถเข้าซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

4.1 ลักษณะการติดตั้ง

4.1.1 ลักษณะการติดตั้งห้องประชุมชั้น 1



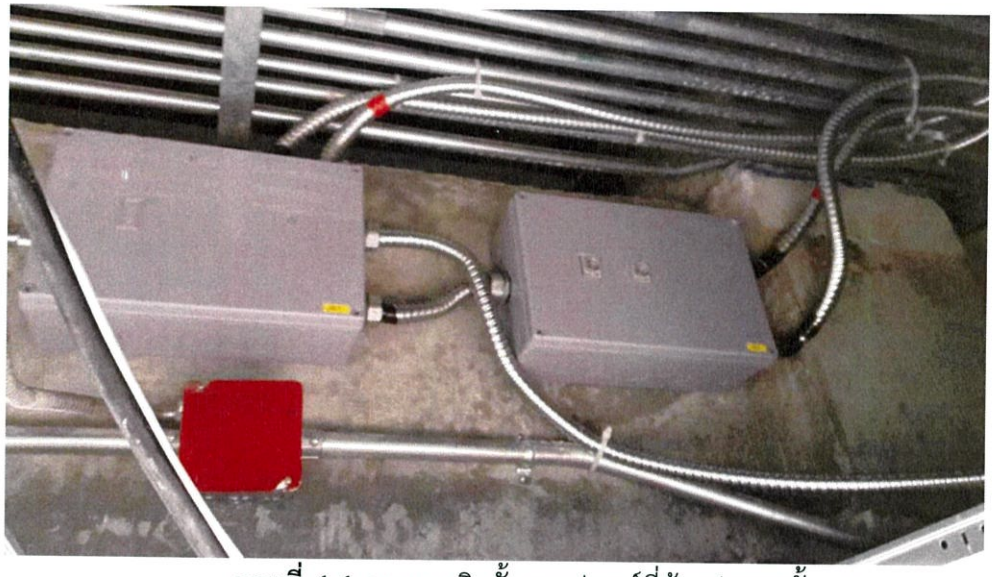
ภาพที่ 4.1 ภาพการติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องประชุมชั้น 1



ภาพที่ 4.2 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ห้องประชุมชั้น 1

4.1.2 ลักษณะการติดตั้งห้องประชุมชั้น 2

ภาพที่ 4.3 ภาพการติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องประชุมชั้น 2



ภาพที่ 4.4 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ห้องประชุมชั้น 2

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาพที่ 4.5 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ห้องประชุมชั้น 2

4.1.3 ลักษณะการติดตั้งที่อาคารควบคุมไฟฟ้าของบ่อพักน้ำ

ภาพที่ 4.6 ภาพการติดตั้งเซนเซอร์ที่อาคารควบคุมไฟฟ้าของบ่อพักน้ำ

148583

ภาพที่ 4.7 ภาพการติดตั้งชุดอุปกรณ์อาคารควบคุมไฟฟ้าของบ่อพักน้ำ

4.2 ผลการดำเนินการเชิงเศรษฐศาสตร์

ผลการประหยัดห้องประชุมชั้น 1 ห้องประชุมชั้น 2 และอาคารควบคุมไฟฟ้าที่บ่อพักน้ำ

4.1 ผลการประหยัดห้องประชุมชั้น 1

ห้องประชุมชั้น 1 มีการใช้พลังงาน 1.207 กิโลวัตต์ สามารถลดค่าไฟต่อชั่วโมงได้ เท่ากับ 4.98 บาท

4.2 ผลการประหยัดห้องประชุมชั้น 2

ห้องประชุมชั้น 2 มีการใช้พลังงาน 4.676 กิโลวัตต์ สามารถลดค่าไฟต่อชั่วโมงได้ เท่ากับ 19.30 บาท

4.3 ผลการประหยัดอาคารควบคุมไฟฟ้าที่บ่อพักน้ำ

อาคารควบคุมไฟฟ้ามีการใช้พลังงาน 0.576 กิโลวัตต์ สามารถลดค่าไฟต่อชั่วโมงได้ เท่ากับ 2.38 บาท

หมายเหตุ 1) ระบบประหยัดพลังงาน สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้เมื่อมีการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ ทำให้คาดการณ์ผลประหยัดจากระบบได้ยากเนื่องจากขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้งาน

2) คิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ขนาดแรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป

3) ยังไม่รวมค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากเซนเซอร์ 0.5 วัตต์ต่อตัวและโซลิดสเตทไทม์เมอร์ 1.5 วัตต์ต่อตัว

4) ในกรณีที่สถานประกอบการไม่ได้ผลิตไฟใช้เอง

4.4 ระยะเวลาคืนทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{16,281}{19,462}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = 0.84 \text{ ปี}$$

หมายเหตุ 1) กำหนดให้ระบบสามารถประหยัดพลังงานได้เฉลี่ย 2 ชั่วโมงต่อวัน

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปการดำเนินงานทั้งหมด ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำงานและแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อให้การดำเนินงานลุล่วงไปด้วยดี

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การออกแบบระบบประหยัดพลังงานโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวควบคุมการทำงานของระบบไฟส่องสว่างและระบบปรับอากาศบริเวณห้องประชุมชั้น 1 ห้องประชุมชั้น 2 และอาคารควบคุมไฟฟ้าที่บ่อพักน้ำ เพื่อลดการใช้พลังงานโดยสิ้นเปลือง

หลักการของระบบคือใช้เซนเซอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของรีเลย์ซึ่งเปรียบเสมือนสวิตช์ตัวหนึ่ง โดยหน้าสัมผัสรีเลย์จะต่อสายไฟของหลอดไฟและสาย COMP HI MED และLOW ของเครื่องปรับอากาศเพื่อตัดต่อวงจร ในส่วนเส้น COMP ต่อไทม์เมอร์ 2 ตัว เพื่อทำหน้าที่บายพาสและหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์

หลังจากดำเนินการติดตั้งแล้ว สถานประกอบการสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ เนื่องจากหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีผู้ใช้งานอยู่ในบริเวณเท่านั้น ทั้งนี้ผลประหยัดจริงที่ระบบสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้งานว่ามีการลืมปิดหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศมากน้อยแค่ไหน

5.2 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางการแก้ไขปัญหา

1) ไม่มีประสบการณ์ในการทำงานจึงทำให้ขาดทักษะต่างๆ เช่น การวางแผนการติดตั้งอุปกรณ์ การเดินสายไฟ การติดตั้งจริง ทำให้งานเกิดความล่าช้า จึงต้องปรึกษากับพี่เลี้ยงเพื่อหาทางแก้ไข

2) การจัดซื้อของสถานประกอบการมีหลายขั้นตอน ทำให้ได้รับอุปกรณ์ในการทำงานช้า ระยะเวลาที่รออุปกรณ์จึงได้มีโอกาสทำงานในสถานประกอบการ เช่นงาน PM มอเตอร์, ลานไก เป็นต้น

บรรณานุกรม

วัชระ มั่งวิทิตกุล. กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน. พิมพ์ครั้ง 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท รำไทย เพรส จำกัด, 2548

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด, 2557

นายอภิสิทธิ์ สุมาลี. การพัฒนาชุดฝึกวงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต. วิทยาลัยเทคโนโลยีปัญญาภิวัฒน์. [Online]. Available : file:///C:/Users/asus/Desktop/ทฤษฎีแอร์.pdf

วิทยาลัยสารพัดช่างกำแพงแสน. รีเลย์. [Online]. Available : http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-09.html

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์. Microwave Motion Sensor. [Online]. Available : https://mcu56.learninginventions.org/?page_id=238

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การคำนวณค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟ

1. ห้องประชุมชั้น 1

1.1 การใช้พลังงานของห้องประชุมชั้น 1

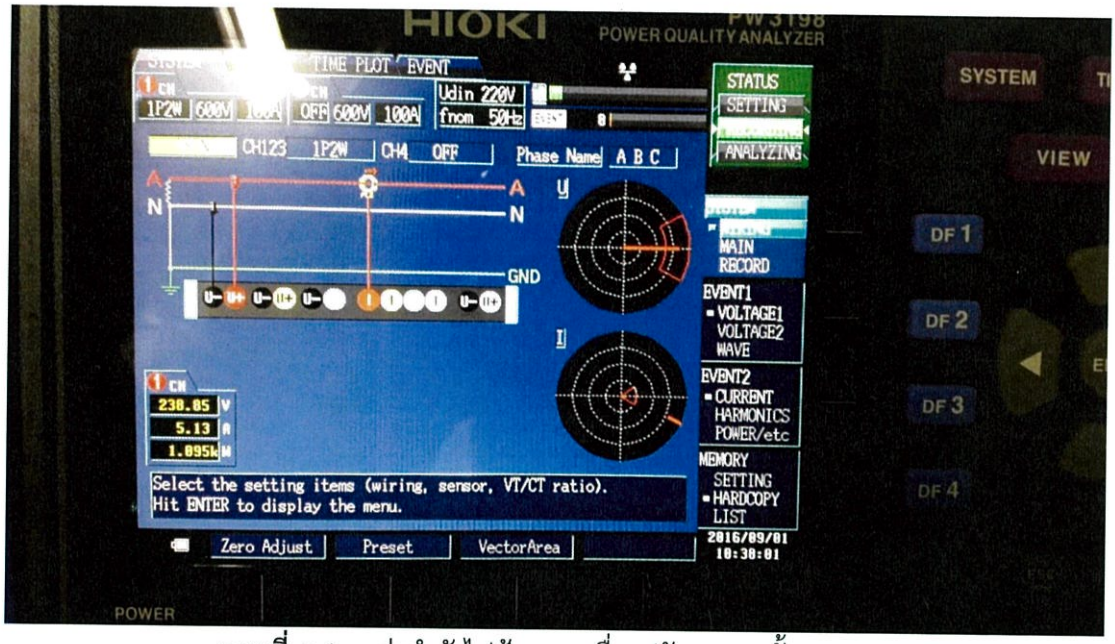
1.1.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของระบบส่องสว่าง

กำลังไฟฟ้ารวม = กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (วัตต์) x จำนวนหลอด

กำลังไฟฟ้ารวม = 28 x 4 วัตต์

กำลังไฟฟ้ารวม = 0.112 กิโลวัตต์

1.1.2 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ ก.1 ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศชั้น 1

เครื่องปรับอากาศขนาด 13,300 BTU มีการใช้กำลังไฟฟ้า 1.095 กิโลวัตต์

ห้องประชุมชั้น 1 มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 1.207 กิโลวัตต์

1.2 การคำนวณค่าไฟ

ค่าไฟ(บาท)=กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์)×จำนวนชั่วโมงที่คาดว่าจะประหยัดได้ (ชั่วโมงต่อปี)×ราคา(บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)

ค่าไฟ(บาท)= 1.207 × 730 × 4.1283

ค่าไฟ =3,637.48 บาท

2. ห้องประชุมชั้น 2

2.1 การใช้พลังงานของห้องประชุมชั้น 2

2.1.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของระบบส่องสว่าง

กำลังไฟฟ้ารวม = กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (วัตต์) x จำนวนหลอด

กำลังไฟฟ้ารวม = 28 x 20 วัตต์

กำลังไฟฟ้ารวม = 0.56 กิโลวัตต์

2.1.2 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ

ภาพที่ ก.2 ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศชั้น 2

เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 BTU มีการใช้กำลังไฟฟ้า 2.985 กิโลวัตต์

เครื่องปรับอากาศขนาด 13,300 BTU มีการใช้กำลังไฟฟ้า 1.131 กิโลวัตต์

ห้องประชุมชั้น 2 มีการใช้กำลังไฟฟ้ารวม 4.676 กิโลวัตต์

2.2 การคำนวณค่าไฟ

ค่าไฟ(บาท)–กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์)×จำนวนชั่วโมงที่คาดว่าจะประหยัดได้ (ชั่วโมงต่อปี)×ราคา(บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)

ค่าไฟ(บาท)= 1.207 × 730 × 4.1283

ค่าไฟ =14,092.87 บาท

3. อาคารควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ่อพักน้ำ

3.1 การใช้พลังงานของอาคารควบคุมไฟฟ้าสำหรับบ่อพักน้ำ

3.1.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของระบบส่องสว่าง

กำลังไฟฟ้ารวม = กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (วัตต์) x จำนวนหลอด

กำลังไฟฟ้ารวม = 36 x 16 วัตต์

กำลังไฟฟ้ารวม = 0.576 กิโลวัตต์

1.2 การคำนวณค่าไฟ

ค่าไฟ(บาท)=กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์)×จำนวนชั่วโมงที่คาดว่าจะประหยัดได้ (ชั่วโมงต่อปี)×ราคา(บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)

ค่าไฟ(บาท)= 1.207 × 730 × 4.1283

ค่าไฟ =1,735.87 บาท

4. ระยะเวลาคืนทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = \frac{16,281}{19,462}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน(ปี)} = 0.84 \text{ ปี}$$

5. อัตราค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ระดับแรงดันที่ใช้งาน	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	
แรงดัน 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	0	4.1283	2.6107	312.24
แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	132.93	0	4.2097	2.6295	312.24
แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	210.00	0	4.3555	2.6627	312.24

หมายเหตุ - On Peak ช่วงเวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์

- Off Peak ช่วงเวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์

ช่วงเวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ

วันหยุดราชการตามปรกติ(ไม่รวมวันหยุดชดเชยและวันพืชมงคล)

ภาคผนวก ข

การคำนวณขนาดสายไฟ

การคำนวณขนาดสายไฟ

1. กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ระบบประหยัดพลังงานเชื่อมต่อด้วย

กำลังไฟฟ้ารวม = กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (วัตต์) x จำนวนหลอด

กำลังไฟฟ้ารวม = 36 x 16 วัตต์

กำลังไฟฟ้ารวม = 576 วัตต์

2. ขนาดกระแส

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า} \times \text{safety factor}}{\text{แรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน} \times \text{power factor}}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{576 \times 1.25}{220 \times 0.85} \quad ; \text{ power factor=0.85}$$

กระแสไฟฟ้า = 3.85 แอมแปร์

3. ขนาดสายไฟ

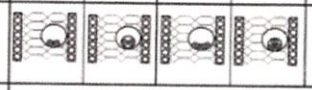
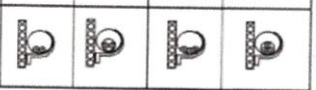
หนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 จากตาราง 5-20 สายไฟ วีซีที ขนาด 1 ตร.มม. แกนเดียว จำนวนตัวนำกระแส 3 เส้น เดินสายแบบกลุ่มที่ 1 สามารถรองรับกระแสได้ 9 แอมแปร์ ต้องการใช้ตัวนำกระแส 4 เส้น คิดเป็นวงจร 1 เฟสได้ 2 วงจร จากตาราง 5-8 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสมีค่า 0.8

9 x 0.8 = 7.2 แอมแปร์

สายไฟวีซีทีขนาด 1 ตร.มม. รองรับกระแสได้ 7.2 แอมแปร์ ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งาน

ตารางที่ 5-20

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_o/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

ภาพที่ ข.1 ตารางที่ 5-20

ตารางที่ 5-8

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณปรับค่า
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

หมายเหตุ *1) ให้ใช้กับกลุ่มของเคเบิลที่มีรูปแบบการเดินสายแบบเดียวกัน*

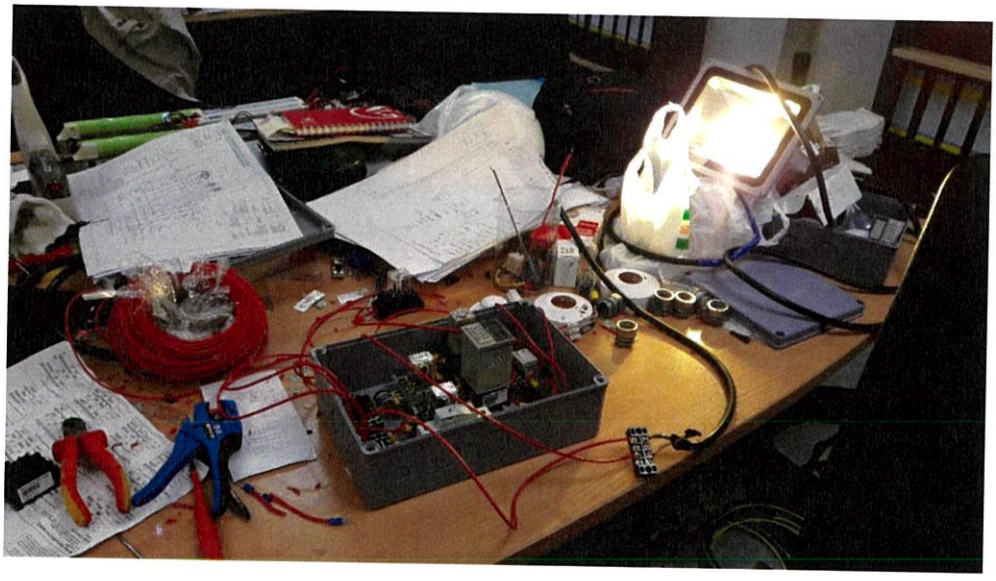
2) ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าเดียวกันสำหรับ

- *กลุ่มเคเบิลแกนเดียวทั้ง 2, 3 และ 4 สาย*
- *กลุ่มเคเบิลหลายแกน (วงจร 1 เฟส 2 สาย นับเป็น 1 กลุ่มวงจร, วงจร 3 สายหรือ 4 สาย นับเป็น 1 กลุ่มวงจร)*

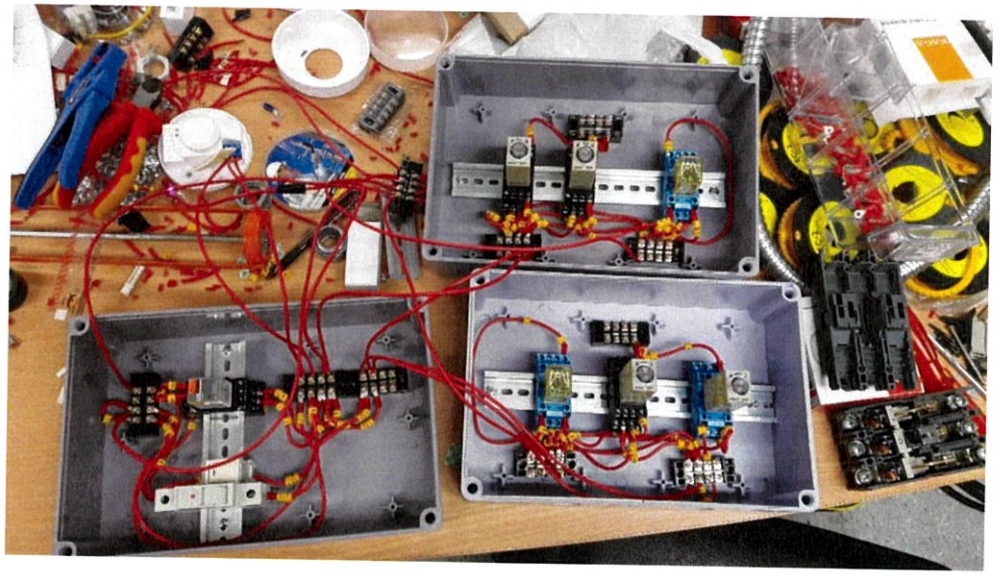
ภาพที่ ข.2 ตารางที่ 5-8

ภาคผนวก ค
ภาพการทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์

ภาพการทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์

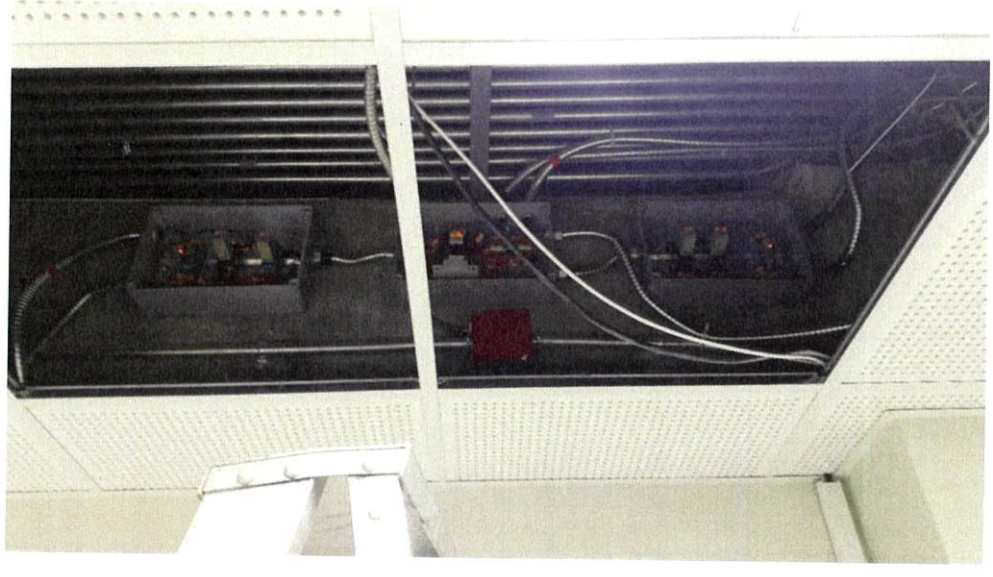


ภาพที่ ค.1 ภาพการทดสอบอุปกรณ์



ภาพที่ ค.2 ภาพการต่อสายอุปกรณ์

ภาพที่ ค.3 ภาพการติดตั้งห้องประชุมชั้น 1



ภาพที่ ค.4 ภาพการติดตั้งห้องประชุมชั้น 2

ภาพที่ ค.5 ภาพการติดตั้งที่อาคารควบคุมไฟฟ้าของบ่อพักน้ำ

ภาคผนวก ง

Schematic diagram

ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER

SCHEMATIC DIAGRAM FOR MAINTENANCE BUILDING AND RESERVOIR ELECTRICAL BUILDING

1 2 3 4 5 6 7 8

A B C D E

PROJECT USER :

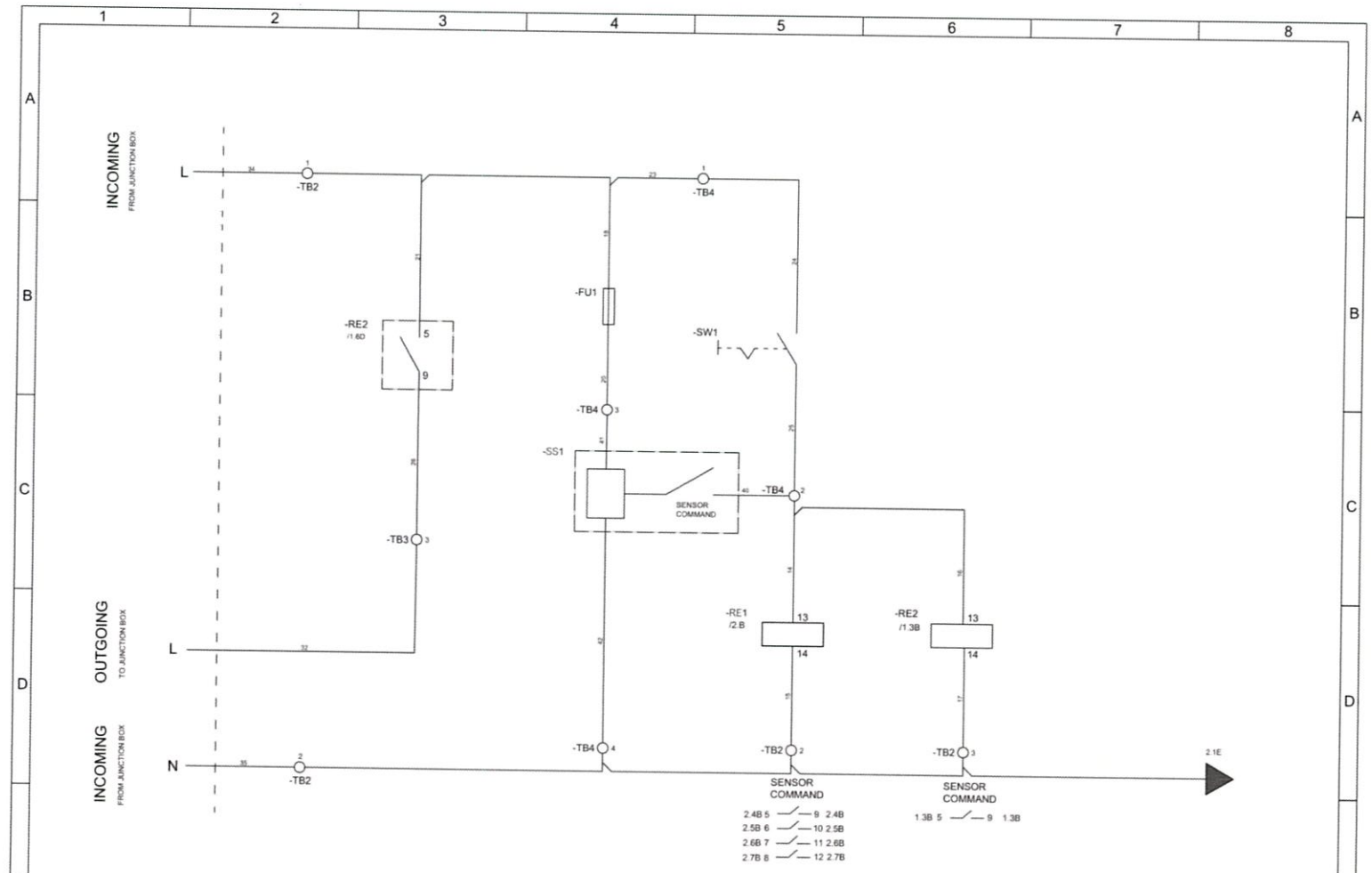
GULF JP NS COMPANY LIMITED

PROJECT NAME :

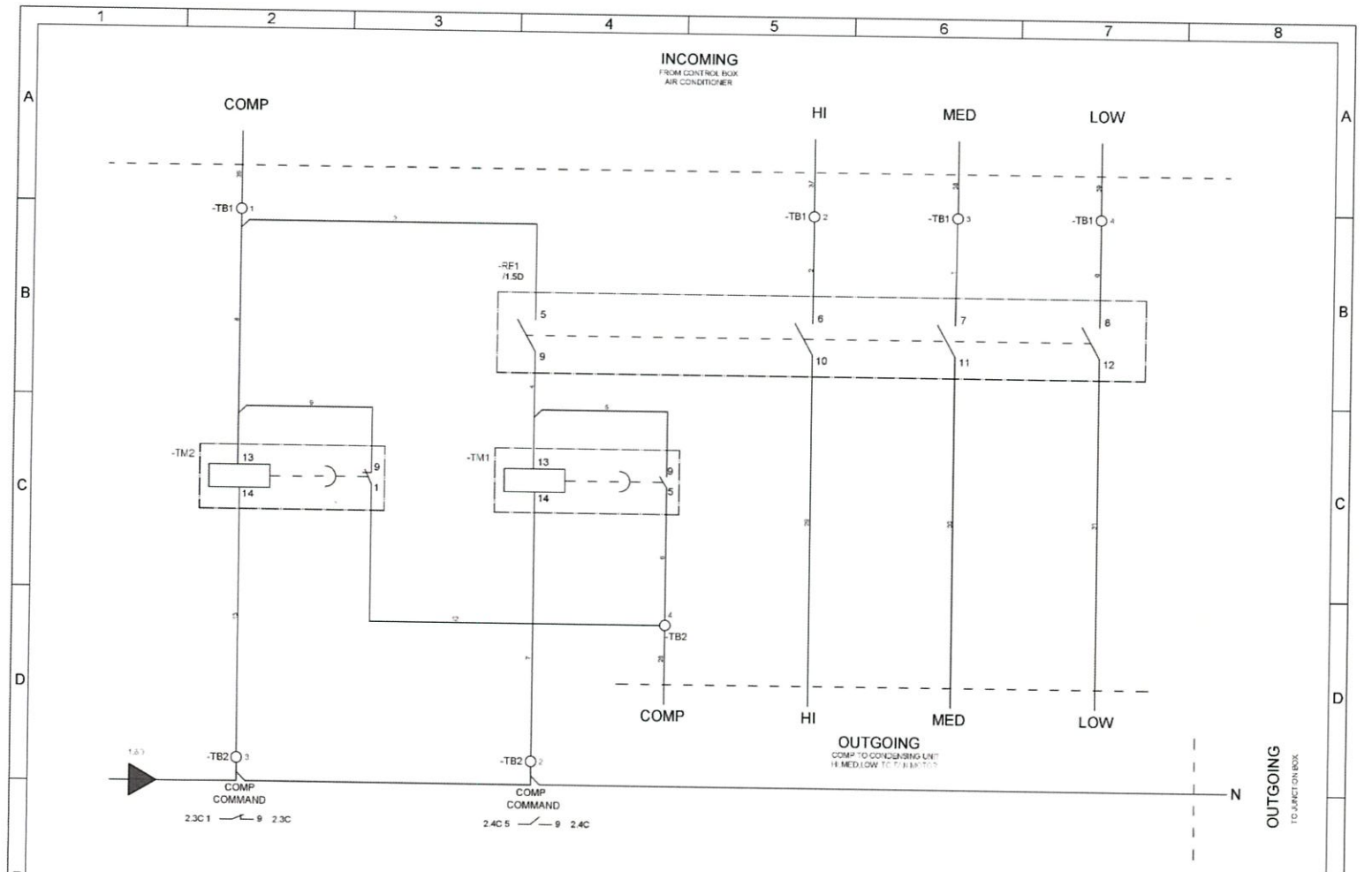
ENERGY SAVING LIGHTING
AND AIR CONDITIONER

DRAWING TITLE :

1st FLOOR MEETING ROOM
IN MAINTENANCE BUILDING



Project: ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	Title: 1st FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING	Designed: Detchrit Tantayanon	Scale NTS	Sheet 1
			25-NOV-2016	Cont. 2

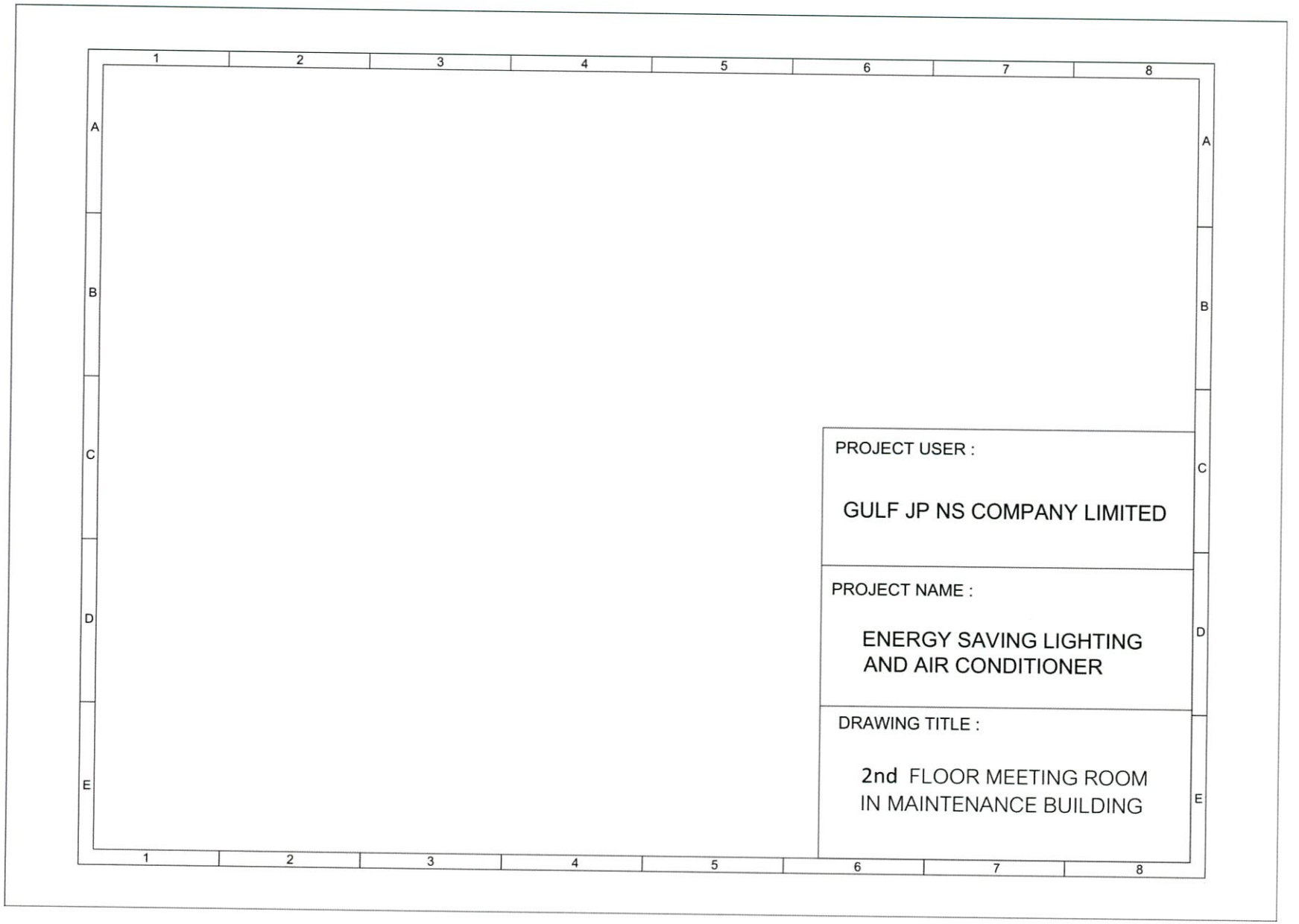


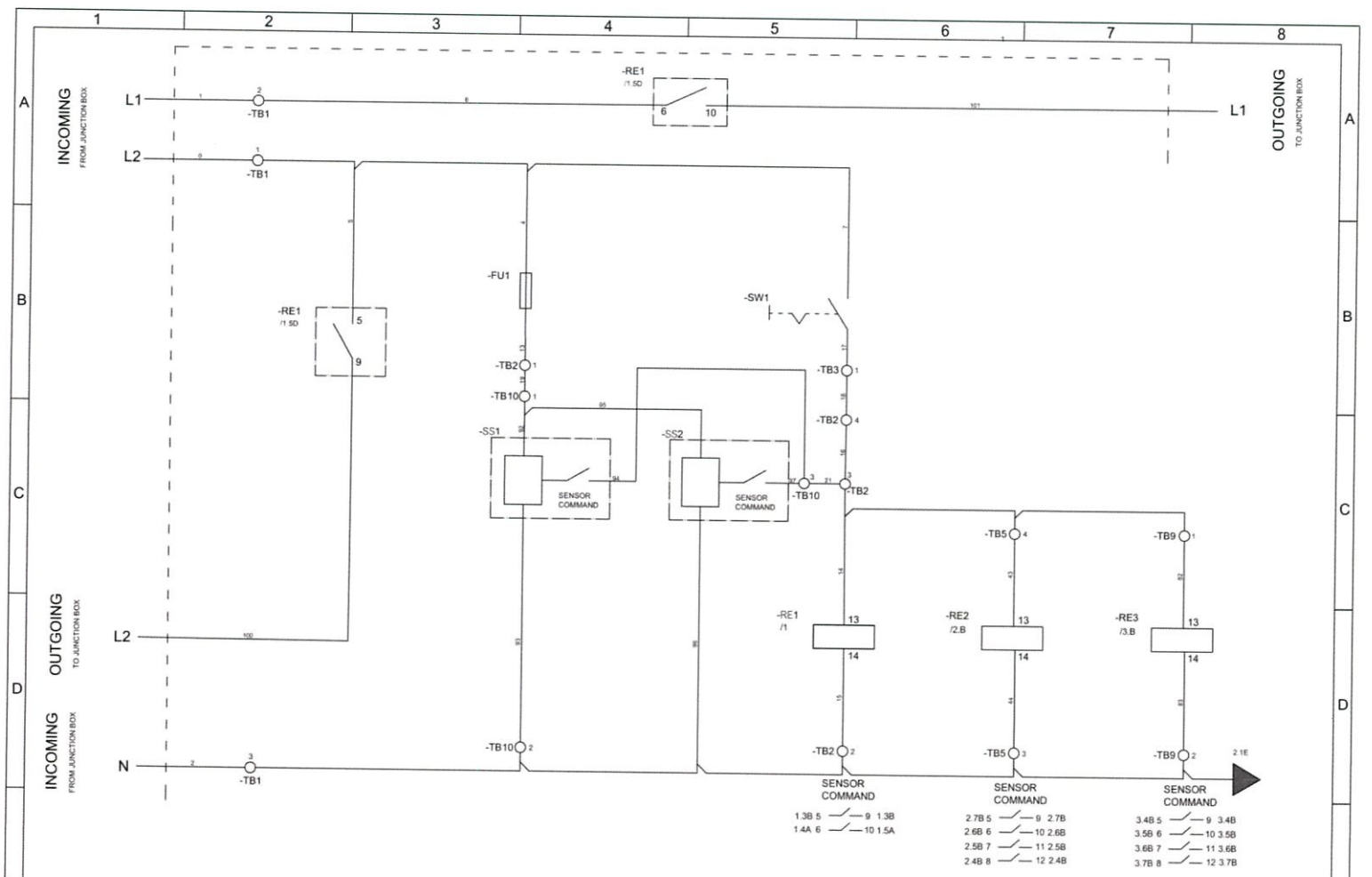
Project: ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	Title: 1st FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING	Designed: Detchrit Tantayanon	Scale NTS	Sheet 2
			25-NOV-2016	Cont. 3

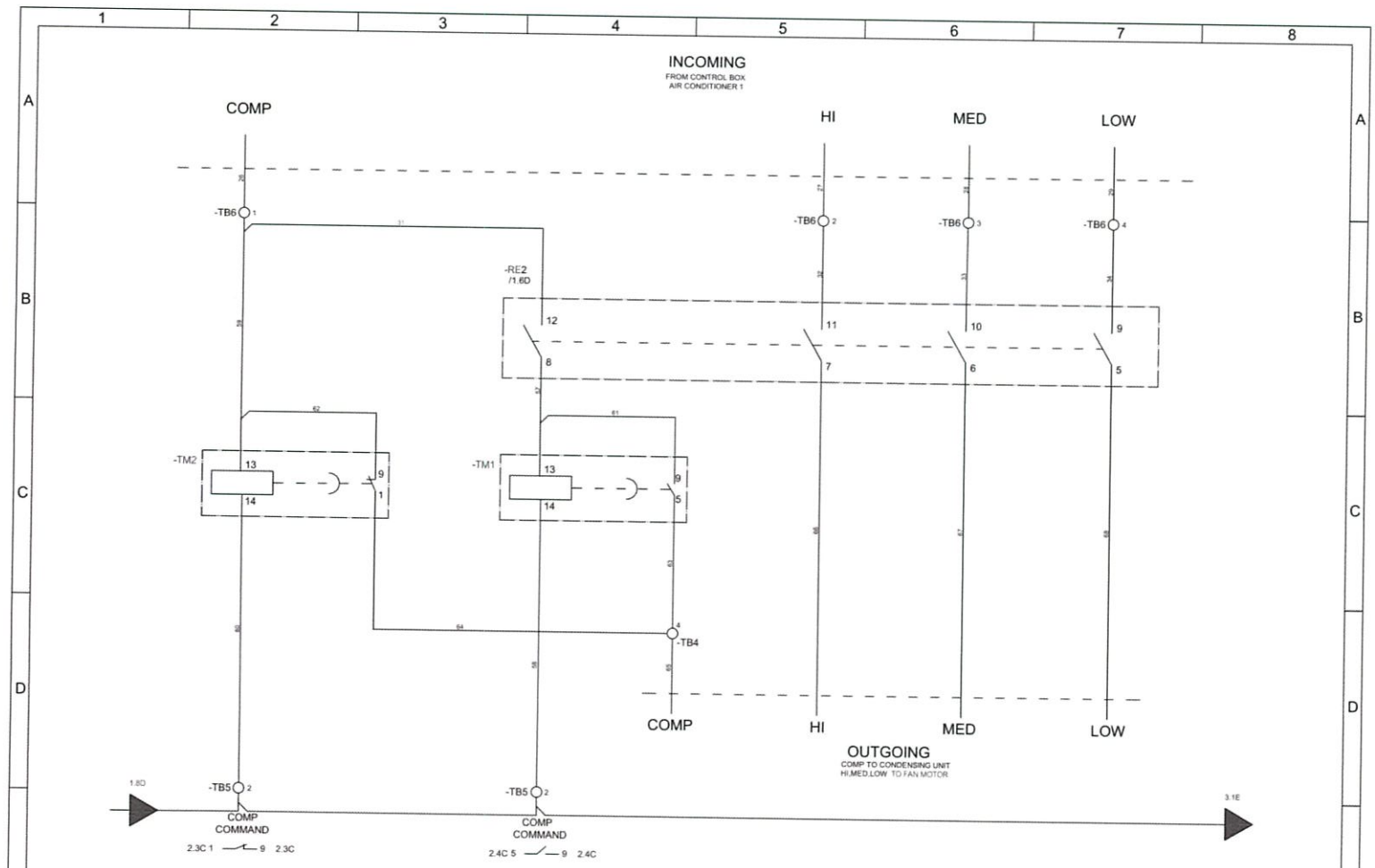
MATERIALS

Device name	Qty.	Description
RE1;RE2	2	RELAY ABB CR-M230AC4L 4PDT
TM1;TM2	2	SOLID-STATE TIMER H3Y 4PDT
FU1	1	FUSE CONTROL 4A RT10-4A
SW1	1	SINGLE POLE SWITCH PANASONIC WNG5001-701
SS1	1	MICROWAVE SENSOR LX-MV-360S1
BL1	1	JUNCTION BOX 8"X12"
TB1...TB4	4	TERMINAL BLOCK 15A 4P TB-1504

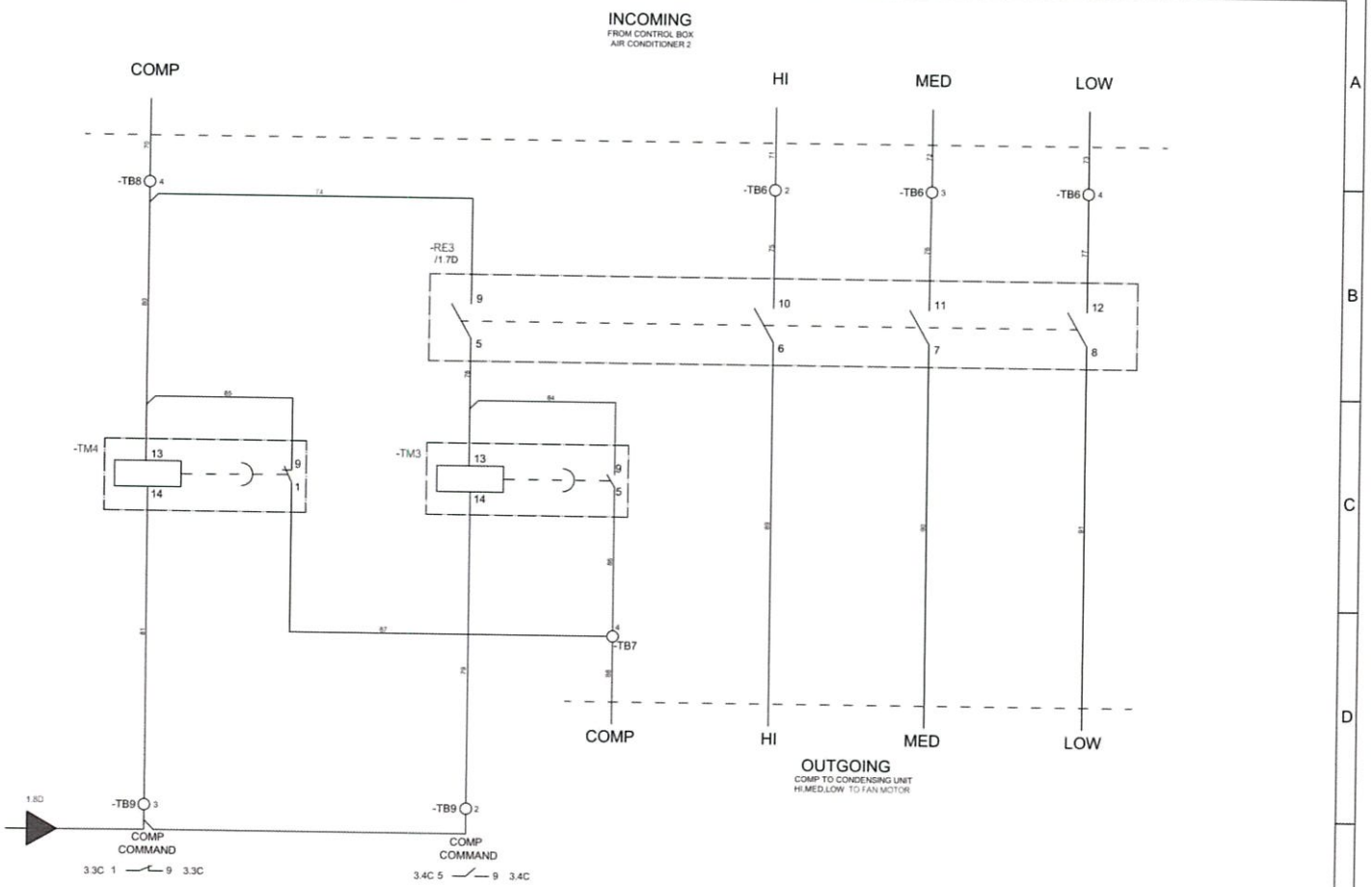
Project: ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	Title: 1st FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING	Designed: Detchrit Tantayanon	Scale NTS 25-NOV-2016	Sheet 3 Cont. -


1
2
3
4
5
6
7
8
A
B
C
D
E
PROJECT USER :
GULF JP NS COMPANY LIMITED
PROJECT NAME :
ENERGY SAVING LIGHTING
AND AIR CONDITIONER
DRAWING TITLE :
2nd FLOOR MEETING ROOM
IN MAINTENANCE BUILDING

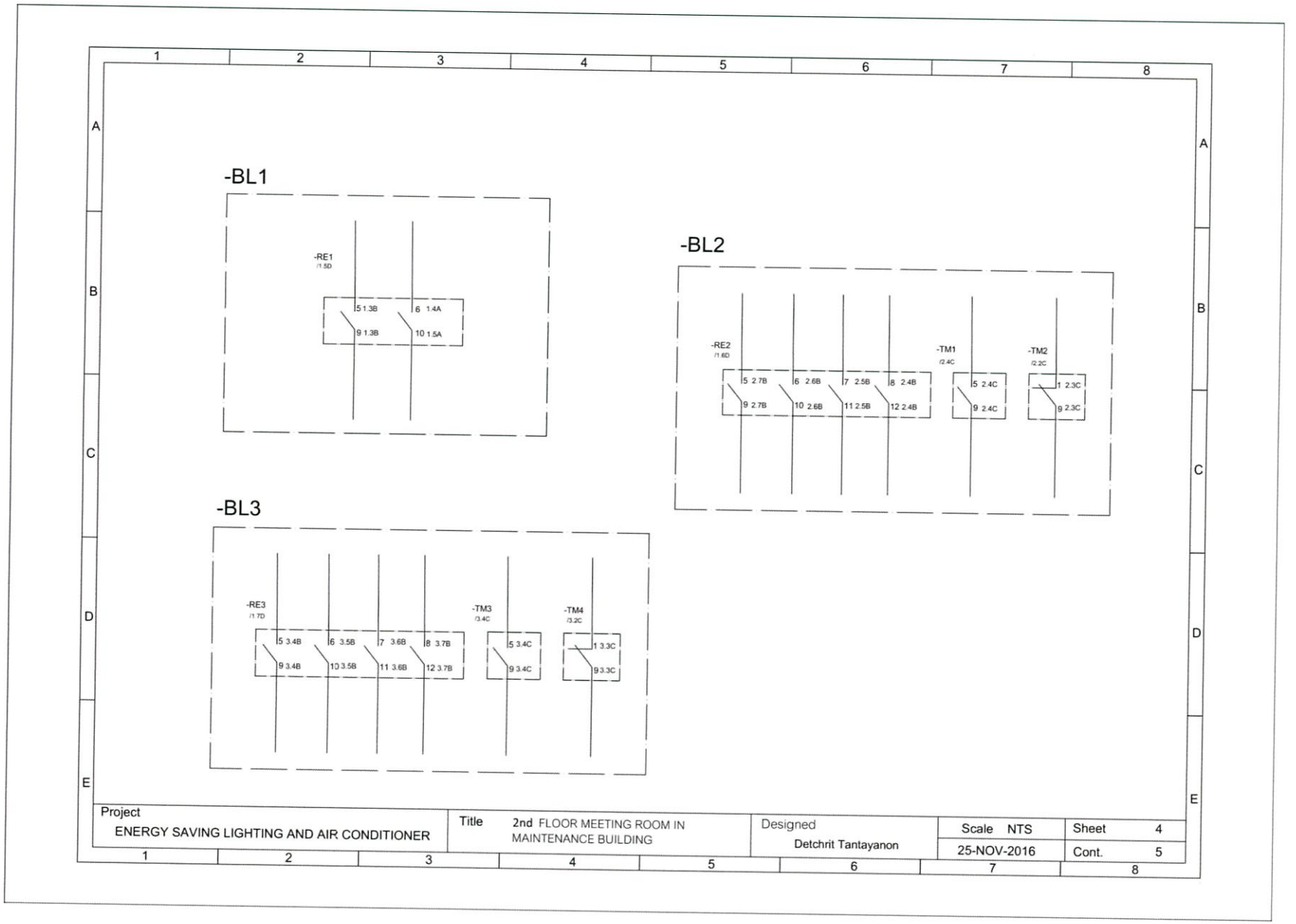

INCOMING
FROM JUNCTION BOX
L1
L2
N
-TB1
-RE1
/1 5D
OUTGOING
TO JUNCTION BOX
-FU1
-SW1
-TB2
-TB10
-TB3
-SS1
-SS2
SENSOR COMMAND
-RE1
/1
-RE2
/2.B
-RE3
/3.B
-TB5
-TB9
1.3B 5
1.4A 6
9 1.3B
10 1.5A
2.7B 5
2.6B 6
2.5B 7
2.4B 8
9 2.7B
10 2.6B
11 2.5B
12 2.4B
3.4B 5
3.5B 6
3.6B 7
3.7B 8
9 3.4B
10 3.5B
11 3.6B
12 3.7B
Project
ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER
Title
2nd FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING
Designed
Detchrit Tantayanon
Scale NTS
25-NOV-2016
Sheet 1
Cont. 2



Project	Title	Designed	Scale NTS	Sheet 2
ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	2nd FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING	Detchrit Tantayanon	25-NOV-2016	Cont. 3



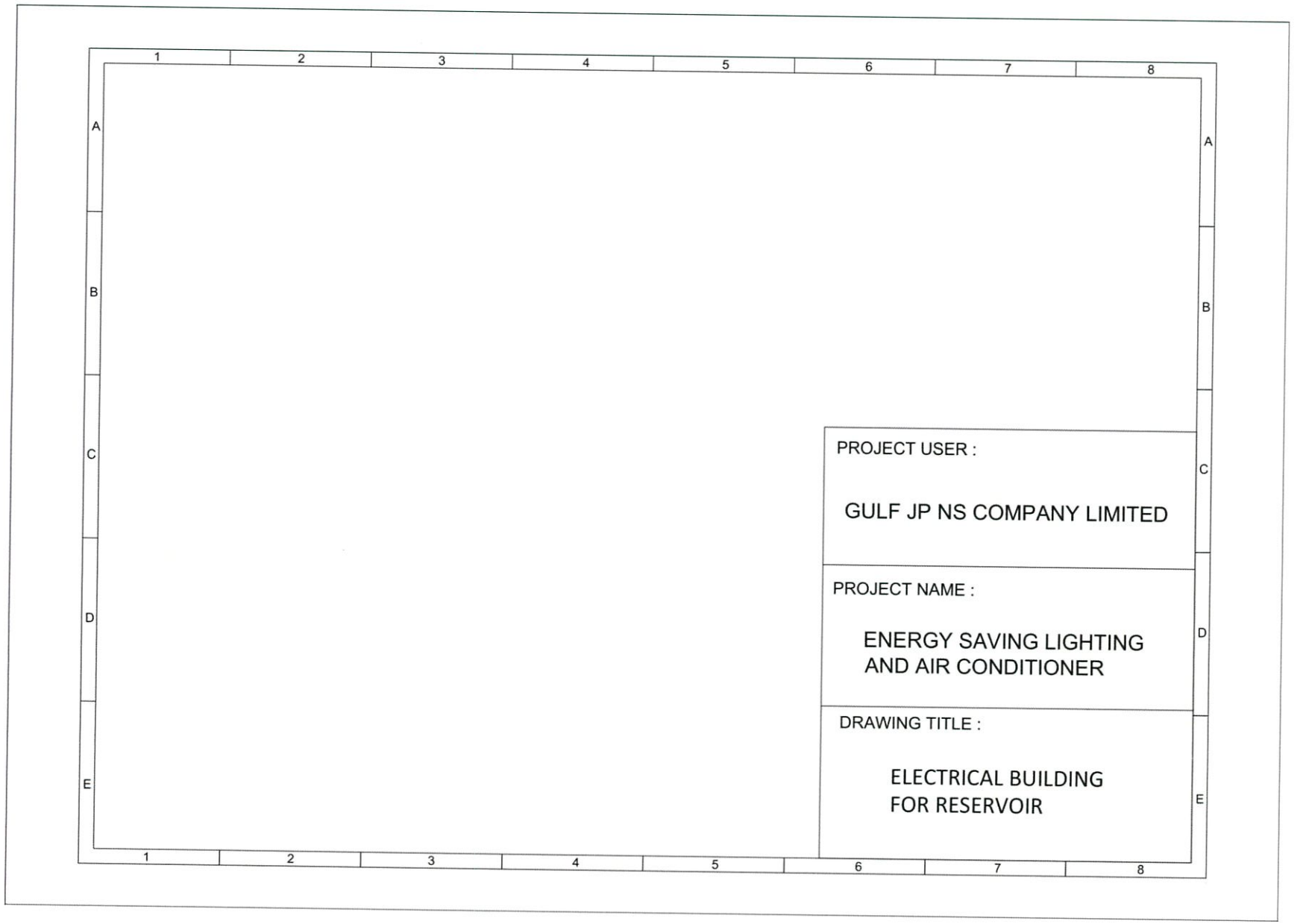
Project: ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	Title: 2nd FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING	Designed: Detchrit Tantayanon	Scale NTS	Sheet 3
			25-NOV-2016	Cont. 4

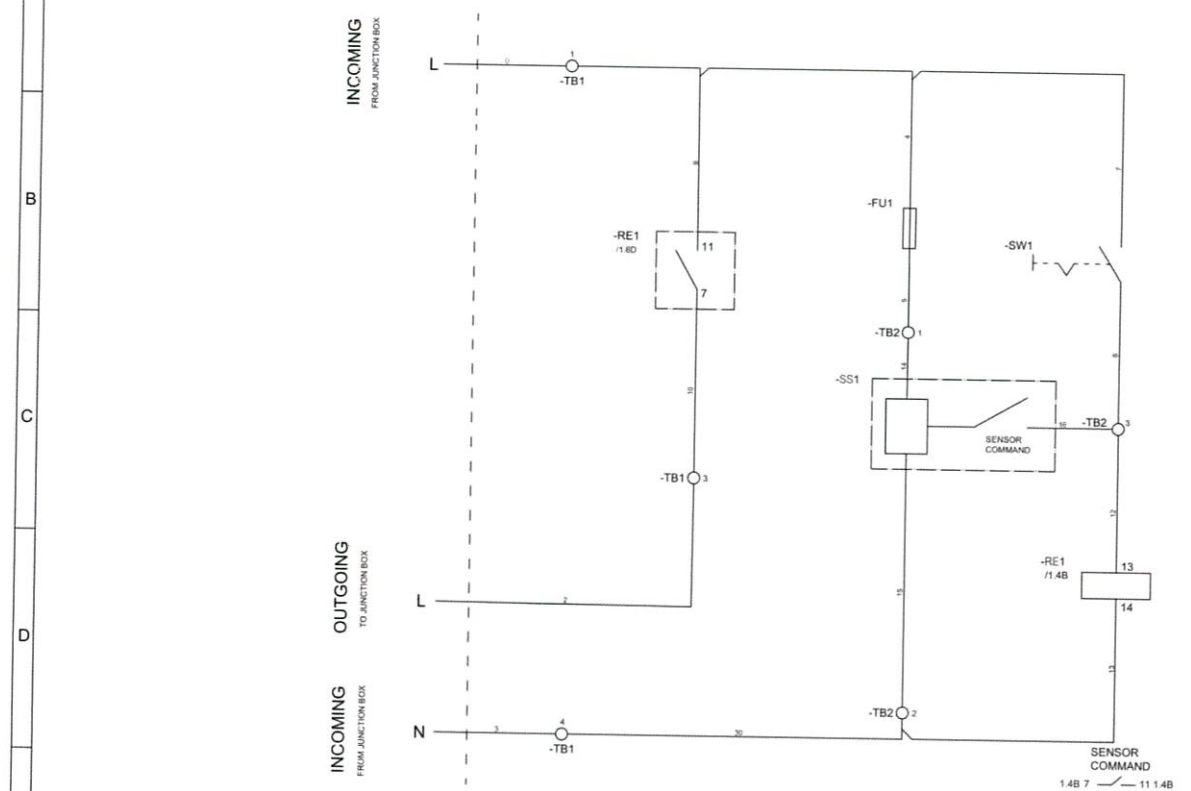

-BL1
-RE1
/1.5D
5 1.3B
6 1.4A
9 1.3B
10 1.5A
-BL2
-RE2
/1.6D
5 2.7B
6 2.6B
7 2.5B
8 2.4B
9 2.7B
10 2.6B
11 2.5B
12 2.4B
-TM1
/2.4C
5 2.4C
9 2.4C
-TM2
/2.2C
1 2.3C
9 2.3C
-BL3
-RE3
/1.7D
5 3.4B
6 3.5B
7 3.6B
8 3.7B
9 3.4B
10 3.5B
11 3.6B
12 3.7B
-TM3
/3.4C
5 3.4C
9 3.4C
-TM4
/3.2C
1 3.3C
9 3.3C
Project
ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER
Title
2nd FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING
Designed
Detchrit Tantayanon
Scale NTS
25-NOV-2016
Sheet 4
Cont. 5

MATERIALS

Device name	Qty.	Description
RE1...RE3	3	RELAY ABB CR-M230AC4L 4PDT
TM1...TM4	4	SOLID-STATE TIMER H3Y 4PDT
FU1	1	FUSE CONTROL 4A RT10-4A
SW1	1	SINGLE POLE SWITCH PANASONIC WNG5001-701
SS1;SS2	2	MICROWAVE SENSOR LX-MV-360S1
BL1...BL3	3	JUNCTION BOX 8"X12"
TB1...TB10	10	TERMINAL BLOCK 15A 4P TB-1504

Project	Title	Designed	Scale	Sheet
ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	2ND FLOOR MEETING ROOM IN MAINTENANCE BUILDING	Detchrit Tantayanon	NTS	5
		25-NOV-2016	Cont.	-


1
2
3
4
5
6
7
8
A
B
C
D
E
PROJECT USER :
GULF JP NS COMPANY LIMITED
PROJECT NAME :
ENERGY SAVING LIGHTING
AND AIR CONDITIONER
DRAWING TITLE :
ELECTRICAL BUILDING
FOR RESERVOIR



Project	Title	Designed	Scale NTS	Sheet 1
ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	ELECTRICAL BUILDING FOR RESERVOIR	Detchrit Tantayanon	25-NOV-2016	Cont. 2

MATERIALS

Device name	Qty.	
RE1	1	RELAY ABB CR-M230AC4L 4PDT
FU1	1	FUSE CONTROL 4A RT10-4A
SW1	1	SINGLE POLE SWITCH PANASONIC WNG5001-701
SS1	1	MICROWAVE SENSOR LX-MV-360S1
BL1	1	JUNCTION BOX 8"X12"
TB1;TB2	2	TERMINAL BLOCK 15A 4P TB-1504

Project	Title	Designed	Scale NTS	Sheet 2
ENERGY SAVING LIGHTING AND AIR CONDITIONER	ELECTRICAL BUILDING FOR RESERVOIR	Detchrit Tantayanon	25-NOV-2016	Cont. -

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายเดชฤทธิ์ ตันตยานนท์

วัน เดือน ปีเกิด 4 กันยายน 2535

ที่อยู่ 1/1 ซอยเฉลิมพระเกียรติ์ 14 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250

E-mail detchrit.sarm@gmail.com

โทรศัพท์ 086-3523502

ประวัติการศึกษา : ระดับปริญญาตรี

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาพลังงานไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

: ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว

: ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ

ประวัติการทำงาน : มิถุนายน-กรกฎาคม 2559 นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท โกลบอล เพาเวอร์ ซินเนอร์ยี่ จำกัด(มหาชน)

: สิงหาคม-พฤศจิกายน 2559 นักศึกษาสหกิจศึกษา

บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด