รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การลดงบประมาณด้านแรงงานในการทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติและระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

Labor Costs Reducing in Testing of Automatic Lighting Control System and Indoor Telephone System

นายวสุพล ชาญศิริ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การลดงบประมาณด้านแรงงานในการทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติและระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

Labor Costs Reducing in Testing of Automatic Lighting Control System and Indoor Telephone System

นายวสุพล ชาญศิริ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การลดงบประมาณด้านแรงงานในการทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติและระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายวสุพล ชาญศิริ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายพิริยะ โลพินิจ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ และโทรศัพท์ภายในอาคาร เนื่องจากเวลาเป็นปัจจัยสำคัญของงานด้านการควบคุมงานก่อสร้าง ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติและระบบโทรศัพท์ภายในอาคารคือ การใช้จำนวนคนและเวลามากเกินไปในการแก้ปัญหา เพราะอุปกรณ์ของระบบแสงสว่างอัตโนมัติมีจำนวนมากและติดตั้งไว้ที่สูง ส่วนระบบโทรศัพท์ภายในอาคารนั้นใช้เวลาในการตรวจสอบปัญหาและแก้ไขปัญหาที่ค่อนข้างนาน เนื่องจากสายไฟมีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก วิธีการแก้ปัญหานี้จะเน้นไปในเรื่องของการลดเวลาการทำงานของแรงงาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในงานด้านการควบคุมงานก่อสร้าง โดยวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวจะนำไปใช้ในโครงการงานออกแบบอาคารพร้อมตกแต่งภายในอาคารสำนักงานใหม่คลองเตย ณ การไฟฟ้านครหลวงคลองเตย มีทั้งหมด 3 อาคาร ได้แก่ อาคาร A Tower จำนวน 25 ชั้น , อาคาร A Podium จำนวน 6 ชั้น และอาคาร B จำนวน 14 ชั้น พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายของระบบแสงสว่างอัตโนมัติของอาคาร A Tower ได้จำนวน 27,861.6 บาท และระบบโทรศัพท์ภายในอาคารของทั้ง 3 อาคาร ได้จำนวน 587,171 บาท รวมทั้งหมดที่สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานได้จำนวน 615,032.6 บาท

คำสำคัญ : ระบบแสงสว่างอัตโนมัติ , ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร , การลดค่าแรงงาน , การลดเวลาแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title :	Labor Costs Reducing in Testing of Automatic Lighting Control System and Indoor Telephone System
Student intern name :	Mr.Vasupon Chansiri
Faculty : Engineering	**Department :** Electrical Engineering
Advisor name :	Assoc. Prof. Dr. Atthapol Ngaopitakkul
Mentor name:	Mr.Piriya Lopinit
Company :	Power Line Engineering Public Company Limited

ABSTRACT

This report presents solution method of automatic lighting control system and indoor telephone system. Time is an important factor of construction control work. The problem of automatic lighting control system and indoor telephone systems is using too many people and time to solve problems due to a huge number of equipment of automatic lighting control system and difficulty to access. The indoor telephone system takes much time to investigate the problem and find out the solution because the wires are small and there are a lot of wires. The proposed solution will focus on reducing labor time in order to reduce labor costs in construction control work. This solution will be used in the new office building Metropolitan Electricity Authority, comprising 3 buildings, including 25 floors A Tower, 6 floors A Podium building and 14 floors Building B. The result shows that it can reduce the cost of automatic lighting control system of the A Tower building by 27,861.60 baht and indoor telephone system of all 3 buildings can be reduced by 587,171 baht, and in total, it can reduce the cost of labor about 615,032.60 baht.

Keywords : Automatic Lighting Control System , Indoor Telephone System , Labor cost reduction , Reducing labor time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาเรื่องการลดงบประมาณด้านแรงงานในการทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ และระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร สำเร็จลุล่วงด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับการสนับสนุนจากบริษัท เพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน) บุคคลหลายฝ่ายที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการทำให้รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ได้ อีกทั้งยังคอยเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะ ให้ข้อคิดในการแก้ไขปัญหา รวมถึงช่วยแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆของรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ ทำให้รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และคอยให้คำปรึกษาอย่างสม่ำเสมอ

วสุพล ชาญศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....I

ABSTRACT.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....V

สารบัญรูป.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....5

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....5

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....6

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 บทนิยามที่เกี่ยวข้อง.....7

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....9

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....22

3.1 ศึกษาข้อบกพร่องของวิธีการแก้ปัญหาดั้งเดิม.....23

3.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ.....23

3.1.2 ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร.....27

3.2 วิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่.....30

3.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ.....30

3.2.2 ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร.....32

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....36

4.1 เปรียบเทียบการแก้ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ.....36

4.2 เปรียบเทียบการแก้ปัญหาระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร.....38

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....40

5.1 สรุปผลการวิจัย.....40

5.2 ข้อเสนอแนะ.....40

เอกสารอ้างอิง.....41

ภาคผนวก.....42

ประวัติผู้เขียน.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน.....6
4.1 การเปรียบเทียบค่าแรงงานของการแก้ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ.....37
4.2 ค่าแรงงานของการแก้ปัญหาของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ไรเซอร์ไดอะแกรมระบบแสงสว่างอัตโนมัติ....2
1.2 ไรเซอร์ไดอะแกรมระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร....3
1.3 อุปกรณ์เสริมระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร....4
2.1 แสดงลูปของวงจร....10
2.2 แสดงลูปวงจรที่มีความซับซ้อน....11
2.3 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร....14
2.4 Key Input Unit (Neo Series)....14
2.5 Key Input Unit (Standard Series)....15
2.6 C-Bus Ethernet Network Interface / รุ่น : 5500CN2....15
2.7 Power Supply / รุ่น : 5500PS....16
2.8 Relay Unit (DIN Rail)....17
2.9 Dimmer Unit (Din Rail)....18
2.10 C-Bus Architectural Dimmers....18
2.11 4 Channels Analogue Output / รุ่น : L5504AMP Light Level Sensor / รุ่น : 5754PE 19
2.12 Touch Screen / รุ่น : C_5050CTL2_GB 20
2.13 Light Level Sensor / รุ่น : 5754PE 20
2.14 Motion Sensor (5750WPL) 21
3.1 โครงการก่อสร้างอาคารและตกแต่งภายในสำนักงานใหม่ การไฟฟ้านครหลวงคลองเตย....23
3.2 ไดอะแกรมของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ....23
3.3 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ....24
3.4 การถอดสายที่ตู้ RPA1....25
3.5 การใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายระหว่าง RPA1กับแผงควบคุมจากศูนย์กลางของระบบแสงสว่าง....25
3.6 การถอดอุปกรณ์ทุกตัวและใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายระหว่าง RPA1 กับ อุปกรณ์ 26
3.7 เข้าสายที่ตัวอุปกรณ์....26
3.8 ข้าสายที่เข้าสายที่แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) 27
3.9 ไดอะแกรมระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร....27
3.10 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร....28
3.11 ปิดเครื่อง PABX....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.12 แกะตู้ MDF....29
3.13 เช็คความถึงกันของสายและเข้าอุปกรณ์....30
3.14 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบใหม่ของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ....30
3.15 การใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ตู้ RPA1 ที่มาจาก LCCP....31
3.16 การใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายที่ไปยังอุปกรณ์และถอดอุปกรณ์เฉพาะในโซนที่เกิดเสียง....31
3.17 วงจรของอุปกรณ์ทดสอบ....32
3.18 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบใหม่ของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร....33
3.19 เปิดเครื่อง PABX และนำไปเสียบที่เบอร์ที่ต้องการ....34
3.20 นำอุปกรณ์ทดสอบไปทดสอบที่ตู้ TC....34
3.21 การดูการเข้าหัว RJ-45 ไปพร้อมกับการทดสอบ....35
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าแรงของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ....39
4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าแรงของระบบโทรศัพท์....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน) จดทะเบียนจัดตั้งเป็นบริษัทจำกัด เพื่อประกอบธุรกิจให้บริการออกแบบจัดหา และรับเหมาติดตั้งงานระบบวิศวกรรมสำหรับอาคารสำนักงาน อาคารพาณิชย์ที่อยู่อาศัย โรงแรม โรงพยาบาล ศูนย์การค้า โรงงานอุตสาหกรรม

นโยบายการรับงานในปี 2560 และในระยะต่อไป คาดว่าจะขยายงานไปรับงานภาครัฐบาลมากขึ้น เนื่องจาก ภาครัฐมีโครงการก่อสร้าง โครงสร้างพื้นฐานตามยุทธศาสตร์การขนส่งเช่น งานรถไฟรางคู่ของการรถไฟแห่งประเทศไทย (รฟท.) งานของการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม) งานส่วนต่อขยายท่าอากาศยานสนามบินสุวรรณภูมิและงานที่จะเกิดขึ้นสำหรับโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor-EEC) ของรัฐบาล เป็นต้น ส่วนงานภาคเอกชนยังรับงานอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกลุ่มลูกค้าที่พึงพอใจในผลงานการให้บริการของบริษัทในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เช่น กลุ่มเซ็นทรัล กลุ่มเทสโก้โลตัส กลุ่มเครือเจริญโภคภัณฑ์ กลุ่มไทยเจริญคอร์ปอเรชั่น กลุ่มปริญสิริกลุ่มโนเบิล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต รวมทั้งงานโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า เป็นต้น

เนื่องจากงานด้านการควบคุมงานก่อสร้างต้องทำงานแข่งกับเวลา ถ้างานเสร็จล่าช้ากว่าที่กำหนดก็จะทำให้งบประมาณหรือกำไรที่ควรจะได้ลดน้อยลงและทำให้โดนปรับค่าล่าช้าได้ ในทางกลับกันถ้าสามารถทำให้งานเสร็จเร็วกว่าที่กำหนดจะทำให้ได้รับกำไรมากขึ้นเนื่องจากค่าแรงงานที่ใช้ในแต่ละวันใช้งบประมาณที่ค่อนข้างสูง เพราะฉะนั้นการที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการทำงานน้อยลงจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

ในส่วนของอาคารที่ได้ทำการวิจัยคือโครงการงานออกแบบอาคารพร้อมตกแต่งภายในอาคารสำนักงานใหม่คลองเตย ณ การไฟฟ้านครหลวงคลองเตยมีทั้งหมด 10 ระบบ ได้แก่

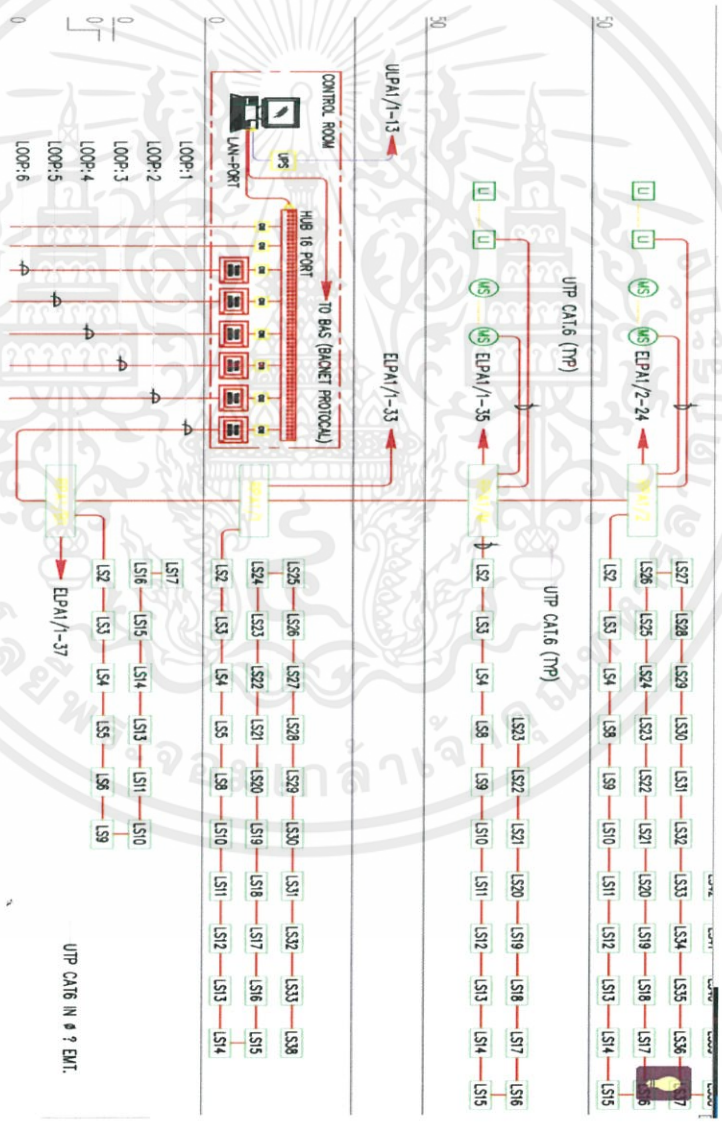
1. ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร
2. ระบบแสงสว่างอัตโนมัติ
3. ระบบประกาศเสียงอัตโนมัติ
4. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
5. ระบบคอมพิวเตอร์
6. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
7. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ
8. ระบบโทรทัศน์รวม
9. ระบบAccess Control
10. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบของทั้ง 2 ระบบคือการเข้าสายที่ตัวอุปกรณ์มีความผิดพลาดเกือบทั้งหมด น่าจะเป็นการสื่อสารระหว่างผู้คุมงานและแรงงาน และความเข้าใจของแรงงานที่มีต่องานที่ได้รับมอบหมาย

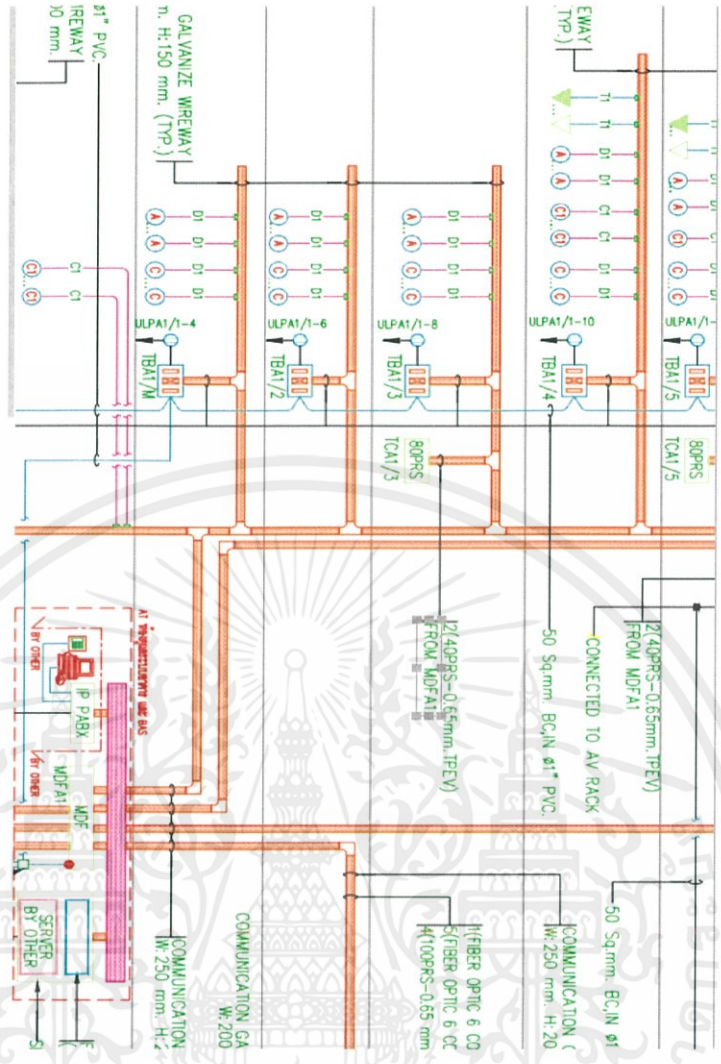
ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติจะเป็นการใช้แรงงานมากเกินไป เพราะอุปกรณ์ของระบบมีจำนวนมากและติดตั้งไว้ที่สูง เมื่อต้องแก้ปัญหามักจะถอดอุปกรณ์ทั้งหมดเสมอเพื่อเช็คการเข้าสายที่ตัวอุปกรณ์ ทำให้เกิดความล่าช้าและสิ้นเปลืองทรัพยากรแรงงานเป็นอย่างมาก

ปัญหาของระบบโทรศัพท์ภายในอาคารคือการใช้เวลาในการพบปัญหาและแก้ไขปัญหาที่ค่อนข้างนานมาก เนื่องจากสายมีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ทำให้เสียเวลาที่แรงงานสามารถไปทำงานอื่นได้แล้วยังทำให้เสียค่าจ้างแรงงานในส่วนนั้นไปโดยได้ผลลัพธ์ของงานไม่เท่าที่ควรจะได้ โดยจะแกะสายในตู้ออกมาตรวจเช็ค



รูปที่ 1.1 ไรเซอร์ไดอะแกรมระบบแสงสว่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 ไรเซอร์ไดอะแกรมระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

การแก้ปัญหาในปัจจุบันของระบบแสงสว่างอัตโนมัตินั้น มักจะถอดอุปกรณ์ทุกตัว เพื่อตรวจสอบการเข้าสาย และระหว่าง Loop (สายที่เชื่อมระหว่างตู้ Relay Panel (RPA1)) ที่จำเป็นต้องเชื่อมตู้ RPA1 เข้าด้วยกันก็จะใช้วิธีการเช็คสายว่าถึงกันหรือไม่โดยใช้โวลต์มิเตอร์ซึ่งวิธีนี้ต้องใช้แรงงาน 2-3 คน จากรูปที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ในแต่ละชั้นนั้นมีจำนวนมากโดยเฉพาะ Light Level Sensor (LI) และ Motion Sensor (MS) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่บนที่สูงการแกะอุปกรณ์เพื่อตรวจเช็คจึงทำได้ยาก โดนเฉพาะอุปกรณ์ Light Level Sensor (LI) และ Motion Sensor (MS) นี้มีจำนวนมากจึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เวลามากกว่าอุปกรณ์อื่นแล้วยังกระจายไปทั่วทั้งชั้น และ Loop 1 Loop ต้องเชื่อมกัน 2-3 ชั้น ทำให้ระบบนี้เมื่อเกิดปัญหาจะต้องเสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขปัญหาเป็นจำนวนมาก

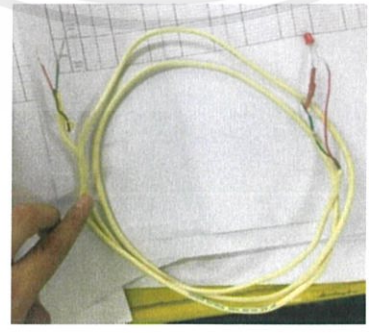
การแก้ปัญหาในปัจจุบันของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร จะทำการแกะสายในตู้ทั้งฝั่ง Main Distribution Frame (MDF) และ Telephone Cabling (TC) แล้วใช้วิธีการเช็คสายว่าถึงกันหรือไม่โดยใช้โวลต์มิเตอร์ ซึ่งจะใช้เวลานานมากเนื่องจากการแกะตู้เพื่อนำสายออกมาทำได้ค่อนข้างยากและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละตู้ของแต่ละชั้นมีเบอร์ประมาณ 80-120 เบอร์ ตามรูปที่ 1.2 โดยวิธีนี้ไม่สามารถตรวจเช็คการเข้าสายที่ตู้ได้ หรืออีกวิธีคือการแกะทั้งตู้แล้วเข้าสายใหม่ไปเลยซึ่งมักเป็นที่นิยม ส่วนใหญ่มักจะแกะที่ตู้ TC เพราะมีจำนวนเบอร์น้อยกว่า จากปัญหาที่พบถ้าใช้วิธีการแกะตู้แล้วเข้าใหม่ทั้งหมดจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เนื่องจากมักจะผิดทั้ง 2 ตู้และการแกะตู้ MDF เพื่อเข้าใหม่อาจใช้เวลาเป็นเดือนๆจึงทำให้การแกะตู้ TC แล้วเข้าใหม่จะทำให้เสียเวลาโดยที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วย

การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในรายงานเล่มนี้จะนำเสนอการใช้หลักของวิศวกรรมเข้ามาในการช่วยแก้ไขปัญหา ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติคือการใช้ทรัพยากรแรงงานมากเกินไปจากการตรวจเช็คระหว่าง Loop และตัวอุปกรณ์ การแก้ปัญหาการตรวจเช็คระหว่าง Loop จะให้ใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่สายที่นำมาเข้าตู้ ถ้าสายเส้นใดมีแรงดันแสดงว่าสายเส้นนั้นเป็นสาย Loop แล้วนำสายนั้นเข้าตู้ RPA1 แล้วดูสถานะที่ตู้ว่ามีการเชื่อมต่อกันแล้ว ส่วนขั้นอื่น ๆก็ให้นำสายไปแตะที่ช่องทางเข้าของสายที่ละเส้น ถ้าเส้นไหนแตะแล้วแสดงสถานะ แสดงว่าเป็นเส้นนั้น วิธีนี้จะลดแรงงานเหลือเพียงแค่ 1 คน ส่วนของการแก้ไขปัญหาที่ตัวอุปกรณ์โดยจะให้ใช้โวลต์มิเตอร์แตะที่ต้นสายที่ตู้ RPA1 ว่ามีสายบวกและสายลบถึงกันหรือไม่ ถ้าเส้นไหนไม่ถึงกันแสดงว่าเส้นนั้นที่ไปถึงอุปกรณ์สามารถใช้ได้ ส่วนเส้นไหนที่ถึงกันให้ไปแกะอุปกรณ์ที่สายเส้นนั้นไปถึง วิธีนี้จะช่วยลดพื้นที่ที่ต้องไปแกะอุปกรณ์ได้โดยเฉพาะ LI และMS ที่อยู่บนที่สูงจะช่วยเวลาได้เป็นอย่างมาก ทำให้ไม่ต้องแกะอุปกรณ์ทุกตัว

ในส่วนของปัญหาของระบบโทรศัพท์ภายในอาคารนั้น คือการไม่ทราบปัญหาและการแก้ปัญหาที่ใช้เวลานาน วิธีที่จะช่วยของระบบนี้ต้องสร้างอุปกรณ์เสริมขึ้นมา 1 ชิ้นซึ่งใช้วัสดุที่เหลือใช้ในโครงการนั้นคือหลอด LED และความต้านทานตามรูปที่ 1.3 อุปกรณ์นี้คิดมาจากแรงดันไฟฟ้าของเครื่อง PABX เพื่อสามารถนำไปจิ้มที่ตู้ได้โดยที่ไม่ต้องแกะตู้ และยังสามารถตรวจเช็คการเข้าสายที่ตู้ได้ วิธีนี้จะทำให้ทราบปัญหาได้โดยทันทีว่าเบอร์ที่ไม่สามารถใช้งานได้เป็นที่ตู้ TC หรือตู้ MDF แล้วยังแก้ปัญหาที่ถูกจุด แก้เฉพาะเบอร์ที่มีปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และยังเป็นวิธีที่คนงานสามารถเข้าใจได้งานอีกด้วย จากการทดลองใช้งานจริง สามารถลดเวลาการทำงานของแรงงานจากวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ถึง 80%



รูปที่ 1.3 อุปกรณ์เสริมระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดต้นทุนในด้านทรัพยากรแรงงานของบริษัท

1.2.2 นำวัสดุเหลือใช้จากการทดสอบระบบอื่นกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2.3 เพื่อหาวิธีที่ทำได้โดยมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการทดสอบระบบแสงสว่างอัตโนมัติในส่วนของตึก A1 จำนวน 25 ชั้น และระบบโทรศัพท์ภายในอาคารทั้งโครงการของการไฟฟ้านครหลวงประกอบไปด้วยตึก A1 จำนวน 25 ชั้น , ตึก A2 จำนวน 6 ชั้น และตึก B จำนวน 14 ชั้น เพื่อลดเวลาการทำงานของแรงงาน

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบที่ได้รับมอบหมาย

1.4.2 ศึกษาปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบที่ได้รับมอบหมาย

1.4.3 ศึกษาข้อบกพร่องของวิธีการแก้ปัญหาดั้งเดิม

1.4.4 คิดหาวิธีการทดสอบที่สามารถลดเวลาของแรงงานโดยใช้วัสดุที่มีภายในไซต์งาน

1.4.5 ออกแบบอุปกรณ์เพื่อใช้ทดสอบในระบบที่ได้รับมอบหมาย

1.4.6 ศึกษาแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ของหลอด LED

1.4.7 คำนวณค่าความต้านทานที่จะนำมาใช้ในอุปกรณ์

1.4.8 นำอุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้งานจริง

1.4.9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบที่ได้รับมอบหมาย	↔	↔																		
2. ศึกษาข้อบกพร่องของวิธีการแก้ปัญหาดั้งเดิมและออกแบบอุปกรณ์	↔	↔	↔																	
3. นำไปใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ			↔	↔																
4. นำไปใช้ในระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร					↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔						
5. ทำรายงานสรุปผล											↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 สามารถลดเวลาที่ใช้ได้การทำงานของแรงงาน

1.5.2 ค้นพบวิธีที่ง่ายและเป็นประโยชน์ต่อการทดสอบระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

1.5.3 สามารถนำของที่เหลือใช้จากงานหนึ่งมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในอีกงานหนึ่งได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนิยามที่เกี่ยวข้อง

งานควบคุมการก่อสร้าง

งานลักษณะนี้หมายถึง การอำนวยการควบคุมหรือการควบคุมการก่อสร้าง การผลิต การติดตั้ง การซ่อม การดัดแปลง หรือการรื้อถอนงานในสาขาวิชาชีพวิศวกรรมให้เป็นไปโดยถูกต้องตามหลักวิชาชีพวิศวกรรม แบบ รูปและข้อกำหนด โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ คือ

1. ขั้นก่อนการก่อสร้างและติดตั้ง
   - การจัดการรูปแบบและวางผังโครงสร้างการบริหารโครงการ
   - การช่วยผู้ว่าจ้างตรวจและทบทวนแบบเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและประหยัดในการก่อสร้างและติดตั้ง
   - การร่วมกับผู้ว่าจ้างจัดการประกวดราคา โดยจัดทำแผนงานสำหรับการประกวด ราคา วางระบบการประกวดราคา และจัดทำเอกสารการประกวดราคา
   - การร่วมกับผู้ว่าจ้าง คัดเลือกผู้เข้าประกวดราคา
   - การเข้าร่วมจัดเตรียมและดำเนินการประชุมชี้แจงแบบ ตอบข้อซักถาม และนำเข้าผู้เข้าประกวดราคาตรวจชมสถานที่ก่อสร้าง
   - การจัดทำตารางสรุปและวิเคราะห์ผลข้อเสนอทั้งด้านเทคนิค (ถ้ามี) และข้อเสนอราคาหลังจากรวบรวมข้อมูลและคำอธิบายเพิ่มเติมจากผู้ประกวดราคาได้ครบถ้วนแล้ว
   - การเสนอแนะข้อมูลและวิธีการต่อรองราคาแก่ผู้ว่าจ้าง
   - การเสนอแนะการตัดสินผลการประกวดราคา และให้ข้อแนะนำในการเซ็นสัญญากับรายหนึ่งรายใด
   - การจัดเตรียมเอกสารประกอบสัญญา และเอกสารสัญญาสำหรับลงนามกับผู้ประกวดราคาที่ได้รับการคัดเลือก
   - การช่วยเหลือผู้ว่าจ้างในการประสานงานและให้ข้อมูลเพื่อการได้มาซึ่งใบอนุญาตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง
2. ขั้นดำเนินการก่อสร้าง การผลิตและการติดตั้ง
   - การตรวจสอบและควบคุมแผนงานก่อสร้างและติดตั้งให้เป็นไปตามสัญญา พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาความล่าช้า
   - การตรวจสอบแบบรายละเอียดและแบบขยาย ตลอดจนแบบสำหรับก่อสร้าง และติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบและหลักวิชา
   - การตีความแบบและข้อกำหนดเพื่อใช้ในการก่อสร้าง การผลิตและการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตรวจสอบและอนุมัติแบบเพื่อก่อสร้าง (Shop Drawing)
- การตรวจรับรองรายงานผลการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์จากห้องปฏิบัติการ จากโรงงาน และ/หรือแหล่งผลิต
- การพิจารณาอนุมัติการใช้วัสดุอุปกรณ์ วิธีการผลิต วิธีการก่อสร้าง และ/หรือวิธีการติดตั้ง
- การตรวจรับรองวัสดุ ฝีมือและงานให้เป็นไปตามหลักวิชา และเจตนารมณ์ของการคำนวณออกแบบและถูกต้องตามที่ระบุในข้อกำหนดและสัญญา
- การตรวจรับรองการผลิต - การก่อสร้างและหรือการติดตั้งให้ถูกต้องตามแบบ ข้อกำหนดและหลักวิชา
- การให้คำแนะนำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา และการให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น
- การจัดทำระเบียนคุมงานประจำวัน
- การจัดทำรายงานประจำวัน ประจำสัปดาห์ และประจำเดือน
- การพิจารณาและอนุมัติการจ่ายเงินตามงวดงานของสัญญา

3. ขั้นควบคุมการผลิต และขบวนการผลิต
   - การควบคุมให้ผู้ประกอบการดำเนินการอย่างปลอดภัยตามหลักวิชาการ
   - การควบคุมให้ผู้ประกอบการดำเนินการตามมาตรการป้องกัน และแก้ไขผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัด
   - การควบคุมให้ผู้ประกอบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ขั้นงานก่อสร้างและงานติดตั้งเสร็จสมบูรณ์
   - การออกหนังสือรับรองให้ผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างเมื่องานเสร็จเรียบร้อยตามสัญญา
   - การควบคุมและตรวจสอบให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบตามที่สร้างและติดตั้งจริง (As-built Drawings) ของงานที่ทำเสร็จสมบูรณ์ แล้ว
   - การจัดทำข้อแนะนำในการใช้งาน และจัดทำคู่มือสำหรับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนการฝึกบุคลากรของผู้ว่าจ้างให้ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว
   - การจัดให้มีการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์บางอย่างตามความจำเป็น
   - ตรวจสอบข้อบกพร่อง (Defects) ที่ยังคงค้างก่อนปิดโครงการ
   - การตรวจสอบและสรุปค่าใช้จ่ายสุดท้าย (Final Account) ของโครงการทั้งหมดให้ผู้ว่าจ้าง
   - การจัดทำเอกสารรายงานขั้นสุดท้าย (Final Report) ให้ผู้ว่าจ้าง

หน้าที่และความรับผิดชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

1. ผู้ควบคุมงานต้องทำหนังสือแสดงความยินยอมเป็นผู้ควบคุมงาน มอบให้เจ้าของอาคาร เพื่อทำหนังสือแจ้งชื่อผู้ควบคุมงานต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามมาตรา 29 และมาตรา 30

2. ผู้ควบคุมงานที่ประสงค์จะถอนตัวจากการเป็นผู้ควบคุมงาน (มาตรา 30)ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม วิศวกรผู้ลงลายมือชื่อเป็นผู้ควบคุมงาน จะต้องรับผิดชอบจนกว่างานก่อสร้างจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วเสร็จ หากวิศวกรต้องการจะถอนตัวออกจากการเป็นผู้ควบคุมงาน จะต้องทำหนังสือขอยกเลิกการเป็นวิศวกรผู้ควบคุมงานต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่น จึงจะพ้นจากความรับผิดยกตัวอย่างเช่น การที่วิศวกร ช ได้รับเป็นวิศวกรผู้ควบคุมงานตามใบอนุญาตก่อสร้างอาคาร วิศวกร ช จะหลุดพ้นความรับผิดชอบก็ต่อเมื่อได้แจ้งถอนตัวจากการเป็นผู้ควบคุมงานเป็น ลายลักษณ์อักษรต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นผู้อนุญาตเท่านั้น การที่วิศวกร ช มีหนังสือแจ้งถอนตัวจากการเป็นผู้ควบคุมงานต่อเจ้าของอาคารโดยมิได้แจ้งต่อ เจ้าพนักงานท้องถิ่น ส่งผลให้วิศวกร ช ยังคงมีความรับผิดในฐานะผู้ควบคุมงานอยู่

3. ผู้ควบคุมงานวิศวกรรมจะ ต้องควบคุมการก่อสร้าง ดัดแปลง หรือรื้อถอนอาคาร ให้เป็นไปตามแผนผังบริเวณ แบบแปลน และรายการประกอบแบบแปลนที่ได้รับอนุญาต และจะต้องปฏิบัติตามวิธีการและเงื่อนไขที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนดไว้ในใบ อนุญาต หรือตามที่ได้แจ้งไว้ต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่น หากมีการฝ่าฝืนกฎหมายให้สันนิษฐานไว้ก่อนว่าเป็นการกระทำของผู้ควบคุมงาน เว้นแต่ผู้ควบคุมงานจะพิสูจน์ได้ว่าเป็นการกระทำของผู้อื่น ซึ่งผู้ควบคุมงานได้มีหนังสือแจ้งข้อทักท้วงการกระทำดังกล่าวให้เจ้าของหรือ ผู้ครอบครองอาคาร และผู้ดำเนินการทราบแล้ว แต่บุคคลดังกล่าวไม่ยอมปฏิบัติตาม (มาตรา 31)

4. ในกรณีที่มีการก่อสร้าง ดัดแปลง หรือรื้อถอนอาคาร ที่ฝ่าฝืนพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กฎกระทรวงหรือข้อบัญญัติท้องถิ่นที่ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารฯ ผู้ควบคุมงานเป็นบุคคลหนึ่งซึ่งจะต้องรับผิดชอบและปฏิบัติตามคำสั่งของเจ้า พนักงานท้องถิ่น มิฉะนั้น อาจถูกดำเนินคดีตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารฯ และอาจถูกแจ้งเวียนชื่อมายังสภาวิศวกร ตามมาตรา 49 ทวิ เพื่อพิจารณาจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพวิศวกรรม

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กฎของเคอร์ชอฟฟ์

สามารถแยกได้เป็นสองข้อหลักๆ คือกฎทางด้านกระแสไฟฟ้า (Kirchhoff's Current Law, KCL) และ กฎในเรื่องแรงดันไฟฟ้า(Kirchhoff's Voltage Law, KVL) กฎทั้งสองนั้นมีสาระสำคัญคือ

1. กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า " กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งใน วงจรไฟฟ้าจะ
2. เท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้น"
3. กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวว่า " ผลบวกของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ในวงจรไฟฟ้าปิดจะมีค่าเท่ากับผลบวกของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานในวงจรไฟฟ้าปิดนั้น"

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchoff's current Law)

กล่าวว่า " กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้าจะเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากจุดนั้น"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 \qquad I_1 + I_2 + I_3 = I_{\text{total}}$$

กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (KCL)

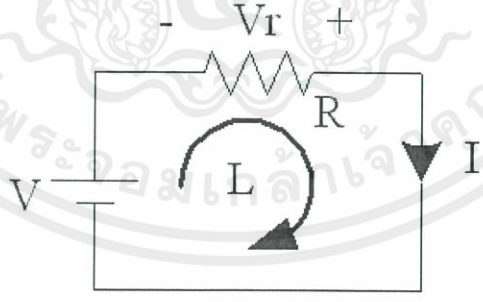
$$\sum I_{\text{กระแสไหลเข้า}} = \sum I_{\text{กระแสไหลออก}}$$

ในทางไฟฟ้าเรานิยมให้ปริมาณไฟฟ้าที่ไหลเข้ามายังจุดที่สนใจเป็น + และไหลออกจากจุดที่สนใจเป็น – ดังนั้น กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (KCL) จึงสามารถเขียนในรูปทั่วไปได้

$$\sum I_{\text{กระแสไหลเข้า}} - \sum I_{\text{กระแสไหลออก}} = \sum I = 0$$

กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchoff's voltage Law)

กล่าวว่า "ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจร มีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคล่อมความต้านทานในวงจรไฟฟ้านั้น" ลูป (Loop) ของวงจรไฟฟ้า หมายถึงเส้นทางใด ๆ ก็ตามในวงจรไฟฟ้า ถ้าหากเริ่มจากจุดหนึ่งไปตามเส้นทางนั้นแล้วสามารถกลับมายังจุดนั้นได้อีกเรียกว่า ลูป (Loop) เช่น



รูปที่ 2.1 แสดงลูปของวงจร

จากนิยามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์จะได้ว่า

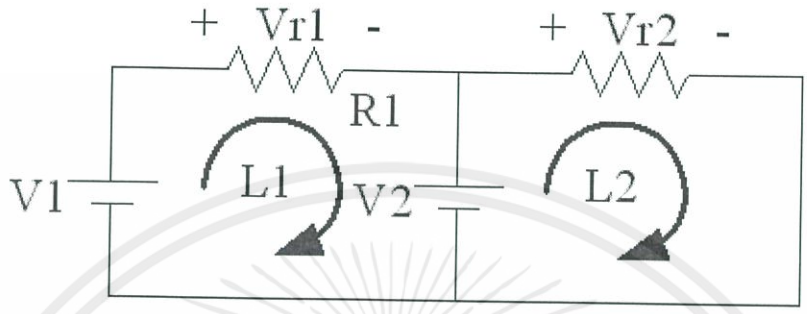
แรงดันตกคร่อม R หรือ Vr = -V

เราสามารถเขียนสมการแรงดันได้ในรูปสมการ KVL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sum E = 0$ เมื่อกระแสเดินทางครบทั้ง Loop

เครื่องหมายของ แรงดันในสมการ KVL จะมีค่าไปตามเครื่องหมายที่ กระแสเดินทางไปเจอ จากสมการ KVL



รูปที่ 2.2 แสดงลูปวงจรที่มีความซับซ้อน

จากนิยามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์จะได้ว่า

-V1 + Vr1 + V2 = 0 สมการที่ 1

-V2 + Vr2 = 0 สมการที่ 2

จากสมการสรุปกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้อีกอย่างหนึ่งว่า “ผลรวมของแรงดัน -ไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ จะเท่ากับศูนย์”

การเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าโดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์

1. ให้สมมติกระแสไฟฟ้าที่ไม่ทราบค่าพร้อมทิศทาง
2. กำหนดขั้วแรงดันไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ในวงจรทุกตัว ตามทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร โดยกำหนดให้ด้านที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกและด้านที่กระแสไฟฟ้าไหลออกจากอุปกรณ์มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ
3. เขียนสมการแรงดันไฟฟ้าตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ในวงจรต่างๆที่เป็นไปได้และใส่เครื่องหมายหน้าแรงดันไฟฟ้าให้ถูกต้อง
4. โดยทั่ว ๆ ไปสมการเหล่านี้ ตัวที่ไม่รู้ค่าจะเป็นกระแสไฟฟ้าส่วนตัวต้านทานจะกำหนดค่ามาให้ ดังนั้นจะต้องพยายามหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านส่วนต่าง ๆ ของวงจรให้ได้ถ้า-หากกระแสไฟฟ้าที่คำนวณออกมาได้ค่าเป็นลบ (–) แสดงว่ากระแสไฟฟ้าที่แท้จริงมีทิศทางตรงข้ามกับที่สมมติไว้
5. ใส่เครื่องหมายบวก (+) ต้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลเข้าและใส่เครื่องหมายลบ(–)ปลายทางที่กระแสไฟฟ้าไหลออก
6. ในการเขียนสมการแรงดันไฟฟ้าให้เริ่มที่จุดใดจุดหนึ่งไล่ไปเรื่อย ๆ พบบวก(+)ให้ใส่เครื่องหมายบวก (+) ถ้าพบลบ(–)ให้ใส่เครื่องหมายลบ(–)จนครบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

ตู้สาขาโทรศัพท์หรือภาษาอังกฤษเรียกว่า PABX (Private Automatic Branch Exchange) เป็นระบบชุมสายโทรศัพท์ย่อย ที่ออกแบบมาสำหรับใช้ในองค์กร หรือหน่วยงาน เพื่อที่จะให้องค์กรหรือหน่วยงานนั้น ๆมีเบอร์โทรศัพท์ต่อ หรือเบอร์ภายในเป็นของตนเอง ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกันภายในองค์กร และยังสามารถใช้เบอร์เหล่านั้นโทรเข้า-โทรออก ได้โดยตรงไม่ต้องผ่านโอเปอเรเตอร์ติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ภายนอกหรือชุมสายโทรศัพท์ภายนอก ที่เรียกว่า PSTN (Public Switched Telephone Network) ได้ ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ที่นิยมใช้มีอยู่ 2 ระบบได้แก่ อนาล็อกแบบ Switching PBX และแบบดิจิตอล หรือแบบ IP-PBX นั่นเอง ซึ่งสามารถอธิบายให้เข้าใจถึงหลักการทำงานโดยละเอียดได้ดังนี้

ตู้สาขาโทรศัพท์แบบอนาล็อกหรือแบบ Switching PBX

เป็นระบบที่ได้รับความนิยมมากในสมัยก่อน แต่ปัจจุบันได้รับความนิยมลดน้อยลงไปอย่างมาก ใช้สายโทรศัพท์แบบเส้นเล็กสีเหลือง ซึ่งมีทั้งแบบ 2 สายและแบบ 4 สาย วิธีการทำงานก็คือ ต้องมีพนักงาน 1 คน ทำหน้าที่เป็นโอเปอเรเตอร์ สำหรับนั่งคอยต่อสายภายในไปยังแผนกต่างๆ วิธีการคือรับสายเพื่อสอบถามต้นสายว่าต้องการติดต่อกับแผนกไหน จากนั้นก็จะทำการต่อสายโดยการเอาสายโทรศัพท์ที่ต่อกับหัว RJ-11

ตู้สาขาโทรศัพท์แบบดิจิตอลหรือแบบ IP-PBX

มาจากคำว่า IP (Internet Protocol) PBX (Private Branch Exchange) ซึ่ง IP-PBX เป็นการรวมเทคโนโลยีของ ระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ที่ใช้กันทั่วไปรวมเข้ากับระบบ VoIP ทำให้ได้คุณสมบัติของระบบโทรศัพท์ ที่มีความสามารถมากขึ้น สามารถเชื่อมต่อสื่อสารกันได้กว้างขวางมากขึ้น โดยสามารถสื่อสารกันได้ทั้งบนระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ที่มีอยู่และทางระบบ IP ได้พร้อมๆ กัน คุณสมบัติที่ทาง IP-PBX มีอยู่คือ สามารถเชื่อมต่อกันผ่านทางระบบเครือข่ายหรือ IP ได้ ผู้ใช้สามารถเชื่อมเข้าระบบจากที่ใดก็ได้ที่มีระบบเครือข่าย หรือ Internet เชื่อมต่อถึง

ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดและถือเป็นหัวใจในการทำงานของระบบตู้สาขาโทรศัพท์ก็คือ ตัวตู้สาขาโทรศัพท์เอง ตู้สาขาโทรศัพท์จะมีลักษณะเป็นตู้รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีหลายขนาด ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการทำงาน ตู้ขนาดเล็กที่ใช่กันทั่วไปจะมีขนาดกว้าง 20 ซม. หนา 5 ซม. โดยประมาณ ภายในตู้ประกอบด้วยแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ของระบบโทรศัพท์ทั้งหมดให้สัมพันธ์กันและเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นอาจทำให้ผู้อ่านบางท่านสงสัยว่าระบบตู้สาขาโทรศัพท์นั้นทำงาน อย่างไร และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้โทรศัพท์ในแง่ใดบ้าง เพื่อให้ผู้อ่านมองเห็นประโยชน์ ของระบบตู้สาขาตู้โทรศัพท์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้เขียนจะขอกล่าวถึงคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญบาง ประการที่ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ทั่วไปจะต้องมีซึ่งเป็นคุณสมบัติเด่นและมีประโยชน์กว้างขวาง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสายภายใน

ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ช่วยให้สามมารถแยกใช้เครื่องรับโทรศัพท์ได้หลายเครื่อง แม้ว่า จะเป็นตู้สาขาขนาดเล็กที่สามารถต่อสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ได้เพียงสายเดียว โดยที่เครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่องที่เชื่อมต่อไว้กับระบบสามารถแยกการควบคุมและการใช้งานได้อย่างอิสระต่อกัน เพียงแต่ไม่สามารถโทรศัพท์ติดต่อกับสายนอกหลายๆ รายในเวลาเดียวกันได้ ยกเว้นจะใช้ตู้สาขาใหญ่ขึ้นที่สามารถต่อสายนอกจากองค์การโทรศัพท์ได้หลายสาย

การรองรับระบบ

ระบบตู้สาขาโทรศัพท์สามารถใช้ได้กับระบบโทรศัพท์ทั้งที่เป็นระบบกดปุ่มและระบบ หมุน สำหรับรายที่เดินสายจากองค์การโทรศัพท์ไว้เป็นระบบเดิมคือระบบหมุนก็สามารถใช้เครื่องรับโทรศัพท์แบบหมุนได้ หรือในรายที่เดินสายจากองค์การโทรศัพท์ไว้เป็นระบบหมุน แต่ต้องการใช้ กับเครื่องรับโทรศัพท์แบบกดปุ่มก็สามารถทำได้เพียงแต่ปรับสวิตช์ที่ตู้สาขาเท่านั้น

การแยกสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้า

ในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องรับโทรศัพท์ไว้หลายเครื่อง ผู้ใช้สามารถเลือกสัญญาณกระดิ่งเรียกเข้าให้ดังขึ้นที่เครื่องไหนก็ได้ เช่น ผู้ใช้อาจจะเลือกให้โทรศัพท์ในห้องรับแขกหรือห้องทำงานดังขึ้นเมื่อมีโทรศัพท์จากภายนอกเข้ามาแต่จะไม่ให้โทรศัพท์ในห้องนอนดังขึ้น เพราะไม่อยากถูกรบกวนเวลานอน เป็นต้น

การติดต่อภายใน

ผู้ใช้สามารถโทรศัพท์ติดต่อกันภายในระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์ภายในบ้านได้ เช่น ใน กรณีที่เป็นบ้าน 3 ชั้นและมีการติดตั้งเครื่องรับโทรศัพท์ไว้ทุกชั้นผู้ที่อยู่ชั้นล่างสามารถโทรศัพท์ติดต่อ กับผู้ที่อยู่ชั้นสองหรือชั้นสามได้โดยสะดวกและการโทรศัพท์ติดต่อกันภายในนี้ผู้ใช้ไม่ต้องเสียค่าโทรศัพท์เพิ่มเติมแต่ประการใด

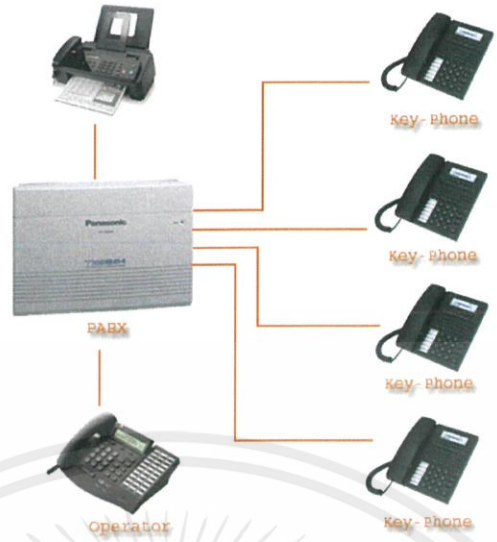
การโอนสาย

ผู้ใช้สามารถโอนสายการพูดคุยจากโทรศัพท์เครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่งได้ เช่น ใน กรณีที่มีโทรศัพท์จากภายนอก และผู้รับสายโทรศัพท์จากเครื่องที่อยู่ชั้นล่าง แต่ผู้ที่ติดต่อเข้ามา ต้องพูดกับอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ชั้นบน ผู้รับสายก็สามารถโทรศัพท์เรียกผู้ที่อยู่ชั้นบนและโอนสายให้พูด คุยต่อไปได้โดยไม่ต้องตามตัวให้ลงมารับสายที่ชั้นล่าง

การหมุนทวนหมายเลขซ้ำ

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการโทรศัพท์ติดต่อกับบุคคลที่อยู่ภายนอก แต่สายทางผู้รับยังไม่ว่าง ผู้ใช้สามารถเรียกซ้ำหมายเลขเดิมได้โดยการกดรหัสตัวเลขเพียง 1 หรือ 2 ตัวเท่านั้นตามที่ระบบ ของตู้สาขานั้นๆได้กำหนดไว้ แทนที่จะต้องกดหมายเลขโทรศัพท์ทั้งหมดซ้ำทุกๆ ครั้งที่พยายามจะติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

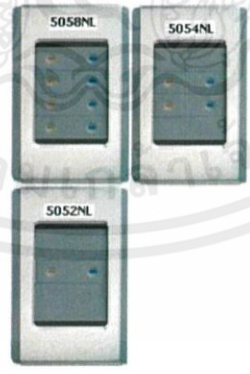


รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ

อุปกรณ์ของระบบทั้งหมดที่ใช้ในโครงการมีดังต่อไปนี้

1. Key Input Unit (Neo Series)
   - Individual Keys จะโปรแกรมเหมือนกับ Toggle Switches ,Dimmer
   - สถานะ ON = LED สีส้ม
   - Incorporates Scene Control Function
   - Shot Press = On – Off , Long Press = Dim. Up – Down



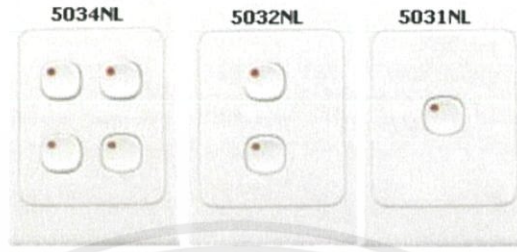
รูปที่ 2.4 Key Input Unit (Neo Series)

2. Key Input Unit (Standard Series)

เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ (สวิทช์เฉพาะทางของ C-Bus) เพื่อ ใช้สั่งงานควบคุมอุปกรณ์ทางด้าน Output Unit ในการเปิด – ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าบนปุ่มกดของสวิทช์จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอด LED สีแดง ที่ใช้บอกสถานะของการ เปิด- ปิดสวิทซ์ C-Bus จะมีให้เลือกหลายรุ่น เช่น 1 Gang Key Input (5031NL), 2Gang Key Input (5032NL), 4 Gang Key Input (5034NL), 24 Gang Key Input (5024S164/8L) จนถึง 72 Gang Key Input



รูปที่ 2.5 Key Input Unit (Standard Series)

3. C-Bus Ethernet Network Interface / รุ่น : 5500CN2

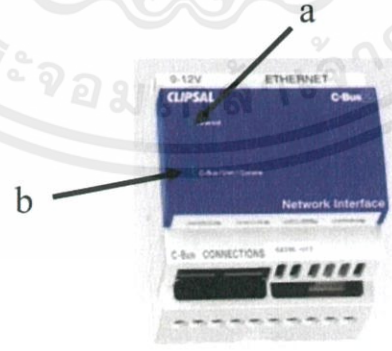
มีหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ของระบบ C-Bus กับคอมพิวเตอร์โดยผ่านพอร์ตETHERNET LAN

a) หลอดไฟ LED (Ethernet LAN)

- On Or Change Color = ปกติ (มีการเชื่อมต่อกับ Computer)
- Red Color = ผิดปกติ (ขาดการเชื่อมต่อกับ Computer)

b) หลอดไฟ LED (C-Bus Comm.)

- On Or Change Color = ปกติ (มีสัญญาณจาก C-Bus Network)
- Red Color = ผิดปกติ (ไม่มีสัญญาณจาก C-Bus Network)



รูปที่ 2.6 C-Bus Ethernet Network Interface / รุ่น : 5500CN2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Power Supply / รุ่น : 5500PS

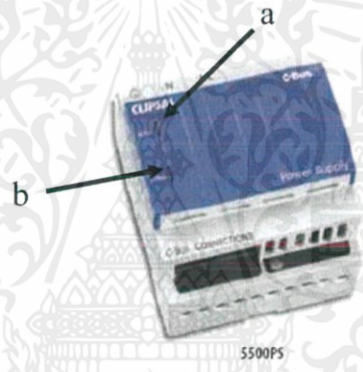
มีหน้าที่เป็นตัวจ่ายไฟเลี้ยง 15-36 VDC ให้กับอุปกรณ์ทางด้าน Input Unit โดย Power Supply หนึ่งตัวสามารถจ่ายไฟได้ 350mA และมีหลอดไฟ LED แสดงสถานะของการทำงานต่างๆ

c) หลอดไฟ LED (Unit)

- On = ปกติ (มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)

d) หลอดไฟ LED (C-Bus)

- On = ปกติ (มีแรงดัน Out Put ปกติ)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีแรงดัน Out Put)
- Flash = ผิดปกติ (Power Supply ในระบบมีไม่เพียงพอ)



รูปที่ 2.7 Power Supply / รุ่น : 5500PS

5. Relay Unit (DIN Rail)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ On-Off Load สามารถนำกระแสไฟเข้าได้ 20A (Max) โดย 1 Unit จะประกอบด้วย 4CH x20A., สามารถควบคุมวงจรไฟฟ้าแบบอิสระ โดยที่ตัวจะมีสวิทช์ By Pass ในกรณีฉุกเฉิน สำหรับเปิดปิดไฟได้อิสระในแต่ละวงจรและมีหลอดไฟ LED แสดงสถานะของการทำงานต่างๆ ดังนี้

a) หลอดไฟ LED (Unit)

- On = ปกติ (มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)

a) หลอดไฟ LED (C-Bus)

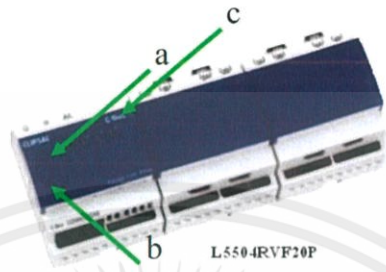
- On = ปกติ (มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Flash = ผิดปกติ (Power Supply ในระบบมีไม่เพียงพอ)

b) ปุ่มสวิทช์ By Pass

- On = เมื่อหน้าสัมผัส Close (ไฟเปิด)
- Off = เมื่อหน้าสัมผัส Open (ไฟปิด)



รูปที่ 2.8 Relay Unit (DIN Rail)

6. Dimmer Unit (Din Rail)

เป็นอุปกรณ์ทางด้าน Output ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด และหรี่ไฟจะมีขนาด 4CH x 2.5A.มี Power Supply (Built-In) เป็น Option ให้เลือกและด้านบนของ Dimmer Unit จะมีสวิทช์ควบคุมและสัญญาณไฟ (LED) เพื่อใช้บอกสถานะการเปิด-ปิด ของ Dimmer แต่ละตัว และมีหลอดไฟ LED แสดงสถานะของการทำงานต่างๆ ดังนี้

a) หลอดไฟ LED (Unit)

- On = ปกติ (มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)

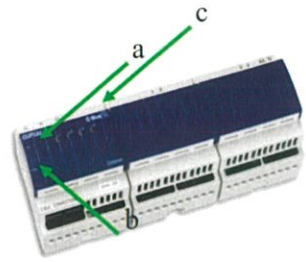
b) หลอดไฟ LED (C-Bus)

- On = ปกติ (มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Flash = ผิดปกติ (Power Supply ในระบบมีไม่เพียงพอ)

c) ปุ่มสวิทช์ By Pass

- On = ไฟเปิด
- Off = ไฟปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 Dimmer Unit (Din Rail)

7. C-Bus Architectural Dimmers

เป็นอุปกรณ์ด้าน Out Put ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิด และหรี่ไฟรุ่น L5112D10L ขนาด 12 Ch.x 10 A. , รุ่น L5106D10LP ขนาด 6 Ch.x10 A. และรุ่น L5103D10LP ขนาด 3 Ch.x 10 A.มี Circuit Breaker ควบคุมแต่ละวงจรในตัว มีปุ่ ม Manual Bypass และ LED บอกสถานะการ ปิด-เปิด

a. หลอดไฟ LED (Unit)

- On = ปกติ (มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)

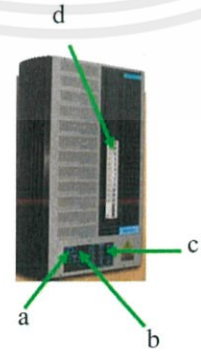
b. หลอดไฟ LED (C-Bus)

- On = ปกติ (มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Flash = ผิดปกติ (Power Supply ในระบบมีไม่เพียงพอ)

c. ปุ่มสวิทซ์ Manual Control

- On = ไฟเปิด
- Off = ไฟปิด

d. Main Circuit Breaker ของแต่ละวงจร



รูปที่ 2.10 C-Bus Architectural Dimmers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. 4 Channels Analogue Output / รุ่น : L5504AMP Light Level Sensor / รุ่น : 5754PE

ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณจาก Digital ที่ส่งมาจาก C-Bus Network ให้สัญญาณเป็นAnalog เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในบางประเภท เช่น Dimmable Electronic Ballast เพื่อใช้ในการหรี่หลอด ฟลูออเรสเซนต์ โดยจะรับค่าสัญญาณทางด้าน Input เฉพาะสัญญาณที่เป็นแบบ Analog เท่านั้น (โดยมีระดับแรงดันอยู่ที่ 0-10VDC.)

a) หลอดไฟ LED (Unit)

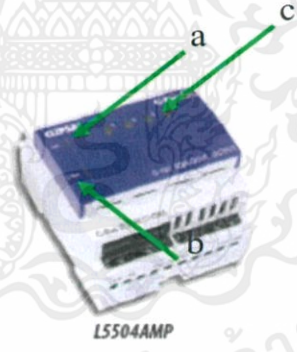
- On = ปกติ (มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีไฟ 220VAC จ่ายเข้ามา)

b) หลอดไฟ LED (C-Bus)

- On = ปกติ (มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Off = ผิดปกติ (ไม่มีสัญญาณจาก C-Bus Network มา)
- Flash = ผิดปกติ (Power Supply ในระบบมีไม่เพียงพอ)

c) ปุ่มสวิทซ์ By Pass

- On = ไฟเปิด
- Off = ไฟปิด



รูปที่ 2.11 4 Channels Analogue Output / รุ่น : L5504AMP Light Level Sensor / รุ่น : 5754PE

9. Touch Screen / รุ่น : C_5050CTL2_ GB

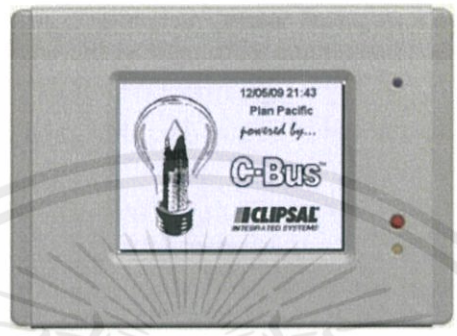
Touch Screen สามารถใช้แทน Computer ในกรณีที่Computer & Software ขัดข้อง

- LCD เป็น VGA (240x320 Pixel)
- สามารถสั่งงานโดยการสัมผัสบนหน้าจอ LCD ซึ่งสามารถ กาหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบโดยใช้ Application บน Windows Sofeware

- การกดปุ่มบนหน้าจอของ C-Touch มีรูปแบบการทำงานดังนี้
  - สั่งให้เปิด – ปิด หรือหรี่ไฟ
  - สามารถเชื่อมโยงกับ Page อื่นภายในตัวอุปกรณ์ได้



รูปที่ 2.12 Touch Screen / รุ่น : C_5050CTL2_GB

10. Light Level Sensor / รุ่น : 5754PE

ทำหน้าที่เหมือนกับ Photo Electric Sensor โดยจะทำการวัดและตั้งค่าระดับความเข้มของแสง (Lux) ซึ่งมีระดับอยู่ที่ 40 – 1600 Lux แล้วประมวลผลข้อมูลกับค่า Lux ที่ต้องไว้หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณที่ได้ผ่าน C – Bus Network เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้าน Out Put ให้ทำการรักษาระดับความเข้มของแสงสว่างให้คงที่ตามที่ได้โปรแกรมไว้

รูปที่ 2.13 Light Level Sensor / รุ่น : 5754PE

11. Motion Sensor (5750WPL)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรวจจับความเคลื่อนไหว แล้วประมวลผลกับข้อมูลที่ได้ Set Program ไว้หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่ได้ไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้าน Out Put ในการปิด – เปิด สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 18 m Radius x 110 °

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 Motion Sensor (5750WPL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

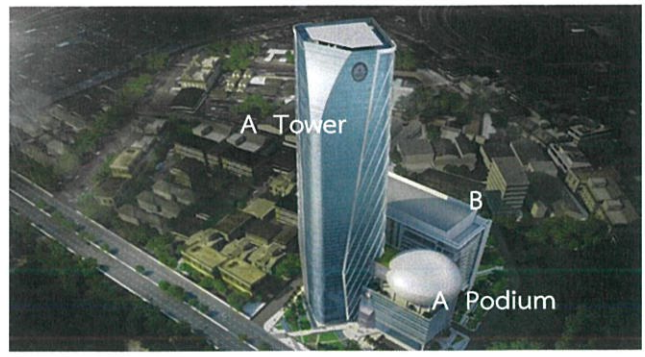
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในส่วนของอาคารที่ได้ทำการวิจัยคือโครงการงานออกแบบอาคารพร้อมตกแต่งภายในอาคารสำนักงานใหม่คลองเตย ณ การไฟฟ้านครหลวงคลองเตยมีทั้งหมด 10 ระบบ ได้แก่

1. ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร
2. ระบบแสงสว่างอัตโนมัติ
3. ระบบประกาศเสียงอัตโนมัติ
4. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
5. ระบบคอมพิวเตอร์
6. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
7. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ
8. ระบบโทรทัศน์รวม
9. ระบบAccess Control
10. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

โครงการก่อสร้างอาคารและตกแต่งภายในสำนักงานใหม่ การไฟฟ้านครหลวงคลองเตย พื้นที่ทั้งหมดของโครงการ มี 3 อาคาร โดยอาคาร A เป็นอาคารสำนักงาน แบ่งเป็นส่วน Tower 25 ชั้น ใช้เป็นพื้นที่สำนักงานเฉพาะพนักงาน และศูนย์สัมมนา อีกส่วนหนึ่งเป็น Podium 6 ชั้น ใช้เป็นส่วนของสำนักงานการไฟฟ้านครหลวงเขตคลองเตย และส่วนให้บริการชำระค่าไฟฟ้าแก่ประชาชน อีกทั้งยังมีห้องประชุม Auditorium ที่เชื่อมต่อกับศูนย์ประชุมของส่วน Tower ได้อีกด้วย ถัดมาอาคาร B สูง 13 ชั้น เป็นอาคารสันทนาการ ประกอบด้วย ศูนย์อาหาร, สถานพยาบาล รวมถึงห้องประชุมสัมมนา นอกจากจากรองรับการจัดงานขนาดใหญ่ของการไฟฟ้าฯแล้ว ยังเปิดให้บุคคลและองค์กรภายนอกมาเช่าพื้นที่สำหรับจัดสัมมนา หรืองานอื่น ๆได้ อีกทั้งยังมีที่จอดรถกว่า 900 คัน เพิ่มความสะดวกให้กับผู้ที่มาติดต่อ และอาคาร C สูง 4 ชั้น เป็นอาคารปฏิบัติการภาคสนาม ของการไฟฟ้านครหลวงเขตคลองเตย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 โครงการก่อสร้างอาคารและตกแต่งภายในสำนักงานใหม่ การไฟฟ้านครหลวงคลองเตย

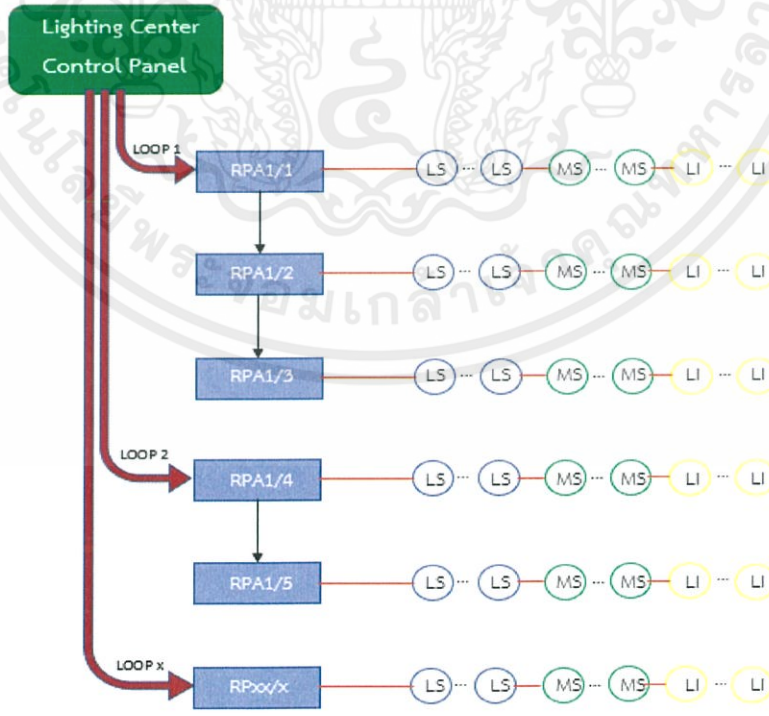
3.1 ศึกษาข้อบกพร่องของวิธีการแก้ปัญหาดั้งเดิม

3.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ

วิธีการทดสอบของโครงการ

1. ปล่อยสัญญาณจากแผงควบคุมจากศูนย์กลางของระบบแสงสว่าง (Lighting Center Control Panel)
2. มีสายที่เชื่อมระหว่างแผงตู้รีเลย์กับแผงควบคุมจากศูนย์กลางของระบบแสงสว่าง (LOOP) ที่ถูกต้องตามแบบ
3. มีไฟแสดงสถานะที่ แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) และที่ตัวอุปกรณ์ทั้งหมด

ไดอะแกรมของระบบ



รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ RPxx/x คือ Relay Panel (xx/x=ตึก/ชั้น)

LS คือ Local Switch

MS คือ Motion Sensor

LI คือ Light Level Sensor

สายที่ใช้ทุกเส้นเป็นสาย CAT.6

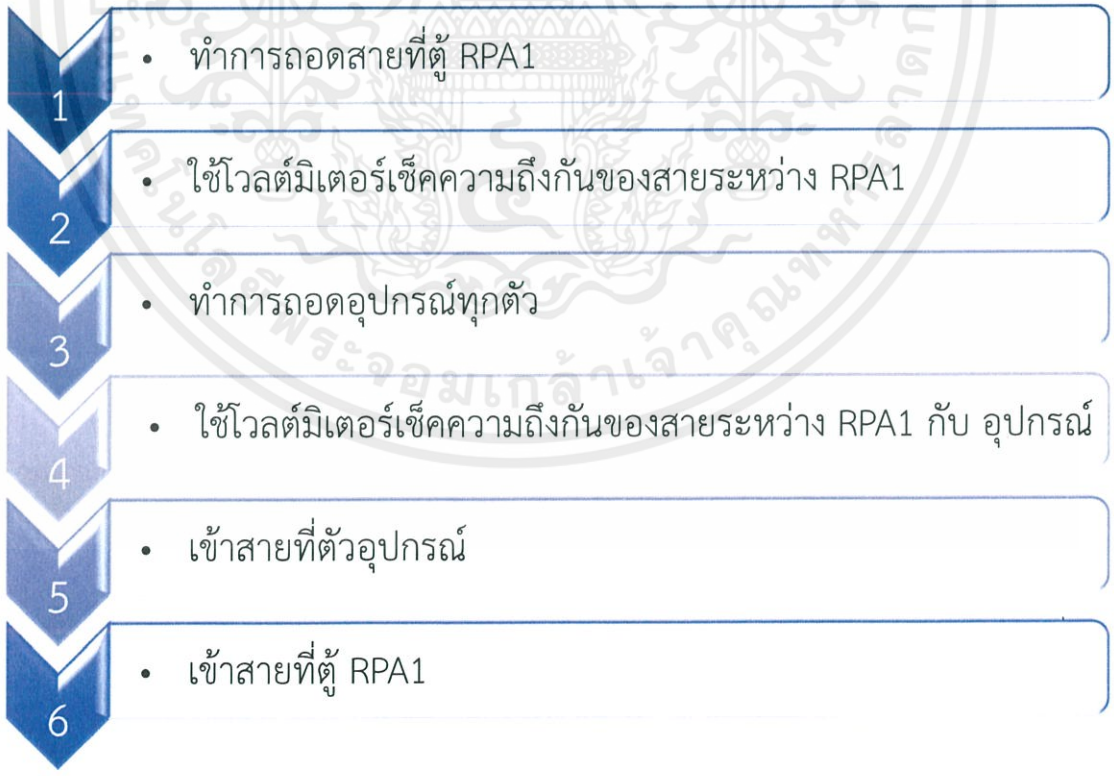
ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดสอบ

1. สัญญาณจากตู้แผงควบคุมจากศูนย์กลางของระบบแสงสว่าง (Lighting Center Control Panel) ไม่ไปที่ตู้ แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel)
2. ทำให้ไม่สามารถเขียนโปรแกรมลงได้
3. ที่ตู้แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) มีจำนวนสาย CAT.6 ถึง 4-5 สาย ซึ่งไม่เป็นตามแบบที่กำหนดไว้การเข้าสายที่ตัวอุปกรณ์ผิดพลาด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. โวลต์มิเตอร์
2. เครื่องมือช่าง เช่น ไขควง

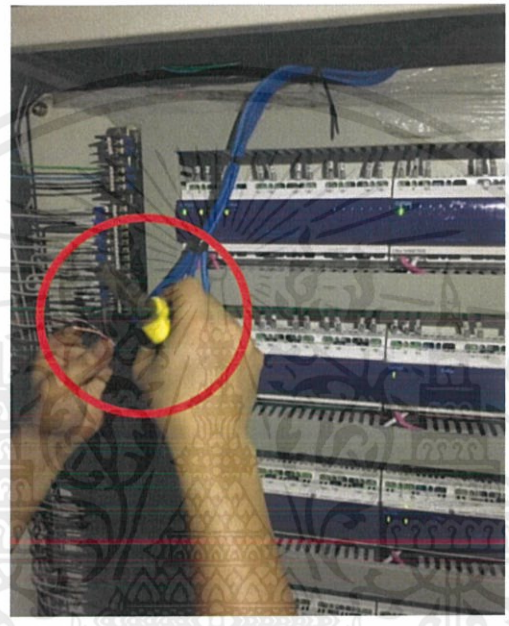
กระบวนการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิม



รูปที่ 3.3 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

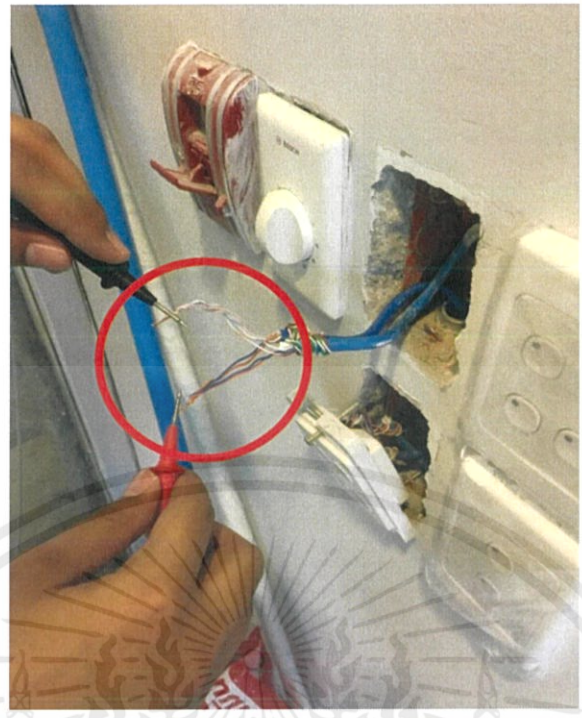
การแก้ปัญหาแบบวิธีดั้งเดิมของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติเริ่มต้นด้วยการถอดสายที่ตู้แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) ตามรูปที่ 3.4 แล้วใช้โวลต์มิเตอร์วัดเช็คความถึงกันของสายระหว่างแผงตู้รีเลย์กับแผงควบคุมจากศูนย์กลางของระบบแสงสว่างเพื่อเช็คว่าเกิดการขาดหรือชำรุดของสายตามรูปที่ 3.5 จากนั้นถอดอุปกรณ์ทุกตัวภายในชั้นเพื่อดูการเข้าสายที่ตัวอุปกรณ์และใช้โวลต์มิเตอร์วัดเช็คความถึงกันของสายระหว่างแผงตู้รีเลย์กับอุปกรณ์แต่ละตัวตามรูปที่ 3.6 แล้วทำการแก้ไขสายที่ขาดหรือเข้าอุปกรณ์ผิด จากนั้นเข้าสายที่อุปกรณ์ทั้งหมดตามรูปที่ 3.7 และเข้าสายที่แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) ตามรูปที่ 3.8



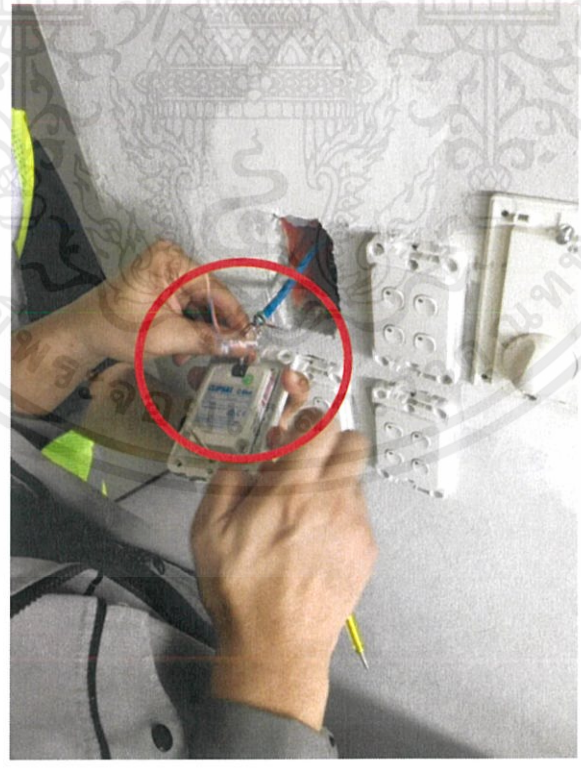
รูปที่ 3.4 การถอดสายที่ตู้ RPA1

รูปที่ 3.5 การใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายระหว่าง RPA1กับแผงควบคุมจากศูนย์กลางของระบบแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

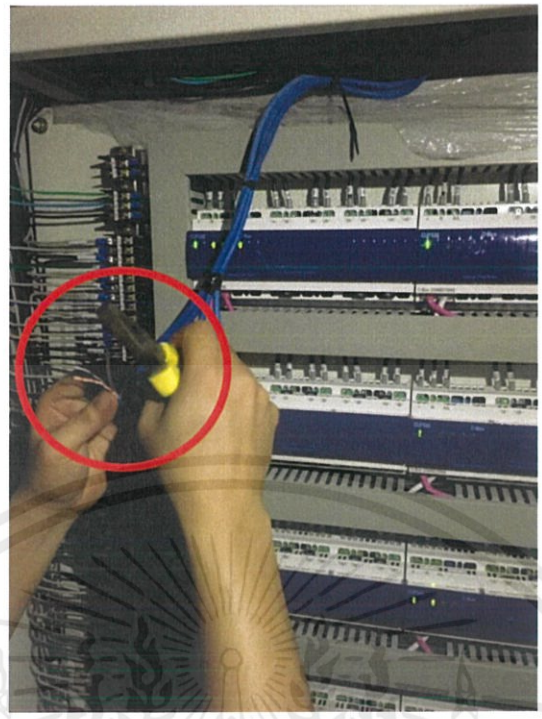


รูปที่ 3.6 การถอดอุปกรณ์ทุกตัวและใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายระหว่าง RPA1 กับอุปกรณ์



รูปที่ 3.7 เข้าสายที่ตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



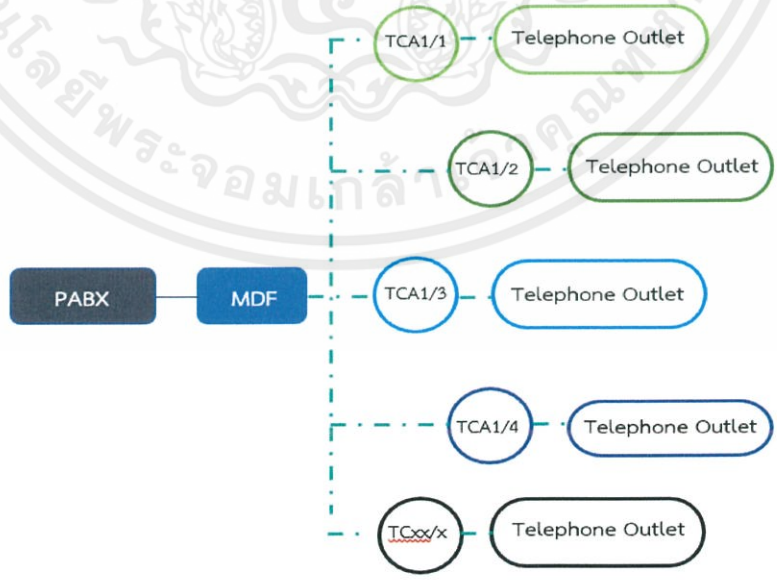
รูปที่ 3.8 ข้าสายที่เข้าสายที่แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel)

3.1.2 ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

วิธีการทดสอบของโครงการ

1. ปล่อยสัญญาณจากเครื่อง PABX
2. นำเครื่องโทรศัพท์ไปเสียบกับหัว RJ-45 แล้วรับสาย

ไดอะแกรมของระบบ



รูปที่ 3.9 ไดอะแกรมระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ MDF คือ Main Distribution Frame

TCxx/x คือ Telephone Cabinet (xx/x=ตึก/ชั้น)

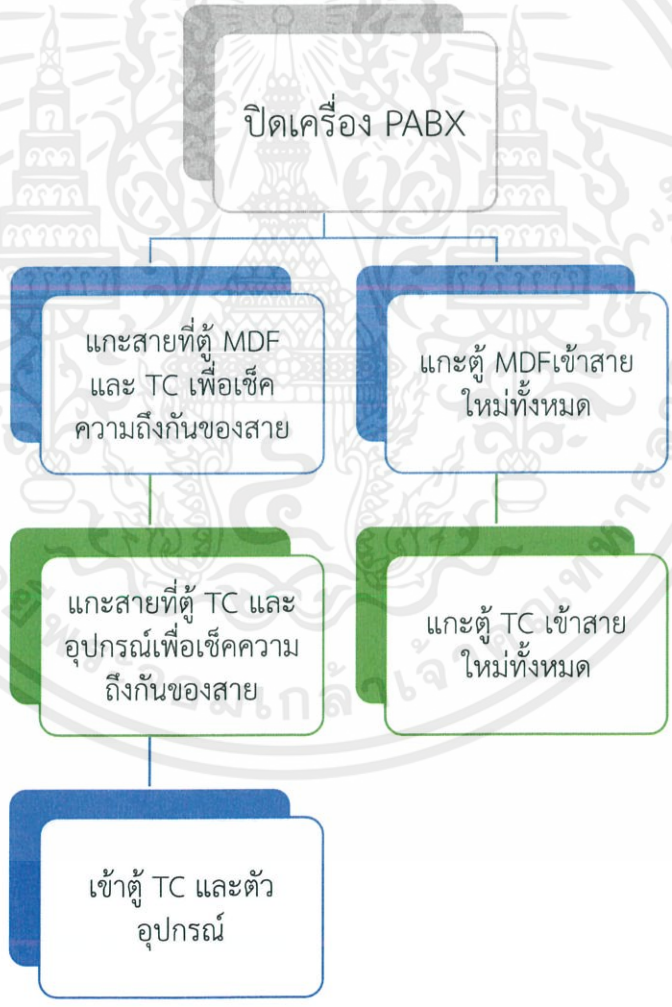
ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทดสอบ

1. สัญญาณจาก ระบบชุมสายโทรศัพท์สำนักงานอัตโนมัติ (PABX) ไปไม่ถึงตัวอุปกรณ์โทรศัพท์
2. ไม่ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากอะไร

อุปกรณ์ที่ใช้ได้ในการทดสอบ

1. โวลต์มิเตอร์
2. เครื่องมือช่าง เช่น ไขควง คีมย้ำหัว RJ-45

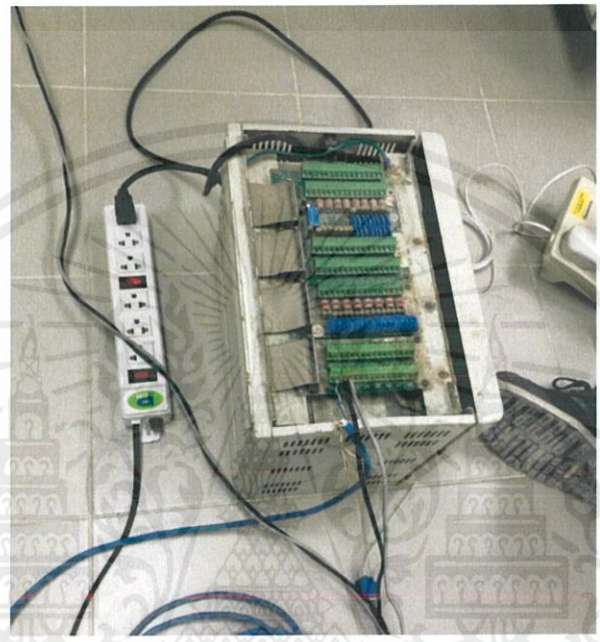
กระบวนการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิม



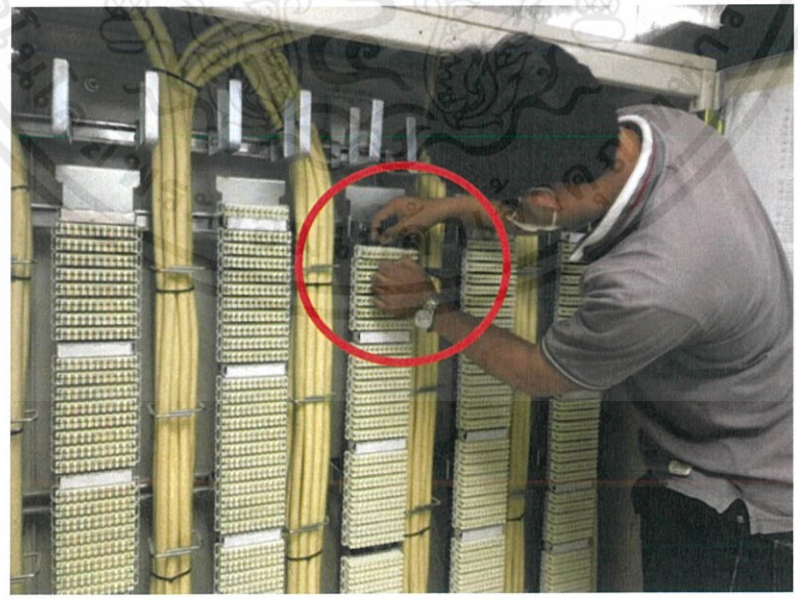
รูปที่ 3.10 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหาแบบวิธีดั้งเดิมของระบบโทรศัพท์ภายในอาคารเริ่มต้นจากการปิดเครื่อง PABX ตามรูปที่ 3.11 เพื่อทำการแกะสายที่ตู้ MDF และ TC ตามรูปที่ 3.12 นำมาเช็คความถึงกันของสาย โดยใช้โวลต์มิเตอร์ จากนั้นใช้โวลต์มิเตอร์วัดเช็คความถึงกันของสายระหว่างตู้ TC กับอุปกรณ์ตามรูปที่ 3.13

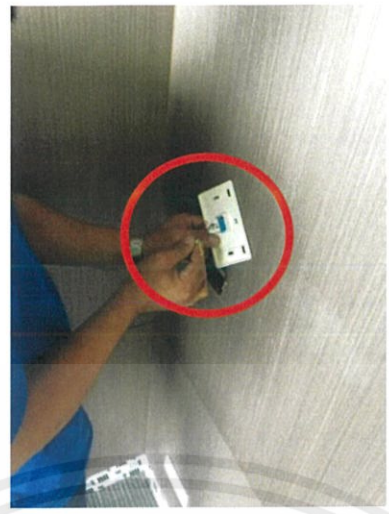


รูปที่ 3.11 ปิดเครื่อง PABX



รูปที่ 3.12 แกะตู้ MDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 เช็คความถึงกันของสายและเข้าอุปกรณ์

3.2 วิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่

3.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ

อุปกรณ์ที่ใช้ได้ในการทดสอบ

1. โวลต์มิเตอร์
2. เครื่องมือช่าง เช่น ไขควง

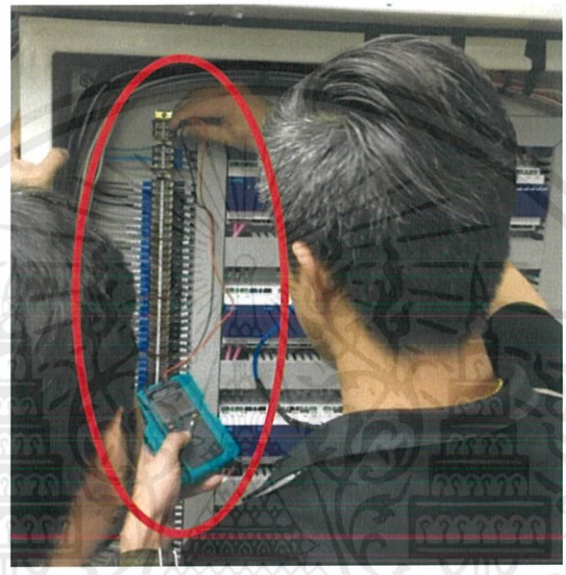
กระบวนการแก้ปัญหาแบบใหม่

1. ทำการถอดสายที่ตู้ RPA1
2. ใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ตู้ RPA1 ที่มาจาก LCCP
3. ใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายที่ไปยังอุปกรณ์
4. ถอดอุปกรณ์เฉพาะในโซนของส่วนที่ในข้อ 3 เกิดเสียง
5. เข้าสายที่ตัวอุปกรณ์
6. เข้าสายที่ตู้ RPA1

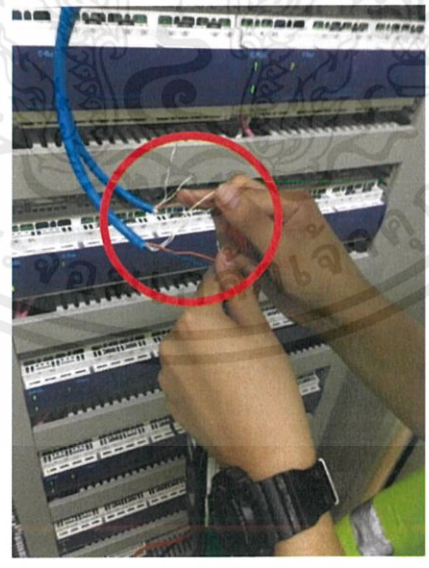
รูปที่ 3.14 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบใหม่ของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ปัญหาแบบวิธีใหม่ของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติเริ่มต้นด้วยการถอดสายที่ตู้แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) ตามรูปที่ 3.4 แล้วใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ตู้ RPA1 ที่มาจาก LCCP เพื่อตรวจสอบการขาดของสายตามรูปที่ 3.15 และใช้โวลต์มิเตอร์วัดเช็คความถึงกันของสายระหว่างแผงตู้รีเลย์กับอุปกรณ์แต่ละตัวอุปกรณ์เฉพาะในโซนที่เกิดเสียงตามรูปที่3.16แล้วทำการแก้ไขสายที่ขาดหรือเข้าอุปกรณ์ผิด จากนั้นเข้าสายที่อุปกรณ์ทั้งหมดตามรูปที่ 3.7 และเข้าสายที่แผงตู้รีเลย์ (Relay Panel) ตามรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.15 การใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ตู้ RPA1 ที่มาจาก LCCP



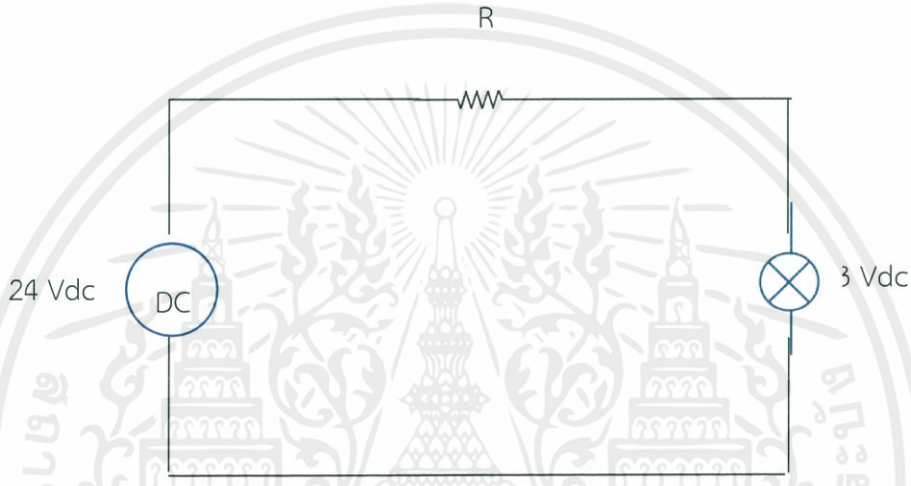
รูปที่ 3.16 การใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายที่ไปยังอุปกรณ์และถอดอุปกรณ์เฉพาะในโซนที่เกิดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทดสอบ

เนื่องจากตู้Main Distribution Frame และ Telephone Cabinet ใช้เวลาในการแกะ Terminal และ เข้าสายค่อนข้างนานมากจึงได้ออกแบบอุปกรณ์ที่จะช่วยให้ทราบปัญหาโดยที่ไม่ต้องแกะตู้ทั้ง 2 ตู้นี้ ซึ่งตัวสัญญาณจาก PABX เป็นกระแสตรง มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 24-25 Vdc จึงเลือกใช้เป็นหลอด LED ที่รับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้แต่หลอด LED รับแรงดันไฟฟ้าได้เพียง 2-4 Vdc กินกระแส 20 mA จำเป็นต้องใส่ตัวต้านทานโดยคำนวณดังนี้



รูปที่ 3.17 วงจรของอุปกรณ์ทดสอบ

แรงดันไฟฟ้าที่หลอดเท่ากับ 2 Vdc KVL : $24 = (20 \times 10^{-3})R + 2$

$22 = (20 \times 10^{-3})R$

$R = 1100\ \Omega$

แรงดันไฟฟ้าที่หลอดเท่ากับ 3 Vdc KVL : $24 = (20 \times 10^{-3})R + 3$

$21 = (20 \times 10^{-3})R$

$R = 1000\ \Omega$

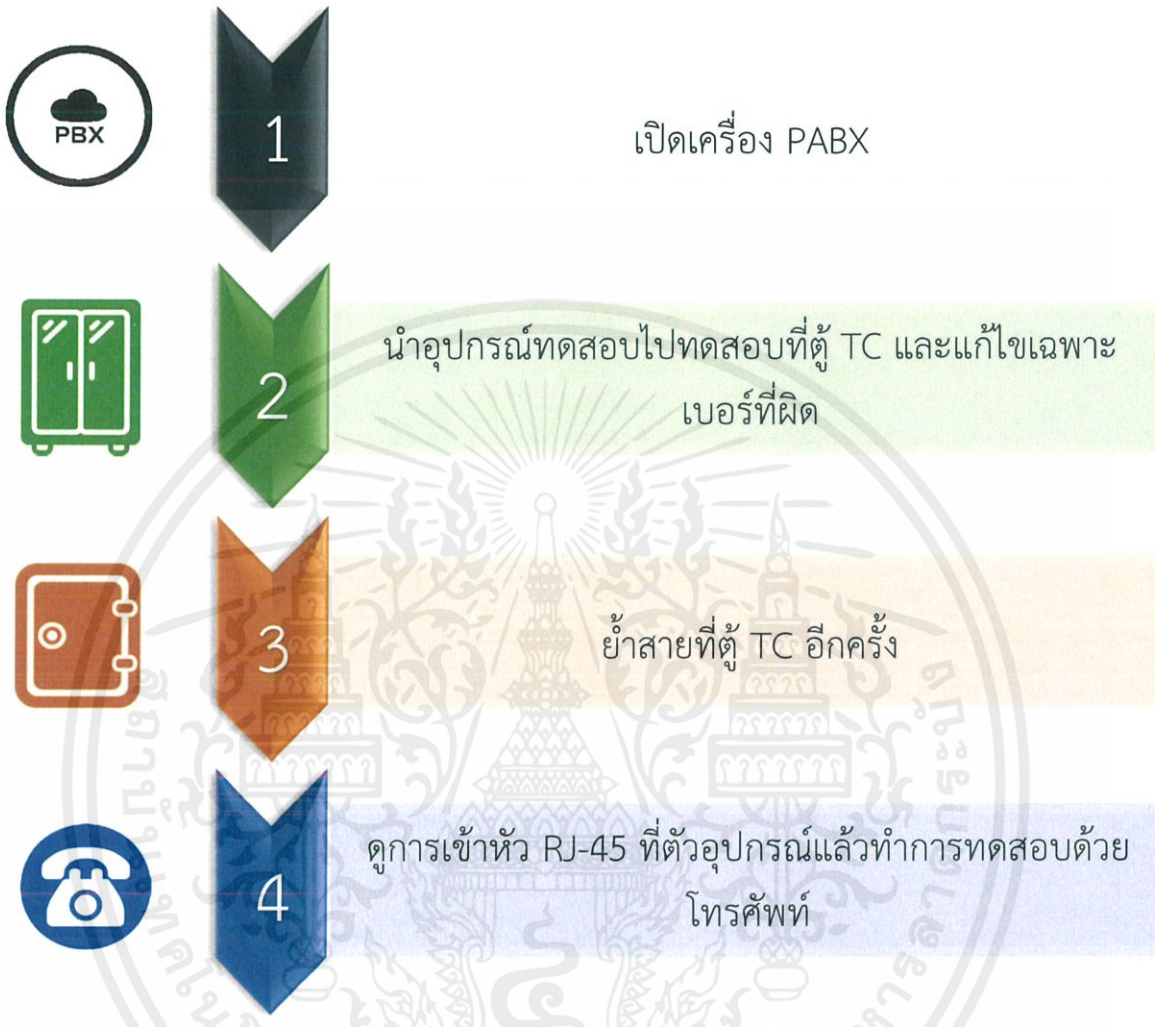
เลือก $R = 1000\ \Omega$ เนื่องจากมีขายในท้องตลาด

อุปกรณ์ที่ใช้ได้ในการทดสอบ

1. หลอด LED
2. ตัวความต้านทาน 1000 Ω
3. เครื่องมือช่าง เช่น ไขควง คีมย้ำหัว RJ-45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

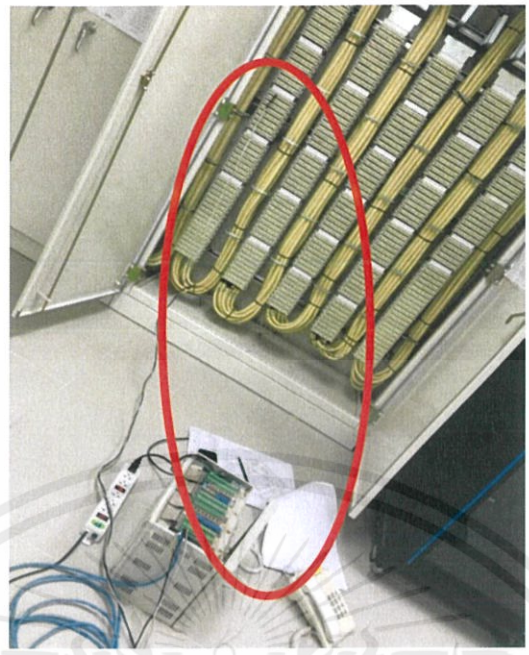
กระบวนการแก้ปัญหาแบบใหม่



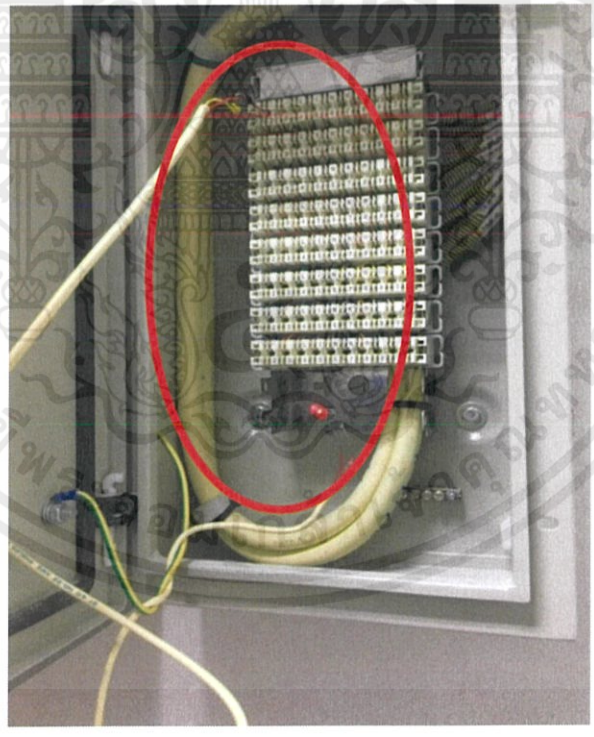
รูปที่ 3.18 โฟลว์ชาร์ตกระบวนการแก้ปัญหาแบบใหม่ของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

การแก้ปัญหาแบบวิธีใหม่ของระบบโทรศัพท์ภายในอาคารเริ่มต้นโดยการเปิดเครื่อง PABX แล้วนำไปเสียบที่เบอร์ที่ต้องการตามรูปที่ 3.19 แล้วนำอุปกรณ์ทดสอบไปทดสอบที่ตู้ TC และแก้ไขเฉพาะเบอร์ที่ผิดตามรูปที่ 3.20 จากนั้นดูการเข้าหัว RJ-45 และแก้ไขสายที่เข้าผิดที่อุปกรณ์ไปพร้อมกับการทดสอบตามรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 เปิดเครื่อง PABX และนำไปเสียบที่เบอร์ที่ต้องการ



รูปที่ 3.20 นำอุปกรณ์ทดสอบไปทดสอบที่ตู้ TC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 การดูการเข้าหัว RJ-45 ไปพร้อมกับการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการดำเนินการทดสอบระบบแสงสว่างอัตโนมัติ และระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร ทั้งวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและวิธีการใหม่ที่ได้นำเสนอ โดยระบบแสงสว่างอัตโนมัติจะทำการทดสอบวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจำนวน 1 ชั้นของตึก Tower A และวิธีการใหม่ที่ได้นำเสนอจำนวน 24 ชั้นที่เหลือ ในส่วนของระบบโทรศัพท์จะทำการทดสอบวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจำนวน 1 ชั้นของตึก Tower A และวิธีการใหม่ที่ได้นำเสนอจำนวน 25 ชั้นของ Tower A , 2 ชั้นของ Podiumและ 4 ชั้นของตึก B แรงงาน 1 คนได้รับค่าจ้างวันละ 550 บาท หรือชั่วโมงละ 61.1 บาท (1 วัน เท่ากับ 9 ชั่วโมง)

4.1 เปรียบเทียบการแก้ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ

มูลค่าด้านแรงงานของวิธีปัจจุบัน จะนำการทดสอบที่ทดสอบในชั้นที่ 13 มาเป็นตัวอ้างอิง ในการถอดสายที่ตู้ RPA1 และการใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายระหว่าง RPA1 ด้วยกัน นั้นใช้แรงงาน 2 คน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในส่วนของการถอดอุปกรณ์ทุกตัวและใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายระหว่าง RPA1 กับ อุปกรณ์ นั้นใช้แรงงาน 4 คนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการเข้าสายที่ตู้และที่อุปกรณ์ใช้แรงงาน 4 คนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทั้งหมดจะใช้เวลาในการทดสอบและแก้ปัญหาต่อชั้นเสร็จสิ้นเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ดังนั้นมูลค่าด้านแรงงานทั้งหมดของวิธีปัจจุบันคือ (2×61.1)+(4×4×61.1)+(4×2×61.1) = 1,588.6 บาท/ชั้น

มูลค่าด้านแรงงานของวิธีการใหม่ จะนำการทดสอบที่ทดสอบในชั้นที่ 17 มาเป็นตัวอ้างอิง ในการถอดสายที่ตู้ RPA1 และการใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันที่ตู้ RPA1 ที่มาจาก LCCP นั้นใช้แรงงาน 1 คน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในส่วนของการใช้โวลต์มิเตอร์เช็คความถึงกันของสายที่ไปยังอุปกรณ์และถอดอุปกรณ์เฉพาะในโซนที่เกิดเสียง นั้นใช้แรงงาน 2 คนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และการเข้าสายที่ตู้และที่อุปกรณ์ตนั้นใช้แรงงาน 2 คนเป็นเวลา 1 ชั่วโมงเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใส่คืนมีตัวน้อย ทั้งหมดจะใช้เวลาในการทดสอบและแก้ปัญหาต่อชั้นเสร็จสิ้นเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ดังนั้นมูลค่าด้านแรงงานทั้งหมดของวิธีปัจจุบันคือ (1×61.1)+(2×2×61.1)+(2×1×61.1) = 427.7 บาท/ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าแรงงานของการแก้ปัญหาของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ

รูปแบบการแก้ปัญหา	ลำดับการแก้ปัญหาในบทที่ 3												
	1		2		3		4		5		6		รวม (บาท)
	จำนวนคน	ชั่วโมง× ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง× ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง× ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง× ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่ชั่วโมง× ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง× ค่าแรง	
แบบดั้งเดิม	-	-	2	1×61.1	4	2×61.1	4	2×61.1	4	1.5×61.1	4	0.5×61.1	1,588.6
แบบใหม่	-	-	1	1×61.1	2	0.5×61.1	2	1.5×61.1	2	0.5×61.1	2	0.5×61.1	427.7

จากข้อมูลข้างต้นทำให้สรุปได้ว่าระบบแสงสว่างอัตโนมัตินี้สามารถลดมูลค่าด้านแรงงานได้ประมาณ 1,588.6 - 427.7 = 1,160.9 บาท/ชั้น และมูลค่าด้านแรงงานที่ลดได้ทั้งหมดตามที่กำหนดขอบเขตไว้คือ 1,160.9 × 24 = 27,861.6 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เปรียบเทียบการแก้ปัญหาระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

มูลค่าด้านแรงงานของวิธีปัจจุบัน จะนำการทดสอบที่ทดสอบในชั้นที่ 10 มาเป็นตัวอ้างอิง ในสถานการณ์จริงวิธีดังกล่าวในบทที่ 3 ใช้แรงงานทั้งหมด 5 คนเป็นเวลา 7 วันหรือ 63 ชั่วโมง ก็ยังไม่สามารถทราบสาเหตุของปัญหาและแก้ไขปัญหาได้ นั้นคือมูลค่าด้านแรงงานที่สูญเสียไปทั้งหมดของวิธีปัจจุบันคือ 5×63×61.1 = 19,246.5 บาท/ชั้น

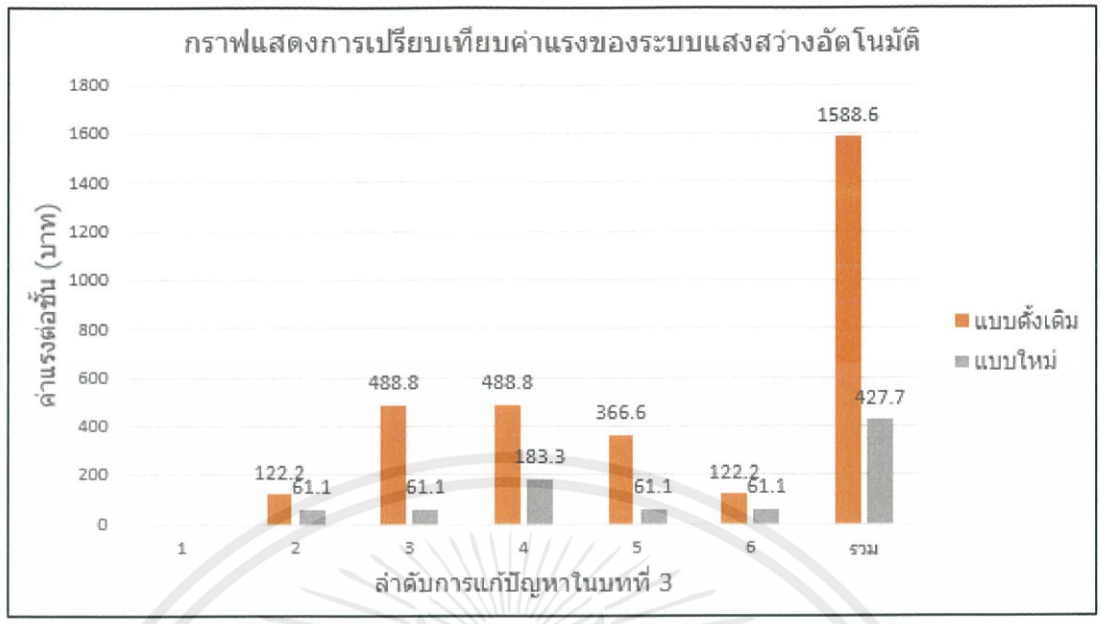
มูลค่าด้านแรงงานของวิธีการใหม่ จะนำการทดสอบที่ทดสอบในชั้นที่ 10 มาเป็นตัวอ้างอิง ในการนำอุปกรณ์ทดสอบไปทดสอบที่ตู้ TC ในขณะที่เครื่อง PABX เปิดอยู่ ใช้แรงงาน 2 คน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในส่วนของการแก้ไขเบอร์ที่ผิดใช้แรงงาน 1 คน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และการดูการเข้าหัว RJ-45 ไปพร้อมกับการทดสอบ ทำให้เสียเวลามากกว่าการทดสอบแบบปกติ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้แรงงาน 2 คน นั้นคือมูลค่าด้านแรงงานที่สูญเสียไปทั้งหมดของวิธีการใหม่คือ (2×1×61.1)+(1×1×61.1)+(2×1×61.1) = 305.5 บาท/ชั้น

ตารางที่ 4.2 ค่าแรงงานของการแก้ปัญหาของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร

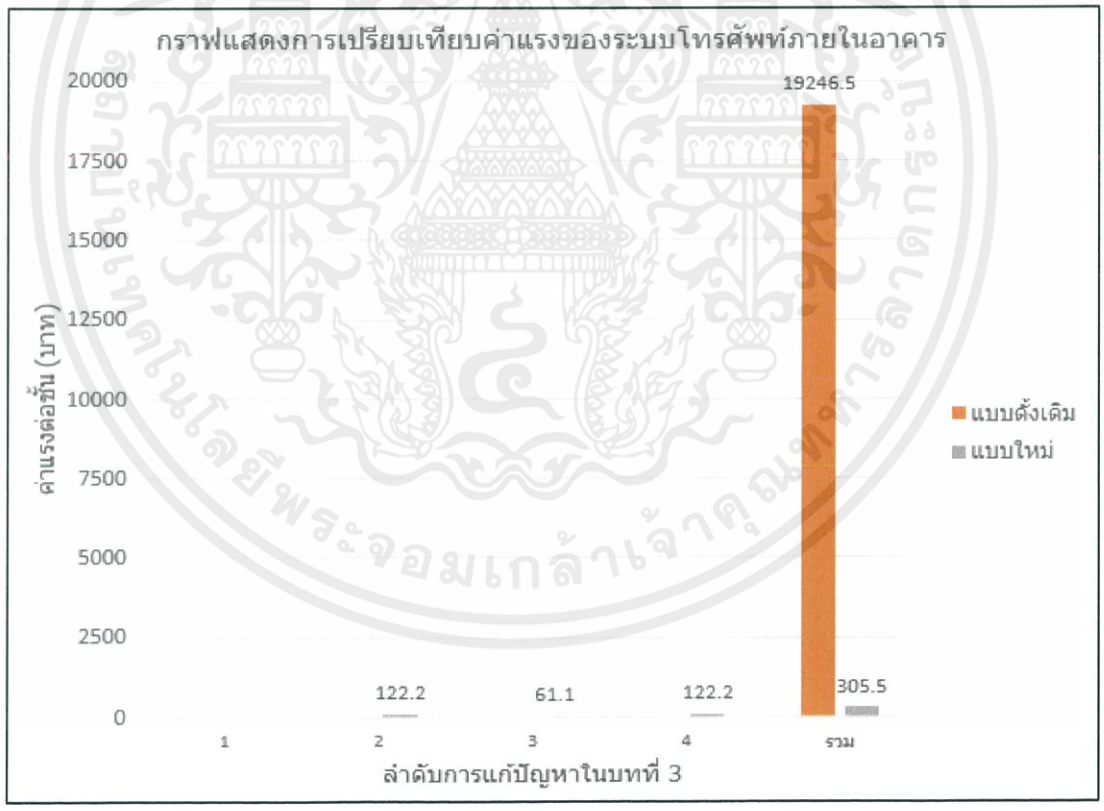
รูปแบบการแก้ปัญหา	ลำดับการแก้ปัญหาในบทที่ 3								รวม (บาท)
	1		2		3		4		
	จำนวนคน	ชั่วโมง×ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง×ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง×ค่าแรง	จำนวนคน	ชั่วโมง×ค่าแรง	
แบบใหม่	-	-	2	1×61.1	1	1×61.1	2	1×61.1	305.5

จากข้อมูลข้างต้นทำให้สรุปได้ว่าระบบโทรศัพท์ภายในอาคารนี้สามารถลดมูลค่าด้านแรงงานได้ประมาณ 19,246.5 - 305.5 = 18,941 บาท/ชั้น และมูลค่าด้านแรงงานที่ลดได้ทั้งหมดตามที่กำหนดขอบเขตไว้คือ 25 ชั้นของ Tower A , 2 ชั้นของ Podium และ 4 ชั้นของตึก B เป็นมูลค่าเท่ากับ (18,941 × 25)+(18,941×2)+(18,941×4) = 587,171 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าแรงของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าแรงของระบบโทรศัพท์

จากการเปรียบเทียบค่าแรงของการแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ของระบบแสงสว่างอัตโนมัติ และระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร พบว่าวิธีการใหม่สามารถลดค่าแรงงานได้เป็นจำนวน 27,861.6 + 587,171 = 615,032.6 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานด้านการควบคุมการก่อสร้างมีค่าใช้จ่ายในหลายๆด้าน หนึ่งในนั้นคือด้านแรงงาน งานควบคุมการก่อสร้างจะแล้วเสร็จก็ต่อเมื่อสามารถทดสอบระบบให้เป็นไปตามที่แบบกำหนดได้ถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งในขั้นตอนการทดสอบระบบให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดก่อนที่จะส่งงานให้กับที่ปรึกษาของเจ้าของธุรกิจ ต้องทำการตรวจสอบเองทั้งหมดก่อน เนื่องจากงานแต่ละชั้นภายในโครงงานไม่ได้ใช้แรงงานชุดเดียวกันทั้งหมด แม้ว่าจะทำระบบเดียวกันก็ตาม ย่อมมีข้อผิดพลาด และต้องทำการแก้ไขปัญหา ระบบที่นักศึกษาได้รับมอบหมายให้แก้ปัญหาก่อนส่งงานคือ ระบบแสงสว่างอัตโนมัติเป็นจำนวน 25 ชั้นของตึก A Tower และระบบโทรศัพท์ภายในอาคารเป็นจำนวน 25 ชั้นของตึก A Tower , 6 ชั้นของตึก A Podium และ 14 ชั้นของตึก B

จากวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 ใช้งานได้จริง สามารถลดเวลาและจำนวนแรงงานโดยคิดออกมาได้รูปของค่าแรงของระบบสงสว่างอัตโนมัติ เป็นจำนวน 27,861.6 บาท และของระบบโทรศัพท์ภายในอาคาร เป็นจำนวน 587,171 บาท รวมแล้วสามารถลดราคาด้านแรงงานของโครงการได้เป็นจำนวน 615,032.6 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำการวิจัยพบว่าเราสามารถใช้ความรู้พื้นฐานที่ได้เรียนมาภายในมหาลัยมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆได้ เราควรศึกษาปัญหาที่พบเพื่อจากแหล่งที่มาของปัญหา รูปแบบของปัญหาที่พบ และแก้ไขปัญหาโดยใช้ต้นทุนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

สมาคมวิศวกรที่ปรึกษาแห่งประเทศไทย. (13 พฤษภาคม 2553). “ลักษณะของงานบริการวิชาชีพวิศวกรรม”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.ceat.or.th/2010/index.php/2009-10- 12-04-15-49/2009-10-12-04-22-45/2010-03-13-16-13-20.html. (3 พฤศจิกายน 2561).

บริษัท เพอโซเน็ท จำกัด. “ระบบโทรศัพท์ ส่วนประกอบ วงจรโทรศัพท์ สัญญาณโทรศัพท์ วิธีใช้งาน”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.personet.co.th. (8 พฤศจิกายน 2561).

ต่อทอง ทองหล่อ. (15 สิงหาคม 2561). “METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : https://propholic.com/prop-talk/the-hidden-potential-ศักยภาพที่ซ่อนอยู่. (12 พฤศจิกายน 2561).

อยู่อาศัยดอทคอม. “ปรับโฉม! การไฟฟ้านครหลวงคลองเตย สัมหล่นอนันดาฯ”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://yooaresai.com/topic.php?room=1&id=746. (1 ธันวาคม 2561).

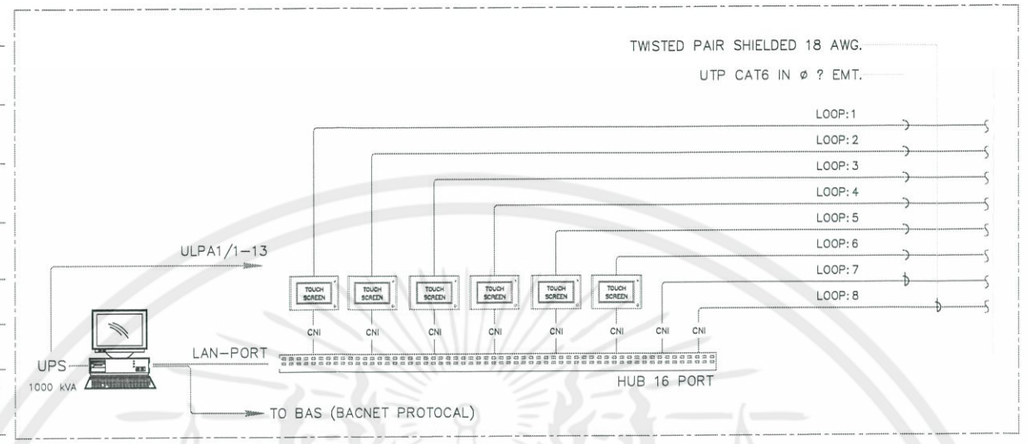
บริษัท ว๊าว อินเทลิเจนท์เน็ตเวิร์ค โซลูชั่น จำกัด. “PABX System Services.”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.wins.co.th/service.php. (3 ธันวาคม 2561).

วีทิต วรรณเลิศลักษณ์. (11 มิถุนายน 2560). “การประยุกต์ใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์.”. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.scimath.org/lesson-physics/item/7235-kirchoff-s-law. (7 มกราคม 2562).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SYMBOL	DESCRIPTION
	LOCAL SWITCH
	RELAY PANEL
	DIMMER PANEL
	LIGHTING CONTROL PANEL
	C-BUS ETHERNET NETWORK INTERFACE
	LIGHT LEVEL SENSOR
	MOTION SENSOR

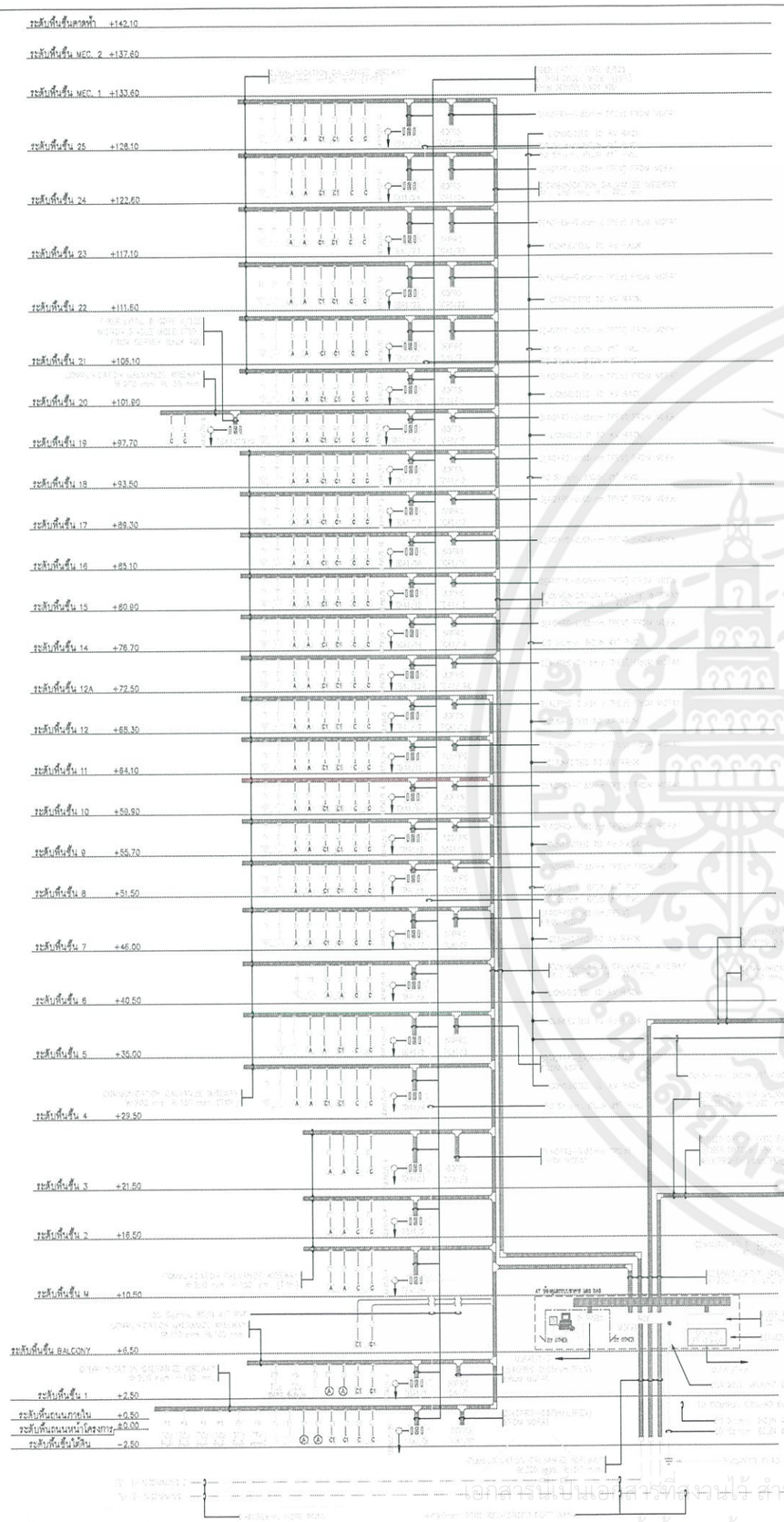
RP" X" Y"

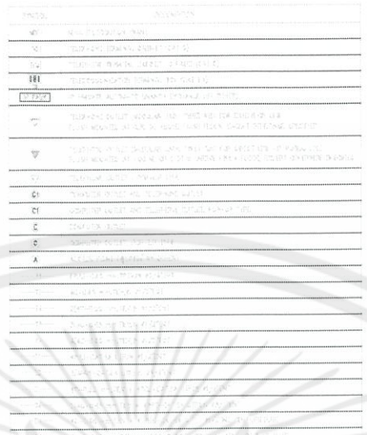
NUMBER OF FLOOR
NUMBER OF BUILDING
RELAY PANEL

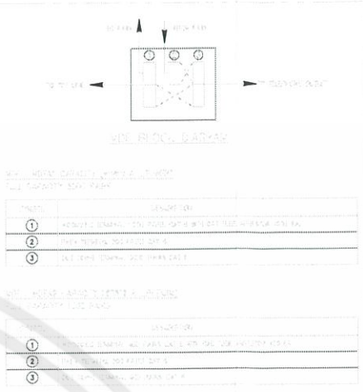
ELECTRICAL SYSTEM
SHOP DRAWING

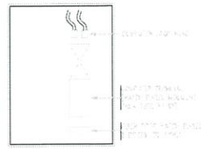
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

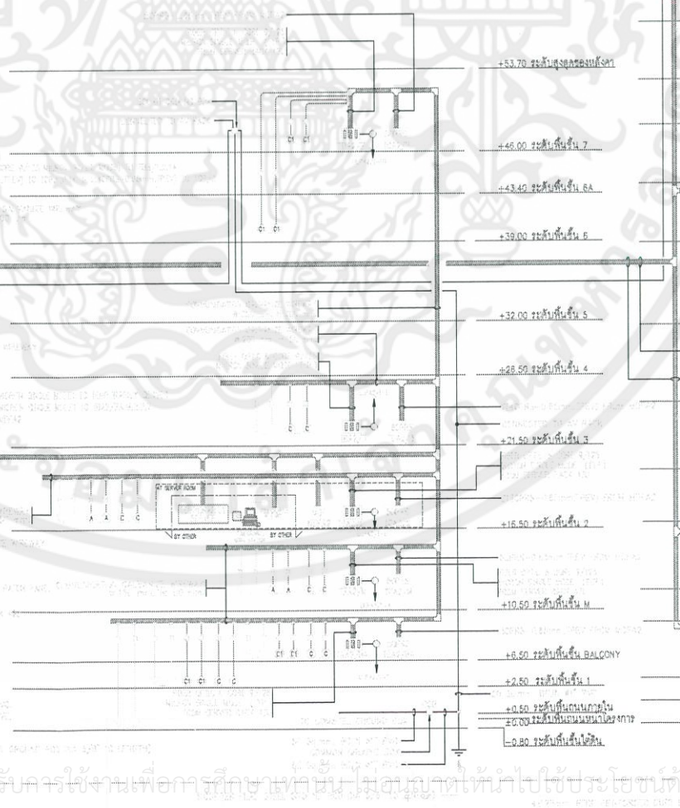
SCALE NTS.

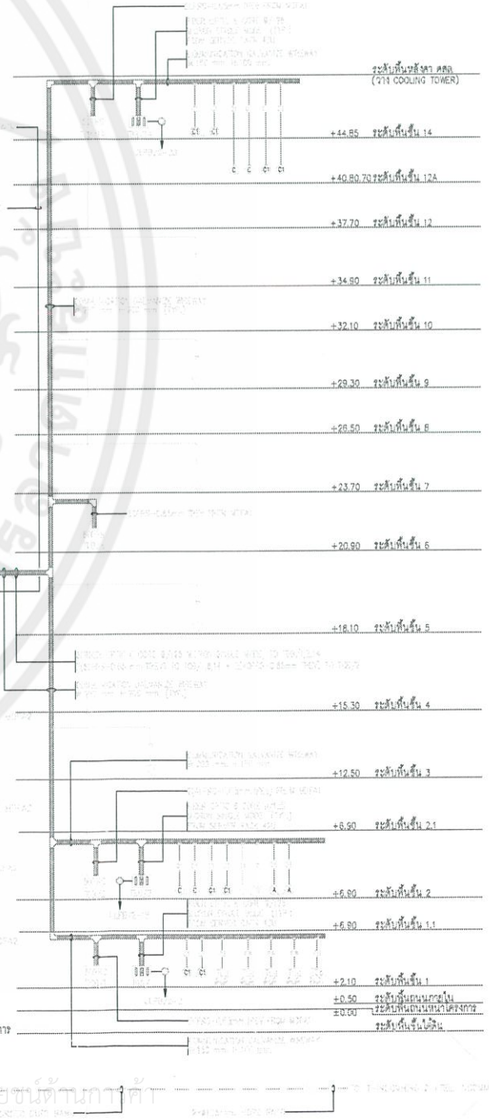












ELECTRICAL SYSTEM
SHOP DRAWING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล : นายวสุพล ชาญศิริ

วัน เดือน ปีเกิด : 28 พฤศจิกายน 2539

ที่อยู่ : 437/30 ม.1 ต.ท่ายาง อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี 76130

E-mail : vasupon_1996@hotmail.com

โทรศัพท์ : 096-1296205

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2555-2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนคงคาราม จังหวัดเพชรบุรี
- พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
  สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Site Engineering
  บริษัท เพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจ แผนก Site Engineering
  บริษัท เพาเวอร์ไลน์เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้