



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร
Designing the Process of Inspection and Testing Building Systems

นายกิตติรัช คุณาวานากิจ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจศึกษาบับสมบูรณ์

การออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

Designing the Process of Inspection and Testing Building Systems

นายกิตติรัช คุณาวานากิจ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายกิตติธัช คุณวานากิจ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.วรชาติ สุวรรณงาม

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสุทธิพงษ์ ทองพลอย

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท อีเทลไทยวิศวกรรม จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้ได้นำเสนอการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ และวงจรถูกจ่ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรถูกจ่าย เพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักศึกษาได้ทำการศึกษการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท เพื่อนำไปออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร เมื่อนักศึกษาได้ทำการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารและนำไปทดลองใช้พบว่า กระบวนการตรวจสอบและทดสอบอาคารที่ออกแบบมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผู้ทำการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารทำงานได้ง่าย มีความสะดวก และสามารถแก้ปัญหาได้เร็ว รวมทั้งลดความผิดพลาดและระยะเวลาในการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

Cooperative Title: Designing the Process of Inspection and Testing Building Systems

Student intern name: Mr. Kittitat Kunawanakit

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

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

Mentor name: Mr.Suttipong Thongploy

Company: *Italthai* Engineering Co. Ltd.

ABSTRACT

This complete cooperative report presents the process design of inspection and testing building system such as lighting system, fire alarm system, CCTV system, emergency lighting system, exit-sign luminaire and receptacle circuit. The objective of this process design is mainly to help improve the efficiency of inspection and testing Process. The inspection and test procedure are first studied for design of the inspection and testing process of the building. The process design was then applied to building construction site. The results showed that after following the criteria of the process design the efficiency of inspection and testing the building system is improved. Moreover, the process design is easy to understand, reduces working time and mistake and helps the engineers solve the problems easily.

กิตติกรรมประกาศ

การที่รายงานสหกิจศึกษาเรื่องการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร ออกมาสมบูรณ์ได้ เป็นเพราะได้รับความอนุเคราะห์ ความร่วมมือ และการสนับสนุนจากองค์กรและบุคคล หลายท่านด้วยกัน นักศึกษาขอขอบพระคุณ บริษัท อิตัลไทยวิศวกรรม จำกัด ที่ให้โอกาสนักศึกษามาปฏิบัติ สหกิจศึกษาที่บริษัทและขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วราชาติ สุวรรณงาม ที่กรุณาให้คำชี้แนะ คำปรึกษา และ ตรวจสอบความถูกต้องของรายงานสหกิจศึกษานี้ จนออกมาสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ตลอดจน ขอขอบพระคุณ คุณสุทธิพงศ์ ทองพลอย ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อรายงานสหกิจฉบับนี้

ขอขอบพระคุณพนักงานบริษัท อิตัลไทยวิศวกรรม จำกัด ที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการ ค้นคว้าข้อมูลและคำแนะนำในการทำรายงานสหกิจศึกษานี้

ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่คอยบ่มเพาะความรู้ จนนักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับ มาใช้ในรายงานสหกิจศึกษาจนสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ นักศึกษาขอขอบพระคุณ ครอบครัวและเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและเป็น กำลังใจตลอดมา



สารบัญ

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.2 ขอบเขตของโครงการ	2
1.3 ขั้นตอนการทำงาน.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การตรวจสอบและทดสอบ	4
2.2 ระบบอาคาร.....	4
2.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	4
2.2.2 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	7
2.2.3 ระบบโทรศัพท์วงจรปิด.....	14
2.2.4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน.....	15
2.2.5 วงจรเตารีด.....	17
2.3 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร.....	17
2.3.1 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	17
2.3.2 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน.....	19
2.3.3 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน	19
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.1 บทนำ	20
3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์	20
3.3 สรุปขั้นตอนดำเนินงาน.....	21

สารบัญ (ต่อ)

3.4 การศึกษาการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท	21
3.5 การออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร	22
3.5.1 ขั้นตอนการศึกษาแบบติดตั้งระบบ	23
3.5.2 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างาน	23
3.5.3 ขั้นตอนการวางแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบ	26
3.5.4 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบ	27
3.5.5 ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาระบบ	32
3.6 การทดลองการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่	32
3.6.1 การตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	32
3.6.2 การตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการศูนย์ศึกษา	37
3.7 การประเมินผลการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่	47
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 เปรียบการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทกับการตรวจสอบและทดสอบระบบรูปแบบใหม่	48
บทที่ 5 สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	49
5.2 ปัญหา	49
5.3 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	51
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 หลอดแอลอีดี	5
ภาพที่ 2.2 โคมไฟดาวนไลท์.....	5
ภาพที่ 2.3 โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	6
ภาพที่ 2.4 โคมไฟตกแต่งสวน	6
ภาพที่ 2.5 สวิตช์หรีไฟ.....	7
ภาพที่ 2.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Multiplex.....	8
ภาพที่ 2.7 แผงควบคุม	8
ภาพที่ 2.8 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง	9
ภาพที่ 2.9 อุปกรณ์ควบคุมย่อย	10
ภาพที่ 2.10 อุปกรณ์ตรวจจับควัน	11
ภาพที่ 2.11 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน.....	11
ภาพที่ 2.12 อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ.....	12
ภาพที่ 2.13 อุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของวาล์วน้ำ.....	12
ภาพที่ 2.14 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ.....	13
ภาพที่ 2.15 อุปกรณ์โทรศัพท์ฉุกเฉิน	13
ภาพที่ 2.16 อุปกรณ์แจ้งเหตุ	14
ภาพที่ 2.17 แผงแสดงผลเพลิงไหม้.....	14
ภาพที่ 2.18 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด	15
ภาพที่ 2.19 เครื่องควบคุมและบันทึก	15
ภาพที่ 2.20 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน	16
ภาพที่ 2.21 โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน	16
ภาพที่ 2.22 เต้ารับ	17
ภาพที่ 3.1 สรุปลขั้นตอนดำเนินงาน.....	21
ภาพที่ 3.2 กระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร	22
ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 3.4	ขั้นตอนตรวจสอบการหน้างานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	24
ภาพที่ 3.5	ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบโทรศัพท์วงจรปิด	25
ภาพที่ 3.6	ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และคอมพิวเตอร์จ่ายทางออกฉุกเฉิน	26
ภาพที่ 3.7	ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	28
ภาพที่ 3.8	ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	29
ภาพที่ 3.9	ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบโทรศัพท์วงจรปิด.....	30
ภาพที่ 3.10	ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และคอมพิวเตอร์จ่ายทางออกฉุกเฉิน.....	31
ภาพที่ 3.11	ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับ	31
ภาพที่ 3.12	กล่องพักสายไฟที่ไม่ได้ทำการพันสี.....	33
ภาพที่ 3.13	การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควัน.....	36
ภาพที่ 3.14	คอมพิวเตอร์ที่ไม่ได้ทำการติดตั้ง	38
ภาพที่ 3.15	อุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งไม่ได้ตามมาตรฐาน	38
ภาพที่ 3.16	การตรวจสอบ DVR	39
ภาพที่ 3.17	คอมพิวเตอร์ฉุกเฉินที่ติดตั้งไม่เรียบร้อย.....	39
ภาพที่ 3.18	เต้ารับที่ติดตั้งไม่ตรงตามแบบ.....	40
ภาพที่ 3.19	การทดสอบสวิตซ์ไฟฟ้า.....	43
ภาพที่ 3.20	การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์โทรศัพท์ฉุกเฉิน	44
ภาพที่ 3.21	การตรวจสอบการทำงานของกล่องโทรศัพท์วงจรปิด.....	44
ภาพที่ 3.22	การทดสอบการทำงานของแบตเตอรี่	45
ภาพที่ 3.23	การทดสอบลำดับวงจรลูกลอย	45

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1	บันทึกปัญหา และบริเวณที่เกิดปัญหาจากการตรวจสอบหน้างาน.....	26
ตารางที่ 3.2	บันทึกสาเหตุ วิธีการแก้ไข และวันส่งงาน	27
ตารางที่ 3.3	บันทึกแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบ	27
ตารางที่ 3.4	บันทึกปัญหา และบริเวณที่เกิดปัญหาจากการตรวจสอบและทดสอบระบบ.....	32
ตารางที่ 3.5	บันทึกสาเหตุ และวิธีการแก้ไข จากการตรวจสอบและทดสอบระบบ	32
ตารางที่ 3.6	สรุปปัญหาการตรวจสอบหน้างานโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	34
ตารางที่ 3.7	สรุปสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ไข และวันส่งงานโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	34
ตารางที่ 3.8	แผนการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	35
ตารางที่ 3.9	สรุปปัญหาจากการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	36
ตารางที่ 3.10	สรุปสาเหตุ และวิธีการแก้ไขโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	37
ตารางที่ 3.11	สรุปปัญหาการตรวจสอบหน้างานโครงการศูนย์ศึกษา.....	40
ตารางที่ 3.12	สรุปสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ไข และวันส่งงานโครงการศูนย์ศึกษา	41
ตารางที่ 3.13	แผนการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการศูนย์ศึกษา.....	42
ตารางที่ 3.14	สรุปปัญหาจากการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการศูนย์ศึกษา	46
ตารางที่ 3.15	สรุปสาเหตุ และวิธีการแก้ไขโครงการศูนย์ศึกษา	47
ตารางที่ 4.1	เปรียบเทียบการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทกับการตรวจสอบและทดสอบระบบรูปแบบ ใหม่.....	48

บทที่ 1

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาที่มากขึ้นในหลายๆ ด้านส่งผลให้มีความต้องการในการใช้งานอาคารที่มากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการใช้เป็นที่อยู่อาศัย โรงเรียน โรงพยาบาล โรงงานหรือห้างสรรพสินค้า ซึ่งในอาคารต่างๆ ต้องมีการติดตั้งระบบที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าอาทิเช่น ระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบกระจายเสียงและระบบเครือข่าย ซึ่งระบบเหล่านี้ล้วนอำนวยความสะดวกและป้องกันอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินแก่ผู้ใช้อาคาร หากมีการติดตั้งไม่ตรงตามแบบและมาตรฐานอาจจะทำให้ผู้ใช้อาคารไม่ได้รับความสะดวกหรืออาจจะเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ จึงต้องมีการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้อาคารได้รับความสะดวกและป้องกันอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินภายในอาคาร

โดยนักศึกษาได้ปฏิบัติสหกิจศึกษาที่ บริษัท อีเทลไทยวิศวกรรม จำกัด ในโครงการก่อสร้างจริงในพื้นที่ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งจำนวน 3 โครงการ ในโครงการศูนย์รักษาเป็นอาคารรักษาพยาบาล 26 ชั้น โครงการศูนย์ศึกษาเป็นอาคารเรียน 3 ชั้น และโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จำนวน 3 อาคาร

โดยในโครงการศูนย์รักษาได้ดำเนินการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารมาแล้วระยะหนึ่ง จากการที่นักศึกษาได้ร่วมทำการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารในโครงการ พบว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัทยังไม่มีกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารที่ใช้โดยทั่วไปทำให้การส่งงานล่าช้า เข้าใจได้ยาก และด้อยประสิทธิภาพ จากปัญหาที่พบเจอนักศึกษาได้สังเกตเห็นว่า ปัญหาที่พบเหล่านี้จะทำให้บริษัทส่งงานได้ล่าช้าและอาจเสียโอกาสทางธุรกิจ นักศึกษาจึงคิดที่จะออกแบบกระบวนการการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร เพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารทำได้รวดเร็วขึ้น เข้าใจง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบในส่วน of ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศนวงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์จ่ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้บริษัทสามารถส่งงานได้ทันกำหนดเวลา รวมถึงยังสามารถเพิ่มโอกาสทางธุรกิจของบริษัทได้อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 ขอบเขตของโครงการ

1) ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ

1.3 ขั้นตอนการทำงาน

1) ศึกษาการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท

นักศึกษาได้ทำการศึกษาวิธีการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท เพื่อนำไปวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง เพื่อนำไปออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท

2) ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

จากการศึกษาการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท นักศึกษาได้พบข้อบกพร่องต่างๆ ของการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท นักศึกษาได้นำข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบเจอมาคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารแบบรูปใหม่ที่มีประสิทธิภาพและความสะดวกมากกว่าเดิม

3) ทดลองการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่

จากการที่นักศึกษาได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่ นักศึกษาได้นำการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่มาทำการทดลองในพื้นที่ก่อสร้างจริง

4) ประเมินผลการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่

เมื่อทำการทดลองการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่เสร็จสิ้น ต้องทำการประเมินผลว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่ดีกว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารแบบเก่าหรือไม่

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ช่วยให้การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2) ช่วยให้การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ มีความสะดวกมากขึ้น



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตรวจสอบและทดสอบ

การตรวจสอบ หมายถึง การตรวจสอบการติดตั้งทางไฟฟ้าโดยใช้ความสามารถในการวินิจฉัยวิเคราะห์เพื่อให้แน่ใจว่ามีการเลือก และติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง

การทดสอบ หมายถึง การใช้มาตรการ เพื่อประมวลผลการติดตั้งทางไฟฟ้าโดยใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพ และสามารถพิสูจน์ได้รวมถึงการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ซึ่งปกติไม่สามารถได้จากการตรวจสอบ

2.2 ระบบอาคาร

2.2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างคือระบบไฟฟ้าพื้นฐานของอาคารที่ให้แสงสว่างแก่อาคาร ซึ่งการให้แสงสว่างในบริเวณต่างๆ ในแต่ละพื้นที่การใช้งานมีระดับความเข้มแสงมากน้อยแตกต่างกัน โดยระดับความเข้มแสงต้องเป็นไปตามชนิดการใช้งาน ระดับความเข้มแสงที่มากหรือน้อยไปจะส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าต่อกล้ามเนื้อดวงตาทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลงอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุแก่ผู้ใช้อาคารได้ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างจึงต้องให้แสงสว่างที่เพียงพอแก่ผู้ใช้อาคารเพื่อให้งิจกรรมต่างๆ ภายในอาคารเป็นไปอย่างราบรื่นและเพิ่มความปลอดภัยของอาคาร รวมทั้งยังทำให้เกิดสุนทรียภาพแก่ผู้ใช้อาคาร โดยระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้วงจรแสงสว่างเป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบตามความต้องการของผู้ใช้อาคารเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วย หลอดไฟ โคมไฟฟ้าและสวิตช์ไฟฟ้า

2.2.1.1 หลอดไฟ

หลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสงชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง โดยมีหลอดประเภทต่างๆ เช่น หลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดฮาโลเจน หลอดแอลอีดี เป็นต้น ซึ่งหลอดไฟแต่ละประเภทมีการใช้งานแตกต่างกัน ผู้ใช้จึงต้องเลือกหลอดไฟให้เหมาะกับลักษณะที่จะใช้งาน

1) หลอดแอลอีดี (LED Lamp) เป็นหลอดไฟชนิดหนึ่งอาศัยหลักการทำงานโดยให้กระแสไหลผ่านสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) บริเวณรอยต่อของสาร P และสาร N หรือที่เรียกว่า PN junction โดยจะคายพลังงานออกมาในรูปแบบของคลื่นแสง ซึ่งหลอดแอลอีดีมีข้อดีกว่าหลอดไฟปกติในด้านอายุการใช้งานสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องยาวนานมากกว่า 15000 ชั่วโมงและสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดไฟปกติ โดยการใช้งานหลอดแอลอีดีต้องมีการใช้งานร่วมกับวงจรขับเคลื่อนหลอดแอลอีดี (LED Driver) เพื่อให้หลอดแอลอีดีสามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 หลอดแอลอีดี

2.2.1.2 โคมไฟฟ้า

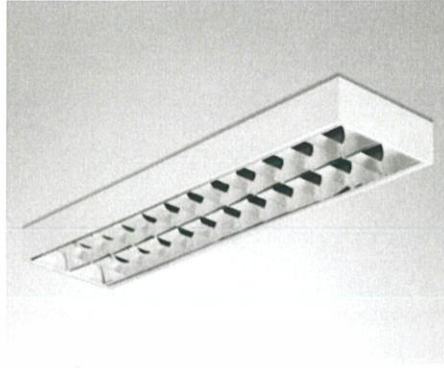
โคมไฟฟ้ามักมีหน้าที่ควบคุมการกระจายแสงไปในทิศทางที่ต้องการ โดยจะควบคุมการกระจายแสงด้วยลักษณะรูปร่างและวัสดุที่ใช้ทำโคมไฟเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานต่างๆ รวมถึงใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพื่อทำให้หลอดไฟสามารถใช้งานได้ โคมไฟฟ้ามักมีมากมายหลายประเภทเช่น โคมไฟดาวนไลต์ โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ โคมไฟถนน โคมไฟไฮเบย์ โคมไฟตกแต่งสวน เป็นต้น

1) โคมไฟดาวนไลต์เป็นโคมไฟที่ใช้ภายในอาคารโดยจะเป็นโคมที่ส่องแสงจากด้านบนมาด้านล่าง ให้แสงสว่างได้ทั่วถึงเหมาะกับการใช้งานทั่วไปแต่ในการใช้งานโคมไฟต้องระวังในเรื่องความสูงต่ำของการติดตั้งโคมไฟเพราะทำให้แสงสว่างกระจายไม่ทั่วถึงได้



ภาพที่ 2.2 โคมไฟดาวนไลต์

2) โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นโคมไฟที่ให้แสงสว่างโดยทั่วไป นิยมใช้งานภายในและภายนอกอาคาร ในพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างแบบกว้างๆ เช่น โถงทางเดิน ห้องประชุม เป็นต้น โดยตัวโคมนิยมใช้งานร่วมกับหลอด T8 และหลอด T5



ภาพที่ 2.3 โคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์

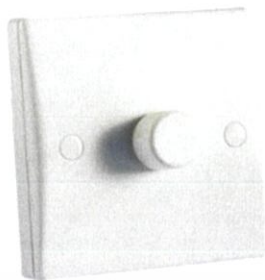
3) โคมไฟตกแต่งสวนเป็นโคมไฟฟ้าที่ให้ความสวยงามแก่อาคาร ช่วยในการปรับภูมิทัศน์ของรอบๆ อาคารให้มีความสวยงามและประทับใจแก่ผู้พบเห็น



ภาพที่ 2.4 โคมไฟตกแต่งสวน

2.2.1.3 สวิตช์ไฟฟ้า

สวิตช์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ควบคุมการใช้งานแสงสว่างในระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามความต้องการของผู้ใช้อาคาร โดยสวิตช์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแสงสว่างเพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟที่ต้องการ โดยสวิตช์ไฟฟ้าใช้ควบคุมวงจรได้หลายวงจรซึ่งแต่ละวงจรจะทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งานอาทิเช่น วงจรสวิตซ์ 1 ทาง วงจรสวิตซ์ 2 ทาง วงจรหรี่ไฟ เป็นต้น



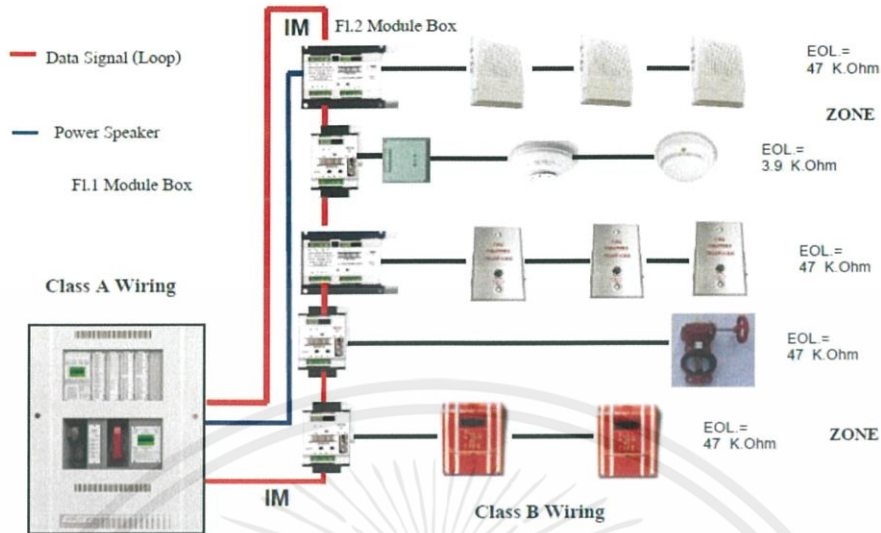
ภาพที่ 2.5 สวิตช์หรีไฟ

2.2.2 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้คือระบบที่สามารถตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้และสามารถส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์เพื่อแจ้งเหตุให้ผู้ที่อยู่ในอาคารทราบโดยอัตโนมัติเพื่อให้ผู้ที่อยู่ในอาคารมีโอกาสหนีไฟไปยังที่ปลอดภัยมากขึ้นและมีโอกาสดับไฟได้มากขึ้น ส่งผลให้ลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบที่ทำงานร่วมกับระบบความปลอดภัยอื่นๆ เช่น ระบบดับเพลิง ระบบลิฟต์ เป็นต้น โดยระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มี 2 ประเภทคือระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Conventional (Hard wire) เป็นระบบที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งเพลิงไหม้ได้และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ Multiplex เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งเพลิงไหม้ได้ การเลือกใช้งานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 2 ระบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของอาคารที่ใช้งานระบบ

1) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Hard wire (Conventional) เป็นระบบที่ใช้สายจำนวนมาก การระบุตำแหน่งของระบบนี้ไม่ละเอียดพอที่จะบอกตำแหน่งเกิดเหตุได้อย่างชัดเจน จึงเหมาะที่จะใช้ในอาคารที่มีการแบ่งพื้นที่ตรวจจับไม่มากนัก โดยในระบบ Hard wire จะมีราคาสูงกว่าแบบระบบ Multiplex

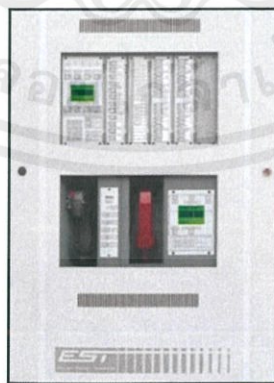
1) ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Multiplex (Addressable) เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งเพลิงไหม้ได้ การระบุตำแหน่งสามารถทำได้โดยผ่านอุปกรณ์ควบคุมย่อย ซึ่งระบบนี้มีข้อดีคือสามารถลดหรือเพิ่มจำนวนของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณได้โดยไม่ต้องแก้ไขโปรแกรมและระบบนี้สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้เช่น อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ อุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของวาล์วน้ำ เป็นต้น ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Multiplex ประกอบด้วยแผงควบคุม อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรองอุปกรณ์ควบคุมย่อย อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้อัตโนมัติ และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ เป็นต้น โดยแผงควบคุมและอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟสำรองจะติดตั้งอยู่ภายในห้องควบคุม อุปกรณ์ควบคุมย่อยจะถูกติดตั้งภายในห้องสื่อสารของแต่ละชั้น ส่วนอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้และอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้จะถูกติดตั้งในพื้นที่ต่างๆ โดยจะถูกกำหนดตำแหน่งตามความเหมาะสมตามมาตรฐานการติดตั้ง



ภาพที่ 2.6 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Multiplex

2.2.2.1 แผงควบคุม

แผงควบคุมทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยบุคคล แผงควบคุมจะแจ้งการเกิดเหตุเพลิงไหม้ให้ผู้ควบคุมทราบถึงเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยจะแสดงผลทางจอแอลซีดีที่แผงควบคุมและแผงแสดงผลเพลิงไหม้ รวมทั้งยังทำงานร่วมกับระบบอื่นของอาคารอีกเช่น ระบบดับเพลิง ระบบลิฟต์ ระบบปรับอากาศ และระบบอัดอากาศ เป็นต้น เมื่อแผงควบคุมได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้แล้วจะหน่วงเวลาไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้ผู้ควบคุมทำการตรวจสอบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้หรือไม่ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดในโปรแกรมจะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยตัวแผงควบคุมจะมีข้อมูลในคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถทราบถึงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยละเอียด



ภาพที่ 2.7 แผงควบคุม

2.2.2.2 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง

อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรองทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้ใช้งานได้ ในสถานะที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติเกิดขัดข้อง แบตเตอรี่ต้องมีพิกัดที่สามารถจ่ายไฟให้กับระบบในสถานะปกติได้ไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง และหลังจากนั้นจะต้องจ่ายไฟให้กับระบบในสถานะแจ้งเหตุได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที



ภาพที่ 2.8 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง

2.2.2.3 อุปกรณ์ควบคุมย่อย

อุปกรณ์ควบคุมย่อยทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยบุคคลและส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปยังแผงควบคุมโดยผ่านทางสายสัญญาณ ในกรณีที่แผงควบคุมต้องการส่งสัญญาณออกไปหาอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ก็สามารถส่งสัญญาณผ่านทางสายสัญญาณได้เช่นเดียวกัน อุปกรณ์ควบคุมย่อยแบ่งได้ 4 ประเภทได้แก่

- 1) Monitor Module ทำหน้าที่รับแจ้งเหตุจากอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้และอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยบุคคลที่ติดตั้งภายในพื้นที่ของแต่ละชั้น โดยถูกกำหนดตำแหน่งและความเหมาะสมตามผู้ออกแบบ
- 2) Control Module ทำหน้าที่ส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปยังอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่ติดตั้งภายในพื้นที่ของแต่ละชั้น โดยจะถูกกำหนดตำแหน่งและความเหมาะสมตามผู้ออกแบบ
- 3) Control Relay Module ทำหน้าที่ส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปยังหน้าสัมผัสของระบบต่างๆ เช่น ระบบลิฟต์ เป็นต้น
- 4) Isolator Module ทำหน้าที่ตัดสัญญาณในสายสัญญาณเมื่อเกิดการลัดวงจรภายในสายสัญญาณ เพื่อป้องกันอุปกรณ์ภายในแผงควบคุมเสียหาย



ภาพที่ 2.9 อุปกรณ์ควบคุมย่อย

2.2.2.4 อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้อัตโนมัติ

อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้อัตโนมัติเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแจ้งเหตุได้ด้วยตัวเอง เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับสามารถตรวจจับเพลิงไหม้ได้จะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมเพื่อแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้

1) อุปกรณ์ตรวจจับควันทำหน้าที่ตรวจจับควันโดยอัตโนมัติจากลักษณะการเกิดไฟไหม้ทั่วไปพบว่าส่วนใหญ่จะเกิดควันก่อน ดังนั้นการตรวจจับควันจึงเป็นการตรวจจับที่ถือว่ารวดเร็วที่สามารถตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ได้ในระยะเริ่มต้นจึงเป็นอุปกรณ์ตรวจจับที่ออกแบบมาเพื่อปกป้องชีวิต โดยสามารถแบ่งชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับควันได้เป็น 2 แบบคือ แบบไอออนเซชัน แบบโฟโตอิเล็กทริก

1.1) อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบไอออนเซชัน เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันประกอบด้วยกล่องที่ภายในมีแผ่นโลหะที่มีขั้วไฟฟ้าต่างกัน และมีสารกัมมันตภาพรังสี ซึ่งจะทำหน้าที่กระตุ้นให้อากาศภายในกล่องเกิดการแตกตัว ไอออนของอากาศในกล่องจะทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ระหว่างสองขั้ว เมื่อมีควันเข้าไปในกล่องค่าความนำไฟฟ้าจะลดลง กระแสไฟฟ้าที่ผ่านก็จะลดลงด้วย เมื่อกระแสลดลงถึงค่าที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ตรวจจับก็จะทำงาน

1.2) อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบโฟโตอิเล็กทริกภายในจะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงที่ฉายตรงไปยังอุปกรณ์ไวแสง (Photosensitive Device) ที่มีสภาพเป็นตัวนำ อุปกรณ์ตรวจจับจะเริ่มส่งสัญญาณเมื่ออนุภาคควันผ่านเข้ามาคั่นอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับอุปกรณ์ไวแสงจนทำให้ปริมาณแสงลดลงถึงจุดที่กำหนดก็จะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม ที่ตัวอุปกรณ์ตรวจจับควันจะมีหลอดแอลอีดีสีแดงติดค้าง ส่วนในสภาวะปกติหลอดแอลอีดีสีแดงจะกระพริบเพื่อบ่งบอกถึงสภาวะปกติ



ภาพที่ 2.10 อุปกรณ์ตรวจจับควัน

2) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนทำหน้าที่ตรวจจับความร้อนที่เกิดเพลิงไหม้จากวัตถุ ทำให้อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนจะตรวจจับเพลิงไหม้ได้ช้ากว่าอุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อปกป้องทรัพย์สินโดยสามารถแบ่งชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้ 2 แบบ คือ แบบอุณหภูมิคงที่และแบบอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิใช้หลักการตรวจจับความร้อนโดยอาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิถ้ามีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเช่น บริเวณตรวจจับมีอุณหภูมิ 9 องศาภายใน 1 นาที อุปกรณ์ก็จะตรวจจับความร้อนและส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม เป็นต้น



ภาพที่ 2.11 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน

3) อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำทำหน้าที่ตรวจสอบการไหลของน้ำในท่อดับเพลิงหากมีการทำงานของสปริงเกอร์ดับเพลิง จะมีการส่งสัญญาณแจ้งไปยังแผงควบคุมให้รับทราบสถานะเพื่อทำการตรวจสอบต่อไป



ภาพที่ 2.12 อุปกรณ์ตรวจจับการไหลของน้ำ

4) อุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของวาล์วน้ำทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะวาล์วน้ำของปั้มน้ำดับเพลิงว่าเปิดหรือปิดอยู่ ซึ่งหากปิดอยู่จะทำให้ระบบดับเพลิงไม่ทำงาน ทำให้ต้องมีการตรวจสอบสถานะของวาล์วน้ำไปยังแผงควบคุมเพื่อให้ผู้ควบคุมเข้าไปตรวจสอบ

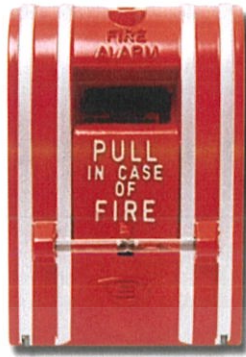


ภาพที่ 2.13 อุปกรณ์ตรวจสอบสถานะของวาล์วน้ำ

2.2.2.5 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยบุคคล

อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยบุคคลคืออุปกรณ์ที่เริ่มสัญญาณโดยจะอาศัยการทำงานจากบุคคลภายในอาคารเมื่อพบสภาวะผิดปกติ

1) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือคืออุปกรณ์ที่เริ่มสัญญาณด้วยบุคคลด้วยการดึงหรือใช้คีย์สวิตช์โดยอาศัยหน้าสัมผัสเพื่อส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม ถ้าเป็นการดึงอุปกรณ์จะมีการส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมเพื่อให้ผู้ควบคุมทำการตรวจสอบเหตุเพลิงไหม้ แต่ถ้าเป็นการใช้คีย์สวิตช์ระบบจะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมและทำให้อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานโดยทันที



ภาพที่ 2.14 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

2) อุปกรณ์โทรศัพท์ฉุกเฉิน ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเพื่อพูดคุยโต้ตอบระหว่างเจ้าหน้าที่ตรงบริเวณที่เกิดเหตุกับผู้ควบคุมให้รับทราบ ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบบริเวณที่เกิดเหตุการใช้งานอุปกรณ์ทำโดยนำโทรศัพท์ไปเสียบเต้ารับโทรศัพท์ตามชั้น อุปกรณ์จะส่งสัญญาณไปแจ้งที่แผงควบคุมเพื่อสนทนา



ภาพที่ 2.15 อุปกรณ์โทรศัพท์ฉุกเฉิน

2.2.2.6 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นอุปกรณ์ทำให้เกิดเสียงและแสงเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้เพื่อให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ทราบถึงเหตุเพลิงไหม้

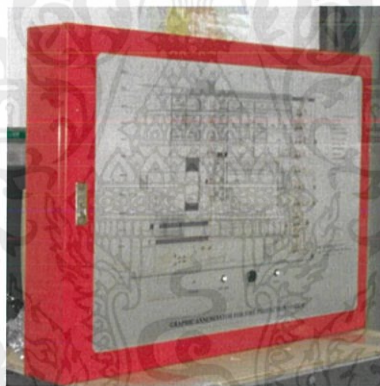
1) อุปกรณ์ส่งเสียงและแสงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณแสงและเสียงได้โดยจะมีลำโพงเพื่อส่งเสียงแจ้งเตือนเพลิงไหม้ และมี Strobe ที่ทำให้เกิดแสงกระพริบทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารทราบถึงเหตุเพลิงไหม้เพื่อที่สามารถอพยพได้อย่างทันท่วงที



ภาพที่ 2.16 อุปกรณ์แจ้งเหตุ

2.2.2.7 แผงแสดงผลเพลิงไหม้

แผงแสดงผลเพลิงไหม้มีหน้าที่คือสามารถบอกแสดงพื้นที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ได้ โดยทำการติดตั้งในสถานที่ห่างออกจากอาคารเพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถระบุสถานที่เกิดเหตุได้รวดเร็วและสามารถไปถึงสถานที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างทันท่วงที



ภาพที่ 2.17 แผงแสดงผลเพลิงไหม้

2.2.3 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดคือระบบที่บันทึกภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เพื่อความปลอดภัยหรือเพื่อสังเกตการณ์ ทำให้ผู้ใช้งานระบบสามารถรับรู้ถึงเหตุการณ์ต่างๆ รวมถึง วัน เวลา และสถานที่เกิดเหตุอีกด้วย ซึ่งระบบโทรทัศน์วงจรปิดประกอบด้วย กล้องโทรทัศน์วงจรปิด เครื่องควบคุมและเครื่องบันทึก

2.2.3.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด

กล้องโทรทัศน์วงจรปิดเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ถ่ายภาพเคลื่อนไหวในบริเวณที่ต้องการ โดยกล้องโทรทัศน์วงจรปิดมีอยู่ 2 ประเภทคือแบบ Analog และแบบ IP โดยแบบ Analog จะใช้สัญญาณแบบ Analog ใช้สาย Coaxial เป็นสายสัญญาณและต้องจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวกล้อง ส่วนแบบ IP จะใช้สาย UTP หรือใช้แบบไร้สาย (Wireless) โดยจะเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยระบบจะใช้สัญญาณแบบ Digital ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะให้ภาพที่คมชัดมากกว่ากล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Analog จึงเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการภาพเคลื่อนไหวความละเอียด



ภาพที่ 2.18 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด

2.2.3.2 เครื่องควบคุมและบันทึก

เครื่องควบคุมและบันทึกจะทำหน้าที่ควบคุมกล้องโทรทัศน์วงจรปิดให้ทำการซูมหรือเปลี่ยนมุมมองของกล้องและสามารถควบคุมการดูภาพย้อนหลังโดยการกำหนด วัน เวลา ในการดูได้ รวมถึงบางยี่ห้อจะสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้อีกด้วย เครื่องควบคุมและบันทึกคงยังทำหน้าที่บันทึกข้อมูลลงภายในหน่วยความจำเช่น แผ่นดีวีดี ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น ซึ่งเครื่องควบคุมและบันทึกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือแบบ DVR (Digital Video Recorder) ซึ่งใช้กับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Analog และแบบ NVR (Network Video Recorder) ซึ่งใช้กับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ IP



ภาพที่ 2.19 เครื่องควบคุมและบันทึก

2.2.4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ที่อยู่ในอาคารสามารถอพยพออกจากอาคารได้อย่างปลอดภัย โดยระบบนี้จะช่วยให้ผู้ที่อยู่ในอาคารเห็นเส้นทางหนีภัยได้อย่างชัดเจนรวมถึงลดความตื่นตระหนกของผู้คนภายในอาคารเมื่ออยู่ในความมืด โดย

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินประกอบด้วยโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้ต้องมีการใช้ร่วมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการหนีภัยของผู้ที่อยู่ภายในอาคาร

2.2.4.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินมีหน้าที่คือให้แสงสว่างในสภาวะฉุกเฉินแก่ทางหนีภัย พื้นที่โล่ง พื้นที่อันตราย เพื่อให้ผู้ใช้อาคารนั้นสามารถเห็นเส้นทางหนีภัยและลดความตื่นตระหนก โดยโคมไฟฟ้าแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต่อฟ่วงและโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินชุดเบ็ดเสร็จ โดยโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องใช้งานในสภาวะฉุกเฉินได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.20 โคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

2.2.4.2 โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินมีหน้าที่คือระบุเส้นทางหนีภัยให้ผู้ที่อยู่ภายในอาคารเห็นเส้นทางหนีภัยได้อย่างชัดเจนและสามารถหนีภัยไปยังจุดอพยพได้อย่างปลอดภัย โดยโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินต้องใช้งานในสภาวะฉุกเฉินได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.21 โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

2.2.5 วงจรเต้ารับ

วงจรเต้ารับเป็นวงจรที่ใช้สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับเต้ารับ ซึ่งเต้ารับจะมีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งาน



ภาพที่ 2.22 เต้ารับ

2.3 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

2.3.1 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ต้องมีการตรวจสอบทดสอบและทำการบันทึกส่วนที่มีการติดตั้งใหม่ และส่วนที่มีการปรับปรุงจากการติดตั้งเดิม หรือส่วนที่เพิ่มเติมขึ้น

- 1) ตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับทั้งหมดที่ใช้ในระบบตามแบบที่ติดตั้งจริง มีรายละเอียดดำเนินการดังนี้
 - ก. ตรวจสอบชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับ
 - ข. เปรียบเทียบชุดโซนตรวจจับที่ติดตั้งใช้งานกับแบบที่ติดตั้งจริง โดยเฉพาะจำนวนของอุปกรณ์ตรวจจับในแต่ละโซนตรวจจับ ต้องไม่เกินจำนวนที่ยอมให้ใช้ได้ตามมาตรฐาน
 - ค. ความเหมาะสมของการติดตั้งอุปกรณ์กับสภาพแวดล้อม
 - ง. ต้องไม่มีการปรับแต่งความไวของอุปกรณ์เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดของอุปกรณ์นั้นๆ
- 2) ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักของระบบ โดยมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถตัดวงจรส่วนที่มีไฟออกได้
- 3) ตรวจสอบตำแหน่งติดตั้งของอุปกรณ์ตรวจจับและแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้สอดคล้องกับมาตรฐาน
- 4) วัดค่าต่างๆ ของวงจรโซนตรวจจับ ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือแนะนำการติดตั้งของโรงงานผู้ผลิต เพื่อให้มั่นใจว่าถูกต้องตามข้อกำหนดรายละเอียดของบริษัทแต่ละตัว และวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟที่ติดตั้งเทียบกับดิน (ค่าที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม) โดยบันทึกค่าความต้านทานที่ผิดปกติไว้ด้วย

หมายเหตุ ในที่ซึ่งบริษัทที่ต่ออยู่อาจชำรุดได้จากการทดสอบค่าความต้านทานตามที่กล่าวข้างบน อาจเปลี่ยนไปใช้วิธีการทดสอบอย่างอื่นที่เหมาะสม

- 5) ทดสอบการเปิดวงจรและลัดวงจรที่อุปกรณ์ปลายสายวงจร (End of Line Device) ที่แต่ละวงจร โชนตรวจจับหรือทำการทดสอบอย่างอื่นที่เหมาะสม เพื่อให้มั่นใจว่าสถานะขัดข้องและสถานะแจ้งเหตุทำงานถูกต้องที่ชุดโชนตรวจจับ และที่ส่วนอื่นของอุปกรณ์ควบคุมและแสดงผล
- 6) ทดสอบโดยการกดปุ่มสัญญาณเสียงแจ้งเหตุปุ่มแจ้งขัดข้องสำหรับโชน ตรวจจับแต่ละโชนว่าทำงานถูกต้อง ทดสอบเซอร์กิตเบรกเกอร์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักโดยการเปิดและปิดอย่างน้อย 5 ครั้ง เพื่อความมั่นใจว่าจะไม่เกิดขัดข้องกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก
- 7) ทดสอบการตอบสนองของอุปกรณ์ตรวจจับหรือจุดสัมผัสอย่างที่ได้ติดตั้งไว้เพื่อให้มั่นใจว่าการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับการปรับแต่งระดับการตรวจจับ และการแสดงผล ถูกต้องระยะเวลาการตอบรับไม่เกิน 6 วินาที นับจากเวลาที่อุปกรณ์ตรวจจับทำงานจนกระทั่งแผงควบคุมหลักบันทึกการแจ้งเหตุ หรือ 30 วินาที เมื่อใช้อุปกรณ์พิสูจน์การแจ้งเหตุ (Verification)
- 8) ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ และอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งหมด
- 9) สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับเปลวเพลิง ให้ทำการตรวจสอบดังนี้
 - ก. ตรวจสอบชนิดและจำนวนของอุปกรณ์ตรวจจับ ให้เพียงพอสำหรับการป้องกันพื้นที่
 - ข. ตรวจสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ตรวจจับครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการป้องกันทั้งหมด
 - ค. ตรวจสอบการติดตั้งของอุปกรณ์ตรวจจับว่า ติดตั้งได้มั่นคงถาวร
 - ง. ตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับว่า ได้ต่อเข้ากับแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อย่างถูกต้อง
 - จ. ตรวจสอบเลนส์ของอุปกรณ์ตรวจจับว่า สะอาด ปราศจากฝุ่น ไม่อยู่ในตำแหน่งที่รับการแผ่รังสีจากภายนอก
 - ฉ. ทดสอบการตอบสนองต่อเปลวไฟ หรือเปลวที่จำลองขึ้น
- 10) ทดสอบการทำงานของชุดโชนตรวจจับร่วมกับระบบอื่นๆ
- 11) ทดสอบชุดแจ้งเหตุหลักในการรับสัญญาณแจ้งเหตุจากแต่ละโชนตรวจจับและตรวจสอบการส่งสัญญาณแจ้งเหตุจากชุดแจ้งเหตุหลักไปยังบริษัทอื่นๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมเพลิงไหม้
- 12) ตรวจสอบและทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก และแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง ว่าเป็นชนิดที่เหมาะสมและมีพิกัดเหมาะสมกับความต้องการตามที่กำหนดในข้อ 9.2 โดยดำเนินการตรวจสอบตามคำแนะนำของโรงงานผลิตแบตเตอรี่ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าชนิดของตัวประจุ และการปรับค่าถูกต้องตามชนิดของแบตเตอรี่

13) ตรวจสอบ “แบบติดตั้งจริง” ว่าถูกต้องกับการติดตั้งจริง และตรวจสอบคู่มือการใช้งานให้ครบถ้วน ตรงกับที่ติดตั้งใช้งาน

2.3.2 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน

ความล้มเหลวของระบบไฟฟ้าแสงสว่างปกติอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นต้องมีการตรวจสอบและการทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนี้

- 1) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบ โดยการจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินในระบบ ต้องส่องสว่างได้ตามพิกัดไม่น้อยกว่า 120 นาที
- 2) ถ้าระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินมีสวิตช์ถ่ายโอน เมื่อระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินติดตั้งใช้งานในระบบแล้ว ต้องทดสอบโดยการตัดหรือยกเลิกการทำงานของสวิตช์ไฟฟ้างกล่าว เพื่อแสดงว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินยังคงส่องสว่างได้

2.3.3 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและทดสอบระบบโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

ความล้มเหลวของระบบไฟฟ้าแสงสว่างปกติอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นต้องมีการตรวจสอบและการทดสอบระบบโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนี้

- 1) โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบ โดยการจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินในระบบ ต้องส่องสว่างได้ตามพิกัดไม่น้อยกว่า 120 นาที
- 2) ถ้าโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินมีสวิตช์ถ่ายโอน เมื่อโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินติดตั้งใช้งานในระบบแล้ว ต้องทดสอบโดยการตัดหรือยกเลิกการทำงานของสวิตช์ไฟฟ้างกล่าว เพื่อแสดงว่าโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินยังคงส่องสว่างได้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 บทนำ

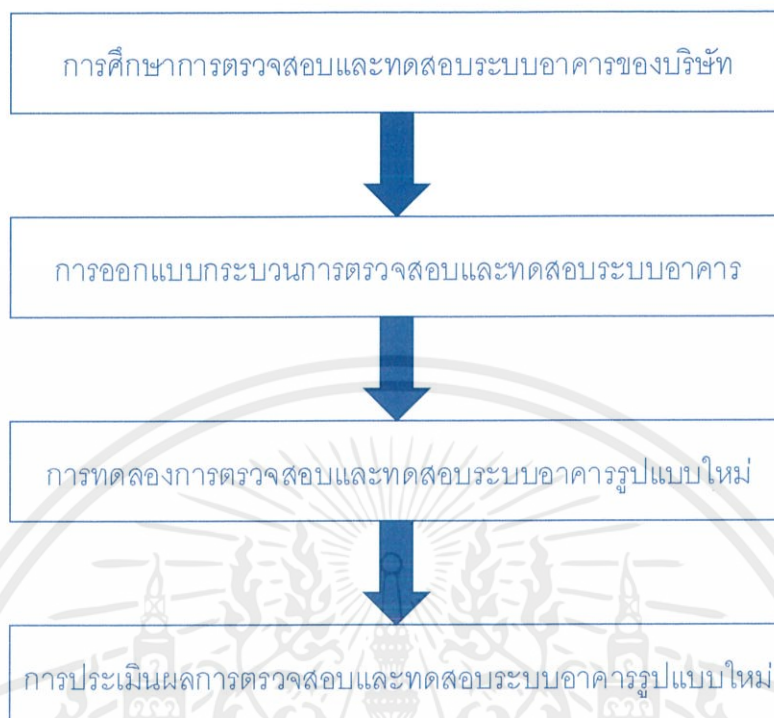
ในการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารในการปฏิบัติสหกิจศึกษาที่บริษัท อิตัลไทยวิศวกรรม จำกัด นักศึกษาได้ทำการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศนวงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ

ในส่วนของการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร จากการทำให้นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารในขั้นตอน Second fix ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศนวงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ ในโครงการศูนย์รักษาพยาบาลพบว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบเป็นไปอย่างล้าช้า เข้าใจได้ยากและด้อยประสิทธิภาพ จากปัญหาที่พบเจอนักศึกษาได้เล็งเห็นความสำคัญว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัทยังมีข้อบกพร่อง นักศึกษาจึงได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบอาคารในขั้นตอน Second fix ให้ดีขึ้น โดยการออกแบบจะต้องคำนึงถึงระยะเวลา ความเข้าใจได้ง่าย ความผิดพลาด และการแก้ปัญหาในการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร โดยนักศึกษาได้ทำการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบและทดสอบอาคารของบริษัทเพื่อนำมาออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบอาคารรูปแบบใหม่รวมทั้งทำการทดลองการตรวจสอบและทดสอบอาคารรูปแบบใหม่ว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ รวมถึงประเมินผลการตรวจสอบและทดสอบอาคารรูปแบบใหม่ที่ดีขึ้นกว่าการตรวจสอบและทดสอบของบริษัทอย่างไร

3.2 เครื่องมือ และอุปกรณ์

- 1) โปรแกรม AutoCAD 2017
- 2) รายการตรวจสอบและทดสอบระบบ
- 3) ผู้รับเหมา

3.3 สรุปขั้นตอนดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 สรุปขั้นตอนดำเนินงาน

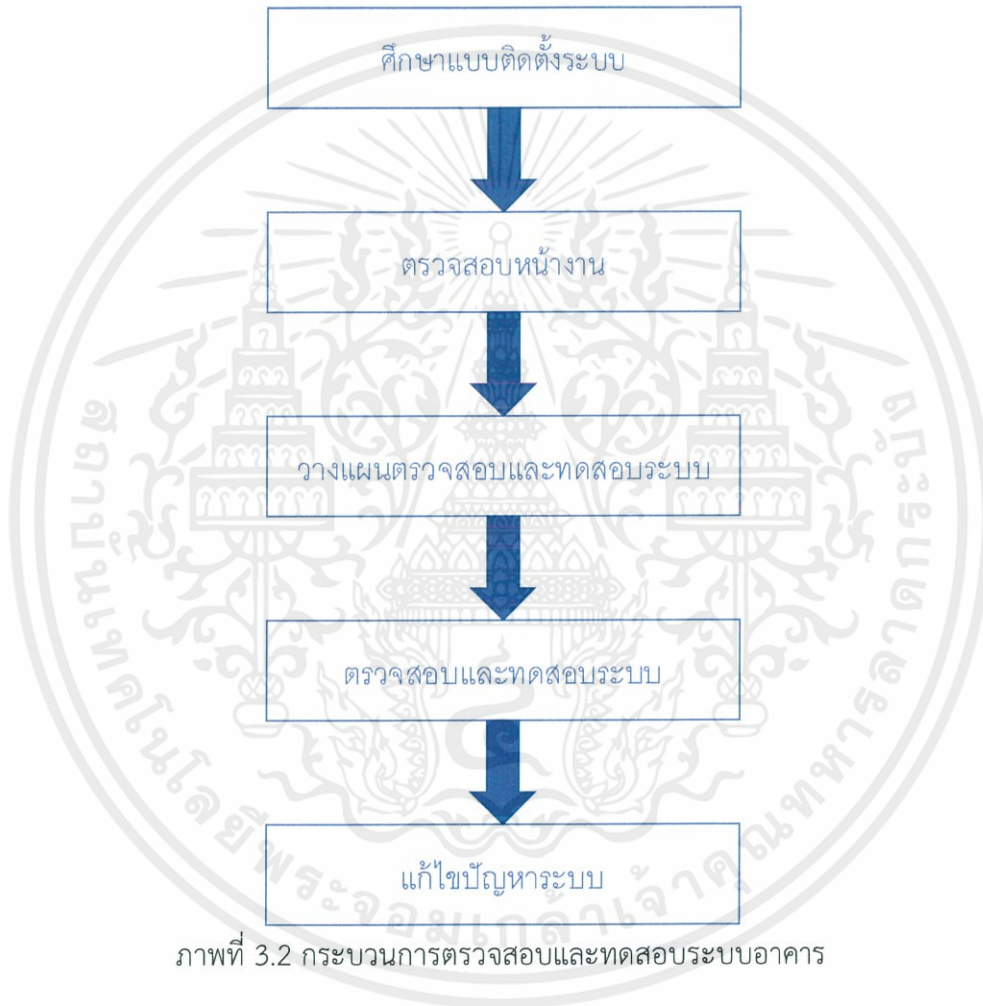
3.4 การศึกษาการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัท

จากการที่นักศึกษาได้ร่วมทำการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ ในโครงการศูนย์รักษาพบว่าวิธีการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทมีแค่รายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทซึ่งแสดงในภาคผนวก ซึ่งไม่ได้อธิบายถึงขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบ ทำให้เข้าใจยากสำหรับพนักงานใหม่ของบริษัทส่งผลให้การตรวจสอบและทดสอบระบบยังมีข้อผิดพลาด รวมถึงไม่มีการวางแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบและไม่มีการแจ้งปัญหาที่ชัดเจนให้แก่ผู้รับเหมาทำให้บริษัทส่งงานได้ช้า ทำให้บริษัทเสียโอกาสทางธุรกิจ จากการศึกษาสามารถสรุปข้อเสียของการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัทได้ดังนี้

- 1) ไม่มีการวางแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร
- 2) ไม่มีกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารที่ชัดเจน
- 3) การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัทเข้าใจได้ยาก
- 4) ไม่มีการแจ้งปัญหาที่ชัดเจนให้แก่ผู้รับเหมา

3.5 การออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

จากการศึกษาการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ ของบริษัท นักศึกษาได้นำข้อเสียที่พบมาออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นักศึกษาได้ทำการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารเป็น 5 ขั้นตอนดังแผนภาพที่ 3.2



3.5.1 ขั้นตอนการศึกษาแบบติดตั้งระบบ

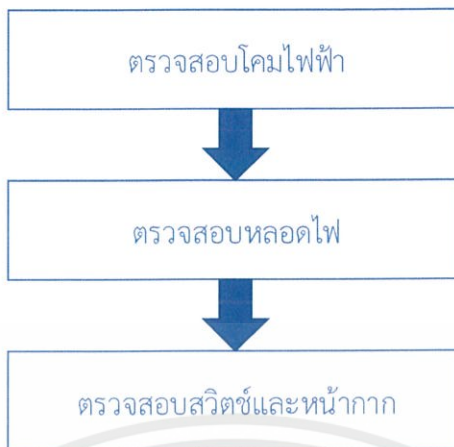
จากการที่นักศึกษาได้ร่วมทำการตรวจสอบและทดสอบระบบกับบริษัท พบว่าหากผู้ที่ทำการตรวจสอบและทดสอบระบบไม่ทำการศึกษาระบบติดตั้งระบบให้ดีกว่าก่อนที่จะทำการตรวจสอบและทดสอบ จะส่งผลให้ผู้ทำการตรวจสอบและทดสอบระบบไม่สามารถทราบได้เลยว่าระบบที่ทำการตรวจสอบเป็นระบบประเภทไหน มีการติดตั้งระบบอย่างไร และมีการทำงานของระบบอย่างไร ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบและทดสอบระบบเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาของระบบได้อย่างรวดเร็วซึ่งส่งผลให้บริษัทส่งงานได้ช้า ด้วยเหตุนี้นักศึกษาจึงออกแบบให้การศึกษาระบบติดตั้งระบบเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารเพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.5.2 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างาน

จากการที่นักศึกษาได้ร่วมทำการตรวจสอบและทดสอบระบบกับบริษัทพบว่าในหลายๆ ครั้งระบบที่จะทำการตรวจสอบและทดสอบระบบยังมีการติดตั้งอุปกรณ์ไม่เรียบร้อยหรือยังไม่มีมีการติดตั้งอุปกรณ์ ทำให้ไม่สามารถทำการตรวจสอบและทดสอบระบบกับวิศวกรที่ปรึกษาได้ ซึ่งส่งผลให้บริษัทไม่สามารถส่งงานได้ ด้วยเหตุนี้นักศึกษาได้ออกแบบให้ขั้นตอนตรวจสอบหน้างานเป็นขั้นตอนที่สองในกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร โดยนักศึกษาก่อแบบให้ทำการตรวจสอบหน้างานในอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบต่างๆ เพื่อดูความพร้อมของระบบที่จะทำการตรวจสอบและทดสอบว่าสามารถทำการตรวจสอบและทดสอบได้หรือไม่ ในขั้นตอนนี้ นักศึกษาได้ใช้แผนภาพช่วยในการตรวจสอบหน้างานให้เข้าใจได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ เมื่อทำการตรวจสอบหน้างานเสร็จสิ้นก็จะทำการรวบรวมปัญหาที่พบเพื่อนำไปวางแผนตรวจสอบและทดสอบระบบต่อไป ซึ่งจะส่งผลให้การตรวจสอบและทดสอบระบบเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยนักศึกษาก่อแบบแผนภาพสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับดังนี้

3.5.2.1 ขั้นตอนตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนักศึกษาก่อแบบการตรวจสอบหน้างานโดยให้ทำการตรวจสอบอุปกรณ์คือ คอมพิวเตอร์ หลอดไฟ และสวิตช์ รวมถึงทำการตรวจสอบหน้างานวงจรแสงสว่างที่ละวงจรเพื่อให้เห็นภาพต่อการตรวจสอบหน้างาน โดยการตรวจสอบหน้างานพิจารณาจากการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน นักศึกษาก่อแบบแผนภาพการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างตามแผนภาพที่ 3.3 เมื่อทำการตรวจสอบหน้างานเสร็จสิ้นจะทำการรวบรวมปัญหาของระบบเพื่อนำไปแก้ไขและวางแผนการตรวจสอบและทดสอบต่อไป



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.5.2.2 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

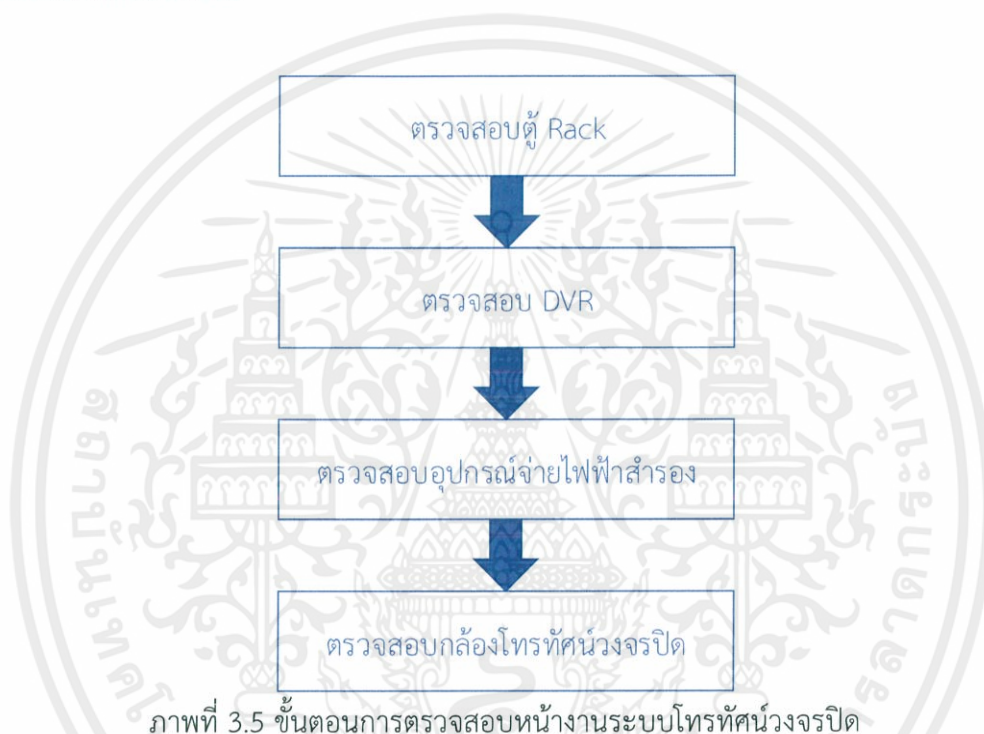
ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ นักศึกษาได้ออกแบบการตรวจสอบหน้างานโดยให้ทำการตรวจสอบแผงควบคุม อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ ในส่วนของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ รวมถึงทำการตรวจสอบอุปกรณ์ตามพื้นที่ตรวจจับของอุปกรณ์ควบคุมย่อย เพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบหน้างาน โดยการตรวจสอบหน้างานพิจารณาจากการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบติดตั้ง ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน นักศึกษาได้ออกแบบแผนภาพการตรวจสอบหน้างานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามแผนภาพที่ 3.4 เมื่อทำการตรวจสอบหน้างานเสร็จสิ้นจะทำการรวบรวมปัญหาของระบบเพื่อนำไปแก้ไขและวางแผนการตรวจสอบและทดสอบต่อไป



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนตรวจสอบการหน้างานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

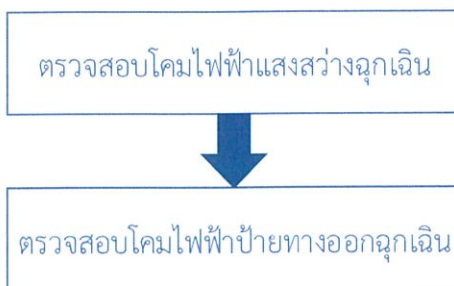
3.5.2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ในระบบโทรทัศน์วงจรปิดนักศึกษาได้ออกแบบการตรวจสอบหน้างานโดยให้ทำการตรวจสอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ตู้ Rack จอภาพ DVR และแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง โดยการตรวจสอบหน้างานพิจารณาจากการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน นักศึกษาได้ออกแบบแผนภาพการตรวจสอบหน้างานระบบโทรทัศน์วงจรปิดตามแผนภาพที่ 3.5 เมื่อทำการตรวจสอบหน้างานเสร็จสิ้นจะทำการรวบรวมปัญหาของระบบเพื่อนำไปแก้ไขและวางแผนการตรวจสอบและทดสอบต่อไป



3.5.2.4 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน นักศึกษาได้ออกแบบการตรวจสอบหน้างานโดยให้ทำการตรวจสอบโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน รวมถึงทำการตรวจสอบหน้างานวงจรแสงสว่างที่ละวงจรเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบหน้างาน โดยการตรวจสอบหน้างานพิจารณาจากการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน นักศึกษาได้ออกแบบแผนภาพการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินตามแผนภาพที่ 3.6 เมื่อทำการตรวจสอบหน้างานเสร็จสิ้นจะทำการรวบรวมปัญหาของระบบเพื่อนำไปแก้ไขและวางแผนการตรวจสอบและทดสอบต่อไป



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

3.5.2.5 ขั้นตอนการตรวจสอบวงจรเต้ารับ

ในวงจรเต้ารับนักศึกษาได้ออกแบบการตรวจสอบหน้างานโดยให้ทำการตรวจสอบวงจรเต้ารับที่ละวงจรเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ โดยการตรวจสอบหน้างานพิจารณาจากการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน เมื่อการตรวจสอบเสร็จสิ้นจะทำการรวบรวมปัญหาเพื่อแก้ไขต่อไป

3.5.3 ขั้นตอนการวางแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบ

จากการตรวจสอบหน้างานทำให้พบปัญหาต่างๆในระบบซึ่งทำให้ไม่สามารถตรวจสอบและทดสอบระบบได้ จากสาเหตุนี้นักศึกษาได้ออกแบบให้ทำการวางแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบเพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการรวบรวมปัญหาและบริเวณที่เกิดปัญหาลงในตารางที่ 3.1 เพื่อที่จะหาวิธีแก้ไขปัญหาและวันส่งงานต่อไป

ตารางที่ 3.1 บันทึกปัญหา และบริเวณที่เกิดปัญหาจากการตรวจสอบหน้างาน

ลำดับ	ปัญหา	บริเวณ

เมื่อทำการบันทึกปัญหาและบริเวณที่เกิดปัญหาในตารางที่ 3.1 ให้ผู้ทำการตรวจสอบทำบันทึกแจ้งกับผู้รับเหมาเพื่อที่จะสอบถามถึงสาเหตุของปัญหาเพื่อหาข้อสรุปวิธีการแก้ไขจนสามารถสรุปสาเหตุ วิธีการแก้ไขและวันส่งงาน โดยนำไปบันทึกในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 บันทึกสาเหตุ วิธีการแก้ไข และวันส่งงาน

ปัญหาที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	วันส่งงาน

จากข้อมูลในตารางที่ 3.2 ทำให้ทราบวันที่การแก้ไขปัญหาหน้างานเสร็จสิ้น ทำให้สามารถจัดลำดับการตรวจสอบและทดสอบระบบ โดยทำการตรวจสอบและทดสอบระบบในระบบที่พร้อมตรวจสอบและทดสอบระบบ เมื่อทำการวางแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบเสร็จสิ้นให้ทำการบันทึกลงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 บันทึกแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบ

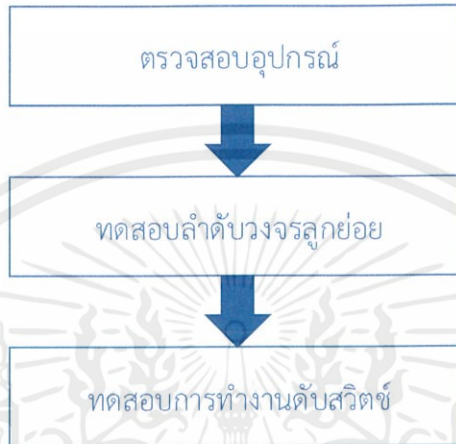
ระบบ	เดือน...				เดือน...			
	1	2	3	4	1	2	3	4

3.5.4 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบ

จากขั้นตอนวางแผนจากแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบ ทำให้สามารถกำหนดวันที่ทำการตรวจสอบและทดสอบระบบได้ ซึ่งขั้นตอนต่อไปในการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารคือการตรวจสอบและทดสอบระบบ โดยในขั้นตอนดังกล่าวของบริษัทต้องทำการตรวจสอบตามรายการตรวจสอบ ซึ่งไม่มีกระบวนการตรวจสอบและทดสอบอย่างชัดเจนและเข้าใจได้ยากหากไม่เคยทำการตรวจสอบและทดสอบระบบมาก่อนดังนั้น เพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเข้าใจได้ง่ายนักศึกษาจึงได้ออกแบบแผนภาพการตรวจสอบและทดสอบระบบจากรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ เมื่อทำการตรวจสอบและทดสอบระบบเสร็จก็จะทำการบันทึกในรายการตรวจสอบและทดสอบของบริษัทตามภาคผนวก

3.5.4.1 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

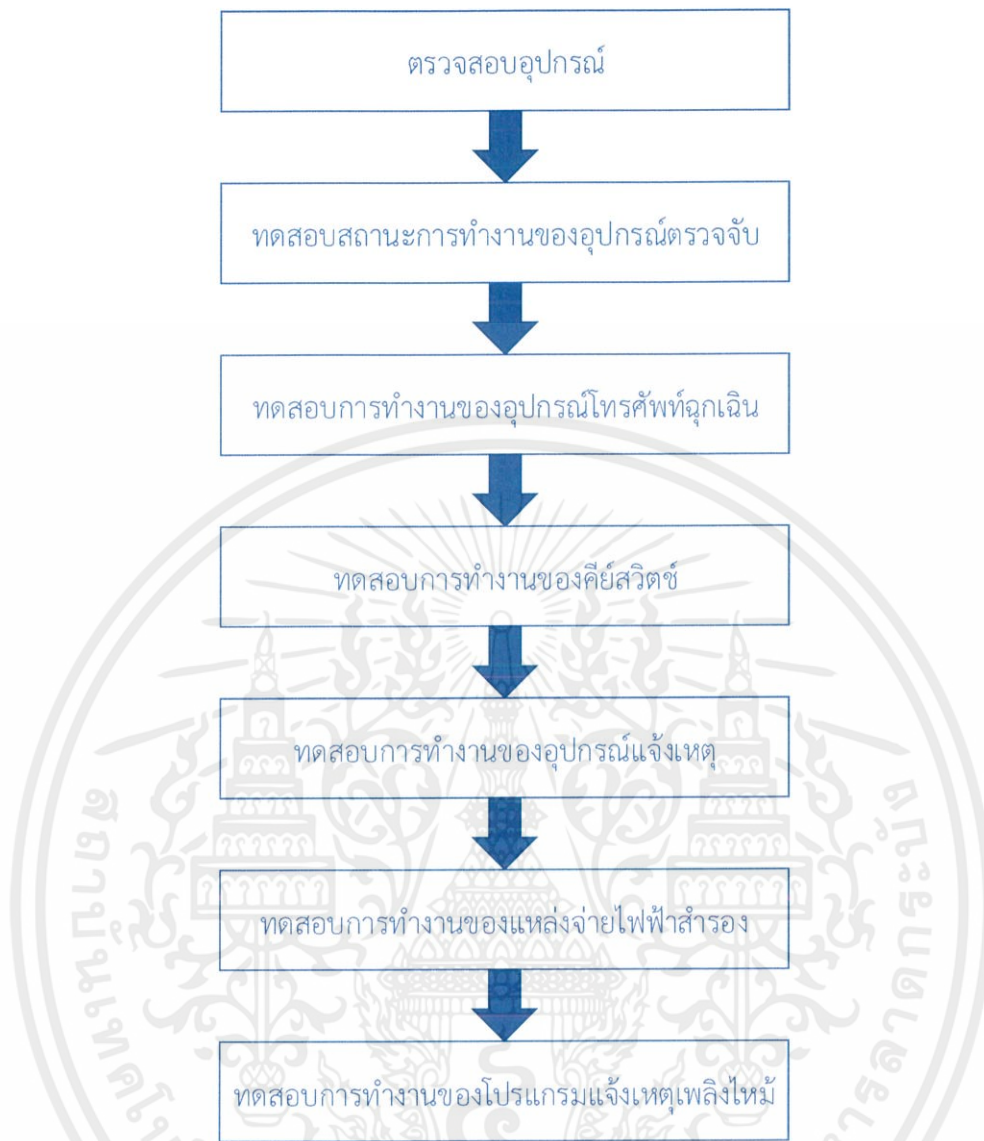
จากรายการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของบริษัทในภาคผนวก นักศึกษาได้สรุปและออกแบบแผนภาพการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังแผนภาพที่ 3.7 โดยให้ทำการตรวจสอบและทดสอบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างที่ละวงจรเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.5.4.2 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

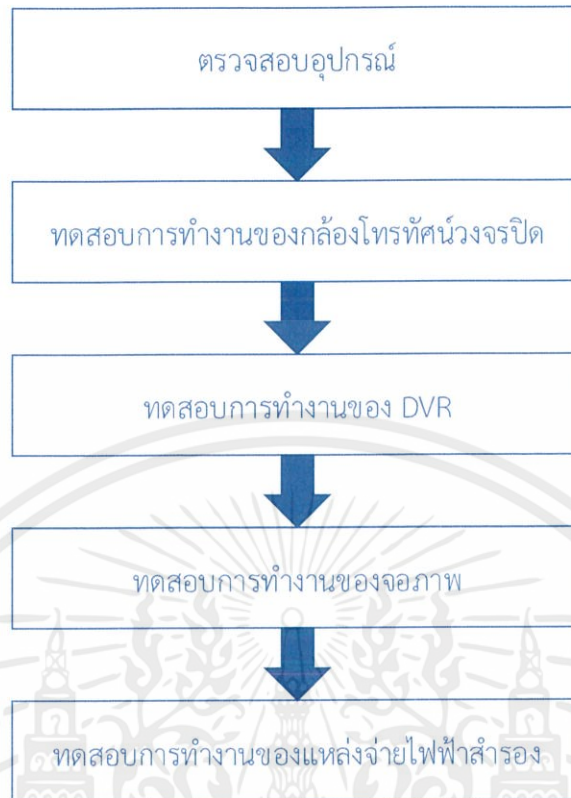
จากรายการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของบริษัทในภาคผนวก นักศึกษาได้สรุปและออกแบบแผนภาพการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ดังแผนภาพที่ 3.8 โดยให้ทำการตรวจสอบและทดสอบระบบตามพื้นที่ของอุปกรณ์ควบคุมย่อยเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

3.5.4.3 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบโทรศัพท์ศูนย์จระปิด

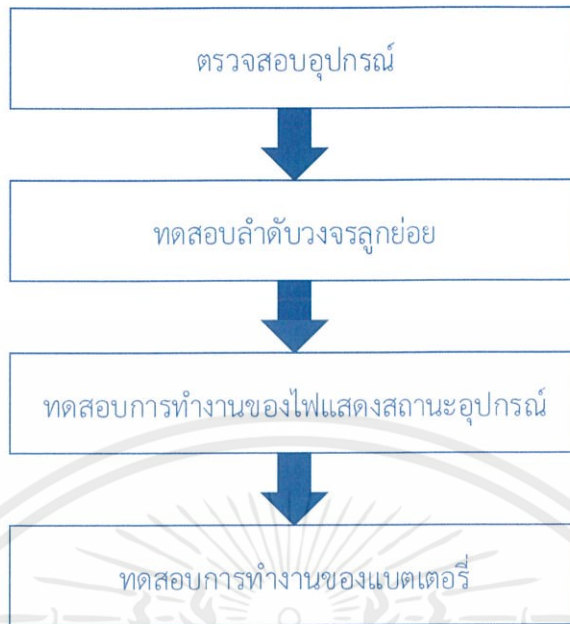
จากรายการตรวจสอบและทดสอบระบบระบบโทรศัพท์ศูนย์จระปิดของบริษัทในภาคผนวก นักศึกษาได้สรุปและออกแบบแผนภาพการตรวจสอบและทดสอบระบบโทรศัพท์ศูนย์จระปิดดังแผนภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบโทรทัศน์วงจรปิด

3.5.4.4 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

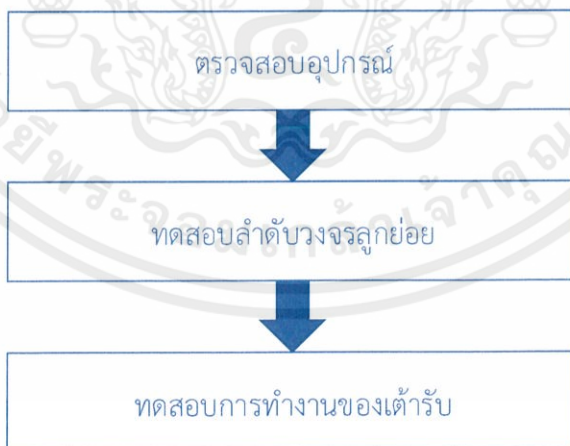
จากรายการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินของบริษัทในภาคผนวก นักศึกษาได้สรุปและออกแบบแผนภาพการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินดังแผนภาพที่ 3.10 โดยให้ทำการตรวจสอบและทดสอบวงจรที่ละวงจรเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.10 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และคอมพิวเตอร์ไฟฟ้า
 ป้ายทางออกฉุกเฉิน

3.5.4.5 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับ

จากรายการตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับในภาคผนวก นักศึกษาได้สรุปและออกแบบแผนภาพการตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับดังแผนภาพที่ 3.11 โดยให้ทำการตรวจสอบและทดสอบวงจรที่ละวงจรเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.11 ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับ

3.5.5 ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาระบบ

จากการตรวจสอบและทดสอบระบบทำให้พบปัญหาต่างๆ ของระบบทำให้ไม่สามารถส่งงานกับเจ้าของโครงการจึงต้องทำการแก้ไขปัญหาก่อนที่จะส่งงาน จากสาเหตุนี้นักศึกษาจึงออกแบบให้ทำการบันทึกปัญหาลงในตารางที่ 3.4 เพื่อนำไปแจ้งกับผู้รับเหมาเพื่อหาวิธีการแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 3.4 บันทึกปัญหา และบริเวณที่เกิดปัญหาจากการตรวจสอบและทดสอบระบบ

ลำดับ	ปัญหา	บริเวณ

จากตารางที่ 3.4 ซึ่งนักศึกษาได้ออกแบบให้นำปัญหาไปแจ้งกับผู้รับเหมาเพื่อจะวิเคราะห์ถึงวิธีแก้ไข เมื่อได้วิธีแก้ไขปัญหาก็ให้นำบันทึกลงในตารางที่ 3.5 เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาเพื่อทำการส่งงานต่อไป

ตารางที่ 3.5 บันทึกสาเหตุ และวิธีการแก้ไข จากการตรวจสอบและทดสอบระบบ

ปัญหาที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข

3.6 การทดลองการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่

จากการที่นักศึกษาได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบอาคารรูปแบบใหม่เนื่องจากยังไม่นำไปใช้จริงทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่ากระบวนการตรวจสอบอาคารรูปแบบใหม่มีประสิทธิภาพมากแค่ไหน จึงต้องมีการทดลองการตรวจสอบและทดสอบอาคารรูปแบบใหม่เพื่อประเมินผล โดยทำการตรวจสอบและทดสอบระบบใน 2 โครงการคือโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และโครงการศูนย์ศึกษา

3.6.1 การตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างาน

จากการศึกษาแบบติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำให้นักศึกษาทราบถึงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของ อาคาร A อาคาร B และอาคาร C ที่ จะทำการตรวจสอบและทดสอบระบบ นักศึกษาจึงทำการตรวจสอบหน้างานซึ่งเป็นการตรวจสอบในขั้นต้นว่าระบบสามารถส่งตรวจสอบและทดสอบกับวิศวกรที่ปรึกษาได้หรือไม่

1.1) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบหน้างานตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้โดยตรวจสอบแผงควบคุม อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ ในส่วนของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ นักศึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ตามพื้นที่ตรวจจับของอุปกรณ์ควบคุมย่อยเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ โดยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบติดตั้ง ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 3.12 กล่องพักสายไฟที่ไม่ได้ทำการพันสี

2) ขั้นตอนการวางแผนตรวจสอบและทดสอบระบบ

จากการตรวจสอบหน้างานโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นักศึกษาได้นำปัญหาและบริเวณที่เกิดปัญหามาบันทึกดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 สรุปปัญหาการตรวจสอบหน้างานโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ลำดับ	ปัญหา	บริเวณ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้		
1	รางเดินสายไฟสีไม่ตรงกัน	ห้องควบคุมอาคาร A
2	กล่องพักสายไม่ได้ทำการปิดฝา	อาคาร A ชั้น 1
3	กล่องพักสายไม่ได้ใส่ลูกยางอุด	อาคาร A ชั้น 1
4	กล่องพักสายไม่ได้ทำการปิดฝา	อาคาร A ชั้น 4
5	อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนไม่มีการติดตั้ง	อาคาร A ชั้น 6
6	กล่องพักสายไม่ได้ทำการพันสี	อาคาร B ชั้น 1
7	กล่องพักสายไม่ได้ใส่ลูกยางอุด	อาคาร B ชั้น 1
8	กล่องพักสายไม่ได้ทำการปิดฝา	อาคาร B ชั้น 4

จากตารางที่ 3.6 นักศึกษาได้แจ้งกับผู้รับเหมาเพื่อที่จะสอบถามถึงสาเหตุของปัญหาเพื่อหาข้อสรุปวิธีการแก้ไขจนสามารถสรุปสาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ นักศึกษาได้แจ้งผู้รับเหมาให้แก้ไขปัญหาและวิธีแก้ไขปัญหาเพื่อที่จะสามารถกำหนดวันที่ส่งงานได้ โดยนักศึกษสามารถสรุปสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และวันส่งงานได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 สรุปสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ไข และวันส่งงานโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ปัญหาที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	วันส่งงาน
1	ผู้รับเหมาติดตั้งรางเดินสายไฟคนละชนิด	เปลี่ยนรางเดินสายไฟ	5 ต.ค. 61
2	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการปิดฝากล่องพักสายไฟ	ให้ผู้รับเหมาปิดฝากล่องพักสายไฟ	5 ต.ค. 61
3	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการใส่ลูกยางอุด	ให้ผู้รับเหมาใส่ลูกยางอุด	5 ต.ค. 61
4	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการปิดฝากล่องพักสายไฟ	ให้ผู้รับเหมาปิดฝากล่องพักสายไฟ	5 ต.ค. 61
5	ผู้รับเหมาไม่สามารถเข้าไปติดตั้งอุปกรณ์ได้เนื่องจากโรงพยาบาลไม่อนุญาตให้เข้าไปติดตั้งอุปกรณ์	ขออนุญาตกับโรงพยาบาลเพื่อนัดวันเวลาที่สามารถเข้าไปติดตั้งอุปกรณ์ได้	5 ต.ค. 61
6	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการพันสีฝากล่องพัก	ให้ผู้รับเหมาพันสีฝากล่องพัก	28 ก.ย. 61

	สายไฟ	สายไฟ	
7	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการใส่ลู่ยางอุด	ให้ผู้รับเหมาใส่ลู่ยางอุด	28 ก.ย. 61
8	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการปิดฝากล่องพักสายไฟ	ให้ผู้รับเหมาปิดฝากล่องพักสายไฟ	28 ก.ย. 61

จากตารางที่ 3.7 นักศึกษาได้ทำการวางแผนตรวจสอบและทดสอบระบบในอาคาร A อาคาร B และอาคาร C โดยเรียงลำดับการส่งตรวจสอบและทดสอบระบบตามวันที่สามารถส่งงาน โดยสามารถสรุปแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แผนการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

อาคาร	กันยายน				ตุลาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4
อาคาร A								
อาคาร B								
อาคาร C								

จากตารางที่ 3.8 นักศึกษาได้นำแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบไปแจ้งกับวิศวกรที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบระบบต่อไป

3) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบ

จากแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบดังตารางที่ 3.8 นักศึกษาได้ร่วมทำการตรวจสอบและทดสอบระบบกับวิศวกรที่ปรึกษาตามแผนภาพที่ได้ทำการออกแบบไว้และทำการบันทึกในรายการตรวจสอบและทดสอบของบริษัทตามภาคผนวก หากทำการตรวจสอบและทดสอบพบว่าระบบมีปัญหา จะทำการแก้ไขปัญหาที่พบเพื่อส่งมอบระบบให้เจ้าของโครงการต่อไป

3.1) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบตามแผนภาพที่นักศึกษาได้ทำการออกแบบไว้และทำการบันทึกข้อมูลลงในรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท โดยทำการตรวจสอบและทดสอบระบบตามพื้นที่ตรวจจับของอุปกรณ์ควบคุมย่อยเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.13 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควัน

4) ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาระบบ

จากการตรวจสอบและทดสอบระบบในอาคาร A อาคาร B และอาคาร C นักศึกษาสามารถสรุปปัญหาที่พบต่างๆ ของระบบได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.9 สรุปปัญหาจากการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ลำดับ	ปัญหา	บริเวณ
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้		
1	อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือทำงานค้าง	อาคาร A ชั้น 1
2	อุปกรณ์ตรวจจับควันไม่ทำงาน	อาคาร A ชั้น 5
3	อุปกรณ์ตรวจจับควันทำงานค้าง	อาคาร A ชั้น 6
4	อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือไม่ทำงาน	อาคาร B ชั้น 1
5	อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ไม่ทำงาน	อาคาร B ชั้น 5

จากตารางที่ 3.8 นักศึกษาได้แจ้งปัญหาให้ผู้รับเหมาให้แก้ปัญหาและรวมทั้งวิธีแก้ไขปัญหาซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.10 สาเหตุ และวิธีการแก้ไขโครงการปรับปรุงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ปัญหาที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
1	เกิดการลัดวงจรในวงจรของอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ	ให้ผู้รับเหมาหาจุดที่ลัดวงจร และทำการแก้ไขให้วงจรเป็นปกติ
2	เกิดการลัดวงจรในวงจรของอุปกรณ์ตรวจจับควัน	ให้ผู้รับเหมาหาจุดที่ลัดวงจร และทำการแก้ไขให้วงจรเป็นปกติ
3	มีฝุ่นติดภายในอุปกรณ์ตรวจจับควัน	ให้ผู้รับเหมาทำความสะอาดอุปกรณ์ตรวจจับควัน
4	ผู้รับเหมาไม่ได้ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ	ให้ผู้รับเหมาต่อสายเข้ากับอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ
5	ผู้รับเหมาต่อสายเข้าอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ผิด	ให้ผู้รับเหมาต่อสายเข้าอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

เมื่อทำการแก้ไขตามตารางที่ 3.10 จะทำการแจ้งวิศวกรที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบระบบอีกครั้ง เมื่อทำการตรวจสอบและทดสอบระบบเสร็จสิ้นจึงทำการส่งมอบระบบให้ทางโรงพยาบาลต่อไป

3.6.2 การตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการศูนย์ศึกษา

1) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างาน

จากการศึกษาแบบติดตั้งของโครงการศูนย์ศึกษาทำให้นักศึกษาทราบถึงระบบต่างๆ ของศูนย์ศึกษา นักศึกษาจึงทำการตรวจสอบหน้างานซึ่งเป็นการตรวจสอบในขั้นต้นว่าระบบสามารถส่งตรวจสอบและทดสอบกับวิศวกรที่ปรึกษาได้หรือไม่ โดยการตรวจสอบหน้างานจะพิจารณาจาก อุปกรณ์ติดตั้งตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน

1.1) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนักศึกษาได้ทำการตรวจสอบหน้างานตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้โดยตรวจสอบอุปกรณ์โคมไฟฟ้า หลอดไฟ และสวิตช์ นักศึกษาได้ตรวจสอบวงจรแสงสว่างที่ลวงจรเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ โดยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน โดยดำเนินการตรวจสอบตามแผนภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 โคมไฟฟ้าที่ไม่ได้ทำการติดตั้ง

1.2) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

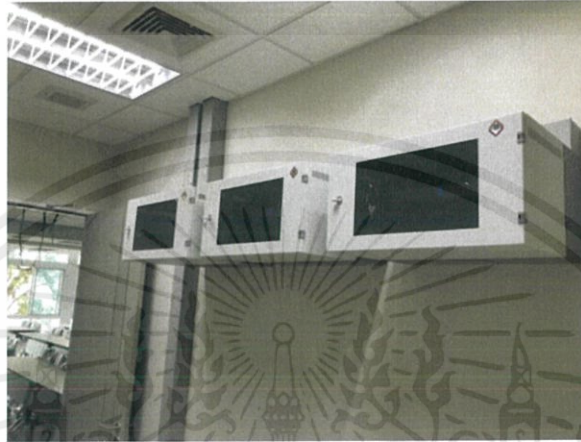
ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบหน้างานตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้โดยตรวจสอบแผงควบคุม อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าสำรอง อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ โดยในส่วนของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ นักศึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ตามพื้นที่ตรวจจับของอุปกรณ์ควบคุมย่อยเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ โดยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 3.15 อุปกรณ์ตรวจจับควันที่ติดตั้งไม่ได้ตามมาตรฐาน

1.3) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบโทรทัศน์วงจรปิด

ในระบบโทรทัศน์วงจรปิดนักศึกษาได้ทำการตรวจสอบตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้โดยตรวจสอบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ตู้ Rack จอภาพ DVR และแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง โดยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 3.16 การตรวจสอบ DVR

1.4) ขั้นตอนการตรวจสอบหน้างานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้โดยตรวจสอบโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบที่ละวงจรเพื่อความสะอาดต่อการตรวจสอบ โดยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 3.17 โคมไฟฟ้าฉุกเฉินที่ติดตั้งไม่เรียบร้อย

1.5) ขั้นตอนการตรวจสอบวงจรเต้ารับ

ในวงจรเต้ารับ นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบตามแผนภาพที่ได้ออกแบบไว้โดยตรวจสอบวงจรเต้ารับทีละวงจรเพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบ โดยตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ ความเรียบร้อยของการติดตั้งอุปกรณ์ และอุปกรณ์ติดตั้งได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 3.18 เต้ารับที่ติดตั้งไม่ตรงตามแบบ

2) ขั้นตอนการวางแผนตรวจสอบและทดสอบระบบ

จากการรวบรวมปัญหาที่พบเจอในการตรวจสอบหน้างานในโครงการศูนย์ศึกษานักศึกษาสามารถสรุปปัญหาในระบบต่างๆได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 สรุปปัญหาการตรวจสอบหน้างานโครงการศูนย์ศึกษา

ลำดับ	ปัญหา	บริเวณ
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง		
1	สวิตซ์และหน้าากาสวิตซ์ไม่มีการติดตั้ง	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
2	โคมไฟฟ้าไม่มีการติดตั้ง	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
3	หลอดไฟไม่มีการติดตั้ง	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
4	ติดตั้งสวิตซ์ผิดประเภท	ศูนย์ศึกษาชั้น 3
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้		
5	แผงควบคุมยังไม่มีกรเข้าสาย	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน
6	อุปกรณ์ตรวจจับควันติดตั้งไม่เรียบร้อย	ศูนย์ศึกษาชั้น 3
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน		
7	โคมไฟฟ้าฉุกเฉินไม่มีการติดตั้ง	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	คอมพิวเตอร์เงินติดตั้งไม่เรียบร้อย	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
9	คอมพิวเตอร์ทางออกเงินติดตั้งผิดตำแหน่ง	ศูนย์ศึกษาชั้น 3
วงจรถ่ายรับ		
10	หน้ากากถ่ายรับไม่มีการติดตั้ง	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
11	ถ่ายรับไม่มีการติดตั้ง	ศูนย์ศึกษาชั้น 1
12	ถ่ายรับติดตั้งผิดตำแหน่ง	ศูนย์ศึกษาชั้น 2

จากการตรวจสอบหน้างานนักศึกษาได้นำปัญหาในตารางที่ 3.11 แจ้งกับผู้รับเหมาเพื่อที่จะสอบถามถึงสาเหตุของปัญหาเพื่อหาข้อสรุปวิธีการแก้ไขจนสามารถสรุปสาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ นักศึกษาได้แจ้งผู้รับเหมาให้แก้ไขปัญหาและวิธีแก้ไขปัญหาเพื่อที่จะสามารถกำหนดวันที่ส่งงานได้ โดยนักศึกษาสามารถสรุปสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และวันส่งงานได้ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 สรุปสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ไข และวันส่งงานโครงการศูนย์ศึกษา

ปัญหาที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	วันส่งงาน
1	สวิตช์และหน้ากากลสวิตช์มีจำนวนไม่เพียงพอต่อการติดตั้ง	สั่งซื้อสวิตช์และหน้ากากลสวิตช์ให้ผู้รับเหมานำไปติดตั้ง	19 ต.ค. 61
2	คอมพิวเตอร์มีจำนวนไม่เพียงพอต่อการติดตั้ง	สั่งซื้อคอมพิวเตอร์ให้ผู้รับเหมานำไปติดตั้ง	19 ต.ค. 61
3	หลอดไฟมีจำนวนไม่เพียงพอต่อการติดตั้ง	สั่งซื้อหลอดไฟให้ผู้รับเหมานำไปติดตั้ง	19 ต.ค. 61
4	ผู้รับเหมาติดตั้งสวิตช์ผิดประเภท	ให้ผู้รับเหมาเปลี่ยนสวิตช์ให้ถูกต้อง	19 ต.ค. 61
5	ผู้รับเหมาไม่ทำการเข้าสายแฉกควบคุม	ให้ผู้รับเหมาเข้าสายแฉกควบคุม	25 ก.ย. 61
6	ผู้รับเหมายึดเกลียวปล่อยไม่ตี	ให้ผู้รับเหมายึดเกลียวปล่อยตามมาตรฐานการติดตั้ง	25 ก.ย. 61
7	ผู้รับเหมางานตกแต่งภายในทำการถอดคอมพิวเตอร์แสงสว่างเงินออกเพื่อทำการติตวอลเปเปอร์ที่ผนัง	ให้ผู้รับเหมาทำการติดตั้งคอมพิวเตอร์แสงสว่างเงินหลังจากผู้รับเหมางานตกแต่งภายในติตวอลเปเปอร์ที่ผนังเสร็จ	1 ต.ค. 61

8	ผู้รับเหมาทำการติดตั้งโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินก่อนที่การทาสีผนัง	ให้ผู้รับเหมาทำการถอดโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและทาสีให้เรียบร้อย	1 ต.ค. 61
9	ผู้รับเหมาติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินผิดตำแหน่ง	ให้ผู้รับเหมาติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินให้ถูกต้องตำแหน่ง	1 ต.ค. 61
10	ผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรมไม่ทำการเก็บปูนรอบๆ เตารับทำให้ผู้รับเหมาไม่สามารถติดตั้งหน้ากากเตารับได้	แจ้งผู้รับเหมางานสถาปัตยกรรมทำการเก็บปูนเพื่อให้ผู้รับเหมาสามารถติดตั้งหน้ากากเตารับได้	3 พ.ย. 61
11	ยังไม่สามารถสรุปกับทางโรงพยาบาลได้ว่าต้องการติดตั้งเตารับในรูปแบบใด	พูดคุยกับทางโรงพยาบาลว่าต้องการให้ติดตั้งเตารับอย่างไร	3 พ.ย. 61
12	ผู้รับเหมาติดตั้งเตารับผิดตำแหน่ง	ให้ผู้รับเหมาติดตั้งเตารับให้ถูกต้องตำแหน่ง	3 พ.ย. 61

จากตารางที่ 3.12 นักศึกษาได้ทำการวางแผนตรวจสอบและทดสอบระบบในอาคารศูนย์ศึกษา โดยเรียงลำดับการส่งตรวจสอบและทดสอบระบบตามวันที่สามารถส่งงานได้ ซึ่งสามารถสรุปแผนการตรวจสอบและทดสอบได้ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แผนการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการศูนย์ศึกษา

ระบบ	ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง								
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้								
ระบบโทรศัพท์วงจรปิด								
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน								
วงจรเตารับ								

จากตารางที่ 3.13 นักศึกษาได้นำแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบไปแจ้งกับวิศวกรที่ปรึกษา เพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบต่อไป

3) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบ

จากแผนการตรวจสอบและทดสอบระบบดังตารางที่ 3.8 นักศึกษาได้ร่วมทำการตรวจสอบและทดสอบระบบกับวิศวกรที่ปรึกษาตามรายการตรวจสอบและทดสอบของบริษัทตามภาคผนวก หากทำการตรวจสอบและทดสอบพบว่าระบบมีปัญหา จะทำการแก้ไขปัญหาที่พบเพื่อส่งมอบระบบให้ทางโรงพยาบาลต่อไป

3.1) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

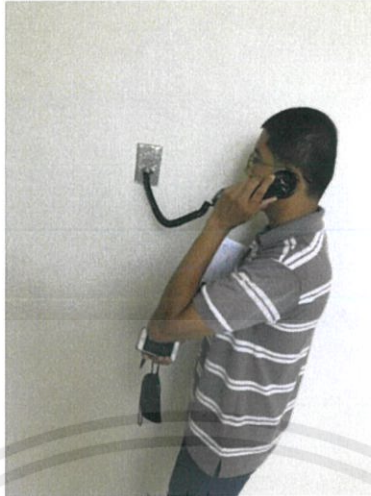
การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบตามแผนภาพที่นักศึกษาได้ทำการออกแบบไว้และทำการบันทึกข้อมูลลงในรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท โดยทำการตรวจสอบวงจรไฟฟ้าแสงสว่างที่ละวงจรเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบ



ภาพที่ 3.19 การทดสอบสวิตซ์ไฟฟ้า

3.2) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

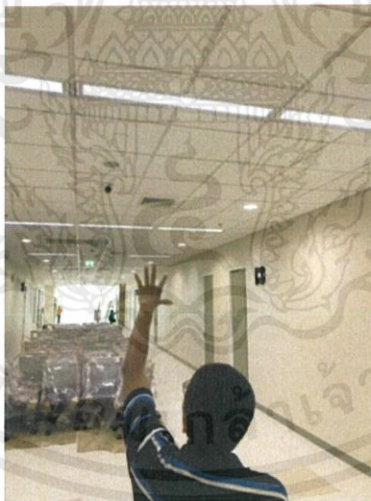
การตรวจสอบและทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบตามแผนภาพที่นักศึกษาได้ทำการออกแบบไว้และทำการบันทึกข้อมูลลงในรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท โดยทำการตรวจสอบและทดสอบระบบตามพื้นที่ของตรวจจับเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.20 การทดสอบการทำงานอุปกรณ์โทรศัพท์ฉุกเฉิน

3.3) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบโทรศัพท์วงจรปิด

การตรวจสอบและทดสอบระบบโทรศัพท์วงจรปิดนักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบตามแผนภาพที่นักศึกษาได้ทำการออกแบบไว้และทำการบันทึกข้อมูลลงในรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท



ภาพที่ 3.21 การตรวจสอบการทำงานของกล้องโทรศัพท์วงจรปิด

3.4) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ายางออกฉุกเฉิน

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ายางออกฉุกเฉิน นักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบตามแผนภาพที่นักศึกษาได้ทำการออกแบบไว้และทำการบันทึกข้อมูลลงในรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท โดยทำการตรวจสอบและทดสอบแบบวงจรที่ละวงจรเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ายางออกฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.22 การทดสอบการทำงานของแบตเตอรี่

3.5) ขั้นตอนการตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับ

การตรวจสอบและทดสอบวงจรเต้ารับนักศึกษาได้ทำการตรวจสอบและทดสอบตามแผนภาพที่นักศึกษาได้ทำกรออกแบบไว้และทำการบันทึกข้อมูลลงในรายการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท โดยทำการตรวจสอบและทดสอบวงจรที่ละวงจรเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบและทดสอบระบบ



ภาพที่ 3.23 การทดสอบลำดับวงจรลูกลอย

4) ขั้นตอนการแก้ไขปัญหาระบบ

จากการตรวจสอบและทดสอบระบบในศูนย์ศึกษา นักศึกษาสามารถสรุปปัญหาที่พบต่างๆ ของระบบได้ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 สรุปปัญหาจากการตรวจสอบและทดสอบระบบโครงการศูนย์ศึกษา

ลำดับ	ปัญหา	บริเวณ
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง		
1	เรียงดับสวิตช์ผิด	ศูนย์ศึกษาชั้น 3
2	หลอดไฟผิดประเภท	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
3	สวิตช์หรือไฟไม่สามารถหรีไฟได้	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – 3
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้		
4	อุปกรณ์ตรวจจับควันไม่ทำงาน	ศูนย์ศึกษาชั้น 1
5	อุปกรณ์ตรวจจับควันทำงานค้าง	ศูนย์ศึกษาชั้น 1
6	อุปกรณ์ตรวจจับควันทำงานค้าง	อาคาร A ชั้น 5
7	อุปกรณ์ตรวจจับไม่ส่งสัญญาณ	อาคาร B ชั้น ใต้ดิน
ระบบโทรศัพท์วงจรปิด		
8	กล่องโทรศัพท์วงจรปิดมองไม่เห็นทางเดิน	ศูนย์ศึกษาชั้น 1
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน		
9	โคมไฟฟ้าฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินทำงานได้ต่ำกว่าเวลาที่กำหนด	ศูนย์ศึกษาชั้น ใต้ดิน – ดาดฟ้า
วงจรเต้ารับ		
10	ลำดับวงจรลู่ย่อยผิด	ศูนย์ศึกษาชั้น 1
11	เต้ารับไม่สามารถทำงานได้	ศูนย์ศึกษาชั้น 1

จากตารางที่ 3.14 นักศึกษาได้แจ้งปัญหากับผู้รับเหมาให้แก้ปัญหาลงและรวมทั้งวิธีแก้ไขปัญหาซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 สาเหตุ และวิธีการแก้ไขโครงการศูนย์ศึกษา

ปัญหาที่	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
1	ผู้รับเหมาทำการเรียงดับสวิตช์ผิด	ให้ผู้รับเหมาทำการเรียงดับสวิตช์ใหม่
2	ผู้ผลิตส่งหลอดไฟมาผิดประเภท	ให้ผู้ผลิตส่งหลอดไฟมาใหม่และให้ผู้รับเหมาทำการติดตั้งใหม่
3	ผู้ผลิตส่งหลอดไฟมาผิดประเภท	ให้ผู้ผลิตส่งหลอดไฟมาใหม่และให้ผู้รับเหมาทำการติดตั้งใหม่
4	ผู้รับเหมาทำการต่อ End of line ที่อุปกรณ์ผิดตัว	ให้ผู้รับเหมาต่อ End of line ให้ตรงตามแบบ
5	มีฝุ่นติดภายในอุปกรณ์ตรวจจับควัน	ให้ผู้รับเหมาทำความสะอาดอุปกรณ์ตรวจจับควัน
6	มีฝุ่นติดภายในอุปกรณ์ตรวจจับควัน	ให้ผู้รับเหมาทำความสะอาดอุปกรณ์ตรวจจับควัน
7	อุปกรณ์ควบคุมย่อยไม่ทำงาน	ให้ผู้รับเหมาเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมย่อย
8	ผู้รับเหมาไม่ได้ปรับมุกกล้อง	ให้ผู้รับเหมาทำการปรับมุกกล้อง
9	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการชาร์จแบตเตอรี่	ให้ผู้รับเหมาทำการชาร์จแบตเตอรี่
10	ผู้รับเหมาติดตั้งไม่ตรงตามแบบติดตั้ง	แก้ไขแบบติดตั้ง
11	ผู้รับเหมาไม่ได้ทำการต่อสายเข้ากับเต้ารับ	ให้ผู้รับเหมาต่อสายเข้ากับเต้ารับ

เมื่อทำการแก้ไขตามตารางที่ 3.15 จะทำการแจ้งวิศวกรที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและทดสอบระบบอีกครั้ง เมื่อทำการตรวจสอบและทดสอบระบบเสร็จสิ้นจึงทำการส่งมอบระบบให้ทางโรงพยาบาลต่อไป

3.7 การประเมินผลการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่

จากการที่นักศึกษาได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบอาคาร นักศึกษาได้นำการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารรูปแบบใหม่ไปใช้งานจริงในระบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์วงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ พบว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบแบบใหม่มีข้อดีดังนี้

- 1) การตรวจสอบและทดสอบระบบเข้าใจได้ง่ายขึ้น
- 2) การตรวจสอบและทดสอบระบบทำได้รวดเร็วขึ้น
- 3) การตรวจสอบและทดสอบระบบทำได้สะดวกขึ้น
- 4) ลดความผิดพลาดในการตรวจสอบและทดสอบระบบ
- 5) การแก้ไขปัญหาในระบบทำได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 เปรียบการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทกับการตรวจสอบและทดสอบระบบรูปแบบใหม่
จากการดำเนินงานนักศึกษาสามารถเปรียบเทียบการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทกับ
การตรวจสอบและทดสอบระบบรูปแบบใหม่ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทกับการตรวจสอบและทดสอบระบบ
รูปแบบใหม่

หัวข้อ	การตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัท	การตรวจสอบและทดสอบระบบรูปแบบใหม่
ระยะเวลาการตรวจสอบและทดสอบระบบ	ช้า	เร็ว
ความเข้าใจได้ง่ายของการตรวจสอบและทดสอบระบบ	เข้าใจได้ยาก	เข้าใจได้ง่าย
ความสะดวกในการตรวจสอบและทดสอบระบบ	ไม่มีความสะดวก	มีความสะดวก
ความผิดพลาดในการตรวจสอบและทดสอบระบบ	มีความผิดพลาดมาก	มีความผิดพลาดน้อย
การแก้ปัญหา	แก้ปัญหาได้ช้า	แก้ปัญหาได้เร็ว

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบรูปแบบใหม่มีข้อดีว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทในทุกด้านไม่ว่าจะเป็นระยะเวลา ความเข้าใจได้ง่าย ความสะดวก ความผิดพลาดและการแก้ปัญหาของการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร ซึ่งส่งผลให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัทมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าการตรวจสอบและทดสอบระบบแบบเดิม

บทที่ 5

สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

นักศึกษาได้ร่วมทำโครงการกับบริษัท อิตัลไทยวิศวกรรม จำกัด ในพื้นที่ก่อสร้างจริงในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งได้ นักศึกษาได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรทัศนวงจรปิด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน และวงจรเต้ารับ เพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการที่นักศึกษาได้ศึกษาการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัทพบว่า การตรวจสอบและทดสอบระบบของบริษัทยังมีข้อบกพร่อง นักศึกษาจึงได้ออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบอาคาร เพื่อให้การตรวจสอบและทดสอบระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารมีระยะเวลา ความเข้าใจได้ง่าย ความสะดวก และการแก้ปัญหาดีขึ้น รวมทั้งยังสามารถลดความผิดพลาดในการตรวจสอบและทดสอบระบบ ส่งผลให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารของบริษัททำได้ดีขึ้น

5.2 ปัญหา

- 1) นักศึกษาขาดความรู้เรื่องการติดตั้งระบบอาคาร
- 2) นักศึกษาขาดความรู้เรื่องการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคาร

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารควรมองถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง ไม่ควรออกแบบการตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารที่ใช้งานจริงไม่ได้เพราะจะทำให้การตรวจสอบและทดสอบระบบอาคารด้อยประสิทธิภาพกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

ผศ.ชายชาญ โปธิสาร. การประมาณราคาระบบไฟฟ้า-สื่อสารสำหรับอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด โซติอนันต์ ครีเอชั่น, 2556.

ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : บริษัท ส.เอเชียเพรส (1989)) จำกัด, 2559.

คณะอนุกรรมการมาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน. มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและคอมพิวเตอร์ไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

คณะอนุกรรมการมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้. 2561. ร่างมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ฉบับเทคนิคพิจารณา 20 กรกฎาคม 2561.

<https://eit.or.th/wp-content/uploads/2018/05/มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ฉบับเทคนิคพ.pdf>. สืบค้นวันที่ 15 กันยายน 2561

สมศักดิ์ วัฒนศรีมงคล. 2561. มาตรฐานทวนสอบติดตั้งทางไฟฟ้า.

<http://www.temcathai.com/download/Data-Temca-2017-File-03/01.Somsakpdf.pdf>. สืบค้นวันที่ 10 กันยายน 2561



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inspection and Testing Checklist (ITE)

Subject : งานติดตั้งโคมไฟและสวิตช์ไฟฟ้า

ITC No. :

ประเภทของงาน : ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

Ref. No. :

Service/Location :

Date

Item	Construction Activity	A110 Activity	Action Status				A110	
			yes	No	NCR No.	Follow up	Signed	Date
1	เอกสารอนุมัติ Shop Dwg. เลขที่ MEC-S-EE-12-001.01							
2	เอกสารอนุมัติวัสดุ							
	2.1 ท่อร้อยสาย เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0012/60							
	2.2 สายไฟฟ้า เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0006/60							
	2.3 โคมไฟ เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0010/60							
	2.4 สวิตช์ เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0008/60							
3	ความพร้อมของหน้างาน							
4	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งมีเพียงพอ							
5	Shop Dwg. ที่ได้รับอนุมัติอยู่ที่หน้างานเพื่อประกอบการทำงาน							
6	ใช้อุปกรณ์ Safety ในการทำงาน							
7	การติดตั้งโคมไฟและสวิตช์ไฟ							
	7.1 ขนาด,ตำแหน่ง,รหัสสีและสัญลักษณ์ของท่อร้อยสายถูกต้อง							
	7.2 ชนิด,ขนาดและจำนวนสายไฟฟ้าถูกต้อง							
	7.3 ชนิด,ขนาดและตำแหน่งติดตั้งโคมไฟถูกต้อง							
	- Type ECR1							
	- Type ECR2							
	- Type ECR8							
	- Type ECS7							
	- Type ECS8							
	- Type ECS9							
	- Type EDR1							
	- Type EDR2							
	- Type EDR3							
	- Type EDR4							
	- Type EDR5							
	- Type EFW1							
	7.4 ชนิด,ขนาดและตำแหน่งติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้าถูกต้อง							
	- 1P 15A 250V.							
	- 1P 15A 250V. แบบ 2 ทาง							
	- Blank insert							
	- Cover Plate							
	- Dimmer							
	- Motion							
	7.5 วงจรไฟฟ้าสำหรับโคมไฟและสวิตช์ถูกต้อง							

Symbol Activity : I = Inspect, W = Witness Required, W/O = Witness / Optional, R = Review, D = Documentation Required, NCR = Non Conforming Report

Contractor :

Consultant :

0

0

Date :

Date :

Note :

Note :

Inspection and Testing Checklist (ITE)

Subject : งานติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

ITC No. :

ประเภทของงาน : ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

Ref. No. :

Service/Location :

Date

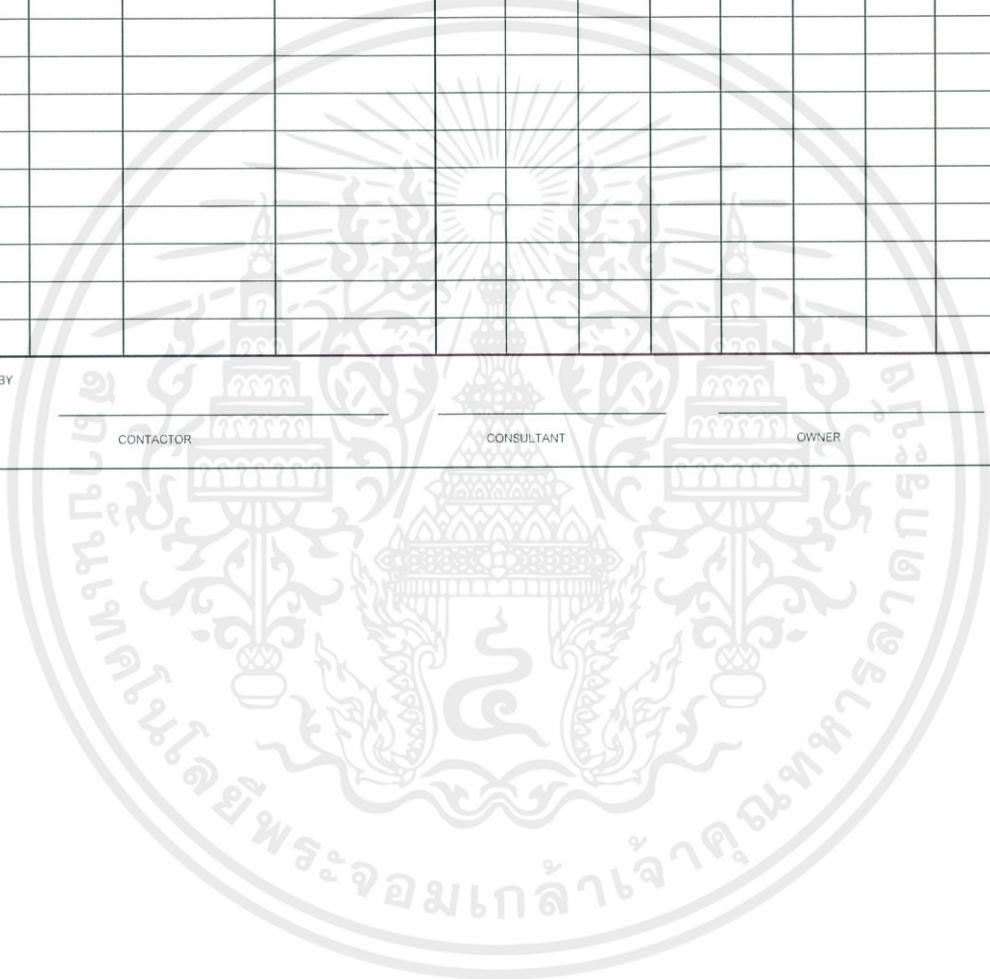
Item	Construction Activity	A110 Activity	Action Status				A110	
			yes	No	NCR No.	Follow up	Signed	Date
1	เอกสารอนุมัติ Shop Dwg. เลขที่ MEC-SHD-CM-014-001.1							
2	เอกสารอนุมัติวัสดุ							
	2.1 ท่อร้อยสาย เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC-EE-MAT-0002-60							
	2.2 สายไฟฟ้า เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC-CM-MAT-0004-60							
	2.3 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุ เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC-CM-MAT-0005-60							
3	ความพร้อมของหน้างาน							
4	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งมีเพียงพอ							
5	Shop Dwg. ที่ได้รับอนุมัติอยู่ที่หน้างานเพื่อประกอบการทำงาน							
6	ให้อุปกรณ์ Safety ในการทำงาน							
7	การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเหตุเพลิงไหม้							
	7.1 ขนาด,ตำแหน่ง,รหัสสีและสัญลักษณ์ของท่อร้อยสายถูกต้อง							
	7.2 ชนิด,ขนาดและจำนวนสายสัญญาณถูกต้อง							
	7.3 ชนิด,ขนาดและตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเพลิงไหม้ (Detector) ถูกต้อง							
	7.4 ชนิด,ขนาดและตำแหน่งติดตั้งสวิตช์ตรวจจับสัญญาณ (Manual Station)							
	7.5 ชนิด,ขนาดและตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Bell) ถูกต้อง							
	7.6 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่งสัญญาณเพลิงไหม้ถูกต้อง							
	7.7 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ถูกต้อง							
	7.8 การทดสอบการทำงานของสวิตช์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ถูกต้อง							
8	การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้							
	8.1 ชนิด,ขนาดและจำนวนของตู้ควบคุมถูกต้อง							
	8.2 ชนิด,ขนาดและจำนวนของตู้แสดงตำแหน่งแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator) ถูกต้อง							
	8.3 ลักษณะการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ถูกต้อง							
	8.4 การทดสอบการทำงานร่วมกับระบบลิฟต์ถูกต้อง							
	8.5 การทดสอบการทำงานร่วมกับระบบปรับอากาศถูกต้อง							
	8.6 การทดสอบการทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ							
	8.7 ชนิด,ขนาด และจำนวนของแบตเตอรี่สำรองถูกต้อง							
	8.8 ชนิด,ขนาดและจำนวนของเครื่องประจุแบตเตอรี่							
รายการตรวจสอบ			Contractor			Consult		
			ผ่าน	ไม่ผ่าน	อื่นๆ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	อื่นๆ
1	Sleeve, Block out Opening							
2	การยึดท่อติด Support							
3	ระดับการติดตั้งตำแหน่ง/แนวทาง รวม Outlet							
4	วัสดุผลิตภัณฑ์							
5	ขนาด							
6	สี							
7	สัญลักษณ์							
8	ความสะอาด							
Contractor :			Consultant :					
Date :			Date :					
Note :			Note :					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 54
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLIENT :		PROJECT :						Ref. NO. :				
CONSULTANT :		SYSTEM : ELECTRICAL & COMMUNICATION						Date :				
CONTRACTOR :		TYPE OF WORK : CLOSE CIRCUIT TELEVISION SYSTEM						Page : OF :				
TITLE :												
CAMERA NO	CAMERA TYPE	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		REMARK
		COLOR		FOCUS		ZOOM OPERATION		PAN OPERATION		TILT OPERATION		
		PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
NOTE :												
WITNESS BY												
_____			_____			_____			_____			
CONTACTOR			CONSULTANT			OWNER						



CLIENT :			PROJECT :					Ref. NO. :				
CONSULTANT :			SYSTEM : ELECTRICAL & COMMUNICATION					Date :				
CONTRACTOR :			TYPE OF WORK : LIGHTING FIXTURE ,SWITCH, RECEPTACLE					Page : OF :				
TITLE : EMERGENCY LIGHT												
CCT.	EMERGENCY LIGHT FIXTURE											
NO.	No.	TYPE		R - S	S - T	T - R	R - N	S - N	T - N	R - E	S - E	T - E
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
WITNESS BY												
_____				_____				_____				
CONTRACTOR				CONSULTANT				OWNER				



CLIENT :			PROJECT :						Ref. NO. :			
CONSULTANT :			SYSTEM : ELECTRICAL & COMMUNICATION						Date :			
CONTRACTOR :			TYPE OF WORK : CLOSE CIRCUIT TELEVISION SYSTEM						Page : OF :			
TITLE :												
CAMERA NO	CAMERA TYPE	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		REMARK
		COLOR		FOCUS		ZOOM OPERATION		PAN OPERATION		TILT OPERATION		
		PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	PASS	IMPROVE	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
NOTE:												
WITNESS BY												
_____			_____				_____					
CONTACTOR			CONSULTANT				OWNER					

Inspection and Testing Checklist (ITE)

Subject : งานตรวจสอบวงจรไฟฟ้าและระบบสื่อสารในห้องพัก

ITC No. :

ประเภทของงาน : ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

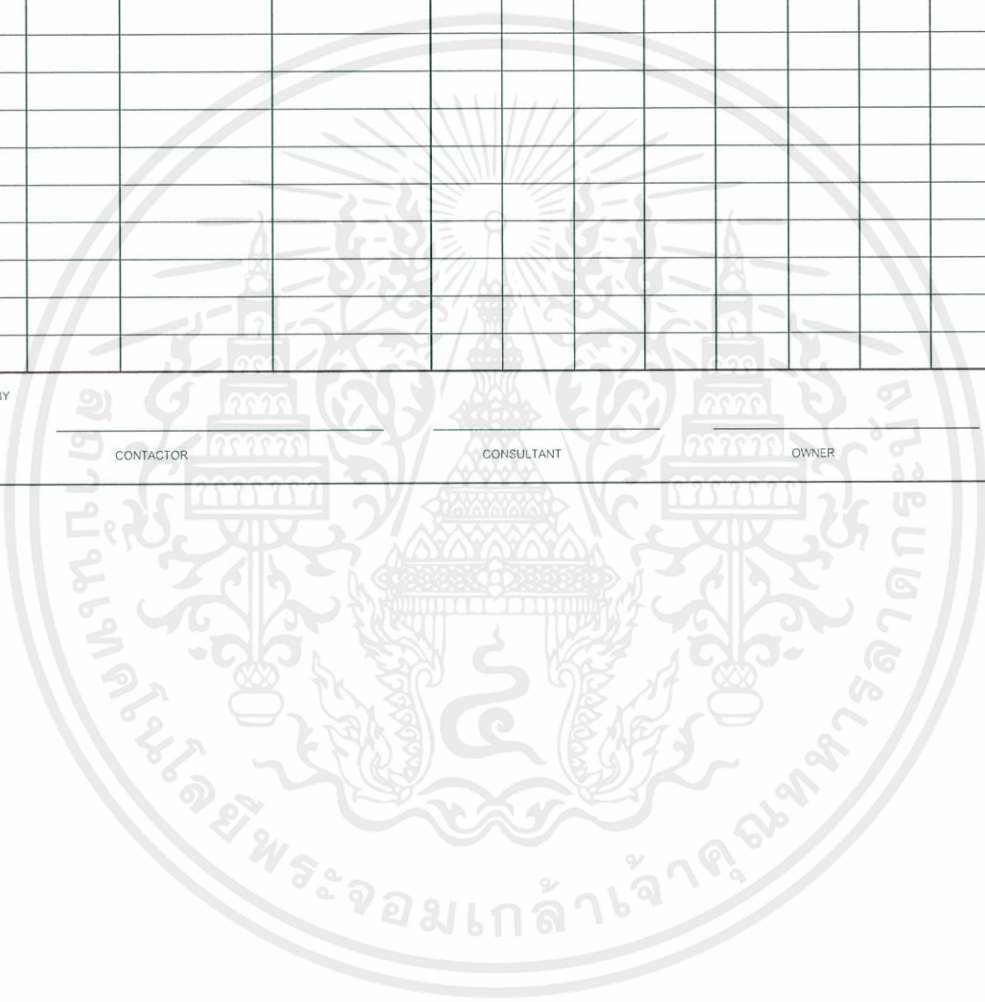
Ref. No. :

Service/Location :

Date :

Item	Construction Activity	A110 Activity	Action Status				A110	
			yes	No	NCR No.	Follow up	Signed	Date
1	เอกสารอนุมัติ Shop Dwg. เลขที่ MEC-EE-07.001.1							
2	เอกสารอนุมัติวัสดุ							
	2.1 ท่อร้อยสาย เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0012/60							
	2.2 สายไฟฟ้า เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0006/60							
	2.3 เต้ารับ เอกสารอนุมัติวัสดุเลขที่ MEC/EE/MAT/0007/61							
3	ความพร้อมของหน้างาน							
4	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งมีเพียงพอ							
5	Shop Dwg. ที่ได้รับอนุมัติอยู่ที่หน้างานเพื่อประกอบการทำงาน							
6	ใช้อุปกรณ์ Safety ในการทำงาน							
7	การติดตั้งโคมไฟและสวิตช์ไฟ							
	7.1 ขนาด,ตำแหน่ง,รหัสสีและสัญลักษณ์ของท่อร้อยสายถูกต้อง							
	7.2 ชนิด,ขนาดและจำนวนสายไฟฟ้าถูกต้อง							
	7.3 ชนิด,ขนาดและตำแหน่งติดตั้งโคมไฟถูกต้อง							
	- 16A 250V 2P+E Simple							
	- 16A 250V 2P+E Duplex							
	- Cover Plate							
	- อื่น ๆ ระบุ							
	7.4 วงจรไฟฟ้าสำหรับเต้ารับไฟฟ้าถูกต้อง							
	7.5 ขนาดระดับแรงดันไฟฟ้าถูกต้อง							
	รายการตรวจสอบ		Contractor			Consult		
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	อื่นๆ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	อื่นๆ	
1	Sleeve, Block out Opening							
2	การยึดท่อติด Support							
3	ระดับการติดตั้งตำแหน่ง/แนวทาง รวม Outlet							
4	วัสดุผลิตภัณฑ์							
5	ขนาด							
6	สี							
7	สัญลักษณ์							
8	ความสะอาด							
Symbol Activity : I = Inspect, W = Witness Required, W/O = Witness / Optional, R = Review, D = Documentation Required, NCR = Non Conforming Report								
Symbol Activity : I = Inspect, W = Witness Required, W/O = Witness / Optional, R = Review, D = Documentation Required, NCR = Non Conforming Report								
Contractor :				Consultant :				
Date :				0				
Note :				Date :				
				Note :				

CLIENT :				PROJECT :					Ref. NO. :			
CONSULTANT :				SYSTEM : ELECTRICAL & COMMUNICATION					Date :			
CONTRACTOR :				TYPE OF WORK : LIGHTING FIXTURE ,SWITCH, RECEPTACLE					Page : OF :			
TITLE : RECAPTACLE												
CCT.	RECAPTACLE											
NO.	No.	TYPE		R-S	S-T	T-R	R-N	S-N	T-N	R-E	S-E	T-E
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
WITNESS BY												
_____				_____					_____			
CONTRACTOR				CONSULTANT					OWNER			



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายกิตติธัช คุณาวานากิจ

วัน เดือน ปีเกิด 20 ธันวาคม 2539

ที่อยู่ 276/28 ถนนอิสรภาพ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร

E-mail kit.kun97@gmail.com

โทรศัพท์ 097-031-2233

ประวัติการศึกษา

-พ.ศ. 2555-2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนทวีธาภิเศก

-พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

-นักศึกษาฝึกงาน บริษัท ทีเอสเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

-นักศึกษาสหกิจศึกษา บริษัท อีเทลไทยวิศวกรรม จำกัด