การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย

ELECTRICAL DESIGN

OF

THE RESEARCH LABORATORY

โดย

นางสาวธีรารัตน์ มณีรัตน์

นางสาวภาวดี ทองร่อน

นางสาวศิริพร มนต์ดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032762

ปีการศึกษา 2535

การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย

โดย

นางสาวธีรารัตน์ มณีรัตน์

นางสาวภาวดี ทองย์ร่อน

นางสาวศิริพร มนต์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ นิทัศน์ กฤษณะจินดา

อาจารย์ สมโภชน์ ประไพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032762

บริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย

ผู้จัดทำ

1. นางสาวธีราวัตน์ มณีรัตน์
2. นางสาวภาวดี หงษ์ร่อน
3. นางสาวดิวิพร มนต์ดี

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์นิทัศน์ กฤษณะจินดา)

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมนึกชน์ บระไพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

			หน้า
บทที่	1	บทนำ	1
บทที่	2	ทฤษฎี	2
	2.1	ระบบไฟฟ้า	2
	2.2	ระบบสื่อสาร	14
บทที่	3	หลักการเบื้องต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า	21
	3.1	วงจรย่อย	21
	3.2	สายป้อน	24
	3.3	แบบแปลนของวงจรย่อยของไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้า	26
	3.4	การทำรายการโหลดและทำให้โหลดสมดุล	28
	3.5	สายประธาน	30
	3.6	การป้องกันกระแสเกิน	30
	3.7	การจัดวางวงจรต่างๆ	30
	3.8	ไรเซอร์ไดอะแกรม	31
	3.9	วันไลน์ไดอะแกรม	33
	3.10	การออกแบบระบบตรวจสอบเพลิงไหม้และสัญญาณเตือนภัย	33
	3.11	สรุป	35
บทที่	4	การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย	37
	4.1	การคำนวณโหลดและจัดกลุ่มโหลด	37
	4.2	การออกแบบวันไลน์ไดอะแกรม	44
	4.3	ระบบสาธารณูปโภค	52
บทที่	5	การประมาณราคาทางไฟฟ้า	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 6 บทสรุปและวิจารณ์ 83

ภาคผนวก ก. ตารางโหลด 85

ภาคผนวก ข. ตารางสาย 103

กิตติกรรมประกาศ 108

หนังสืออ้างอิง 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย

ธีรารัตน์ มณีรัตน์
ภาวดี หงษ์ร่อน
ศิริพร มนต์ดี
อ.นิทัศน์ กฤษณะจินดา อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.สมนึกชน์ บระไพ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร เป็นงานที่สำคัญควบคู่ไปกับงานโครงสร้างอาคาร ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ครอบคลุมเนื้อหาของการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัยที่มีรูปแบบพิเศษ คือประกอบด้วยอุปกรณ์ที่หลากหลาย และลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป โดยมีการผสมผสาน ระหว่างระบบไฟฟ้ากับระบบการสื่อสาร เพื่อให้มีการบริการระบบอื่นๆได้อย่างเหมาะสม และอำนวยความสะดวกในการทำงานได้อย่างดี ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของการออกแบบระบบไฟฟ้า สำหรับอาคารที่มีการบริหารการ และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ที่อาจมีรูปแบบอื่นๆ หรือมีความต้องการเฉพาะงานอื่นๆที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELELECTRICAL DESIGN OF THE RESEARCH LABORATORY

THEERARAT MANEERAT
PAWADEE HONGRON
SIRIPORN MONDEE
MR.NITASANA KRITSANAJINDA ADVISOR
MR.SOMPOCH PRAPAI ADVISOR
1992

ABSTRACT

Electrial system design of building is the important work as well as the structural work. This project has details about electrical system design of the research laboratory building. It has special formular and different from general buildings because in each area consists various types of laboratory equipment and instrument for supporting specific work. In designing,coordination between electrical system and communication system need to service other systems completely and accommodate for working in good condition. This project will be the basic of electrical system design for the buildings that have operation and research in science and engineering with other formulars and other specific works.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

			หน้า
บทที่	1	บทนำ	1
บทที่	2	ทฤษฎี	2
	2.1	ระบบไฟฟ้า	2
	2.2	ระบบสื่อสาร	14
บทที่	3	หลักการเบื้องต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า	21
	3.1	วงจรย่อย	21
	3.2	สายป้อน	24
	3.3	แบบแปลนของวงจรย่อยของไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้า	26
	3.4	การทำรายการโหลดและทำให้โหลดสมดุล	28
	3.5	สายประธาน	30
	3.6	การป้องกันกระแสเกิน	30
	3.7	การจัดวางวงจรต่างๆ	30
	3.8	ไดเซอร์ไดอะแกรม	31
	3.9	วันไลน์ไดอะแกรม	33
	3.10	การออกแบบระบบตรวจสอบเพลิงไหม้และสัญญาณเตือนภัย	33
	3.11	สรุป	35
บทที่	4	การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย	37
	4.1	การคำนวณโหลดและจัดกลุ่มโหลด	37
	4.2	การออกแบบวันไลน์ไดอะแกรม	44
	4.3	ระบบสาธารณูปโภค	52
บทที่	5	การประมาณราคาทางไฟฟ้า	61
บทที่	6	บทสรุปและวิจารณ์	83
ภาคผนวก	ก.	ตารางโหลด	85
ภาคผนวก	ข.	แบบไฟฟ้า	104
ภาคผนวก	ค.	ตารางสาย	128
กิตติกรรมประกาศ			133
หนังสืออ้างอิง			134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้มีอาคารต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย ทำให้การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารเป็นไปอย่างกว้างขวาง แต่ในขณะเดียวกัน อาคารที่มีรูปแบบต่างไปจากอาคารทั่วๆ ไปนั้น ยังไม่มีมาตรฐานการออกแบบที่แน่นอน เนื่องจากอาคารรูปแบบพิเศษเหล่านี้ ในประเทศไทยมีเพียงเล็กน้อยแต่มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้น และมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การค้นคว้าหารูปแบบมาตรฐาน ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารวิจัยจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งในโครงงานนี้เป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารวิจัย ที่ประกอบด้วยพื้นที่การทำงานในลักษณะที่แตกต่างกัน มีอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมโดยเฉพาะ สามารถแบ่งลักษณะงานเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ 3 ส่วน คืองานด้านคอมพิวเตอร์ ด้านเคมีชีวภาพ ด้านโลหะและวัสดุ ในแต่ละส่วนต้องการรูปแบบของระบบไฟฟ้า และระบบอำนวยความสะดวกอื่นๆ แตกต่างกันไป ดังนั้นในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย เพื่อให้เกิดความคล่องตัว และประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด ทฤษฎีพื้นฐานของระบบไฟฟ้า และสื่อสารได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 สำหรับในบทที่ 3 เป็นหลักการออกแบบเบื้องต้นสำหรับระบบไฟฟ้าในอาคารทั่วไป ซึ่งจะนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารวิจัย ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 ส่วนในบทที่ 5 เป็นการนำผลของการออกแบบระบบไฟฟ้า ที่ได้ทำการออกแบบเรียบร้อยแล้ว มาทำการประมาณราคาทางไฟฟ้า เพื่อให้ทราบถึงราคาอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง รวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ในบทที่ 6 เป็นการสรุปผลงานที่ได้ทำมาทั้งหมด ตลอดจนการวิจารณ์ผลการทำงาน เพื่อให้เป็นประโยชน์ในการดำเนินการพัฒนาจากโครงงานนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีโดยย่อที่จำเป็น และเป็นพื้นฐานในการนำไปทำความเข้าใจเนื้อหาในบทต่อไป ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวจะเกี่ยวกับการทำงานของระบบที่สำคัญสำหรับอาคารวิจัย อันได้แก่ ระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร

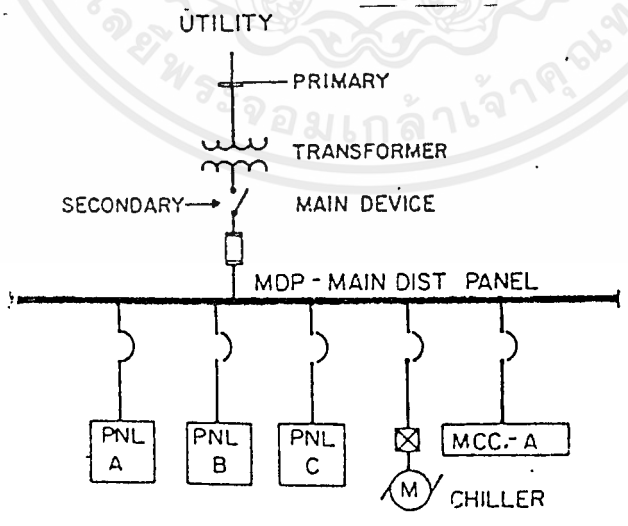
2.1. ระบบไฟฟ้า

2.1.1 ระบบจ่ายไฟพื้นฐาน

การรับไฟจากแหล่งจ่าย มีผลต่อความน่าเชื่อถือของระบบมากกว่าปัญหาอื่น ในการออกแบบระบบไฟฟ้า จำนวนสายป้อนทางบริภูมิ จำนวนหม้อแปลง ลักษณะการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ระบบอัตโนมัติ กับระบบที่ทำงานด้วยคน ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นตัวกำหนดความน่าเชื่อถือของระบบระบบแจกจ่ายกำลังไฟฟ้ามีอยู่หลายแบบซึ่งเป็นที่คุ้นเคยของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า และพบได้ในสมุดคู่มือการออกแบบส่วนมาก ซึ่งเป็นการดีที่จะพิจารณาการออกแบบขั้นพื้นฐาน 4 แบบต่อไปนี้

- ระบบสายป้อนแบบราก (Radial System)

เป็นระบบที่ง่ายที่สุด มีราคาถูก แต่มีความน่าเชื่อถือน้อยที่สุด ได้รับกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายเพียงแหล่งเดียว แล้วลดระดับแรงดันผ่านหม้อแปลง มีสายป้อนแจกจ่ายกำลังไฟฟ้าจากศูนย์กลาง เช่น แผงย่อย (panel board) หรือ สวิตช์บอร์ด (switch board) อุปสรรคสำคัญของระบบนี้คือการที่ไม่มีการป้อนกัน เมื่อเกิดความผิดปกติที่บริเวณสวิตช์บอร์ด หรือสายป้อนทางบริภูมิจะมีผลกับระบบทั้งหมด

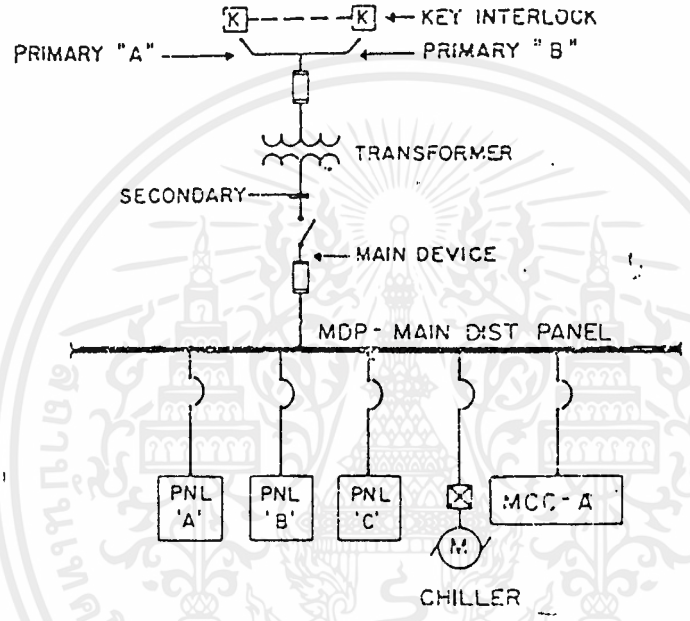


รูปที่ 2.1 ระบบสายป้อนแบบราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบสายป้อนแบบรากที่มีการเลือกทางปฐมภูมิ
  (Primary selective Radial System)

มีข้อแตกต่างจากระบบแรกบางประการ ซึ่งทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าทางปฐมภูมิขึ้นอีก 1 แหล่ง โดยแต่ละแหล่งสามารถจ่ายโหลดทั้งหมดได้ การส่งกำลังไฟฟ้าเปลี่ยนจากสายป้อนหนึ่งไปยังอีกสายป้อนหนึ่งโดยการสวิตช์ ถ้าการจ่ายทางปฐมภูมิทำโดยรัฐ สายป้อนอีกสายควรจะเป็นแหล่งจ่ายพิเศษ แต่ในกรณีเกิดผิดปกติที่หม้อแปลงจะมีผลกับทั้งระบบเช่นเดียวกับระบบสายป้อนแบบราก



รูปที่ 2.2 ระบบสายป้อนแบบรากที่มีการเลือกทางปฐมภูมิ

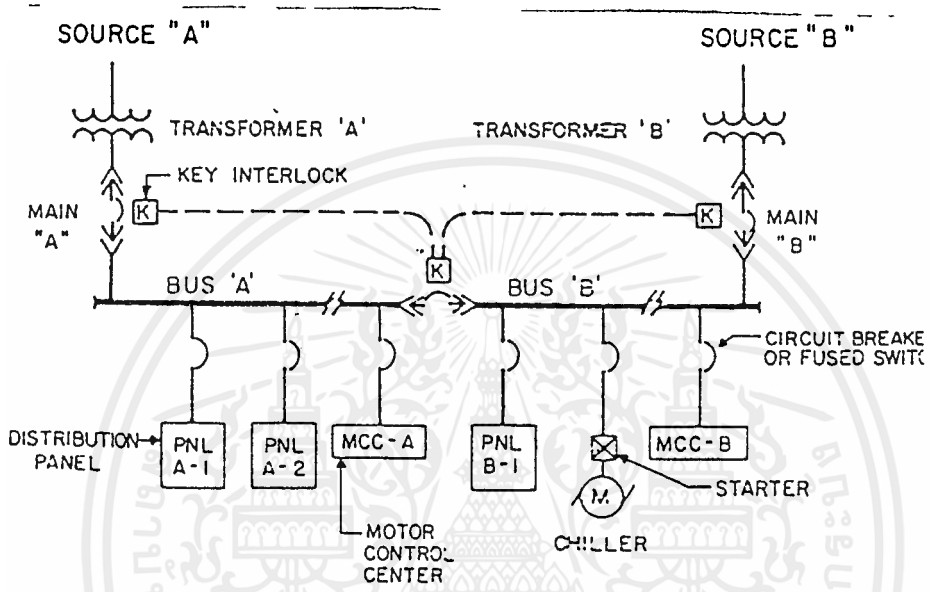
- ระบบสายป้อนแบบรากที่มีการเลือกทางทุติยภูมิ
  (Secondary Selective Radial System)

หนทางต่อไปที่จะเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบคือ การเพิ่มหม้อแปลงอีก 1 ตัว เพื่อให้มีเส้นทาง 2 เส้นทางผ่านจากหม้อแปลงไปยังบัสทางทุติยภูมิ ซึ่งในระบบสายป้อนแบบที่มีการเลือกทางปฐมภูมิ เส้นทางทั้งสองไปสิ้นสุดก่อนผ่านเข้าสู่หม้อแปลง ในรูปที่ 2.3 แสดงระบบคู่ ซึ่งถูกเชื่อมต่อโดยเทร์เบรกเกอร์ (tie breaker) หรือสวิตช์ซึ่งเป็นแบบปกติเปิด ในวิธีนี้ทั้ง 2 ระบบจะทำงานแยกกันโดยเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ในช่วงที่เกิดความผิดปกติในสายป้อน A อุปกรณ์เมน A จะเปิดออก สวนเทร์เบรกเกอร์จะปิดและโหลดทั้งสองส่วนจะถูกจ่ายจากสายป้อนและหม้อแปลง B ระบบสายป้อนแบบรากที่มีการเลือกทางทุติยภูมินี้ มีการออกแบบเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือเหมาะสำหรับงานวิจัย

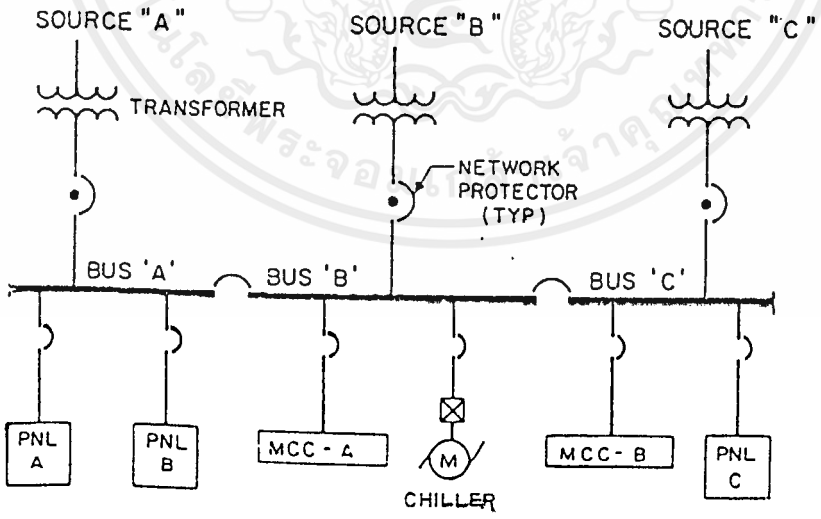
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– ระบบเน็ตเวิร์ก (Network System)

เป็นอีกขั้นหนึ่งของระบบสายป้อนแบบรากที่มีการเลือกทางทุติยภูมิ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ ระบบนี้มีลักษณะดังรูปที่ 2.4 โดยที่เทรเบรกเกอร์ ปกติทางานในตาแหน่งปิด ทาให้หม้อแปลงขนานกันจ่ายโหลดเท่าๆกัน ถ้าเกิดการผิดปกติที่สายป้อน A network protector (เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดพิเศษ) จะเปิด และโหลดทั้งหมดจะถูกจ่ายโดยหม้อแปลง B และ C โดยไม่ขาดความต่อเนื่อง แต่ระบบนี้ใช้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง



รูปที่ 2.3 ระบบสายป้อนแบบรากที่มีการเลือกทางทุติยภูมิ



รูปที่ 2.4 ระบบ network

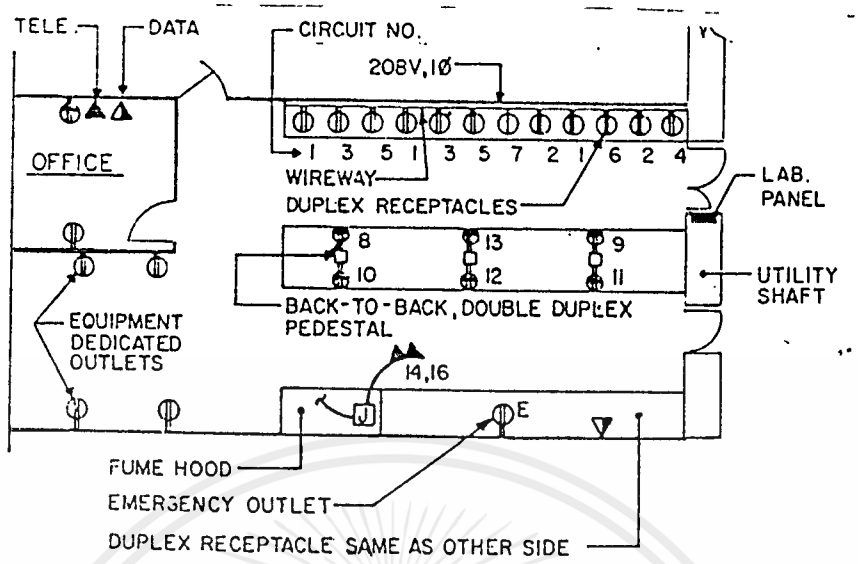
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย ควรจะมีการออกแบบให้เพียงพอ มีความคล่องตัว เป็นรูปแบบเดียวกัน น่าเชื่อถือ และคุ้มค่าใช้จ่าย ระบบเหล่านี้ต้องให้ความสะดวกในการสนองความต้องการกำลังไฟฟ้าความต้องการเหล่านี้อยู่ในช่วงจาก 75 ถึง 100 วัตต์/ตารางฟุต ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์และความถี่ของการใช้งาน จุดยกสาวเพิ่มเติมได้ว่า ในการเปลี่ยนลักษณะของห้องทดลองอาจจะทำให้เปลี่ยนความต้องการกำลังไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นผู้ออกแบบควรจะประมาณความต้องการกำลังไฟฟ้าในเครงการระยะยาวด้วย เนื่องจากความต้องการทั้งในระยะสั้นและระยะยาว การกระจายระบบไฟฟ้าในห้องทดลอง จึงต้องจัดให้มีความคล่องตัวมากเท่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องพิจารณา ก็คือบริมาณกำลังไฟฟ้า ความถี่และระดับแรงดัน จุดยทั่วไปอุปกรณ์ในห้องทดลองส่วนใหญ่ได้รับการออกแบบสำหรับแรงดันบกติที่จัดส่งจุดยรัฐ (-10%) วิธีการแรกที่ทำให้การกระจายคล่องตัว คือ การใช้บัสดัค (bus duct) วิธีที่สองคือการเพิ่มสถานีไฟฟ้าย่อย (substation) อีก 1 แห่ง เพื่อช่วยในการกระจายระบบ แต่อุปสรรคอย่างหนึ่งของวิธีนี้ คือเมื่อมีส่วนของการกระจายที่อยู่ใกล้ๆกัน ท่อสายมักจะเข้ามายึดกันทำให้สิ้นเปลืองเนื้อที่และถ้ามีการใช้กล่องดึงสาย (pull box) ขึ้นอยู่กับการให้งและระยะทาง ยิ่งต้องการเนื้อที่มากขึ้น กำลังไฟฟ้าในห้องทดลองทั่วไปควรจะปราศจาก transient และ harmonic distortion ความเวของเครื่องมือวัด และวัสดุที่มีอันตราย ทำให้ความน่าเชื่อถือของระบบแจกจ่ายไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญ วิธีการเพิ่มความคล่องตัวของระบบไฟฟ้าในอาคาร คือการเตรียมแผงย่อยขนาด 120/208 โวลต์ 4 สาย ในแต่ละพื้นที่ของห้องทดลองหรือในพื้นที่ 1000 ตารางฟุต แผงย่อยควรจะมีขนาดเดียวกันอาจจะเป็น 30หรือ 42 spaces ขึ้นอยู่กับขนาดและหน้าที่ของห้องทดลองซึ่งมีเป้าหมายเริ่มต้นว่าจะมีการใช้งาน 65% ของ space ที่มีอยู่ ห้องทดลองที่ใหญ่ขึ้น หรือมีอุปกรณ์จำนวนมาก ต้องการใช้แผงย่อยหลายๆแผง ซึ่งก็ยังคงใช้ขนาดมาตรฐานเช่นเดียวกับห้องทดลองขนาดเล็ก การกระจายระบบไฟฟ้าในห้องทดลองควรจะคล่องตัวเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งสามารถทำได้ดังรูปที่ 2.5

2.1.2 กำลังไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergeney Power)

ในช่วงที่ผ่านมา เมื่อมีการผิดบกติของระบบและอุปกรณ์ซึ่งมีผลทำให้ไฟดับนั้น ไม่มีการรับประกันได้ว่าเหตุการณ์นั้นจะไม่เกิดขึ้นอีก ดังนั้น จึงต้องมีการจ่ายกำลังไฟฉุกเฉินสำหรับจุดหลดที่สำคัญในงานวิจัยจุดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (engine-generator) ควรติดตั้งภายในอาคารซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับภายนอกได้ เพื่อการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์และการหมุนเวียนอากาศสำหรับระบายความร้อนและการเผาไหม้ อุปกรณ์นี้ควรอยู่ห่างจากพื้นที่ที่มีสัตว์เพื่อไม่ให้เกิดเสียงรบกวนและการสั่นสะเทือน ซึ่งจะรบกวนสัตว์ต่างๆ จุดยทั่วไปจุดหลดที่มีความสำคัญสำหรับความปลอดภัยส่วนบุคคล การดำเนินงานวิจัยและการป้องกันอาคาร ควรจะมีการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินระบบที่เหมาะสมสำหรับการต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการกระจายระบบไฟฟ้าในห้องทดลอง

โหลดเพื่อความปลอดภัยของชีวิต

- แสงสว่างที่บันไดและทางเดิน
- สัญญาณเตือนไฟไหม้
- ปั๊มน้ำดับเพลิง (fire pump)
- เครื่องควบคุมควัน (smoke control) (ถ้ามี)
- บันไดเลื่อน

ระบบวิกฤต

- แสงดูดควันจากสารเคมี (crititical or hazardous fumehoods)
- sump pumps
- freeze protection system
- environmental rooms(long-term samples or experiments)
- ตู้เย็นหรือตู้แช่แข็งภายในห้องทดลอง
- fuel pumps
- บอยล์เลอร์ (boiler)

ในงานด้านที่เกี่ยวข้องกับสัตว์มีระบบต่างๆดังต่อไปนี้

- cooling tower(one cell)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- chilled water pump(one pump)
- ระบบหมุนเวียนอากาศ

2.1.3 ระบบแสงสว่าง

การควบคุมระบบแสงสว่างในพื้นที่ต่างๆทำได้หลายทาง สำนักงาน และห้องทดลองควรใช้สวิตช์บระจำที่ บันไดและทางเดินควรใช้ดวงโคมซึ่งเป็น egress lighting และสวิตช์โดยวิธี locking(key)switch หรือใช้ timer ระบบแสงสว่างของสำนักงานเปิดสามารถควบคุมโดยวิธี low-voltage switching โดย low-voltage switch ควรจะติดตั้งที่ทางเข้าและติดรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ในบริเวณใกล้เคียง กับแผงย่อยแสงสว่าง การควบคุมแรงดันต่ำส่วนใหญ่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบอัตโนมัติของอาคาร ดังนั้นพื้นที่นี้จะสามารถควบคุมจากจุดเดียว ระบบแสงสว่างในห้องที่มีอุบกรณ์ทางกลควรควบคุมโดย low-voltage switching ในทางปฏิบัติสามารถควบคุมโดยวิธี motion detector ซึ่งใช้ควบคุมพื้นที่ที่เล็กกว่า ตารางที่ 2.1 แสดงระดับ foot-candle สำหรับพื้นที่ต่างๆ ความต้องการแสงสว่างในห้องทดลองโดยทั่วไปเป็นเช่นเดียวกับสำนักงาน (75 ถึง 100 foot-candle ที่หัวโต๊ะ) อย่างไรก็ดี สำหรับหน้าที่ของห้องทดลองบางอย่าง ก็ต้องการระดับแสงสว่างที่สูงขึ้นหรือต่ำลงกว่านี้ห้องที่มีสัตว์ทดลองต้องการการจัดระบบแสงสว่าง 2 ระดับ เนื่องจากสัตว์ทดลองส่วนมาก เป็นสัตว์ที่หากินกลางคืน ช่วงกลางคืนแสงสว่างจะอยู่ที่ระดับ 0 ถึง 1 foot-candle ช่วงเวลากลางวัน 30 ถึง 50 foot-candle โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบช่วงแสงกว้าง และช่วงของการทำความสะอาดต้องการ 70 ถึง 100 foot-candle ระดับแสงสว่างในตอนกลางคืนควรจะต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยให้แสงที่เล็ดลอดจากทางเดินหรือห้องข้างเคียงน้อยที่สุด โครงสร้างของดวงโคมในห้องที่มีสัตว์ทดลองเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากต้องมีการทำความสะอาดเป็นพิเศษ และควบคุมไม่ให้มีสัตว์รบกวน โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ซึ่งมีบะเก็น 3 ชั้น จึงเหมาะสมที่จะใช้กับพื้นที่นี้ บะเก็นจะติดตั้งระหว่างเลนส์และเฟรม เฟรมและผาครอบ และ ผาครอบกับเพดาน เลนส์ทั้งหมดต้องติดโดยด้านเรียบอยู่ข้างนอกเพื่อให้พื้นผิวทำความสะอาดได้ง่าย ห้องที่ออกแบบสำหรับสัตว์พวกสิง ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับห้องของสัตว์อื่น แต่จะต้องใช้ดวงโคมที่มีความปลอดภัยสูงซึ่งออกแบบให้มีการบกอิดมิดชิด การควบคุมแสงสว่างสำหรับห้องสัตว์ทดลองเป็นระบบควบคุมเวลา อย่างไรก็ดี สามารถใช้ระบบควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งทันสมัยกว่าได้ โดยที่จุดศูนย์กลางของการควบคุมทุกๆห้อง ทำงานตามจุดประสงค์ด้วยความแน่นอน ห้องทดลองที่เกี่ยวกับระบบประสาท และที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหาร รวมถึงการบรรจุหีบห่อต้องการแสงสว่างเป็นแบบพิเศษ เพื่อการพิจารณารูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ การตรวจดูรูปร่างภายนอกของผลิตภัณฑ์ เป็นสิ่งสำคัญในการบรรจุหีบห่อ ถ้าบรากฏว่าไม่เป็นที่น่าพอใจ ภายให้แหล่งกำเนิดแสงที่ถูกต้อง ผู้บริภคย่อมจะไม่ซื้อผลิตภัณฑ์นั้น แสงสว่างยังเป็นส่วนสำคัญ ต่อรูป

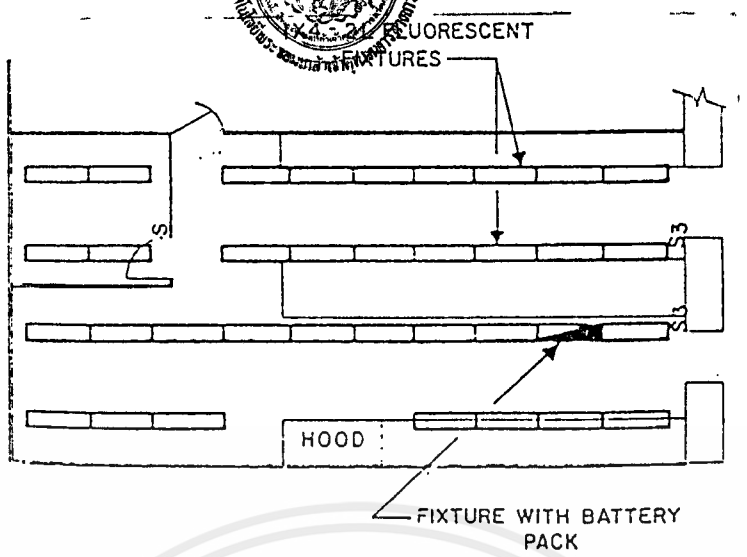
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของอาหาร ภายใต้แสงสว่างที่ถูกต้อง ถ้าผลิตภัณฑ์ดูไม่ดีก็จะมีส่วนทำให้รสชาติไม่ดีไปด้วย (โดยบกติจะมีความสัมพันธ์กันตามหลักจิตวิทยา) ตำแหน่งของดวงโคมในห้องทดลองแต่ละชนิดต้องสัมพันธ์กับอุบกรณ์ในพื้นที่นั้นๆ ตำแหน่งโดยบกติจะอยู่ที่ขอบ และขนานกับโต๊ะทดลอง ดังรูปที่ 2.6 ตำแหน่งนี้ต้องพยายามไม่ให้มีเงาจากบุคคล อุบกรณ์สูงๆ และชั้นวางของ แสงสว่างที่ fumehood โดยที่วไปไม่จำเป็นเนื่องจากทุกๆ fumehood มีแสงสว่างภายในและเนื่องจากแสงสว่างของสภาพแวดล้อมจากในบริเวณห้องทดลอง ทำให้มีแสงสว่างจำนวนเพียงพอข้างหน้าfumehood ระบบแสงสว่างฉุกเฉินภายในห้องทดลอง เป็นสิ่งไม่จำเป็น อย่างไรก็ตามเป็นการดีที่จะมีดวงโคมอย่างน้อยที่สุด 1 ดวงบกลับทางออกซึ่งใช้แบตเตอรี่ฉุกเฉินและเป็นอิสระจากระบบสวิตช์แสงสว่างภายในห้องทดลอง ดวงโคมนี้ยังใช้เป็นแสงสว่างในช่วงกลางคืนเพื่อความปลอดภัยได้ด้วย

ตารางที่ 2.1 ระดับแสงสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานแบบต่างๆ

พื้นที่ใช้งาน	ระดับแสงสว่าง (Foot – Candle)
สำนักงาน	50
ห้องทำงานส่วนบุคคล	75
ห้องสมุด	75
ห้องทดลอง	75–100
ห้องเลี้ยงสัตว์	
กลางคืน	0
กลางวัน	30–50
ช่วงทำความสะอาด	75–100
ระเบียงทางเดิน	20–30
ห้องเก็บของ	10–200
ห้องเครื่อง	20–30
ห้องคอมพิวเตอร์	30–50
ห้องประชุม	30
ช่องระบายอากาศ	100
บันได	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการจัดวางตำแหน่งของดวงโคมในห้องทดลอง

2.1.4 การทำงานร่วมกับระบบอื่น

การทำงานร่วมกันของระบบไฟฟ้ากับระบบอื่น ในการอำนวยความสะดวกให้กับห้องทดลองเป็นสิ่งสำคัญ โดยจะต้องแน่ใจว่าระบบทางกลต่อกับระบบจ่ายไฟฟ้าได้ถูกต้อง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพื่อที่จะให้ระบบทำงานได้อย่างเหมาะสม ระบบบางระบบและอุปกรณ์บางอย่าง อาจจะต้องการระบบไฟฟ้าที่แยกออกมาต่างหาก ตัวอย่างเช่นตู้เย็นและตู้แช่แข็งในห้องที่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัด และชิ้นส่วนบางชิ้นของอุปกรณ์ในห้องทดลอง โครงสร้างภายในห้องทดลอง เป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างทางไฟฟ้า ที่ตั้งของมอเตอร์ สำหรับการเคลื่อนย้ายและควบคุม พื้นที่ที่มีแสงเงา พื้นที่ที่มีการยินเตอร์ล็อค (air lock) พื้นที่ครัวและระบบแสงสว่างแบบพิเศษบางครั้งก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณา

2.1.5 การร่วมกันจ่าย

ระบบการร่วมกันจ่ายเพื่อให้เกิดความคล่องตัวต้องพิจารณาในรูปของโหลดทั้งแบบthermal และ electrical เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ และประหยัดค่าใช้จ่าย ในทางไฟฟ้าระบบนั้นจะต้องทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าจากรัฐได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไประบบไฟจากรัฐ ต้องการรีเลย์แบบพิเศษ และการควบคุมเพื่อป้องกันการป้อนกลับไปบนเครือข่าย และการต่อขนานกันกับระบบจ่ายไฟของรัฐ การเลือกขนาดความจุ (capacity) ของระบบการร่วมกันจ่ายโดยบกดิไม่เกินโหลดพื้นฐานของอาคารอัน ได้แก่ ความต้องการต่ำที่สุด(off-peak demand)ในทางด้านthermal ของระบบจะต้องพิจารณาให้ได้ความร้อน (heat output) ที่เป็นประโยชน์ที่สุด โดยทั่วไปทางด้านไฟฟ้าจะใช้เป็นพื้นฐานในการจ่ายโหลด ส่วนความจุความร้อนเป็นปัจจัยในการตัดสินใจเลือกขนาดของโรงจักร (plant) ในการร่วมกันจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032762

2.1.6 การบำรุงรักษาและการทำงาน

การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ควรจะเหมาะสมกับงานทุกๆงาน ในพื้นที่ทางเครื่องกล ทางเดินควรจะจัดให้ติดต่อกับข้างนอกเพื่อการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนของอุบกรณ์ โดยทั่วไปชิ้นส่วนทางไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดของอุบกรณ์(หรือส่วนประกอบของอุบกรณ์) จะมีขนาดเล็กกว่าชิ้นส่วนทางด้านเครื่องกลส่วนใหญ่ ดังนั้นถ้าผู้ออกแบบทางเครื่องกลจัดให้มีการติดต่อกันได้สำหรับอุบกรณ์ของเขา ช่างไฟฟ้าก็เพียงแต่มาจากที่ของเขาเพื่อไปยังทางเดินที่เชื่อมต่อไปยังส่วนของเครื่องกล ระบบแจกจ่ายไฟฟ้าควรได้รับการออกแบบให้มีความคล่องตัว เพื่อที่จะให้การบำรุงรักษาสามารถกระทำได้โดยมีการรบกวนต่อระบบน้อยที่สุด ในระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน สวิตช์ถอนย้ายอัตโนมัติ(automatic transfer switch) ควรจะเป็นแบบ isolation bypass switch ซึ่งทำให้โหลดสามารถสวิตช์ไปยังแหล่งจ่ายที่เตรียมไว้ได้ กลไกของสวิตช์ถอนย้ายอัตโนมัติ ต้องเปิดออกและบริการ หรือแทนที่โดยไม่มีการรบกวนต่อการจ่ายไฟ การทำงานของระบบแจกจ่ายไฟฟ้า ควรจะเป็นแบบธรรมดาเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยและน่าเชื่อถือของระบบ ในระบบแจกจ่ายไฟฟ้าซึ่งมีแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหลายแหล่งจะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการต่อข้าม(cross-connection) ระหว่างระบบ ทำได้โดยการจัดหาสวิตช์นิรภัย (safty switch) เบรกเกอร์ หรือสวิตช์ถอนย้าย ที่ใช้งานได้ทนทาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์นั้นขึ้น

2.1.7 ค่าใช้จ่ายในโครงสร้างระบบไฟฟ้า

โดยทั่วไปค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าสำหรับโครงการห้องทดลองมีค่าประมาณ 11% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดปัจจัยที่เพิ่มเติมจากค่าใช้จ่ายนี้คือ ระบบพิเศษ การกระจายของที่ตั้ง ขนาดและชนิดของระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน การซ่อนภายในระบบ และอุบกรณ์ที่มีการจดทะเบียน

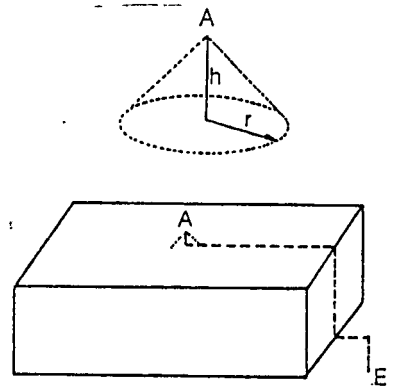
2.1.8 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

การเกิดฟ้าผ่าจะมีไฟฟ้าแรงสูงเกิดขึ้น ซึ่งถ้าหากเกิดฟ้าผ่าลงตึกหรืออุบกรณ์ต่างๆอาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้ จึงได้มีการคิดวิธีการป้องกันฟ้าผ่าโดยหลักการส่งให้ฟ้าผ่าลงมาที่ที่เตรียมไว้ จากนั้นก็ดิสชาร์จประจุไฟฟ้าลงสู่กราวด์ไป ซึ่งมีรูปแบบการป้องกันฟ้าผ่าดังนี้

1. แพรงคลินร็อด (Franklin rod)

จะเป็นเสาโลหะ ติดตั้งไว้ที่จุดที่สูงที่สุดของตึก ซึ่งจะสามารถป้องกันไม่ให้ฟ้าผ่าลงในบริเวณเขตป้องกันได้ มีเขตพื้นที่ในการป้องกันน้อย มักใช้กับตึกสูงๆแต่ไม่ใหญ่ เช่น หอคอยเป็นต้น

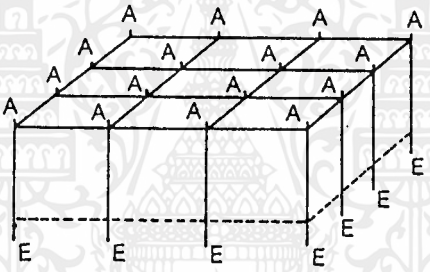
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงการป้องกันแบบแพรงคลินร็อด

2.ฟาราเดย์ เคก (Faraday cage)

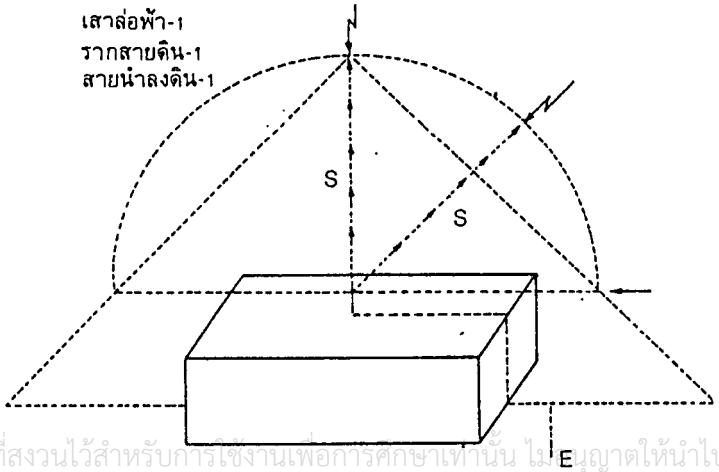
เป็นการเพิ่มฟันที่นการป้องกัน โดยการตั้งเสาเพิ่มเป็นหลายๆต้น และแบ่งฟันที่นการป้องกันเพื่อให้สามารถครอบคลุมฟันที่นได้ทั้งหมด มักใช้กับตึกสูงและใหญ่ หรือยีกกรณีคือไม่ต้องการให้มีเสาสูงๆอยู่ที่ยอดตึก



รูปที่ 2.8 แสดงการป้องกันแบบฟาราเดย์ เคก

3.พรีเวนเตอร์ (Preventer)

มีหลักการทางาน คือ จะมีการบล่อยสารกัมมันตภาพรังสี เพื่อทาให้เกิดการอิออนไนซ์ครอบคลุมบริเวณ 100 – 400 ฟุต เหนือหัวเสา ซึ่งมากกว่าการอิออนไนซ์ที่หัวเสาธรรมดาหลายเท่า จึงทาให้สามารถเพิ่มฟันที่นการป้องกันได้มากขึ้น ทั้งๆที่ใช้แค่เสาเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 แสดงการป้องกันแบบ PREVENTOR

จะเห็นได้ว่าการใช้พรีเวนเตอร์สามารถลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับจำนวนเสา และการติดตั้งได้มาก แต่หัวเสาที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่พิเศษและมีราคาแพง จึงต้องประเมินดูว่าคุ้มค่าหรือเปล่า นอกจากนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงอีกคือ รังสีที่ปล่อยออกมาต้องไม่มากจนทำความเสียหายต่อสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์ ดังนั้นในพื้นที่ที่ต้องการพื้นที่ป้องกันมาก มักใช้วิธีเพิ่มจำนวนเสาของพรีเวนเตอร์ มากกว่าที่จะเพิ่มความเข้มของกัมมันตภาพรังสี

ยอดแหลมของเสาล่อฟ้าจะบรรจุด้วย Americium 241 ผสมกับ Gold ซึ่งยอดแหลมนี้จะปล่อยสารกัมมันตภาพรังสีที่มีอนุภาคอัลฟา เบต้าและแกรมม่า และจะส่งผลให้อากาศบริเวณรอบๆ เกิดการไอออนไนซ์ขึ้น ทำให้นิวเคลียสของอากาศแตกตัวเป็นอิเลคตรอน และไอออนบวกมากมาย อิเลคตรอนจะถูกดูดเข้าไปจับกับไอออนบวกซึ่งเป็นทองแดงบนเสา (โดยที่เสานี้จะนำไอออนบวกขึ้นมาจากพื้นดินเพราะถูกเหนี่ยวนำด้วยประจุลบบนก้อนเมฆ) ดังนั้น อิเลคตรอนจึงถูกสะเทิน (Neutralise) แล้วไหลลงดิน ส่วนไอออนบวกที่เกิดจากยอดแหลมของเสาล่อฟ้าจะลอยวนเวียนอยู่ โดยรอบอากาศที่จะเกิดฟ้าผ่าขึ้นหรือฟ้าผ่าลง

ในสภาวะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูง (Strong electric field) เช่น ช่วงครึ้มฝ้าครึ้มฝน หรือระหว่างการเกิดฟ้าผ่า ไอออนบวกสามารถสร้างปฏิกริยาลูกโซ่ โดยการชนกัน ทำให้เพิ่มจำนวนไอออนบวกมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันให้สูงขึ้น

เนื่องจากแบบพรีเวนเตอร์ใช้เสาล่อฟ้าน้อย ทำให้จำนวนของสายลงดินน้อยตาม จึงใช้ตัวนำลงดินแบบโคแอคเชียล (Coaxcial cable) ซึ่งสายประเภทนี้สามารถทนค่าแรงดันไฟฟ้าได้สูงมาก และยังมีขดลวดเป็นชั้นๆ ทำหน้าที่เป็นฉากป้องกันสนามแม่เหล็กไม่ให้แพร่ออกมา

นอกจากติดตั้งอุบกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าแล้ว ควรติดตั้งอุบกรณ์นับจำนวนครั้งของฟ้าผ่าบันทึกด้วยเลยได้ เพื่อประโยชน์ในการดูแลสภาพระบบป้องกันต่างๆ

2.1.9 การต่อลงดิน

การต่อลงดิน จะทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงาน ยิ่งทั้งยังจะเป็นการช่วยให้ระบบมีการทำงานดีขึ้น และยังสามารถหลีกเลี่ยง หรือลดอันตรายที่อาจจะเกิดจากเงื่อนไขที่ผิดปกติทางไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆได้ ชนิดของการต่อลงดินที่พบในระบบไฟฟ้านั้น จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบใหญ่ๆ คือ

1. การต่อลงดินของระบบ (System grounding)

การต่อลงดินของระบบจะเป็นการต่อลงดินของส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้า เช่น ในระบบจ่ายไฟ หรือในระบบการเดินสายภายใน เหตุผลพื้นฐานของการที่ต้องนำระบบมาต่อลงดินได้แก่

- ต้องการจะจำกัดความแตกต่างของศักดาไฟฟ้าระหว่างตัวนำทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่นั้น
- ต้องการที่จะแยกอุบกรณ์ที่มีความผิดปกติออกจากวงจรได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดฟอลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นในวงจรนั้น

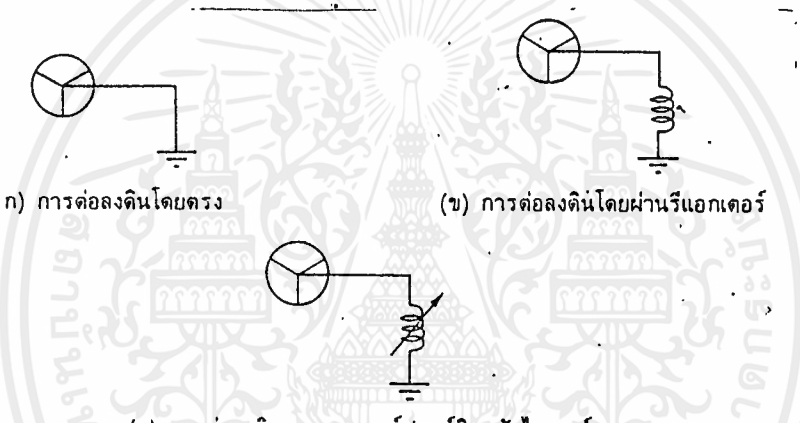
– ต้องการที่จะจำกัดแรงดันไฟฟ้าเกินที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ

ส่วนวิธีการต่อลงดินของระบบนั้น ในปัจจุบันการต่อลงดินของระบบมักจะใช้วัสดุที่เป็นโลหะเชื่อมต่อเข้าโดยตรง หรือ อาจผ่านอิมพีแดนซ์ โดยการเชื่อมต่อ จะทำระหว่างจุดนิวทรัลของหม้อแปลงหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและดิน ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะมีอยู่ 3 วิธีการใหญ่ๆ คือ

1.การต่อลงดินโดยตรง (Solid grounding)

2.การต่อลงดินโดยผ่านรีแอกเตอร์ (reacter grounding)

3.การต่อลงดินแบบกราวด์ฟอลต์นิวทรัลไลเซอร์ (ground fault neutralizer grounding)



ก) การต่อลงดินโดยตรง

ข) การต่อลงดินโดยผ่านรีแอกเตอร์

ค) การต่อลงดินแบบกราวนด์ฟอลต์นิวทรัลไลเซอร์

รูปที่ 2.10 แสดงการต่อลงดินของระบบแบบต่างๆ

2. การต่อลงดินของบริภัณฑ์หรืออุปกรณ์

สาเหตุที่ต้องมีการต่ออุปกรณ์หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้าลงดินก็เนื่องจากเหตุผลดังต่อไปนี้

– เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจาก แรงดันไฟฟ้าแบบวาบอยู่บนอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อเป็นเช่นนี้ถ้ามนุษย์แตะสัมผัสเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะทำให้เกิดอันตรายได้

– เพื่อต้องการให้การต่อลงดินเป็นการนำหรือเป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า เพราะกระแสจะไหลลงสู่ดินได้ง่าย เช่น ในกรณีของกระแสลัดวงจรลงดิน กระแสนี้จะไหลลงสู่ดินโดยอาศัยการต่อลงดิน และจะไหลอยู่ตราบเท่าที่อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้ายังไม่เปิดวงจรออก

– เพื่อสนับสนุนให้ระบบไฟฟ้ามีการทำงานที่ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. ระบบสื่อสาร

2.2.1 ระบบโทรศัพท์

โดยทั่วไปสามารถแยกระบบโทรศัพท์ได้ 2 ระบบคือ

– ระบบชุมสายกลางสำหรับการติดต่อ (Public Exchange)

– ระบบย่อยที่ต่อออกจากชุมสายกลาง (Private Exchange) ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะการนำไปใช้ได้ดังนี้

1. ระบบโทรศัพท์แบบคีย์ (Key Telephone)

เป็นระบบโทรศัพท์ขนาดเล็ก ไม่จำเป็นต้องมีพนักงานรับโทรศัพท์ ลักษณะของเครื่องรับจะแตกต่างจากเครื่องรับโดยทั่วๆ ไป เป็นระบบที่เหมาะสำหรับอาคารสำนักงานขนาดกลาง ถึงขนาดเล็ก เพราะสามารถต่อกับเครื่องฟวงได้จำนวนไม่มากนัก

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องโทรศัพท์แบบคีย์ คือ

ก. การต่อสายออก เครื่องแบบคีย์แต่ละเครื่องสามารถหมุนโทรศัพท์ติดต่อกับภายนอกได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านพนักงานรับโทรศัพท์

ข. การรับสายเรียกเข้า เมื่อมีสายจากภายนอกเรียกเข้ามา เครื่องคีย์ทุกเครื่องจะรับทราบและสามารถรับสายได้ทุกเครื่อง

ค. การพักสาย สามารถพักสายในขณะที่กำลังสนทนาอยู่โดยที่ไม่ทำให้สายนั้นขาด และคู่สนทนาก็จะไม่ได้ยินการสนทนาชั่วขณะ

ง. การโอนสายไปยังเครื่องคีย์อื่น สามารถทำการโอนสายที่กำลังสนทนาอยู่ไปให้เครื่องในระบบเดียวกันได้

จ. ใช้เป็นเครื่องอินเตอร์คอม สามารถเรียกหากันได้ โดยไม่ต้องต่อเติม หรือดัดแปลงเครื่องรับโทรศัพท์

2. ระบบตู้ชุมสาย

ระบบตู้ชุมสายนี้ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ โดยการต่อคู่สายขององค์การโทร–ศัพท์เข้ากับตู้นี้ และต่อสายสำหรับใช้ภายในไปยังเครื่องฟวง โดยมีพนักงานรับโทรศัพท์ทำหน้าที่รับสายที่เรียกเข้ามาแล้วโอนไปยังเครื่องฟวงที่ต้องการ

ระบบตู้ชุมสายมีหลายแบบ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง ระบบชุมสายอัตโนมัติหรือระบบ PABX (PRIVATEAUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) ซึ่งเหมาะกับการใช้งานของกิจการขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ เช่นอาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ ระบบการทำงานของตู้ชุมสายนี้จะควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม หรือเรียกว่าระบบ SPC ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับการทำงานของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทางานของ PABX มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

ก. ส่วนควบคุมการทางานของระบบโทรศัพท์

ข. ส่วนโอเปอเรเตอร์คอนโซล (Opertor Console) หรือส่วนของพนักงานรับสายภายนอกที่ติดต่อเข้ามา และทาการโอนสายไปยังเครื่องรับภายใน ในส่วนของ โอเปอเรเตอร์คอนโซลนี้ ประกอบด้วยฟังก์ชั่นการทางานหลายๆแบบ เช่นการแทรกการสนทนาในขณะที่กาลังใช้สายอยู่โดยจะมีสัญญาณเตือนก่อนสาหรับกรณีเร่งด่วน การพักสาย การสลับสาย การโอนสายทั้งสายนอกและสายใน การจากัดการโทรออกต่างจังหวัดหรือต่างประเทศ และการกาหนดให้เครื่องฟวงภายในสามารถรับสายตรงได้ในขณะที่ไม่มีพนักงานรับโทรศัพท์ เนื่องจากระบบ PABX นี้ต้องมีไฟจากแบตเตอรี่เพื่อสารองในยามฉุกเฉิน ดังนั้นระบบนี้จึงมีฟังก์ชั่นจัดการต่อคู่สาย จากองค์การโทรศัพท์ซึ่งใช้ไฟกระแสตรง 48 โวลท์ เข้ากับเครื่องฟวงเครื่องใดเครื่องหนึ่งโดยอัตโนมัติทาให้การทางานของระบบเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ค. ส่วนของเครื่องฟวงภายใน ซึ่งจะมีจานวนเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการใช้โทรศัพท์

ส่วนประกอบของระบบ PABX

ก. ทางเข้าของระบบ (Service Entrance) เป็นการโยงคู่สายขององค์การโทรศัพท์เข้ามาในอาคารโดยจะเป็นแบบสายลอย (overhead) หรือสายใต้ดิน (underground)

ข. ห้องควบคุม (Main Terminal Room) เป็นตัวเชื่อมระหว่างสายขององค์การโทรศัพท์และสายที่ฟวงใช้งานในอาคาร ประกอบด้วย ชุดแผงต่อสาย (MDF- Main Distribution Frame) ส่วนควบคุมการทางาน (PABX) และแบตเตอรี่สารอง

ค. ระบบไรเซอร์ (Riser System) เป็นการโยงสายจากห้องควบคุมเพื่อส่งต่อไปยังจุดต่อสาย(Telephone Cabinet-TC) ตามชั้นต่างๆ

ง. ระบบแจกจ่าย (Distribution System) เป็นการโยงสายจากจุดต่อสายไปยังเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละตัว

2.2.2 ระบบโทรทัศน์สายอากาศรวม (MATV)

ระบบสายอากาศรวม หมายถึง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการรับสัญญาณโทรทัศน์ ตั้งแต่ตัวสายอากาศจนถึงซ็อเกาท์เล็ท (outlet) ที่ปลายทางสาหรับระบบสายอากาศในระบบสายอากาศรวมจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆดังนี้คือ

1. สายอากาศ (Antenna)
2. เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier)
3. อุปกรณ์แยกสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สปลิตเตอร์ (splitter)
- แท็บออฟ (tap-off)

4. สายนำสัญญาณ (transmission line)
5. อุปกรณ์รวมสัญญาณ (combiner)

เครื่องรับโทรทัศน์และเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็มโดยทั่วไปจะถูกออกแบบให้มีความไวขนาดหนึ่ง หมายถึง จะต้องการสัญญาณที่ป้อนสายอากาศที่ตัวเครื่องอย่างต่ำเป็นค่าๆหนึ่ง จึงจะทำการรับภาพหรือรับฟังได้ดี ถ้าระดับสัญญาณที่ได้รับแรงกว่านี้ก็จะรับได้ดี แต่ถ้าสัญญาณแรงเกินไปก็กลับมีผลทำให้การรับภาพและเสียงผิดบกติไปอีกทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณที่แรงเกินไป ทำให้การขยายของภาคขยายอยู่ในสภาพอิ่มตัวผลคือทำให้ภาพที่รับได้เข้มเกินไปและเสียงที่รับได้เป็นเสียงแตกไม่เป็นธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีช่วงของระดับสัญญาณที่เหมาะสมอยู่ช่วงหนึ่งสำหรับเครื่องรับที่จะรับได้ดีและช่วงดังกล่าวนี้อาจจะมีการแตกต่างกันบ้างแล้วแต่บริษัทผู้ผลิต อย่างไรก็ตามเครื่องรับโดยทั่วไปช่วงดังกล่าวจะมีค่าต่ำสุดและสูงสุดดังแสดงไว้ข้างล่าง

หน่วย : dBuV

		FM	FM Stereo	Band I	Band III	UHF
ช่วงระดับ	ต่ำสุด	40	50	52	54	57
สัญญาณ	สูงสุด	80	80	84	84	84

หลักการพื้นฐานในการออกแบบระบบก็คือ จะต้องป้อนสัญญาณไปยังเอาท์เล็ท ให้มีระดับอยู่ในช่วงที่เหมาะสมดังกล่าว

การที่เครื่องรับโทรทัศน์จะรับภาพได้ชัดหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับระดับของสัญญาณรบกวนว่ามีมากน้อยเพียงใด เพราะถึงแม้ระดับสัญญาณที่ต้องการรับจะสูง แต่ถ้าสัญญาณรบกวนที่ฟวงอยู่มีระดับสูงภาพที่รับได้ก็จะไม่ชัด ฉะนั้นในระบบสื่อสารทั่วไปจึงมักจะใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณที่ต้องการต่อสัญญาณรบกวน (signal to noise ratio เขียนย่อว่า S/N) เพื่อแสดงคุณภาพของสัญญาณและโดยทั่วไปจะให้อัตรา ส่วนนี้มีหน่วยเป็น dB และถ้าอัตราส่วนนี้ ยิ่งมีค่าสูง ก็แสดงว่าสัญญาณนั้นมีคุณภาพสูง การรับภาพ หรือรับเสียงก็จะชัดเจน ในกรณีของเครื่องรับโทรทัศน์ ค่า S/N ที่ทำให้สังเกตเห็นสัญญาณรบกวนได้คือ 38 dB และถ้าค่า S/N ต่ำกว่า 30 dB สัญญาณรบกวนจะสังเกตได้ชัด เพราะฉะนั้นค่า S/N อย่างต่ำควรจะสูงกว่า 30 dB ขึ้นไป

ในการออกแบบระบบสายอากาศรวมนั้น หลักการพื้นฐานที่สำคัญมี 2 ประการด้วยกันคือ

1. สัญญาณที่เอาท์เล็ททีวีจะต้องมีคุณภาพดี
2. ราคาของระบบจะต้องถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักประการแรกที่ว่า สัญญาณจะต้องมีคุณภาพดีนั้น หมายถึง สัญญาณที่ได้เมื่อแสดงออกที่จอโทรทัศน์แล้วจะต้องชัดเจนไม่มีสัญญาณรบกวนในลักษณะที่ทำให้ผู้ชมเกิดความรำคาญได้การที่สัญญาณจะมีคุณภาพดีดังกล่าว จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติหลายอย่างด้วยกันคือ

- ระดับสัญญาณ (dBuV) จะต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม
- ระดับของอัตราส่วน S/N จะต้องสูงเพียงพอ
- จะต้องไม่มีภาพซ้อนปรากฏบนจอโทรทัศน์

คุณสมบัติทั้งสามประการนี้ นับว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ และจะขาดเสียมิได้ไม่ว่าในกรณีใดๆ ก็ตามอย่างไรก็ตาม ในบางกรณีที่ตัวอาคารที่ต้องการติดตั้งระบบสายอากาศรวมอยู่ในบริเวณที่ใกล้สถานีส่งของวิทยุ หรือโทรทัศน์ หรือสถานีส่งคลื่นวิทยุอื่นๆ คลื่นต่างๆ เหล่านี้อาจเข้ามารบกวนระบบได้ ในกรณีเช่นนี้จำเป็นต้องรู้ข้อมูลโดยละเอียด เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาในการออกแบบและต้องใช้เทคนิคต่างๆในการขจัดสัญญาณรบกวนนั้นออกไป ซึ่งหมายถึงราคาของระบบจะต้องสูงขึ้น

สำหรับหลักสำคัญประการที่สองที่ว่า ราคาของระบบจะต้องถูกนั้น เป็นหลักการพื้นฐานด้านวิศวกรรมทั่วไป คือผู้ออกแบบจะต้องออกแบบระบบให้ทำงานได้ดีโดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมร่วมกับการออกแบบวงจรการจ่ายสัญญาณอย่างถูกต้อง ในกรณีทั่วไปผู้ออกแบบจะต้องทำการประนีประนอมระหว่างคุณภาพของสัญญาณที่ได้รับกับราคาของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้มากผู้ออกแบบจะต้องพยายามออกแบบวงจรการจ่าย และกำหนดอุปกรณ์อย่างเหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพของสัญญาณดีพอสมควร ในขณะเดียวกันราคาของระบบไม่สูงมากนัก ในเงื่อนไขการรับที่สัญญาณมีระดับต่ำ และเสียงรบกวนมีมาก ราคาของระบบอาจจะสูงขึ้นเป็นหลายเท่าตัวของกรณีที่ไม่มีปัญหาอะไร ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบที่จะต้องหาจุดที่เหมาะสมที่สุดระหว่างคุณภาพของสัญญาณและราคาของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

อัคคีภัยอาจเกิดขึ้นได้มากในอาคารที่วางบ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยเราจึงต้องมีระบบตรวจจับและมีสัญญาณเตือนเกี่ยวกับอัคคีภัย เพื่อเป็นการบอกให้บุคคลที่ใช้อาคารรู้ตัว และป้องกันอันตรายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน

ส่วนประกอบของระบบเตือนสัญญาณอัคคีภัย

ส่วนประกอบสำคัญของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย เราแบ่งได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังรูปที่ 2 มีรายระเอียดของส่วนต่างๆ ดังนี้

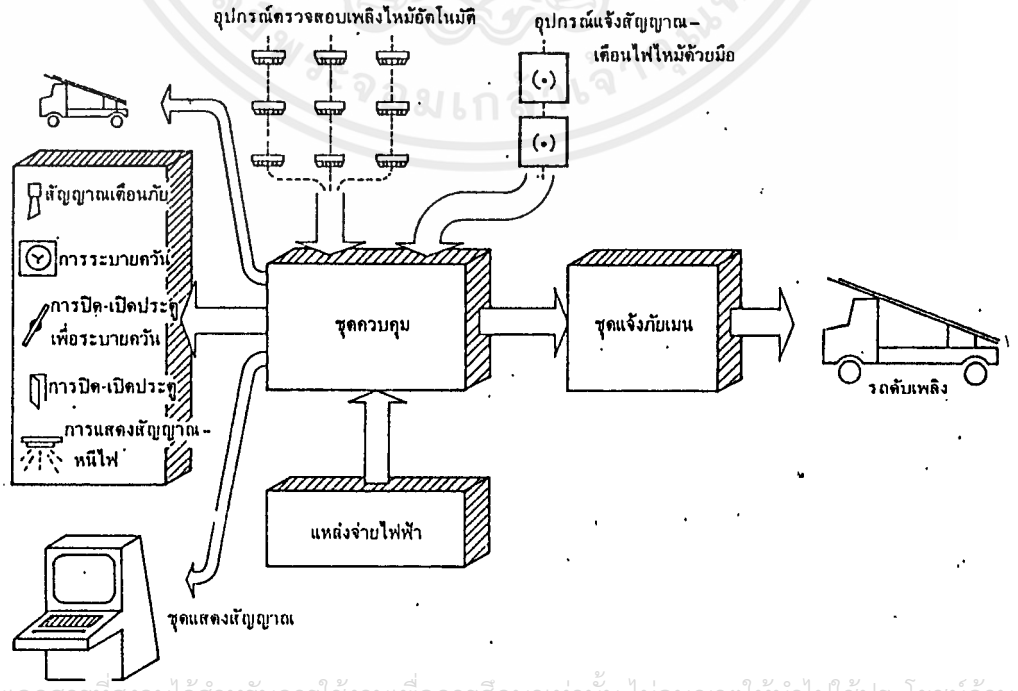
1. ชุดจ่ายไฟ เป็นแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง โดยมากเป็นแบตเตอรี่ ในภาวะปกติ จะมีการชาร์จแบตเตอรี่เต็มพร้อมที่จะทำงานตลอดเวลา และเมื่ออยู่ในภาวะแจ้งเหตุต้องสามารถทำให้อุปกรณ์ทำงานอย่างน้อย 5 นาที

2. แผงควบคุม เป็นส่วนควบคุม และตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ และส่วนต่างๆ ในระบบ ประกอบด้วยวงจรตรวจควบคุม วงจรทดสอบการทำงาน วงจรป้องกันระบบ วงจรสัญญาณแจ้งการทำงานในสภาวะปกติ และภาวะยืดป้องของส่วนต่างๆของระบบ

3. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ เป็นต้นกำเนิดสัญญาณแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

– อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล เช่น สถานีแจ้งสัญญาณเตือนอัคคีภัยแบบใช้มือดึง หรือกดหรือแบบทุบกระจก

– อุปกรณ์เริ่มสัญญาณอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ไวต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงตามระยะทางต่างๆของการเกิดเพลิงไหม้ ได้แก่อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับไฟและอุปกรณ์ฟนน้ำ



รูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุบกรณ์แจ้งสัญญาณ เป็นอุบกรณ์ที่รับสัญญาณจากอุบกรณ์เริ่มสัญญาณ แล้วแสดงให้ผู้ใช้อาคารรู้ว่ามีการตรวจพบการเกิดยัคคีภัยโดยแสดงทางแสงและเสียง ได้แก่ กระดิ่ง ไฟสัญญาณ สัญญาณแจ้งเหตุอาจเป็นรหัสหรือสัญญาณธรรมดาก็ได้

5. อุบกรณ์ระกอบ เป็นอุบกรณ์ที่ทางานเชื่อมโยงกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกันและดับเพลิง โดยจะถ่ายทอดสัญญาณระหว่างระบบเตือนยัคคีภัยกับระบบอื่น เช่น รับสัญญาณจากระบบเตือนยัคคีภัยมากระตุ้นการทางานของระบบดับเพลิงด้วยสารเคมีโดยยัตโนมัติ

อุบกรณ์ตรวจจับการเกิดยัคคีภัยชนิดเริ่มสัญญาณโดยยัตโนมัติ

1. อุบกรณ์ตรวจจับความร้อน เป็นอุบกรณ์ที่มีความไวต่อสภาพอากาศที่อุณหภูมิสูงผิดบกติ หรือสภาพอากาศที่มีการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วผิดบกติ ซึ่งมีทั้งหมด 4 แบบด้วยกันคือ

– แบบอุณหภูมิตายตัว (Fixed temperature) โดยจะส่งสัญญาณ เมื่อความร้อนเกินอุณหภูมิที่กาหนด

– แบบตรวจจับยัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate of rise) จะส่งสัญญาณเมื่อยัตราเพิ่มของความร้อนเกินอุณหภูมิที่กาหนด

– แบบอุณหภูมิตายตัวผสมกับยัตราการเพิ่ม (combination rate of rise and fixed temperature)

– แบบตรวจจับสภาพความเบลี่ยนแบลง (Rate anticipation)

โดยทั่วไบอุบกรณ์ตรวจจับความร้อนจะใช้ติดตั้งในพื้นที่ที่มีสิ่งของภายในน้อย หรือในบริเวณที่มียัตราการเสี่ยงสูง ที่ซึ่งคาดว่าจะก่อให้เกิดเบลวไฟร้อนเมื่อยามเกิดยัคคีภัย นอกจากนั้นที่ที่นิยมใช้ติดตั้ง ได้แก่พื้นที่ที่ไม่มีอุบกรณ์ตรวจจับชนิดใดๆ เหมาะสมที่จะใช้ อาจเนื่องจาก ภาวะแวดล้อม เช่นในที่ที่บกติมีควันมาก ฝุ่นละอองมาก ความชื้นสูงเป็นต้น

2. อุบกรณ์ตรวจจับควัน ด้วยหลักความจริงที่ว่า เมื่อเกิดยัคคีภัยจากการเผาไหม้จะมีขั้นตอนดังนี้ คือ เกิดควันที่มองไม่เห็น เกิดควันที่มองเห็น เกิดเบลวไฟและเกิดความร้อน ตามลาดับ ซึ่งอุบกรณ์ตรวจจับควันถูกออกแบบมาเพื่อให้ตรวจจับการเกิดยัคคีภัยให้ได้ในระยะต้นๆ โดยทั่วไบแล้วอุบกรณ์ตรวจจับควันที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 2 ชนิด คือ

– อุบกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยหลักการเกิดไอออน (Ionization detecter) ภายในอุบกรณ์จะมีสารกัมมันตรังสี ทาให้อากาศภายในแตกตัวและนาไฟฟ้า เมื่ออนุภาคควันผ่านเข้ามาในกล่องจะรวมตัวกับไอออนทาให้ไอออนเคลื่อนที่ได้ช้าลง เป็นผลให้สภาพความนาไฟฟ้าลดลง และอุบกรณ์ตรวจจับจะทางาน เมื่อสภาพความนาไฟฟ้าลดลง

– อุบกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยไฟฟ้าพลังแสง (photoelectric detecter) แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

ก. อุบกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยหลักการกระจายไฟฟ้าของแสง ภายในจะมีแหล่งกาเนิดแสงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุบกรณ์ไวแสง โดยแสงจากแหล่งกำเนิดไม่ได้ส่องตรงไปยังอุบกรณ์ไวแสง แต่เมื่อมีควันเกิดขึ้น อนุภาคควันจะเป็นตัวสะท้อนแสงไปยังอุบกรณ์ไวแสง

ข. อุบกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยหลักการบดบังไฟฟ้าพลังแสง ภายในอุบกรณ์ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงที่ฉายลำตรงไปยังอุบกรณ์ไวแสง อุบกรณ์ตรวจจับจะเริ่มสัญญาณ เมื่อมีอนุภาคควันมาคั่นอยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดแสงกับอุบกรณ์ไวแสง ลดบริมาณแสงลงถึงจุดที่กำหนด

อุบกรณ์ตรวจจับโดยอาศัยไฟฟ้าพลังแสง จะตรวจจับได้เฉพาะควันที่มองเห็นด้วยตาเปล่าซึ่งใช้กว่าแบบอาศัยหลักการเกิดไอออน อย่างไรก็ตามอุบกรณ์ทั้งสองแบบก็ยังมีความรวดเร็วกว่าอุบกรณ์ตรวจจับความร้อน

ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

หลังจากได้เกิดการลุกไหม้ขึ้น และอุบกรณ์ตรวจสอบได้ตรวจสอบแล้ว และส่งสัญญาณมายังแผงควบคุม ซึ่งจะสั่งการให้ระบบดับเพลิงอัตโนมัติทำงาน เพื่อที่จะดับเพลิงไหม้ต่อไป ในปัจจุบันระบบดับเพลิงไหม้อัตโนมัติมีอยู่ 2 แบบคือ

1. ระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบฉีดน้ำผอย (Sprinkler System) หลักการทำงานคือ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นจะทำให้อุณหภูมิบริเวณดังกล่าวสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ หลอดแก้วที่หัวฉีดน้ำผอยจะแตกออก และน้ำที่ถูกยับไว้นความดันสูง ก็จะถูกฉีดออกมาเป็นผอย หัวฉีดน้ำผอยนี้อาจเป็นแบบหัวห้อย(Pendent) หรือแบบหัวตั้ง (Up-right) การที่ระบบฉีดน้ำผอยจะทำงานหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับว่าหลอดแก้วจะแตกหรือไม่

2. ระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบแก๊ส การทำงานจะเหมือนกับแบบฉีดน้ำผอย แต่จะปล่อยแก๊สออกมาแทนที่จะเป็นน้ำ แก๊สที่นิยมใช้นปัจจุบันคือ แก๊สฮาลอน (Halon) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การที่ต้องใช้แก๊สเป็นน้ำยาดับเพลิง เพราะแก๊สเป็นน้ำยาดับเพลิงชนิดสะอาด ซึ่งหลังจากการดับเพลิงแล้วจะไม่มีน้ำยาหลงเหลืออยู่ ดังนั้นจึงนิยมใช้นพื้นที่ที่ต้องการการดับเพลิงชนิดพิเศษ และไม่ต้องการให้อุบกรณ์หรือวัสดุที่อยู่นบริเวณนั้นได้รับความเสียหายจากน้ำยาดับเพลิง เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องเครื่อง กำเนิดไฟฟ้า ห้องสมุด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการเบื้องต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า

หลักการในการออกแบบระบบไฟฟ้าจะมีปัจจัยที่จะต้องนำมาประกอบในการพิจารณา และออกแบบอยู่หลายส่วนด้วยกัน เช่น การออกแบบระบบไฟฟ้า การออกแบบงานระบบต่างๆภายในอาคาร การเผื่อโหลดเป็นต้น ซึ่งในบทนี้ จะได้พิจารณาถึงทฤษฎีในการออกแบบของแต่ละส่วนโดยละเอียด สำหรับการออกแบบจริงในอาคารวิจัยจะจัดไว้ในบทต่อไป

3.1. วงจรย่อย

3.1.1 การแบ่งวงจรย่อย

สามารถที่จะแบ่งออกตามขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ตัดกระแสไฟฟ้าสำหรับวงจรนั้นๆ วงจรย่อยจะต้องมีขนาด 5,10,15,20,30,40 และ 50 A นอกจากวงจรย่อยเฉพาะซึ่งจ่ายกระแสให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเดียว และในกรณีที่สายตัวนำมีขนาดเล็กกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ เพื่อป้องกันแรงดันไฟตกขนาดของวงจรย่อยต้องถือตามขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ในกรณีที่เต้ารับมีที่ต่อสายลงดิน จะต้องต่อสายลงดิน และวงจรย่อยซึ่งจ่ายกระแสให้เต้ารับเหล่านี้ก็จะต้องมีสายดินและจะต้องต่อลงดินด้วย

3.1.2 โหลดสำหรับวงจรย่อย

วงจรย่อยที่มีเต้ารับตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปจะต้องมีโหลดดังต่อไปนี้คือ

1) วงจรย่อยขนาด 5,10,15,20 A โหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้ว จะต้องไม่เกิน 50% ของขนาดของวงจรย่อยเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบชิ้นหนึ่งๆจะต้องไม่เกิน 80% ของวงจรย่อย

2) วงจรย่อยขนาด 40 A และ 50 A ให้ใช้กับตวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรแบบใช้งานหนักที่ไม่ได้อยู่ในอาคาร หรือเครื่องทำความร้อนแบบอินฟาเรด

3) วงจรย่อยขนาด 30 A ให้ใช้กับตวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรแบบใช้งานหนักที่ไม่ได้อยู่ภายในอาคาร หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมิใช่ตวงโคมในอาคารทุกประเภท ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบชิ้นหนึ่งๆ จะต้องมีขนาดไม่เกิน 80% ของวงจรย่อย

4) วงจรย่อยที่ประกอบขึ้นด้วยตวงโคม เต้าเสียบ และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งแต่ละจุดใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 10 A จะต้องแบ่งออกเป็นวงจรย่อย โดยแต่ละวงจรย่อยต้องไม่เกิน 10 จุด

ในทางปฏิบัติส่วนมาก จะแยกวงจรย่อยออกตามลักษณะการใช้ เช่น แยกวงจรย่อยเป็นของเครื่องทำน้ำร้อน เครื่องทำความเย็น เครื่องใช้ถาวรที่มีอัตราการใช้ไฟเกิน 1 KW มอเตอร์ที่ต่อถาวรมีขนาดมากกว่า 1/8 HP ชุดแสงสว่าง และชุดเต้าเสียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การคำนวณวงจรย่อย

1) วัตต์ที่ต่อเนื่องของวงจรย่อยต้องไม่เกิน 80% ของพิกัดกระแสของวงจรย่อยนั้น ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงตัวนำว่าเป็นแบบใดและทำงานในลักษณะใด

2) วัตต์แสงสว่างและวัตต์เต้ารับ การคิดวัตต์แสงสว่างโดยทั่วไปบนอาคาร ต้องไม่น้อยกว่าในตารางที่ 3.1 การคิดพื้นที่ต้องเป็นพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร

ตารางที่ 3.1 วัตต์แสงสว่างและวัตต์เต้ารับสำหรับอาคารวิจัย

ชนิดของอาคาร	วัตต์แสงสว่าง (Watts/Sq Ft)	วัตต์เต้ารับ (Watts/Sq Ft)
สำนักงาน	3	5
ห้องทดลองวิจัย	3	10
ศูนย์คอมพิวเตอร์	3	50
ห้องเก็บของ	3	1
ห้องเลี้ยงสัตว์	3	2

3) จุดต่อไฟฟ้าสำหรับวัตต์แบบใช้งานหนัก ให้คิดวัตต์จุดละ 3 A ส่วนจุดต่อไฟฟ้าอื่นๆ ให้คิดวัตต์จุดละ 1 A

4) วัตต์พิเศษอื่นๆ ในกรณีนี้จะหมายถึงระบบปั๊มน้ำของอาคารสูง ระบบปั๊มน้ำที่ใช้ในการดับเพลิง และวัตต์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะพิจารณาได้จากตารางที่ 3.2 3.3 และ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการ (KW) สำหรับระบบปั๊มน้ำของอาคารสูง

ชนิดของอาคาร	บริมาณ	จำนวนของชั้น			
		5	10	25	50
อพาร์ตเมนท์	10 ห้อง/ชั้น	–	15	90	350
โรงพยาบาล	30 เตียง/ชั้น	10	45	250	–
โรงแรม	40 ห้อง/ชั้น	7	35	175	450
สถานที่ทำงาน	930 m^2/ชั้น	–	15	75	250

ตารางที่ 3.3 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการ (KW) สำหรับใช้กับระบบปั๊มน้ำดับเพลิง

พื้นที่ / ชั้น (m^2)	จำนวนของชั้น			
	5	10	25	50
465	40	65	150	250
930	60	100	200	400
2325	75	150	275	550
4650	120	200	400	800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 โหลดของเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารชนิดต่างๆ

ชนิดของอาคาร	โหลดของเครื่องปรับอากาศ (VA/m^2)
ธนาคาร	75
ดีพาร์ทเมนท์สโตร์	32–54
โรงแรม	65
อาคารสำนักงาน	65
อาคารที่มีอุบกรณ์สื่อสารจำนวนมาก	75–86

3.2. สายป้อน

สายป้อน คือ สายที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่วงจรย่อย

3.2.1 ขนาดของสายป้อน

ขนาดของสายป้อนจะต้องมีขนาดที่สามารถนำกระแสได้ ไม่น้อยกว่า จำนวนกระแสในการใช้กำลังไฟฟ้าตามการคำนวณในเรื่องวงจรย่อย และต้องมีขนาดโตเพียงพอซึ่งเมื่อคำนวณขนาดแรงดันไฟฟ้าตกเนื่องจากโหลดของวงจรย่อย แรงดันไฟตกในช่วงของสายป้อนจะต้องไม่เกิน 3% แต่ทั้งนี้หากรวมแรงดันไฟฟ้าตกในช่วงวงจรย่อยด้วยจะต้องไม่เกิน 5% และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า2.5 mm^2 เสมอ

3.2.2 การคำนวณโหลดและขนาดตัวนำสายป้อน

การคำนวณโหลดของสายป้อนจะต้องไม่น้อยกว่าผลบวกของวงจรย่อยทั้งหมด ในกรณีไฟแสงสว่าง อาจใช้ตาราง demand factor ตามตารางที่ 3.5เพื่อลดขนาดของสายป้อนได้ นอกจากนี้มีตารางที่3.6 สำหรับ demand factor ของเต้ารับในอาคารที่พักอาศัยด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 demand factor ของสายป้อนแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	กำลังไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ทั้งหมด (VA)	demand factor (%)
อาคารที่อยู่อาศัย	3000 แรก	100
(ยกเว้นโรงแรม)	3001–120000	35
	ที่เกิน 120000	25
โรงพยาบาล	50000 แรก	40
(ยกเว้นห้องผ่าตัด)	ที่เกิน 50000	20
โรงแรมและแพลต	20000 แรก	50
	20001–100000	40
	ที่เกิน 100000	30
โกดังเก็บสินค้า	12500 แรก	100
	ที่เกิน 12500	50
อาคารประเภทอื่นๆ	ทั้งหมด	100

ตารางที่ 3.6 demand factor สำหรับวงจรเต้ารับของอาคารอื่นๆที่ไม่ใช่อาคารที่อยู่อาศัย

กำลังไฟฟ้าเต้ารับที่ใช้ทั้งหมด (VA)	demand factor (%)
10 KVA แรก	100
ที่เกิน 10 KVA	50

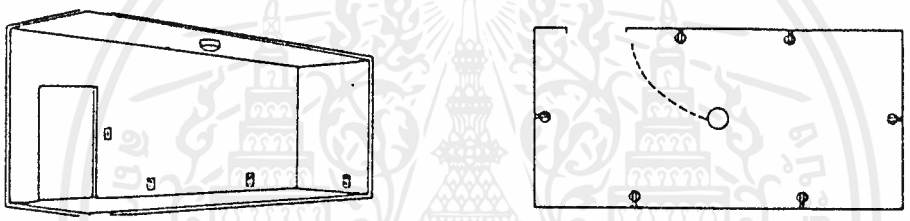
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3. แบบแปลนของวงจรย่อยของไฟฟ้าแสงสว่างและระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเขียนแบบไฟฟ้าขึ้นมา ซึ่งแบบแปลนไฟฟ้าก็คือแบบที่ใช้แสดงส่วน และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกเขียนลงไปในแบบ โดยจะใช้สัญญลักษณ์ในแบบแปลนไฟฟ้านี้แสดงตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดรวมไปถึงการแบ่งวงจรและอุปกรณ์วงจรไฟฟ้า ซึ่งอาจจะประกอบไปด้วยสวิทช์ของหลอดหรือเต้าเสียบไฟโดยจะใช้สัญญลักษณ์แทนลงไป

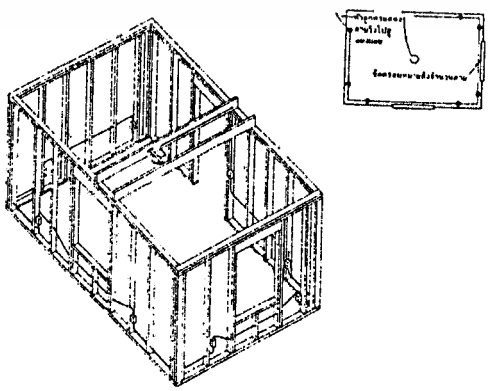
แบบแปลนไฟฟ้าที่ถูกต้องจะประกอบไปด้วย

– แบบการติดตั้ง จะประกอบไปด้วยตำแหน่งของหลอดไฟหรือเต้าเสียบ สวิทช์ เต้าเสียบ และอาจจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็น เช่น เครื่องทำความเย็น โดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เหล่านี้ในการติดตั้งจะต้องสอดคล้องกับลักษณะของห้องด้วย



รูปที่ 3.1 แสดงแบบแปลนไฟฟ้าเปรียบเทียบกับลักษณะของห้อง

– แบบการเดินสาย เมื่อทราบตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆแล้ว ก็นำมาเขียนวงจรไฟฟ้าซึ่งจะเป็นลักษณะของวงจรย่อย โดยแบบการเดินสายจะช่วยให้ทราบว่าในแต่ละวงจรย่อยจะประกอบด้วยอุปกรณ์อะไรบ้าง และที่นอกจากนี้ในกรณีที่เขียนแบบการเดินสายที่สมบูรณ์ แบบการติดตั้งก็สะดวกเพราะสามารถดำเนินการติดตั้งได้ตามแบบการเดินสายได้เลย โดยแบบไฟฟ้าที่นำไปติดตั้งจริงๆ จะเรียกว่า ช็อพดรอยิ้ง (shop drawing)



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของแบบการเดินสายพร้อมทั้งแสดงการติดตั้งที่ควบคู่ไปกับแบบการเดินสาย

สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนและการคำนวณแบบแปลนไฟฟ้าที่เป็นวงจรย่อย ควรยึดหลักในการทำงานดังนี้

1. วงจรย่อยของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเต้าเสียบ ควรจะแยกออกจากกัน

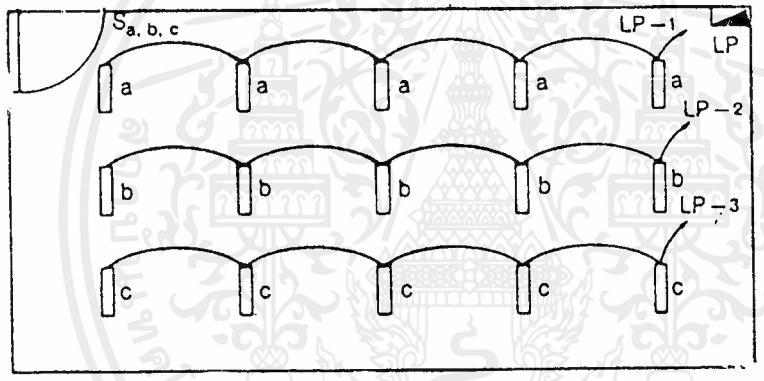
2. ในแต่ละวงจรย่อยที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่ควรเกิน 10 จุด(เช่น ดวงโคม หรือเต้าเสียบจะเรียกว่า 1 จุด)ในกรณีที่เป็นแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ จะต้องคำนึงถึงค่ากระแสโหลดที่ไหลผ่านวงจรย่อยนั้นๆ

3. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่กินกระแสเกินกว่า 10 A จะต้องแบ่งออกเป็นวงจรย่อยยึกต่างหาก

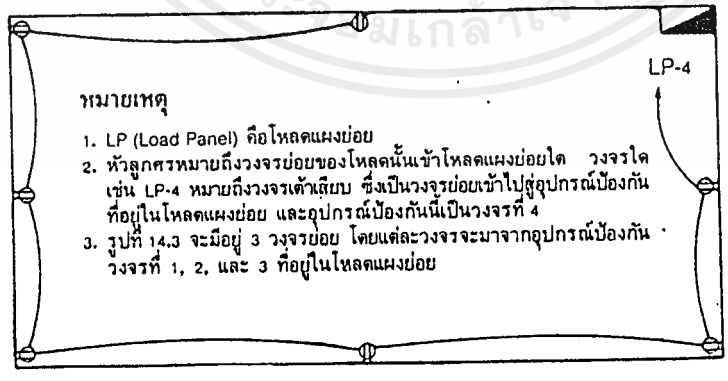
4. วงจรย่อยทุกวงจรจะต้องเดินมาที่แผงสวิทช์หรือแผงสวิทช์ย่อย

5. สายวงจรย่อยขนาดเล็กสุดจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.5 mm^2

6. สายที่เข้าเต้าเสียบจะต้องไม่เล็กกว่า 2.5 mm^2 สายที่เข้าดวงโคม และสวิทช์ต้องไม่เล็กกว่า 0.5 mm^2 นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าตกในวงจรด้วย



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะวงจรย่อยของระบบแสงสว่าง



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรย่อยของบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทำรายการโหลดและทำให้โหลดสมดุล

จุดประสงค์ของการทำให้โหลดสมดุล เพราะว่าในระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ต้องการให้กระแสที่ไหลไปยังโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละเฟสมีค่าเท่ากันนั่นเอง เนื่องจากว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรและอุปกรณ์ป้องกันกระแสโหลเกิน ถ้าไม่มีการทำให้โหลดสมดุลแล้วอาจทำให้เฟสใดเฟสหนึ่งกินกระแสมากกว่ายกเฟสหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรหรือป้องกันกระแสเกินที่ต่อทั้ง 3 เฟส ขาดไม่พร้อมกัน จะทำให้อุปกรณ์ชนิด 3 เฟส เกิดการเสียหายได้ และอีกประการหนึ่งคือ ในระบบ 3 เฟส 4 สาย หากทุกเฟสมีกระแสเท่ากันแล้วจะทำให้กระแสที่ไหลในสายจุดกลางเท่ากับศูนย์แล้วจะทำให้สามารถลดขนาดของสายจุดกลางให้มีขนาดเล็กลงกว่าสายเฟสได้ โดยปกติแล้วการทำโหลดให้สมดุลจะมีหลักเกณฑ์ดังนี้คือ

1. ทำกระแสในแต่ละเฟสให้เท่ากัน
2. ทำค่า VA ในแต่ละเฟสให้เท่ากัน

การหาค่า VA ของโหลดจะสามารถพิจารณาได้จาก

ก. ในกรณีที่เป็นหลอดพลูออเรสเซนต์

$$VA = \frac{\text{วัตต์}}{\cos \theta}$$

ข. ในกรณีที่เป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือขดลวดความต้านทาน

VA = วัตต์

ค. พวกวงจรเต้ารับจะมีขนาด

= 200 – 220 VA

รายการโหลด (load schedule) หมายถึง ตารางที่แสดงการแจกแจงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อในระบบ ซึ่งอาจจะเป็น 1 เฟส หรือ 3 เฟสก็ได้ โดยแสดงว่ามีกี่วงจร แต่ละวงจรมีค่า VA เท่าใด และขนาดของสายป้อนและเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นเท่าไร

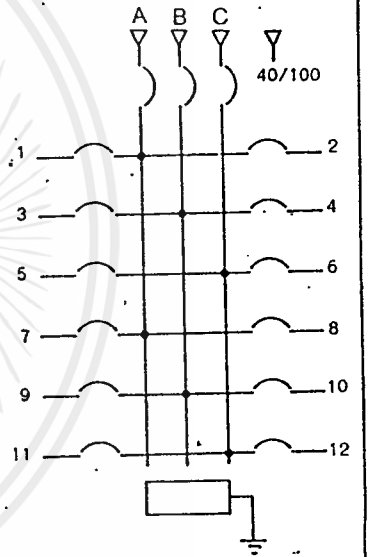
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOCATION : 5th FLOOR
CAPACITY : 12 CIRCUIT

Distribution panelboard NO...

วงจร หมายเลข	รายละเอียด ของโหลดที่ใช้	โหลด (VA) ø A	ø B	ø C	เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย ขั้ว	AF	AT	สาย mm²	ชนิด	ท่อร้อยสาย
1	Wall Receptacle	1980			1	50	15	2.5	TW	½"
3	"		1980		1	50	15	2.5	TW	½"
5	"			1980	1	50	15	2.5	TW	½"
2	"	1980			1	50	15	2.5	TW	½"
4	"		1980		1	50	15	2.5	TW	½"
6	"			1980	1	50	15	2.5	TW	½"
7	air condition	2000			1	50	20	4	TW	½"
9	"		2000		1	50	20	4	TW	½"
11	"			2000	1	50	20	4	TW	½"
8	lighting	1200			1	50	10	2.5	TW	½"
10	space		500		1	50	10	–	–	–
12	space			–	–	–	–	–	–	–
Connected to...		7160	6460	5960	Main 40 AT / 100 AF			Main 4-10 mm² THW		
		19580			3 Pole			Conduit $I_C \geq 14$ kA 1" IMC		

ไดอะแกรม 380/220 V 3ø 4W S/N.



หมายเหตุ การหากระแสในแต่ละเฟสอาจจะหาจาก

(ก) 19580 / $\sqrt{3}$ × 380 = 29.74 A หรือ

(ข) 7160 / 220 = 32.54 A

3.5 สายประธาน

สายประธาน คือ สายที่มีขนาดเล็กพอที่จะสามารถนำกระแสไฟฟ้า สำหรับการใช้กำลังไฟฟ้าของอาคารโดยไม่ทำให้อุณหภูมิของสายสูงเกินกว่าที่จำกัดได้ ปกติสายประธานมีอยู่ 2 ประเภทคือ

1. สายประธานอากาศ คือ สายที่เดินจากเสาที่ติดตั้งเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าเข้าสู่อาคาร จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 4 mm^2

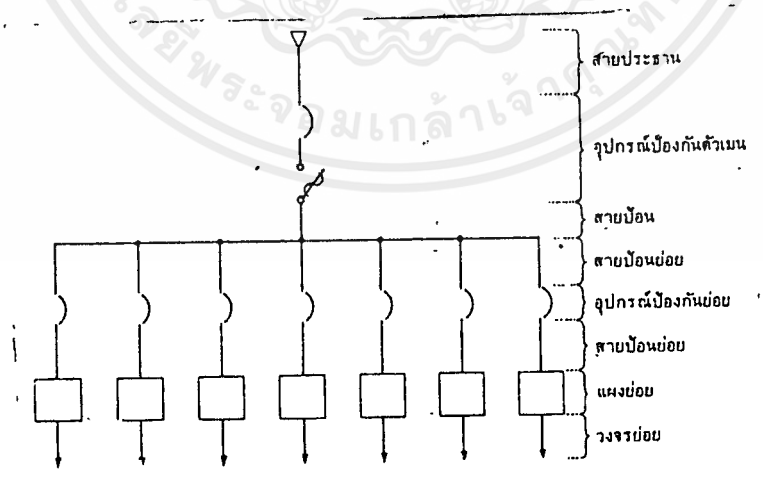
2. สายประธานใต้ดิน จะต้องมีขนาดกระแสเพียงพอสำหรับโหลด และต้องมีขนาดพื้นที่ภาคตัดขวางไม่ต่ำกว่า 10 mm^2

3.6 การป้องกันกระแสเกิน

การป้องกันกระแสเกิน มีจุดประสงค์ เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัดวงจรไฟฟ้าออก เมื่อกระแสไฟฟ้ามีค่าเกินถึงขนาดที่จะทำให้เกิดความร้อนสูงมากในสายไฟฟ้าหรือฉนวนหุ้มสาย

3.7 การจัดวางวงจรต่างๆ

จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่ามีส่วนต่างๆของวงจร ซึ่งจะจ่ายไฟเข้าสู่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือโหลดต่างๆโดยที่ส่วนต่างๆของวงจรดังกล่าวนี้ ได้แก่ วงจรย่อย สายป้อน และ สายประธานซึ่งจะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆของระบบไฟฟ้า

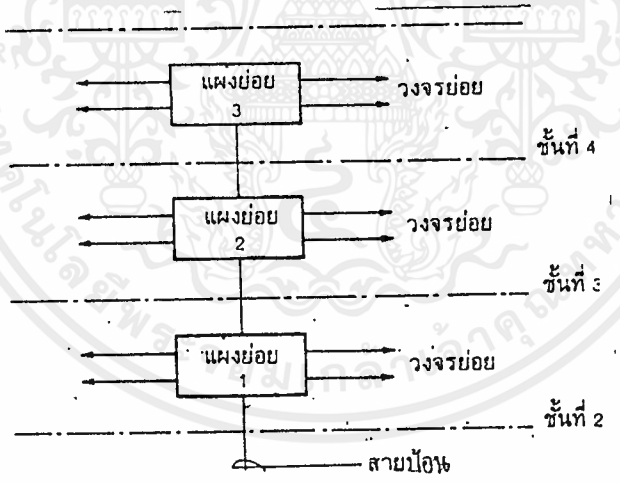
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เป็นระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือสถานที่ที่ใช้จำหลดจำนวนมาก ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัวเมนและสายป้อน อาจอยู่ในตู้เดียวกันซึ่งเรียกว่า แผงสวิทช์ใหญ่(Main Distribution Board) หรือในกรณีที่เป็นระบบไฟฟ้ามากกว่า 1 KV ก็อาจจะประกอบกันอยู่ในสถานีย่อย

3.8 ไรเซอร์ไดอะแกรม (Riser Diagram)

ไรเซอร์ไดอะแกรม คือ ทางเดินของสายป้อน หรือสายป้อนย่อยของระบบจ่ายไฟอุงตัวอาคารโดยที่ว่าๆไปแล้ว ไรเซอร์ไดอะแกรมก็จะมีความสัมพันธ์กับวันไลน์ไดอะแกรม (One Line Diagram) โดยที่ไรเซอร์ไดอะแกรมจะบอกถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดตั้งแต่ตัวรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้ามา และจ่ายไฟไปยังชั้นต่างๆก็ตาม ก็จะบอกถึงแผงย่อยในแต่ละชั้นว่าการรับจ่ายไฟฟ้ามาจากแหล่งใด นอกจากนี้จะรวมไปถึงข้อมูลต่างๆ เช่น ขนาดของสายป้อน จำนวน ชนิด หรือจำนวนชนิดของท่อหรือทางเดินสายอย่างอื่นๆ ซึ่งวิธีเดินสายย่อยไปยังแผงต่างๆจะขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอาคารและลักษณะที่ต้องการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นจึงพอที่จะสรุปทางเดินของสายป้อนได้ดังนี้

1. ในอาคารสูง 2 – 3 ชั้น การเดินสายป้อนเข้าแผงย่อยจ่ายไฟต่างๆ อาจใช้วิธี ดังรูปที่ 3.6



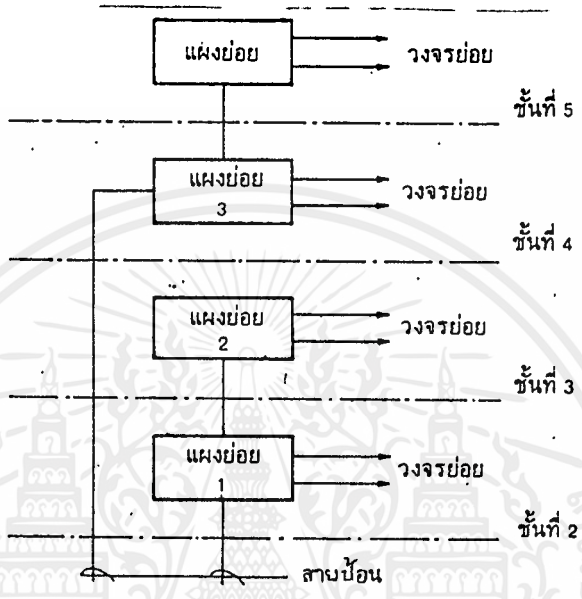
รูปที่ 3.6 การเดินสายป้อนในอาคารซึ่งสูงเพียง 2-3 ชั้น (ใช้สายป้อนชุดเดียวกัน)

แต่วิธีการดังกล่าวจะมีข้อเสียคือ แรงดันไฟฟ้าในชั้นบนจะต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าในชั้นล่าง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟให้ใหญ่ขึ้น ทำให้สิ้นเปลือง นอกจากนี้ยังไม่สามารถควบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

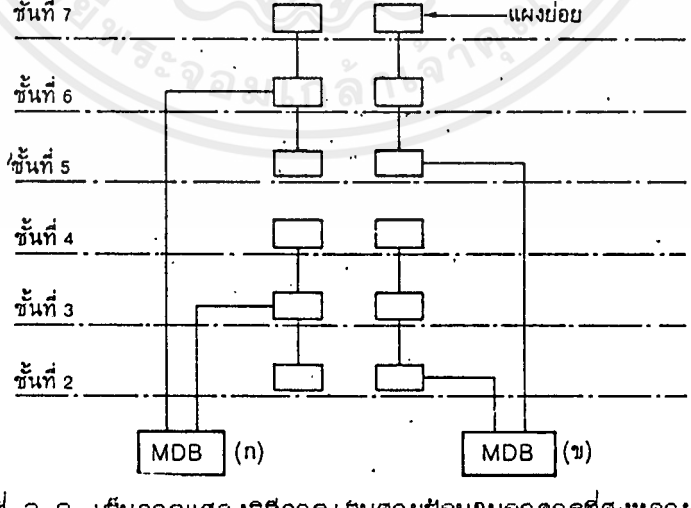
ควบคุมการปิด เปิดไฟได้มาก

วิธีการดังในรูปที่ 3.7 แม้จะเป็นลักษณะอาคารแบบเดียวกับในรูปที่ 3.6 แต่เป็นวิธีการที่ดีกว่า เพราะอาจเลือกขนาดของสายป้อนแต่ละสาย เพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตกในสายเท่ากัน เพื่อให้ประหยัดที่สุดมักจะใช้แผงย่อยจ่ายไฟไม่เกิน 3 แผง และใช้สายป้อนชุดเดียวกัน (แต่ก็ไม่ใช่หลักเกณฑ์ที่ตายตัว)



รูปที่ 3.7 เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากรูปที่ 3.6

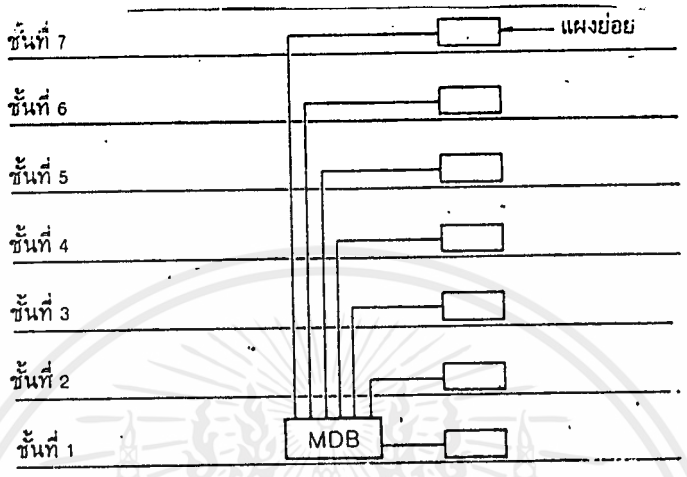
2. ในอาคารที่สูงหลายชั้น จะสามารถแสดงหลักการและวิธีการเดินสายป้อนได้ ดังรูปที่ 3.8 แต่วิธีของรูป (ก) จะดีกว่ารูป(ข) เพราะว่าแรงดันไฟฟ้าที่แผงย่อยจะมีค่าเท่ากันทุกแผง



รูปที่ 3.8 เป็นการแสดงวิธีการเดินสายป้อนในอาคารที่สูงหลายชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอาคารใหญ่ๆ บางครั้งเพื่อความสะดวกสบายอาจจำเป็นต้องเดินสายป้อนเพียงสายเดียวไปยังแผงย่อยต่างๆ ซึ่งจะอยู่ตามชั้นต่างๆ เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้ไฟฟ้าได้ง่าย เพราะจะไม่เกี่ยวข้องกับชั้นอื่นๆ โดยได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงการเดินสายป้อนยกลักษณะหนึ่ง

นอกจากนี้ในอาคารที่สูงมากๆ ถ้าใช้สายป้อนแรงดันต่ำอาจจะต้องใช้สายขนาดใหญ่มาก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมักเดินสายป้อนแรงดันสูงเข้ามายังหม้อแปลง ซึ่งจะติดตั้งไว้ยังชั้นที่เหมาะสม และจากหม้อแปลงเหล่านี้ จะเดินสายป้อนแรงต่ำไปยังแผงย่อยอื่นๆต่อไป

3.9 วันไลน์ไดอะแกรม (One Line Diagram)

วันไลน์ไดอะแกรมเป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยจะเป็นสิ่งที่แสดงถึงระบบการจ่ายไฟฟ้าทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นอาคาร หรือโรงงานอุตสาหกรรมใดๆ รายละเอียดทั้งหมดจะได้กล่าวอีกครั้งหนึ่งในการออกแบบระบบไฟฟ้าของอาคารวิจัยในบทต่อไป

3.10 การออกแบบระบบตรวจสอบเพลิงไหม้และสัญญาณเตือนภัย

ในการออกแบบระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย จำเป็นที่จะต้องมีระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบโดย

1. การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบบนเพดาน จะต้องให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ไม่เกินบกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด และในบริเวณที่ใกล้ผาผนังหรือผ้าก้นห้องทุกด้านที่มีระยะห่างกว่าเพดานน้อยกว่า 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตรจำเป็นที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบโดยมีระยะห่างจากผาผนังหรือผาห้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบที่ผู้ผลิตกำหนด

2. ทุกๆจุดบนเพดาน จะต้องมีระยะห่างจากอุปกรณ์ตรวจสอบไม่เกิน 0.7 เท่า ของระยะห่างที่ผู้ผลิตกำหนด เพดานที่มีความสูง 3–9 เมตร จะต้องลดระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบลงด้วยตัวคูณ (คิดเป็นเบอร์เซ็นต์ของระยะพิกัด) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าตัวคูณที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบ

ความสูงของเพดาน		ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบ คิดเป็น % ของระยะพิกัดที่กำหนด
เมตร	ฟุต	
0 – 3	0 – 10	100
3 – 3.5	1 – 12	91
3.5– 4.3	12 – 14	84
4.3– 5	14 – 16	77
5 – 5.4	16 – 18	71
5.4– 6	18 – 20	64
6 – 6.7	20 – 22	58
6.7– 7.3	22 – 24	52
7.3– 8	24 – 26	46
8 – 8.5	26 – 28	40
8.5– 9	28 – 30	34

ในการติดตั้ง ผู้ผลิตได้ระบุไว้ด้วยว่าอุปกรณ์ตรวจสอบความร้อนมีความสามารถในการทำงานครอบคลุมพื้นที่ 2500 ตารางฟุต หรือ 225 ตารางเมตร ส่วนอุปกรณ์ตรวจสอบควันจะสามารถครอบคลุมพื้นที่ 225 ตารางฟุต หรือ 20.25 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 สรุป

ในการออกแบบการคำนวณระบบไฟฟ้านั้น จะมีขั้นตอนการทำงานคร่าวๆพอสรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบวงจรย่อย ควรที่จะแยกวงจรย่อยของดวงโคม และเต้าเสียบออกจากกัน โดยโหลดแต่ละวงจรย่อยมีได้ไม่ควรเกิน 10 จุด ส่วนขนาดของสายของวงจรย่อยจะต้องสามารถรับกระแสที่เข้าโหลดได้อย่างไม่มีอันตราย และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ในกรณีที่เป็นอุบกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ เช่น เครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็น ควรที่จะแยกวงจรย่อยออกเฉพาะอุบกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ในกรณีที่ใช้อุบกรณ์ป้องกันกระแสเกิน จะต้องมีขนาดพิกัดไม่มากกว่าขนาดของกระแสสูงสุดของสาย

2. การออกแบบสายป้อน โดยจะต้องทำการสร้างรายการโหลด และ ทำการคำนวณหาโหลดในแต่ละเฟสสมดุล (ในกรณี 3 เฟส)ขนาดกระแสของสายป้อนจะทำการหาได้จากรายการโหลดดังกล่าวในกรณีอาคารที่ออกแบบมีหลายชั้น การหาขนาดของสายป้อนที่ไปยังชั้นต่างๆ ควรจะแยกตามชั้นหรืออาจจะมีสายป้อนชุดเดียวจ่ายกลายชั้นก็ได้ แต่ไม่ควรเกิน 3 ชั้น

หลังจากนั้นให้ทำการคำนวณหาอุบกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ซึ่งจะต้องมีพิกัดตามรายการโหลด อุบกรณ์ป้องกันดังกล่าวควรจะมีอยู่ตามชั้นต่างๆ โดยจะเรียกว่า แผงย่อย

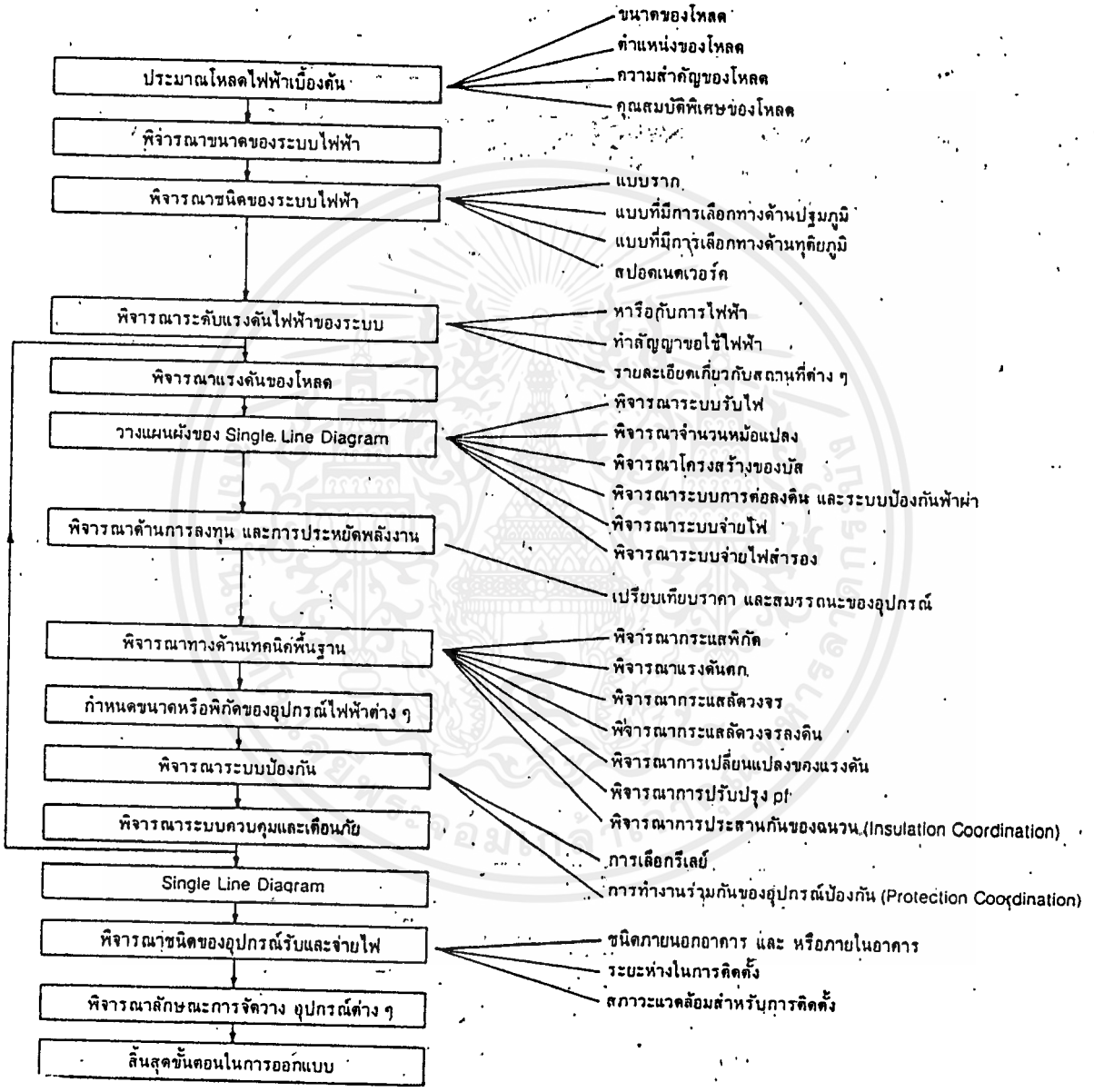
3. ในกรณีที่ได้แผงย่อยแล้ว แผงย่อยอาจมีหลายชุดก็ได้ ให้มาทำการคำนวณหาแผงสวิทช์ใหญ่ต่อไป ซึ่งพิกัดของอุบกรณ์ต่างๆที่ใช้จะต้องสัมพันธ์กับขนาดของแผงย่อย

4. หลังจากนั้นในการเขียนวันไลน์ไดอะแกรมและไรเซอร์ไดอะแกรมโดยวันไลน์ไดอะแกรมจะได้มาจากข้อ 3 ส่วนไรเซอร์ไดอะแกรมได้มาจากข้อ 2

5. จะต้องพิจารณาถึงระบบจ่ายไฟที่จะใช้ว่าจะเป็นแบบสายป้อนแบบรากอย่างง่ายๆ หรือชุดสายป้อนที่มีทางเลือกทางด้านบฐมภูมิ หรืออื่นๆต่อไป ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับขนาดและกระแสโหลดทั้งหมดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทางานของการออกแบบระบบไฟฟ้านั้น จะสามารถแสดงแผนภูมิระบุขั้นตอนต่างๆ ได้ตามรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของโหลดทั้งหมดในอาคารวิจัยนี้ ซึ่งจะประกอบด้วย

– ห้องทดลองต่างๆจัดเป็นโหลดส่วนใหญ่ ของโครงการนี้ ซึ่งมีทั้งห้องทดลองทางเครื่องจักรกล ทางเคมี ทางชีววิทยาและทางคอมพิวเตอร์ ห้องทดลองเหล่านี้ จะเป็นองค์ประกอบหลักในการออกแบบระบบไฟฟ้าของอาคารนี้ ซึ่งอยู่ทุกชั้น ตั้งแต่ชั้น 1–7 โดยแต่ละชั้น จะแบ่งการทำงานตามลักษณะที่แตกต่างกันไป ซึ่งรายละเอียดของการคำนวณ จะกล่าวอีกครั้งหนึ่ง

– ลิฟต์ ในโครงการนี้ประกอบด้วยลิฟต์ใช้งานทั้งหมด 2 ตัว เป็นลิฟต์โดยสารทั้ง 2 ตัวแต่มีตัวหนึ่งสามารถใช้งานได้ในขณะที่ไฟจากการไฟฟ้าดับ โดยได้รับไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

– เครื่องปรับอากาศ ในอาคารนี้ จะใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ในส่วนของห้องที่จำเป็น และต้องใช้งานตลอดทั้งวัน

– ปั๊มน้ำ ในโครงการนี้ จะใช้ปั๊มน้ำ 3 ระบบด้วยกันคือ ระบบปั๊มน้ำใช้ (water supply pump) ระบบปั๊มน้ำดับเพลิง (Fire pump) และระบบปั๊มน้ำขับถ่ายน้ำเสีย(Waste water pump)

– แหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง (UPS) จะจ่ายไฟให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่ไฟจากการไฟฟ้าดับ

– พัดลมดูดอากาศเสีย(HOOD) จะใช้สำหรับดูดเอากาศเสียในห้องปฏิบัติการทางเคมี ซึ่งในห้องปฏิบัติการนี้ จะไม่มีการหมุนเวียนอากาศ แต่จะใช้พัดลมระบายออกอย่างเดียว เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติทางเคมี

– แสงสว่างและเต้ารับ การคิดโหลดของระบบแสงสว่างและเต้ารับ จะคิดตามโหลดจริงที่ได้ทำการออกแบบไปตามความเหมาะสมของการใช้งานในแต่ละพื้นที่นั้นๆ

จากรายละเอียดที่กล่าวมานี้ จะต้องนำมาคำนวณโหลดของอาคารทั้งหมด และจัดระบบจ่ายไฟให้กับอาคาร โดยจะกล่าวเป็นหัวข้อดังนี้

4.1. การคำนวณโหลดและจัดกลุ่มโหลด

จากรายละเอียดและความต้องการทั้งหมดของโครงการ เราสามารถจัดกลุ่มโหลดตามการติดตั้งจริง ดังแสดงไว้ในตารางโหลด

และเนื่องจากอาคารนี้ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน จึงจำเป็นต้องมีระบบจ่ายไฟให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้ด้วย เราจึงจัดระบบการจ่ายไฟแยกออกมาต่างหาก จึงไม่ได้แสดงไว้ในตารางโหลดที่กล่าวไปแล้ว

จากรายละเอียดที่กล่าวไปแล้ว จะสามารถสรุปโหลดในแต่ละแผงย่อย ขนาดของเซอร์กิตเบรคเกอร์ ขนาดสายและขนาดท่อ (จากภาคผนวก) โดยแบ่งตามชั้นได้ดังนี้

ชั้นที่ 1 จะประกอบด้วย

1LP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับโหลดแสงสว่าง และเต้ารับ บริเวณทางเดินของชั้น1–7 และบริเวณบันไดของทุกชั้น

โหลดรวมของ 1LP1 = 49.8 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดท่อ = $2\ ^1/_2$ "C

ขนาดสาย = THW 4–70 mm^2

THW 1–25 mm^2

1LP2 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับโหลดแสงสว่าง เต้ารับ และสำหรับ Machine ของ Workshop 1 และ 2

โหลดรวมของ 1LP2 = 40.40 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดท่อ = $2^1/_2$ "C

ขนาดสาย = THW 4–70 mm^2

THW 1–25 mm^2

1LP3 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับโหลดแสงสว่าง เต้ารับ และสำหรับตู้แช่แข็งสำหรับห้อง REFRESHMENT

โหลดรวมของ 1LP3 = 31.56 KVA

CB = 3P , 70 AT

ขนาดท่อ = 2"C

ขนาดสาย = THW 4–35 mm^2

THW 1–16 mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1ELP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็นในบริเวณโถงทางเดินของทุกๆชั้น

โหลดรวมของ 1ELP1 = 50.46 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดสาย = THW 4-70 mm^2

THW 1-25 mm^2

ขนาดท่อ = $2^1/_2$ "C

1ELP2 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับโหลดแสงสว่างที่จำเป็นในบริเวณชั้น 1 และ จ่ายไปให้กับตู้ Control ของระบบ MATV , CCTV , FIRE ALARM , และ SOUND

โหลดรวมของ 1ELP2 = 25.32 KVA

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 4-25 mm^2

THW 1-10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

1ACLP : แผงนี้จะจ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายในห้อง 106 , 107108 , 111 , 113 และ 114

โหลดรวมของ 1ACLP = 36 KVA

CB = 3P , 150 AT

ขนาดสาย = THW 3-120 mm^2

THW 1-70 mm^2

THW 1-35 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

ชั้นที่ 2 จะประกอบด้วยตู้

2LP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่างและเต้ารับ

โหลดรวมของ 2LP1 = 35.64 KVA

CB = 3P , 70 AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสาย = THW 4-35 mm^2

THW 1-10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

2ELP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็น

โหลดรวมของ 2ELP1 = 23.28 KVA

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 4-25 mm^2

THW 1-10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

2ACLP : แผงนี้จะจ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายในห้อง 211 , 214 ,217 , 218 , 219 , 222 , 223 , 224 , 225 , 229 , 230 , 231 และ 232

โหลดรวมของ 2ACLP = 35.2 KVA

CB = 3P , 150 AT

ขนาดสาย = THW 4-120 mm^2

THW 1-35 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

ชั้นที่ 3 จะประกอบด้วยตู้

3LP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่างและเต้ารับ พัดลมดูดอากาศเสีย และ UPS

โหลดรวมของ 3LP1 = 56.92 KVA

CB = 3P , 125 AT

ขนาดสาย = THW 4-95 mm^2

THW 1-25 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

3ELP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็น

โหลดรวมของ 3ELP1 = 24.14 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 4–25 mm^2

THW 1–10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

3ACLP : แผงนี้จะจ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายในห้อง 308 , 314 , 315 , 318, 320, 321 , 322 ,323 และ 325

โหลดรวมของ 3ACLP = 37.8 KVA

CB = 3P , 150 AT

ขนาดสาย = THW 4–120 mm^2

THW 1–35 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

ชั้นที่ 4 จะประกอบด้วยตู้

4LP1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่าง เต้ารับ และ พัดลมดูดอากาศเสีย

โหลดรวมของ 4LP1 = 58.94 KVA

CB = 3P , 125 AT

ขนาดสาย = THW 4–95 m

THW 1–25 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

4ELP1 : แผงนี้จ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็น

โหลดรวมของ 4ELP1 = 25.60 KVA

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 4–25 mm^2

THW 1–10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4ACLP : แผงนี้จะจ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายในห้อง 411 , 412 ,413 , 417 , 418 , 421 , 422 , 424 , 425 , 426 , 427 , 428 , 429 , 430

โหลดรวมของ 4ACLP = 37.8 KVA

CB = 3P , 150 AT

ขนาดสาย = THW 4-120 mm^2

THW 1-35 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

ชั้นที่ 5 จะประกอบด้วยตู้

5LP1 : แผงนี้จ่ายโหลดแสงสว่าง เต้ารับ และพัดลมดูดอากาศเสีย

โหลดรวมของ 5LP1 = 59.56 KVA

CB = 3P , 125 AT

ขนาดสาย = THW 4-95 mm^2

= THW 1-25 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

5ELP1 : แผงนี้จ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็น

โหลดรวมของ 5ELP1 = 24.51 KVA

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 4-25 mm^2

THW 1-10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

5ACLP : แผงนี้จ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายใน 518 , 520 , 521, 523 , 524 , 525 , 526 และ 528

โหลดรวมของ 5ACLP = 25.3 KVA

CB = 3P , 100 AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสาย = THW 4–70 mm^2

= THW 1–25 mm^2

ขนาดท่อ = $2^1/_2$ "C

ชั้นที่ 6 จะประกอบด้วยตู้

6LP1 : แผงปี่จ่ายโหลดแสงสว่าง เต้ารับ และ UPS

โหลดรวมของ 6LP1 = 47.30 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดสาย = THW 4–70 mm^2

= THW 1–25 mm^2

ขนาดท่อ = $2^1/_2$"C

6ELP1 : แผงปี่จ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็น

โหลดรวมของ 6ELP1 = 27.64 KVA

CB = 3P , 60 AT

ขนาดสาย = THW 4–35 mm^2

THW 1–10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

6ACLP : แผงปี่จ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายใน 601–609 , 611 , 612 , 613 , 616–628

โหลดรวมของ 6ACLP = 81.3 KVA

CB = 3P , 200 AT

ขนาดสาย = THW 4–185 mm^2

= THW 1–50 mm^2

ขนาดท่อ = 3 "C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 7 จะประกอบด้วยตู้

7LP1 : แผงนี้จ่ายโหลดแสงสว่าง เต้ารับ และ UPS

โหลดรวมของ 7LP1 = 54.6 KVA

CB = 3P , 125 AT

ขนาดสาย = THW 4-95 mm^2

= THW 1-25 mm^2

ขนาดท่อ = 3"C

7ELP1 : แผงนี้จ่ายโหลดแสงสว่างที่จำเป็น

โหลดรวมของ 7ELP1 = 24.22 KVA

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 4-25 mm^2

THW 1-10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

7ACLP : แผงนี้จ่ายไฟให้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ภายในห้อง 701-705 , 709 710 , 712 , 713 , 716-719 , 721

โหลดรวมของ 7ACLP = 50.2 KVA

CB = 3P , 150 AT

ขนาดสาย = THW 4-120 mm^2

= THW 1-35 mm^2

ขนาดท่อ = 3 "C

4.2. การออกแบบวันไลน์ไดอะแกรม

4.2.1 รายละเอียดของวันไลน์ไดอะแกรม

ตามที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อการจัดกลุ่มโหลด จะเห็นว่าในแต่ละชั้น มีแผงย่อยอยู่หลายตู้ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการออกแบบ จึงทำการรวมแผงย่อยของโหลดปกติ คือ LP ACLP และ ENCLOSED CB (ที่ติดตั้งไว้เผื่อใช้ประโยชน์ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการทดลอง) เป็นตู้รวม DP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1DP : โหลดรวม = 227.76 KVA

CB = 3P , 500 AT

ขนาดสาย = 2(4-240/70)SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 4"C

2DP : โหลดรวม = 95.84 KVA

CB = 3P , 200 AT

ขนาดสาย = 4-185/50 SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 4"C

3DP : โหลดรวม = 108.02 KVA

CB = 3P , 250 AT

ขนาดสาย = 4-240/70 SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 4"C

4DP : โหลดรวม = 116.74 KVA

CB = 3P , 250 AT

ขนาดสาย = 4-240/70 SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 4"C

5DP : โหลดรวม = 104.86 KVA

CB = 3P , 200 AT

ขนาดสาย = 4-185/50 SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 4"C

6DP : โหลดรวม = 208.6 KVA

CB = 3P , 400 AT

ขนาดสาย = 2-(4-185/50) SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 4"C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7DP : โหลดรวม = 139.8 KVA

CB = 3P , 300 AT

ขนาดสาย = 2-(4-120/35) SQ.MM THW

ขนาดท่อ = 3"C

นอกจากโหลดทางไฟฟ้าแล้ว ยังมีโหลดของสิฟต์ , ปั๊มน้ำ

RPP (สิฟต์) : สิฟต์แต่ละตัวใช้โหลด 15 KVA

เนื่องจากเป็นโหลดมอเตอร์ ดังนั้นจะคิดเผื่อไว้ 300 %ของกระแสพิกัด

เซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับสิฟต์แต่ละตัว = 70 AT

CB = 70 AT

ขนาดสาย = THW 3-35 mm^2

THW 1-25 mm^2

THW 1-10 mm^2

ขนาดท่อ = 2"C

และเนื่องจากห้องเครื่องสิฟต์ตั้งอยู่ที่บริเวณชั้นดาดฟ้า ดังนั้นจะทำการตั้งแผงจ่ายไฟ SDP อีกหนึ่งตู้ที่ชั้น 1

SDP โหลดรวม = 30 KVA

ใช้เซอร์กิตเบรคเกอร์ แบบ ATS เนื่องจากเมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับ จะสามารถใช้สิฟต์ได้โดยรับไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

ATS ขนาด = 3P , 100 AT

SMCC (ปั๊มน้ำ)

โหลดรวม = 30 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดสาย = THW 3-70 mm^2

THW 1-35 mm^2

THW 1-25 mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดท่อ = $2^1/_2$ "C

AMCC (ปั๊ม)

โหลดรวม = 10 KVA

CB = 3P , 50 AT

ขนาดสาย = THW 3–25 mm^2

THW 1–16 mm^2

THW 1–10 mm^2

ขนาดท่อ = $1^1/_2$ "C

และนอกจากนี้เมื่อไฟดับ

ESMCC

โหลดรวม = 30 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดสาย = THW 3–70 mm^2

THW 1–35 mm^2

THW 1–25 mm^2

ขนาดท่อ = $2^1/_2$ "C

EAMCC

โหลดรวม = 30 KVA

CB = 3P , 100 AT

ขนาดสาย = THW 3–70 mm

THW 1–35 mm^2

THW 1–25 mm^2

ขนาดท่อ = $2^1/_2$ "C

ซึ่งทั้ง SDP , ESMCC และ EAMCC ก็เป็นโหลดที่จำเป็นเช่นเดียว กับแผงย่อยพวก ELP ดังนั้นเมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับ เราจึงจำเป็นต้องมี GENERATER จ่ายไฟให้กับโหลดวิกฤตนี้ โดยการหาขนาด GENERATER ซึ่งจะกล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การคำนวณหาขนาดหม้อแปลง

1. คิดจากโหลดรวมทั้งหมดของโครงการ

โหลดปกติ : 1DP โหลดรวม = 227.76 KVA
2DP โหลดรวม = 95.84 KVA
3DP โหลดรวม = 108.02 KVA
4DP โหลดรวม = 116.74 KVA
5DP โหลดรวม = 104.86 KVA
6DP โหลดรวม = 208.60 KVA
7DP โหลดรวม = 139.80 KVA
SMCC โหลดรวม = 30.00 KVA
AMCC โหลดรวม = 10.00 KVA

รวม = 1,047.62 KVA

โหลดที่จำเป็น : 1ELP1 โหลดรวม = 50.46 KVA
1ELP2 โหลดรวม = 25.32 KVA
2ELP1 โหลดรวม = 23.28 KVA
3ELP1 โหลดรวม = 24.14 KVA
4ELP1 โหลดรวม = 25.60 KVA
5ELP1 โหลดรวม = 24.51 KVA
6ELP1 โหลดรวม = 27.64 KVA
7ELP1 โหลดรวม = 24.22 KVA
EAMCC โหลดรวม = 30 KVA
ESMCC โหลดรวม = 30 KVA
SDP โหลดรวม = 30 KVA
รวม = 315.17 KVA

ดังนั้น โหลดรวมทั้งหมด = 315.17 + 1,041.62
= 1,356.79 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเลือกขนาดหม้อแปลง

จากโหลดรวมทั้งหมดจะสามารถเลือกหม้อแปลงขนาด 630 KVA ได้ 2 ลูก โดย

TR 1 : จะจ่ายโหลดให้กับตู้ MDP1 11 Feeder

MDP1	F1	:	1DP	โหลด 228 KVA
	F2	:	2DP	โหลด 96 KVA
	F3	:	3DP	โหลด 108 KVA
	F4	:	4DP	โหลด 117 KVA
	F5	:	5DP	โหลด 105 KVA
	F6	:	SMCC	โหลด 30 KVA
	F7	:	AMCC	โหลด 10 KVA
	F8	:	CAPACITER BANK KVAR	
			CONTROLLER	200 KVAR
	F9	:	SPARE	20 KVA
	F10	:	SPARE	12 KVA
	F11	:	SPACE	

โหลดรวมของ MDP1 = 726 KVA

% Demand 85 = 617 KVA

TR 1 ขนาด = 630 KVA

กระแสพิกัดด้านทุติยภูมิ = $\frac{617 \text{ KVA} * 1.25}{\sqrt{3} * 380}$

= 1,172 A

MCB1 = 1200 AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TR 2 : จ่ายโหลดให้กับ MDP2 , 8 Feeder

F1	:	6DP		โหลด	208	KVA
F2	:	7DP		"	140	KVA
F3	:	SDP		"	30	KVA
F4	:	ประกอบด้วย	F1 : SDP	"	15	KVA
			F2 : 1ELP1	"	50	KVA
			F3 : 1ELP2	"	25	KVA
			F4 : 2ELP	"	23	KVA
			F5 : 3ELP1	"	24	KVA
			F6 : 4ELP1	"	25	KVA
			F7 : 5ELP1	"	25	KVA
			F8 : 6ELP1	"	27	KVA
			F9 : 7ELP1	"	24	KVA
			F10: ESMCC	"	30	KVA
			F11: EAMCC	"	30	KVA
			F12: SPARE	"	20	KVA
			F13: SPARE	"	12	KVA
			โหลดรวม	=	330	KVA
			% Demand 85	=	280	KVA
F5	:	KVAR CONTROLLER		โหลด	200	KVA
F6	:	SPARE			20	KVA
F7	:	SPARE			12	KVA
F8	:	SPACE			-	

โหลดรวม = 725 KVA

% Demand 85 = 616 KVA

จะได้ TR 2 = 630 KVA

กระแสพิกัดด้านทุติยภูมิ = $\frac{616 * 1.25}{\sqrt{3} * 380}$

= 1,170 A

MCB 2 = 1,200 AT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

ในโครงการนี้ ได้จัดให้มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้ใช้ในยามฉุกเฉินโดยโหลดที่จะได้รับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนั้น จะเป็นโหลดที่มีความจำเป็น ได้แก่โหลดแสงสว่างที่จำเป็น ลิฟต์ ปั๊มน้ำ และห้องควบคุมต่างๆ

โหลดสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนั้น คือโหลดจาก MEDP ทั้งหมด

โหลดที่จำเป็น = 280 KVA

ดังนั้นใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองขนาด 250 KW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. ระบบสาธารณูปโภค ในอาคารวิจัย

ประกอบด้วย

4.3.1. ระบบโทรศัพท์

หลักการออกแบบระบบโทรศัพท์สำหรับอาคารวิจัยนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้ใช้ เจ้าหน้าที่เป็นสำคัญ อาคารวิจัยนี้ประกอบไปด้วย ห้องทดลอง สำนักงานและห้องประชุม ดังนั้นระบบโทรศัพท์จึงควรแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนเครื่องฟวงภายใน (Extension) และส่วนโทรศัพท์สายตรง (Direct Line)

เครื่องฟวงภายใน สำหรับการติดต่อสื่อสารตามบกติทั่วไป ทั้งภายนอก และภายในอาคาร

โทรศัพท์สายตรง สำหรับการติดต่อสื่อสารทางธุรกิจ ทั้งนี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง หากใช้อาคารนี้เป็นสำนักงาน และเผื่อสำรองสำหรับการขยายตัวในอนาคต

จำนวนคู่สายที่ทำการติดตั้ง

การหาจำนวนคู่สายในแต่ละชั้น คิดจากจำนวนคู่สายของแต่ละชั้น และต้องคิดเผื่อไว้ตามความเหมาะสม สำหรับการชำรุดเสียหายของสายโทรศัพท์ซึ่งอาจเกิดจากการติดตั้ง หรือจากการใช้งาน ทั้งนี้เพราะการเดินคู่สายเข้าใบใหม่เป็นการลำบากและสิ้นเปลืองมาก

รายละเอียดของจำนวนโทรศัพท์ที่ทำการติดตั้งตามชั้นต่างๆ ดังนี้

ชั้น 1	จำนวน	15	คู่สาย
ชั้น 2	จำนวน	25	คู่สาย
ชั้น 3	จำนวน	15	คู่สาย
ชั้น 4	จำนวน	15	คู่สาย
ชั้น 5	จำนวน	15	คู่สาย
ชั้น 6	จำนวน	15	คู่สาย
ชั้น 7	จำนวน	15	คู่สาย
	รวม	115	คู่สาย

เนื่องจากเป็นระบบ PABX จึงทำให้การขอเลขหมาย จากองค์การโทรศัพท์เพียง 100 เลขหมาย

การร้อยสายเคเบิลจากภายนอกเข้าสู่อาคาร ใช้แบบฝังดินในท่อ RSC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว จำนวน 2 ท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรยงคู่สายภายนอาคารจากห้องควบคุมไปยังจุดต่อสายในชั้นต่างๆ ใช้สาย TPEV ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร

ตำแหน่งของห้องควบคุมจะอยู่ในบริเวณสำนักงานชั้น 1 ซึ่งประกอบไปด้วย MDF PABX และแบตเตอรี่สำรอง (Battery backup)

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถเขียน ไรเซอร์ไดอะแกรม ได้ตามแบบในภาคผนวก

4.3.2. การออกแบบระบบสัญญาณเตือนและป้องกันอัคคีภัย

การออกแบบระบบเตือนภัยจากอัคคีภัยในบริญญานิพนธ์นี้ เป็นการออกแบบสำหรับอาคารวิจัย สูง 7 ชั้น ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยสูงสุดของระบบ การออกแบบจึงจำเป็นใช้อุปกรณ์ต่างๆอย่างเต็มที่

ระบบการแจ้งสัญญาณ

ระบบการแจ้งสัญญาณที่เลือกใช้ คือ ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยด้านใน ซึ่งระบบนี้จะไม่มีการแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ออกไปภายนอกอาคาร แต่จะส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ไปยังห้องควบคุมซึ่งมีเจ้าหน้าที่บริษัทอยู่ที่บริเวณชั้น 1 ของอาคาร เหตุผลที่เลือกใช้ระบบนี้เนื่องจากว่า ระบบมีความสมบูรณ์ในตัวมันเองอยู่แล้ว ทั้งในด้านการแจ้งสัญญาณ การตรวจสอบสัญญาณ การส่งสัญญาณเสียงเตือนภัย การดับเพลิง

การส่งสัญญาณแจ้งเหตุจากจุดเกิดเหตุจะใช้ผสม 2 ระบบ คือระบบอัตโนมัติจากอุปกรณ์ตรวจจับ และระบบส่งสัญญาณด้วยมือ (Manual) จากจุดส่งสัญญาณ (Manual station)

การส่งสัญญาณแจ้งเหตุภายในจะแจ้งเหตุเป็นโซน โดยแบ่งโซนทั้งหมด 7 โซน ตามจำนวนชั้นของอาคาร คือให้ 1 ชั้นถือว่าเป็น 1 โซน

อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้มี 2 แบบคือ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat detector) และอุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke detector) โดยมีหลักในการเลือกใช้แต่ละประเภทดังนี้

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ใช้ติดตั้งในพื้นที่ที่มีสิ่งของภายในน้อย หรือในบริเวณที่มีอัตราเสี่ยงภัยสูง หรือในบริเวณที่จะก่อให้เกิดเปลวไฟร้อนเมื่อเกิดอัคคีภัย สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่เลือกใช้เป็นแบบ Rate of Rise Heat Detector เนื่องจากหลังจากการตรวจจับและส่งสัญญาณแล้ว อุปกรณ์จะยังคงใช้งานได้ในการตรวจจับครั้งต่อไป เพราะกระเบาะจะปรับเข้าสู่ภาวะปกติได้เอง (ถ้าเป็นแบบ Constant Temp.Heat Detector จะต้องเปลี่ยนกระเบาะใหม่)

อุปกรณ์ตรวจจับควัน โดยทั่วไป อุปกรณ์ชนิดนี้จะตรวจจับ และเริ่มสัญญาณได้เร็วกว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน จึงใช้อุปกรณ์นี้ในที่ต่างๆที่ต้องการเตือนอัคคีภัยในระยะเริ่มแรกและในบริเวณที่อัตราการเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งอุบกรณ์ตรวจจับ

การติดตั้งอุบกรณ์ตรวจจับจะยึดตามหลักการดังนี้

1. การติดตั้งอุบกรณ์ตรวจจับบนเพดาน จะต้องให้ระยะห่างระหว่างอุบกรณ์ไม่เกินเบกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด และในบริเวณที่ใกล้ผาผนังหรือผาก้นห้องทุกด้านที่มีระยะห่างกว่าเพดานน้อยกว่า 50 ซม. จะเป็นที่จะต้องติดตั้งอุบกรณ์ตรวจจับ โดยมีระยะห่างจากผาผนังหรือผาก้นห้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างอุบกรณ์ตรวจจับที่ผู้ผลิตกำหนด

2. ทุกๆจุดบนเพดาน จะต้องมีระยะห่างระหว่างอุบกรณ์ตรวจจับไม่เกิน 0.7 เท่าของระยะห่างที่ผู้ผลิตกำหนด

3. เพดานที่มีความสูง 3–9 เมตร จะต้องลดระยะห่างระหว่างอุบกรณ์ลงด้วยตัวคูณ (คิดเป็นเบอร์เซ็นต์ของระยะพิกัด) ดังแสดงไว้ในตาราง

ความสูงของเพดาน		ระยะห่างระหว่างอุบกรณ์ตรวจจับ คิดเป็น % ของระยะพิกัดที่กำหนด
เมตร	ฟุต	
0.0 – 3.0	0 – 10	100
3.0 – 3.5	1 – 12	91
3.5 – 4.3	12 – 14	84
4.3 – 5.0	14 – 16	77
5.0 – 5.4	16 – 18	71
5.4 – 6.0	18 – 20	64
6.0 – 6.7	20 – 22	58
6.7 – 7.3	22 – 24	52
7.3 – 8.0	24 – 26	46
8.0 – 8.5	26 – 28	40
8.5 – 9.0	28 – 30	34

4. ในการติดตั้ง ผู้ผลิตได้ระบุไว้ด้วยว่า อุบกรณ์ตรวจจับความร้อนมีความสามารถในการทำงานครอบคลุมพื้นที่ 2500 ตร.ฟุต หรือ 225 ตร.ม. ส่วนอุบกรณ์ตรวจสอบควันจะสามารถครอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลุมพื้นที่ 225 ตร.ฟุต หรือ 20.25 ตร.ม.

การตรวจสอบสัญญาณ

เมื่อมีการส่งสัญญาณแจ้งเหตุจากอุปกรณ์ตรวจจับ หรือจุดส่งสัญญาณมายังห้องควบคุม เจ้าหน้าที่จะทำการตรวจสอบสัญญาณนั้นอีกครั้งว่าเป็นสัญญาณหลอกหรือไม่ โดยใช้กล้องวงจรปิดซึ่งติดตั้งอยู่ในส่วนของห้อง หรือส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจดูในส่วนของส่วนกลาง ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้จริงก็จะส่งสัญญาณเตือนภัยไปยังจุดที่เกิดเหตุนั้นๆ

การส่งสัญญาณเตือนภัย

เมื่อเจ้าหน้าที่ตรวจพบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในโซนใดๆก็ตาม ก็จะส่งสัญญาณเตือนภัยไปยังโซนนั้นโดยใช้สัญญาณเสียงจากกระดิ่ง ใช้สัญญาณเสียงจากกระดิ่งที่ติดตั้งอยู่ในทุกๆโซน แต่ถ้าเห็นว่าเพลิงที่เกิดขึ้นมีอันตรายสูงมาก ก็จะทำการเปิดสัญญาณเตือนภัยทั่วทั้งอาคาร

การดับเพลิง

การดับเพลิงภายในจะติดตั้งไว้ทั้ง ระบบอัตโนมัติ และ ระบบดับเพลิงด้วยมือ (manual) ในระบบอัตโนมัติจะใช้ระบบฉีดน้ำผ่อยจากหัวฉีด (Sprinkler) ซึ่งจะแตกออกและฉีดน้ำเองเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น ในระบบดับเพลิงด้วยมือจะเป็นการใช้อุปกรณ์ดับเพลิงบกดินการดับ เช่น ถังดับเพลิง เพื่อใช้ในกรณีที่เกิดเพลิงไม่รุนแรงนัก ซึ่งถังดับเพลิงนี้จะติดตั้งไว้ตามจุดต่างๆทั่วอาคาร

4.3.3. ระบบสายอากาศที่รวม

กำหนดจำนวนเอาท์เล็ทที่ติดตั้งทั้งหมด โดย

ชั้นที่	1	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	4	จุด
ชั้นที่	2	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	14	จุด
ชั้นที่	3	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	7	จุด
ชั้นที่	4	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	12	จุด
ชั้นที่	5	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	7	จุด
ชั้นที่	6	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	11	จุด
ชั้นที่	7	ติดตั้งเอาท์เล็ทจำนวน	7	จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการออกแบบ

- ระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ททุกจุด จะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 65 – 85 dBuv
- จำนวนเอาท์เล็ทที่ติดตั้งแยกจากแท็บออฟ (TAP OFF) ต้องไม่เกิน 8 – 10 จุด

ข้อกำหนดของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการออกแบบ

- สายอากาศมีอัตราขยาย 10 dB
- สายนำสัญญาณหลักเป็นสายโคแอกเชียล 7C-2Vมีอัตราการลดทอนสัญญาณ 9dB/100m
- สายนำสัญญาณแยกจำหน่าย เป็นสายโคแอกเชียล 5C-2V มีอัตราการลดทอน 13 dB ต่อ 100m
- อุปกรณ์แยกสัญญาณ

	อัตราการลดทอนสัญญาณจำหน่าย (dB)			
	AM	FM	VHF	UHF
สปลิตเตอร์ 4 ทาง	7.5	7	8	8
สปลิตเตอร์ 2 ทาง	6	6	6	6

	อัตราการลดทอนสัญญาณแบ่งแยก (dB)				อัตราการลดทอนสัญญาณทะลุผ่าน (dB)			
	AM	FM	VHF	UHF	AM	FM	VHF	UHF
แท็บออฟ 4 ทาง	16	15	15	15.5	2	2	2	2

- แชนเนลแอมบลิไฟเออร์

	อัตราขยาย (dB)	ระดับสัญญาณออกสูงสุด (dBuv)	อัตราสัญญาณรบกวน(dB)
เอฟเอ็ม	41	107.5	5.5
แบนด์ I	32	113	7.7
แบนด์ III	39	115	4.0

ขั้นตอนการออกแบบ

- เขียนไวเซอร์ไดอะแกรม ระบุรายละเอียดของการรับและป้อนสัญญาณของระบบ โดยระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบทั้งหมด พร้อมทั้งการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ เริ่มต้นจากสายอากาศที่ติดตั้งบริเวณดาดฟ้าของอาคาร ต่อผ่านเฮดเอนด์แอมบลิไฟเออร์(Head End Amplifier) เพื่อขยายสัญญาณให้สูงขึ้น และผ่านสปลิตเตอร์ 2 ทาง ซึ่งติดตั้งบนชั้นที่ 4 เพื่อแยกสัญญาณออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 2 ทาง ด้วยสายนำสัญญาณหลักต่อไปยังสปลิตเตอร์ ซึ่งติดตั้งบนชั้นที่ 2 และ 6 เพื่อแยกสัญญาณจ่ายไปยังแต่ละชั้น จากสปลิตเตอร์แต่ละชุด จะส่งไปแยกสัญญาณเพื่อจ่ายให้เอาท์เล็ทแต่ละจุดด้วยสายนำสัญญาณจำหน่ายไปยังแท็บออฟ 4 ทาง เพื่อจ่ายให้เอาท์เล็ทที่ติดตั้งตามชั้น จดยาใช้สายนำสัญญาณจำหน่ายไปยังแต่ละห้อง

– จากเรเซอร์ไกอะแกรมคำนวนระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ทแต่ละจุดว่าอยู่ในระดับที่กำหนดไว้หรือไม่

สมมุติว่าระดับสัญญาณที่สายอากาศรับได้เป็นดังนี้

ช่อง	ระดับสัญญาณ (dBuv)
3	99
5	93
7	91
9	87
11	82

ในการคำนวนระดับสัญญาณ จะใช้ความถี่ของช่องสูงๆ ในระบบเป็นหลัก เพื่อบระกันว่าช่องสูงสุดจะใช้งานได้ และจะต้องคำนวณหาระดับสัญญาณระหว่างทางที่จุดต่างๆ เนื่องจากเมื่อสัญญาณส่งผ่านมาตามสายนำสัญญาณหรืออุบกรณ์ต่างๆ เช่น อุบกรณ์แยกสัญญาณจะมีระดับสัญญาณลดทอนลงจากความสูญเสียภายในอุบกรณ์เหล่านั้น

– ที่ตำแหน่งก่อนเข้าแอมบลิไฟเออร์ช่อง 11 มีระดับสัญญาณ 82 dBuv ผ่านสายอากาศซึ่งมีอัตราขยาย 10dB จะมีระดับสัญญาณเท่ากับ 82+10 = 92 dB

– เมื่อผ่านเอดเอนต์แอมบลิไฟเออร์ซึ่งเป็นแบบแชนแนลแอมบลิไฟเออร์ให้ระดับสัญญาณออกของแบนด์ III เท่ากับ 110dB เพื่อส่งไปยังสปลิตเตอร์ 2 ทางบนชั้นที่ 4

– เนื่องจากสายนำสัญญาณมีระดับการลดทอนสัญญาณมีผลทำให้สัญญาณก่อนเข้าสปลิตเตอร์ลดลง สายนำสัญญาณหลัก 7C–2V มีอัตราการลดทอนสัญญาณ 9 dB/100m

ที่ระดับสัญญาณที่ออกจากแอมบลิไฟเออร์ 110 dB ผ่านระยะทาง 10 m จะมีระดับสัญญาณ

110–1 = 109 dBuv

– ที่ชั้น 4 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 2 ทาง มีระดับสัญญาณ

109–6 =103 dBuv

– จากสปลิตเตอร์เพื่อให้สัญญาณ 2 ทาง จะส่งต่อไปยังสปลิตเตอร์ 4 ทาง เพื่อแยกสัญญาณไปยังแท็บออฟชั้นต่างๆ

– ที่ชั้น 6 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 4 ทางจะมีระดับสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

103–(6.2*9/100)–8 = 94.42 dBuv

– ที่ชั้น 4 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 4 ทางจะมีระดับสัญญาณ

103–(6.2*9/100)–8 =94.42 dBuv

– จากสปลิตเตอร์แยกไปยังแท็บออฟชั้นต่างๆ ด้วยสายนำสัญญาณจำหน่ายมีการลดทอนสัญญาณ

13 dB/100m

– ที่ชั้น 7 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นที่ 6 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–(4.5*13/100)=93.8 dBuv

– ที่ชั้น 6 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นเดียวกัน ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–0 = 94.42 dBuv

– ที่ชั้น 5 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นที่ 6 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–(4.5*13/100)=93.8 dBuv

– ที่ชั้น 4 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นที่ 6 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–(7*13/100)=93.5 dBuv

– ที่ชั้น 3 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นที่ 3 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–(4.5*13/100)=93.8 dBuv

– ที่ชั้น 2 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นเดียวกัน ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–0 =94.42 dBuv

– ที่ชั้น 1 แยกมาจากสปลิตเตอร์ชั้นที่ 2 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็บออฟเท่ากับ

94.42–(4.5*13/100)=93.8 dBuv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่เอาท์เล็ท ซึ่งออกจากแท็บออฟจะมีค่าลดลงอีก เนื่องจากอัตราการลดก่อนสัญญาณของแทป์ออฟ 4 ทาง ในแต่ละแยกมีค่าเท่ากับ 15 dB และอัตราการลดสัญญาณทะลุผ่านออกมามีค่าเท่ากับ 2 dB

ชั้นที่ 7 เอาท์เล็ทออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.8–15 = 78.8 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.8–2–15 = 76.8 dBuv

ชั้นที่ 6 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

94.42–15 = 79.42 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณเท่ากับ

94.42–2–15 = 77.42 dBuv

ชั้นที่ 5 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.8–15 = 78.8 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.8–2–15 = 76.8 dBuv

ชั้นที่ 4 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.5–15 = 78.5 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.5–2–15 = 76.5 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สาม มีระดับสัญญาณเท่ากับ

91.5–2–15 = 74.5 dBuv

ชั้นที่ 3 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.5–15 = 78.8 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.5–2–15 = 76.8 dBuv

ชั้นที่ 2 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

94.42–15 = 79.42 dBuv

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณเท่ากับ

74.42–2–15 = 77.42 dBuv

ชั้นที่ 1 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็บออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณเท่ากับ

93.8–15 = 78.8 dBuv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4. ระบบเสียง

ระบบเสียงเป็นระบบสำหรับเรียกหรือประกาศข่าวสารภายใน ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆนั่นคือ เครื่องขยายเสียง(Amplifier) ไมโครโฟน(Micro-phone) สวิทช์เลือกโซน (Zone Selector) ลำโพง (Loud speaker) และสวิทช์ควบคุมระดับเสียง (Volume control) พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ มีรายละเอียดดังนี้

- เครื่องขยายเสียง จำนวนและตำแหน่งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- แรงดันไฟสลับ 220 V 50 Hz
- แรงดันขาออก 100 V
- กำลังขยาย ตามที่แสดงไว้ในแบบ
- ความเพี้ยน น้อยกว่า 0.75 % ที่ 1 KHz
- อัตราส่วนสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 80 dB
- ผลตอบสนองเชิงความถี่ 20-20,000 Hz

4.3.5. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด เป็นระบบรักษาความปลอดภัยแบบหนึ่ง ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- ตัวกล้องขนาด 2/3" Vidicon ขนาดของเลนส์ F1/4 screen illumination ไม่น้อยกว่า 50 lux และ resolution มากกว่า 600 เส้น
- จอภาพ (TV Monitor)ขนาดไม่ต่ำกว่า 10"ประกอบปุ่ม Control Brightness Contrast V&H Hold จำนวนเส้น 600 เส้น และ จำนวน Monitor เป็นไปตามแบบ
- Sequential Switcher มีรายละเอียดดังนี้
  1) Video i/p และ o/p 1 Vp-p i/p impedance 75 ohms
  2) ผลตอบสนองเชิงความถี่ 10 MHz
  3) ช่วงอากาศสวิทช์ 1-30 วินาที

หมายเหตุ AMCC for Exhaust Fan
EAMCC for Pressure Fan
SMCC for Pump
ESMCC for Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การประมาณราคาทางไฟฟ้า

เมื่อได้ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย จะต้องดำเนินการ เพื่อให้โครงการนี้สำเร็จเรียบร้อย ก็คือการประมาณราคาทางไฟฟ้า เป็นการจัดรวบรวมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าและสื่อสารทั้งหมด แล้วนำมาประมาณราคาซึ่งจะรวมถึงค่าอุปกรณ์ (Material cost) ค่าการติดตั้ง (Labour cost) โดยโครงงานการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารวิจัยนี้ สามารถทำการประมาณราคาไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	PROJECT : RESEARCH LABORATORY						
	ELECTRICAL AND COMMUNICATION SYSTEM						
1	HIGH VOLTAGE ELECTRICAL SYSTEM						1,250,000
2	HIGH VOLTAGE SWITCHGEAR						1,350,000
3	TRANSFORMER						2,400,000
4	LOW VOLTAGE SWITCHBOARD						2,530,380
5	GENEROTOR SET AND ACCESSORIES						2,500,000
6	PANEL BOARD						190,100
7	KWH PANEL						200,000
8	CABLE CONDUIT AND RACEWAY						3,513,382
9	LIGHTING FIXTURE						7,991,420
10	OUTLET AND SWITCH						324,070
11	GROUNDING AND LIGHTNING SYSTEM						430,000
12	TELEPHONE SYSTEM						834,600
13	FIRE ALARM SYSTEM						643,500
14	SOUND SYSTEM						371,090
15	MATV SYSTEM						172,450
16	CCTV SYSTEM						698,000
17	UPS						24,000
18	OVERHEAD TAX AND PROFIT						3,304,988
	GRAND TOTAL						28,727,980

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
1	HIGH VOLTAGE ELECTRICAL SYSTEM						
	- CABLE AND ACCESSORIES	1	LOT				700,000
	- HANDHOLE , CONDUIT AND ACCESSORIES	1	LOT				500,000
	- MEA & TOT COORDINATION FEE	1	LOT				50,000
	TOTAL ITEM 1						1,250,000
2	HIGH VOLTAGE SWITCHGEAR						
	- FUJIY SF_6 RING MAIN SWITCHGEAR 3P, 24 KV 630 A WITH CT&PT AND ACCESSORIES	1	SET			1,350,000	1,350,000
	TOTAL ITEM 2						1,350,000
3	TRANSFORMER						
	- 630 KVA,DRY TYPE TRANSFORMER AND ACCESSORIES	2	SET			1,200,000	2,400,000
	TOTAL ITEM 3						2,400,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
4	LOW VOLTAGE SWITCHGEAR						
4.1	MDP1						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			120,000	120,000
	- MAIN CB 3P 1200 AT SOLID STATE	1	SET			100,000	100,000
	- CB 3P 1200 AT TIE CB	1	SET			100,000	100,000
	- CB 3P 500 AT	1	SET			37,000	37,000
	- CB 3P 400 AT	1	SET			22,000	22,000
	- CB 3P 250 AT	2	SET			11,000	22,000
	- CB 3P 200 AT	2	SET			11,000	22,000
	- CB 3P 100 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 50 AT	2	SET			4,200	8,400
	- CB 3P 30 AT	1	SET			3,800	3,800
	- METERING AND ACCESSORIES						45,000
	SUB TOTAL ITEM 4.1						484,400
4.2	MDP2						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			100,000	100,000
	- MAIN CB 3P 1200 AT	1	SET			100,000	100,000
	- CB CB 3P 600 AT	1	SET			37,000	37,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- CB 3P 400 AT	2	SET			22,000	44,000
	- CB 3P 300 AT	1	SET			20,000	20,000
	- CB 3P 100 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 50 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	1	SET			3,800	3,800
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				30,000
	SUB TOTAL ITEM 4.2						343,200
4.3	MEDP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			100,000	100,000
	- ATS CB TYPE 3P 600 AT	1	SET			50,000	50,000
	- CB 3P 100 AT	4	SET			4,200	16,800
	- CB 3P 60 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 50 AT	7	SET			4,200	29,400
	- CB 3P 30 AT	1	SET			3,800	3,800
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				20,000
	SUB TOTAL ITEM 4.3						224,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
4.4	SDP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- ATS CB TYPE 3P 100 AT	1	SET			10,000	10,000
	- CB 3P 70 AT	2	SET			4,200	8,400
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				7,000
	SUB TOTAL ITEM 4.4						55,400
4.5	1DP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 500 AT	1	SET			37,000	37,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 100 AT	3	SET			4,200	12,600
	- CB 3P 70 AT	2	SET			2,100	4,200
	- CB 3P 50 AT	1	SET			4,200	4,200
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				10,000
	SUB TOTAL ITEM 4.5						109,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
4.6	2DP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 200 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 70 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 50 AT	2	SET			4,200	8,400
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				7,000
	SUB TOTAL ITEM 4.6						71,600
4.7	NDP (N=3,4)						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	2	SET			30,000	60,000
	- CB 3P 250 AT	2	SET			11,000	22,000
	- CB 3P 150 AT	2	SET			11,000	22,000
	- CB 3P 125 AT	2	SET			11,000	22,000
	- CB 3P 50 AT	2	SET			4,200	8,400
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				14,000
	SUB TOTAL ITEM 4.7						148,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
4.8	5DP						
	- SWITCHBOARD AND ACCESSORIES	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 200 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 125 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 100 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 50 AT	1	SET			4,200	4,200
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				6,000
	SUB TOTAL ITEM 4.8						66,400
4.9	6DP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 400 AT	1	SET			22,000	22,000
	- CB 3P 200 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 100 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 50 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	4	SET			3,800	15,200
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				10,000
	SUB TOTAL ITEM 4.9						96,500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
4.10	7DP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 300 AT	1	SET			20,000	20,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 125 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 50 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	1	SET			3,800	3,800
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				8,000
	SUB TOTAL ITEM 4.10						88,000
4.11	1ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 40 AT	4	SET			4,200	16,800
	- CB 3P 30 AT	2	SET			13,800	27,600
	- CB 1P 40 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 30 AT	1	SET			1,960	1,960
	- CB 1P 20 AT	1	LOT				980

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				7,000
	SUB TOTAL ITEM 4.11						77,300
4.12	2ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 40 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	1	SET			3,800	3,800
	- CB 1P 30 AT	9	SET			980	8,820
	- CB 1P 20 AT	2	SET			980	1,960
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				6,000
	SUB TOTAL ITEM 4.12						65,780
4.13	3ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			20,000	20,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 40 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	3	SET			3,800	11,400
	- CB 1P 40 AT	2	SET			980	1,960

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- CB 1P 30 AT	1	SET			980	980
	- CB 1P 20 AT	2	SET			980	1,960
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				5,000
	SUB TOTAL ITEM 4.13						56,500
4.14	4ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			30,000	30,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 40 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	1	SET			3,800	3,800
	- CB 1P 40 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 30 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 20 AT	9	SET			980	8,820
	- METERING AND ACCESSORIES	1	SET				6,500
	SUB TOTAL ITEM 4.14						68,240
4.15	5ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			20,000	20,000
	- CB 3P 100 AT	1	SET			4,200	4,200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- CB 3P 40 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	2	SET			3,800	7,600
	- CB 1P 40 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 30 AT	1	SET			980	980
	- CB 1P 20 AT	2	SET			980	1,960
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				4,000
	SUB TOTAL ITEM 4.15						44,900
4.16	6ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			100,000	100,000
	- CB 3P 200 AT	1	SET			20,000	20,000
	- CB 3P 40 AT	2	SET			4,200	8,400
	- CB 3P 30 AT	3	SET			3,800	11,400
	- CB 1P 40 AT	9	SET			980	8,820
	- CB 1P 30 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 20 AT	9	SET			980	8,820
	- METRING AND ACCESSORIES	1	LOT				16,000
	SUB TOTAL ITEM 4.16						175,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
4.17	7ACLP						
	- SWITCHBOARD WITH BUSBAR	1	SET			80,000	80,000
	- CB 3P 150 AT	1	SET			11,000	11,000
	- CB 3P 40 AT	1	SET			4,200	4,200
	- CB 3P 30 AT	10	SET			3,800	38,000
	- CB 1P 40 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 30 AT	2	SET			980	1,960
	- CB 1P 20 AT	3	SET			980	2,940
	- METERING AND ACCESSORIES	1	LOT				15,000
	SUB TOTAL ITEM 4.17						155,060
4.18	CAPACITOR BANK AND KVAR CONTROLLER	2	LOT			100,000	200,000
	SUB TOTAL ITEM 4.18						200,000
	TOTAL ITEM 4						2,530,380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
5	GENERATOR AND ACCESSORIES	1	LOT				2,500,000
	TOTAL ITEM 5						2,500,000
6	PANEL BOARD						
	-1LP1	1	SET				8,600
	-1LP2	1	SET				8,600
	-1LP3	1	SET				8,200
	-2LP1	1	SET				8,200
	-3LP1	1	SET				17,000
	-4LP1	1	SET				17,000
	-5LP1	1	SET				17,000
	-6LP1	1	SET				8,600
	-7LP1	1	SET				17,000
	-1ELP1	1	SET				8,600
	-1ELP2	1	SET				7,800
	-2ELP1	1	SET				7,400
	-3ELP1	1	SET				7,400
	-4ELP1	1	SET				7,400
	-5ELP1	1	SET				7,400
	-6ELP1	1	SET				7,400
	-7ELP1	1	SET				7,400
	-ENCL.CB 3P 100 AT	1	SET				4,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	-ENCL.CB 3P 50 AT	1	SET				3,500
	-ENCL.CB 3P 30 AT	4	SET			3,000	12,000
	TOTAL ITEM 6						190,100
7	KWH PANEL	1	LOT				200,000
	TOTAL ITEM 7						200,000
8	CABLE CONDUIT AND RACEWAY						
8.1	CABLE						
	-240 SQ.MM THW	445.6	M			536.19	250,957
	-185 SQ.MM THW	861.2	M			387.37	333,603
	-120 SQ.MM THW	503.1	M			241.9	121,700
	- 95 SQ.MM THW	105.6	M			201.9	21,320
	- 70 SQ.MM THW	844.1	M			149.43	126,133
	- 50 SQ.MM THW	215.3	M			112.25	24,168
	- 35 SQ.MM THW	1,385	M			77.7	107,614
	- 25 SQ.MM THW	1,515.8	M			54.91	83,232
	- 16 SQ.MM THW	49.2	M			36.04	1,791
	- 10 SQ.MM THW	2,842.4	M			23.62	67,137
	- 6 SQ.MM THW	3,438.9	M			14.81	50,930

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- 4 SQ.MM THW	3,016.1	M			9.03	27,235
	- 2.5 SQ.MM THW	90,212.2	M			5.98	539,469
	- 1.6 SQ.MM THW	6,919.4	M			4.02	27,816
	- ACCESSORIES	1	LOT				178,310
	SUB TOTAL ITEM 8.1						1,961,415
8.2	CONDUIT						
	- 4" IMC	264.8	M			343	90,826
	- 3" IMC	159.8	M			260	41,548
	-2½"IMC	138.7	M			210	29,127
	- 2" IMC	419.2	M			134	56,146
	-1½"IMC	49.2	M			98	4,822
	-1¼"IMC	131.5	M			80	10,520
	- 1" IMC	267	M			62	16,554
	-3/4"IMC	1,889.8	M			46	86,931
	-1/2"IMC	6,887.8	M			35	241,073
	- 2" EMT	-	M				
	-1½"EMT	-	M				
	- 1" EMT	-	M				
	-3/4"EMT	-	M				
	-1/2"EMT	38,118	M			19	724,242
	- ACCESSORIES	1	LOT				130,178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	SUB TOTAL ITEM 8.2						1,431,967
8.3	RACEWAY						
	- CABLE TRAY	1	LOT				100,000
	- WIRE WAY						-
	- ACCESSORIES	1	LOT				20,000
	SUB TOTAL ITEM 8.3						120,000
	TOTAL ITEM 8						3,513,382
9	LIGHTING FIGTURE						
	- TYPE C1	3	SET			1,250	3,750
	- TYPE C3	23	SET			2,800	64,400
	- TYPE C5	59	SET			950	56,050
	- TYPE D1	1920	SET			1,500	2,880,000
	- TYPE D3	984	SET			4,850	4,772,400
	- TYPE E3	18	SET			3,500	63,000
	- TYPE Z	4	SET			5,000	20,000
	- TYPE Y	4	SET			15,000	60,000
	- TYPE I	210	SET			342	71,820
	TOTAL ITEM 9						7,991,420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
10	OUTLET AND SWITCH						
10.1	OUTLET						
	- SIMPLEX OUTLET	4	SET			65	260
	- DUPLEX OUTLET	120	SET			350	42,000
	- FLOOR OUTLET	113	SET			95	10,735
	- BENCH OUTLET	96	SET			2,200	211,200
	SUB TOTAL ITEM 10.1						264,195
10.2	SWITCH						
	- SINGLE SWITCH	355	SET			65	23,075
	- TWO WAY SWITCH	4	SET			75	300
	- PHOTO SWITCH	1	SET			1,500	1,500
	- LIGHTING CONTROL PANEL	1	LOT				35,000
	SUB TOTAL ITEM 10.2						59,875
	TOTAL ITEM 10						324,070
11	GROUNDING AND LIGHTNING SYSTEM						
	- GROUNDING SYSTEM	1	LOT				130,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- LIGHTNING PROTECTION SYSTEM	1	LOT				300,000
	TOTAL ITEM 11						430,000
12	TELEPHONE SYSTEM						
	- MAIN CABLE AND ACCESSORIES	1	LOT				120,000
	- CONDUIT HANDHOLE AND ACC.	1	LOT				120,000
	- TPEV 50 P 0.5 MM.	1	LOT				30,000
	- TPEV 30 P 0.5 MM.	1	LOT				30,000
	- CONDUIT WIREWAY AND ACC.	1	LOT				370,000
	- TELEPHONE OUTLET	185	SET			200	37,000
	- MDF PANEL BOARD	1	SET				100,000
	- TC PANEL 50 PAIRS	1	SET				1,600
	- TC PANEL 30 PAIRS	6	SET			1,000	6,000
	- ACCESSORIES	1	LOT				20,000
	TOTAL ITEM 12						834,600
13	FIRE ALARM SYSTEM						
	- FIRE ALARM CONTROL PANEL	1	LOT				100,000
	- ANNUNCIATOR	1	SET				50,000
	- F/A LOCAL ANNUNCIATOR	7	SET			13,500	94,500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	- HEAT DETECTOR	316	SET			450	142,200
	- SMOKE DETECTOR	2	SET			2,650	5,300
	- MANUAL STATION	30	SET			1,700	51,000
	- ALARM BELL	30	SET			1,350	40,500
	- CONDUIT WIREWAY AND ACC.	1	LOT				70,000
	- CABLE AND ACC.	1	LOT				70,000
	- ACCESSORIES	1	LOT				20,000
	TOTAL ITEM 13						643,500
14	SOUND SYSTEM						
	- AMPLIFIER AND POWER SUPPLY	1	LOT				225,000
	- CASSETTE TAPE PLAYER	1	SET				15,000
	- AM/FM TUNER	1	SET				11,000
	- MICROPHONE	1	SET				3,650
	- CHIME PADDING ZONE SELECTOR	1	SET				17,500
	- SOUND BOX	7	SET			120	840
	- SOUND CABINET	1	SET				20,000
	- VOLUME CONTROL	7	SET			1,500	10,500
	- LOUD SPEAKER	120	SET			230	27,600
	- CABLE AND ACC.	1	LOT				20,000
	- CONDUIT WIREWAY AND ACC.	1	LOT				20,000
	- ACCESSORIES	1	LOT				20,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION COST ESTIMATE

ITEM	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT	COST/UNIT			TOTAL AMOUNT
				MATERIAL	LABOUR	TOTAL	
	TOTAL ITEM 14						371,090
15	MATV SYSTEM						
	- ANTENNA AND ACC.	1	LOT				13,000
	- CHANNEL AMPLIFIER AND POWER SUPPLY	1	SET				85,000
	- SPLITTER	3	SET			950	2,850
	- TAP OFF	17	SET			600	10,200
	- TV AND FM OUTLET	62	SET			200	12,400
	- COAXIAL CABLE AND ACC.	1	LOT				30,000
	- CONDUIT AND ACC.	1	LOT				20,000
	TOTAL ITEM 15						172,450
16	CCTV SUSTEM						
	- CONTROL PANEL	1	LOT				80,000
	- CAMERA FIXED TYPE	24	SET			22,000	528,000
	- TV MONITOR	2	SET			10,000	20,000
	- VIDEO PLAYER	1	SET				30,000
	- COAXIAL CABLE AND ACC.	1	LOT				20,000
	- CONDUIT AND ACC.	1	LOT				20,000
	TOTAL ITEM 16						698,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและวิจารณ์

จากการดำเนินการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารวิจัยในโครงการนี้ มีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน เพื่อให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์คือ

ขั้นที่ 1 ดำเนินการสำรวจรูปแบบและความต้องการทั่วๆไปของอาคาร เพื่อให้ทราบแนวคิด (CONCEPT) กว้างๆของอาคาร

ขั้นที่ 2 ดำเนินการตรวจเช็คความต้องการระบบไฟฟ้า และสื่อสารของพื้นที่ใช้งานในส่วนต่างๆ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการออกแบบไฟฟ้า โดยเก็บรายละเอียดแต่ละแผนให้ครบ เพื่อให้เป็นแบบไฟฟ้าที่สมบูรณ์

ขั้นที่ 4 ดำเนินการจัดทำรายละเอียดประกอบแบบ ที่มีเนื้อหาครอบคลุมชัดเจน และสอดคล้องกันกับแบบไฟฟ้า

ขั้นที่ 5 ดำเนินการจัดทำรายการประมาณราคาอุปกรณ์ และค่าติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ที่สอดคล้องกับแบบไฟฟ้า

สำหรับผลงานของโครงการนี้เป็นแบบไฟฟ้าที่ประกอบด้วย

- วันไลน์ไดอะแกรม
- ไรเซอร์ไดอะแกรมของ ระบบไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ ระบบเสียง ระบบเสาอากาศที่รวม
- แบบการจัดวางตำแหน่งระบบและสื่อสาร ของพื้นที่ในแต่ละชั้น

ในการดำเนินงานจนเสร็จสิ้นโครงการนั้น พบว่ามีความยุ่งยากในการวิเคราะห์ความต้องการระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ในแต่ละห้องทดลอง เนื่องจากลักษณะงานของห้องทดลอง มีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละห้อง ทำให้ไม่สามารถระบุปริมาณความต้องการทางไฟฟ้าและสื่อสารที่แน่ชัดของแต่ละห้องได้ จึงใช้วิจารณญาณของผู้ร่วมโครงการในการออกแบบและทำการเผื่อโหลดให้ได้ตามที่เห็นสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ตารางฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO: ILP1 LOCATION : CONTROL ROOM

CAPACITY : 30 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA	2-2.5 1-1.5	THW	1000		
3	LIGHTING	↑	↑	AT	2-2.5	↓		1560	
5	↑			240VAC	↑				1920
2				↓			1020		
4								2460	
6									1920
7							2460		
9								2400	
11									1920
8							2220		
10								2400	
12									1920
13							2220		
15								2400	
17									1920
14							2220		
16								2400	
18									1920
19							2160		
21								2400	
23	↓				↓				1800
20	LIGHTING				2-2.5		2160		
22	SPARE							1000	
24	↑								1000
25							1000		
27	↓							1000	
29	SPARE	1	15						1000
26	SPACE						—		
28	SPACE							—	
30	SPACE								—
					MAIN : 4-70 1-25		16,460	18,020	15,320
CONNECTION TO : FI OF I DP		MAIN : 3P, 100 AT			CONDUIT : 21/2"C		49.8 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : ILP2 LOCATION : CONTROL ROOM

CAPACITY : 24 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA	2-2.5 1-1.5	THW	1000		
3	OUTLET	↑	↑	AT	2-2.5 1-1.5	↓		1000	
5	SPARE			240VAC					1000
2	LIGHTING			↓	2-2.5		1440		
4	↕				↕			1440	
6	↕				-				1440
7	LIGHTING				2-2.5		1080		
9	SPARE	↓	↓					1000	
11	SPARE	1	15						1000
8	}						3000		
10	} SPARE FOR M/C	3	30		4-6 1-2.5			3000	
12	}								3000
13	}						3000		
15	} SPARE FOR M/C	3	30		4-6 1-2.5			3000	
17	}								3000
14	}						3000		
16	} SPARE FOR M/C	3	30		4-6 1-2.5	↓		3000	
18	}								3000
19	SPARE	1	15				1000		
21	SPARE	1	15					1000	
23	SPARE	1	15	↓					1000
20	SPACE						-		
22	SPACE							-	
24	SPACE			-					-
CONNECTION TO : F2 OF IDF		MAIN : 3P , 100 AT			MAIN: 4-70 1-25		13,520	13,440	13,440
					CONDUIT: 2 1/2"C		40.40 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO: ILP3 LOCATION : CONTROL ROOM

CAPACITY : 24 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA	2-2.5 1-1.5	THW	2000		
3	↕	↕	↕	AT	↕	↕		2400	
5	↕			240VAC	↕	↕			2400
2	OUTLET				2-2.5 1-1.5		1800		
4	SPARE							1000	
6	SPARE								1000
7	LIGHTING				2-2.5		1800		
9	↕				↕			1460	
11									1560
8							500		
10	↕				↕			2160	
12	LIGHTING				2-2.5				2280
13	SPARE						1000		
15	SPARE	↕	↕			↕		1000	
17	SPARE	1	15						1000
14	REFR. (106)	1	30		2-6 1-2.5	↕	3000		
16	SPARE	1	15					1000	
18	↕	↕	↕						1000
19							1000		
21	↕	↕	↕					1000	
23	SPARE	1	15	↕					1000
20	SPACE						—		
22	SPACE							—	
24	SPACE								—
CONNECTION TO : F3 OF IDP		MAIN : 3P , 70 AT			MAIN: 4-35 1-10		11,100	10,020	10,240
					CONDUIT: 2"C		31.56 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANEL BOARD SCHEDULE

PANEL NO : IELPI LOCATION : CONTROL ROOM

CAPACITY : 30 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	1300		
3	↓	↓	↓	AT	↓	↓		1200	
5				240VAC					1860
2				↓			1200		
4								2520	
6									1920
7							2460		
9								2520	
11									1920
8							2340		
10								2520	
12									1920
13							2340		
15								2520	
17									1920
14							2340		
16								2400	
18									1920
19							2160		
21								2400	
23	↓				↓				1620
20	LIGHTING				2-2.5		2160		
22	SPARE							1000	
24	↑								1000
25							1000		
27	↓							1000	
29	SPARE	1	15						1000
26	SPACE						-		
28	SPACE							-	
30	SPACE								-
CONNECTION TO : FI OF MEDP		MAIN : 3P, 100 AT			MAIN: 4-70 1-25		17,300	18,080	15,080
					CONDUIT: 2 1/2 "C		50.46 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : I ELP 2 LOCATION : CONTROL ROOM

CAPACITY : 24 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	1080		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↓		1080	
5				240VAC					720
2				↓			1560		
4								1960	
6									2520
7	↓				↓		800		
9	LIGHTING				2-2.5			2600	
11	SPARE								1000
8	↑						1000		
10	↓							1000	
12	SPARE								1000
13	MATV				2-2.5		1000		
15	CCTV				↓			1000	
17	FIRE ALARM								1000
14	SOUND				2-2.5		1000		
16	SPARE							1000	
18	↑								1000
19							1000		
21	↓	↓	↓					1000	
23	SPARE	1	15	↓					1000
20	SPACE								
22	SPACE								
24	SPACE								
CONNECTION TO : F2 OF MEDP		MAIN : 3P , 50 AT			MAIN: 4 - 25 1 - 10		7,440	9,640	8,240
					CONDUIT: 2 "C		25.32 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 2LP1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 24 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB -

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA	2-2.5 1-1.5	THW	1800		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↑		1800	
5				240VAC					1600
2				↓			1000		
4								1600	
6									1600
7							1200		
9	↓				↓			1800	
11	OUTLET				2-2.5 1-1.5				2000
8	SPARE						1000		
10	SPARE							1000	
12	SPARE								1000
13	LIGHTING				2-2.5		2220		
15	↑				↑			1860	
17									2220
14							1260		
16								1800	
18									2280
19							960		
21	↓				↓			1560	
23	LIGHTING				2-2.5	↓			1080
20	SPARE						1000		
22	SPARE	↓	↓	↓				1000	
24	SPARE	1	15						1000
CONNECTION TO : F1 OF 2DP		MAIN : 3P , 70 AT			MAIN: 4-35 1-10		10,440	12,420	12,780
					CONDUIT: 2" C		35.64 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 2ELPI — LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 18 CIRCUITS — MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LINGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	2160		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↓		2160	
5	↓	↓	↓	240VAC	↓	↓			2160
2				↓			1620		
4								1080	
6									2040
7							1260		
9								1620	
11									1400
8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2160		
10	LIGHTING				2-2.5			1620	
12	SPARE								1000
13	↑						1000		
15	↓							1000	
17	SPARE	1	15	↓					1000
14	SPACE						—		
16	SPACE							—	
18	SPACE								—
CONNECTED TO :		MAIN : 3P, 50 AT			MAIN : 4-25		8,200	7,480	7,600
F3 OF MEDP					1-10				
					CONDUIT : 2" C		23.28		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 3LP1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 36 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA.	2-2.5 1-1.5	THW	1600		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↑	-	1600	
5				240VAC					1800
2							1800		
4								2400	
6									1400
7							2200		
9	↓		↓		↓			1800	
11	OUTLET				2-2.5 1-1.5				1800
8	SPARE						1000		
10	SPARE	-					-	1000	
12	SPARE								1000
13	LIGHTING				2-2.5		2160		
15	↑				↑			2040	
17									2040
14							1860		
16								2460	
18							-		1860
19							2000		
21	↓				↓			1860	
23	LIGHTING				2-2.5				1240
20	SPARE						1000		
22	SPARE	↓	↓					1000	
24	SPARE	1	15						1000
25	HOOD	1	20		2-6 1-2.5		2000		
27	↑	↑	↑		↑			2000	
29		-					-		2000
26							2000		
28	↓	↓	↓		↓		-	2000	
30	HOOD	1	20		2-6 1-2.5				2000
31	UPS	1	15		2-2.5		2000		
33	UPS	1	15		2-2.5	↓		2000	
35	SPARE	1	15	↓					1000
32	SPACE						-		
34	SPACE							-	
36	SPACE								-
CONNECTED TO: FI OF 3DP		MAIN : 3P, 125 AT			MAIN : 4-95 1-25		19,620	20,160	17,140
					CONDUIT : 3" C		56.92 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 3ELP1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 18 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	2160		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↑		2160	
5				240VAC					2160
2				↓			2520		
4								1440	
6									1800
7							2420		
9								800	
11									1260
8	↓				↓		2160		
10	LIGHTING				2-2.5	↓		1260	
12	SPARE								1000
13	↑						1000		
15	↓							1000	
17	SPARE	1	15	↓					1000
14	SPACE						—		
16	SPACE							—	
18	SPACE								—
CONNECTED TO : F4 OF MEDP		MAIN : 3P, 50 AT			MAIN : 4-25, 1-10		10,260	6,660	7,220
					CONDUIT : 2" C		24.14 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 4LPI LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 36 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA. AT 240VAC	2-2.5 1-1.5	THW	1800		
3							-	1800 -	
5									1800
2							1800		
4								1800	
6									1800
7							1800		
9								1800	
11									1800
8							22 0		
10							-	2200 -	
12	OUTLET				2-2.5 1-1.5				1800
13	LIGHTING				2-2.5		2220		
15								1980	
17									1980
14							2220		
16								1920	
18									1680
19	LIGHTING				2-2.5		1540		
21	SPARE							1000	
23	SPARE	1	15						1000
20	HOOD	1	20		2-6 1-2.5		2000		
22								2000	
24									2000
25							2000		
27								2000	
29							-	-	2000
26							2000		
28								2000	
30	HOOD	1	20		2-6 1-2.5				2000
31	SPARE	1	15				1000		
33	SPARE	1	15					1000	
35	SPARE	1	15						1000
32	SPACE						-		
34	SPACE							-	
36	SPACE								-
CONNECTED TO: FI OF 4DP		MAIN : 3P , 125 AT			MAIN : 4 - 95 1 - 25		20,580	19,500	18,860
					CONDUIT : 3" C		58.94 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 4ELPI LOCATION : EE.SHAFT

CAPACITY : 18 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	2160		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↑		2160	
5				240VAC					2160
2				↓			2160		
4								2340	
6									2520
7							1600		
9	↓				↓			1980	
11	LIGHTING				2-2.5	↓			2520
8	SPARE						1000		
10	↑							1000	
12							-		1000
13							1000		
15	↓							1000	
17	SPARE	1	15	↓					1000
14	SPACE						—		
16	SPACE							—	
18	SPACE								—
CONNECTED TO : F5 OF MEDP		MAIN : 3P, 50 AT			MAIN : 4-25 1-10		7,920	8,480	9,200
					CONDUIT : 2" C		25.60 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 5 LP1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 36 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA.	2-2.5 1-1.5	THW	1800		
3	↓	↓	↓	AT	↓	↓	-	1800	
5				240VAC					1800
2							1800		
4								1800	
6									1800
7							1800		
9								1800	
11									1800
8							2200		
10	↓				↓		-	1600	
12	OUTLET				2-2.5 1-1.5				1400
13	LIGHTING				2-2.5		2200		
15	↓				↓			2160	
17									2160
14							1800		
16								2420	
18	↓				↓				2160
19	LIGHTING				2-2.5		1240		
21	SPARE	↓	↓					1000	
23	SPARE	1	15						1000
20	HOOD	1	20		2-6 1-2.5		2000		
22	↓	↓	↓		↓			2000	
24									2000
25							2000		
27								2000	
29							-		2000
26							2000		
28								-2000	
30	↓	↓	↓		↓				2000
31	HOOD	1	20		2-6 1-2.5	↓	2000		
33	SPARE	1	15					1000	
35	SPARE	1	15	↓					1000
32	SPACE						-		
34	SPACE							-	
36	SPACE								-
CONNECTED TO: FI OF 5 DP		MAIN : 3P, 125 AT			MAIN : 4 - 95 1 - 25		20,860	19,580	19,120
					CONDUIT : 3 "C		59.56 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 5 ELP I — LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 18 CIRCUITS — MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB NO. POLE	CB AT.	CB IC >	CONDUCTORS SIZE	CONDUCTORS TYPE	CONNECTED LOAD IN VA. PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	2160		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↓		2160	
5				240VAC					2160
2				↓			2160		
4								2010	
6									1080
7							1620		
9								1200	
11									2000
8	↓				↓		1440		
10	LIGHTING				2-2.5	↓		2520	
12	SPARE								1000
13	↑						1000		
15	↓							1000	
17	SPARE	1	15	↓					1000
14	SPACE						—		
16	SPACE							—	
18	SPACE								—
CONNECTED TO : F6 OF MEDP		MAIN : 3P, 50 AT			MAIN : 4-25, 1-10		8,380	8890	7,240
					CONDUIT : 2" C		24.51 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANEL BOARD SCHEDULE

PANEL NO : 6 LP 1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 30 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA	2-2.5 1-1.5	THW	2000		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↓		2000	
5	↓	↓	↓	240VAC	↓	↓	↓	↓	2000
2	↑	↑	↑	↓	↑	↓	2000	↓	↓
4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2000	↓
6	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	2000
7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2200	↓	↓
9	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	1600	↓
11	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2200
8	OUTLET	↑	↑	↓	2-2.5 1-1.5	↓	1200	↓	↓
10	SPARE	↑	↑	↓	↑	↓	↓	1000	↓
12	SPARE	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	1000
13	LIGHTING	↑	↑	↓	2-2.5	↓	1980	↓	↓
15	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	2160	↓
17	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1440
14	↑	↑	↑	↓	↑	↓	2220	↓	↓
16	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1860	↓
18	LIGHTING	↑	↑	↓	2-2.5	↓	↓	↓	1440
19	SPARE	↑	↑	↓	↑	↓	1000	↓	↓
21	SPARE	↑	↑	↓	↑	↓	↓	1000	↓
23	SPARE	↑	↑	↓	↑	↓	↓	↓	1000
20	UPS	↑	↑	↓	2-2.5 1-1.5	↓	2000	↓	↓
22	↑	↑	↑	↓	↑	↓	↓	2000	↓
24	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2000
25	↑	↑	↑	↓	↑	↓	2000	↓	↓
27	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	2000	↓
29	UPS	1	15	↓	2-2.5 1-1.5	↓	↓	↓	2000
26	SPACE	↑	↑	↓	↑	↓	—	↓	↓
28	SPACE	↑	↑	↓	↑	↓	↓	—	↓
30	SPACE	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	—
CONNECTION TO : FI OF 6DP		MAIN : 3P, 100 AT			MAIN: 4 - 70 1 - 25		16,600	15,620	15,080
					CONDUIT: 2 1/2" C		47.30 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 6ELP1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 18 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	2520		
3	↑	↑	↑	AT	↑	↑		1440	
5				240VAC					1440
2				↓			1440		
4								1440	
6									1440
7							1440		
9								1440	
11									2160
8							1440		
10								1800	
12									1500
13	↓				↓		1800		
15	LIGHTING				2-2.5			2340	
17	SPARE								1000
14	↑						1000		
16	↓							1000	
18	SPARE	1	15	↓		↓			1000
CONNECTED TO : F7 OF MEDP		MAIN : 3P, 60 AT			MAIN : 4-35 1-10		9,640	9,460	8,540
					CONDUIT : 2" C		27.64 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 7 LP1 LOCATION : EE. SHAFT .

CAPACITY : 36 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	OUTLET	1	15	5KA.	2-2.5 1-1.5	THW	2000		
3				AT			-	1400	
5				240VAC					1800
2							1400		
4								1400	
6									1800
7							1400		
9								1400	
11									2000
8							1800		
10	OUTLET				2-2.5 1-1.5		-	1600	
12	SPARE								1000
13	LIGHTING				2-2.5		2160		
15								2160	
17									2160
14							2160		
16								1440	
18									960
19							1180		
21	LIGHTING				2-2.5			1380	
23	SPARE								1000
20							1000		
22								1000	
24	SPARE								1000
25	UPS				2-2.5 1-1.5		2000		
27								2000	
29							-		2000
26							2000		
28								2000	
30									2000
31							2000		
33								2000	
35	UPS	1	15		2-2.5 1-1.5				2000
32	SPACE						-		
34	SPACE							-	
36	SPACE								-
CONNECTED TO: F1 OF 7DP		MAIN : 3P, 125 AT			MAIN : 4 - 95 1 - 25		19,100	17,780	17,720
					CONDUIT : 3"C		54.60 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

380/220 V. PANELBOARD SCHEDULE

PANEL NO : 7 ELP1 LOCATION : EE. SHAFT

CAPACITY : 18 CIRCUITS MOUNTING : SURFACE

MAIN : CB

CKT NO.	DESCRIPTION	CB			CONDUCTORS		CONNECTED LOAD IN VA.		
		NO. POLE	AT.	IC >	SIZE	TYPE	PHASE A.	PHASE B.	PHASE C.
1	LIGHTING	1	15	5KA	2-2.5	THW	2160		
3	↓	↓	↓	AT	↓	↓		2160	
5				240VAC					2160
2				↓			2160		
4								1620	
6									1440
7							1660		
9	↓				↓			2340	
11	LIGHTING				2-2.5				2520
8	SPARE						1000		
10	↑							1000	
12									1000
13							1000		
15	↓							1000	
17	SPARE	1	15	↓					1000
14	SPACE						—		
16	SPACE							—	
18	SPACE								—
CONNECTED TO :		MAIN : 3P, 50 AT			MAIN : 4-25 1-10		7,980	8,120	8,120
F8 OF MEDP					CONDUIT : 2" C		24.22 KVA		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางสาย

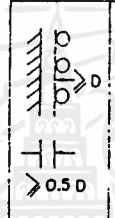
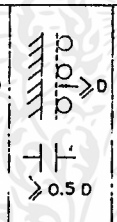
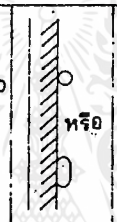
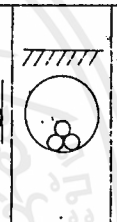
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM NUMBER OF CONDUCTOR IN CONDUIT OR TUBING

SIZING OF CABLE(THW) (mm^2)	MAXIMUM NUMBER OF CONDUCTOR IN CONDUIT OR TUBING (BASE UPON 40% CONDUCTOR FILL)									
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"
1	6	10	16	31	45	–	–	–	–	–
1.5	5	10	14	25	35	–	–	–	–	–
2.5	3	5	9	16	22	38	–	–	–	–
4	3	5	7	13	18	30	47	–	–	–
6	2	4	5	10	14	23	36	48	–	–
10	1	2	4	6	9	15	22	32	44	50
16	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25	–	–	–	3	4	7	11	16	22	28
35	–	–	–	2	3	5	8	13	18	23
50	–	–	–	1	2	4	6	9	13	16
70	–	–	–	1	1	3	5	8	10	13
95	–	–	–	1	1	2	3	6	8	10
120	–	–	–	1	1	2	3	6	8	10
150	–	–	–	1	1	2	3	5	7	9
185	–	–	–	1	1	1	2	4	5	7
240	–	–	–	1	1	1	1	3	4	6
300	–	–	–	–	1	1	1	3	4	5
400	–	–	–	–	–	1	1	1	3	4
500	–	–	–	–	–	1	1	1	2	3

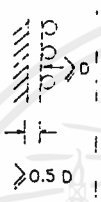
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก. 11-2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 และ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-จ) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ฉ และ ช)

ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย (ดูหมายเหตุ 1)						
							
	ก	ข	ค	ง	จ	ฉ	ช
0.5	8	6	7	7	-	-	-
1	12	10	11	10	8	14	18
1.5	16	12	14	13	10	17	23
2.5	22	17	20	17	14	23	30
4	30	22	26	22	19	31	40
6	41	30	34	30	25	40	51
10	59	42	48	42	35	55	68
16	80	57	64	54	46	72	88
25	109	77	86	73	61	96	114
35	136	94	105	92	74	119	139
50	167	115	127	109	91	142	163

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสาย (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)						
	วิธีการเดินสาย (ดูหมายเหตุ 1)						
							
	ก	ข	ค	ง	จ	ฉ	ช
70	214	146	160	139	114	179	202
95	268	181	197	172	141	218	243
120	313	210	228	202	162	250	276
150	363	241	260	228	187	284	310
185	423	278	298	263	218	323	349
240	508	331	353	317	255	379	406
300	591	382	403	368	294	432	457
400	696	446	-	439	-	493	538
500	817	518	-	496	-	559	605

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPE	B.T.U.	VA.	CB (AMP)	CABLE SIZE(mm^2)
AC 1 PHASE	12,000	1,800	20	4
	16,000	2,000	20	4
	20,000	2,500	30	6
	22,000	3,000	30	6
	24,000	3,200	30	6
	26,000	3,500	30	6
	30,000	4,000	40	10
	36,000	5,000	40	10
AC 3 PHASE	40,000	2,300	30	6
	43,000	2,500	30	6
	48,000	2,800	30	6
	55,000	3,200	40	10
	61,000	3,500	40	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ นิทัศน์ กฤษณจินดา และ อาจารย์ สมนึก ประไพ รวมถึงรุ่นพี่จากบริษัท เอสคอน พี่ สุวินทร์ ฤกษ์สุขรุ่งเรือง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำทางวิชาการตลอดจนถึงทางปฏิบัติ ห้างร้านต่างๆที่ให้เอกสารประกอบการทำโครงงาน ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้กำลังใจ และ ความช่วยเหลืออย่างดีมาโดยตลอด

ลงชื่อ

ธีราวัฒน์ มณีวัฒน์

ภาวดี หงษ์รอน

ศิริพร มนต์ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1 . ข้อกำหนดเพิ่มเติมกฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า , การไฟฟ้านครหลวง ,
พ.ศ 2533

2 . ศุสี บรรจงจิตร , " การออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง " , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล ,
931 หน้า , 2521

3 . ศุสี บรรจงจิตร , " อุปกรณ์และการติดตั้งในงานระบบไฟฟ้า ", คณะวิศวกรรมศาสตร์
สจล ,
337 หน้า , 2533

4 . Thedorus Ruys , " Handbook of facilities planning volume 1
Laboratory facilities ", Newyork
453 p., 1990

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้