การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในคอนโดมิเนียม

จัดทำโดย

นาย นพดล ตังวัชรินทร์

นายบรรเจิด กัจฉมาภรณ์

นาวสาว พรพิรุณ จตุปัญญาพร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ คุสี บรรจงจิตร

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2532

22 พ.ย. 2533

027014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในคอนโดมิเนียม

ผู้จัดทำ

1. นาย นพดล ตังวัชรินทร์ 29.1084

2. นาย บรรเจิด กัจฉมาภรณ์ 29.1093

3. นางสาว พรพิรุณ จตุปัญญาพร 29.1133

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ศุลี บรรจงจิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		1
บทที่ 1	บทนำ	2
บทที่ 2	แนวความคิดในการออกแบบ	3
บทที่ 3	หลักเบื้องต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า	5
	- ระบบไฟฟ้า	5
	- การคำนวนโหลดและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับอาคารชุด ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง	19
	- ระบบโทรศัพท์	29
	- หลักการออกแบบระบบโทรทัศน์เสาอากาศรวม (MATV)	31
	- ระบบสัญญาณเตือนภัยจากเพลิงไหม้	35
บทที่ 4	การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารชุดสำหรับการพักอาศัย	39
	- ระบบไฟฟ้า	39
	- วิเคราะห์ระบบโทรศัพท์	63
	- การออกแบบระบบโทรทัศน์เสาอากาศรวม	66
	- การออกแบบระบบสัญญาณเตือนและป้องกันอัคคีภัย	73
บทที่ 5	สรุป	77
ภาคผนวก		78
กิตติกรรมประกาศ		89
บรรณานุกรม		90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This thesis is to research and develope in desigining of any system used in condomenium. The building designed in this project is a kind of High-rise building. Although the method of designation in any building is similar, in such case of building still has differences in details. For example, the method or process of designation will be expressed in different way from other buildings. The system included in this project are electrical system, telephone system, television system and fire alarm system. Safety and reliability are the most important concept in designing any system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในคอนโดมิเนียม

นาย นพดล ตังวัชรินทร์ 29.1084

นาย บรรเจิด กัจฉมาภรณ์ 29.1093

นางสาว พรพิรุณ จตุปัญญาพร 29.1133

อาจารย์ ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้จัดทำขึ้น เพื่อศึกษาและค้นคว้ารายละเอียดในการออกแบบระบบงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านไฟฟ้าภายในอาคารชุดสำหรับการพักอาศัย ประเภทคอนโดมิเนียมซึ่งจัดเป็นอาคารสูง(High Rise Building)ประเภทหนึ่ง ซึ่งในการออกแบบระบบไฟฟ้า แม้จะมีหลักการออกแบบที่ใกล้เคียงกับอาคารประเภทอื่นๆ แต่ก็มีรายละเอียดในบางส่วนที่แตกต่างออกไป เช่น การกำหนดขนาดกำลังไฟฟ้าในแต่ละห้องพักที่ต้องมีกฎเกณฑ์โดยเฉพาะ รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆอีกด้วย

ระบบต่างๆในปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้ ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้ากำลัง (ระบบจ่ายไฟและระบบป้องกัน) ระบบโทรศัพท์ ระบบโทรทัศน์เสาอากาศรวม ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ และระบบอื่นๆ โดยยึดหลักของความปลอดภัยและความเชื่อถือได้ของระบบเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงเนื้อหาโดยสังเขปของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งในบทที่ 2 จะเกี่ยวข้องกับแนวความคิดในการออกแบบอาคารชุดประเภทนี้ และปัจจัยพื้นฐานของการออกแบบระบบไฟฟ้าทั่วๆไป สำหรับหลักเบื้องต้นในการออกแบบระบบต่างๆ ที่ติดตั้งภายในอาคาร เป็นการกล่าวถึงหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ รวมทั้งข้อกำหนดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบต่างๆ จะอยู่ในบทที่ 3 ส่วนบทที่ 4 จะเป็นการออกแบบระบบต่างๆ และการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด พร้อมทั้งแสดงแบบแปลนทางไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ วันไลน์ไดอะแกรม(SINGLE LINE DIAGRAM) ของระบบไฟฟ้ากำลัง ไรเซอร์ไดอะแกรม(RISER DIAGRAM) ของระบบต่างๆรวมทั้ง Lay out ของอุปกรณ์ในระบบ ต่างๆ เช่น ดวงโคม อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ เป็นต้น แต่ในบทนี้ไม่ได้กล่าวถึง การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เนื่องจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่เน้นถึงระบบดังกล่าวมากนัก และการสรุปเนื้อหาจะอยู่ในบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวความคิดในการออกแบบ

โดยทั่วไป อาคารสำหรับการพักอาศัยทั่วๆไป ที่มีความสูงหลายๆชั้น จะประกอบด้วยระบบต่างๆหลายระบบรวมเข้าอยู่ด้วยกัน ในการออกแบบระบบไฟฟ้านั้น อาจจะกล่าวได้ว่า เป็นการหาขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสม สำหรับรองรับสภาพการใช้งานที่แท้จริง และขนาดของอุปกรณ์ตัดตอนต่างๆที่ติดตั้ง เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้า หรือความผิดปกติต่างๆในระบบไฟฟ้า เช่น การเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (short circuit) อันจะนำมาซึ่งความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าและอันตรายต่อบุคคลด้วย

จากเหตุผลข้างต้นนี้ จะสามารถกำหนดขั้นตอนในการออกแบบระบบไฟฟ้าได้ กล่าวคือ ในขั้นตอนแรก จะเป็นการสำรวจโหลด (Load survey) ซึ่งในการออกแบบอาคารชุดสำหรับการพักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียมนี้ ระบบจ่ายไฟของอาคาร จะแบ่งแยกออกเป็นสองส่วน คือส่วนของผู้ใช้ไฟในแต่ละห้องชุด และส่วนของระบบไฟส่วนกลาง สำหรับส่วนของห้องพัก ทางการไฟฟ้าได้กำหนดขนาดมิเตอร์ และขนาดเซอกิทเบรคเกอร์ ตามแต่ขนาดพื้นที่ของแต่ละห้องพักไว้เป็นกฎเกณฑ์ จึงทำให้สามารถหาขนาดของโหลดในแต่ละห้องพักได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น โดยที่ในส่วนของห้องพักนี้ แต่ละห้องจะมีมิเตอร์แยกจากกันต่างหาก สำหรับในส่วนกลาง การสำรวจโหลดทำได้จากการรวมโหลดต่างๆที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าด้วยกัน เช่น โหลดแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ ลิฟท์ เป็นต้น รวมทั้งการเตรียมการขยายโหลดในอนาคตด้วย เพื่อใช้ในการหาขนาดของหม้อแปลง และอุปกรณ์ป้องกันของระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไป แต่เนื่องจาก โหลดในส่วนของห้องพัก และส่วนกลางแยกออกจากกันโดยเด็ดขาดเพื่อความเหมาะสมจึงจำเป็นที่จะต้องแยกหม้อแปลงที่ใช้ในการจ่ายกำลังไฟฟ้าออกเป็นสองชุด

นอกจากนี้ การออกแบบจำเป็นต้องมีการวางแผนงานของระบบไฟฟ้า และระบบต่างๆเป็นอย่างดี ระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Power Distribution System) ที่ดีที่สุด สำหรับอาคารหลังหนึ่งๆ คือระบบซึ่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย และเพียงพอสำหรับโหลดในปัจจุบันและอนาคตต เนื่องจากอาคารแต่ละหลังมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันออกไป ดังนั้น เพื่อความสมบูรณ์ ผู้ออกแบบจะต้องวิเคราะห์ความต้องการในการใช้พลังงานดังกล่าวอย่างรอบคอบ แล้วนำข้อสรุปนั้นมาออกแบบระบบไฟฟ้านั้นๆ โดยมีปัจจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า คือ

1. ความปลอดภัย (SAFETY) ความปลอดภัยช่วยทำให้อายุของอุปกรณ์ไฟฟ้ายืนยาวขึ้น และเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม และจะต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคล ซึ่งสิ่งที่จะต้องพิจารณาในเรื่องระบบความปลอดภัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกชนิดของวัสดุตามมาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้

2. ความเชื่อถือได้ (RELIABILITY) ในบางครั้ง ระบบไฟฟ้าอาจจะตัดกระแสไฟฟ้าในขณะที่เราต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องทำให้จุดบกพร่องเหล่านี้เกิดขึ้นน้อยที่สุด เพื่อให้วางใจในระบบได้สูงสุดและมีราคาพอสมควร

3. ความง่ายในการใช้งาน (SIMPLICITY OF OPERATION) ความง่ายในการใช้งานนั้นนับเป็นสิ่งสำคัญมาก เพื่อความปลอดภัยและสามารถทำงานที่เชื่อถือได้ ข้อสำคัญคือการทำงานของระบบ จะต้องพยายามทำให้เป็นแบบที่ง่ายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และให้ตรงตามความต้องการของการผลิต

4. ความสม่ำเสมอของแรงดัน (VOLTAGE REGULATION) แรงดันที่ไม่สม่ำเสมอ จะทำให้อายุของอุปกรณ์ไฟฟ้าสั้นลง แรงดันที่เป็นประโยชน์ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า จะต้องรักษาไว้ไม่ให้เกินขีดจำกัดภายใต้สภาวะโหลดปกติ

5. การดูแลรักษา (MAINTENANCE) ในการออกแบบระบบไฟฟ้า เราจะต้องให้ระบบการจ่ายไฟฟ้าสามารถดูแลรักษา ตรวจสอบ ซ่อมแซม และทำความสะอาดได้โดยง่าย

6. ความคล่องตัว (FLEXIBILITY) ระบบไฟฟ้าจะต้องสามารถดัดแปลง ปรับปรุง และขยายได้ในอนาคต ข้อที่จำเป็นต้องพิจารณา คือแรงดันไฟฟ้า และเนื่อที่ว่างสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับโหลดที่จะเพิ่มขึ้น

7. ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (FIRST COST) ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น นับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความปลอดภัย ความเชื่อถือได้ ความสม่ำเสมอของแรงดัน การดูแลรักษา และเพื่อการขยายในอนาคต ดังนั้นจะต้องพิจารณาเลือกแบบที่ดีที่สุดเพื่อลดต้นทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการเบื้องต้นในการออกแบบระบบไฟฟ้า

หลักในการออกแบบระบบไฟฟ้า จะมีปัจจัยที่จะต้องนำมาประกอบในการพิจารณาและออกแบบอยู่หลายส่วนด้วยกัน เช่น การออกแบบระบบไฟฟ้า การออกแบบงานระบบต่างๆภายในอาคาร การเผื่อโหลด เป็นต้น ซึ่งในบทนี้ จะได้พิจารณาถึงทฤษฎีในการออกแบบของแต่ละส่วนโดยละเอียด สำหรับการออกแบบจริงในงานโครงงานนี้จะจัดไว้ในบทต่อไป

วงจรย่อย

1) การแบ่งวงจรย่อย

สามารถที่จะแบ่งออกตามขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ตัดกระแสไฟฟ้าสำหรับวงจรนั้นๆ วงจรย่อยจะต้องมีขนาด 5,10,15,20,30,40 และ 50 A. นอกจากวงจรย่อยเฉพาะซึ่งจ่ายกระแสให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเดียว และในกรณีที่สายตัวนำมีขนาดโตกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์เพื่อป้องกันแรงดันไฟตกขนาดของวงจรย่อยต้องถือตามขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ในกรณีที่เต้ารับมีที่ต่อสายลงดินจะต้องต่อสายลงดิน และวงจรย่อยซึ่งจ่ายกระแสให้เต้ารับเหล่านี้จะต้องมีสายดิน และต้องต่อลงดินด้วย

2) โหลดสำหรับวงจรย่อย

วงจรย่อยซึ่งมีเต้ารับตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป จะต้องมีโหลดดังต่อไปนี้ คือ

2.1) วงจรย่อยขนาด 5,10,15,20 A. โหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้ว จะต้องไม่เกิน 50%ของขนาดของวงจรย่อย เมื่อใช้ร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชิ้นหนึ่งๆจะต้องไม่เกิน 80% ของวงจรย่อย

2.2) วงจรย่อยขนาด 40 และ 50 A. ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรแบบใช้งานหนักที่ไม่ได้อยู่ในอาคารที่อยู่อาศัย หรือเครื่องหุงต้มที่ติดตั้งถาวร หรือเครื่องทำความร้อนแบบอินฟาเรด

2.3) วงจรย่อยขนาด 30 A. ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรแบบใช้งานหนักที่ไม่ได้อยู่ในอาคารที่อยู่อาศัยหรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ใช่ดวงโคมภายในอาคารทุกประเภท ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบชิ้นหนึ่งๆจะต้องมีขนาดไม่เกิน80% ของวงจรย่อย

2.4) วงจรย่อยอื่นๆ ซึ่งประกอบไปด้วยดวงโคมเต้าเสียบ และเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นๆ ซึ่งแต่ละจุดใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 10 A. จะต้องแบ่งออกเป็นวงจรย่อย โดยแต่ละวงจรย่อยต้องไม่เกิน 10 จุดในทางปฏิบัติ ส่วนมากจะแยกวงจรย่อยออกตามลักษณะการใช้ เช่น แยกวงจรย่อยเป็นของวงจรแสงสว่าง วงจรย่อยของเต้ารับ เครื่องทำความเย็น เครื่องทำน้ำร้อน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การคำนวนวงจรย่อย

3.1) โหลดที่ต่อเนื่องของวงจรย่อย จะต้องไม่เกิน 80% ของพิกัดกระแสของวงจรย่อยนั้น ทั้งนี้ จะต้องคำนึงถึงตัวนำว่าเป็นแบบใด และทำงานในลักษณะใด

3.2) โหลดแสงสว่างและโหลดเต้ารับ การคิดโหลดแสงสว่างโดยทั่วไปในอาคาร จะต้องไม่น้อยกว่าตารางที่ให้ไว้ การคิดพื้นที่ต้องเป็นพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร ในกรณีของอาคารที่อยู่อาศัย จะไม่รวมที่จอดรถและระเบียง

3.3) โหลดอื่นๆ และโหลดแสงสว่างนอกเหนือจากแสงสว่าง โดยทั่วไปดังกล่าวแล้ว เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่มอเตอร์ ต้องเพิ่มเติมการคำนวนโหลดอีกดังนี้จุดต่อไฟฟ้าสำหรับโหลดแบบใช้งานหนัก ให้คิดโหลดจุดละ 3 A. ส่วนจุดต่อไฟฟ้าอื่นๆให้คิดโหลดจุดละ 1 A.

3.4) โหลดพิเศษอื่นๆ ในกรณีนี้จะหมายถึง ระบบปั๊มน้ำของอาคารสูงและระบบปั๊มน้ำที่ใช้ในการดับเพลิงโหลดเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะพิจารณาได้จากตารางที่ให้ไว้

ชนิดของอาคาร	โหลดแสงสว่าง (VA/m^2)
สถานที่ประชุม	10
ธนาคาร	40
ร้านตัดผม	30
ที่อยู่อาศัย (ยกเว้นโรงแรม)	30
โรงพยาบาล	20
โรงแรม รวมถึงแฟลต	20
สถานที่ทำงาน	40
ภัตตาคาร	20
โรงเรียน	30
ร้านค้า	30
ที่จอดรถ	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดเต้ารับสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า			
ชนิดของอาคาร	โหลดเต้ารับ (VA/m²)		
	ต่ำ	สูง	เฉลี่ย
สถานที่ประชุม	1	3	2
ร้านขายอาหาร	1	3	2
โบสถ์	1	3	2
ห้องเขียนแบบ	4	11	8
โรงยิมเนเซี่ยม	1	2	2
โรงพยาบาล	5	16	11
โรงพยาบาลขนาดใหญ่	4	11	8
โรงฝึกงาน	5	27	16
อาคารสถานที่ทำงาน	5	16	11
โรงเรียนขนาดใหญ่	2	11	6
โรงเรียนขนาดกลาง	3	13	8
โรงเรียนขนาดเล็ก	3	16	10

๖.๔

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการ (KW) สำหรับระบบปั๊มน้ำในอาคารสูง					
ชนิดของอาคาร	ปริมาณ	จำนวนของชั้น			
		5	10	25	50
อพาร์ตเม้นท์	10ห้อง /ชั้น	—	15	90	350
โรงพยาบาล	30เตียง/ชั้น	10	45	250	—
โรงแรม	40ห้อง /ชั้น	7	35	175	450
สถานที่ทำงาน	930m² /ชั้น	—	15	75	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3

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

1.4

โหลดของเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารต่างๆ	
ชนิดของอาคาร	โหลดเครื่องปรับอากาศ (VA/m^2)
ธนาคาร	75
ดีพาร์ทเมนท์สโตร์	32 - 54
โรงแรม	65
อาคารสำนักงาน	65
อาคารที่มีอุปกรณ์สื่อสารจำนวนมาก	75 - 86
ร้านค้าเล็กๆ	43 - 129
ภัตตาคาร	86

2 <u>สายป้อน</u>

สายป้อน คือ สายที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่วงจรย่อย หรือการใช้กำลังไฟฟ้าในการคำนวนในเรื่องของวงจรย่อยดังได้กล่าวมาแล้ว

1) ขนาดของสายป้อน

ขนาดของสายป้อนจะต้องมีขนาดที่สามารถนำกระแสได้ ไม่น้อยกว่าจำนวนกระแสในการใช้กำลังไฟฟ้าตามการคำนวนในเรื่องวงจรย่อย และต้องมีขนาดโตเพียงพอซึ่งเมื่อคำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดแรงดันไฟฟ้าตกเนื่องจากโหลดของวงจรย่อย แรงดันไฟตกในช่วงของสายป้อนจะต้องไม่เกิน 3% แต่ทั้งนี้หากรวมแรงดันไฟฟ้าตกในช่วงวงจรย่อยด้วย จะต้องไม่เกิน 5% และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 mm^2 เสมอ

2) การคำนวนโหลดและขนาดตัวนำสายป้อน

การคำนวนโหลดของสายป้อน จะต้องไม่น้อยกว่าผลบวกของวงจรย่อยทั้งหมด ในกรณีไฟแสงสว่างอาจใช้ตารางdemand factorตามตารางข้างล่าง เพื่อลดขนาดของสายป้อนได้ นอกจากนี้ยังมีตารางdemand factorของเต้ารับในอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัยด้วย

1.5

ตารางdemand factorของสายป้อนแสงสว่าง		
ชนิดของอาคาร	กำลังไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ทั้งหมด (VA)	demand factor
อาคารที่อยู่อาศัย	3000 แรก	100%
(ยกเว้นโรงแรม)	3001 - 120000	35%
	ที่เกิน 120000	25%
โรงพยาบาล	50000 แรก	40%
(ยกเว้นห้องผ่าตัด)	ที่เกิน 50000	20%
โรงแรมและแฟลต	20000 แรก	50%
	20001 - 100000	40%
	ที่เกิน 100000	30%
โกดังเก็บสินค้า	12500 แรก	100%
	ที่เกิน 12500	50%
อาคารประเภทอื่น	ทั้งหมด	100%

1.6

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำรายการโหลดและทำให้โหลดสมดุล

จุดประสงค์ของการทำโหลดให้สมดุล เนื่องจากว่าในระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ต้องการให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลไปยังโหลด หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละเฟสมีค่าเท่ากันนั่นเองเนื่องจากว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน ถ้าไม่มีการทำโหลดให้สมดุลแล้วอาจทำให้เฟสใดเฟสหนึ่งกินกระแสมากกว่าอีกเฟสหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรหรือป้องกันกระแสเกินที่ต่อทั้ง 3เฟสเกิดการเสียหายได้ และอีกประการหนึ่งคือ ในระบบ 3 เฟส 4 สาย หากทุกเฟสมีกระแสไหลเท่ากันแล้วจะทำให้กระแสที่ไหลในสายนิวทรอลเท่ากับศูนย์ ซึ่งถ้ากระแสในสายนิวทรอลเท่ากับศูนย์แล้ว จะทำให้สามารถลดขนาดของสายนิวทรอลให้เล็กลงกว่าสายเฟสได้ โดยปกติแล้วการทำโหลดให้สมดุลจะมีหลักเกณฑ์ดังนี้ คือ

1. ทำกระแสในแต่ละเฟสให้เท่ากัน
2. ทำค่า VA ในแต่ละเฟสให้เท่ากัน การหาค่า VA ของโหลดจะสามารถพิจารณาได้จาก

- ในกรณีที่เป็นหลอดฟลูออเรสเซนท์

  VA = Watt / power factor

- ในกรณีที่เป็นหลอดอินแคนเดสเซนท์ หรือขดลวดความต้านทาน

  VA = Watt

- วงจรเต้าเสียบ จะมีขนาด 200 - 220 VA

นอกจากนี้ ค่า VA อาจจะศึกษาได้จากตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องครัว	ขนาด (W)	ควรจะเลือก (W)
เตาต้มน้ำ	6000	6000
ตู้อบ	4000	5000
เครื่องล้างจาน	1200	2000
กระทะ	1500	2000
เครื่องชงกาแฟ	1000	2000
ตู้เย็น	400	2000
ห้องซักผ้า		
เครื่องซักผ้า	1800	2000
เครื่องอบแห้ง	5000	6000
เครื่องทำน้ำอุ่น	5000	6000
อื่นๆ		
ทีวี	400	1000
แสงสว่าง	1500	2000
แอร์ (10000 BTU)	1500	2000
แอร์ (18000 BTU)	2400	4000
แอร์ (แบบแยกส่วน)	5000	6000
ปั๊มน้ำ	600	2000
เครื่องทำน้ำร้อน	8000	10000
พัดลมระบายอากาศ	400	2000

รายการโหลด (Load Schedule) หมายถึง ตารางแสดงการแจกแจงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อในระบบไฟซึ่งอาจจะเป็น 1 เฟส หรือ 3 เฟสก็ได้ โดยแสดงถึงว่ามีกี่วงจร แต่ละวงจรมีค่า VA เท่าใด และขนาดของสายป้อนและเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นเท่าใด ซึ่งจะแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

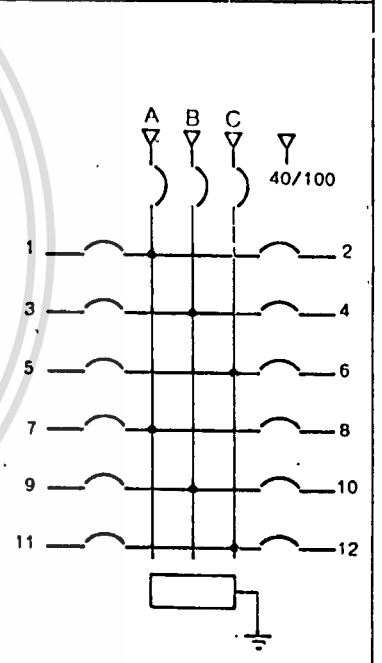
ตารางที่ 14.11 แสดงรายการโหลดของระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย

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
380/220V 3ø 4W S/N



หมายเหตุ การหากระแสในแต่ละเฟสอาจจะหาจาก

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

(ข) 7160 / 220 = 32.54 A

สายประธาน

สายประธาน คือ สายที่มีขนาดโตพอที่จะสามารถนำกระแสไฟฟ้าสำหรับการใช้กำลังไฟฟ้าของอาคาร โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของสายสูงเกินกว่าที่จำกัดได้

ปกติสายประธานจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. สายประธานอากาศ คือ สายที่เดินจากเสาที่ติดตั้งเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าไปยังอากาศ และไปสู่อาคาร จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 4 mm^2

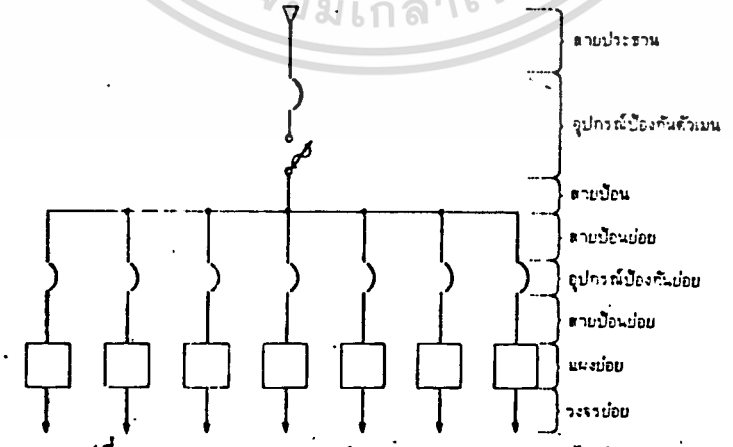
2. สายประธานใต้ดิน จะต้องมีขนาดกระแสเพียงพอสำหรับโหลด และต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า 10 mm^2

การป้องกันกระแสเกิน

การป้องกันกระแสเกิน มีจุดประสงค์เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัดวงจรไฟฟ้าออกเมื่อกระแสไฟฟ้ามีค่าเกินถึงขนาดที่จะทำให้เกิดความร้อนสูงมากในสายไฟฟ้า หรือฉนวนหุ้มสาย รายละเอียดจะได้กล่าวถึงอีกครั้งหนึ่ง

การจัดวงจรต่างๆ

ในหัวข้อการป้องกันกระแสเกิน จะเห็นได้ว่ามีส่วนต่างๆของวงจรซึ่งจะจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดต่างๆ โดยที่ส่วนต่างๆของวงจรเหล่านี้ ได้แก่ วงจรย่อย สายป้อน และสายประธาน ซึ่งจะสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 14.5 แสดงความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้า

3.1

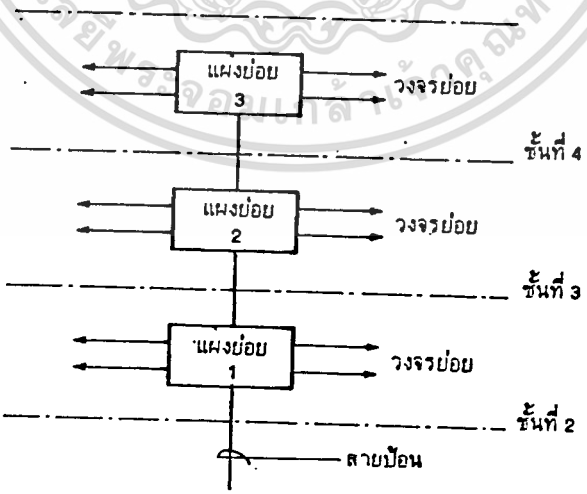
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เป็นระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่ หรือสถานที่ที่ใช้โหลดมาก ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัวเมนและสายป้อนอาจอยู่ในตู้เดียวกันซึ่งเรียกว่า แผงสวิทช์ใหญ่ (Main Distribution Board) หรือในกรณีที่เป็นระบบไฟฟ้ามากกว่า 1 KV ก็อาจจะประกอบกันอยู่ในสถานีย่อย

ไรเซอร์ไดอะแกรม (Riser Diagram)

ไรเซอร์ไดอะแกรม คือ ทางเดินของสายป้อนและสายป้อนย่อยของระบบจ่ายไฟของตัวอาคาร โดยทั่วๆไปแล้ว ไรเซอร์ไดอะแกรมก็จะมีความสัมพันธ์กับวันไลน์ไดอะแกรม (One Line Diagram) โดยที่ไรเซอร์ไดอะแกรมจะบ่งถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดตั้งแต่ตัวรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้ามา และจ่ายไปยังชั้นต่างๆก็ตาม ก็จะบ่งบอกถึงแผงย่อยในแต่ละชั้นว่าการรับจ่ายไฟฟ้ามาจากแหล่งใด เป็นต้น นอกจากนี้จะรวมไปถึงข้อมูลต่างๆ เช่น ขนาดของสายป้อน จำนวน ชนิด หรือจำนวนชนิดของท่อหรือทางเดินสายอย่างอื่นๆ ซึ่งวิธีเดินสายย่อยไปยังแผงต่างๆจะขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอาคาร และลักษณะที่ต้องการใช้ไฟฟ้า ดังนั้น จึงพอที่จะสรุปการเดินสายป้อนได้ดังนี้

1) ในอาคารสูง 2 - 3 ชั้น การเดินสายป้อนเข้าแผงย่อยจ่ายไฟต่างๆ อาจใช้วิธีดังรูปต่อไปนี้



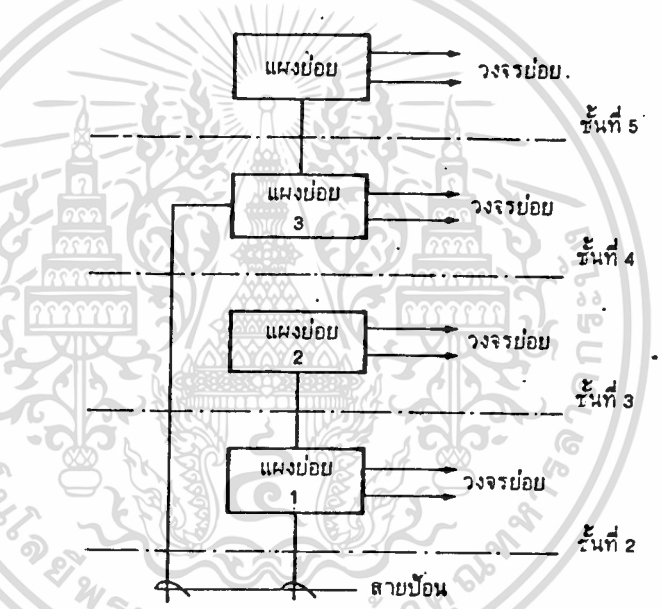
รูปที่ 14.7 การเดินสายป้อนในอาคารซึ่งสูงเพียง 2-3 ชั้น (ใช้สายป้อนชุดเดียวกัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่วิธีการดังกล่าวจะมีข้อเสีย คือ แรงดันไฟฟ้าในชั้นบนจะต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าในชั้นล่าง ดังนั้น จึงต้องเพิ่มขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายให้ใหญ่ขึ้น ทำให้สิ้นเปลือง นอกจากนี้ยังไม่สามารถควบคุมการปิดเปิดไฟได้มาก

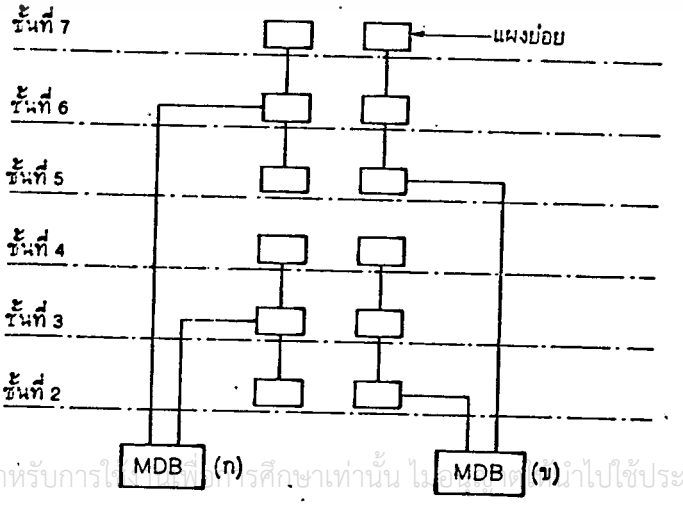
วิธีการดังในรูปต่อไปนี้ แม้จะเป็นลักษณะอาคารแบบเดียวกับในรูปที่แล้ว แต่เป็นวิธีการที่ดีกว่า เพราะอาจเลือกขนาดของสายป้อนแต่ละสาย เพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตกในสายเท่าๆกัน เพื่อให้ประหยัดที่สุดมักจะใช้แผงย่อยจ่ายไฟไม่เกิน 3 แผง และใช้สายป้อนชุดเดียวกัน (แต่ก็ไม่ใช่หลักเกณฑ์ที่ตายตัว)

2) ในอาคารซึ่งสูงหลายชั้น จะสามารถแสดงหลักการและวิธีการเดินสายป้อนได้ดังรูปต่อไปนี้ แต่วิธีของรูปแรกจะดีกว่ารูปที่สอง เพราะว่า แรงดันไฟฟ้าที่แผงย่อยจะมีค่าเท่ากันทุกแผง



รูปที่ 14.8 เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากรูปที่ 14.7

3.6

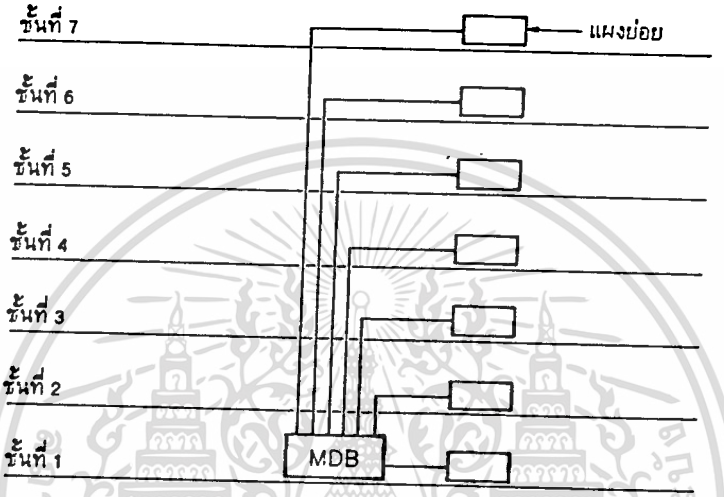


รูปที่ 14.9 เป็นการแสดงวิธีการเดินสายป้อนในอาคารที่สูงหลายชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4

ในอาคารใหญ่ๆ บางครั้งเพื่อความสะดวกสบายอาจจำเป็นต้องเดินสายป้อนเพียงสายเดียวไปยังแผงย่อยต่างๆ ซึ่งจะอยู่ตามชั้นต่างๆ เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้ไฟฟ้าได้ง่ายเพราะจะไม่เกี่ยวข้องกับชั้นอื่นๆ โดยได้แสดงไว้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 14.10 แสดงการเดินสายป้อนอีกลักษณะหนึ่ง

นอกจากนี้ ในอาคารที่สูงมากๆ ถ้าใช้สายป้อนแรงดันต่ำอาจจะต้องใช้สายขนาดใหญ่มาก ดังนั้น ในทางปฏิบัติจึงมักเดินสายป้อนแรงดันสูงเข้ามายังหม้อแปลง ซึ่งจะติดตั้งไว้ยังชั้นที่เหมาะสม และจากหม้อแปลงเหล่านี้ จะเดินสายป้อนแรงต่ำไปยังแผงย่อยอื่นๆ ต่อไป

<u>วันไลน์ไดอะแกรม (One Line Diagram)</u>

วันไลน์ไดอะแกรม เป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยจะเป็นสิ่งที่แสดงถึงระบบการจ่ายไฟฟ้าทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นอาคาร หรือโรงงานอุตสาหกรรมใดๆ รายละเอียดทั้งหมดจะได้กล่าวอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุป</u>

ในการออกแบบการคำนวนระบบไฟฟ้านั้น จะมีขั้นตอนการทำงานอย่างคร่าวๆพอที่จะสรุปได้ดังนี้ คือ

1.การออกแบบวงจรย่อย ควรจะแยกวงจรย่อยของดวงโคมและเต้าเสียบออกจากกัน โดยโหลดแต่ละวงจรย่อยมีได้ไม่เกิน 10 จุด ส่วนขนาดของสายวงจรย่อยจะต้องสามารถรับกระแสที่เข้าโหลดได้อย่างไม่มีอันตราย และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 mm^2 ในกรณีที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่นๆ เช่น เครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็นควรที่จะแยกวงจรย่อยออกเฉพาะอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวนั้นๆ ในกรณีที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินจะต้องมีขนาดพิกัดไม่มากกว่าขนาดของกระแสสูงสุดของสาย

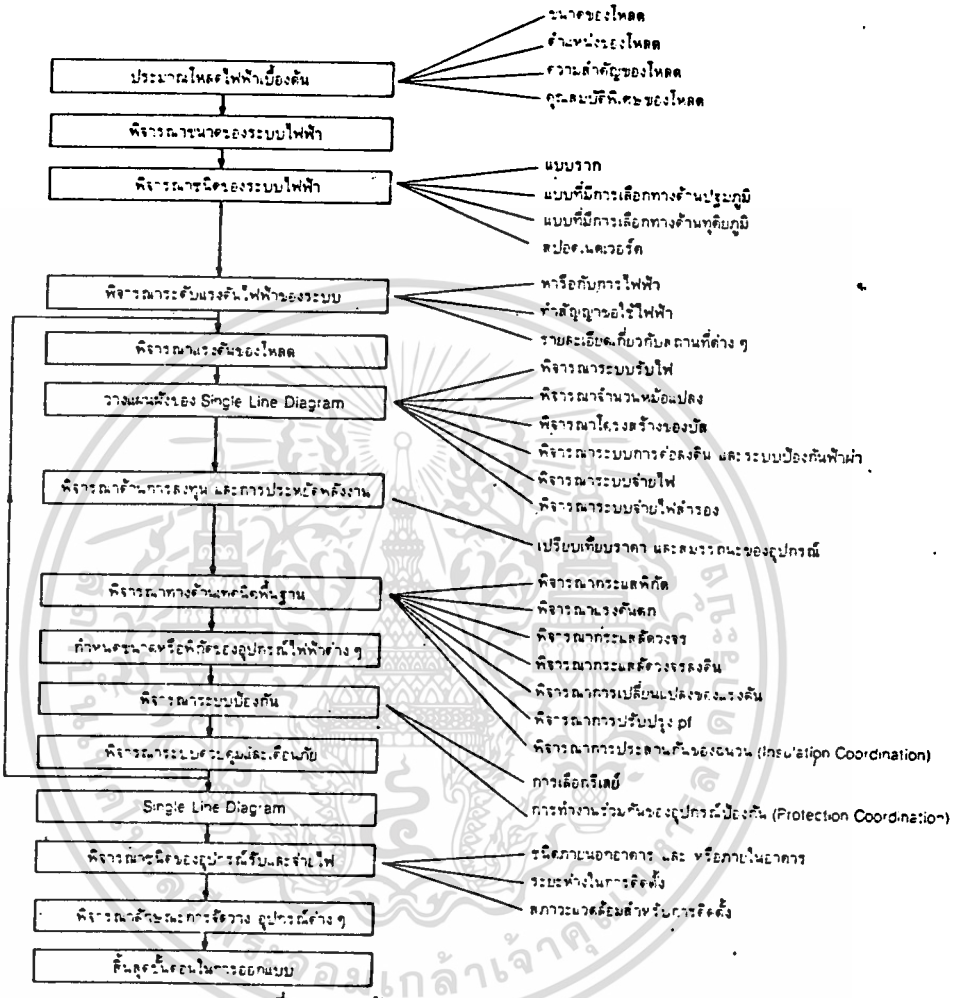
2. การออกแบบสายป้อน จะต้องทำการสร้างรายการโหลด และทำการคำนวนให้โหลดในแต่ละเฟสสมดุล (ในกรณี 3 เฟส) ขนาดกระแสของสายป้อนจะทำการหาได้จากรายการโหลดดังกล่าวในกรณีอาคารที่ออกแบบมีหลายชั้น การหาขนาดของสายป้อนที่ไปยังชั้นต่างๆ ควรจะแยกตามชั้น หรืออาจจะมีสายป้อนชุดเดียวจ่ายหลายชั้นก็ได้ แต่ไม่ควรจะเกิน3 ชั้นหลังจากนั้น ให้ทำการคำนวนหาขนาดอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ซึ่งจะต้องมีพิกัดตามรายการโหลด อุปกรณ์ป้องกันดังกล่าวควรจะมีอยู่ตามชั้นต่างๆโดยจะเรียกว่า แผงย่อย

3. ในกรณีที่ได้แผงย่อยแล้ว แผงย่อยอาจจะมีหลายชุดก็ได้ให้มาทำการคำนวนหาแผงสวิทช์ใหญ่ต่อไปซึ่งพิกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ต่างๆจะต้องสัมพันธ์กับขนากของปผงย่อย

4. หลังจากนั้น ให้ทำการเขียนวันไลน์ไดอะแกรม และไรเซอร์ไดอะแกรม โดยวันไลน์ไดอะแกรมได้มาจากข้อ 3. ส่วนไรเซอร์ไดอะแกรมได้มาจากข้อ 2.

5. จะต้องพิจารณาถึงระบบจ่ายไฟที่จะใช้ว่าจะเป็นแบบสายป้อน แบบรากอย่างง่ายๆ หรือชุดสายป้อนที่มีการเลือกทางด้านปฐมภูมิ หรืออื่นๆต่อไป ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับขนาดและกระแสโหลดทั้งหมดด้วยการทำงานของการออกแบบระบบไฟฟ้านั้นสามารถแสดงแผนภูมิระบุขั้นตอนต่างๆๆด้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14.11 ขั้นตอนในการออกแบบระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนโหลดและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

การคำนวนโหลดและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จะคำนวนตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ

<u>หลักเกณฑ์ในการคำนวนโหลดของอาคารชุดและตึกสูง</u>

หลักเกณฑ์ที่ใช้จะมีรายละเอียด ดังนี้

1) การคำนวนโหลดของห้องชุดประเภทต่างๆ

1.1 ไฟฟ้าส่วนกลางคำนวนโหลดตามที่ติดตั้งจริง ถ้าไม่เกิน 300 KVA จะจ่ายไฟด้วยเครื่องวัดแรงดันต่ำ ขนาดตั้งแต่ 15 A 1เฟส 2สาย ขึ้นไป

1.2 ห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัยที่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง สามารถคำนวนโหลดของห้องชุดได้ ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ตั้งแต่ 1 - 85 ตร.ม. คำนวนโหลดโดยใช้ค่า 150 VA/m^2 คูณกับพื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียง
- พื้นที่ตั้งแต่ 86 ตร.ม. ขึ้นไป คำนวนโหลดโดยใช้สูตร

โหลด = 6000 + (80 * พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียง)

1.3 ห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัยที่ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง สามารถคำนวนโหลดของห้องชุดได้ ดังนี้

- พื้นที่ตั้งแต่ 1 - 85 ตร.ม. คำนวนโหลดโดยใช้ค่า 220 VA/m^2 คูณกับพื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียง
- พื้นที่ตั้งแต่ 86 ตร.ม. ขึ้นไป คำนวนโหลดโดยใช้สูตร

โหลด = 6000 + (150 * พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียง)

1.4 ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าที่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง คำนวนโหลดโดยใช้ค่า 85 VA/m^2 คูณกับพื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียง

1.5 ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าที่ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง คำนวนโหลดโดยใช้ค่า 185 VA/m^2 คูณกับพื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียง

1.6 ร้านค้าตามข้อ 1.4 และ 1.5 ซึ่งใช้โหลดมากเป็นพิเศษ จะต้องคำนวนต่างหาก

2) การคำนวนขนาดเครื่องวัด และเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับเครื่องวัด

การคำนวนโหลดของห้องชุดประเภทต่างๆตามข้อ1)นั้น เมื่อนำผลการคำนวนมาปรับเข้าหาขนาดเครื่องวัดที่การไฟฟ้านครหลวงถือปฏิบัติอยู่ จะมีรายละเอียดตามตารางต่อไปนี้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกแก่ผู้ออกแบบและการไฟฟ้านครหลวงทั้ง 2 ฝ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของเครื่องวัด และเซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัย				
ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ (m^2)	ขนาดของเครื่องวัด	ขนาดของCB
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน25	15 A 1 เฟส 2 สาย	20 A 1 P
		26 - 40	30 A 1 เฟส 2 สาย	50 A 1 P
		40 - 60	50 A 1 เฟส 2 สาย	75 A 1 P
		61 - 85	75 A 1 เฟส 2 สาย	100 A 1 P
		86 - 135	30 A 3 เฟส 4 สาย	50 A 3 P
		136 - 225	50 A 3 เฟส 4 สาย	75 A 3 P
		เกิน225	พิจารณาเป็นรายๆไป	
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน35	15 A 1 เฟส 2 สาย	20 A 1 P
		36 - 60	30 A 1 เฟส 2 สาย	50 A 1 P
		61 - 90	50 A 1 เฟส 2 สาย	75 A 1 P
		91 - 125	75 A 1 เฟส 2 สาย	100 A 1 P
		126 - 250	30 A 3 เฟส 4 สาย	50 A 3 P
		251 - 420	50 A 3 เฟส 4 สาย	75 A 3 P
		เกิน 420	พิจารณาเป็นรายๆไป	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของเครื่องวัด และเซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้า				
ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ (m^2)	ขนาดของเครื่องวัด	ขนาดของCB
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน30	15 A 1 เฟส 2 สาย	20 A 1 P
		31 - 50	30 A 1 เฟส 2 สาย	50 A 1 P
		51 - 70	50 A 1 เฟส 2 สาย	75 A 1 P
		71 - 100	75 A 1 เฟส 2 สาย	100 A 1 P
		101 - 140	30 A 3 เฟส 4 สาย	50 A 3 P
		141 - 215	50 A 3 เฟส 4 สาย	75 A 3 P
		216 - 300	75 A 3 เฟส 4 สาย	100 A 3 P
		301 - 390	100 A 3 เฟส 4 สาย	125 A 3 P
		391 - 570	150 A 3 เฟส 4 สาย	200 A 3 P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ไม่เกิน65	15 A 1 เฟส 2 สาย	20 A 1 P
		65 - 100	30 A 1 เฟส 2 สาย	50 A 1 P
		101 - 155	50 A 1 เฟส 2 สาย	75 A 1 P
		156 - 220	75 A 1 เฟส 2 สาย	100 A 1 P
		221 - 310	30 A 3 เฟส 4 สาย	50 A 3 P
		311 - 470	50 A 3 เฟส 4 สาย	75 A 3 P
		471 - 660	75 A 3 เฟส 4 สาย	100 A 3 P

3) การคำนวนโหลดสายป้อน หม้อแปลง และเครื่องป้องกัน

ให้ใช้ขนาดของเครื่องวัดตามตารางที่แล้ว แล้วนำมาคำนวนโหลดของสายป้อน หม้อแปลง และเครื่องป้องกัน โดยใช้ค่าคอนซิเดนท์แฟคเตอร์ซึ่งจะได้แสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ประเภทที่อยู่อาศัย (รวมไฟส่วนกลาง)

จำนวนเครื่องวัด	คอนซิเดนท์แฟคเตอร์
1 - 10	1.0
11 - 20	0.9
21 - 30	0.8
31 - 40	0.7
41 ขึ้นไป	0.6

3.2 ประเภทสำนักงานร้านค้า

จำนวนเครื่องวัด	คอนซิเดนท์แฟคเตอร์
1 - 10	1.00
11 ขึ้นไป	0.87

3.3 อาคารชุดที่มีทั้งประเภทอยู่อาศัยและสำนักงานหรือร้านค้ารวมกัน ให้คำนวนแยกแต่ละประเภทตามที่กำหนดไว้ในข้อ 3.1 และ 3.2 แล้วนำโหลดทั้งหมดมารวมกัน

4) ขนาดของสายป้อน หม้อแปลง และเครื่องป้องกัน

4.1 สายป้อน (สายเมนหรือบัสดัก) จะต้องมีขนาดการทนกระแส (current carrying capacity) ไม่น้อยกว่า 125 % ของโหลดที่คำนวนได้จากข้อ 3) และแรงดันไฟฟ้าตก (voltage drop) จะต้องไม่เกิน 3 % ด้วย

4.2 เครื่องป้องกันจะต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current หรือ Fault Current) ณ ตำแหน่งต่างๆได้อย่างเหมาะสม แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 10 KA หรือ 50 KA แล้วแต่กรณีเครื่องป้องกันจะต้องตั้งหรือออกแบบให้สามารถตัดกระแส เมื่อกระแสใช้งานเกินโหลดที่คำนวนได้

4.3 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องมีขนาดจ่ายสูงสุดไม่ต่ำกว่า 125% ของโหลดที่คำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ตามข้อ 3)

ข้อกำหนดสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

ข้อกำหนดจะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

1) ท่อร้อยสายแรงสูงและบ่อพักสาย

จะต้องเป็นไปตามแบบมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง แนวท่อร้อยสายแรงสูงและตำแหน่งของบ่อพัก จะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงเสียก่อน การติดตั้งสายเคเบิลแรงสูงจะทำได้โดยการไฟฟ้านครหลวงเท่านั้น

2) แผงสวิทช์แรงสูง

2.1 ตู้แผงสวิทช์แรงสูงจะต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ ANSI

2.2 ขนาดการทนได้ต่อกระแสลัดวงจร (Interrupting Capacity) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือฟิวส์ สำหรับระบบ 24 KV และ 12 KV จะต้องไม่ต่ำกว่า 10 KA และ 16 KA ตามลำดับ

2.3 ในระบบแรงดันไฟฟ้าสูง อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (H.V. Overcurrent Protection) จะต้องใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือฟิวส์ที่มีขนาดเหมาะสมกับพิกัดกระแสของหม้อแปลง ถ้าใช้ฟิวส์ จะประกอบกับโหลดเบรกสวิทช์ (Load - break Switch) ที่มีขนาดไม่เกิน 100 A

2.4 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงสภาพนำ 98 % (Conductivity) และใช้ค่าความหนาแน่นของกระแส (Current Density) ไม่มากกว่า 105 A/m^2

2.5 โครงสร้างของแผงสวิทช์ จะต้องสามารถรับแรงที่เกิดจากกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 A/mm^2

2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบสำหรับการสร้างแผงสวิทช์ และแบบการสร้างแผงสวิทช์จะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงเสียก่อน

2.7 การแบ่งระดับการป้องกัน (Degree of Protection) ต้องเป็นประเภท IP 55 ตามมาตรฐาน IEC

2.8 ตัวตู้ต้องเปิดได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ด้านหน้าให้ใช้บานพับ และส่วนที่เปิดได้จะต้องเตรียมหูหรือห่วงอื่นๆที่ใช้สำหรับผนึกตราของการไฟฟ้านครหลวง

2.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์และสวิทช์ จะต้องผลิตโดยบริษัทที่การไฟฟ้านครหลวงเชื่อถือ เช่น AEG , SIEMEN , ASEA , SQ.D , WESTING HOUSE , ITE และ McGRAW EDISON เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร จะต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 จะต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC หรือ ANSI

3.2 ต้องเป็นชนิดคาสท์เรซิน (Cast Resin) หรือ เอนแคปซูเลทเรซิน (Encapsulated Resin)

3.3 ขนาดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง คือ 300 , 500 , 750 , 1000 , 1500 และ 2000 KVA ขนาดใหญ่ที่สุดจะต้องไม่เกิน 2000 KVA

3.4 ต้องประกอบไปด้วยระบบระบายความร้อนโดยใช้ระบบอัดอากาศ (Forced-air Cooling System) ซึ่งทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติและควบคุมด้วยมือ และมีการป้องกันโหลดเกินทางความร้อน(Thermal Overload Protection) ทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่ออุณหภูมิสูงเกินพิกัด

3.5 ต้องเป็นชนิดเอนโคลสดรายไทพ์ (Enclosed Dry Type)

3.6 โหลดตั้งแต่ 1000 KVA ขึ้นไป จะต้องตั้งหม้อแปลงตั้งแต่ 2 ลูกขึ้นไป เพื่อสับถ่ายโหลดในขณะที่หม้อแปลงลูกใดลูกหนึ่งไม่สามารถจ่ายไฟได้ และต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการจ่ายไฟชนกัน(Interlocking Device) และไทเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Tie Circuit Breaker) จะต้องเป็นชนิดที่ใส่กุญแจได้ และจะต้องมีขนาดเท่ากับขนาดของเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วย หม้อแปลงแต่ละลูกที่สับถ่ายกันได้นี้จะต้องมีขนาดเท่ากัน

ในภาวะปกติ หม้อแปลงแต่ละลูกจะต้องจ่ายไฟเป็นอิสระจากกัน และมีขนาดเพียงพอกับโหลดของสายป้อนนั้นๆ

3.7 พิกัดแรงดันของหม้อแปลง ต้องเป็นขนาด 12 KV/416 Y/240 V หรือ 24 KV/416 Y/240 V และมี -4 * 2.5 % Full capacity primary tap

3.8 หม้อแปลงต้องผลิตโดยบริษัทที่การไฟฟ้านครหลวงเชื่อถือ เช่น Trafo-Union , ASEA , MITSUBISHI , MAY and CHRISTE เป็นต้น

3.9 การสูญเสียของหม้อแปลงต้องไม่เกิน 1 %

4) แผงสวิทช์แรงต่ำ

จะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

4.1 ตู้แผงสวิทช์แรงต่ำจะต้องผลิตตามมตรฐาน IEC หรือ ANSI

4.2 การป้องกันกระแสเกิน ให้ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดได้ แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 10 KA (50 KA ถ้าจ่ายจากเมนกริดในเขตวงจรตาข่าย) และมีขนาดเป็น 1.5 เท่าของโหลดสายป้อน หรือเหมาะสมกับขนาดของหม้อแปลงเมื่อใช้การระบายความร้อนด้วยการอัดอากาศแล้วแต่กรณี

4.3 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงสภาพนำ 98 % และใช้ค่าความหนาแน่นของกระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสไม่มากกว่า 1.5 A/mm^2

4.4 โครงสร้างของแผงสวิทช์ จะต้องสามารถรับแรงที่เกิดจากกระแสลัดวงจร· ได้ไม่ต่ำกว่า 10 KA , 16 KA สำหรับระบบ 24 KV และ 12 KV ตามลำดับ

4.5 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสร้างแผงสวิทช์และแบบการสร้างแผงสวิทช์ ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงเสียก่อน

4.6 ระดับของการป้องกัน ต้องเป็นประเภท IP 55 ตามมตรฐาน IEC

4.7 ตู้ต้องเปิดได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังด้านหน้าใช้บานพับ และส่วนที่เปิดได้ต้องเตรียมหูหรือห่วงอื่นๆที่ใช้สำหรับผนึกตราของการไฟฟ้านครหลวงด้วย

4.8 สายเมนจากหม้อแปลงมายังแผงสวิทช์แรงต่ำ ต้องมีขนาดสูงสุดไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของกระแสสูงสุดของหม้อแปลง เมื่อใช้วิธีระบายความร้อนด้วยการอัดอากาศ

5) สายเมนแรงต่ำ

5.1 สายทองแดงต้องมีสภาพนำ 98 % หุ้มฉนวนที่เหมาะสมเดินในท่อ RSC , IMC หรือทางเดินสายที่ห่อหุ้ม (Enclosed Wire Way) และอนุโลมให้ใช้กฎเกณฑ์ใน NEC ได้ ถ้ากล่องต่อสายไม่ใช่ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน จะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงเสียก่อน ทางเดินสายและกล่องต่อสายจะต้องผนึกตราของการไฟฟ้านครหลวงได้

5.2 บัสดักให้ใช้ได้ทั้งชนิดตัวนำทองแดงและอลูมิเนียม ถ้าเป็นทองแดง หน้าสัมผัสของจุดต่อต้องชุบดีบุกหรือเงิน ถ้าเป็นอลูมิเนียม หน้าสัมผัสของจุดต่อต้องชุบเงินเท่านั้น บัสดักต้องสามารถถอดเปลี่ยนส่วนที่ชำรุดได้โดยอิสระ และทุกส่วนที่ถอดออกได้จะต้องผนึกตราของการไฟฟ้านครหลวงได้

5.3 ห้ามใช้เปลือกนอกของบัสดักหรือท่อร้อยสายหรือทางเดินสาย ทำหน้าที่เป็นสายต่อลงดิน

5.4 ถ้าใช้บัสทรังกิ้ง (Bus Trunking) ให้ใช้บัสดักทองแดงที่มีสภาพนำ 98 % เท่านั้น แต่ละส่วนต้องถอดเปลี่ยนส่วนที่ชำรุดได้โดยอิสระ และทุกส่วนที่เปิดออกได้จะต้องสามารถผนึกตราของการไฟฟ้านครหลวงได้

6) การติดตั้งอุปกรณ์

6.1 ตามปกติหม้อแปลงและแผงสวิทช์จะต้องติดตั้งบนชั้นพื้นดิน (Ground floor) ถ้าหากจะติดตั้งชั้นอื่น จะต้องเตรียมสถานที่ให้สามารถเคลื่อนย้ายหม้อแปลงขึ้นลงได้สะดวก สามารถนำรถบรรทุกเข้าไปรับหม้อแปลง รวมถึงมีโอเวอร์เฮดเครน(Overhead Crane) ที่มีขนาดเหมาะสมกับน้ำหนักของหม้อแปลงไว้ด้วย

6.2 หม้อแปลงต้องเป็นไปตามแบบและมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง และไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขัดต่อประกาศของกระทรวงมหาดไทยในเรื่องความปลอดภัย

6.3 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆภายในอาคาร เช่น บัสดัก แผงสวิทช์แรงสูง-แรงต่ำ และอื่นๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบในเรื่องขนาดและรายละเอียดของอุปกรณ์ และได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวง

<u>การต่อลงดิน</u>

สำหรับระบบไฟฟ้าภายในอาคารชุดนั้น มีจุดประสงค์หลักที่จะขจัดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเหนี่ยวนำการบกพร่องของระบบไฟฟ้าต่างๆ การลัมผัสโดยบังเอิญหรือการลัดวงจร การต่อลงดินให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ จะสามารถป้องกันอันตรายแก่สาธารณชนหรือผู้อยู่อาศัยในอาคารได้

สายตัวนำที่ใช้เป็นตัวนำสายดินนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก จึงควรจะเอาใจใส่เป็นพิเศษ การเลือกใช้สายตัวนำให้มีขนาดเหมาะสมกับสภาพการใช้งานและสภาพแวดล้อม จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายในการที่จะป้องกันอันตรายแก่ผู้รู้เท่าไม่ถึงการได้

ผู้ก่อตั้งหรือเจ้าของอาคารชุดต้องจัดให้มีระบบการต่อลงดินที่เหมาะสมใช้ได้ผลดีอย่างน้อยที่สุดควรจัดไว้เป็น 3 ประเภทด้วยกัน

1) การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้า

2) การต่อลงดินสำหรับเปลือกโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในส่วนกลาง และภายในห้องชุด

3) การต่อลงดินสำหรับการป้องกันฟ้าผ่าอาคาร

ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้ คือ

1) การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้า

1.1 เปลือกนอกโลหะของหม้อแปลงไฟฟ้า ตู้อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง-แรงต่ำ และเปลือกนอกของบัสดัก,ท่อร้อยสาย,รางเดินสาย ตู้และแผงต่างๆ ต้องต่อลงดิน

1.2 สายศูนย์หรือเป็นกลางจะต้องต่อลงดิน

1.3 สายที่ต่อลงดินจะต้องเป็นสายตัวนำทองแดง (หุ้มฉนวนหรือเปลือยก็ได้) ที่มีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ให้ไว้

1.4 การต่อลงดินเข้ากับอุปกรณ์หรือส่วนที่ประสงค์จะต่อลงดิน ต้องใช้เทอร์มินอล (Terminal) หรือวิธีอื่นที่คล้ายคลึงกัน

1.5 สายดินที่ต่อกับอุปกรณ์หรือส่วนที่ประสงค์จะต่อลงดินถึงหลักดิน จะต้องเป็นสายเดียวกันโดยตลอด

2) การต่อลงดินสำหรับเปลือกโลหะของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ในส่วนกลางและห้องชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ห้องชุดทุกห้องจะต้องมีระบบสายดินเตรียมพร้อมไว้ สำหรับต่อสายดินของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าได้

2.2 เปลือกโลหะของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ทั้งในส่วนกลางและห้องใดๆจะต้องต่อลงดิน

2.3 ขนาดของสายดินที่จะต้องใช้ในข้อนี้ ให้ใช้ตามตารางที่ให้ไว้

3) การต่อลงดินสำหรับการป้องกันฟ้าผ่าอาคาร

การออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าอาคาร จะต้องแยกสายดินของระบบนั้นออกจากสายดินของระบบอื่นๆ และสายดินของระบบนี้จะต้องห่างจากท่อหรือทางเดินสายและสิ่งห่อหุ้มระบบไฟฟ้าต่างๆไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร ด้วย

<u>วิธีการต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง</u>ๆ

1) การต่อลงดินโดยเข้าหลักสายดิน จะต้องใช้ไม่น้อยกว่า 2 แห่ง ระยะห่างระหว่างหลักสายดินจะต้องไม่น้อยกว่า 2 เมตร

2) หลักสายดิน ถ้าใช้ทองแดงในลักษณะกลม-ตัน จะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12.5 mm ความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร ถ้าใช้หลักสายดินชนิดทองแดงแกนเหล็ก(Copper Clad Steel GroundRod) จะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 mm ความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร ถ้าใช้หลักสายดินชนิดอื่น จะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้านครหลวงเสียก่อน

3) การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดิน ให้ใช้เฉพาะวิธีต่อเชื่อม (Thermit welding) เช่น การใช้ Cadweld เป็นต้น เท่านั้น วิธีอื่นเช่น การใช้clamp การไฟฟ้านครหลวงไม่อนุญาตให้ใช้ เนื่องจากอายุการใช้งานสั้นและอาจเกิดอันตรายแก่ระบบสายดินในอนาคตได้ง่าย

4) การตอกฝังหลักสายดินลงในพื้นดิน ตำแหน่งหลักสายดินจะต้องอยู่ห่างจากกำแพงหรือฐานรากของอาคารด้วยรัศมีไม่น้อยกว่า 60 cm ปลายบนของหลักสายดินจะต้องอยู่ต่ำจากผิวดินไม่น้อยกว่า 60 cm ด้วย

5) ความต้านทานของหลักสายดิน (Resistance of Ground) จะต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ในกรณีที่เกินกว่านี้ ให้ปักหลักสายดินโดยเพิ่มระยะห่างระหว่างหลักไม่น้อยกว่า 2 เมตร แล้วต่อเชื่อมเข้าถึงกันทั้งหมดจนกว่าจะไม่เกิน 5โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดสายดินสำหรับต่อเปลือกนอกโลหะของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าลงดิน	
พิกัดกระแสของCB ไม่เกิน....(amp.)	ขนาดของสายดินและตัวนำทองแดง (mm^2)
15	2.5
20	4
30 – 60	6
100	10
200	16
400	35
600	50
800 – 1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185
3000	240
4000	300
5000	400
6000	500
ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ (Neutral) ลงดิน	
ขนาดของสายศูนย์และตัวนำทองแดง(mm^2)	ขนาดของสายดินและตัวนำทองแดง(mm^2)
35 หรือเล็กกว่า	10
50	16
70	25
95 - 150	35
185 - 500	70
เกิน 500	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์

โดยทั่วไป สามารถแยกระบบโทรศัพท์ได้ 2 ระบบ คือ

ระบบชุมสายกลางสำหรับการติดต่อ (Public Exchange)

ระบบย่อยที่ต่อออกจากชุมสายกลาง (Private Exchange) ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะในการนำไปใช้ได้ดังนี้

1. ระบบโทรศัพท์แบบคีย์ (Key Telephone)

เป็นระบบโทรศัพท์ขนาดเล็ก ไม่จำเป็นต้องมีพนักงานรับโทรศัพท์ ลักษณะของเครื่องรับจะแตกต่างจากเครื่องรับโดยทั่วๆไป เป็นระบบที่เหมาะสำหรับ อาคารสำนักงาน ขนาดกลางถึงขนาดเล็ก เพราะสามารถต่อกับเครื่องพ่วงได้จำนวนไม่มากนัก

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเครื่องโทรศัพท์แบบคีย์ คือ

ก. การต่อสายออก เครื่องแบบคีย์แต่ละเครื่องสามารถหมุนโทรศัพท์ติดต่อกับภายนอกได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านพนักงานรับโทรศัพท์

ข. การรับสายเรียกเข้า เมื่อมีสายจากภายนอกเรียกเข้ามา เครื่องคีย์ทุกเครื่องจะรับทราบ และสามารถรับสายได้ทุกเครื่อง

ค. การพักสาย สามารถพักสายในขณะที่กำลังสนทนาอยู่โดยที่ไม่ทำให้สายนั้นขาด และคู่สนทนาก็จะไม่ได้ยินการสนทนาชั่วขณะ

ง. การโอนสายไปยังเครื่องคีย์อื่น สามารถทำการโอนสายที่กำลังสนทนาอยู่ไปให้เครื่องในระบบเดียวกันได้

จ. ใช้เป็นเครื่องอินเตอร์คอม สามารถเรียกหากันได้ โดยไม่ต้องต่อเติมหรือดัดแปลงเครื่องรับโทรศัพท์

2. ระบบตู้ชุมสาย

ระบบตู้ชุมสายนี้ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ โดยการต่อคู่สายขององค์การโทรศัพท์เข้ากับตู้นี้ และต่อสายสำหรับใช้ภายในไปยังเครื่องพ่วง โดยมีพนักงานรับโทรศัพท์ทำหน้าที่รับสายที่เรียกเข้ามาแล้วโอนไปยังเครื่องพ่วงที่ต้องการ

ระบบตู้ชุมสายมีหลายแบบ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง ระบบชุมสายอัตโนมัติ หรือระบบ PABX (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) ซึ่งเหมาะกับการใช้งานของกิจการขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ เช่น อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ ระบบการทำงานของตู้ชุมสายนี้จะควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรม หรือเรียกว่า ระบบ SPC ซึ่งมีหลักการเช่นเดียวกับการทำงานของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำงานของ PABX มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

ก. ส่วนควบคุมการทำงานของโทรศัพท์ทั้งระบบ

ข. ส่วนโอเปอร์เรเตอร์ คอนโซล (Opertor Console) หรือ ส่วนของพนักงานรับสายภายนอกที่ติดต่อเข้ามา และทำการโอนสายไปยังเครื่องรับภายใน

ในส่วนของโอเปอร์เรเตอร์ คอนโซลนี้ ประกอบด้วยฟังก์ชั่นการทำงานหลายๆแบบ เช่น การแทรกการสนทนาในขณะที่กำลังใช้สายอยู่โดยจะมีสัญญาณเตือนก่อนสำหรับกรณีเร่งด่วน การพักสาย การสลับสาย การโอนสายทั้งสายนอกและสายใน การจำกัดการโทรออกต่างจังหวัดหรือต่างประเทศ และการกำหนดให้เครื่องพ่วงภายในสามารถรับสายตรงได้ในขณะที่ไม่มีพนักงานรับโทรศัพท์

เนื่องจากระบบ PABX นี้ต้องมีไฟจากแบตเตอรี่เพื่อสำรองในยามฉุกเฉิน ดังนั้นระบบนี้จึงมี ฟังก์ชั่นจัดการต่อคู่สายจากองค์การโทรศัพท์ซึ่งใช้ไฟกระแสตรง 48 โวลท์ เข้ากับเครื่องพ่วงเครื่องใดเครื่องหนึ่งโดยอัตโนมัติ ทำให้การทำงานของระบบเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ค. ส่วนของเครื่องพ่วงภายใน (Extension) ซึ่งจะมีจำนวนเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการใช้โทรศัพท์

ส่วนประกอบของระบบ PABX

ก. ทางเข้าของระบบ (Service Entrance) เป็นการโยงคู่สายขององค์การโทรศัพท์เข้ามาในอาคารโดยจะเป็นแบบ สายลอย (overhead) หรือ สายใต้ดิน (underground)

ข. ห้องควบคุม (Main Terminal Room) เป็นตัวเชื่อมระหว่างสายขององค์การโทรศัพท์ และสายที่พ่วงใช้งานในอาคาร ประกอบด้วย ชุดแผงต่อสาย (MDF- main distribution frame) ส่วนควบคุมการทำงาน(PABX) และแบตเตอรี่สำรอง

ค. ระบบไรเซอร์ (Riser system) เป็นการโยงสายจากห้องควบคุม เพื่อส่งต่อไปยังจุดต่อสาย (Telephone Cabinet- TC) ตามชั้นต่างๆ

ง. ระบบจำหน่าย (Distribution System) เป็นการโยงสายจากจุดต่อสาย ไปยังเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการออกแบบระบบโทรทัศน์สายอากาศรวม (MATV)

ระบบสายอากาศรับ

-ระบบสายอากาศรับ หมายถึงอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการรับสัญญาณโทรทัศน์ ตั้งแต่ตัวสายอากาศจนถึงขั้วเอาท์เล็ท (outlet) ที่ปลายทาง สำหรับระบบสายอากาศในระบบสายอากาศรวม จะประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ ดังนี้คือ

1. สายอากาศ (Antenna)
2. เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier)
3. อุปกรณ์แยกสัญญาณ
   - สปลิตเตอร์ (splitter)
   - แท็ปออฟ (tap-off)
4. สายนำสัญญาณ (Transmission line)
5. อุปกรณ์รวมสัญญาณ (Combiner)

ระดับสัญญาณที่เครื่องรับโทรทัศน์และวิทยุเอฟเอ็มต้องการ

เครื่องรับโทรทัศน์ และเครื่องรับวิทยุเอฟเอ็มโดยทั่วไปจะถูกออกแบบ ให้มีความไวขนาดหนึ่ง หมายถึงจะต้องการสัญญาณที่ขั้วสายอากาศที่ตัวเครื่องอย่างต่ำเป็นค่าๆ หนึ่ง จึงจะทำการรับภาพ หรือรับฟังได้ดี ถ้าระดับสัญญาณที่รับได้แรงกว่านี้ก็จะรับได้ดี แต่ถ้าสัญญาณแรงเกินไปก็กลับมีผลทำให้การรับภาพ และเสียงผิดปกติไปอีก ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณที่แรงเกินไป ทำให้การขยายของภาคขยายอยู่ในสภาพอิ่มตัว ผลคือทำให้ภาพที่รับได้เข้มเกินไป และเสียงที่รับได้เป็นเสียงแตกไม่เป็นธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีช่วงของระดับสัญญาณที่เหมาะสมอยู่ช่วงหนึ่งสำหรับเครื่องรับที่จะรับได้ดี และช่วงดังกล่าวนี้อาจจะมีการแตกต่างกันบ้างแล้วแต่บริษัทผู้ผลิต อย่างไรก็ตามเครื่องรับโดยทั่วไปช่วงดังกล่าวจะมีค่าต่ำสุด และสูงสุดดังแสดงไว้ข้างล่าง

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 จะต้องป้อนสัญญาณไปยังเอาท์เล็ทให้มีระดับอยู่ในช่วงที่เหมาะสมดังกล่าว

ระดับของสัญญาณรบกวนและคุณภาพของภาพที่รับได้

การที่เครื่องรับโทรทัศน์จะรับภาพได้ชัดหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับระดับของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนว่ามีมากน้อยเพียงใด เพราะถึงแม้ระดับสัญญาณที่ต้องการรับจะสูง แต่ถ้าสัญญาณรบกวนที่พ่วงอยู่มีระดับสูง ภาพที่รับได้ก็จะไม่ชัด ฉะนั้นในระบบสื่อสารทั่วไปจึงมักจะใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณที่ต้องการต่อสัญญาณรบกวน (Signal to noise ratio เขียนย่อว่า S/N) เพื่อแสดงคุณภาพของสัญญาณ และโดยทั่วไปจะให้อัตราส่วนนี้มีหน่วยเป็น dB และถ้าอัตราส่วนนี้ยิ่งมีค่าสูง ก็แสดงว่าสัญญาณนั้นมีคุณภาพสูง การรับภาพหรือรับเสียงก็จะชัดเจน ในกรณีของเครื่องรับโทรทัศน์ ค่า S/N ที่ทำให้สังเกตเห็นสัญญาณรบกวนได้คือ 38 dB และถ้าค่า S/N ต่ำกว่า 30 dB สัญญาณรบกวนจะสังเกตได้ชัด เพราะฉะนั้นค่า S/N อย่างต่ำควรจะสูงกว่า 30 dB ขึ้นไป

หลักการออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบสายอากาศรวมนั้น หลักการพื้นฐานที่สำคัญอาจกล่าวได้ว่ามี 2 ประการด้วยกัน คือ

1. สัญญาณที่เอาท์เล็ททีวีจะต้องมีคุณภาพดี
2. ราคาของระบบจะต้องถูก

หลักการประการแรกที่ว่า สัญญาณจะต้องมีคุณภาพดีนั้น หมายถึง สัญญาณที่ได้เมื่อแสดงออกที่จอโทรทัศน์แล้ว จะต้องชัดเจนไม่มีสัญญาณรบกวนในลักษณะที่ ทำให้ผู้ชมเกิดความรำคาญได้ การที่สัญญาณจะมีคุณภาพดีดังกล่าว จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติหลายอย่างด้วยกันคือ

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

คุณสมบัติทั้งสามประการนี้ นับว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ และจะขาดเสียมิได้ไม่ว่าในกรณีใดๆก็ตาม อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีที่ตัวอาคารที่ต้องการติดตั้งระบบสายอากาศรวม อยู่ในบริเวณที่ใกล้สถานีส่งของวิทยุ หรือโทรทัศน์ หรือสถานีส่งคลื่นวิทยุอื่นๆ คลื่นต่างๆเหล่านี้อาจเข้ามารบกวนระบบได้ ในกรณีเช่นนี้ จำเป็นจะต้องรู้ข้อมูลโดยละเอียดเพื่อนำมาประกอบการพิจารณาในการออกแบบ และต้องใช้เทคนิคต่างๆ ในการขจัดสัญญาณรบกวนนั้นๆออกไป ซึ่งหมายถึงราคาของระบบจะต้องสูงขึ้น

สำหรับหลักการสำคัญประการที่ 2 ที่ว่า ราคาของระบบจะต้องถูกนั้น เป็นหลักการพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมทั่วไป คือ ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้ระบบทำงานได้ดีโดยที่ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม ร่วมกับการออกแบบวงจรการจ่ายสัญญาณอย่างถูกต้อง ในกรณีทั่วๆไป ผู้ออกแบบจะต้องทำการประนีประนอมระหว่างคุณภาพของสัญญาณ ที่ได้รับกับราคาของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้มาก ผู้ออกแบบจะต้องพยายามออกแบบวงจรการจ่าย และกำหนดอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้คุณภาพของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดีพอสมควร ในขณะเดียวกันราคาของระบบไม่สูงมากนัก ในเงื่อนไขการรับที่สัญญาณมีระดับต่ำ และเสียงรบกวนมีมาก ราคาของระบบอาจจะสูงขึ้นเป็นหลายเท่าตัวของกรณีที่ไม่มีปัญหาอะไร ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบที่จะต้องหาจุดที่เหมาะสมที่สุด ระหว่างคุณภาพของสัญญาณกับราคาของระบบดังกล่าวข้างต้น

Good Picture = 1. Signal Level > 65 dBuV
2. S/N > 38 dB
3. No Ghost

การสำรวจข้อมูลขั้นพื้นฐาน

การสำรวจข้อมูลขั้นพื้นฐานนั้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการออกแบบระบบที่ดี โดยเฉพาะในกรณีที่คาดว่าจะมีสัญญาณรบกวนเข้าสู่ระบบได้มาก ข้อมูลที่ต้องทำการสำรวจ จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณภาพของสัญญาณทั้งสามประการดังกล่าว กล่าวคือ ระดับสัญญาณของแต่ละช่อง แหล่งของสัญญาณรบกวน และสาเหตุที่ทำให้เกิดภาพซ้อน

การกำหนดอุปกรณ์ในเฮดเอนด์ (Head End)

เฮดเอนด์ เป็นคำที่ใช้เรียกระบบสายอากาศในส่วนที่เป็นสายอากาศ และเครื่องขยายสัญญาณตรงต้นทาง รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่ติดตั้งอยู่ในห้อง หรือในตู้เดียวกันกับเครื่องขยายสัญญาณดังกล่าว การเลือกใช้อุปกรณ์หลักในเฮดเอนด์ คือ สายอากาศ และเครื่องขยายสัญญาณนั้น จะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นหลัก โดยทั่วไป เราอาจแบ่งขนาดของระบบออกกว้างๆ ได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้คือ

1. บ้านเรือนทั่วไป ซึ่งมักจะมี เอาท์เล็ททีวี ต่ำกว่า 10 จุดลงมา
2. อะพาทเมนท์ หรือคอนโดมิเนียมขนาดกลาง ซึ่งมีเอาท์เล็ททีวีต่ำกว่า 100 จุดลงมา
3. คอนโดมิเนียมขนาดใหญ่ หรือโรงแรม ที่มีเอาท์เล็ททีวีมากกว่า 100 จุดขึ้นไป

สำหรับการออกแบบในระบบนี้ มีจำนวนเอาท์เล็ทมากกว่า 100 จุด ขึ้นไป จึงขอกล่าวเฉพาะกรณีนี้เท่านั้น ในกรณีนี้ มักจะต้องการระดับสัญญาณจากเครื่องขยายที่สูงกว่า 115 dBuV ขึ้นไป ดังนั้นการเลือกสายอากาศรับ และเครื่องขยายสัญญาณที่เหมาะสมควรใช้สายอากาศที่มีอัตราขยายสูงเพื่อรับสัญญาณเข้ามาให้มีระดับสูงในช่วง 75 - 85 dBuV และใช้เครื่องขยายสัญญาณแบบ แชนเนลแอมปลิไฟเออร์ (Channel Amplifier) ซึ่งมีอัตราขยายอยู่ในช่วง 40 - 50 dB ทำการขยายเพื่อให้ได้ระดับสัญญาณตามต้องการ สำหรับการเลือกตำแหน่งของเฮดเอนด์นั้น ควรจะกำหนดตำแหน่งที่อยู่ใกล้สายอากาศมากที่สุด โดยทั่วไป เราจะทำการติดตั้งสายอากาศบนชั้นดาดฟ้าของตัวตึก เพราะฉะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรติดตั้งเฮดเอนด์ไว้ ที่ชั้นบนสุดของตัวตึก ซึ่งจะเป็นการสะดวกและประหยัดที่สุด ในขณะเดียวกันก็จะให้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะในกรณีที่อาคารสูงมากๆ

วิธีคำนวณระดับสัญญาณในระบบ สายอากาศรวม

การคำนวณระดับสัญญาณในระบบนี้ นับว่าเป็นงานที่ผู้ออกแบบจะต้องทำการคำนวณโดยละเอียดทุกครั้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกใช้อุปกรณ์ในขั้นต้น และเพื่อความมั่นใจว่าระดับสัญญาณเอาท์เล็ททีวีทุกจุดอยู่ในระดับที่ใช้งานได้

การคำนวณระดับสัญญาณที่ตำแหน่งต่างๆ

จากระดับสัญญาณที่สายอากาศรับได้ เมื่อใช้สายอากาศที่มีอัตราขยายเทียบกับสายอากาศแบบไดโพลมาตราฐานแล้วสูงกว่า A dB ระดับสัญญาณที่สายอากาศรับได้ก็จะสามารถคำนวณได้โดยการบวกค่า A dB เข้าไปที่ระดับสัญญาณที่คิดเป็น dBuV

ในการคำนวณระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ททีวีนั้น จะต้องคำนวณหาระดับสัญญาณระหว่างทางที่จุดต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อสัญญาณส่งผ่านมาตามสายนำสัญญาณก็ดี หรือผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สปลิตเตอร์ แท็ปออฟก็ดี จะมีระดับลดทอนลงเช่นเดียวกัน นอกจากนั้นยังมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่ง คือสัญญาณช่องสูงจะมีการสูญเสียในสายนำสัญญาณและในอุปกรณ์สูงกว่าสัญญาณช่องต่ำ ดังนั้น ในการคำนวณเพื่อตรวจสอบดูว่า ระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ททีวีเพียงพอหรือไม่นั้น จะคำนวณจากความถี่ของช่องสูงที่สุดในระบบเพื่อประกันว่าช่องสูงสุดจะใช้งานได้ และถ้าระบบที่กำลังคิดอยู่นั้นเป็นระบบใหญ่ คือมีอุปกรณ์ระหว่างทางมากขึ้นและมีสายยาวมาก จะทำการคำนวณระดับสัญญาณของช่องต่ำด้วย โดยเฉพาะช่องต่ำนั้นอยู่ในแบนด์ I ทั้งนี้เพื่อประกันว่าระดับสัญญาณของช่องต่ำจะไม่สูงเกินกว่าค่าที่เครื่องรับโทรทัศน์ต้องการคือ ประมาณ 80 dBuV อย่างไรก็ตาม สำหรับระบบเล็กๆ คือ ระบบที่ต่ำกว่า 10 จุดลงมา อาจจะไม่ต้องคิดละเอียดอย่างนั้นก็ได้ เพราะระดับสัญญาณของช่องสูงและช่องต่ำจะแตกต่างกันไม่มากอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสัญญาณเตือนภัยจากเพลิงไหม้

(FIRE ALARM SYSTEM)

ในการจัดระบบหรือออกแบบระบบสัญญาณเตือนภัยจากเพลิงไหม้นั้น มีวิธีในการจัดได้หลายแบบ เนื่องจากว่าอุปกรณ์ต่างๆที่จะนำมาใช้ในระบบนี้มีหลายประเภท ซึ่งการที่จะตัดสินใจว่าจะใช้อุปกรณ์ชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับความสะดวกและความเหมาะสมของอุปกรณ์แต่ละชนิดนั่นเอง

การจัดแบ่งประเภทของการแจ้งสัญญาณ

โดยทั่วไปแล้ว ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้มีการจัดแบ่งประเภทของระบบการตรวจจับเพลิงไหม้ โดยใช้ตำแหน่งหรือสถานที่ ที่มีการแจ้งสัญญาณ หรือ ที่ได้รับการแจ้งสัญญาณหลัก ซึ่งสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Fire Protection Association : NFPA) ได้จัดแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1) ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยภายใน (NFPA 72A : Local System)

เป็นระบบที่มีการแจ้งสัญญาณด้วยเสียงที่ดังได้ยินเฉพาะภายในอาคารที่ใช้ระบบนี้อยู่เท่านั้น โดยที่ระบบนี้จะไม่ใช้กับอาคารที่ปกติจะมีเจ้าหน้าที่รักษาการณ์ประจำตลอด 24 ชม. ซึ่งอาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะใช้ระบบนี้

2) ระบบพ่วงสัญญาณเตือนอัคคีภัย (NFPA 72B : Auxilliary System)

โดยทั่วไปแล้วการทำงานคล้ายระบบในข้อ1) แต่จะแตกต่างกันที่การแจ้งสัญญาณ ซึ่งจะส่งสัญญาณแจ้งไปที่สถานีตำรวจดับเพลิงที่ใกล้ที่สุด

3) ระบบเตือนภัยชนิดใช้สถานีทางไกล (NFPA 72C : Remote Station System)

การทำงานจะคล้ายกับระบบข้างต้น เพียงแต่ว่าสัญญาณที่ส่งออกไปจะส่งไปที่สมาคมหรือมูลนิธิของเอกชนแทนที่จะส่งไปที่ตำรวจดับเพลิง ซึ่งสมาคมหรือมูลนิธินี้จะสามารถเข้าร่วมผจญเพลิงและยับยั้งอัคคีภัยได้

4) ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยส่วนบุคคล (NFPA 72D : Propietary System)

เป็นระบบที่ใช้กันมากในกลุ่มอาคาร เช่น อาคารชุด หรือ อาคารสำนักงานที่มีเจ้าของเดียวหรือหลายเจ้าของ แต่ใช้ระบบร่วมกัน ระบบนี้จุดการรับแจ้งสัญญาณจะมาไว้ที่ส่วนกลางที่มีเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการฝึกอบรมมาอย่างดีในการปฏิบัติ ประจำอยู่ตลอดเวลา สถานีอาจอยู่ในอาคารหรืออยู่ใกล้กับอาคารก็ได้

5) ระบบศูนย์เตือนอัคคีภัย (NFPA 72E : Central Station System)

ระบบนี้คล้ายกับการรวมระบบในข้อ2)และข้อ3)เข้าด้วยกัน โดยจากกลุ่มอาคารที่ติดตั้งระบบจะมีสายแจ้งสัญญาณไปยังสถานีรับแจ้งเหตุที่มีเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการฝึกอบรมแล้วประจำอยู่ เมื่อได้รับแจ้งเหตุและตรวจสอบแล้วว่าได้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นจริง ก็จะส่งสัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ญาณแจ้งเหตุไปยังสถานีตำรวจดับเพลิงอีกครั้งหนึ่ง

การตรวจจับการเกิดอัคคีภัยขั้นพื้นฐาน

จุดประสงค์หลักของการตรวจจับเพลิงไหม้อัตโนมัติ ก็คือการปกป้องช่วยเหลือชีวิตก่อนอื่น ส่วนทรัพย์สินจะไว้ทีหลัง พื้นฐานของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยจะต้องประกอบไปด้วยสิ่งเหล่านี้

1) เครื่องควบคุมระบบฯ (Control Panel)

2) อุปกรณ์ตรวจจับและเริ่มสัญญาณ (Detection Devices and Initiating Devices)

3) อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ (Signaling Devices and Indicating Devices)

ส่วนประกอบพื้นฐานเหล่านี้จัดเป็นส่วนประกอบหลักของระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบการแจ้งสัญญาณประเภทใด โดยสามารถขยายระบบพื้นฐานเหล่านี้ให้ทำหน้าที่สลับซับซ้อนมากกว่านี้ก็ได้ เช่น ฟ่วงแจ้งสัญญาณในที่ต่างๆ(remote annunciator) หยุดการทำงานระบบลิฟต์ หยุดการทำงานของระบบระบายอากาศ ปิดประตูกั้นไฟ กระตุ้นระบบดับเพลิงอัตโนมัติให้ทำงาน เป็นต้น

1) เครื่องควบคุมระบบ จะเป็นหัวใจของระบบ โดยจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณซึ่งเป็นกระแสไฟตรงออกไปตามสาย เพื่อตรวจดูว่ามีวงจรส่วนใดบ้างที่มีการเปิดวงจรหรือลัดวงจร หากมีเหตุผิดปกติดังที่กล่าวเกิดขึ้นก็จะแจ้งให้เจ้าหน้าที่ประจำเครื่องทราบทันที และหน้าที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณให้เจ้าหน้าที่ทราบในกรณีที่ตรวจจับสัญญาณได้ ในการแจ้งจุดที่เกิดเหตุนั้น สามารถทำได้โดยการแบ่งการตรวจจับและแจ้งเหตุเป็นโซน(Zone)ไว้ เมื่อพื้นที่ในโซนใดเกิดเหตุก็จะส่งสัญญาณแจ้งมา เจ้าหน้าที่ก็จะสามารถทราบได้ว่าเหตุที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในบริเวณใดของอาคาร

2) อุปกรณ์ตรวจจับและเริ่มสัญญาณ อุปกรณ์ประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามลักษณะการใช้งาน โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ การตรวจจับและแจ้งเหตุโดยบุคคล และการตรวจจับและแจ้งเหตุโดยอัตโนมัติ

2.1 อุปกรณ์ตรวจจับและเริ่มสัญญาณโดยบุคคล (Manual Station) อาจเรียกได้หลายอย่าง เช่น Pull station , Pull box , Manual box , Alarm box อุปกรณ์นี้จะกระตุ้นระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยได้ต่อเมื่อถูกใช้งานโดยบุคคล และการนำไปใช้งานจะใช้ได้ทั้ง 2 กรณีนี้ คือ ใช้ในระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยที่ไม่มีอุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติใช้อยู่เลยก็ได้ หรือจะใช้ในระบบที่มีอุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติด้วยก็ได้

2.2 อุปกรณ์ตรวจจับและเริ่มสัญญาณโดยอัตโนมัติ มีอยู่หลายแบบดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ (Constant Temp. Heat Detector) อุปกรณ์นี้จะเป็นแบบธรรมดาที่สุด ราคาถูกที่สุด และมีความไวในการตรวจจับน้อยที่สุด ดังนั้น โอกาสที่จะทำให้ระบบดับเพลิงอัตโนมัติทำงานโดยที่ไม่มีเพลิงไหม้จึงมีน้อยที่สุดด้วย อุปกรณ์ประเภทนี้ควรจะเลือกใช้เมื่อคาดว่า เพลิงที่เกิดขึ้นจะมีอุณหภูมิสูงมากด้วย เช่น น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

2.2.2 อุปกรณ์ตรวจสอบอัตราการเพิ่มความร้อน (Rate of Rise Heat Detector) อุ ปกรณ์นี้จะมีความไวมากกว่าแบบอุณหภูมิคงที่ และควรเลือกใช้ในกรณีที่ว่าเพลิงที่เกิดขึ้นจะมีความร้อนสูง และคาดว่าเพลิงจะลุกลามได้รวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของห้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ หรือจากแหล่งความร้อนภายในห้องจะมีปัญหาต่อการใช้งานของอุปกรณ์ชนิดนี้ เช่น การเดินและหยุดของพัดลมระบายอากาศ การเปิดและปิดประตูเตาอบ เป็นต้น ซึ่งอาจจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงความร้อนมากพอที่จะทำให้อุปกรณ์นี้ทำงานได้

2.2.3 อุปกรณ์ตรวจสอบควัน (Smoke Detector) อุปกรณ์นี้จะใช้ในกรณีที่คาดว่าเพลิงที่เกิดขึ้นจะลุกลามช้าและมีควันมาก อุปกรณ์นี้จะมี 2 ประเภท คือ แบบแตกเป็นไอออน (Ionization Smoke Detector) และแบบใช้แสง (Optical Detector) ซึ่งอาจจะต้องการผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจว่าแบบใดจะเหมาะกับตำแหน่งใดมากกว่ากัน

2.2.4 อุปกรณ์ตรวจสอบแก๊ส (Gas Detector) อุปกรณ์นี้จะใช้ในสถานที่ที่อาจมีการรั่วไหลของแก๊สได้ และใช้ระบบดับเพลิงด้วยแก๊สในการทำให้บรรยากาศเป็นแก๊สเฉื่อยเพื่อป้องกันการระเบิด

2.2.5 อุปกรณ์ตรวจสอบเปลวไฟ (Flame Detector) จะใช้ในที่ซึ่งต้องการการตรวจสอบที่รวดเร็ว เพราะคาดว่าเพลิงที่ลุกไหม้จะมีเปลวไฟมากในขณะที่เริ่มลุกไหม้

ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

หลังจากได้เกิดการลุกไหม้ขึ้น และอุปกรณ์ตรวจสอบได้ตรวจสอบแล้วและส่งสัญญาณมายังแผงควบคุม ซึ่งจะสั่งการให้ระบบดับเพลิงอัตโนมัติทำงานเพื่อที่จะดับเพลิงไหม้ต่อไป ในปัจจุบัน ระบบดับเพลิงไหม้อัตโนมัติมีอยู่ 2 แบบ คือ

1) ระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบฉีดน้ำฝอย (Sprinkler System) หลักการทำงานคือ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นจะทำให้อุณหภูมิบริเวณดังกล่าวสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้หลอดแก้วที่หัวฉีดน้ำฝอยจะแตกออก และน้ำที่ถูกอัดไว้ในความดันสูงก็จะถูกฉีดออกมาเป็นฝอย หัวฉีดน้ำฝอยนี้อาจเป็นแบบหัวห้อย(Pendent) หรือแบบหัวตั้ง(Up-right) การที่ระบบฉีดน้ำฝอยจะทำงานหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับว่าหลอดแก้วจะแตกหรือไม่ นอกจากนี้ในการออกแบบระบบดับเพลิงไหม้อัตโนมัติต้องคำนึงถึงข้อกำหนดของNFPAด้วย ซึ่งแบ่งพื้นที่ใช้สอยในตัวอาคารตามอัตราเสี่ยงต่ออัคคีภัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราเสี่ยงต่ออันตรายแบบเบาๆ เช่น ห้องทำงาน
- อัตราเสี่ยงต่ออันตรายแบบธรรมดา เช่น บริเวณที่จอดรถ

2). ระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบแก๊ส การทำงานจะเหมือนกับแบบฉีดน้ำฝอย แต่จะปล่อยแก๊สออกมาแทนที่จะเป็นน้ำ แก๊สที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ แก๊สฮาลอน(Halon) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) การที่ต้องใช้แก๊สเป็นน้ำยาดับเพลิง เพราะแก๊สเป็นน้ำยาดับเพลิงชนิดสะอาด ซึ่งหลังจากการดับเพลิงแล้วจะไม่มีน้ำยาหลงเหลืออยู่ ดังนั้น จึงนิยมใช้ในพื้นที่ที่ต้องการดับเพลิงชนิดพิเศษ และไม่ต้องการให้อุปกรณ์หรือวัสดุที่อยู่ในบริเวณนั้นได้รับความเสียหายจากน้ำยาดับเพลิง เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องกำเนิดไฟฟ้า ห้องสมุด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารชุดพักอาคัย

อาคารชุดพักอาคัย (Condomenium) ในโครงงานนี้ เป็นอาคารชุดพักอาคัยแบบชั้นสูง (High class) และเป็นอาคารที่มีการขยายในทางตั้ง (High rise Building) ลักษณะของอาคารเป็นอาคารเดี่ยว มีความสูง 14 ชั้น ภายในโครงการประกอบด้วย

- ห้องพักแบบต่างๆรวม 42 ห้อง
- สระว่ายน้ำ 1 สระ
- ภัตตาคาร 1 ร้าน และคอฟฟี่ชอป 1 ร้าน
- ร้านค้า 3 ร้าน และร้านซัดรีด 1 ร้าน
- ศูนย์กีฬาในร่ม และห้องเกมส์
- ส่วนสำนักงานกลาง
- อาคารที่จอดรถ ซึ่งอยู่ชั้นใต้ดิน

นอกจากส่วนต่างๆดังได้กล่าวมาแล้ว ในโครงการยังประกอบด้วยระบบอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ระบบลิฟท์ความเร็วสูง (High speed elevetor) 2 ตัว
- ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้
- ระบบโทรศัพท์ ทั้งระบบสายตรง (Direct line) และระบบสายย่อยผ่านศูนย์กลาง (PABX)
- ระบบเสาอากาศทีวีรวม (MATV)
- ระบบจ่ายไฟฟ้าสำรอง
- ระบบปั๊มน้ำภายในอาคาร ทั้งน้ำใช้ น้ำเสีย และน้ำสำหรับดับเพลิง

ซึ่งทุกๆส่วนและทุกระบบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะต้องนำมาคำนวนโหลดของอาคารทั้งหมด โดยที่การคำนวนจะได้แสดงไว้เป็นส่วนๆต่อไป

1) การรวบรวมโหลดและแบ่งกลุ่มโหลด

ในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงโหลดทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า จากนั้นก็จะทำการจัดกลุ่มโหลด เพื่อสะดวกในการคำนวนและสร้างวันไลน์ไดอะแกรม (One line diagram) รวมทั้งการวางระบบจ่ายไฟไปยังโหลดต่างๆด้วย

รายละเอียดของโหลดภายในโครงการมีดังต่อไปนี้

1) ห้องพัก

ห้องพักจัดเป็นโหลดส่วนใหญ่ของโครงการนี้ เนื่องจาก มีจำนวนห้องพักอยู่มากและเป็นองค์ประกอบหลักในการออกแบบระบบไฟฟ้าของอาคารนี้ ห้องพักในอาคารจะอยู่ตั้งแต่ชั้น 3 ของอาคารไปจนถึงชั้น 14 ของอาคาร โดยที่ในแต่ละชั้นจะมีจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวนและแบบของห้องพักแตกต่างกันไป ดังนี้

ชั้น 3 - 8 : ในแต่ละชั้นจะมีห้องพัก 4 ห้อง เป็นห้องพักแบบที่ 1 จำนวน 2 ห้อง และเป็นห้องพักแบบที่ 2 จำนวน 2 ห้อง

ชั้น 9 - 14 : ในชั้นที่ 9 , 11 , 13 จะมีห้องพัก 4 ห้อง เป็นห้องพักแบบที่ 1 จำนวน2 ห้อง และห้องพักแบบที่ 3 จำนวน 2 ห้อง ส่วนในชั้นที่ 10 , 12 , 14 จะมีห้องพักชั้นละ 2 ห้อง เป็นห้องพักแบบที่ 1

หมายเหตุ : ห้องพักแบบที่ 1 เป็นห้องพักชั้นเดียว มีพื้นที่ 114 m^2
ห้องพักแบบที่ 2 เป็นห้องพักชั้นเดียว มีพื้นที่ 170 m^2
ห้องพักแบบที่ 3 เป็นห้องพักสองชั้น มีพื้นที่ 340 m^2

การคำนวนโหลดของห้องพักนี้ การไฟฟ้านครหลวงได้ออกระเบียบไว้เป็นมาตรฐานในการคำนวน โดยการคำนวนจะคิดตามพื้นที่ของห้อง ซึ่งรายละเอียดของการคำนวนจะได้กล่าวถึงอีกครั้ง

2) ร้านค้า

ในโครงการจะประกอบไปด้วยร้านค้าจำนวน 3 ร้าน ซึ่งจะคำนวนโหลดตามพื้นที่ตามระเบียบของการไฟฟ้านครหลวงเช่นเดียวกับโหลดห้องพัก

3) ลิฟท์

ในโครงการประกอบด้วยลิฟท์ใช้งานทั้งหมด 3 ตัว เป็นลิฟท์โดยสาร 2 ตัว และเป็นลิฟท์ส่งของ 1 ตัว ซึ่งการคำนวนจะคิดตามมาตรฐานที่ใช้งานของญี่ปุ่น รายละเอียดจะได้กล่าวอีกครั้งหนึ่ง

4) ปั๊มน้ำ

ในโครงการนี้ จะใช้ปั๊มน้ำใน 3 ระบบด้วยกัน คือ ระบบปั๊มน้ำใช้(Water supply pump) ระบบปั๊มน้ำสำหรับดับเพลิง(Fire pump) ระบบปั๊มขับถ่ายน้ำเสีย(Waste water pump)

5) เครื่องปรับอากาศ

ในโครงการนี้ จะใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนในบริเวณส่วนกลาง ในส่วนห้องพักจะไม่มีระบบปรับอากาศให้ การคำนวนโหลดจะคิดตามพื้นที่ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

6) สระว่ายน้ำ

โหลดที่ใช้ในส่วนของสระว่ายน้ำ ได้แก่ แสงสว่าง และปั๊มน้ำ

7) ร้านซักรีด

ในร้านซักรีด จะมีอุปกรณ์ที่ต้องการกระแสสูงอยู่หลายส่วน ดังนั้น โดยทั่วไปจึงมักจะแยกโหลดส่วนนี้ออกมาต่างหาก สำหรับการจ่ายโหลดจะตั้งแผงโหลดไว้ให้แล้วผู้เช่าร้านมาดำเนินการติดตั้งโหลดต่างๆเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) แสงสว่าง และเต้ารับ

การคำนวนโหลดแสงสว่างและเต้ารับ จะคำนวนตามพื้นที่ของบริเวณที่คำนวนโหลดนั้นๆ ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวถึงอีกครั้งหนึ่ง

2) การคำนวนโหลด

จากหัวข้อข้างต้น เมื่อได้รายละเอียดของโหลดต่างๆมาแล้วก็จะนำกลุ่มโหลดนั้นมาคำนวน โดยแบ่งกลุ่มโหลดออกเป็นแผงย่อย (Load panel) ซึ่งจะแสดงไว้ในส่วนนี้

จากรายละเอียดข้างต้น สามารถแบ่งโหลดได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ โหลดส่วนกลางกับ โหลดส่วนผู้พักอาศัย

2.1 โหลดส่วนผู้พักอาศัย

PB - 1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับร้านค้าทั้ง 3 ร้านที่บริเวณชั้น 1
ร้านค้าแต่ละร้านมีพื้นที่ 35 m^2 และใช้ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
จากข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวงซึ่งได้กล่าวไปแล้ว จะได้
โหลดแต่ละร้าน = 85 * 35 = 2975 VA
โหลดรวมของPB-1 = 2975 * 3 = 8925 VA
= 8.9 KVA

PB - 3 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับห้องพักชั้น 3 และชั้น 4 ซึ่งมีห้องพักดังนี้
แบบที่ 1 - พื้นที่ 114 m^2 จำนวน 4 ห้อง
แบบที่ 2 - พื้นที่ 170 m^2 จำนวน 4 ห้อง
จากข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง จะได้
โหลดของห้องพักแบบที่ 1 = 6000 + (150 * 114)
= 23100 VA
โหลดของห้องพักแบบที่ 2 = 6000 + (150 * 170)
= 31500 VA
โหลดรวมของ PB - 3 = (23100 * 4) + (31500 * 4)
= 218400 VA
= 218 KVA

PB - 5 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับห้องพักชั้น 5 และชั้น 6 ซึ่งจะมีจำนวนและแบบของห้องพักเช่นเดียวกับ PB - 3
โหลดรวมของ PB - 5 = 218400 VA
= 218 KVA

PB - 7 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับห้องพักชั้น 7 และชั้น 8 ซึ่งจะมีจำนวนและแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของห้องพักเช่นเดียวกับ PB - 3

โหลดรวมของ PB - 7 = 218400 VA

= 218 KVA

PB - 9 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับห้องพักชั้น 9 และชั้น 10 ซึ่งมีห้องพักดังนี้

แบบที่ 1 - พื้นที่ 114 m^2 จำนวน 4 ห้อง

แบบที่ 3 - พื้นที่ 340 m^2 จำนวน 2 ห้อง

จากข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง จะได้

โหลดของห้องพักแบบที่ 1 = 6000 + (150 * 114)

= 23100 VA

โหลดของห้องพักแบบที่ 3 = 6000 + (150 * 340)

= 57000 VA

โหลดรวมของ PB - 9 = (23100 * 4) + (57000 * 2)

= 206400 VA

= 206 KVA

PB - 11 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับห้องพักชั้น 11 และชั้น 12 ซึ่งมีจำนวนและแบบของห้องพักเช่นเดียวกับ PB - 9

โหลดรวมของ PB - 11 = 206400 VA

= 206 KVA

PB - 13 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับห้องพักชั้น 13 และชั้น 14 ซึ่งจะมีจำนวนและแบบของห้องพักเช่นเดียวกับ PB - 9

โหลดรวมของ PB - 13 = 206400 VA

= 206 KVA

หมายเหตุ ค่าโหลดของห้องพักตามที่ได้คำนวนมานี้ ได้คำนวนตามสูตรของการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งการไฟฟ้านครหลวงได้นำสูตรเหล่านี้ไปปรับเป็นค่าของมิเตอร์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯที่จะใช้สำหรับแต่ละห้องพัก

ดังนั้น เพื่อให้ได้ค่าโหลดที่มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง สามารถคำนวนค่าโหลดของแต่ละห้องพักได้จากขนาดมิเตอร์ของการไฟฟ้าฯในแต่ละห้อง ดังนี้

PB - 1 : ร้านค้า พื้นที่ = 35 m^2 จำนวน 3 ร้าน

ใช้มิเตอร์ขนาด 15 A 1 P 2 W

โหลดรวม = 15 * 220 * 3

= 9900 VA

= 9.9 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PB - 3 : ห้องพักแบบที่ 1 พื้นที่ 114 m^2 จำนวน 4 ห้อง
ใช้มิเตอร์ขนาด 30 A 3 P 4 W
ห้องพักแบบที่ 2 พื้นที่ 170 m^2 จำนวน 4 ห้อง
ใช้มิเตอร์ขนาด 50 A 3 P 4 W
โหลดรวม = (30 + 50) * √3 * 380 * 4
= 210617 VA
= 211 KVA

PB - 5 : มีโหลดเช่นเดียวกับ PB - 3
โหลดรวม = 211 KVA

PB - 7 : มีโหลดเช่นเดียวกับ PB - 3
โหลดรวม = 211 KVA

PB - 9 : ห้องพักแบบที่ 1 พื้นที่ 114 m^2 จำนวน 4 ห้อง
ใช้มิเตอร์ขนาด 30 A 3 P 4 W
ห้องพักแบบที่ 3 พื้นที่ 340 m^2 จำนวน 2 ห้อง
เนื่องจากห้องพักแบบที่ 3 มีพื้นที่มากกว่า 225 m^2 การคำนวนขนาดมิเตอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ จึงต้องคำนวนจากโหลดโดยใช้สูตร
โหลดโดยใช้สูตร = 57000 VA ดังนั้น
ใช้มิเตอร์ขนาด 75 A 3 P 4 W
โหลดรวม = [(30 * 4) + (75 * 2)] * √3 * 380
= 177708 VA
= 178 KVA

PB - 11 : มีโหลดเช่นเดียวกับ PB - 9
โหลดรวม = 178 KVA

PB - 13 : มีโหลดเช่นเดียวกับ PB - 9
โหลดรวม = 178 KVA

2.2 โหลดส่วนกลาง

EE - 1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับลิฟท์โดยสาร 2 ตัว แผงโหลดนี้จะติดตั้งอยู่ที่ชั้นหลังคา จากมาตรฐานของญี่ปุ่น ลิฟท์ 1 ตัวจะใช้ 30 KVA จะได้
โหลดรวมของ EE - 1 = 30 * 2
= 60 KVA

EP : แผงนี้จะจ่ายโหลดปั๊มน้ำภายในอาคารทั้งหมด ได้แก่
- ระบบปั๊มน้ำใช้ จะใช้ปั๊ม 2 ตัวๆละ 15 Hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบปั๊มน้ำสำหรับดับเพลิง จะใช้ปั๊มขนาด 50 Hp 1 ตัว
- ระบบปั๊มน้ำเสีย จะใช้ปั๊ม 2 ตัวๆละ 5 Hp

โหลดรวมของ EP = 30 Hp + 50 Hp + 10 Hp

= 90 Hp

= 67 KVA

EC : แผงนี้จะจ่ายโหลดในส่วนของห้องควบคุม ซึ่งโหลดในห้องนี้จะประกอบไปด้วย

- ระบบ PABX ใช้ 2 KVA
- ระบบ Fire alarm control ใช้ 2 KVA
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed circuit TV)
- ระบบเสาอากาศทีวีรวม (MATV)

โหลดรวมของ EC = 5 KVA

E - 1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับลิฟท์ส่งของ เนื่องจากเป็นลิฟท์ขนาดเล็กจึงใช้โหลด 15 KVA

โหลดรวมของ E - 1 = 15 KVA

AC - 1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในบริเวณชั้น 1 ซึ่งมีพื้นที่ 2000 m^2

จากตารางคำนวนโหลดเครื่องปรับอากาศที่ได้กล่าวไปแล้ว

เนื่องจากชั้น 1 ประกอบไปด้วยหลายส่วน เช่น ภัตตาคาร สำนักงาน ร้านค้า จึงประมาณค่าใช้ 80 VA/m^2

โหลดรวมของ AC - 1 = 80 * 2000

= 160 KVA

AC - 2 : แผงนี้จะจ่ายโหลดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในส่วนชั้น 2 การคำนวนเช่นเดียวกับ AC - 1 แต่ลดขนาด VA/m^2 ลงเหลือ 70 VA/m^2

โหลดรวมของ AC - 2 = 70 * 2000

= 140 KVA

SP : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับส่วนของสระว่ายน้ำและโหลดแสงสว่างภายนอกอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย

สระว่ายน้ำ - แสงสว่างในสระน้ำ ใช้หลอด 12 Vac

ใช้ขนาด 200 W จำนวน 10 ดวง

ค่า pf = 0.8

โหลด = 2000 W

= 2500 VA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสงสว่างบริเวณสระน้ำ
  กำหนดให้โหลดส่วนนี้มีค่า 5 KVA
- อุปกรณ์สำหรับสระว่ายน้ำ ได้แก่ ปั๊มขนาด 5 Hp 2 ตัว
  โหลด = 10 Hp
  = 7.5 KVA

แสงสว่างภายนอกคาร - ใช้โคมดวงละ 100 W จำนวน 20 ดวง
ค่า pf = 0.8
โหลด = 2000 W
= 2500 VA

- ใช้โคมดวงละ 500 W จำนวน 10 ดวง
ค่า pf = 0.8
โหลด = 5000 W
= 6250 VA

โหลดรวมของ SP = 2.5 + 5 + 7.5 + 2.5 + 6.25
= 23.75 KVA
= 24 KVA

SA : แผงนี้จะจ่ายโหลดให้กับส่วนร้านซักรีดซึ่งจะตั้งโหลดเซนเตอร์ให้ 1 ชุด 18 เซอร์กิต

โหลดของแผง SA = 40 KVA

LP - 1 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่างและเต้ารับในบริเวณชั้นกราวด์ถึงชั้น 2
การคำนวนโหลดแสงสว่าง จะคิดตามพื้นที่ใช้งาน
พื้นที่ของชั้นกราวด์ = 2000 m^2 ซึ่งใช้เป็นที่จอดรถ
จากตารางคำนวนโหลดแสงสว่างสำหรับที่จอดรถ จะใช้ 5 VA/m^2
โหลด = 5 * 2000
= 10 KVA

พื้นที่ของชั้น1 = 2000 m^2 ซึ่งใช้เป็นสำนักงาน ร้านค้า และภัตตาคาร
จากตารางคำนวนโหลดแสงสว่าง จะได้โหลดโดยประมาณ 25 VA/m^2
โหลด = 25 * 2000
= 50 KVA

พื้นที่ของชั้น2 = 2000 m^2 ซึ่งใช้เป็นสำนักงาน ร้านค้า และภัตตาคาร
จากตารางคำนวนโหลดแสงสว่าง จะได้โหลดโดยประมาณ 25 VA/m^2
โหลด = 25 * 2000
= 50 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวนโหลดเต้ารับ จะคิดตามพื้นที่ใช้งานเช่นกัน

ชั้นกราวด์ : ที่จอดรถ จากตารางจะได้โหลด 1 VA/m^2

โหลด = 1 * 2000

= 2 KVA

ชั้น1 สำนักงาน บัตตาคาร ร้านค้า จากตารางจะได้โหลด 10 VA/m^2

โหลด = 10 * 2000

= 20 KVA

ชั้น2 สำนักงาน บัตตาคาร ร้านค้า จากตารางจะได้โหลด 10 VA/m^2

โหลด = 10 * 2000

= 20 KVA

โหลดรวมของ LP-1 = 10 + 50 + 50 + 2 + 20 + 20

= 152 KVA

LP - 3 : แผงนี้จะจ่ายโหลดแสงสว่าง ในบริเวณโถงหน้าลิฟท์ของห้องพักแต่ละชั้น ตั้งแต่ชั้นที่ 3 - ชั้น 14 รวมทั้งดาดฟ้าด้วย

พื้นที่บริเวณหน้าลิฟท์จองแต่ละชั้น = 20 m^2

จากตารางการคำนวนโหลดแสงสว่าง จะได้โหลด 20 VA/m^2

โหลด = 20 * 20

= 400 VA

โหลดรวมของทุกชั้น = 400 * 12

= 4.8 KVA

บริเวณดาดฟ้า กำหนดให้ใช้โหลด 1500 KVA

โหลดรวมของ LP - 3 = 4800 + 1500

= 6.3 KVA

<u>หมายเหตุ</u> โหลดของ LP - 1 และ LP - 3 เป็นโหลดแสงสว่างและเต้ารับ ซึ่งในการออกแบบและคำนวน สามารถที่จะใช้ค่าดีมานด์แฟคเตอร์ (Demand factor) เพื่อลดขนาดของโหลดและขนาดสายป้อนลงได้ ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับการคำนวนดีมานด์แฟคเตอร์ ได้อธิบาย ไว้แล้ว

ดังนั้น การคำนวนโหลดของ LP - 1 และ LP - 3 สามารถคำนวนได้ ดังนี้

LP - 1 : โหลดแสงสว่าง = 110 KVA

จากตารางดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง หมวดอาคารที่อยู่อาศัย

3000 VA แรก ใช้ค่าแฟคเตอร์ = 100 % ได้โหลด = 3000 VA

3001 - 110000 VA ใช้ค่าแฟคเตอร์ = 35 % ได้โหลด = 37450 VA

โหลดเต้ารับ = 42 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับโหลดเต้ารับ

10 KVA แรก ใช้ค่าแฟคเตอร์ = 100 % ได้โหลด = 10 KVA

ที่เกิน 10 KVA (32 KVA) แฟคคตอร์ = 50 % ได้โหลด = 16 KVA

โหลดรวมของ LP - 1 = 3000 + 37450 + 10000 + 16000

= 66450 VA

= 66.5 KVA

LP - 3 : โหลดแสงสว่าง = 6300 VA

จากตารางดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง หมวดอาคารที่อยู่อาศัย

3000 VA แรก ใช้ค่าแฟคเตอร์ = 100 % ได้โหลด = 3000 VA

3001 - 6300 VA ใช้ค่าแฟคเตอร์ = 35 % ได้โหลด = 1155 VA

โหลดรวมของ LP - 3 = 3000 + 1155

= 4155 VA

= 4.2 KVA

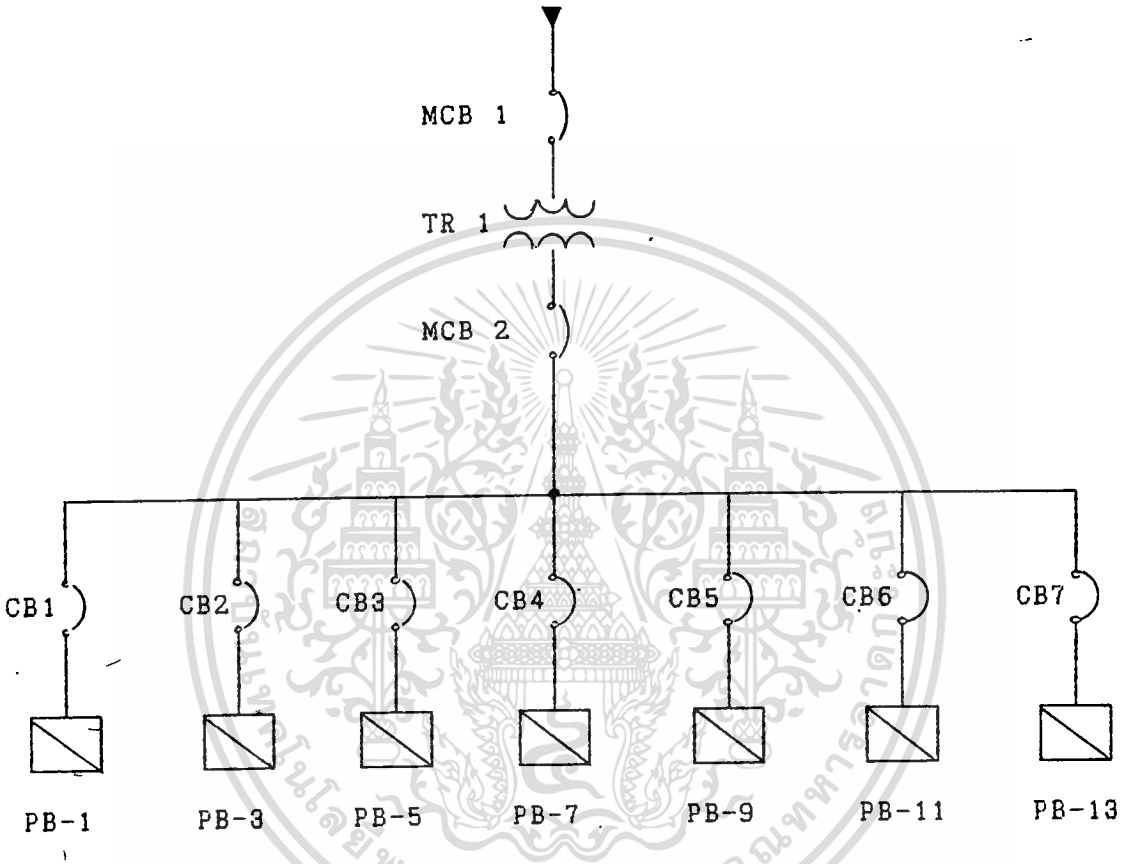
SP : เป็นโหลดแสงสว่างและเต้ารับเช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากเป็นโหลดแสงสว่างภายนอกอาคาร และโหลดแสงสว่างสำหรับสระว่ายน้ำ ซึ่งไม่อยู่ในหมวดที่ต้องใช้ดีมานด์แฟคเตอร์ตามตารางที่ให้ไว้ จึงใช้ค่าโหลดเต็ม 100 %

3) การออกแบบวันไลน์ไดอะแกรม

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่าได้แบ่งโหลดออกเป็น 2 ส่วน คือ โหลดส่วนผู้พักอาศัย และโหลดส่วนกลาง ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการออกแบบและการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าของการไฟฟ้า ในโครงงานนี้จึงจัดแบ่งวันไลน์ไดอะแกรมของอาคารออกเป็น 2 ชุด ตามลักษณะการใช้งาน คือ วันไลน์ไดอะแกรมสำหรับโหลดส่วนกลาง และ วันไลน์ไดอะแกรมสำหรับโหลดส่วนผู้พักอาศัย ซึ่งการแบ่งวันไลน์ไดอะแกรมออกเป็น 2 ชุด จะทำให้ระบบไฟฟ้าของทั้ง 2 ส่วนแยกจากกันโดยเด็ดขาด โดยจะทำให้การคำนวนสะดวกขึ้น รวมทั้งการจัดเก็บค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯสะดวกขึ้น และการดูแลรักษาระบบก็จะทำได้ง่ายขึ้นด้วย

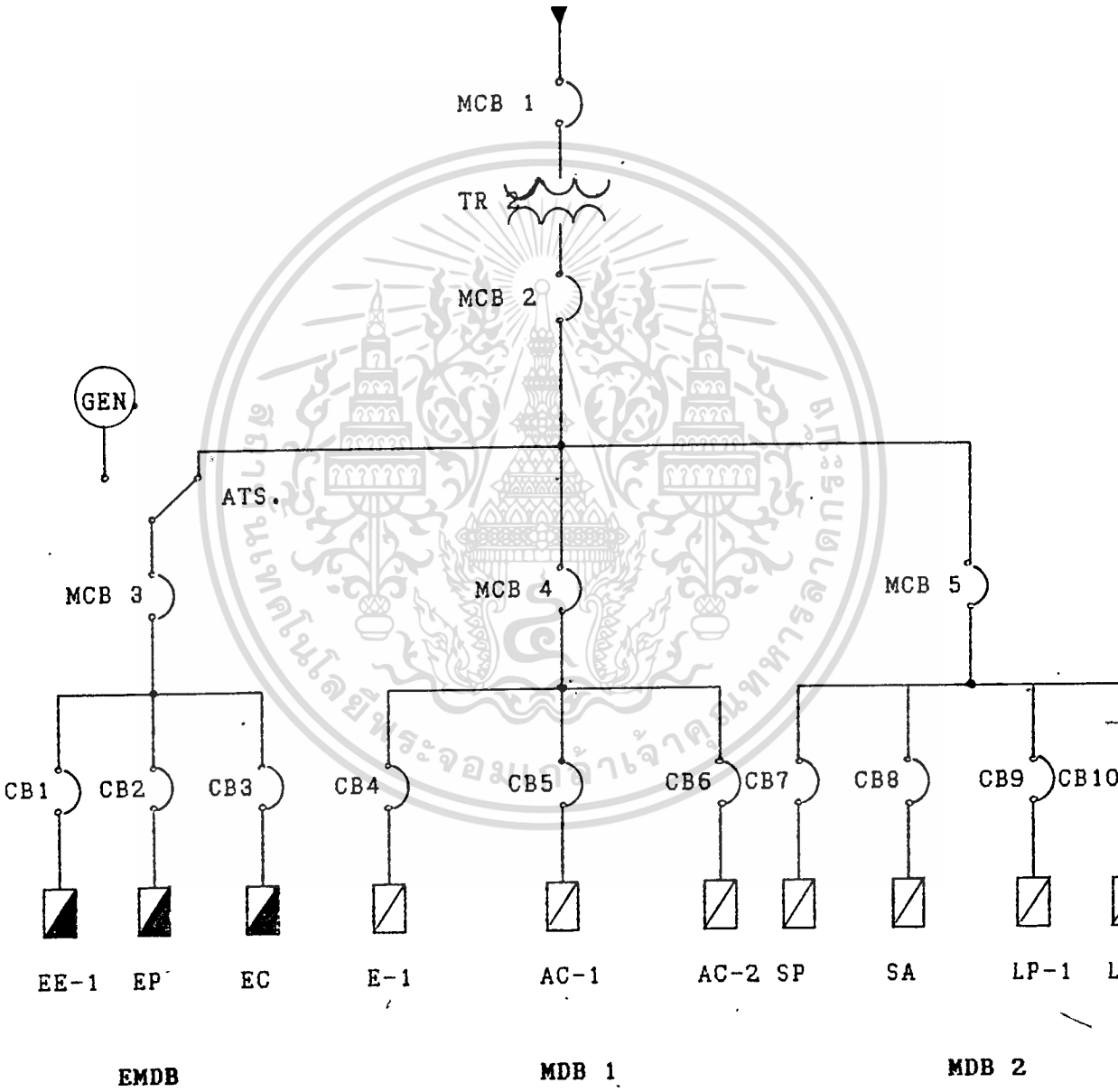
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วันไลน์ไดอะแกรมสำหรับระบบไฟฟ้าส่วนผู้พักอาศัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วันไลน์ไดอะแกรมสำหรับระบบไฟฟ้าส่วนกลาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การคำนวนรายละเอียดในวันไลน์ไดอะแกรม

4.1 การคำนวนในส่วนของผู้พักอาศัย (จากไดอะแกรมของส่วนผู้พักอาศัย)

4.1.1 การคำนวนขนาดหม้อแปลง (TR 1)

ขนาดของหม้อแปลงได้จากการรวมโหลดของทุกแผงโหลด ตั้งแต่ PB-1 ถึง PB-13 แต่เนื่องจากโหลดเป็นโหลดห้องพักและร้านค้า จึงสามารถจะนำค่าคอนซิเดนท์แฟคเตอร์มาลดค่าของโหลดได้ ค่าโหลดที่ลดลงแล้วจะได้เป็นขนาดของหม้อแปลงที่ต้องการ

จากตารางคอนซิเดนท์แฟคเตอร์ของการไฟฟ้านครหลวง จะได้

ส่วนร้านค้า : ร้านค้า 3 ร้าน คอนซิเดนท์แฟคเตอร์ = 1.0

โหลด = 9900 * 1.0

= 9900 VA

ส่วนห้องพัก : แบบที่ 1 โหลด 19745 VA จำนวน 24 ห้อง

แบบที่ 2 โหลด 32908 VA จำนวน 6 ห้อง

แบบที่ 3 โหลด 49362 VA จำนวน 6 ห้อง

มิเตอร์ 10 เครื่องแรก ใช้แฟคเตอร์ 1.0

ห้องแบบที่ 3 จำนวน 6 เครื่อง และ แบบที่ 2 จำนวน 4 เครื่อง

โหลด = [(49362 * 6) + (32908 * 4)] * 1.0

= 427804 VA

มิเตอร์ 10 เครื่องต่อมา ใช้แฟคเตอร์ 0.9

ห้องแบบที่ 2 จำนวน 2 เครื่อง และ แบบที่ 1 จำนวน 8 เครื่อง

โหลด = [(32908 * 2) + (19745 * 8)] * 0.9

= 201398 VA

มิเตอร์ 10 เครื่องต่อมา ใช้แฟคเตอร์ 0.8

ห้องแบบที่ 1 จำนวน 10 เครื่อง

โหลด = [19745 * 10] * 0.8

= 157960 VA

มิเตอร์ 6 เครื่องสุดท้าย ใช้แฟคเตอร์ 0.7

โหลด = [19745 * 6] * 0.7

= 82929 VA

โหลดรวมทั้งหมด = 9900 + 427804 + 201398 + 157960 + 82929

= 879991 VA

= 880 KVA

หม้อแปลงที่จะใช้จะต้องมีขนาด 1000 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การคำนวนขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์

4.1.2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของห้องพักและร้านค้า

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ของห้องพักและร้านค้า จะคิดได้จากตารางของการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งได้วางเป็นมาตรฐานไว้โดยคิดจากพื้นที่ของห้องเป็นหลัก

จากตารางของการไฟฟ้านครหลวง จะได้

ห้องพักแบบที่ 1 : พื้นที่ 114 m^2 ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

มิเตอร์ 30 A 3 P 4 W

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 50 A 3 P

ห้องพักแบบที่ 2 : พื้นที่ 170 m^2 ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

มิเตอร์ 50 A 3 P 4 W

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 75 A 3 P

ห้องพักแบบที่ 3 : พื้นที่ 340 m^2 ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

มิเตอร์ 75 A 3 P 4 W

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 100 A 3 P

ร้านค้า : พื้นที่ 35 m^2 ใช้ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

มิเตอร์ 15 A 1 P 2 W

เซอร์กิตเบรกเกอร์ 20 A 1 P

4.1.2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของแผงโหลด (Load Panel)

การรวมโหลดของห้องพักหรือร้านค้า สามารถที่จะใช้ค่าคอนซิเดนท์แฟคเตอร์(Coincident factor) เพื่อลดขนาดของโหลดและขนาดของสายป้อนลงได้

การใช้ค่าคอนซิเดนท์แฟคเตอร์จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อมีจำนวนห้องมากกว่า 10 ห้องขึ้นไป แต่ในกรณีของแผงโหลดของส่วนผู้พักอาศัยในโครงการนี้ แต่ละแผงจะจ่ายไม่เกิน 10 ห้อง จึงไม่ต้องนำค่าคอนซิเดนท์แฟคเตอร์มาคิด

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ จะเผื่อไว้ 125 % ของกระแสพิกัดในแต่ละแผงนั้น

PB - 1 : โหลด = 9.9 KVA

กระแสพิกัด = 9900 / $\sqrt{3}$ * 380

= 15.04 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 15.04 * 1.25

= 18.80

CB 1 = 20 AT/50 AF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PB - 3 : โหลด = 211 KVA

กระแสพิกัด = 211000 / √3 * 380

= 320.5 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 320.5 * 1.25

= 400.7

CB 2 = 400 AT/400 AF

PB - 5 : โหลด = 211 KVA

กระแสพิกัด = 211000 / √3 * 380

= 320.5 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 320.5 * 1.25

= 400.7

CB 3 = 400 AT/400 AF

PB - 7 : โหลด = 211000 VA

กระแสพิกัด = 211000 / √3 * 380

= 320.5 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 320.5 * 1.25

= 400.7

CB 4 = 400 AT/400 AF

PB - 9 : โหลด = 178 KVA

กระแสพิกัด = 178000 / √3 * 380

= 270.4 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 270.4 * 1.25

= 338.1

CB 5 = 350 AT/400 AF

PB - 11 : โหลด = 178 KVA

กระแสพิกัด = 178000 / √3 * 380

= 270.4 A

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 270.4 * 1.25

= 338.1

CB 6 = 350 AT/400 AF

PB - 13 : โหลด = 178 KVA

กระแสพิกัด = 178000 / √3 * 380

= 270.4 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 270.4 * 1.25

= 338.1

CB 7 = 350 AT/400 AF

4.1.2.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันหม้อแปลง

เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันหม้อแปลง คือ MCB 1 และ MCB 2 ซึ่งขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งสอง จะคำนวนได้จากค่ากระแสพิกัดทางปฐมภูมิและทุติยภูมิของหม้อแปลง สำหรับ MCB 1 และ MCB 2 ตามลำดับ ดังนั้น ขนาดของ MCB 1 และ MCB 2 จะหาได้ดังนี้

MCB 1 : กระแสพิกัดทางด้านปฐมภูมิ = 1000 KVA / √3 * 12 KV

= 48.1 A

MCB 1 = 50 AT/50 AF

MCB 2 : กระแสพิกัดทางด้านทุติยภูมิ = 1000 KVA / √3 * 416 V

= 1387.9 A

MCB 2 = 1600 AT/1600 AF

4.1.3 การคำนวนขนาดสายตัวนำ

การคำนวนขนาดของสาย จะใช้ค่า AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ป้องกันสายตัวนำหรือวงจรนั้นๆ เนื่องจาก ถ้าใช้สายตัวนำที่ทนกระแสได้ต่ำกว่าค่า AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์แล้ว จะทำให้สายตัวนำเสียหายได้ เมื่อกระแสโหลดที่ไหลในสายตัวนำมีค่าต่ำกว่า AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (นั่นคือเซอร์กิตเบรกเกอร์จะยังไม่ตัดวงจรส่วนนั้นออกจากระบบ) แต่กระแสนั้นมีค่ามากกว่าที่สายตัวนำจะรับได้ ก็จะทำให้สายเกิดความเสียหาย และอาจทำให้เกิดไฟไหม้ขึ้นได้

4.1.3.1 ขนาดสายตัวนำของสายป้อน

สายป้อนของแต่ละแผงย่อย กำหนดให้ใช้สาย THW และจะมีขนาดของสายตามตารางที่ที่ได้ให้ไว้ ดังนั้น จะได้ขนาดของสายดังนี้

PB - 1 : AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 20 A

ขนาดสาย = 4 mm^2

PB - 3 , 5 , 7 : AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 400 A

ขนาดสาย = 400 mm^2

PB - 9 , 11 , 13 : AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 350 A

ขนาดสาย = 300 mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาย THW		
ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดกระแส (แอมป์)	
	สายเดินในอากาศ	สายไม่เกิน 3 เส้นเดินในช่องไฟฟ้าเดียวกัน
0.5	7	4
1.0	10	6
1.5	13	8
2.5	19	15
4.0	27	21
6.0	41	30
10.0	66	45
16.0	94	63
25.0	122	84
35.0	152	104
50.0	194	129
70.0	241	159
95.0	295	190
120.0	345	222
150.0	397	252
185.0	456	285
240.0	533	325
300.0	610	368
400.0	712	427
500.0	806	479

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 ขนาดของสายป้อน

MCB 2 : AT = 1600 A

ขนาดของสาย = 3 - 400 mm^2

4.1.3.3 ขนาดของสายแรงสูง

สายแรงสูง กำหนดให้ใช้สาย XLPE สำหรับแรงดัน 15 KV

AT ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 50 A

ขนาดสาย = 35 mm^2

4.1.3.4 ขนาดของบัสบาร์ (Bus Bar)

บัสบาร์จะต้องทนกระแสได้เท่ากับขนาดของสายเมน ดังนั้น ใช้ CU Bus 1000 A

4.2 การคำนวนของระบบในส่วนกลาง (จากไดอะแกรมของส่วนกลาง)

4.2.1 การคำนวนขนาดหม้อแปลง (TR 2)

ขนาดหม้อแปลง คำนวนจากโหลดรวมของทุกแผงโหลด

EMDB : EE - 1 = 60 KVA

EP = 67 KVA

EC = 5 KVA

โหลดรวมของ EMDB = 132 KVA

MDB 1 : E - 1 = 15 KVA

AC - 1 = 160 KVA

AC - 2 = 140 KVA

โหลดรวมของ MDB 1= 315 KVA

MDB 2 : SP = 21 KVA

SA = 40 KVA

LP - 1 =66.5 KVA

LP - 3 = 5.8 KVA

โหลดรวมของ MDB 2=133.3 KVA

= 133 KVA

โหลดรวมของทั้งระบบ = 132 + 315 + 133

= 580 KVA

ดังนั้น ใช้หม้อแปลงขนาด 750 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การคำนวนขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)

ในโครงการนี้ ได้จัดให้มีเครื่องกำดนิดไฟฟ้าสำรองไว้ใช้ในยามฉุกเฉินด้วย โดยโหลดที่จะได้รับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น จะเป็นโหลดที่มีความจำเป็น ได้แก่ ลิฟท์ ปั๊มน้ำ และห้องควบคุม ซึ่งโหลดต่างๆเหล่านี้ ถ้าไม่สามารถทำงานได้ตามปกติในกรณีฉุกเฉินเช่นไฟดับ ก็อาจจะทำให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่ในอาคารได้ (ตามปกติในอาคารชุดพักอาคัยไม่จำเป็นที่จะต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็ได้ เนื่องจากโหลดที่ใช้งานไม่มีความจำเป็นถึงขั้นที่จะหยุดทำงานไม่ได้ แต่ในโครงการนี้ เป็นอาคารชุดพักอาคัยระดับสูง ต้องการความสะดวกสบายอย่างที่สุด จึงได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้ใช้ในกรณีไฟดับด้วย) สำหรับโหลดแสงสว่างนั้นจะใช้ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินแบบมีแบตเตอรี่ในตัวติดตั้งไว้ตามจุดสำคัญต่างๆ

โหลดสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คือ โหลดจาก EMDB ทั้งหมด ได้แก่

EE - 1 = 60 KVA

EP = 67 KVA

EC = 5 KVA

โหลดรวม = 132 KVA

ดังนั้น ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองขนาด 150 KVA

4.2.3 การคำนวนขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์

4.2.3.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับแผงโหลด

EE - 1 : ลิฟท์แต่ละตัวใช้โหลด 30 KVA
เนื่องจากเป็นโหลดมอเตอร์ ดังนั้น จะเผื่อไว้ 150 % ของกระแสพิกัด
จะได้เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับลิฟท์แต่ละตัว = 75 AT/100 AF
CB 1 = 100 AT/100 AF

EP : โหลด = 67 KVA
กระแสพิกัด = 101.7 A ใช้ค่าเผื่อ 200 %
CB 2 = 200 AT/200 AF

EC : โหลด = 5 KVA
กระแสพิกัด = 7.5 A ใช้ค่าเผื่อ 125 %
CB 3 = 15 AT/100 AF

E - 1 : โหลด = 15 KVA
กระแสพิกัด = 22.7 A ใช้ค่าเผื่อ 200 %
CB 4 = 50 AT/100 AF

AC - 1 : โหลด = 160 KVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสพิกัด = 243.1 A ใช้ค่าเผื่อ 200 %

CB 5 = 500 AT/600 AF

AC - 2 : โหลด = 140 KVA

กระแสพิกัด = 212.7 A ใช้ค่าเผื่อ 200 %

CB 6 = 400 AT/600 AF

SP : โหลด = 21 KVA

กระแสพิกัด = 31.9 A ใช้ค่าเผื่อ 150 %

CB 7 = 50 AT/100 AF

SA : โหลด = 40 KVA เป็นการกำหนดโหลดไว้ให้ ซึ่งตามปกติผู้ออกแบบจะจัดแผงโหลดไว้ให้ 18 เซอร์กิต

CB 8 = 100 AT/100 AF

LP - 1 : โหลด = 66.5 KVA

กระแสพิกัด = 101.03 A ใช้ค่าเผื่อ 125 %

CB 9 = 150 AT/200 AF

LP - 3 : โหลด = 5.8 KVA

กระแสพิกัด = 8.81 A ใช้ค่าเผื่อ 125 %

CB 10 = 15 AT/100 AF

4.2.3.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับสายป้อน

EMDB : โหลดรวมทั้งหมด = 132 KVA

กระแสพิกัด = 200.55 A ใช้ค่าเผื่อ 125 %

MCB 3 = 300 AT/400 AF

MDB 1 : โหลดรวมทั้งหมด = 315 KVA

กระแสพิกัด = 478.60 A ใช้ค่าเผื่อ 200 %

MCB 4 = 1000 AT/1000 AF

MDB 2 : โหลดรวมทั้งหมด = 209 KVA

กระแสพิกัด = 317.55 A เผื่อ 125 %

MCB 5 = 400 AT/400 AF

4.2.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับป้องกันหม้อแปลง

หม้อแปลงใช้ขนาด 750 KVA

กระแสพิกัดทางด้านปฐมภูมิ = 750 KVA / $\sqrt{3}$ * 12 KV

= 36.08 A

MCB 1 = 50 AT/50 AF

กระแสพิกัดทางด้านทุติยภูมิ = 750 KVA / $\sqrt{3}$ * 416 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 1040.90 A

MCB 2 = 1200 AT/1200 AF

4.2.4 การคำนวนขนาดสาย

4.2.4.1 ขนาดสายของแผงโหลด

กำหนดให้ใช้สาย THW

EE - 1 : AT = 100 A

ขนาดสาย = 35 mm^2

EP : AT = 200 A

ขนาดสาย = 120 mm^2

EC : AT = 15 A

ขนาดสาย = 2.5 mm^2

E - 1 : AT = 50 A

ขนาดสาย = 16 mm^2

AC - 1 : AT = 500 A

ขนาดสาย = 2 - 150 mm^2

AC - 2 : AT = 400 A

ขนาดสาย = 400 mm^2

SP : AT = 50 A

ขนาดสาย = 16 mm^2

SA : AT = 100 A

ขนาดสาย = 35 mm^2

LP - 1 : AT = 300 A

ขนาดสาย = 300 mm^2

LP - 3 : AT = 15 A

ขนาดสาย = 2.5 mm^2

4.2.4.2 ขนาดของสายป้อน

EMDB : AT = 250 A

ขนาดสาย = 150 mm^2

MCB 1 : AT =1000 A

ขนาดสาย =3 - 300 mm^2

MCB 2 : AT = 400 A

ขนาดสาย = 400 mm^2

4.2.4.3 ขนาดของสายแรงสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายแรงสูง ใช้สาย XLPE สำหรับแรงดัน 15 KV

AT ของ MCB 1 = 50 A

ขนาดสาย = 35 mm^2

4.2.4.4 ขนาดของบัสบาร์

EMDB : AT = 250 A

บัสบาร์ขนาด 250 A CuBUS

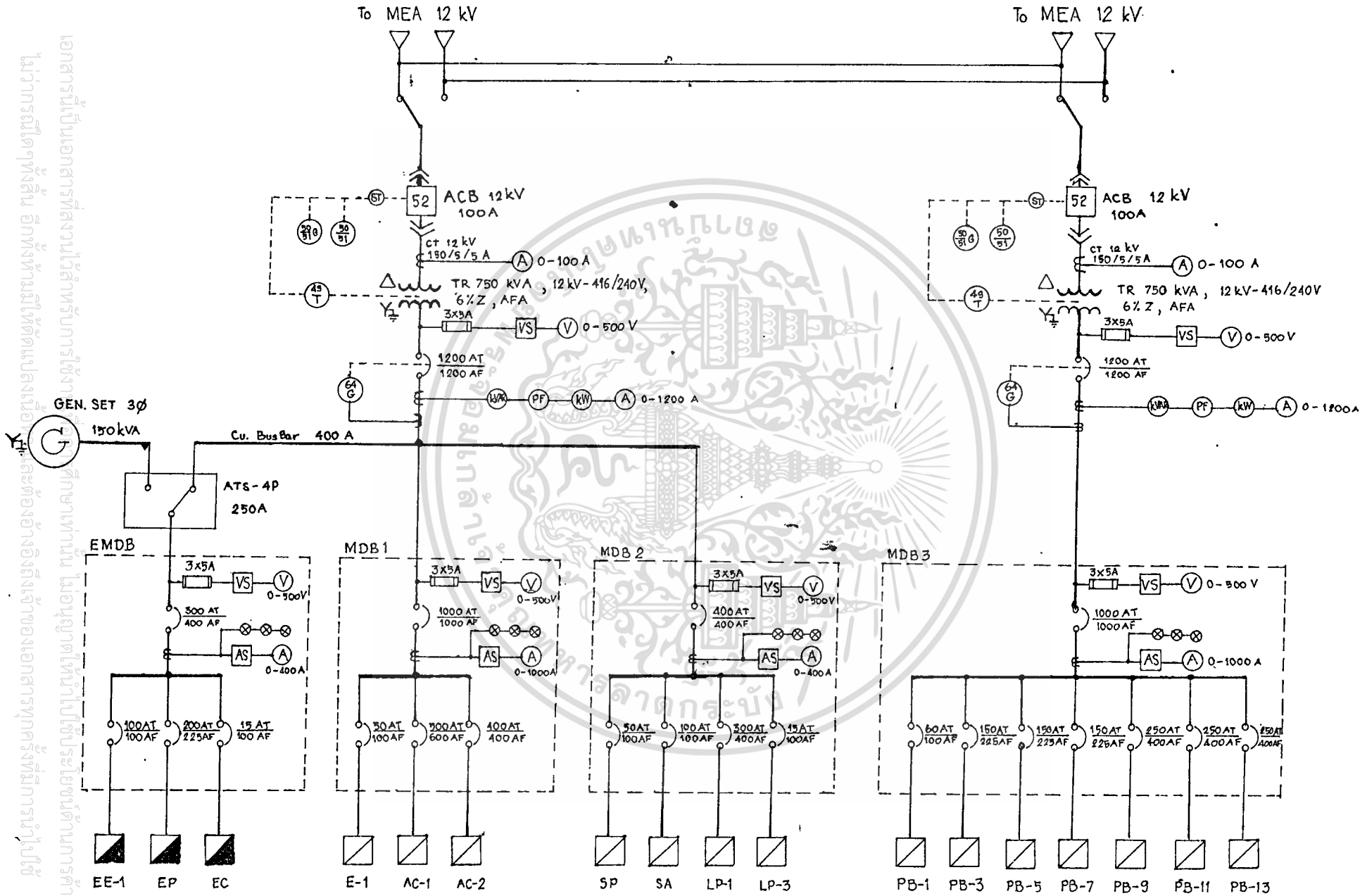
MDB 1 : AT = 1000 A

บัสบาร์ขนาด 1000 A CuBUS

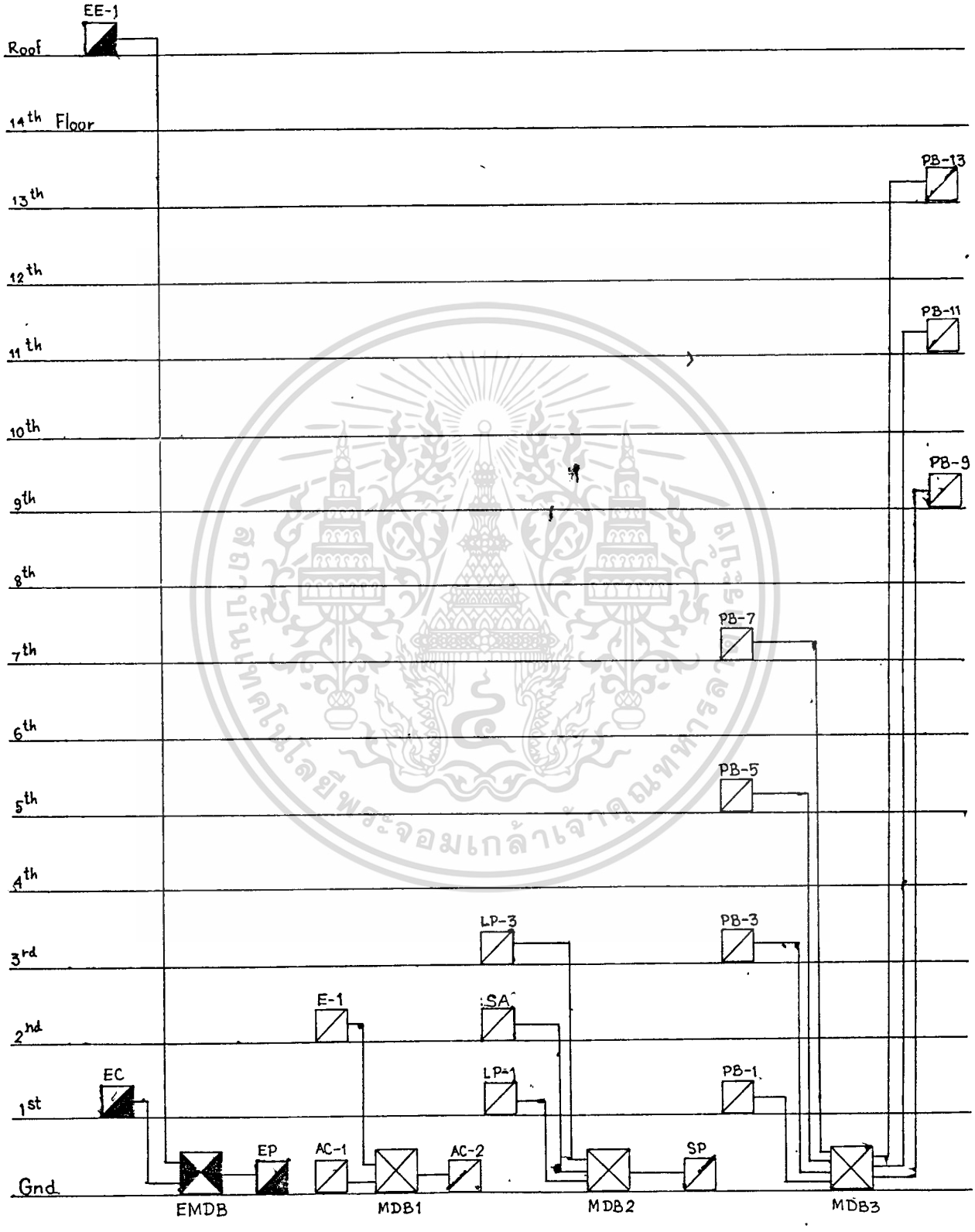
MDB 2 : AT = 50 A

บัสบาร์ขนาด 50 A CuBUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

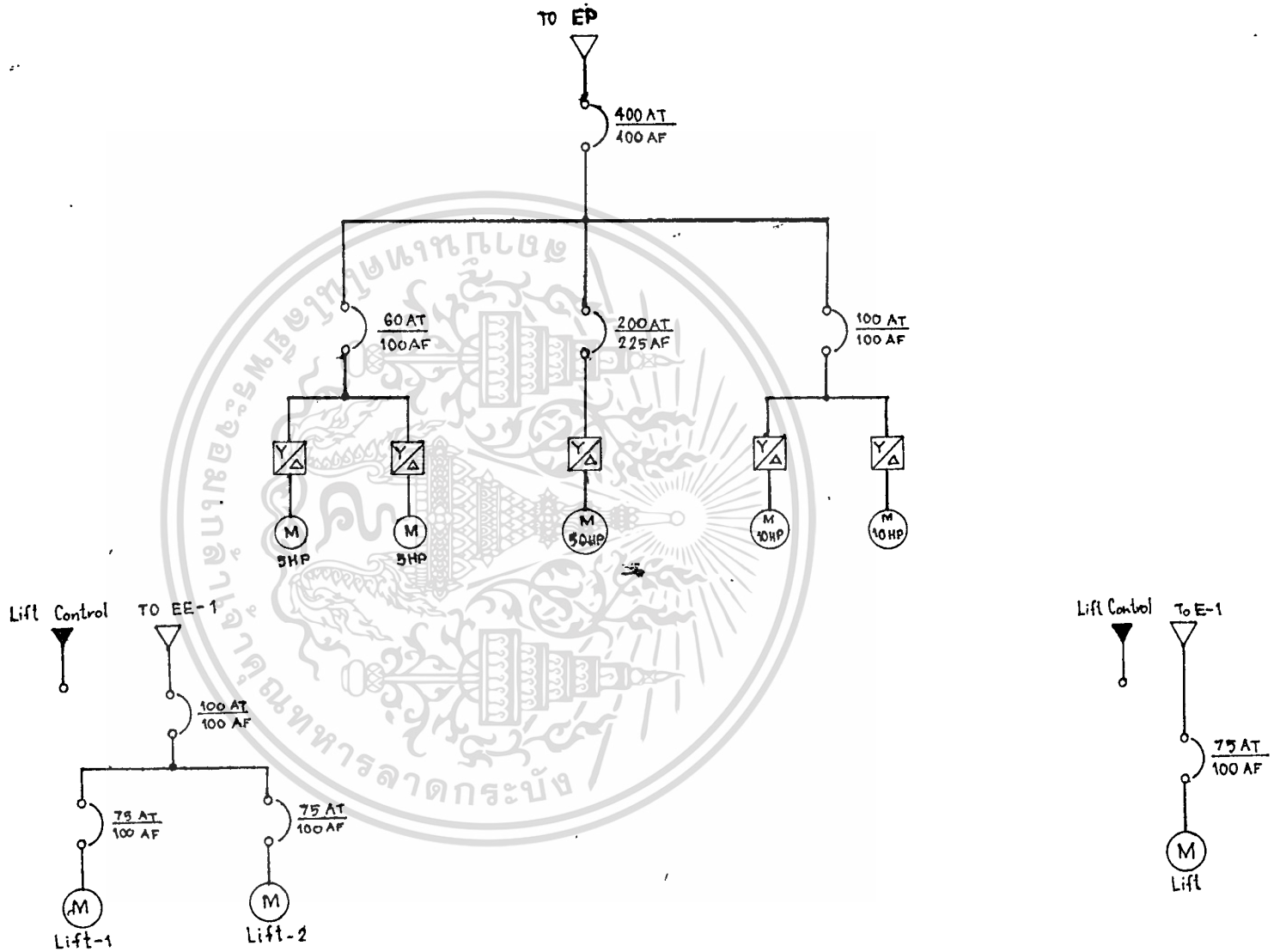


SINGLE LINE DIAGRAM



RISER DIAGRAM FOR ELECTRICAL SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SINGLE LINE DIAGRAM

วิเคราะห์ระบบโทรศัพท์

หลักการออกแบบระบบโทรศัพท์สำหรับอาคารชุดสำหรับการพักอาศัยนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายของผู้พักอาศัยเป็นสำคัญ อาคารชุดนี้ประกอบไปด้วย ห้องพัก 42 ห้อง ภัตตาคาร สำนักงาน ร้านค้า และส่วนบริการต่างๆ ดังนั้นระบบโทรศัพท์ภายในอาคารนี้จึงควรแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนเครื่องพ่วงภายใน (Extension) และส่วนโทรศัพท์สายตรง (Direct Line)

เครื่องพ่วงภายใน สำหรับการติดต่อสื่อสารตามปกติทั่วไป ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

โทรศัพท์สายตรง สำหรับการติดต่อสื่อสารทางธุรกิจ ทั้งนี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งหากผู้อยู่อาศัยใช้อาคารนี้เป็นสำนักงาน และเพื่อสำรองสำหรับการขยายตัวในอนาคต

จำนวนคู่สายที่ทำการติดตั้ง

การหาจำนวนคู่สายในแต่ละชั้น คิดจากจำนวนคู่สายของแต่ละห้องชุด ซึ่งกำหนดให้มีโทรศัพท์สายตรง 1 เครื่อง และเครื่องพ่วงภายใน 1 เครื่อง และต้องคิดเผื่อไว้อีก25% สำหรับการชำรุดเสียหายของสายโทรศัพท์อันอาจเกิดการติดตั้ง หรือจากการใช้งาน ทั้งนี้เพราะการเดินคู่สายขึ้นไปใหม่เป็นการลำบากและสิ้นเปลืองมาก

รายละเอียดของจำนวนโทรศัพท์ที่ทำการติดตั้งตามชั้นต่างๆ มีดังนี้

		DIRECT LINE	EXTENSION
ชั้น 1&2	(สำนักงาน,ภัตตาคาร,ร้านค้าและส่วนบริการ)	5	25
ชั้น 3	(ห้องพัก 4 ห้อง/ชั้น)	5	5
ชั้น 4	(ห้องพัก 4 ห้อง/ชั้น)	5	5
ชั้น 5	(ห้องพัก 4 ห้อง/ชั้น)	5	5
ชั้น 6	(ห้องพัก 4 ห้อง/ชั้น)	5	5
ชั้น 7	(ห้องพัก 4 ห้อง/ชั้น)	5	5
ชั้น 8	(ห้องพัก 4 ห้อง/ชั้น)	5	5
ชั้น 9&10	(ห้องพัก 6 ห้อง)	8	8
ชั้น 11&12	(ห้องพัก 6 ห้อง)	8	8
ชั้น 13&14	(ห้องพัก 6 ห้อง)	8	8
	รวม	59	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมโทรศัพท์สายตรงจำนวน 59 คู่สาย ดังนั้นจะทำการขอเลขหมายจากองค์การโทรศัพท์จำนวน 60 เลขหมาย แต่จะเดินสายภายในทั้งหมด 100 คู่สาย

รวมเครื่องพ่วงจำนวน 79 คู่สาย ก็จะเดินสายภายในทั้งหมด 100 คู่สาย และเนื่องจากเป็นระบบ PABX จึงทำให้การขอเลขหมายจากองค์การโทรศัพท์เพียง 10 เลขหมายก็เพียงพอ

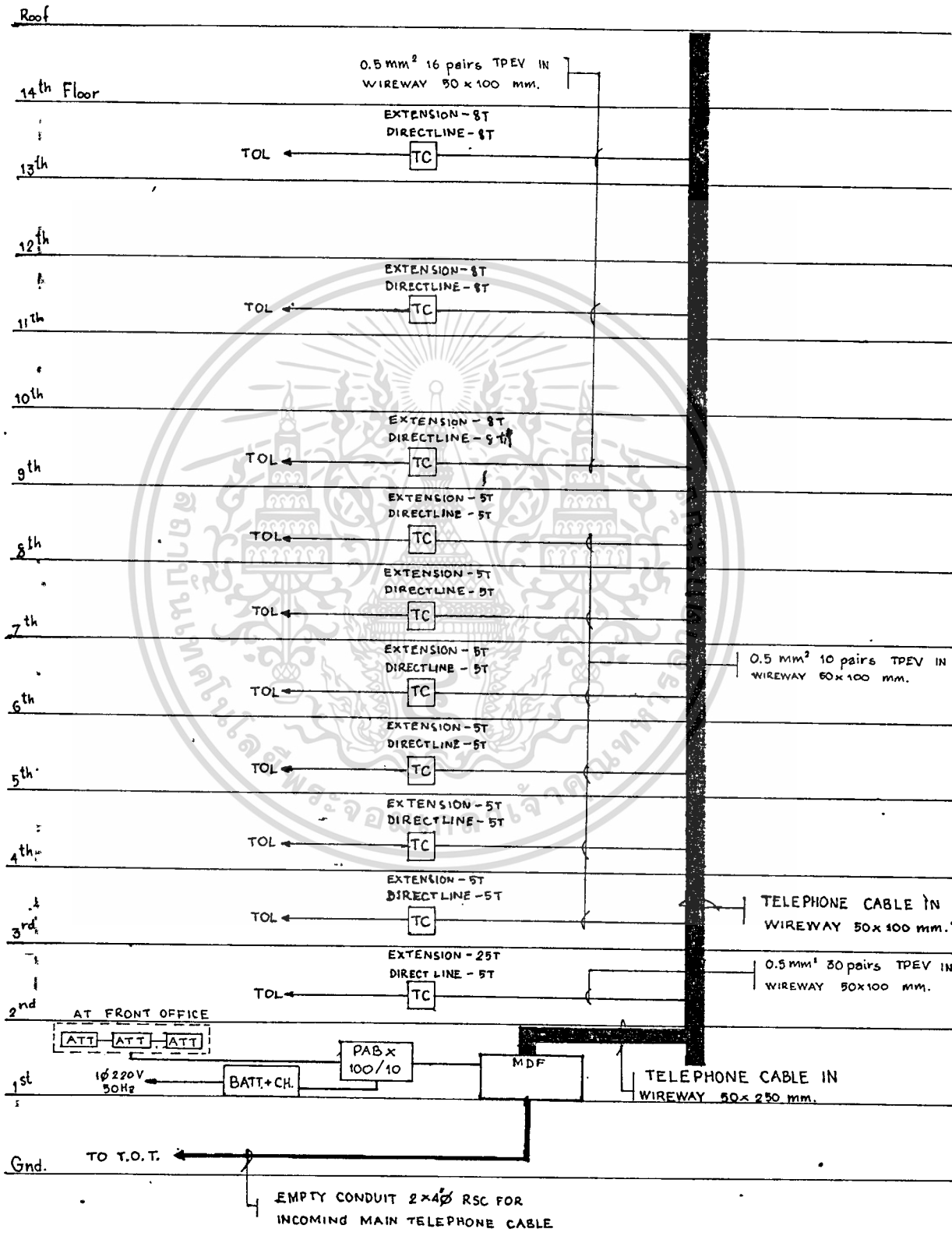
การโยงสายเคเบิลจากภายนอกเข้าสู่อาคาร ใช้แบบฝังดินในท่อ RSC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว จำนวน 2 ท่อ

การโยงคู่สายภายในอาคารจากห้องควบคุมไปยังจุดต่อสายในชั้นต่างๆ ใช้สาย TPEV ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร

ตำแหน่งของห้องควบคุมจะอยู่ในบริเวณสำนักงานชั้น 1 ซึ่งประกอบไปด้วย MDF , PABX 100/10 และ แบตเตอรี่สำรอง (Battery backup)

จากข้อมูลดังกล่าว สามารถเขียน ไรเซอร์ไดอะแกรม ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



RISER DIAGRAM FOR TELEPHONE SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบโทรทัศน์สายอากาศรวม (MATV)

กำหนดจำนวนเอาท์เล็ทที่ติดตั้งทั้งหมด

โดยให้ ห้องพักแบบที่ 1 ติดตั้งเอาท์เล็ท จำนวน 2 จุด

ห้องพักแบบที่ 2 ติดตั้งเอาท์เล็ท จำนวน 2 จุด

ห้องพักแบบที่ 3 ติดตั้งเอาท์เล็ท จำนวน 4 จุด

สำหรับห้องพักแบบที่ 3 ซึ่งมี 2 ชั้นนั้น กำหนดให้แต่ละชั้นมีเอาท์เล็ท จำนวนชั้นละ 2 จุด

ชั้นที่ 1 และ 2 ติดตั้งเอาท์เล็ท จำนวนชั้นละ 8 จุด

รวมจำนวนเอาท์เล็ทที่ติดตั้งทั้งหมด

ห้องพักแบบที่ 1 มีจำนวน 24 ห้อง	จำนวนเอาท์เล็ทที่ใช้	48 จุด
ห้องพักแบบที่ 2 มีจำนวน 12 ห้อง	จำนวนเอาท์เล็ทที่ใช้	24 จุด
ห้องพักแบบที่ 3 มีจำนวน 6 ห้อง	จำนวนเอาท์เล็ทที่ใช้	24 จุด
ชั้นที่ 2	จำนวนเอาท์เล็ทที่ใช้	8 จุด
ชั้นที่ 1	จำนวนเอาท์เล็ทที่ใช้	8 จุด
รวมจำนวนเอาท์เล็ทที่ติดตั้งทั้งหมด		112 จุด

ในชั้นที่ 1 และ 2 จะประกอบด้วย จำนวน เอาท์เล็ท ชั้นละ 8 จุด

ในชั้นที่ 3-8 มีห้องพักแบบที่ 1 และ 2 แบบละ 2 ห้องในแต่ละชั้น จะติดตั้งเอาท์เล็ท จำนวนชั้นละ 8 จุด

ในชั้นที่ 9-14 มีห้องพักแบบที่ 1 แบบละ 2 ห้องในแต่ละชั้น ส่วนของชั้นเลขคี่จะเป็นชั้นล่างของ ห้องพักแบบที่ 3 และชั้นเลขคู่จะเป็นชั้นบนของห้องพักแบบที่ 3 จะติดตั้งเอาท์เล็ท จำนวนชั้นละ 8 จุด

ข้อกำหนดในการออกแบบ

- ระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ททุกจุด จะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 65 - 85 dBuV
- จำนวนเอาท์เล็ทที่ติดตั้งแยกจากแท็ปออฟ ต้องไม่เกิน 8 - 10 จุด

ข้อกำหนดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ

- สายอากาศมีอัตราขยาย 10 dB
- สายนำสัญญาณหลักเป็นสายโคแอกเชียล 7C-2V (Coaxial 7C-2V) มีอัตราการลดทอนสัญญาณ 9 dB/100 m
- สายนำสัญญาณแยกจำหน่ายเป็นสายโคแอกเชียล 5C-2V มีอัตราการลดทอนสัญญาณ 13/100 m
- อุปกรณ์แยกสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
แท็ปออฟ 4 ทาง	16	15	15	15.5	2	2	2	2

- แชนเนลแอมปลิไฟเออร์

	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

- เขียนไรเซอร์ไดอะแกรม ระบุรายละเอียดของการรับ และป้อนสัญญาณของระบบ โดยระบุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบทั้งหมด พร้อมทั้งการเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ

เริ่มต้นจาก สายอากาศที่ติดตั้งบริเวณชั้นดาดฟ้าของอาคาร ต่อผ่านเฮดเอนด์แอมปลิไฟเออร์ (Head End Amplifier) เพื่อขยายสัญญาณให้สูงขึ้น และผ่านสปลิตเตอร์ 4 ทาง ซึ่งติดตั้งบนชั้นที่ 14 เพื่อแยกสัญญาณออกเป็น 4 ทาง ด้วยสายนำสัญญาณหลักต่อไปยังสปลิตเตอร์ ซึ่งติดตั้งบนชั้นที่ 1,3,7 และ 11 เพื่อแยกสัญญาณจ่ายไปยังแต่ละชั้นจากสปลิตเตอร์แต่ละชุด จะส่งไปแยกสัญญาณเพื่อจ่ายให้เอาท์เล็ทแต่ละจุดด้วยสายนำสัญญาณจำหน่ายไปยังแท็ปออฟ 4 ทางที่ติดตั้งชั้นละ 2 ชุด เพื่อจ่ายให้ เอาท์เล็ทที่ติดตั้งจำนวนชั้นละ 8 จุด โดยใช้สายนำสัญญาณจำหน่ายไปยังแต่ละห้อง

- จากไรเซอร์ไดอะแกรม คำนวณระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ทแต่ละจุด ว่าอยู่ในระดับที่กำหนดไว้หรือไม่

สมมติว่า ระดับสัญญาณที่สายอากาศรับได้เป็นดังนี้

ช่อง	ระดับสัญญาณ (dBuv)
3	99
5	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7	91
9	87
11	82

ในการคำนวณระดับสัญญาณ จะใช้ความถี่ของช่องสูงสุดในระบบเป็นหลัก เพื่อประกันว่าช่องสูงสุดจะใช้งานได้ และจะต้องคำนวณหาระดับสัญญาณระหว่างทางที่จุดต่างๆ เนื่องจากเมื่อสัญญาณส่งผ่านมาตามสายนำสัญญาณ หรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์แยกสัญญาณ จะมีระดับสัญญาณลดทอนลง จากความสูญเสียภายในอุปกรณ์เหล่านั้น

- ที่ตำแหน่งก่อนเข้าแอมปลิไฟเออร์ ช่อง 11 มีระดับสัญญาณ 82 dBuV ผ่านสายอากาศซึ่งมีอัตราขยาย 10 dB จะมีระดับสัญญาณเท่ากับ 82 + 10 = 92 dB

- เมื่อผ่านเฮดเอนด์แอมปลิไฟเออร์ ซึ่งเป็นแบบแชนเนลแอมปลิไฟเออร์ ให้ระดับสัญญาณออกของแบนด์ III เท่ากับ 115 dB เพื่อส่งไปยังสปลิตเตอร์ 4 ทางบนชั้นที่ 14

- สัญญาณที่ผ่านออกจากสปลิตเตอร์ บนชั้นที่ 14 ซึ่งมีอัตราการลดทอนสัญญาณในช่วง VHF เท่ากับ 8 dB จะมีระดับสัญญาณ เท่ากับ 113 - 8 = 105 dB

- เนื่องจากสายนำสัญญาณมีระดับการลดทอนสัญญาณ จะมีผลทำให้สัญญาณที่แยกจากสปลิตเตอร์มีค่าลดลง สายนำสัญญาณหลักที่ใช้เป็นสายโคแอกเชียล 7C-2V มีการลดทอนสัญญาณ 9 dB/100 m และเมื่อสัญญาณผ่านสปลิตเตอร์อีกครั้ง ระดับสัญญาณจะมีค่าลดลงอีก โดยสปลิตเตอร์ 4 ทาง ที่ใช้มีอัตราการลดทอนสัญญาณในช่วง VHF เท่ากับ 8 dB และสปลิตเตอร์ 2 ทาง มีอัตราการลดทอนสัญญาณ ในช่วง VHF เท่ากับ 6 dB

บนชั้นที่ 11 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 4 ทาง จะมีระดับสัญญาณ

105 - (14*9/100) - 8 = 105 - 1.3 - 8 = 95.7 dBuV

บนชั้นที่ 7 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 4 ทาง จะมีระดับสัญญาณ

105 - (28*9/100) - 8 = 105 - 2.6 - 8 = 94.4 dBuV

บนชั้นที่ 3 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 4 ทาง จะมีระดับสัญญาณ

105 - (42*9/100) - 8 = 105 - 3.8 - 8 = 93.2 dBuV

บนชั้นที่ 1 สัญญาณแยกออกจากสปลิตเตอร์ 2 ทาง จะมีระดับสัญญาณ

105 - (49*9/100) - 8 = 105 - 4.4 - 8 = 88.6 dBuV

- จากสปลิตเตอร์แยกไปยังแท็ปออฟชั้นต่างๆ ด้วยสายนำสัญญาณจำหน่าย มีการลดทอนสัญญาณ 13 dB/100 m

บนชั้นที่ 14 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 11 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 95.7 - (14*13/100) = 95.7 - 1.8 = 93.9 dBuV

บนชั้นที่ 13 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 11 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 95.7 - (10.5*13/100) = 95.7 - 1.4 = 94.3 dBuV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนชั้นที่ 12 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 11 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 95.7 - (7*13/100) = 95.7 - 0.9 = 94.8 dBuV

บนชั้นที่ 11 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นเดียวกัน ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 95.7 - 0 = 95.7 dBuV

บนชั้นที่ 10 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 7 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 94.4 - (14*13/100) = 94.4 - 1.8 = 92.6 dBuV

บนชั้นที่ 9 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 7 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 94.4 - (10.5*13/100) = 94.4 - 1.4 = 93 dBuV

บนชั้นที่ 8 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 7 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 94.4 - (7*13/100) = 94.4 - 0.9 = 93.5 dBuV

บนชั้นที่ 7 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นเดียวกัน ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 94.4 - 0 = 94.4 dBuV

บนชั้นที่ 6 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 3 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 93.2 - (14*13/100) = 93.2 - 1.8 = 91.4 dBuV

บนชั้นที่ 5 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 3 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 93.2 - (10.5*13/100) = 93.2 - 1.4 = 91.8 dBuV

บนชั้นที่ 4 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 3 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 93.2 - (7*13/100) = 93.2 - 0.9 = 92.3 dBuV

บนชั้นที่ 3 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นเดียวกัน ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 93.2 - 0 = 93.2 dBuV

บนชั้นที่ 2 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นที่ 1 ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 88.6 - (7*13/100) = 88.6 - 0.9 = 87.7 dBuV

บนชั้นที่ 1 แยกมาจากสปลิตเตอร์ ชั้นเดียวกัน ระดับสัญญาณก่อนเข้าแท็ปออฟ เท่ากับ 88.6 - 0 = 88.6 dBuV

- สัญญาณที่เอาท์เล็ท ซึ่งออกจากแท็ปออฟจะมีค่าลดลงอีก เนื่องจากอัตราการลดทอนสัญญาณของแท็ปออฟ 4 ทางในแต่ละแยก มีค่าเท่ากับ 15 dB และอัตราการลดทอนสัญญาณทะลุผ่านออกมามีค่าเท่ากับ 2 dB

บนชั้นที่ 14 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

93.9 - 15 = 78.9 dBuV

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

93.9 - 2 - 15 = 76.9 dBuV

บนชั้นที่ 13 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

94.3 - 15 = 79.3 dBuV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
94.3 - 2 - 15 = 77.3 dBuV

บนชั้นที่ 12 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
94.8 - 15 = 79.8 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
94.8 - 2 - 15 = 77.8 dBuV

บนชั้นที่ 11 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
95.7 - 15 = 80.7 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
95.7 - 2 - 15 = 78.7 dBuV

บนชั้นที่ 10 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
92.6 - 15 = 77.6 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
92.6 - 2 - 15 = 75.6 dBuV

บนชั้นที่ 9 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
93.0 - 15 = 78 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
93.0 - 2 - 15 = 76 dBuV

บนชั้นที่ 8 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
93.5 - 15 = 78.5 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
93.5 - 2 - 15 = 76.5 dBuV

บนชั้นที่ 7 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
94.4 - 15 = 79.4 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
94.4 - 2 - 15 = 77.4 dBuV

บนชั้นที่ 6 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
91.4 - 15 = 76.4 dBuV
เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
91.4 - 2 - 15 = 74.4 dBuV

บนชั้นที่ 5 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ
92.8 - 15 = 76.8 dBuV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

92.8 - 2 - 15 = 74.8 dBuV

บนชั้นที่ 4 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

92.3 - 15 = 77.3 dBuV

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

92.3 - 2 - 15 = 75.3 dBuV

บนชั้นที่ 3 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

93.2 - 15 = 78.2 dBuV

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

93.2 - 2 - 15 = 76.2 dBuV

บนชั้นที่ 2 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

87.7 - 15 = 72.7 dBuV

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

87.7 - 2 - 15 = 70.7 dBuV

บนชั้นที่ 1 เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดแรก มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

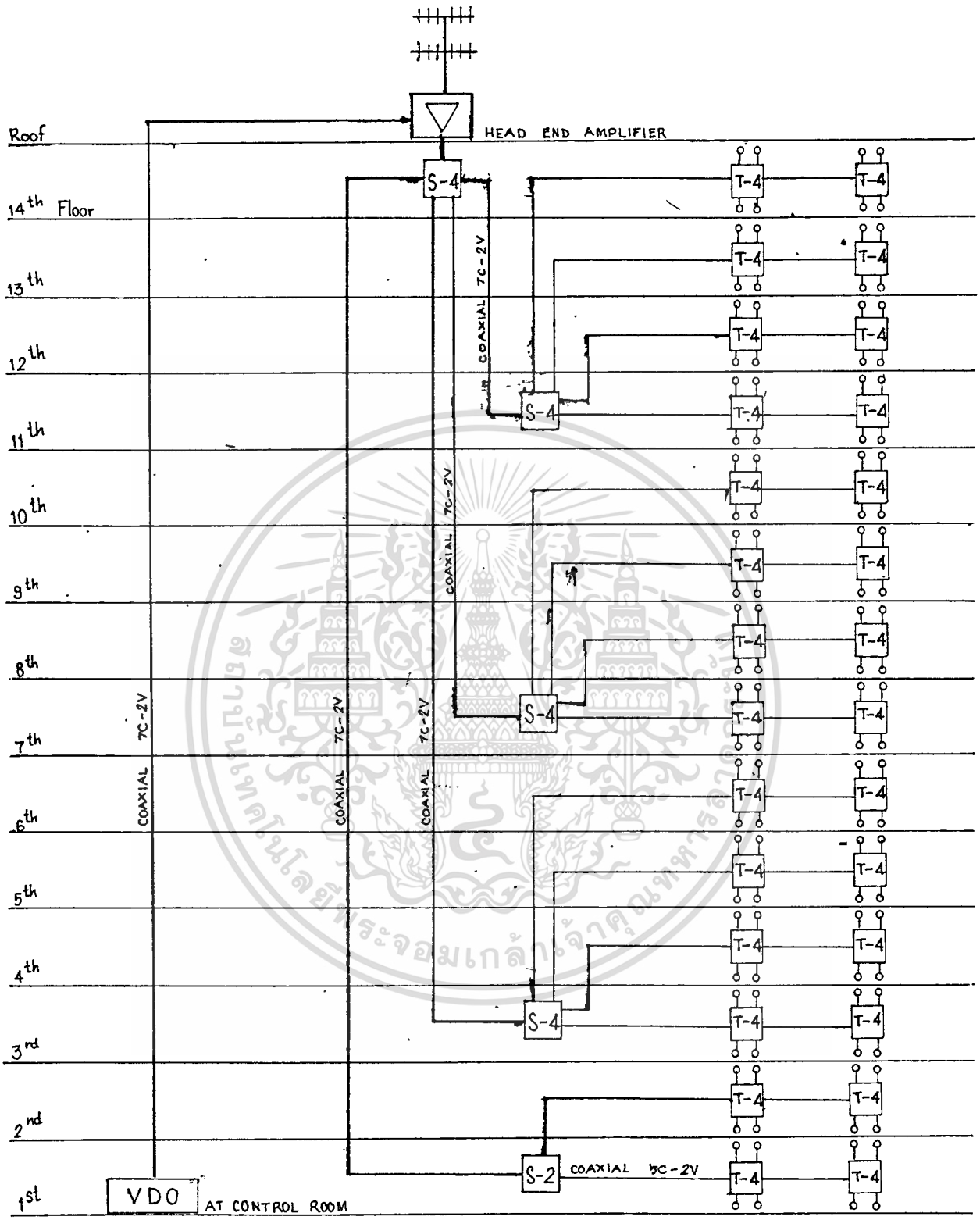
88.6 - 15 = 73.6 dBuV

เอาท์เล็ทที่ออกจากแท็ปออฟชุดที่สอง มีระดับสัญญาณ เท่ากับ

88.6 - 2 - 15 = 71.6 dBuV

- แต่ระดับสัญญาณจริงที่เอาท์เล็ทแต่ละจุด จะต่ำกว่าที่คำนวณได้นี้อีกประมาณ 1 - 4 dB เนื่องจาก การลดทอนสัญญาณของสายนำสัญญาณที่แยกไปยังห้องต่างๆและของเอาท์เล็ทอีกด้วย แต่ระดับสัญญาณที่เอาท์เล็ทแต่ละจุดที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 65 - 85 dBuV จึงสามารถยอมรับวิธีการออกแบบสายอากาศรวมแบบนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



RISER DIAGRAM FOR MATV SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบสัญญาณเตือนและป้องกันอัคคีภัย

การออกแบบระบบเตือนภัยจากอัคคีภัยในปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการออกแบบสำหรับอาคารชุดพักอาศัยสูง 14 ชั้น ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยสูงสุดของระบบ การออกแบบจึงให้ใช้อุปกรณ์ต่างๆอย่างเต็มที่

ระบบการแจ้งสัญญาณ

ระบบการแจ้งสัญญาณที่เลือกใช้ คือ ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยภายใน ซึ่งระบบนี้จะไม่มีการแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ออกไปภายนอกอาคาร แต่จะส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ไปยังห้องควบคุมซึ่งมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ที่บริเวณชั้น 1 ของอาคาร เหตุผลที่เลือกใช้ระบบนี้เนื่องจากว่า ระบบมีความสมบูรณ์ในตัวมันเองอยู่แล้ว ทั้งในด้านการแจ้งสัญญาณ การตรวจสอบสัญญาณ การส่งสัญญาณเสียงเตือนภัย การดับเพลิง

การส่งสัญญาณแจ้งเหตุจากจุดเกิดเหตุจะใช้ผสม 2 ระบบ คือ ระบบอัตโนมัติจากอุปกรณ์ตรวจจับ และระบบส่งสัญญาณด้วยมือ(manual) จาก จุดส่งสัญญาณ (manual station)

การส่งสัญญาณแจ้งเหตุภายในจะแจ้งเหตุเป็นโซน โดยแบ่งโซนไว้ทั้งหมด 14 โซนตามจำนวนชั้นของอาคาร คือ ให้ 1 ชั้นถือเป็น 1 โซน

อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้มี 2 แบบ คือ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat detector) และ อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke detector) โดยมีหลักในการเลือกใช้แต่ละประเภท ดังนี้

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน - ใช้ติดตั้งในพื้นที่ที่มีสิ่งของภายในน้อย หรือในบริเวณที่มีอัตราเสี่ยงภัยสูง หรือในบริเวณที่จะก่อให้เกิดเปลวไฟร้อนเมื่อเกิดอัคคีภัย สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่เลือกใช้เป็นแบบ Rate of Rise Heat Detector เนื่องจากหลังจากการตรวจจับและส่งสัญญาณแล้ว อุปกรณ์จะยังคงใช้งานได้ในการตรวจจับครั้งต่อไป เพราะกระเปาะจะปรับเข้าสู่ภาวะปกติได้เอง (ถ้าเป็นแบบ Constant Temp.Heat Detector จะต้องเปลี่ยนกระเปาะใหม่)

อุปกรณ์ตรวจจับควัน - โดยทั่วไป อุปกรณ์ชนิดนี้จะตรวจจับและเริ่มสัญญาณได้ไวกว่าอุปกรณ์ตรวจจับความร้อน จึงใช้อุปกรณ์นี้ในที่ทั่วๆไปที่ต้องการเตือนอัคคีภัยในระยะเริ่มแรก และในบริเวณที่อัตราการเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ

การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับจะยึดตามหลักดังนี้

1) การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับบนเพดาน จะต้องให้ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ไม่เกินไปกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด และบริเวณที่ใกล้ฝาผนังหรือฝากั้นห้องทุกด้านที่มีระยะต่ำกว่าเพดานน้อยกว่า 50 ซม. จำเป็นที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ โดยมีระยะห่างจากฝาผนังหรือฝากั้นห้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับที่ผู้ผลิตกำหนด

2) ทุกๆจุดบนเพดาน จะต้องมีระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับไม่เกิน 0.7 เท่าของระยะห่างที่ผู้ผลิตกำหนด

3) เพดานที่มีความสูง 3-9 ม. จะต้องลดระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ลงด้วยตัวคูณ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของระยะพิกัด) ดังแสดงไว้ในตาราง

ความสูงของเพดาน		ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับ 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- 6.3	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 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนมีความสามารถในการทำงานครอบคลุมพื้นที่ 2500 ตร.ฟุต หรือ 225 ตร.ม. ส่วนอุปกรณ์ตรวจสอบควันจะสามารถครอบคลุมพื้นที่ 225 ตร.ฟุต หรือ 20.25 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบสัญญาณ

เมื่อมีการส่งสัญญาณแจ้งเหตุจาก อุปกรณ์ตรวจจับ หรือ จุดส่งสัญญาณ มายังห้องควบคุม เจ้าหน้าที่จะทำการตรวจสอบสัญญาณนั้นอีกครั้งว่าเป็นสัญญาณหลอกหรือไม่ โดยใช้ทีวีวงจรปิดซึ่งติดตั้งอยู่ในส่วนของห้องพัก หรือส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจดูในส่วนของส่วนกลาง ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้จริง ก็จะส่งสัญญาณเตือนภัยไปยังจุดที่เกิดเหตุนั้นๆ

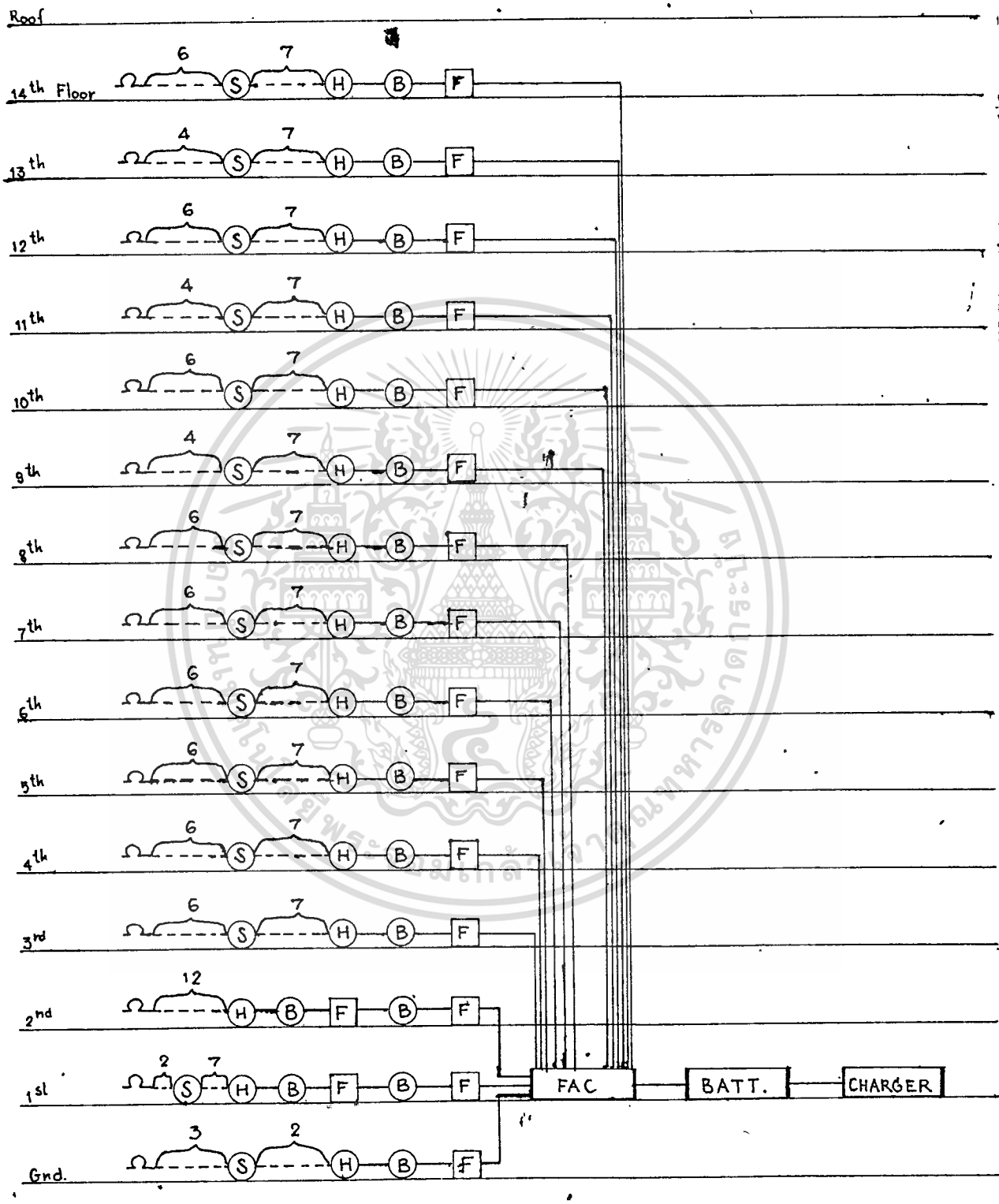
การส่งสัญญาณเตือนภัย

เมื่อเจ้าหน้าที่ตรวจพบว่าเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในโซนใดๆก็ตาม ก็จะส่งสัญญาณเตือนภัยไปยังโซนนั้น โดยใช้สัญญาณเสียงจากกระดิ่งที่ติดตั้งอยู่ในทุกๆโซน แต่ถ้าเห็นว่าเพลิงที่เกิดขึ้นมีอันตรายสูงมาก ก็จะทำการเปิดสัญญาณเตือนภัยทั่วทั้งอาคาร

การดับเพลิง

การดับเพลิงภายในจะติดตั้งไว้ทั้ง ระบบอัตโนมัติ และ ระบบดับเพลิงด้วยมือ (manual) ในระบบอัตโนมัติจะใช้ระบบฉีดน้ำฝอยจากหัวฉีด(sprinkler) ซึ่งจะแตกออกและฉีดน้ำเองเมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้น ในระบบดับเพลิงด้วยมือจะเป็นการใช้อุปกรณ์ดับเพลิงตามปกติในการดับ เช่น ถังดับเพลิง เพื่อใช้ในกรณีที่เกิดเพลิงไม่รุนแรงนัก ซึ่งถังดับเพลิงนี้จะติดตั้งไว้ตามจุดต่างๆทั่วอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



RISER DIAGRAM FOR FIRE ALARM SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นนการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารชุดสำหรับการพักอาศัยประเภทคอนโดมิเนียม โดยเน้นถึงความปลอดภัย และความเชื่อถือได้ของระบบเป็นหลักสำคัญ ซึ่งถ้ามองกันในแง่ของทางด้านเศรษฐศาสตร์แล้ว การที่จะปฏิบัติให้ได้ตามหลักข้างต้นอย่างสมบูรณ์แบบที่สุด จะทำให้ราคาของระบบสูงมากเกินกว่าที่จะสามารถปฏิบัติงานได้จริง แต่ถ้าเราเปลี่ยนมายึดปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นหลักแทนคือพยายามที่จะออกแบบระบบให้มีราคาต่ำลง ก็อาจจะทำให้ความปลอดภัย และความมีเสถียรภาพของระบบต่ำลงอย่างมาก อย่างไรก็ตาม การออกแบบระบบที่ดี จำเป็นที่จะต้องมีความปลอดภัย และความเชื่อถือได้ของระบบเป็นหลักใหญ่ และก็มองทางด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบกันไปด้วย เพื่อให้ราคาของระบบไม่สูงเกินไป และยังสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวความคิดของผู้ออกแบบ และงบประมาณที่มีอยู่ประกอบในการพิจารณา

สำหรับชิ้นงานสำคัญในวิทยานิพนธ ชิ้นนี้ มีดังนี้

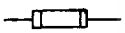
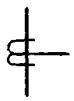
- วันไลน์ไดอะแกรม (Single Line Diagram)
- ไรเซอร์ไดอะแกรม (Riser Diagram) สำหรับระบบไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ และระบบโทรทัศน์สายอากาศรวม
- แบบการติดตั้งและการเดินสาย (Lay out) ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้
- ตารางโหลด (Load Schedule) ของระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

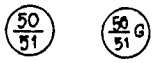
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL SYMBOL

SYMBOL	DETAILS
	Air Circuit Breaker
	Power Transformer
	Voltmeter
	Ammeter
	Voltage selector
	Amp selector
	Fuse for measurement protection
	Watthour meter
	VAR meter
	PF meter
	Pilot lamp
	Current transformer

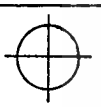
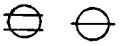
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	DETAIL
	Shunt trip
	Overcurrent relay
	Transformer thermal relay
	Ground protective relay
	Generator
	Automatic transfer switch
	Molded Case Circuit Breaker
	Main Distribution Board
	Emergency Main Distribution Board
	Panel Board
	Emergency Panel Board
	Telephone Cabinet
	Main Distribution Frame

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SYMBOL	DETAIL
PABX	Private Automatic Branch Exchange
▽	Head End Amplifier
S-4	4-way splitter
S-2	2-way splitter
T-4	4-way tap-off
F	Fire Alarm Manual Station
S	Smoke Detector
H	rate-of-rise Heat Detector
B	Alarm Bell
FAC	Fire Alarm Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYMBOL	DETAIL
	Incandeescent Lamp 40 W
	Fluoreescent Lamp 1 * 20 W
	Fluoreescent Lamp 1 * 40 W
	Fluoreescent Lamp 2 * 40 W
	Fluoreescent Lamp 1 * 32 W
	Fluoreescent Lamp 4 * 20 W
	Incandeescent wall lamp 40 W
	Path lighting Typ. A , Street lighting
	Ceiling ligthing with SL
	Emergency light with battery cherger
	Switch
	2-way Switch
	Outlet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

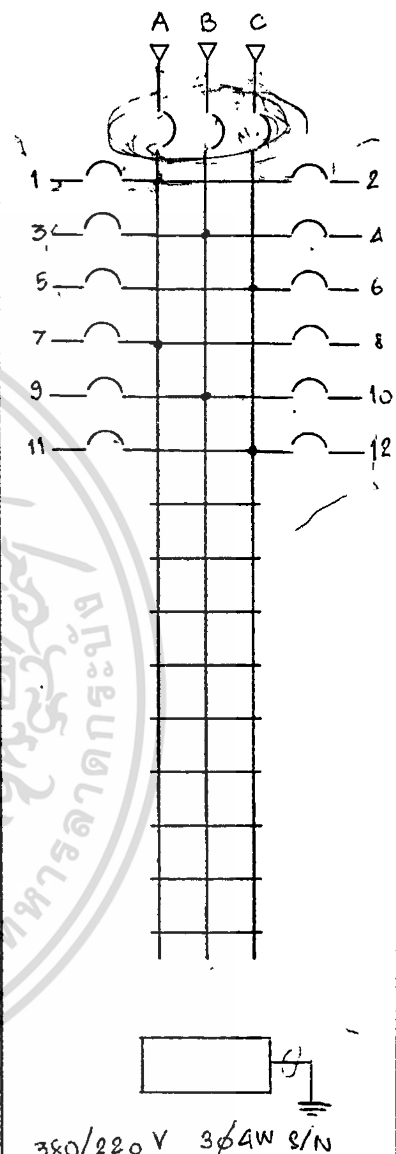
CATION : Ground floor

NEL : Sp

PACITY : 18 circuits

O.	DESCRIPTION	Load (VA) ØA	ØB	ØC	C.B. pole	AT/AF	WIRE mm²	TYP.	Conduit
1	12 Vac Supply								
3	for lighting	825	825	825	3	15/50	2.5	THW	1/2"
5	in swimming pool								
7	Pool pump 1								
9	"	2500	2500	2500	3	15/50	2.5	THW	1/2"
11	"								
13	space								
15	"								
17	"								
2	lighting	2080			1	15/50	2.5	THW	1/2"
4	"		2080		1	15/50	2.5	THW	1/2"
6	"			2080	1	15/50	2.5	THW	1/2"
8	"	2500			1	15/50	2.5	THW	1/2"
10	"		2500		1	15/50	2.5	THW	1/2"
12	"			2500	1	15/50	2.5	THW	1/2"
14	space								
16	"								
18	"								
Total Load (VA)		7905	7905	7905	Main 3P	50AT/100AF IC ≥ 35kA	Main 3-16 mm² THW 1-16 mm²	Conduit 1/2" IMC	
		23715							

DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

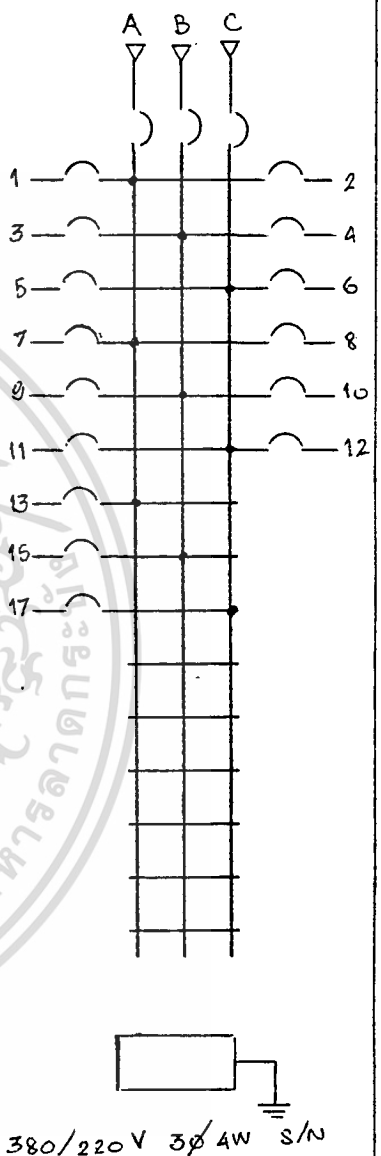
CATION : Ground Floor

NEL : EP

PACITY : 18 circuits

O.	DESCRIPTION	Load (VA) ØA	Load (VA) ØB	Load (VA) ØC	C.B. pole	C.B. AT/AF	WIRE mm²	WIRE TYP	Conduit
1	Water Supply								
3	Pump 1	3730	3730	3730	3		10	THW	
5	"								
7	Fire Pump								
9	"	12435	12435	12435	3		10	"	
11	"								
13	Waste Water								
15	Pump 2	1245	1245	1245	3			"	
17	"								
2	Water Supply								
4	Pump 2	3730	3730	3730	3			"	
6	"								
8	Waste Water								
10	Pump 1	1245	1245	1245	3			"	
12	"								
14	Space								
16	"								
18	"								
Total load (VA)		22385	22385	22385	Main 200AT/225AF		Main 3-120 mm² THW		
		67155			3p Ic >35kA		1-120 mm² Conduit 1½" IMC		

DIAGRAM



380/220 V 3Ø 4W S/N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

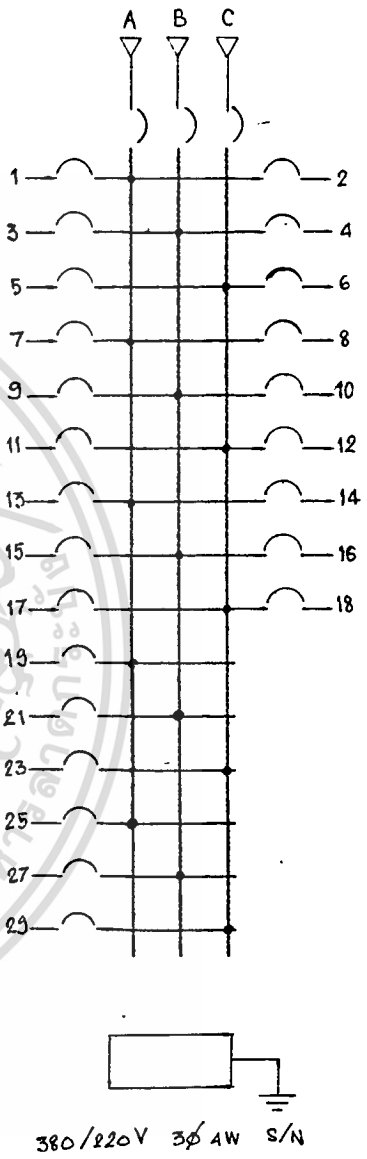
LOCATION : 1st Floor

PANEL : LP-1

CAPACITY : 30 circuits

Ckt. No.	DESCRIPTION	LOAD (VA) ØA	LOAD (VA) ØB	LOAD (VA) ØC	C.B. pole	C.B. AT/AF	WIRE mm²	WIRE TYP.	Conduit
1	lighting (gnd. floor)	5000			1	30/50	6	THW	½"
3	" (gnd. floor)		5000		1	30/50	6	"	"
5	" (1st floor)			5000	1	30/50	6	"	"
7	" (1st floor)	5000			1	30/50	6	"	"
9	" (1st floor)		7500		1	50/50	16	"	"
11	" (1st floor)			7500	1	50/50	16	"	"
13	" (1st floor)	10000			1	60/100	16	"	"
15	" (1st floor)		7500		1	50/50	16	"	"
17	" (1st floor)			7500	1	50/50	16	"	"
19	" (2nd floor)	8000			1	50/50	16	"	"
21	" (2nd floor)		8000		1	50/50	16	"	"
23	" (2nd floor)			9000	1	50/50	16	"	"
25	" (2nd floor)	8500			1	50/50	16	"	"
27	" (2nd floor)		8500		1	50/50	16	"	"
29	" (2nd floor)			8000	1	50/50	16	"	"
2	outlet (gnd floor)	1000			1	15/50	4	"	"
4	" (gnd. floor)		1000		1	15/50	4	"	"
6	" (1st floor)			3000	1	20/50	4	"	"
8	" (1st floor)	6000			1	35/50	10	"	"
10	" (1st floor)		6000		1	35/50	10	"	"
12	" (1st floor)			5000	1	30/50	10	"	"
14	" (2nd floor)	7000			1	40/50	10	"	"
16	" (2nd floor)		7000		1	40/50	10	"	"
18	" (2nd floor)			6000	1	35/50	10	"	"
20	Space	—	—	—	—	—	—	—	—
22	"	—	—	—	—	—	—	—	—
24	"								
26	"								
28	"								
30	"								
Total Load (VA)		50500	50500	51000	Main CB. 150/200		Main 4-70 mm² THW		
		152000			3p. IC ≥ 35 kA		2½" IMC		

DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

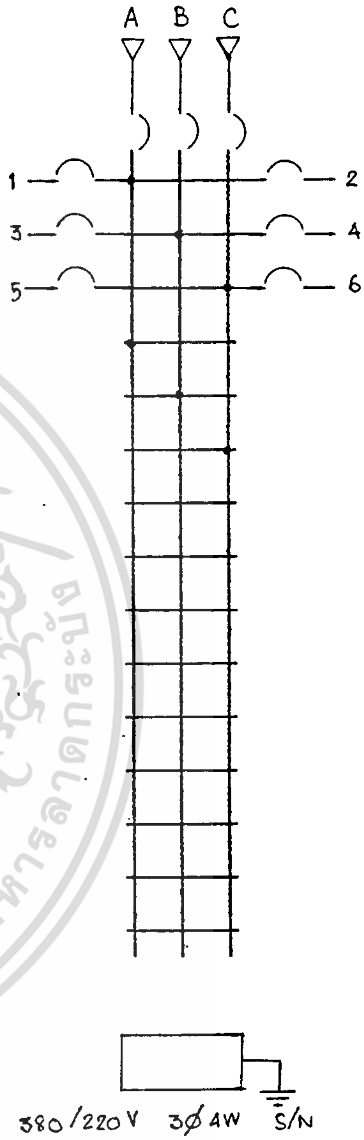
CATION : 1st floor

NEL : PB-1

PACITY : 12 circuits

1. O.	DESCRIPTION	LOAD (VA)			C.B.		WIRE		Conduit
		ØA	ØB	ØC	pole	AT/AF	mm²	TYP.	
1	shop 1	3300			1	20/50	4	THW	1/2"
2	space	-			-	-	-	-	-
3	shop 2		3300		1	20/50		THW	1/2"
4	space		-		-	-	-	-	-
5	shop 3			3300	1	20/50		THW	1/2"
6	space			-	-	-	-	-	-
7	"								
8	"								
9	"								
10	"								
11	"								
12	"								
Total Load (VA)		3300	3300	3300	Main CB 60AT/100AF 3P IC ≥ 35 kA		Main 4-16 mm² THW 1/2" IMC		
		9900							

DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

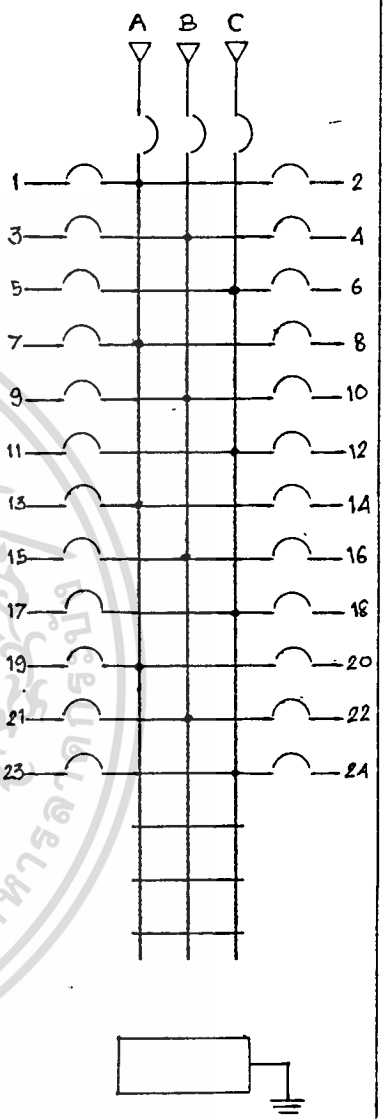
CATION : 3rd Floor (5th, 7th)

NEL : PB-3 (PB-5, PB-7)

PACITY : 30 circuits

CKT. NO.	DESCRIPTION	LOAD (VA) ØA	ØB	ØC	C.B. pole	AT/AF	WIRE mm²	TYP.	Conduit.
1	หม้อแปลงที่ 1 (31)								
3	" (31)	2200	2200	2200	3	50/100	16	THW	3/4"
5	" (31)								
7	" (32)								
9	" (32)	2200	2200	2200	3	50/100	16	THW	3/4"
11	" (32)								
13	หม้อแปลงที่ 2 (33)								
15	" (33)	3666	3666	3666	3	75/100	25	THW	1"
17	" (33)								
19	" (34)								
21	" (34)	3666	3666	3666	3	75/100	25	THW	1"
23	" (34)								
25	space								
27	"								
29	"								
2	หม้อแปลงที่ 1 (41)								
4	" (41)	2200	2200	2200	3	50/100	16	THW	3/4"
6	" (41)								
8	" (42)								
10	" (42)	2200	2200	2200	3	50/100	16	THW	3/4"
12	" (42)								
14	หม้อแปลงที่ 2 (43)								
16	" (43)	3666	3666	3666	3	75/100	25	THW	1"
18	" (43)								
20	" (44)								
22	" (44)	3666	3666	3666	3	75/100	25	THW	1"
24	" (44)								
26	space								
28	"								
30	"								
	Total Load (VA)	23466	23466	23466	Main C.B. 100/100 3P IC ≥ 35 kA		Main 4-50 mm² THW 2" IMC		
		70400							

DIAGRAM



380/220 V 3ø 4W S/N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

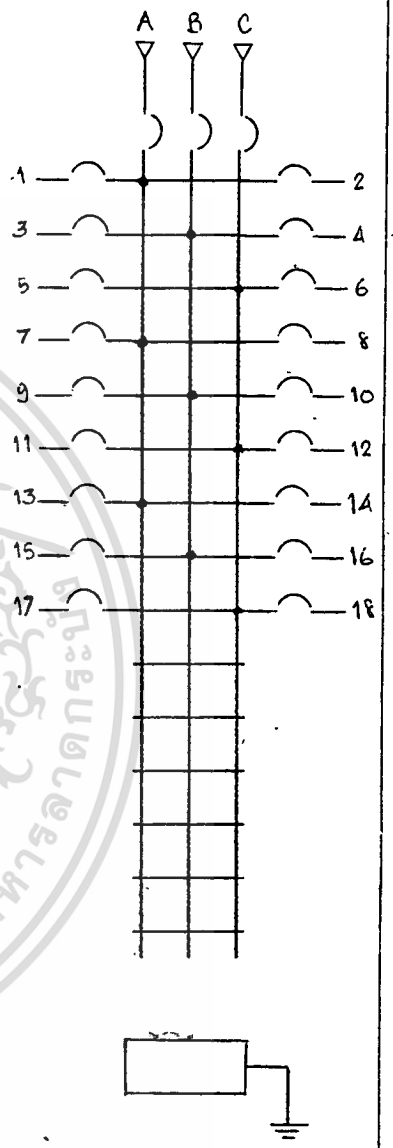
LOCATION : 9th, 11th, 13th Floor

PANEL : PB-9, 11, 13

CAPACITY : 18 circuits

CCT. NO.	DESCRIPTION	LOAD (VA) ØA	LOAD (VA) ØB	LOAD (VA) ØC	C.B. pole	C.B. AT/AF	WIRE mm²	WIRE TYP.	Conduit
1	ห้องพักแขกที่ 1(91)								
3	"	6580	6580	6580	3	50/100	16	THW	3/4"
5	"								
7	ห้องพักแขกที่ 3(93)								
9	"	16455	16455	16455	3	85/100	25	"	1"
11	"								
13	ห้องพักแขกที่ 1(101)								
15	"	6580	6580	6580	3	50/100	16	"	3/4"
17	"								
2	ห้องพักแขกที่ 1(92)								
4	"	6580	6580	6580	3	50/100	16	"	3/4"
6	"								
8	ห้องพักแขกที่ 3(94)								
10	"	16455	16455	16455	3	85/100	25	"	1"
12	"								
14	ห้องพักแขกที่ 1(102)								
16	"	6580	6580	6580	3	50/100	25	"	3/4"
18	"								
	Total Load (VA)	59230	59230	59230					
		177690							

DIAGRAM



380/220V 3Ø 4W S/N

Main 250AT/250AF Main 3-150 mm² 1-150 mm²

3p Ic ≥ 35kA Conduit 2½" IMC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ ศุลี บรรจงจิตร ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนเอกสาร และบทความประกอบการดำเนินงานต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ สุชิน จำจด ที่ได้ให้คำแนะนำในการออกแบบระบบสื่อสาร

ขอขอบคุณ คุณ วิโรจน์ ศรีวิทิตกุล และ คุณ ปัญชา เจียมสกุล วิศวกรบริษัท วรจักรอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ได้ให้ข้อมูลและเอกสารที่เป็นประโยชน์แก่ปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณ คุณ วินีตา กัลยาณมิตร ที่ได้เอื้อเฟื้อแบบแปลนโครงสร้างของอาคารในปริญญานิพนธ์นี้

และท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาโดยตลอดมา รวมถึงเพื่อนๆที่ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจ

อย่างไรก็ตาม หากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อบกพร่องประการใด คณะผู้จัดทำขอรับไว้เพียงฝ่ายเดียว ส่วนความดีและคุณค่าของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้คณาจารย์ที่ได้สั่งสอนอบรมมา ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช, "การออกแบบระบบไฟฟ้า", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 364 หน้า, 2530
2. บัณฑิต โรจน์อารยานนท์, "คู่มือออกแบบและติดตั้ง MATV & CATV",สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย - ญี่ปุ่น), 200 หน้า, 2528
3. มงคล วิสุทธิ์ใจ, "ขั้นตอนพื้นฐานในการตรวจจับการเกิดเพลิงไหม้ของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย", 70 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2530, หน้า 54 - 65
4. สุชิน จำจด, "วิศวกรรมโทรศัพท์", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 383 หน้า, 2528
5. ศุลี บรรจงจิตร, "หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง",ซีเอ็ดยูเคชั่น, 894 หน้า, 2530
6. IEEE, "IEEE Reommended practice for electric power system in commercial building" John Wiley and sons, 1983
7. Fuji, "Distribution & Control catalog", 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้