



องค์การเภสัชกรรม

โครงการอาคารจอดรถ 7 ชั้น (สำหรับรองรับฝ่ายสมุนไพรและเภสัช
เคมีภัณฑ์ และโรงงานผลิตยารังสิต 1)

แบบเลขที่ 01-21-AT00-EE01

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคารและ
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

แผนกออกแบบและพัฒนาอุตสาหกรรม กองวิศวกรรม
ฝ่ายเทคโนโลยีและวิศวกรรม องค์การเภสัชกรรม

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

สารบัญ

หมวดที่ 1. ข้อกำหนดทั่วไป	3
หมวดที่ 2. หน้าที่และความรับผิดชอบ	3
หมวดที่ 3. การประสานงาน	3
หมวดที่ 4. งานปรับพื้นที่และงานทำระดับ	3
หมวดที่ 5. แบบและเอกสาร	3
หมวดที่ 6. การทาสี, การป้องกันการผุกร่อน	4
หมวดที่ 7. รหัส สัญลักษณ์ และป้ายชื่อ	6
หมวดที่ 8. อุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร Surge Protective Device (SPD.)	10
หมวดที่ 9. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)	17
หมวดที่ 10. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์	21
หมวดที่ 11. สวิตช์ และเต้ารับ	33
หมวดที่ 12. สายไฟฟ้าแรงต่ำ	35
หมวดที่ 13. สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable: FRC)	39
หมวดที่ 14. โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์	42
หมวดที่ 15. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	50
หมวดที่ 16. ระบบต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า (Grounding & Lightning Protection System)	54 54
หมวดที่ 17. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)	63
หมวดที่ 18. ระบบกระจายเสียงตามสาย (Sound System)	68
หมวดที่ 19. ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ(Lighting Control System)	73
หมวดที่ 20. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)	76
หมวดที่ 21. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Systems)	82
หมวดที่ 22. สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ (Automatic Transfer & Bypass-Isolation Switches: ATS)	87 87
หมวดที่ 23. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV Systems)	91
หมวดที่ 24. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)	97
หมวดที่ 25. รายชื่อผู้ขายผลิตภัณฑ์วัสดุอุปกรณ์และผู้ผลิตที่ได้รับการยอมรับ	110

หมวดที่ 1. ข้อกำหนดทั่วไป ตามข้อกำหนดประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม หมวดที่ 1

หมวดที่ 2. หน้าที่และความรับผิดชอบ ตามข้อกำหนดประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม หมวดที่ 2

หมวดที่ 3. การประสานงาน ตามข้อกำหนดประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม หมวดที่ 3

หมวดที่ 4. งานปรับพื้นที่และงานทำระดับ ตามข้อกำหนดประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม หมวดที่ 4

หมวดที่ 5. แบบและเอกสาร ตามข้อกำหนดประกอบแบบงานสถาปัตยกรรม หมวดที่ 5

หมวดที่ 6. การทาสี, การป้องกันการผุกร่อน

6.1 ความต้องการทั่วไป

- 6.1.1 วัสดุ-อุปกรณ์ ทุกชนิด ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน และ/หรือการทาสี ตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่แนะนำวิธีหนึ่ง อาจมีวิธีที่ดีและเหมาะสมกว่าตามข้อเสนอแนะของผู้ผลิตวัสดุ และ/หรือ สีที่ใช้ นั้น ๆ โดยได้รับการเห็นชอบจากผู้คุมงาน
- 6.1.2 การป้องกันการผุกร่อนและการทาสี ต้องดำเนินการก่อนนำวัสดุ-อุปกรณ์นั้น ๆ เข้าติดตั้งยังสถานที่ใช้งาน เพื่อป้องกันปัญหาการกัดขวางในภายหลัง เว้นแต่ผู้คุมงานจะพิจารณาความเหมาะสม
- 6.1.3 ท่อร้อยสาย และรางวางสายตลอดจนอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏแก่สายตา ต้องทาสีทับหน้าด้วยสีขาว หรือสีอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบโดยตลอด
- 6.1.4 เมื่อติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ เรียบร้อยแล้วหากพบว่าการชำรุดเสียหายของผิวงาน ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้ดีขึ้น

6.2 การเตรียม และทำความสะอาดผิวงาน

- 6.2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำแหน่งต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้ปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานให้ปราศจากคราบไขมัน โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้ง ใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งจนผิวงานสะอาดแล้วจึงเช็ด หรือเป่าลมให้แห้งสนิท
- 6.2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย (ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาด) แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน
- 6.2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสีให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นจนสะอาด
- 6.2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทราย แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูทำความสะอาด

6.3 การทดสอบ

- 6.3.1 การทาสีหรือพ่นสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาหรือพ่นไปแล้วแห้งสนิทก่อน
- 6.3.2 สีที่ใช้ทา หรือพ่น ประกอบด้วยสี 2 ส่วน คือ

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิมและ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. ทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสี ที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

6.3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ขึ้นกับผิวงานและสภาวะแวดล้อม โดยมีกรรมวิธีตามกำหนดในตาราง

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง
<ul style="list-style-type: none"> • BLACK STEEL 	ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
<ul style="list-style-type: none"> • GALVANIZED STEEL 	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 ZINC CHROMATE PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
<ul style="list-style-type: none"> • STAINLESS STEEL • ALUMINIUM • LIGHT ALLOY • COPPER 	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY
<ul style="list-style-type: none"> • PVC • PLASTIC 	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า CHLORINATED RUBBER
<ul style="list-style-type: none"> • CAST IRON 	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY

6.3.4 วัสดุที่เป็นโลหะ และใช้งานฝังดิน ให้เคลือบด้วย COAL TAR EPOXY อย่างน้อย 2 ครั้ง

6.3.5 ในกรณีที่มีการซ่อม หรือ ทาสีใหม่ อันเป็นผลมาจากการเชื่อม การตัด-เจาะ และการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

หมวดที่ 7. รหัส สัญลักษณ์ และป้ายชื่อ

7.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดทำ รหัส สัญลักษณ์ ตลอดจนป้ายชื่อบนวัสดุ-อุปกรณ์ และท่อ-รางต่าง ๆ ในระบบที่รับผิดชอบ เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบบำรุงในภายหลัง ซึ่งต้องจัดทำให้เรียบร้อยสมบูรณ์ก่อนการส่งมอบงาน ทั้งนี้ในกรณีที่มีการระบุให้ทำสีท่อ-รางต่าง ๆ ด้วยสีที่กำหนดไว้โดยตลอดแนว ให้จัดทำรหัส สัญลักษณ์ ไว้ภายในกล่องต่อสาย หรือจุดอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานจะได้กำหนด

7.2 รหัส

7.2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นกำหนดให้ท่อน้ำต่างๆ ทุกระบบต้องทาหรือพ่นสีทับหน้าตามรหัสที่กำหนดโดยตลอดทั้งแนว ยกเว้น ท่อที่ต้องหุ้มฉนวนกันความร้อน และ/หรือ วัสดุอื่นใด

7.2.2 ท่อน้ำต่าง ๆ ทุกระบบที่ต้องการหุ้มฉนวนความร้อน และ/หรือหุ้มด้วยวัสดุอื่นๆ ให้ทาหรือพ่นเฉพาะสีรองพื้น อย่างน้อย 2 ชั้น ก่อนการดำเนินการหุ้ม ยกเว้น ท่อที่ได้ผ่านการชุบผิวป้องกันการผุกร่อนแล้วเป็นอย่างดี

7.2.3 ในกรณีที่ผู้คุมงานพิจารณาเห็นว่า การทา หรือพ่นสีทับหน้าตลอดแนวตามกำหนด ไม่สามารถกระทำได้ หรือไม่เหมาะสมด้วยประการใดก็ตาม ต้องกำหนดรหัสไว้ที่อุปกรณ์ยึดจับท่อทั้งหมด และให้ทำรหัสเป็นแถบสีรอบท่อมีความกว้างที่เหมาะสมตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

7.3 สัญลักษณ์

7.3.1 ท่อน้ำทุกชนิด และ/หรือทุกระบบ ต้องมีสัญลักษณ์ทั้งชนิดอักษรย่อ และลูกศรแสดงทิศทางโดยมีขนาดที่เหมาะสมตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

7.3.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ตลอดจน รางวางสายไฟฟ้าต่าง ๆ ให้กำกับเฉพาะอักษรสัญลักษณ์

7.4 ตำแหน่งของ รหัส และสัญลักษณ์

7.4.1 รหัสที่เป็นแถบสี และ สัญลักษณ์ ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่คู่กัน ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย

7.4.2 รหัส และสัญลักษณ์ ที่กล่าว ซึ่งแสดงไว้บนท่อน้ำใด ๆ ก็ตาม ต้องมีในตำแหน่งอย่างน้อยดังนี้:-

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ในแนวตรง
- ทุก ๆ ตำแหน่งที่ติดกับประตูน้ำ (VALVE) ทั้งด้านเข้าและด้านออก
- ทุก ๆ ด้านของท่อที่มีการเปลี่ยนทิศทาง และ/หรือ มีท่อแยก
- ทุกด้านที่มีการติดตั้งท่อ ผ่านทะลุผนัง และ/หรือ พื้น
- บริเวณช่องเปิดบริการ (SERVICE DOOR AND SERVICE PANEL)

7.4.3 สำหรับท่อร้อยสาย และ/หรือรางวางสายไฟฟ้า และสายสัญญาณใด ๆ ให้มีแถบสีรหัส และสัญลักษณ์ ตามตำแหน่งอย่างน้อยดังนี้:-

- ทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 3 เมตร
- บนฝากล่อง ต่อ-แยก สาย (PULL BOX AND JUNCTION BOX)
- ภายในกล่อง ต่อ-แยก สายให้มีเฉพาะรหัส

7.5 ขนาดของแถบรหัส และ สัญลักษณ์

ขนาดความกว้างของแถบสีรหัส ความยาวของลูกศรสัญลักษณ์ ความหนาของเส้นลูกศร และความสูงของอักษรสัญลักษณ์ ต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้ :-

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ และ ความหนารางวางสายไฟฟ้า	ความกว้างแถบสี และ ความยาวของลูกศร	ความสูงตัวอักษร และ ความหนาเส้นลูกศร
20 มม (3/4") – 32 มม (1")	200 มม (8")	15 มม (1/2")
40 มม (1") – 50 มม (2")	200 มม (8")	20 มม (3/4")
65 มม (2") – 150 มม (6")	300 มม (12")	32 มม (1")
200 มม (8") – 250 มม (10")	300 มม (12")	65 มม (2")
300 มม (12") – มากกว่า	500 มม (20")	90 มม (3")

7.6 สี และ อักษรสัญลักษณ์

สีที่ใช้หรือพ่น สำหรับเป็นรหัส และ ทำสัญลักษณ์ต่าง ๆ รวมทั้งอักษรสัญลักษณ์ที่ใช้ในระบบต่าง ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดดังนี้

รายละเอียด	ตัวอักษร มีสัญลักษณ์	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน (GENERATOR LINE)	E	เหลือง	แดง
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน (UPS / BATTERY LINE)	UPS/BAT	เหลือง	แดง
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน 12VDC VOLTAGE (BATTERY LINE)	E12V	เหลือง	แดง
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน 24VDC VOLTAGE (BATTERY LINE)	E24V	เหลือง	แดง
• ท่อ/ราง ระบบแสงสว่างไฟฟ้า	LTG	เหลือง**	แดง**
• ท่อ/ราง ระบบเต้ารับไฟฟ้า	PLUG	เหลือง**	แดง**
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้าควบคุม / ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบปรับ อากาศ	AC	ฟ้า	ดำ
• ท่อ/ราง สายไฟฟ้าควบคุม / ไฟฟ้ากำลัง สำหรับระบบ สุขาภิบาล	SAC	ฟ้า	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณและสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณ ระบบเสียง	PA	ขาว	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณ วิทยุ-โทรทัศน์รวม	MATV	ขาว	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CCTV	น้ำเงิน	ดำ

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

• ท่อ/ราง สายสัญญาณ ระบบควบคุมประตูเข้า-ออก	ACC	น้ำเงิน	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณ ระบบการจัดพลังงาน (BAS)	BAS	ฟ้า	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
• ท่อ/ราง สายสัญญาณ คอมพิวเตอร์	COMP	ดำ	ขาว
• FUEL OIL (DIESEL)	FOS	เหลือง	ดำ
• BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	A	น้ำตาล	
• BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	B	ดำ	
• BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	C	เทา	
• BUSBAR และสายไฟฟ้าสายศูนย์	N	ฟ้า	
• BUSBAR และสายไฟฟ้าสายดิน	GR	เขียว	

กรณีที่มีได้กำหนดไว้ในรายการข้างต้น ให้ผู้รับจ้างเสนอขอความเห็นชอบจากผู้คุมงาน

หมายเหตุ

1. รหัสสี หมายถึง แถบสีที่ใช้ทำเครื่องหมายที่ท่อร้อยสาย หรือกล่องต่อสายเพื่อทราบว่าเป็นท่อร้อยสายไฟฟ้าของระบบใด
2. สีสัญลักษณ์ หมายถึง สีของตัวอักษรที่อยู่บนฝากล่องต่อสายหรือรางเดินสายเพื่อทราบว่าเป็นท่อร้อยสายหรือรางไฟฟ้าของระบบใด
3. ท่อร้อยสายให้แสดงรหัสสีที่ Clamp กล่องต่อสาย กล่องแยกสาย กล่องดึงสายและฝากล่อง รางไฟฟ้า ฝารางไฟฟ้า ต้องมีอักษรสัญลักษณ์ด้วย
4. ** รหัสสีและสีสัญลักษณ์ ให้เปลี่ยนไปตามการเชื่อมต่อของตู้ไฟฟ้าต้นทางหรือตู้ LOAD CENTER PANEL หรือตู้ DB PANEL

หมวดที่ 8. อุปกรณ์ป้องกันลัด Surge Protective Device (SPD.)

8.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD.) เพื่อลดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าระหว่างชิ้นส่วนโลหะกับระบบภายในอาคารที่ป้องกันฟ้าผ่า หรือไฟกระชากที่อาจเกิดจากฟ้าผ่าหรือการตัดต่อของอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังที่ส่งสัญญาณรบกวนมายังด้านสายจ่ายไฟ เข้าไปสร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ภายในอาคาร
- อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลัดเสริม ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันเพื่อการทำงานที่ประสานสัมพันธ์
- อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- การติดตั้งชุดป้องกัน Surge Protective Device (SPD.) เป็นการติดตั้งแบบขนาน ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานของระบบและไม่ก่อให้เกิดผลการลดทอนสัญญาณจนเกิดการทำงานที่ผิดพลาดในระบบสื่อสารและระบบวัดและควบคุม
- การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสายและการติดตั้งของ กพท., กพท. หรือวสท.
- ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC. 61643-1, EN 61643-11, UL 1449

8.2 รายละเอียดคุณสมบัติทางไฟฟ้า

8.2.1 Surge Protective Device (SPD.) สำหรับ Main Distribution Board (MDB)

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลัดเสริม (Surge Protection Device) Class I+II / B+C เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันลัดเสริมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกัน 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่เมนไฟฟ้ารวมทั้งแผงไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารเป็นชุดแรก (MDB. Panel) และหรือ จาก LPZ0 – LPZ1, 2 โดยติดตั้งแบบขนาน โดยที่ Class I / B เป็น Arc Quenching Spark Gap และ Class II / C เป็น MOV โดยที่อุปกรณ์ทั้ง 2 จะต้องทำงานประสานกันได้อย่างดีโดยผู้ติดตั้งต้องแสดงผลทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้ง 2 Class ที่ไม่ต่ำกว่า 50kA. (8/20 μ s) ในกรณีที่มีความเสียหายของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่ง อุปกรณ์ที่เหลือจะต้องยังสามารถช่วยป้องกันระบบได้อยู่และสามารถถอดเปลี่ยนที่ละ Class โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

Mode L-N : Spark Gap Technology

❖ Lightning Current Class I / II , T1/T2

- IEC. Category / EN.Type / VDE. : I/II, T1/T2
- No of Pole : 3 Pole
- Nominal AC Voltage U_N : 400/230 Volt

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Max. Continuous Operating AC voltage U_C : ≥ 264 Volt
- Lightning Test Current (10/350 μ s) $I_{imp.}$: ≥ 50 kA
- Nominal Discharge Current (8/20 μ s) I_n : ≥ 50 kA
- Voltage Protection level U_p : ≤ 2.5 kV
- Follow Current I_f : ≥ 50 kV
- Operating Status/Fault indication : Green or Red or Other

Mode N-PE : Spark Gap Technology

❖ Lightning Current Class I / II, T1/T2

- IEC. Category / EN.Type / VDE. : I/II, T1/T2
- No Of Pole : 3 Pole
- Nominal AC Voltage U_N : 400/230 Volt
- Max. Continuous Operating AC Voltage U_C : ≥ 350 Volt
- Lightning Test Current (10/350 μ s) $I_{imp.}$: ≥ 100 kA
- Nominal Discharge Current (8/20 μ s) I_n : ≥ 100 kA
- Voltage Protection Level U_p : ≤ 1.5 kV
- Follow Current I_f : ≥ 100 kV
- Operating Status/Fault indication : Green or Red or Other

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back Up Fuse 100A หรือตามแบบรูปกำหนด จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground Terminal Block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบจากความยาวสายต่อแรงดันป้องกันโดยรวม หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

➤ Surge Monitoring Device

อุปกรณ์ตรวจสอบการทำงานของ Surge Arrester โดยอุปกรณ์นี้ใช้ในการตรวจสอบการทำงานของ Surge Arrester โดยวัดจำนวนครั้งการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จและแสดงสถานะการตรวจจับของ Surge Arrester และ Back-Up Fuse ว่าอยู่ในสถานะพร้อมทำงาน

Technical Data

- Power Supply : 230 V 50 Hz
- Counter Digit : 2 digit (minimum)

8.2.2 Surge Protective Device (SPD.) สำหรับ Distribution Board (DB)

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I,II/T1/2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่สร้างจาก Hi-Power MOV ใช้สำหรับติดตั้ง ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่ติดตั้งใกล้หลังคา หรือตู้ควบคุมลิฟท์โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

Technical Specification

❖ อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I/II,T1/T2 : MOV Technology

- IEC Category /EN Type : I/II, T1/T2
- Nominal AC. Voltage U_N : 400/230 Volt
- Max. Continuous Operating AC Voltage U_C : ≥ 335 Volt / ≥ 264 Volt
- TOV behavior at U_T (L-N) : ≥ 415 Volt (5s / withstand mode)
- Lightning Tested Current (10/350 μ s) I_{imp} : ≥ 12.5 kA
- Nominal Discharge Current (8/20 μ s) I_n : ≥ 12.5 kA
- Max. Discharge Current (8/20 μ s) I_{max} : ≥ 50 kA
- Protection level U_p at I_n (L-N/L-PE/N-PE) : ≤ 1.2 kV / ≤ 2 kV / ≤ 1.7 kV
- Protection level U_p at 10 kA (L-N/L-PE/N-PE) : ≤ 1.1 kV / ≤ 1.5 kV / ≤ 0.5 kV
- Voltage Protection Level (L-N / L(N)-PE) U_p : ≤ 1.3 kV / 1.5 kV

8.2.3 Surge Protective Device (SPD.) For PABX (กรณี ถ้ามี)

ใช้สำหรับป้องกัน PABX จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่คู่สายนอก และสายในที่วิ่งออกนอกอาคารโดยให้ติดตั้งที่ MDF อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถติดตั้งได้บนขั้วต่อสายชนิด LSA PLUS โดยอาจ เป็นชุดป้องกันเสิร์จหนึ่งตัวต่อหนึ่งคู่สายหรือ หนึ่งตัวต่อสิบคู่สาย ตามความเหมาะสม

Technical Spectification

	Telephone Protection
- Arrester Rate DC. Voltage U_c	: 180 Volt
- Rate Current I_N	: 380 mA
- Nominal discharge surge current I_n (8/20 μ s) (Core-Core/Core-G)	: 5 kA / 5 kA
- TOV behavior at U_T (L-N)	: ≥ 415 Volt
- Total surge current (8/20 μ s)	: 10 kA
- Protection level U_p (C2 10kV, 5kA) (Core-Core/Core-G)	: 260 V / 800 V
- Response time (Core-Core /Core-G)	: 1ns / 100 ns
- Temperature	: -25°C ... 75°C
- Degree of protection	: IP20

8.2.4 Surge Protective Device (SPD.) For LAN, IP Camera (CCTV) (กรณี ถ้ามี)

ใช้สำหรับป้องกันระบบ Local Area Network (LAN) และ IP Camera จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากรายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งที่ Managed Switching Devices หรือ Switching Devices และอุปกรณ์ที่ติดตั้งนอกอาคาร อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถรองรับ Power Over Ethernet (PoE)

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

Technical Specification

	KNX	Cat. 6 / PoE
Maximum continuous voltage (U_c)	40 Vdc	3.3 V DC (± 60 V DC (PoE+))
Rate current (25°C)	650 mA	1.5 A
Nominal surge discharge current I_n (8/20 μ s) (Core-Core / Core-G)	300A (Core - Core)	100 A / 2 kA (per signal pair)
Output voltage limit at 1 kV/ μ s (Core-core / Core-G)	-	9V / 700 V
Voltage Protection level U_p (Core-Core / Core-G)	75 V / 800 V	100V / 700 V
Cut-off frequency (3 dB)	-	500 MHz
Response time (Core-Core / Core-G)	50 ns / 100ns	1 ns / 100 ns
Housing	Plastic	Zinc die-cast
Connector	-	RJ45

8.2.5 Surge Protective Device (SPD.) For Antenna, MATV (กรณี ถ้ำมี)

ใช้สำหรับป้องกันระบบสายสัญญาณระบบ MATV จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากภายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งที่งานรับสัญญาณเสาอากาศ และชุดขยายสัญญาณ MATV จากนอกอาคาร

	Main from SAT	TV Socket
Maximum continuous voltage (U_c)	280 V DC	180 V DC
Nominal current I_n	5 A	1.5 A
Nominal surge discharge current (8/20 μ s) (I_n) (Core-G / Core-Shield)	20 kA / 20 kA	2.5 kA
Total surge current (8/20 μ s)	20 kA	2.5 kA
Output voltage limitation at 1 kV/ μ s (Core-Shield)	900 V	600 V
Cut off frequency f_g (3dB)	3 GHz	3 GHz

8.2.5 Surge Protective Device (SPD.) For Analog / Digital (PLC) (กรณี ถ้ามี)

Technical Specification

	DI / DO	AI / AO
Arrester rate voltage (U_c)	30 V DC	30 V DC
Nominal current	300 mA	300 mA
Lightning test current I_{imp} (10/350 μ s)	500 A	500 A
Nominal discharge surge current I_n (8/20 μ s) (Core-Core / Core-G)	5 kA / 5 kA	5 kA / 5 kA
Total surge current (8/20 μ s)	10 kA	10 kA
Output Voltage limitation at 1 kV/ μ s (Core-Core / Core-G)	45 V / 650 V	45 V / 650 V
Cut off frequency (3 dB)	3 MHz	3 MHz
Response time (Core-Core / Core-G)	1ns / 100 ns	1ns / 100 ns
Temperature	-40 °C ... 85 °C	-40 °C ... 85 °C
Degree of protection	IP20	IP20

- Surge Protective Device (SPD.) สำหรับสัญญาณระบบเสียงประกาศ (PA) (กรณี ถ้ามี)
ต้องติดตั้ง SPD ระหว่างสายสัญญาณกับสายต่อลงดิน

Technical Specification

	Speaker
Arrester rate voltage (U_c)	75 V AC
Nominal discharge surge current I_n (8/20 μ s)	15 kA
Max. discharge current I_{max} (8/20 μ s)	40 kA
Voltage Protection level (U_p)	550 V
Response time	25 ns

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Surge Protective Device (SPD.) สำหรับสัญญาณระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm)
(กรณี ถ้ามี)
ต้องติดตั้ง SPD ระหว่างที่สัญญาณกับสายต่อลงดิน

Technical Specification

	Communication Loop
Arrester rate voltage (U_c)	30 V DC
Nominal Current (A) I_N	10 A
Nominal surge discharge current I_n (8/20 μ s) (Core-Core / Core-G)	300 A / 5 kA
Total surge discharge current (8/20 μ s)	10 kA
Voltage Protection level (U_p) (Core-Core)	50 V (at 500V / 250A)
Voltage Protection level (U_p) (Core-G)	900 V (at 10 kV / 5 kA)
Response time (Core-Core / Core-G)	1 ns / 100 ns

หมวดที่ 9. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ ใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- หม้อแปลงต้องเป็นชนิดขดลวดจุ่มในน้ำมัน (Hermetically Seal Oil Immersed Type) พร้อมชุด Thermometer
- ก่อนนำหม้อแปลงเข้าติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องส่งหม้อแปลงไปทดสอบตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ และผู้รับจ้างต้องส่ง Routine Test Report ประกอบการขออนุมัตินำหม้อแปลงเข้าติดตั้งและก่อนจ่ายไฟ ต่อองค์การเภสัชกรรม
- เอกสารประกอบการพิจารณา
 - มาตรฐานการผลิต
 - แคตตาล็อกของผลิตภัณฑ์ ที่แสดงข้อมูลตรงกับความต้องการในแบบ
 - ระบุรุ่นหรือขนาดตามแบบกำหนด

2. มาตรฐาน

- หม้อแปลงเข้าติดตั้งต้องผลิตตามมาตรฐาน มอก.384-2543 และมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ/หรือ มาตรฐานสากล เช่น IEC. 60076 หรือเทียบเท่า
- ผลิตหรือประกอบจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 หรือดีกว่า
- Rated Primary Voltage ที่ระบุไว้ไม่ตรงกับการไฟฟ้าฯ ท้องถิ่น ให้ใช้พิกัดแรงดัน ณ การไฟฟ้าฯ ท้องถิ่นนั้นๆ

3. คุณสมบัติทางเทคนิค

- หม้อแปลงต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - kVA. Rating : 1,000kVA. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบรูป
 - Rated Primary Voltage : 22/33kV. หรือตามพิกัดแรงดันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
 - Rated Secondary Voltage : 400/230 V 3-Phase 4-Wire
Full Neutral Loading หรือตามพิกัดแรงดันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
 - Rated Frequency : 50Hz.
 - Number of Phase : 3

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- High Tension Side No-Load Tap : $\pm 2 \times 2.5\%$
- Basic impulse level (BIL) of HV : 125kV (for 22kV or 24 kV)
Winding : 170kV (for 33 kV)
- Type of HV/LV winding : Copper wire or Copper foil
- Impedance : 6% หรือตามที่ระบุไว้ในแบบรูป
- No-Load Loss : $\leq 1,600$ W.
- Rated Load Loss at 75°C : $\leq 11,000$ W.
- Connection Vector Group : Dyn 11 หรือตามมาตรฐาน
การไฟฟ้าแรงดันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- Efficiency at Full Load (P.F=1) : Better Than 98%

4. ส่วนประกอบของหม้อแปลง

- ตู้หม้อแปลง ทำด้วยโลหะที่ทนความแข็งแรงทนทานต่อสภาพการใช้งานและการเคลื่อนย้าย สีทาภายในตู้ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุน้ำมัน สีทาภายนอกตู้ต้องทาสีรองพื้นด้วย Primer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้นซึ่งต้องเป็นชนิดที่ทนต่อสภาพการใช้งานนอกอาคาร
- แกนเหล็ก ต้องผลิตจาก High Grade Silicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูงให้ค่า Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ แกนเหล็กต้องยึดให้แน่นและแข็งแรง เพื่อไม่ให้เกิดกาสนั่นขณะใช้งาน ผิวนอกของแกนเหล็กต้องอาบด้วย Resin เพื่อป้องกันการเกิดสนิม
- ขดลวดแรงดันสูงและขดลวดแรงดันต่ำ (High Voltage Winding and Low Voltage Winding) ต้องทำด้วยทองแดงหุ้มฉนวน Class A
- Tap Changer ที่ High Voltage Winding ต้องมี Off-Load Tap Changer โดยด้ามหมุนของ Tap Changer ต้อง สามารถแสดงให้ทราบว่าขณะนั้นอยู่ในตำแหน่ง Tap ได้

5. ขั้วต่อสายและบุขซึ่ง

- ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำให้เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิลแรงสูง (โดยให้พิจารณาจากแบบ) เพื่อต่อกับสวิตช์แรงสูงอย่างเหมาะสม
- ขั้วต่อสายแรงต่ำทำด้วยหรือขึ้นรูปจากบรอนซ์อัลลอย, ทองแดงอัลลอย, หรือทองเหลืองอัลลอย ชนิดความนำไฟฟ้าสูง เคลือบผิวด้วยดีบุก ไม่มีรอยเชื่อมสามารถทนแรงทางกลและการกัดกร่อนได้ดี และจะต้องเหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์หรือต่อกับสายเคเบิล (โดยให้พิจารณาจากแบบ)

➤ ชุดสกรูและแหวนล็อกที่ใช้กับขั้วต่อสายต้องทำด้วย Stainless Steel

6. อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง ต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่จำเป็นอย่างน้อย ดังนี้

- Grounding Bus and Terminal
- Name Plate ซึ่งแสดงการต่อระบบใช้งานที่ชัดเจน
- Drain Valve
- Oil Level Gauge
- Pressure Relief Device
- Mechanical Accessories เช่น Lifting Lugs และอื่นๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

7. การทดสอบ การตรวจสอบ และรายงานผลการทดสอบ

การพิจารณา ผู้ผลิตต้องส่งรายงานการทดสอบทั้งหมด ดังนี้

7.1 การทดสอบเฉพาะแบบ (type test) ตามมาตรฐานอ้างอิงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1

รายการ	รายการทดสอบ
1.	การทดสอบอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Temperature rise test)
2.	การทดสอบอิมพัลส์ฟ้าผ่า (Lightning impulse test)

7.2 การทดสอบการลัดวงจร (Short circuit test)

หม้อแปลงที่เสนอต้องผ่านการทดสอบการลัดวงจรตามมาตรฐานอ้างอิงโดยสถาบันการทดสอบที่เป็นสมาชิกของ Short Circuit Testing Liaison (STL)

ผลการทดสอบตามข้อ 7.2 ผู้ผลิตสามารถใช้ผลการทดสอบของหม้อแปลงที่มีขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 30 – 130 % แทนหม้อแปลงที่จัดหาได้

7.3 การทดสอบประจำ

หม้อแปลงไฟฟ้าทุกลูกจะต้องผ่านการทดสอบประจำ ตามมาตรฐาน IEC 60076 จากโรงงานผู้ประกอบหรือผู้ผลิต พร้อมทั้งส่งผลการทดสอบ ในหัวข้ออย่างน้อย ดังนี้:

- Ratio and winding resistant test
- Polarity and phase relation test
- Applied voltage test

- Induced voltage test
- Exciting current and No-load losses test
- Impedance and Load losses test
- Insulation resistance test
- Leakage Test
- Oil dielectric strength test

โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับรับน้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลงขนาด 1,000 kVA หรือตามขนาด TRANSFORMER

8. การบำรุงรักษา

- ให้ส่งเอกสารแนะนำการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

9. การรับประกัน

- ให้เป็นไปตามสัญญาการก่อสร้าง

หมวดที่ 10. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

10.1. Low Voltage Main Distribution Board & Sub Distribution Board

➤ ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board : MDB), แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board : EMDB) และแผงสวิตช์ไฟฟารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB) การสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย และผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และผ่านการผลิตสวิตช์บอร์ด Type-Tested ชนิด License และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC หรือ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก.1436 -2540 หรือฉบับล่าสุด) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001 หรือ ฉบับล่าสุด ก่อนประกอบแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

➤ พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	: 400/230 Volts
SYSTEM WIRING	: 3-Phase, 4-Wire, Solid Ground.
RATED FREQUENCY	: 50 Hz.
RATED CURRENT	: ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND	: ไม่น้อยกว่า Rated Short Circuit Current ที่ ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	: 1,000 Volts
CONTROL VOLTAGE	: 220-240 VAC.
FINISHING	: Coldroll steel with Epoxy-Polyester Powder Paint Coating หรือตามที่ระบุในแบบ
TYPICAL FORMS	: Form 2b หรือตามที่ระบุในแบบ

➤ ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

แผงสวิตช์ฯประกอบเป็น Compartment รูปแบบ Form 2b หรือตามที่ระบุในแบบ และมี Degree of Protection ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตาม IEC Standard การประกอบแผงสวิตช์ฯต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้ โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วยกรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing) การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

➤ บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ ตามตารางมาตรฐาน IEC 61439-2 การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตาม เฟสเอ, เฟสบี, และเฟสซี. โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือ จากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างไรก็ตามหนึ่งบัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน ทั้ง บัสบาร์เส้นดิน และ บัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ฯทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท

Busbar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50kA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

➤ สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As-Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรง

กับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบ
ปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

➤ Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่น
พลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ

- ❖ ระบบไฟฟ้าปกติ : ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ
- ❖ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน : ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ
- ❖ หรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ

มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วย
สกรูอย่างแน่นหนาให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด
หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus และเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้อง
ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้
ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

➤ การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ(Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 61439-1,2 ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
4. ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้
งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งาน
จริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

➤ เครื่องมือบำรุงรักษา

ที่ช่างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 (หนึ่ง) อัน โดยมีประกับติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ 1.80 ม. และให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วย เครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไชควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะ 1 (หนึ่ง) อัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม 1 (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ 1 (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษา นี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

➤ การรับประกัน

- การรับประกันแผงสวิตช์ไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 2 ปี หรือเป็นไปตามที่ระบุในสัญญาจ้าง
- ผู้รับจ้างจะต้อง จัดส่งทีมช่างหรือผู้ชำนาญการเข้าดำเนินการตรวจเช็คและตรวจสอบ (Preventive Maintenance) อย่างน้อย 2 ครั้ง ต่อ 1 ปี โดยมีระยะเวลาจำนวนปีตามที่ระบุในสัญญาจ้าง
- ภายในระยะเวลาประกัน เมื่ออุปกรณ์หรือเครื่องมือเกิดชำรุดหรือมีปัญหา ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งทีมช่างหรือผู้ชำนาญการเข้าดำเนินการแก้ไขจนเครื่องมือหรืออุปกรณ์สามารถใช้งานได้ตามปกติ โดยให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

10.2 Air Circuit Breaker (ACB.)

➤ ข้อกำหนดทั่วไป

- ❖ Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-2 และเป็นเบรกเกอร์ชนิด Category B
- ❖ การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

➤ โครงสร้างและส่วนประกอบ

- ❖ Main Contact ต้องเป็นแบบ Free Maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear Indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว
- ❖ Arc Chutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด – ประกอบ ที่หน้างานได้สะดวก และที่ Arc Chutes ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (Metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ❖ กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า – ออก จะต้อง มี 3 ตำแหน่งคือ Connect – Test – Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของ เบรกเกอร์
- ❖ Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)
- ❖ Rate current 100% continuous
- ❖ อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)
- ❖ Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ 0.5 – 3 วินาที
- ❖ Under voltage ,Shunt Trip ,Closing Coil, Motor Operated , Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ 800 – 6300 A เพื่อความสะดวกในเรื่อง Spare part
- ❖ Built in ground fault protection
- ❖ Phase protection with shunt trip
- ❖ Closing coil motor operated
- ❖ Auxiliary contact

ทรียูนิต (trip units)

- ❖ CT ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟ ภายในตัวเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (accuracy) ในการวัดค่ากระแส
- ❖ ทรียูนิตต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS
- ❖ ทรียูนิตต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์โหลดหลายครั้งติดๆกัน

ฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกิน (over current protection) TRIP UNIT ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้

1. Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสได้ตั้งแต่ 0.4 – 1 เท่าของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
 2. Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่า และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
 3. Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส Pick-Up ได้ และสามารถ Off ได้
 4. Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
- ❖ มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT, ST, GF)

- ❖ ค่ากระแส Pick-Up และการหน่วงเวลาที่ผู้ใช้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้าจอแสดงผล ในหน่วยแอมแปร์ และวินาที เพื่อต่อการอ่านค่า

มีฟังก์ชันพื้นฐานของการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic Measurements Function)

- ❖ มีแอมมิเตอร์พร้อมจอแบบดิจิทัล แสดงค่า RMS ของกระแสของแต่ละเฟส
- ❖ มี Bar Graph แบบ LED หรือ LCD (มี Backlight) แสดงค่ากระแส 3 เฟสพร้อมๆกัน
- ❖ มี Maxi meter เก็บค่ากระแสRMS สูงสุดของแต่ละเฟส ไว้ในหน่วยความจำภายใน และสามารถแสดงค่าทางจอแสดงผลของ Trip Unit ได้

10.3 Molded Case Circuit Breaker (MCCB.)

Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

- Trip Unit ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal- Magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ได้ตั้งแต่ 0.8 -1.0 ของ Rated Current (In)
- Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น Electronic Trip สามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.4 -1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 2 -10 เท่า
- Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95 % ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา
- MCCB ขนาดตั้งแต่ 100-630 AF ค่า Service Breaking Capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate Breaking Capacity (Icu) คือ $Ics = 100\% Icu$ และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate current 100 % continuous.
- Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า 225 A. ให้ใช้ Terminal ชนิด Bus bar Connection Type สำหรับขนาดเล็กกว่า 225 A. ให้ใช้ชนิด Feeder Connection Type ได้ ขนาดของ Miniature CB. ที่ระบุในแบบ Panel Schedule ขนาด 100 AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ 63 AF. แทนได้แต่ค่า kA IC ให้เป็นไปตามที่ระบุ

10.4 Metering

- Current Transformer (CT)
 - Primary Rated Current ตามที่กำหนดในแบบ
 - Secondary Rated Current 5A, Accuracy Class : 1.5 หรือดีกว่า
 - Tropical Proof ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์
 - Rated Burden ตามความเหมาะสม
- Ammeter ใช้ CT Type Ammeter เป็นชนิดที่มีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5A Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.0 หรือ ดีกว่า
- Ammeter Selector Switch (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิด โดยทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์
- Voltmeter เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ 0-500 V หรือตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- Voltmeter Selector Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย
- Kilowatt Hour Meter (kWH) เป็นชนิดต่อตรง หรือใช้กับ CT แบบธรรมดาหรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนดใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 V, 3 Phase, 4 Wire หรือตามที่กำหนด Accuracy Class 2.5 หรือดีกว่า
- Control Fuse สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่าง ๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 20kA ที่ 380V และจะต้องเตรียม Fuse Handle 1 ชุด ติดตั้งไว้ในตู้
- Indicator Lamps ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า
 - ❖ มีเลนส์ด้านหน้า LED Type -220Vac
 - ❖ ขนาดไม่น้อยกว่า Dia 22 mm.
- Control Wiring สายคอนโทรลใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายที่ต้องมีการเคลื่อนไหวให้ใช้สายชนิดอ่อน สายให้แยกใช้หลายสี เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาเดินในรางพลาสติก สายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน Terminal Rail ไม่ให้ต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้หางปลาขนาดที่เหมาะสม
- Digital Metering หรือ Power Meter
 - เครื่องวัด Digital Power Meter ใช้ติดตั้งกับฝาตู้ มีขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. และมี Accuracy Class 1 หรือดีกว่าและสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ❖ ค่าทางไฟฟ้าทั่วไป
- ❖ กระแส เฟส, กระแสนิวทรัล, กระแสรวม, แรงดันไฟฟ้า เฟส-เฟส,เฟส-นิวทรัล ความถี่
- ❖ กำลังไฟฟ้า (P, S & Q) เพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF.)
- ❖ ค่าพลังงาน (Energy)
- ❖ KW.h, kVA.h, kVAR.h
- ❖ ค่าความต้องการทางไฟฟ้า
- ❖ ค่าความต้องการทางไฟฟ้า Demand & Peak Demand
- ❖ ค่าความต้องการกระแส Current Demand
- ❖ คุณภาพไฟฟ้า
- ❖ THD.ของกระแสและแรงดันไฟฟ้า
- ❖ ต้องมี Communication Modbus RS485 หรือดีกว่า สำหรับเชื่อมต่อ ระบบควบคุมการ
จัดการของอาคาร BAS. (Builditing Automation Systems) เพื่อแสดงผลการวัดค่าทางไฟฟ้าต่างๆได้
ในอนาคต

10.5 AUTOMATIC CAPACITOR BANK

- ทั่วไปข้อกำหนดในตอนนีัครอบคลุมรายละเอียดการเคลื่อนย้ายและติดตั้งของ Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor, Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC. หรือ VDE.
- ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง Automatic Capacitor Bank สำหรับ MDB. Panel ซึ่งระบุไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้
 - ❖ เมื่อระบบจ่ายไฟดับ Capacitor Bank ทุก Step จะถูกปลดออกจากระบบ
 - ❖ Automatic Polarity of Voltage and Current Connections
 - ❖ จัดระบบ Alarm แยกต่างหาก
 - ❖ เพื่อป้องกันการสับ Capacitor เข้าระบบก่อนที่ Capacitor จะ Diacharg หมด ให้จัดทำระบบ Delay Setting โดยให้เป็นไปตามมาตรฐานของอุปกรณ์
 - ❖ มีระบบการปลดแบบอัตโนมัติของ Capacitor เฉพาะที่เกี่ยวข้องออกจาก Capacitor Bank เมื่อ HRC Fuse ของ Capacitor ตัวนั้น เส้นใดเส้นหนึ่งขาดโดย Capacitor ที่เหลือยังคงทำงานปกติ
 - ❖ เมื่อ Capacitor ถูกปลดเนื่องจาก HRC Fuse ขาด ให้มีสัญญาณเตือนทั้งแสงและเสียง

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อยหลายๆตัว ยึดรวมเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุด มีการต่อลงดินเป็นอย่างดี ติดตั้งภายในตู้ที่มีการระบายอากาศ อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย
 - ❖ Fuse Protection ทุก Step ของ Capacitor Bank ขนาด Fuse และ Contactor ต้องมีขนาดเหมาะสมกับ Capacitor หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - ❖ Contactor ต้องเป็นชนิด Heavy Duty Type
 - ❖ Discharge Coil (หรือเป็นแบบ Built In ใน Capacitor)
 - ❖ kVar Controller (Reactive Power Regulator)
 - ❖ Power Factor Meter
 - ❖ Indicating Lamp
 - ❖ Automatic and Manual Switch Device
- อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถตัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และติดตั้งไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย
- ในกรณีที่ชุด Capacitor Bank ไม่ได้ติดตั้งรวมอยู่ในแผงสวิทช์แรงต่ำ แต่ติดตั้งแยกอยู่ในแผงสวิทช์ต่างหากโดยเฉพาะ ข้อกำหนดทางด้านการสร้างแผงสวิทช์ของชุด Capacitor Bank ให้ถือเป็นเช่นเดียวกับข้อกำหนดการสร้างแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ
- รายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์หลัก
 - ❖ kVar Controller (Reactive Power Regulator)
 - สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์อย่างอัตโนมัติฟังก์ชันของ kVar Controller (Reactive Power Regulator) ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้และทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งและต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - Display : Digital or LCD. Display
 - Control System : Solid State
 - Supply Voltage : 230V 50Hz
 - Rated Frequency : 50 Hz
 - Capacitor Step Switching : ตามที่ระบุในแบบ

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Metering : Power Factor Meter
- Mounted : Switchboard Mounted Type
- Operation Mode : Automatic and Manual
- ❖ HRC Fuse Link & Fuse Base
 - Rated Current : As Specified in Drawing
 - Rated Voltage : 500V or Better
 - Barrier : มี Barrier กั้นระหว่าง Phase ต่อ Phase
- ❖ Contactors for Capacitor Switching ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้
 - Heavy duty type
 - มีขดลวดความต้านทานอยู่ทางด้านหน้า เพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสกระชากที่ไหลผ่านหน้า Contactor
 - Standards : IEC947-4-1, IEC947-5-1, EN60947-4-1, EN60947-5-1, VDE0660
- ❖ Capacitor ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้
 - Type : Indoor
 - Number of phase : 3 Phase
 - Rated voltage : As Specified in Drawing
 - Rated Power : As Specified in Drawing
 - Rated frequency : 50 Hz.
 - Power loss : $\leq 0.5\text{w/kVar}$
 - Operating : $-10/+45\text{ }^{\circ}\text{C}$

10.6 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board & Panel Board)

- ความต้องการทั่วไป Low Voltage Distribution Board
ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) และสวิตช์ตัดวงจรอื่น ๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (Wall Mounted)
- แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ❖ แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่าง ๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
- ❖ ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
 - Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ IEC โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรท์ หรือ 230 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิรท์ ตามกำหนดในแบบและ Panelboard Schedule
 - Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel With Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
 - Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-On หรือ Bolt-On Circuit Breaker
 - Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
 - Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic And Trip Indicating และเป็นแบบ Plug-On หรือ Bolt-On Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panelboard Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Main Circuit Breaker
 - Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ผังวงจร ตัวย่อยทุกตัว ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- ❖ การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ.

10.7 Disconnecting Switch หรือ Safety Switch

- Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Heavy Duty Type
- Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็น สวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก ฟันเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไปและตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized ฟันเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคารให้มีบานประตูเปิดด้านหน้าซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง Off เท่านั้น
- ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือตามขนาด Protecting Equipment ที่ต้นทาง
- ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้ขนาด Ampere Rating ตามขนาด Protecting Equipment ที่ต้นทาง
- การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของ สวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจาก พื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

10.8 Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

- ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
- Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่
 - ก. NEMA 1 พับจาก Sheet Steel With Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่ว ๆ ไป
 - ข. NEMA 3 R พับจาก ZINC COATED STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่ว ๆ ไป
- การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ FLUSH MOUNTING สำหรับในอาคารและ SURFACE MOUNTED สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

หมวดที่ 11. สวิตช์ และเต้ารับ

11.1. ความต้องการเบื้องต้น

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุนิยามของวัสดุถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า โดยต้องได้มาตรฐาน มอก.166-2549และ มอก.2161-2547 ฉบับล่าสุด หรือดีกว่า

11.2. สวิตช์ไฟฟ้า

- สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE QUIET TYPE แบบติดตั้งกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ GALVANIZED ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์โดยใช้ BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด ILLUMINATED LAMP ในตัว เพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- หน้าปกต้องเป็น โลหะ สำหรับภายในอาคาร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ
- ฝาครอบต้องเป็น ฝาโลหะ สำหรับภายนอกอาคาร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ
- กล่องเหล็กสำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้าต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย HOT-DIP GALVANIZED และต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- การติดตั้งให้ฝังกล่องเหล็กในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ COVERPLATE ติดแบบกับผิวหน้าของผนังกำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

11.3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้ง ฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามที่กำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- หน้าฉากต้องเป็น อลูมิเนียม สำหรับภายในอาคาร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ
- ฝาครอบต้องเป็น ฝาโลหะ สำหรับภายนอกอาคาร หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ
- ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิทช์ไฟฟ้าตามระบุไว้ในแบบโดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลางตัวรับ เป็น 0.3 เมตรหรือตามที่องค์การเภสัชกรรมเห็นชอบ
- ตัวรับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ต้องส่งมอบตัวเสีย (PLUG) ให้ตามจำนวนตัวรับนั้น ๆ

11.4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสม และตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

11.5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิทช์และตัวรับโดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

หมวดที่ 12. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

12.1. ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (SYSTEM VOLTAGE) ไม่เกิน 400/230 โวลต์ ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธี และสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดในหมวดนี้ เว้นแต่จะมีกฎ-ระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

12.2. ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low voltage Cable)

❖ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่นกัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำไอ้ 70 องศาเซลเซียสตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2531 หรือตามมาตรฐาน มอก 11-2553 กรณีที่ยังไม่มีมาตรฐานสายไฟฟ้าฉบับที่ใหม่กว่า ผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและยอมรับ สำหรับสายไฟฟ้าระบบแรงต่ำ ตามมาตรฐาน มอก 11-2553 โดยทั่วไปให้ใช้สายพิกัดแรงดัน (U₀/U) 450/750 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 องศาเซลเซียส (มีชื่อเรียกหรือรหัสเคเบิลว่า 60227 IEC 01) ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด ดังรายละเอียดต่อไปนี้ :-

- ก. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ข. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (Conduit) หรือวางในรางวางสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 (ชนิด THW) หรือ ตาม มอก. 11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01
- ค. สายไฟฟ้าที่ใช้วางฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) หรือ เดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือในสถานที่ที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดี่ยว และหลายแกน ตาม มอก. 11-2531 ตาราง ที่ 6,7,8 หรือ 14 (ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี หรือ ตาม มอก. 11-2553 รหัสชนิด NYY, NYY-G หรือตามมาตรฐาน IEC 60502 สายไฟหุ้มฉนวน XLPE.

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ง. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวร ที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า หรือ เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ให้ใช้สายไฟฟ้า ชนิด FLEXIBLE CABLE มีเปลือกหุ้ม ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 9 (VCT) หรือ ตารางที่ 15 (VCT-GRD) แล้วแต่กรณี หรือ ตาม มอก. 11-2553 รหัสชนิด VCT, 60227 IEC 52 , 60227 IEC 53
- จ. สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์ดพอลิเอทิลีน (XLPE) ซึ่งมักมีชื่อเรียกทางการค้าว่าสาย CV, CV-FD, CV-FR สายไฟฟ้าชนิดนี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502 และให้ใช้ชนิดที่มี เปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานเปลวเพลิง (Flame Retardant) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 Category C โดยผู้รับจ้างจะต้องแสดงเอกสารรับรองมาตรฐานดังกล่าวจากผู้ผลิต ในการขออนุมัติใช้วัสดุนี้ต่อผู้ว่าจ้าง และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการ จัดหาและนำมาติดตั้งใช้งาน
- ❖ ระบบสีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน ระบบแรงต่ำ ให้ใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย ฉบับล่าสุด หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ในกรณีที่ไม่ใช่มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับที่ใหม่กว่า ดังนี้
- | | |
|------------|----------------------------|
| Phase A | สีน้ำตาล |
| Phase B | สีดำ |
| Phase C | สีเทา |
| Neutral N | สีฟ้า |
| Ground Gr. | สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง |
- ❖ สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้ทาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้า ทุกแห่ง ที่มีการต่อสายและต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น
- ❖ สายไฟฟ้าที่ใช้งานกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และความปลอดภัยสูง เช่น ลิฟต์พนักงานดับเพลิง พัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZING FAN) สำหรับบันไดหนีไฟ กำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติ เป็นไปตามมาตรฐานของ BS 6387 : 1994 GRADE CWZ หรือเทียบเท่า

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ❖ สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงเช่น หลอดไส้ (INCAN DESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง
- ❖ กรณีที่แบบพิมพ์หรือตารางโหนดกำหนดให้ใช้ หรือมีการอนุมัติให้ใช้ สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน (XLPE) ซึ่งมักมีชื่อเรียกทางการค้าว่าสาย CV (ตามแบบรูป อาจจะกำหนดว่า CV,CV-FD,CV-FR ให้ถือว่าเป็นชนิดเดียวกันตามข้อกำหนดนี้) สายไฟฟ้าชนิดนี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502 และให้ใช้ชนิดที่มีเปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานเปลวเพลิง (Flame Retardant) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 Category C โดยผู้รับจ้างจะต้องแสดงเอกสารรับรองมาตรฐานดังกล่าวจากผู้ผลิตในการขออนุมัติใช้วัสดุนี้ต่อผู้ว่าจ้าง และต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดหาและนำมาติดตั้งใช้งาน
- ❖ การออกแบบโดยใช้สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก.11-2531 แต่สายไฟฟ้านำมาใช้งาน เป็นสายที่ผลิตตาม มอก.11-2553 อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสาย ตามตารางในมาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2551) ได้
- ❖ การออกแบบโดยใช้สายไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก.11-2553 แต่ในการติดตั้งอาจมีสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-25531 รวมอยู่ด้วย อนุญาตให้ใช้ขนาดกระแสของสาย ตาม ตารางในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ได้

12.3. การติดตั้ง

- ❖ การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้ :-
 - ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
 - ง. การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)

❖ การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่าย สำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้
- ฉ. การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะ ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้น ๆ

12.4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้ :-

- ❖ สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- ❖ สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณีการวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 13. สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable: FRC)

13.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Low Smoke, Fire Resistance, Zero Halogen)

➤ เทคนิคการผลิต

- ❖ ในกรณีสายสำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง สายไฟชนิดทนไฟมีค่าแรงดัน 0.6 / 1.0kV 90°C
- ❖ ในกรณีสายสำหรับระบบสื่อสาร สายไฟชนิดทนไฟมีค่าแรงดัน 300/500 V 90°C

13.2 มาตรฐาน

สายทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. IEC, BS หรือมาตรฐานอื่น ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากองค์การเภสัชกรรม

13.3 คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

สายทนไฟที่นำมาติดตั้งภายในโครงการ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ที่กำหนด ดังนี้

- **คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (Flame Propagation or Flame Retardant)** คือคุณสมบัติการหน่วงเหนี่ยวลุกลามไฟ โดยบริเวณที่ถูกไฟไหม้จะไม่ขยายเป็นบริเวณกว้างและเมื่อเอาแหล่งไฟออกก็จะดับเอง (Self-Extinguish) กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐาน IEC 60332-1 หรือ IEC 60332-3
- **คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (Acids Gas Emission)** สายไฟเมื่อถูกไฟไหม้จะต้องไม่มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิดสารฮาโลเจน (Zero Halogen) กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ IEC 60754-1
- **คุณสมบัติการปล่อยควัน (Smoke Emission)** คือ สายไฟฟ้าเมื่อถูกไฟไหม้จะทำให้เกิดควัน ทำให้การมองเห็นลดลงและสำลักควัน ดังนั้นสายไฟฟ้าจะต้องเป็นสายไฟที่มีควันน้อยที่สุด กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ IEC 61034-2
- **คุณสมบัติต้านทานการติดไฟ (Fire Resistance)** คือ สายไฟฟ้าที่ทนต่อการติดไฟไม่ก่อให้เกิดการลุกลามของไฟ ขณะไฟลุกไหม้อยู่ยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ปกติ กำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของ BS 6387 หรือ IEC 60331
 - การทดสอบตามมาตรฐาน BS 6387 C. W. Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้
 - การทนไฟตามข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- การทนไฟและน้ำตามข้อกำหนด W ให้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 650°C เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที
- การทนไฟและทนแรงกระแทกตามข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติ ขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950°C เป็นเวลา 15 นาที
- การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60331
- การทดสอบทำโดยการต่อสายไฟฟ้าความยาว 1,200 มม. เข้ากับชุดทดสอบและจ่ายกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิกัด ให้เปลวไฟที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 90 นาที
- หลังจากหยุดการให้เปลวไฟแล้วจะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60332-1
- ทำการทดสอบโดยนำชิ้นสายไฟฟ้าความยาว 550 mm. ยึดกับที่ยึดสายในแนวตั้งและจุดหัวเผา โดยให้เผาทำมุมเอียง 45°C แล้วทำการเผาสายตามเวลาที่กำหนดในตารางด้านล่าง

Overall Diameter of Test Piece (D) ; mm	Time for Flame Application ; s
$D \leq 25$	60
$25 < D \leq 50$	120
$50 < D \leq 75$	240
$D < 75$	480

- เมื่อเผาแล้ววัดจากปลายสายด้านบนลงมาถึงระยะที่เปลวไฟลามมาถึงต้องได้ มากกว่า 50 mm
- การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60332-3
- การทดสอบเพื่อกำหนดความสามารถในการต้านทานการลุกลามของไฟ ภายใต้สภาวะที่กำหนด
- การทดสอบจะทำในห้องเผามีขนาดและระบบการระบายอากาศตามมาตรฐาน สายไฟฟ้า ตัวอย่างที่ทำการทดสอบต้องถูกนำไปติดตั้งในรางและทำการเผาในเวลา 20 นาที โดยมี วัตถุประสงค์ที่ติดไฟได้ 1.5 ลิตร/เมตร (Category C)

13.4 การรับรองผลิตภัณฑ์

สายทนไฟต้องได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ (Certificate) จากสถาบันทดสอบที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB, TUV, KEMA, ASTA

13.5 การติดตั้ง

สายไฟชนิดทนไฟ และชนิด LSOH ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย Cable Tray หรือ Wireway หรือ เดินในท่อโลหะ การจัดวางจะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแสไฟลดลงแต่อย่างไร และระยะทางของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

หมวดที่ 14. โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์

14.1 ความต้องการทั่วไป

14.1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 220 Volts 1-Phase 50 Hertz

14.1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิต และ/หรือ มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ และไม่ขัดต่อมาตรฐานอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องดังนี้:-

- มอก. 344-2549 : ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์
- มอก. 819-2531 : ขั้วรับหลอดไฟฟ้าแบบเกลียว
- มอก. 902 เล่ม 1-2557 : ดวงโคมไฟฟ้าเล่ม1-คุณลักษณะที่ต้องการทั่วไปและการทดสอบ
- มอก. 902 เล่ม 2(2)-2557 : ดวงโคมไฟฟ้าฝัง
- มอก. 902 เล่ม 2(3)-2557 : ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างบนถนน
- มอก. 902 เล่ม 2(5)-2557 : ดวงโคมไฟฟ้าสาดแสง

หมายเหตุ ให้ยึด มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ฉบับล่าสุด

14.1.3 โคมไฟฟ้าที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ ครอบคลุมเฉพาะโคมที่ใช้ให้แสงสว่างทั่วไป ส่วนโคมไฟประดับ เช่น โคมห้อยระย้า (Chandelier) เป็นต้น ให้ครอบคลุมเฉพาะอุปกรณ์ประกอบเพื่อความปลอดภัย และการประหยัดพลังงาน และ/หรือให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุเพิ่มเติมในแบบ

14.2 รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

14.2.1 ขั้วหลอด (Lampholder) สำหรับหลอด LED T8 ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้า และการป้องกันสนิมทองแดง ส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (Body) และ/หรือ ส่วนที่เป็นฉนวนอื่น ๆ ต้องเป็นสาร Polycarbonate หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบหรือเปราะง่าย

14.2.2 ขั้วหลอดสำหรับหลอดชนิดที่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่นหลอดไส้ (Incandescent Lamp) หลอดความดันไอ (Gas Discharge Lamp) เป็นต้น ให้ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหรือทองแดงชุบโลหะอื่นที่เหมาะสม เพื่อผลทางไฟฟ้า และป้องกันสนิมทองแดง ส่วนตัวฉนวนหุ้ม (Body) ต้องเป็นวัสดุกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) หรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนสูง (ทนไฟ)

14.2.3 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือ สายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า หรือขั้วต่อสายใด ๆ จะยอมให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า

- 70 องศาเซลเซียส สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
- 105 องศาเซลเซียส หรือ สายทนความร้อน สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดไส้ และหลอดที่มีความร้อนสูง เช่น Gas Discharge Lamp เป็นต้น

14.2.4 ขั้วต่อสาย (Terminal Block) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคมต้องมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Polythene หรือ Polymid สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไป และหุ้มด้วยฉนวน ma

14.2.5 หลอด LED. T8 18W 230V

- ค่าความส่องสว่าง (Luminous Flux (lm)) ไม่น้อยกว่า 2,400 lm daylight หรือตามที่แบบรูปกำหนด
- มุมแสง (Beam) : $\geq 150^\circ$
- ค่าความถูกต้องของสี (Ra) : 83
- ระดับการป้องกัน : IP 20
- ผลิตขึ้นจากวัสดุที่ปราศจากสารอันตราย เช่น ปรอทและไม่มีอันตรายจากวัสดุประเภทแก้ว
- ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 (EMC) และนำเสนอขออนุมัติ
- THDv < 10% or Better
- Surge >1kV or Better
- เม็ด LED (LED package) หรือชุด LED (LED module) ที่ใช้กับโคมไฟ มีคุณสมบัติและใบรับรองมาตรฐาน การทดสอบ ดังนี้ IES LM-80 (LM80 Test Report) Approved method

for measuring lumen maintenance of LED Light sources ค่าความสว่างตามมาตรฐาน และ IES TM-21 Projecting long term lumen maintenance of LED Light sources

- กรณีที่ Lamp ที่ขนาด กำลังไฟฟ้า (Watt) ที่ต่ำกว่าในแบบรูปกำหนด แต่มีค่า Luminous Flux (lm) ที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้สามารถใช้งานทดแทนกันได้ และจะต้องนำเสนอต่อองค์การ ฯ ก่อนการติดตั้งจริง

➤ คุณสมบัติเฉพาะของวงจรขับ (LED. Driver) สำหรับผลิตภัณฑ์

- ติดตั้งวงจรป้องกันการลัดวงจร, ซีอิตเซอร์กิต ขนาด 1kV
- ค่าประสิทธิภาพ หรือพาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF) > 0.90 หรือดีกว่า
- ค่าสัญญาณรบกวน หรือฮาร์มอนิก (THDi) ต่ำกว่า 10%

14.3 วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ตามข้อกำหนดใน รายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

14.3.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอด LED T8 ให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้:-

- ก. ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด Electro-Galvanized หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น
- ข. แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร
- ค. รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง
- ง. โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (Diffuser) ต้องเป็นชนิด Prismatic ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม หรือตามแบบรูปกำหนด
- จ. โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (Louvre) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหนึ่งซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminium Reflector) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminium Louver) และครีบบตามขวางทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมมีลายเส้น (Profiled Lamellae) เพื่อลด Glare

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ฉ. หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไป เป็นแบบประหยัดพลังงานชนิด Switch-Start ขนาด 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์ หรือ LED. Lamp แล้วแต่กรณี และสีของแสง Warm White Light หรือเห็นชอบขององค์การเภสัชกรรม

14.3.2 โคม LED Panel

Lumens Output	: ตามที่ระบุในแบบ
Power Consumption	: ตามที่ระบุในแบบ
Dimension	: ตามที่ระบุในแบบ
ระดับการป้องกัน	: IP 20 หรือดีกว่า
ค่าความถูกต้องของสี (Ra)	: ≥ 80
Lumen Maintenance	: $L70 > 50,000$ hours calculated by Tm21

คุณสมบัติเฉพาะของวงจรขับ (LED. Driver) สำหรับผลิตภัณฑ์

- ติดตั้งวงจรป้องกันการลัดวงจร, ซีตเซอร์กิต ขนาด 1kV.
- ค่าประสิทธิภาพ หรือพาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF) > 0.90 หรือดีกว่า
- ค่าสัญญาณรบกวน หรือฮาร์โมนิก (THDi) ต่ำกว่า 10%

กรณีที่ Lamp ที่ขนาด กำลังไฟฟ้า (Watt) ที่ต่ำกว่าในแบบระบุกำหนด แต่มีค่า Luminous Flux (lm) ที่สูงกว่าที่กำหนดไว้ ให้สามารถใช้งานทดแทนกันได้ และจะต้องนำเสนอต่อองค์การฯ ก่อนการติดตั้งจริง

14.3.3 โคมไฟชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ต้องเป็นโคมที่ออกแบบเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าภายในตัวโคม และน้ำเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าผ่าน โดยมี Degree of Protection “IP43” ตาม IEC-529 ทั้งนี้โคมที่พบบนรูปจากเหล็กแผ่นต้องใช้เหล็ก Electrogalvanized

14.4 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ แบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่

- หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด Halogen 55 วัตต์ หรือ LED ตามที่ระบุในแบบ มีจำนวน 2 หลอด

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- แบตเตอรี่ใช้ Sealed Lead Acid Battery ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต้องพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- ให้มี Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้ :-
 - ก. สถานการณ์ประจุแบตเตอรี่ Charge (ขณะประจุไฟฟ้า) และ Full Charge (ขณะประจุเต็ม)
 - ข. สถานะของ Input Line, Standby
- ให้มี Test Button เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด Remote Lamp ต้องมี Remote Test Button ด้วย
- ให้มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (Low Voltage Cut-Off) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่
- Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุมเป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
- การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟ ต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

14.5 โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light)

- โคมให้พบขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมทางเคมีที่เหมาะสมมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
- ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง แบบ Prismatic ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 เมตร โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคม ทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง
- หลอดไฟฟ้าให้ความสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ

- แบตเตอรี่ใช้ Sealed Nickel Cadmium Battery ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต้องพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี

14.6 ระบบแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Light System) เป็นระบบที่ประกอบด้วย

14.6.1 Central Battery

- Input : 220 Vac. 50 Hz. +/- 10%
- Output : 12 Vdc. 300 W. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องไม่น้อยกว่าภาระโหลด
- Battery : Sealed Lead Acid Battery 12V-65Ah หรือดีกว่า ได้รับมาตรฐาน CE & UL
- ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต้องพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- มีระบบควบคุมอัตโนมัติ แบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- Protections
 - : Low/High Battery Charger Cut-Off
 - : Low Voltage Cut-Off
 - : Low / Under Voltage Input 220 Vac
 - : AC Fuse สำหรับป้องกัน Short Circuit และ OverLoad สำหรับ AC Input
 - : DC Fuse สำหรับป้องกัน Short Circuit และ Over Load สำหรับ DC Output
- Indicators
 - : มีไฟสัญญาณหรือสัญลักษณ์บ่งชี้ เพื่อแสดงสถานะไฟเข้า (AC Power Incoming 220 Vac)
 - : มีไฟสัญญาณหรือสัญลักษณ์บ่งชี้ เพื่อแสดงสถานะในขณะที่มีการชาร์จ (Battery Charging)
 - : มีไฟสัญญาณหรือสัญลักษณ์บ่งชี้ เพื่อแสดงสถานะแบตเตอรี่เต็ม (Battery Fully Charging)
 - : มีไฟสัญญาณหรือสัญลักษณ์บ่งชี้ เพื่อแสดงสถานะการชาร์จแบตเตอรี่มากเกินไป (Battery over Charging)
 - : มี DC Voltmeter และ DC Ammeter

: มีสวิตช์สำหรับทดสอบไฟขาออกและแบตเตอรี่

: มีสวิตช์สำหรับเปิด/ปิดไฟขาออก (Output Lamps)

: มีระบบการทดสอบประจำเดือนอัตโนมัติ

➤ Housing

ผลิตจากแผ่นเหล็ก Electro Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 1 มม. พ่นและด้วยระบบ Epoxy Powder Coated And Stove Enamel เพื่อป้องกันการกัดกร่อนสนิม

14.6.2 สายตัวนำ

- กำหนดให้เป็นสายไฟชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานของ BS 6387 : 1994 Grade CWZ หรือเทียบเท่า ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ

14.6.3 Remote Lamp

- หลอด LED 2x9 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 12Vdc หรือดีกว่า หรือตามแบบรูปกำหนด
- Wall Type หรือ Ceiling Type ตามความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้ง
- กล่องผลิตจากเหล็ก Electro-Galvanized หนา 1.0 mm.พร้อมพ่นสีแบบ Epoxy Powder Coated and Stove Enamel. หรือดีกว่า

14.7 การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณา ดังนี้ :-

- รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิม หรือตามที่ผู้คุมงาน และ/หรือ ผู้ออกแบบเรียกขอ
- ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน
- การส่งขออนุมัติ ให้ส่งภาพถ่ายคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ประกอบ
- การส่งขออนุมัติ ให้ส่งตัวอย่างคอมพิวเตอร์ไฟฟ้ที่จะขออนุมัติมาอย่างน้อยชนิดละ 1 ชุด
- ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ/อุปกรณ์ ตามที่ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้คุมงานเรียกขอ

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

ทั้งนี้ เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หากผู้คุมงานพบว่าคอมไฟฟ้าที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้น ไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้ หรือไม่ตรงตามข้อกำหนดต้องนำมาเปลี่ยน หรือทดแทนให้ถูกต้อง

หมวดที่ 15. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

15.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า(สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดท้าววัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

15.2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้ :-

- ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรง การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงการติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้ :-
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

15.3. รางเดินสายไฟฟ้า

15.3.1 Wireway

- Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized หรือ พ่นเคลือบด้วยสีอับความร้อน
- การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยและต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

15.3.2 Cable Tray & Cable Ladder

- ต้องผลิตจาก Hot Rolled Mild Steel Sheet มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร เคลือบผิวโลหะด้วยการชุบร้อน Hot-Dip Galvanize (Post Galvanize)
- ฝาครอบ (ถ้ามี) ต้องเป็นชนิดเดียวกันกับตัวราง มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร
- อุปกรณ์ประกอบ Horizontal Elbow, Vertical Inside Elbow, Vertical Outside Elbow, Horizontal Cross, Horizontal Reduce & Accessories ต้องเป็นชนิดเดียวกันกับตัวราง มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 mm
- J-Lock ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 8.0 mm

15.3.3 Basket Cable Tray

- ต้องถูกผลิตขึ้นด้วยเหล็กที่ทำจากคาร์บอน (Carbon Steel) โดยจะถูกนำมาเชื่อมเข้าด้วยกัน และตัดให้เข้ารูป ก่อนที่จะนำไปเคลือบผิวเป็นลำดับต่อไป
- การเคลือบผิวด้วยการใช้ Electro Zinc ตามมาตรฐาน EN 12329 ฉาบล่าสุด หรือดีกว่า ใช้สำหรับการติดตั้งแบบภายในอาคาร
- การเคลือบผิวด้วยการใช้ Hot Dipped Galvanized ตามมาตรฐาน EN ISO 1461 ฉาบล่าสุด หรือดีกว่า ใช้สำหรับการติดตั้งแบบภายนอกอาคาร
- สำหรับรางเดินสายไฟฟ้าจะต้องทำการเคลือบสี Epoxy ชนิดทนทานพิเศษจากโรงงาน
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งราง เช่น หูหิ้ว ตัวต่อราง ตัวรับราง จะต้องสามารถทนไฟได้ ตามมาตรฐาน DIN4102-12 E90 เป็นอย่างน้อย
- ระดับความทนทานต่อการกัดกร่อนจะต้องได้มาตรฐาน UNE EN61537

15.4. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้ :-

- กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป (Square Box และ Handy Box) ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้วต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory)
- ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
- กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

- การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

15.5. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นนอนและสมบูรณ์

15.6. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

หมวดที่ 16. ระบบต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า (Grounding & Lightning Protection System)

16.1 ระบบต่อลงดิน (Grounding System)

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้ :-

- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556
 - ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า “หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน”
 - มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TSES. 24-1984 การต่อลงดิน”
 - National Electrical Code (NEC) Article 250
 - National Fire Protection Association (NFPA) NO.78
- ถึงแม้จะมีได้กำหนดหรือแสดงในแบบไว้ก็ตาม ระบบไฟฟ้าของโครงการนี้ ต้องมีระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) โดยให้ดำเนินการดังนี้ :-
- ก. โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้าและ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน
 - ข. วงจรสายป้อน (Feeder Circuit) และวงจรย่อย (Branch Circuit) สำหรับไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า ต้องมีสายตัวนำลงดิน (Ground Conductor) ควบคู่ไปด้วย
 - ค. วงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง ยอมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะเป็นตัวนำลงดินได้ ทั้งนี้ต้องมั่นใจว่า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้านั้นถูกต่อลงดินอย่างต่อเนื่องทางไฟฟ้า
 - ง. ขนาดของสายตัวนำลงดิน ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจรนั้น ๆ ตามตารางที่ 1

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

ตารางที่ 1	
ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนต่อที่หุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้า	
พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร)
	ตัวนำทองแดง
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

16.1.1 การติดตั้ง และการทดสอบ

- ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้คุมงาน
- การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์ สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้
- สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- ความต้านทานระหว่างหลักดินกับดิน (Resistance to Ground) ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม โดยวัดด้วย Earth Testing – Meter หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ หากไม่สามารถติดตั้งให้ได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเพิ่มเติมอุปกรณ์หรืออื่น ๆ ที่ใช้เพื่อลดค่าความต้านทานลง โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติม
- การต่อสายต่อหลักดิน (เข้ากับหลักดิน) ต้องใช้วิธี Exothermic Welding) อุปกรณ์ที่ใช้ต่อต้องเหมาะสมกับวัสดุที่ให้กับหลักดิน และสายต่อหลักดินห้ามต่อสายต่อหลักดินมากกว่า 1 เส้น เข้ากับหลักดิน นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อเป็นชนิดที่ออกแบบให้ต่อสายได้มากกว่า 1 เส้น
- เกลียวและหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะต่อลงดิน ต้องชุดสิ่งเคลือบที่ไม่เป็นตัวนำ เช่น สี หรือ แลคเกอร์ออก เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าอยู่
- ท่อที่ใช้หุ้มสายดิน จะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าตั้งแต่จุดที่ต่อกับตู้หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าจนถึงหลักดิน
- การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้คุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

16.2 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection)

เป็นที่ยอมรับว่าไม่มีอุปกรณ์หรือวิธีการใด ๆ ที่จะสามารถยับยั้งปรากฏการณ์ฟ้าผ่าได้ ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันความเสียหายจากฟ้าผ่า ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจตรวจสอบพื้นที่ พร้อมออกแบบ จัดหา ติดตั้ง และทดสอบ ระบบป้องกันฟ้าผ่า ระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันเสิร์จให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่ได้อ้างอิงไว้ เพื่อให้สามารถทำงานครอบคลุมการป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าแก่

อาคาร บุคคล และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงการอย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในแบบและข้อกำหนด

16.2.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง

- วสท. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
 - ก. ภาคที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป
 - ข. ภาคที่ 2 การบริหารความเสี่ยง
 - ค. ภาคที่ 3 ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้าง และอันตรายต่อชีวิต
 - ง. ภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง
- มอก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
 - มอก.158 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมป้องกันฟ้าผ่า
 - มอก. 158 เล่ม 1-2555 หลักการทั่วไป
 - มอก. 158 เล่ม 2-2556 การบริหารความเสี่ยง
 - มอก. 158 เล่ม 3-2556 ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้าง และอันตรายต่อชีวิต
 - มอก. 158 เล่ม 4-2556 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง
 - มอก.3024 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่วนประกอบระบบป้องกันฟ้าผ่า
 - มอก. 3024 เล่ม 1-2563 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับส่วนเชื่อมต่อประกอบเชื่อมต่อ
 - มอก. 3024 เล่ม 2-2563 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับตัวนำและหลักดิน
 - มอก. 3024 เล่ม 3-2563 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับช่องประกาย
 - มอก. 3024 เล่ม 4-2563 คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับตัวยึดตัวนำ
- กฟน. การไฟฟ้านครหลวง / กฟภ. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- IEC International Electrotechnical Commission
 - มาตรฐานการออกแบบและติดตั้ง (IEC 62305 Protection against Lightning)
 - ก. Part 1 General Principles
 - ข. Part 2 Risk Management
 - ค. Part 3 Physical Damage to Structure and Life Hazard
 - ง. Part 4 Electrical and Electronic Systems within Structures
 - มาตรฐานอุปกรณ์ (IEC 62561 Lightning Protection System Components 8 Parts)

- ก. Part 1: Requirements for Connection Components
- ข. Part 2: Requirements for Conductors and Earth Electrode
- ค. Part 3: Requirements for Isolating Spark Gaps
- ง. Part 4: Requirements for Conductor Fasteners
- จ. Part 5: Requirements for Earth Electrode Inspection Housings and Earth Electrode

Seals

- ฉ. Part 6: Requirements for Lightning Strike Counters
 - ช. Part 7: Requirements for Earthing Enhancing Compounds
 - ซ. Part 8: Requirements for Components for Isolated LPS
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

16.2.2 คุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์

อุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ UL หรือ มอก. อย่างไม่อย่างหนึ่งและเป็นฉบับล่าสุด ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้างของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) โดยผลิตภัณฑ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งจะต้องมีเอกสารรับรองคุณภาพหรือผลการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ตามมาตรฐานที่ถูกระบุไว้ในข้อกำหนดเฉพาะทางเทคนิค

การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าให้ผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งตามแบบรูปที่กำหนด หากอุปกรณ์ใดจำเป็นและมีความสำคัญต่อระบบที่มีได้ระบุไว้ในแบบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งตามมาตรฐานต่างๆให้ถูกต้องและครบถ้วน

1. ระบบตัวนำล่อฟ้า (Air Termination System) ตามแบบรูปกำหนด

1.1 โครงสร้างทั้งหมด ต้องอยู่ภายใต้พื้นที่ป้องกันของระบบตัวนำล่อฟ้า ซึ่งระบบตัวนำล่อฟ้าสามารถออกแบบด้วยวิธีมุมป้องกัน (Protective Angle Method) วิธีตาข่าย (Mesh Method) หรือวิธีทรงกลมกลิ้ง (Rolling Sphere Method) ที่สอดคล้องกับระดับการป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection Level : LPL)

1.2 หลักล่อฟ้า (Air-termination rods) ทำจากวัสดุชนิดทองแดง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร หรือมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก.3024

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

1.3 ฐานรับหลักล่อฟ้า ต้องใช้รูปแบบและวัสดุที่สอดคล้องกับหลักล่อฟ้าและต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก.3024

1.4 ตัวนำล่อฟ้า (Air-termination conductors) เป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้าให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าทั้งหมด ให้ทำจากวัสดุชนิดทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร กรณีเป็นสายกลมตันและขนาดไม่น้อยกว่า 25×3 มิลลิเมตร กรณีเป็นเทปตัน หรือมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ และตัวนำล่อฟ้าต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก.3024

1.5 การจับยึดตัวนำล่อฟ้า ต้องยึดเข้ากับหลังคาทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร โดยใช้อุปกรณ์จับยึดที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-4 หรือ มอก.3024

2.) ระบบตัวนำลงดิน (Down Conductor System)

2.1 สายตัวนำลงดิน (Down Conductors) ทำจากวัสดุชนิดทองแดง สแตนเลส หรือ Hot-dip Galvanized Steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร กรณีเป็นสายกลมตันและขนาดไม่น้อยกว่า 25×3 มิลลิเมตร กรณีเป็นเทปตัน หรือมีชนิด ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนดไว้ โดยสายตัวนำต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก.3024

2.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อสายตัวนำลงดิน (Shear Bolt Connector) วัสดุเป็นสแตนเลส หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ ทุกการเชื่อมต่อ(การติดตั้ง) จะต้องเป็นแบบ Double Connector เป็นอุปกรณ์ที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก.3024

2.3 อุปกรณ์เชื่อมต่อสายตัวนำลงดินกับเหล็กโครงสร้าง (Rebar Clamp Connector) เป็นอุปกรณ์ที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก.3024

2.4 สายตัวนำลงดินหุ้มฉนวนสำหรับป้องกันแรงดันสัมผัส (ถ้ามี) (Insulating Down Conductor for Touch Voltage Protection) ให้ใช้เป็นตัวนำลงดินในบริเวณที่คนมีโอกาสสัมผัสหรือเข้าถึงตัวนำได้เพื่อป้องกันอันตรายจากแรงดันสัมผัส โดยสายตัวนำต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ตัวนำทองแดงมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.
- หุ้มฉนวนชนิดพิเศษและมีผลการทดสอบความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่น 1.2/50 ไมโครวินาที ขนาด 100 กิโลโวลต์
- ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-2 และ IEC 60060-1 หรือ มอก.3024

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินและตัวนำลงดินหุ้มฉนวนสำหรับป้องกันแรงดันสัมผัส ให้ใช้อุปกรณ์ที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก.3024

2.5 ตัวนำลงดินที่ติดตั้งภายนอกสิ่งปลูกสร้าง ต้องยึดเข้ากับผนังทุกๆระยะไม่เกิน 1 เมตร โดยใช้อุปกรณ์ยึดที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-4 หรือ มอก.3024

3.) ระบบรากสายดิน (Earth Termination System)

3.1 หลักรากดินชนิดแท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper-Bond Ground Rod) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มิลลิเมตร) ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9 % และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ Molecularly Bonding หรือ Electro plating กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใด ๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

- ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL-467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ “UL Listed” และ IEC 62561-2 หรือ มอก.3024

- ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมเป็นหลักรากดิน

3.2 ตัวนำรากสายดิน (Earthing Conductors) ให้ทำจากวัสดุชนิดทองแดงกลมตันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร หรือขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยสายตัวนำต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 62561-2 หรือ มอก.3024

3.3 การเชื่อมต่อระบบรากสายดิน การเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือ การเชื่อมต่อตัวนำทองแดงกับแท่งหลักรากดิน และ ตัวนำทองแดงกับเหล็กให้ใช้วิธี Exothermic Welding

4.) อุปกรณ์ประกอบ

4.1 อุปกรณ์ Grounding Test Box เป็นวัสดุที่ผลิตจาก Aluminium ขนาดไม่น้อยกว่า 260x150x70 mm. (LxWxH) และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก.3024

4.2 อุปกรณ์ Inspection Pit ผลิตจากคอนกรีตหล่อขนาดไม่น้อยกว่า 300x300x190 mm. (LxWxH) มีฝาคอนกรีตปิดพร้อม และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-5 หรือ มอก.ฉบับล่าสุด

4.3 อุปกรณ์ Earth Point ผลิตจากสแตนเลส และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC หรือ มอก.ฉบับล่าสุด

4.4 อุปกรณ์ Power Ground Station ผลิตจากทองแดง (Tin plated Copper) โดยมีจำนวนรู (Hole) ไม่น้อยกว่า 12 รู และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-1 หรือ มอก. 3024

4.5 กรณีค่าความต้านทานจำเพาะของดินบริเวณนั้นมีค่าสูงหรือค่าความต้านทานดินของระบบมีค่าสูง ให้ใช้การปรับปรุงค่าความต้านทานดินด้วยวิธีการใช้สารปรับปรุงสภาพดิน (Grounding Enhancement Material) ตามมาตรฐาน IEEE80 ซึ่งสารปรับปรุงสภาพดินต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- มีค่าความต้านทานจำเพาะ 0.03 โอห์มเมตร
- มีความคงทน ไม่ถูกชะล้างโดยน้ำ
- ไม่มีสารปนเปื้อน ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
- ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-7 หรือ มอก.ฉบับล่าสุด

16.2.3 การติดตั้งและการทดสอบ

- ผู้รับจ้างนำเสนอรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์และผลการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ตามมาตรฐาน พร้อมทั้งเครื่องมือการติดตั้งเพื่อพิจารณาอนุมัติกับผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยอุปกรณ์หลักของระบบการต่อลงดินและป้องกันฟ้าผ่า ต้องมาจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน และโรงงานผู้ผลิตได้การรับรอง มาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001

- ผู้รับจ้างต้องทำแบบแสดงรายละเอียด (Shop Drawing) ของระบบป้องกันฟ้าผ่าควบคุมคู่กับงานก่อสร้าง

- ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดินให้เป็นไปตามที่ออกแบบและตามมาตรฐานโดยใช้วัสดุตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้อย่างเคร่งครัด

- หลังจากการติดตั้งระบบต่อลงดินทั้งหมดแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจวัดค่าความต้านทานดินของระบบการต่อลงดิน (Earth Testing) โดยที่ค่าความต้านทานดินรวมทั้งระบบจะต้องไม่เกิน 10 โอห์ม และผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการวัดนำเสนอผู้ควบคุมงาน

13.4 การส่งมอบงาน

- ผู้รับจ้างต้องรวบรวมรายงานการตรวจวัดทั้งหมด เอกสารแบบ Shop Drawing, As-built Drawing เอกสารรายละเอียดสินค้า Specification ส่งมอบให้กับทางเจ้าของงาน

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานดินของระบบการต่อลงดินตามระยะเวลาที่มาตรฐานกำหนด แล้วส่งมอบให้กับทางเจ้าของงานเพื่อนำไปปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา ตลอดระยะเวลาค้ำประกัน (2 ปี นับแต่วันตรวจรับงานงวดสุดท้าย)

หมวดที่ 17. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

17.1 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NFPA (National Fire Protection Association) รวมทั้งการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL Listed หรือ EN 54 หรือมาตรฐานอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ โดยผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายต้องเป็นบริษัทที่เชื่อถือได้ และได้รับมาตรฐาน ISO 9000 อุปกรณ์ในระบบต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน ต่อเข้ากับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เดิมของอาคารให้สามารถทำงานได้ เพื่อให้การติดตั้งและระบบสามารถใช้งานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างอาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบซึ่งอาจจะกำหนดในแบบหรือข้อกำหนดนี้หรือไม่ก็ตาม โดยไม่คิดเป็นราคางานเพิ่ม

17.2 อุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

- แผงควบคุมรวม (Fire Alarm Control Panel : FCP) เป็นแบบ Modular System สามารถทำงานได้สมบูรณ์ด้วยตัวเอง (Stand Alone) หรือหลายแผงทำงานร่วมกันโดยมีการติดต่อสื่อสารต่อกันด้วย Ring Protocol Network สามารถต่อพ่วงทำงานร่วมกับแผงควบคุมหลายชุดเพื่อขยายเป็น Network ครอบคลุมความต้องการของระบบทั้งหมด แผงควบคุมและอุปกรณ์ภายในแผงเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้
 - กล่องของแผงควบคุม (Enclosure) รวมทั้งฝาปิดด้านหน้า ทำจาก Cold Rolled Steel Plate พ่นเคลือบกันสนิมด้วย Epoxy Powder Coated เป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต
 - Central Processor Unit (CPU) ใช้ Processor เป็นหน่วยควบคุมและสั่งการส่วนกลางเพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบทำงานอย่างถูกต้องตามที่กำหนดไว้
 - Liquid Crystal Display Module เป็นส่วนแสดงผลการทำงานและข้อขัดข้องของระบบ โดยมีจอภาพชนิด Liquid Crystal Display (LCD) ซึ่งสามารถแสดงภาพเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษได้พร้อมกัน 2 บรรทัด บรรทัดละ 40 ตัวอักษร

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างแผงควบคุมกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในระบบ โดยการรับส่งสัญญาณเป็นระบบ Digital ผ่านสายสัญญาณทางไฟฟ้าเพียง 1 คู่สาย ซึ่งสามารถใช้ได้ ทั้งแบบ Loop Class “A” และแบบ Class “B”
- Fire Fighter Telephone สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบ 2-Way Communication กับ Remote Fire Fighter และมี Telephone ที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ และ Paging Microphone สำหรับการประกาศเหตุฉุกเฉินแบบ 1-Way Communication โดยการขยายเสียงด้วย ZONED AUDIO AMPLIFIER ผ่านไปยังลำโพงที่ติดตั้งอยู่
- แบตเตอรี่สำรอง ให้ใช้ตามที่กำหนดดังนี้
 - แบตเตอรี่ Maintenance free (Sealed lead-acid or solid gel type) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปี
 - ในกรณีไฟเฟเมน ไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แบตเตอรี่ต้องพอใช้งานขณะไฟเฟเมนดับได้ 24 ชั่วโมง แล้วมีกำลังพอใช้สำหรับส่งเสียงสัญญาณไปทั่วระบบได้นานไม่น้อยกว่า 30 นาที
 - ในกรณีไฟเฟเมน มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง จะต้องมียกเครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่สำรองให้พอใช้ได้ 24 ชั่วโมง
 - ต้องมีการแสดงรายการคำนวณกำลังไฟที่ใช้ทั้งหมด ขนาดแบตเตอรี่และขนาดเครื่องอัดแบตเตอรี่ด้วย

➤ แผงแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Local และ Remote Annunciator : ANN)

เป็นแผงแสดงรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุต่าง ๆ โดยใช้หลอดไฟสัญญาณแสดงตำแหน่งของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ได้แบ่งไว้ ตามแผนผังของอาคาร (Graphic Annunciator) พร้อมเลขที่ของ Detector ที่เกิด Alarm และสามารถระบุตำแหน่งการเกิดเหตุได้อย่างชัดเจนทั้งในรูปของ Graphic และคำอธิบาย เช่น เกิด Alarm ที่ชั้นไหน / Unit อะไร และที่ห้องไหนของ Unit นั้น ๆ และต้องประกอบไปด้วยสวิทช์ต่าง ๆ ดังนี้

- Acknowledge Switch
- System Reset Switch
- General Alarm Switch
- Lamp Test Switch

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ตัวแผงทำจาก Stainless Steel ชนิดด้าน (Hair Line Finished) กัดเซาะร่องเป็นรูปภาพสถานที่ หรือผังอาคาร (Graphic) พร้อมติดไฟสัญญาณเป็นหลอด LED การติดตั้ง Local Annunciator ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ
- การเชื่อมต่อระหว่าง FCP. Panel ถึง ANN. Panel ผ่านทาง Serial Port RS-485 หรือดีกว่าหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต

➤ Monitor Module, Alarm Module, Control Module

- Input Module หรือ Monitor Module เป็นแบบอุปกรณ์สำหรับสัญญาณจากวงจร Conventional Initiating Devices และ/หรือ อุปกรณ์ที่เป็นชนิดส่งสัญญาณได้โดย Normally-Open Contact
- Control Relay Module หรือ Control Module เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณควบคุมให้แก่อุปกรณ์อื่นๆ ได้ โดยทำหน้าที่เป็น Relay ซึ่งมี Dry Contact ชนิด Normally-Open จำนวน 2 ชุด และ Normally-Close จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดต้องมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 2.0 A. ที่ 24 VDC.
- เป็นอุปกรณ์การแปลงสัญญาณ (หรือเพื่อการ Interface) ระหว่างการเดินสายแบบ Hard Wire จากอุปกรณ์ Detector ประเภทต่าง ๆ เพื่อแปลงสัญญาณเป็นระบบ Multiplex เพื่อให้เดินสายสัญญาณด้วยจำนวนที่น้อยลง หรือเป็นสาย Main ชนิด 2 Core 1.5 mm² ชนิดตีเกลียวพร้อมด้วย Shield โดยรอบเพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณ หรือตามระบุในแบบ ในส่วนของ Control Loop สายสัญญาณต้องเป็นชนิดสายทนไฟ (Fire Resistance Cable) หรือตามแบบที่ระบุ
- อุปกรณ์ Addressable Module for Initiating Device เป็นอุปกรณ์โมดูลที่ใช้รับสัญญาณจาก Detector และ Contact Device อื่นๆได้ มี LED แสดงสถานะการทำงาน (One simple LED for status indication)
- Addressable Module for Manual Station เป็นอุปกรณ์โมดูลที่ใช้รับสัญญาณจาก อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ด้วยมือ (Manual Alarm Station) สามารถติดตั้งเข้ากับด้านหลังอุปกรณ์แจ้งเหตุได้โดยตรง

➤ อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Signal Initiating Devices)

- Smoke Detector เป็นชนิด Photoelectric มี Response Lamp สำหรับแสดงสถานะเมื่อ Detector ทำงาน ในพื้นที่ที่สูงไม่เกิน 4 เมตร Ambient Temperature - 0°C to 40°C หรือดีกว่า
- Heat Detector ชนิด Rate-of-Rise Temperature ใช้สำหรับตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเกินกว่าอัตราในเวลาที่กำหนด (10 °C ในเวลา 1 นาที) ในพื้นที่ที่สูงไม่เกิน 4 เมตร หรือดีกว่า
- Heat Detector ชนิด Fixed Temperature ใช้สำหรับตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้นทำงานเมื่อได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิที่กำหนด (65°C) พื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 60 ตารางเมตร ในพื้นที่ที่สูงไม่เกิน 4 เมตร Ambient Temperature -0°C to 40°C หรือดีกว่า
- Manual Station ใช้สำหรับแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยใช้มือ เป็นแบบกดแผ่นพลาสติกหรือกระจกที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้กด แล้วจึงจะกดสวิทช์ได้ (Break Glass & Push) หรือเป็นวัสดุทำด้วยโลหะรูปทรงสี่เหลี่ยม มีอักษร Push, Pull และ Fire เห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อดึงแล้วสามารถรีเซ็ตได้โดยใช้กุญแจไข และมี Telephone Jack สำหรับติดต่อกับ FCP ได้

➤ อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ (Audible Alarm Devices)

อุปกรณ์แจ้งสัญญาณด้วยเสียง และ หรือด้วยแสงต้องเป็นชนิดที่ทำงานโดยการส่งงานจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และต้องทำงานแจ้งสัญญาณได้ต่อเนื่องนานไม่น้อยกว่า 60 วินาที

- กระดิ่ง (Bell) เป็นแบบชนิด Vibrating, Under-Dome Type สามารถใช้ติดตั้งทั้งภายใน และภายนอกอาคารโดยมีอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งที่เหมาะสม โดยขนาดที่ใช้ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 ซม. ระดับความดังไม่น้อยกว่า 80 dB. ที่ระยะ 1 เมตรหรือดีกว่า
- อุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยแสงกะพริบ (Strobe Light) เป็นชนิดติดผนังหรือตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมอื่นใดจากภายนอกให้แสงสว่างกะพริบเป็นจังหวะ 1 ครั้งต่อวินาที และมีความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) ไม่น้อยกว่า 60 Candela ที่แรงดัน 24 VDC. สามารถปรับเลือกระดับความเข้มของแสงได้ที่ 15cd, 30cd หรือดีกว่า

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียง (Horn) เป็นชนิดติดตั้งหรือตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยให้กำเนิดเสียงด้วยวงจร Electronic ผ่านลำโพงขนาดเล็ก มีฝาปิด ให้ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 82 dB. ที่แรงดัน 24 VDC. ที่ระยะ 3.05 เมตร และ Horn แต่ละชุดต้องมี Adjustable Volume Control แบบ Concealed ซึ่งสามารถปรับตั้งความดังของเสียงสำหรับแต่ละตำแหน่งที่ติดตั้ง

17.3 การติดตั้งและทดสอบ

- การเดินสายของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้รวมทั้งวงจรไฟฟ้าแรงต่ำอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ต้องเดินสายแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าของระบบอื่น การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อร้อยสายชนิด EMT หรือ IMC หรือตามที่กำหนด “ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบแรงต่ำและช่องเดินสาย” ในส่วนที่เกี่ยวข้อง
- สายไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามแบบรูปกำหนด หากในแบบรูปไม่กำหนดให้ใช้สาย มอก. 11-2553 ชนิด 70°C 750V. (IEC01) ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 mm² สำหรับวงจร Signal Initiating Devices และ สาย FRC. ขนาด 2.5 mm² สำหรับวงจร Audible Alarm Divices
- ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- ให้อุดรอยรั่วหรือช่องว่างด้วยซิลิโคนหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าพร้อมตกแต่งอย่างเรียบร้อยโดยรอบของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณที่ติดตั้งบนฝ้าเพดานของห้องสะอาด (Cleanroom) ให้สนิท เพื่อป้องกันมิให้อากาศรั่วซึมไหลออกสู่ภายนอกห้องได้
- เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้ว ต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วนตามมาตรฐานของผู้ผลิต หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย
- ให้ผู้รับจ้างจัดทำเอกสารผลทดสอบพร้อมรูปถ่าย การทดสอบเสนอต่อองค์การฯ

หมวดที่ 18. ระบบกระจายเสียงตามสาย (Sound System)

18.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบกระจายเสียงตามสายสำหรับใช้สำหรับประกาศข่าวสารไปตามบริเวณต่างๆ ระบบกระจายเสียงจะประกอบด้วยลำโพงและตัวควบคุมระดับเสียงต่อเข้ากับระบบกระจายเสียงเดิมของอาคารให้ได้เสียงดังตามความต้องการ สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ เพื่อให้การติดตั้งและระบบสามารถใช้งานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างอาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบซึ่งอาจจะกำหนดในแบบหรือข้อกำหนดนี้หรือไม่ก็ตาม โดยไม่คิดเป็นราคางานเพิ่มอุปกรณ์ของระบบกระจายเสียงตามสายจะต้องได้ตามมาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้องและมีข้อกำหนดทั่วไป ดังนี้

1. ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งระบบเสียงประกาศพร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้
2. วัสดุและอุปกรณ์ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ไม่เป็นของเก่าเก็บ
3. ผู้รับจ้างต้องจัดหาหนังสือคู่มือในการใช้งานและการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์เป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ พร้อมกับฝึกอบรมให้ผู้ใช้งานมีความสามารถในการใช้และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง
4. ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานและการบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิด
5. ผู้รับจ้างจะต้องเชื่อมต่อระบบเสียงประกาศจากส่วนกลางเดิมที่มีอยู่เข้ามาในระบบเสียงประกาศที่จะดำเนินการติดตั้งใหม่ด้วย หรือตามแบบที่กำหนด

18.2 วัสดุและอุปกรณ์ ระบบเสียงประกาศ

18.2.1 แผงต่อสายระบบเสียงประกาศ (Sound Terminal Box)

- ขั้วต่อสายทั้งหมดบรรจุอยู่ในตู้เหล็กที่ทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. พ่นรองพื้นด้วยสีกันสนิมและพ่นทาบด้วยสีน้ำมันไม่น้อยกว่า 2 ครั้ง แล้วอบด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม ผ่าด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดปิด มีบานพับติดชอน และล็อกกุญแจได้ ด้านข้างของตู้มีช่องระบายอากาศที่มีแผ่นกรองฝุ่นติดอยู่ด้านใน ตู้ต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอให้ใส่ขั้วต่อสายได้ทั้งหมด และขั้วต่อสายต้องยึดติดกับแผ่นเหล็กรองรับให้เรียบร้อย
- แผงต่อสายระบบเสียงประกาศ (Sound Terminal Box) ที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้เป็นชนิด Hot-Dip Galvanize หรือ Stainless เท่านั้น

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ขั้วต่อสายเป็นแบบสกรูชั้นนอตที่ทำจากวัสดุไม่ลามไฟและสามารถใช้กับสายไฟขนาด 2.5 mm² ได้ ขั้วต่อสายและการเข้าสายจะต้องมีการระวังป้องกันให้ปลอดภัย และต้องมีส่วนที่ปิดกั้นส่วนที่มีไฟฟ้า เพื่อป้องกันการลัดวงจรขณะใช้งาน

18.2.2 เครื่องขยายเสียง (Power Amplifier)

- เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC, BS, DIN Standard
- เป็นชนิด Rack Mounted สามารถติดตั้งในตู้ กำลังของเครื่องขยายเสียงต้องไม่น้อยกว่า 480 วัตต์ (Watt RMS) หรือตามที่ระบุในแบบรูป
- มีค่าความเพี้ยน (THD) น้อยกว่า 1% (ที่ Rated Output Power ที่ความถี่ 1kHz)
- Loudspeaker Output ของเครื่องขยายเสียง เป็นระบบแรงดันคงที่ 100 Volt Line และแรงดันขณะใส่โหลดสูงสุดกับโหลดน้อยสุด ไม่ควรต่างกันมาก
- มี Frequency Response 40-20,000 Hz หรือดีกว่า
- มี Signal-to-Noise Ratio (S/N) มากกว่า 60 dB
- มีช่องต่อแบบ XLR 3 ขาแบบ Balanced
- ระดับความไวของสัญญาณขาเข้าแบบ 100 โวลท์
- ช่องสัญญาณขาออก แบบ 70V, 100V และ 8 โอห์ม

18.2.3 ตัวควบคุมระบบเตือนภัยด้วยเสียง (Voice Alarm System)

- เป็นชุดควบคุมระบบแบบแมกทริก
- สามารถต่อสัญญาณขาเข้าได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- สามารถต่อสัญญาณขาออกได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- สัญญาณขาเข้า Line : -20 dB , สัญญาณขาเข้า Mic : -60 dB
- ความถี่ตอบสนอง 40-20,000 Hz \pm 1 dB
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 60 dB
- ความเพี้ยนของสัญญาณน้อยกว่า 1%
- คอนโทรล อินพุท 16 อินพุท
- คอนโทรล เอ้าท์พุท 8 เอ้าท์พุท
- กระแสไฟ 20 - 33 VDC
- สามารถบรรจุแอมป์ภายในชุดควบคุมได้ 4 แอมป์

- 18.2.4 คุณลักษณะเฉพาะไมโครโฟนประกาศแบบตั้งโต๊ะ (Microphone/Call Station)
- เป็นไมโครโฟนประกาศแบบตั้งโต๊ะเลือกประกาศได้ไม่น้อยกว่า 7 โชน และสามารถเลือกประกาศได้ทุกโชน ตามจำนวนโชนในแบบ
 - มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อแบบ RJ-45 สามารถเดินสายได้ไม่น้อยกว่า 100 เมตร
 - สามารถต่อพ่วงไมโครโฟนชนิดเดียวกันได้
 - มี LED แสดงผลเมื่อเลือกประกาศเสียง
 - มีอัตราความไวในการรับเสียงที่ 60 dB
 - มีอัตราความต้านทานไม่น้อยกว่า 200 โอห์ม
 - มีความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 100 ถึง 16,000 เฮิร์ต หรือดีกว่า
- 18.2.5 ตัวควบคุมระดับเสียง (Volume Control)
- ใช้สำหรับปรับระดับเสียงภายในห้องหรือ โชน
 - เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้กับระบบกระจายเสียงตามสายโดยเฉพาะ ติดตั้งได้ง่าย และมีความกลมกลืนกับทางสถาปัตยกรรม
 - มี Override Relay สำหรับ Emergency Call เพื่อ Override เข้าไปในวงจรเสียง สำหรับเรียกประกาศพร้อมกัน แม้ว่าวงจรเสียงนั้น ๆ จะใช้งานอยู่
 - โหลดรวมของลำโพงที่ต่อเข้ากับตัวควบคุมระดับเสียงต้องไม่เกินกำลังไฟที่กำหนด
- 18.2.6 ลำโพง
- คุณลักษณะเฉพาะลำโพงเพดาน (Loud Speaker)
 - โดยทั่วไปหากมีฝ้า ลำโพงจะเป็นแบบติดตั้งบนฝ้าเพดาน มีฝาครอบลำโพงที่มีความกลมกลืนกับทางสถาปัตยกรรม
 - การต่อลำโพง เมื่อต่อรวมเข้าไปหลายๆ ตัวแล้ว ผลรวมของกำลังวัตต์ที่ได้จะต้องไม่ไปทำให้เครื่องขยายเสียงกับ Matching Transformer ทำงานหนักเกินไป
 - Power Handling Capacity ของลำโพงตามที่ระบุในแบบ
 - มี SPL (Sound Pressure Level, at 1 kHz, 1 W, 1 m) ไม่ต่ำกว่า 89 เดซิเบล
 - มี Effective Frequency Range (-10 dB) 80 - 18,000 Hz หรือดีกว่า
 - ลำโพง ต้องประกอบด้วย 100 Volt Line Matching Transformer โดยการต่อที่ปลายสายก่อนจะเข้าสู่ลำโพง
 - ลำโพงต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายเดียวกันกับตัวควบคุมระดับเสียง

- ขนาดกำลังไฟฟ้า ดูเพิ่มเติมในแบบรูป
- คุณลักษณะเฉพาะลำโพงฮอร์น (Horn Speaker)
 - การต่อลำโพง เมื่อต่อรวมเข้าไปหลายๆ ตัวแล้ว ผลรวมของกำลังวัตต์ที่ได้จะต้องไม่ไปทำให้เครื่องขยายเสียงกับ Matching Transformer ทำงานหนักเกินไป
 - Power Handling Capacity ของลำโพงตามที่ระบุในแบบ
 - มี SPL (Sound Pressure Level, at 1 kHz, 1 W, 1 m) ไม่ต่ำกว่า 97 เดซิเบล
 - ลำโพง ต้องประกอบด้วย 100 Volt Line Matching Transformer โดยการต่อที่ปลายสายก่อนจะเข้าสู่ลำโพง
 - IP Protection IP65 หรือดีกว่า
 - ลำโพงต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายเดียวกันกับตัวควบคุมระดับเสียง
 - ขนาดกำลังไฟฟ้า ดูเพิ่มเติมในแบบรูป

18.2.7 เครื่องเล่น Media Player

- เล่นไฟล์เสียงผ่าน USB หรือดีกว่า
- มีช่องต่อ USB บริเวณด้านหน้าเครื่อง หรือ หลังเครื่อง อย่างน้อย 1 จุด
- สามารถเล่นไฟล์เสียง MP3 ได้หรือดีกว่า

18.2.8 ตัวควบคุมการจ่ายไฟฟ้าสำรอง (Power Supply Manager)

- ใช้ระบบไฟ 220 - 230 V AC, 50/60Hz
- มีไฟ LED แสดงผลและแสดงสถานะการทำงาน
- มีระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของระบบไฟฟ้าสำรอง
- มีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมโดยผ่านสาย LAN โดยใช้หัวต่อ RJ45

18.3 การติดตั้ง

- การเดินสายของระบบกระจายเสียงตามสายต้องเดินสายแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าของระบบอื่น การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อร้อยสายชนิด EMT หรือ IMC หรือตามที่ “ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบแรงต่ำ และช่องเดินสาย” ในส่วนที่เกี่ยวข้อง

- อุปกรณ์ทั้งหมดให้ติดตั้งตามที่ผู้ผลิตแนะนำ นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- ให้อุดรอยรั่วหรือช่องว่างด้วยซิลิโคนหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าพร้อมตกแต่งอย่างเรียบร้อย โดยรอบของลำโพงที่ติดตั้งบนฝ้าเพดาน และตัวควบคุมระดับเสียงที่ติดตั้งบนผนังของห้องสะอาด (Cleanroom) ให้สนิท เพื่อป้องกันมิให้อากาศรั่วซึมไหลออกสู่ภายนอกห้องได้

18.4 การทดสอบ

ภายหลังการติดตั้งเสร็จสิ้น ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของระบบกระจายเสียงทั้งหมดต่อหน้าผู้ว่าจ้าง จนผู้ว่าจ้างยอมรับในผลการทดสอบ

หมวดที่ 19. ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ(Lighting Control System)

19.1 ความต้องการทั่วไป

- ระบบนี้ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง และ/หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยวิธีการใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ และ รีโมทสายสัญญาณ 2 เส้นนั้น มายังแผงสวิทช์ควบคุมกลาง
- สามารถเปิด-ปิดไฟแสงสว่างได้จากสวิทช์ตามจุดต่างๆที่กำหนด หรือ จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ และ การประหยัดพลังงาน (หากกำหนดให้มี)
- ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดการจัดหาและติดตั้งตัวอุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความต้องการขององค์การเภสัชกรรม
- กรณีถ้ากำหนดให้ต้องเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ เช่น ระบบ SCADA , BAS , Fire Alarm System หรือ Security Sensor ต่างๆ โดยผ่านทางหน้าสัมผัส (Dry Contact) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Auxiliary Input Unit ไว้ 8 Point (หากกำหนดให้มี)
- กรณีถ้ากำหนดให้ต้องเชื่อมต่อกับระบบ BAS โดยผ่าน Protocol Standard เช่น BACnet เพื่อให้ระบบ BAS สามารถสั่งงานระบบนี้ได้ ขอบเขตการเขียนโปรแกรมทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อของส่วนนี้เป็นหน้าที่ของระบบ BAS (หากกำหนดให้มี)
- อุปกรณ์ Hardware และ Software ของระบบนี้ต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันเท่านั้น และ ไม่อนุญาตให้ใช้ Software ที่เขียน หรือ ประยุกต์ ขึ้นมาเอง

19.2 ขอบเขต

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และ/หรือ ที่ระบุตามข้อกำหนดนี้
- ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบดังกล่าวจนสามารถใช้งานได้ตรงตามข้อกำหนดนี้
- ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนี้ให้กับองค์การเภสัชกรรมจำนวน 3 ชุด
- ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ดูแลระบบนี้ขององค์การเภสัชกรรม ให้รู้วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา

19.3 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของระบบ

19.3.1 ชุดหน้าจอสวิทช์แบบสัมผัส (Touch Screen) (ถ้ามี) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- ต้องมีปุ่มกดสำหรับควบคุมการ เปิด-ปิด ในแต่ละวงจรได้ทุกวงจร
- สามารถกำหนดปุ่มกดสำหรับเปิด-ปิด เป็นกลุ่มวงจร (Group Switch) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กลุ่ม

- สามารถกำหนดรูปแบบการเปิด-ปิด อัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลาภายใน 1 วัน
- สามารถกำหนดรหัสผ่าน (Password) สำหรับผู้ที่จะใช้งานได้

19.3.2 สวิตช์ตามจุด (Local Switch)

- สวิตช์ทุกตัวของระบบต้องมีหลอดไฟ LED เพื่อใช้สำหรับแสดงสถานะการเปิด-ปิด ของอุปกรณ์
- สวิตช์ต้องมีวงจรที่ออกแบบให้ทำงานที่แรงดันไฟต่ำอยู่ 15-36VDC เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน
- การรับ-ส่งสัญญาณระหว่างสวิตช์กับระบบควบคุม ให้ใช้สายสัญญาณ UTP Cat 6 หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

19.3.3 รีเลย์มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 Channel ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสที่ทนกระแสไฟได้ไม่ต่ำกว่า 10A/Channel. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

19.3.4 ชุดตรวจวัดความเข้มของแสง (Light Level Sensor หรือ Photo Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับระบบนี้
- สามารถปรับตั้งค่าในการตรวจวัดแสง (ค่า Lux.) ได้

19.3.5 Wiser Controller สำหรับรองรับการสั่งงานผ่านโทรศัพท์มือถือ (ถ้ากำหนดให้มี)

19.3.6 สายสัญญาณควบคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง ชุดสวิตช์ ชุดรีเลย์ หรือ อุปกรณ์อื่นๆ ของระบบนี้ อนุญาตให้ใช้สาย Unshielded Twisted Pairs (UTP) Cat.6 หรือตามที่ระบุในแบบ โดยต้องเดินแยกทอกับสายอื่น

19.3.7 ตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จะต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

19.3.8 กล่องสำหรับติดตั้งสวิตช์ตามจุดต่างๆ (Wall Box) อาจมีทั้งแบบ Handy Box หรือ Euro Box ขึ้นอยู่กับรุ่นของสวิตช์ที่เลือกใช้ในโครงการ โดยผู้รับจ้างต้องประสานงานกับตัวแทนผลิตภัณฑ์

19.4 อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย

19.4.1 ชุดสวิตช์ควบคุมกลาง (Centralized Control Switch) ให้ดูตามแบบ Single Line Diagram เป็นหลักว่าระบุให้ใช้เป็นแบบชนิดใด

19.4.2 กรณีกำหนดให้ใช้เป็นชุดแผงสวิตช์ควบคุมโดยการสัมผัส (Touch Screen)

- ชุดแผงควบคุมโดยการสัมผัส (Touch Screen)
- กล่องสำหรับยึดใส่ Touch Screen

19.4.3 แผงควบคุมรีเลย์ และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ แต่ละตู้ประกอบด้วย

- ชุดรีเลย์ (Relay Unit) และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ (Dimmer Unit) มีจำนวนตามแบบ
- Power Supply Unit (มีจำนวนเพียงพอ ตามที่ผู้ผลิตกำหนด)
- ชุด Auxiliary Input Unit สำหรับรับ Dry Contact จากอุปกรณ์ภายนอก (ถ้ากำหนดให้มี)
- ตู้สำหรับใส่อุปกรณ์ (Panel)

19.4.4 แผงควบคุมรีเลย์ และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ แต่ละตู้ประกอบด้วย

- ชุดรีเลย์ (Relay Unit) และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ (Dimmer Unit) มีจำนวนตามแบบ
- Power Supply Unit (มีจำนวนเพียงพอ ตามที่ผู้ผลิตกำหนด)
- ชุด Auxiliary Input Unit สำหรับรับ Dry Contact จากอุปกรณ์ภายนอก (ถ้ากำหนดให้มี)
- ตู้สำหรับใส่อุปกรณ์ (Panel)

19.4.5 สวิตช์ตามจุด และ/หรือ อุปกรณ์ตรวจจับ

- สวิตช์ตามจุด (Key Input Unit) มีจำนวนตามแบบ (ถ้ากำหนดให้มี)
- ตัวตรวจจับแสง (Light Level Sensor) ถ้ากำหนดให้มี
- ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

19.5 การติดตั้งและทดสอบ

- ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบนี้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในกรณีอุปกรณ์ประกอบหรือการติดตั้งอื่นใดที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในรายละเอียด ให้ยึดถือแบบอุปกรณ์ประกอบของระบบเป็นหลัก
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบสายสัญญาณทุกจุดว่าเดินถูกต้องหรือไม่ และต้องแน่ใจว่าไม่มีการช็อตหรือ ลงดิน ก่อนทำการเข้าสายสัญญาณที่ตัวอุปกรณ์
- ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามที่วิศวกรควบคุมงานเห็นสมควรโดยต้องมีวิศวกรหรือตัวแทนของผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการทดสอบ

หมวดที่ 20. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

20.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรศัพท์ แบบไอพี (IP PBX System) ตามแบบที่แสดง และตามความต้องการของข้อกำหนดที่ดำเนินการระบุไว้ให้ดำเนินการ แม้จะมีแบบหรือไม่ก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้สมบูรณ์ตามความต้องการและให้เป็นไปตามมาตรฐานและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยและผู้ให้บริการโทรศัพท์ เพื่อให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้องตามความต้องการใช้งานของผู้ว่าจ้างดังต่อไปนี้

- ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ทุกชุด การทำงานทุกขั้นตอนภายหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ โดยต้องสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์
- ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบแปลน รายละเอียดข้อกำหนดและรายการประกอบอื่นๆ ของงานที่ใช้ประกอบในสัญญาอย่างละเอียดถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือขัดข้องใด ๆ ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้น ผู้ว่าจ้างจะถือว่า ผู้รับจ้างได้ศึกษาแบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนด ตลอดจนรายการประกอบแบบอื่น ๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามสัญญา
- ก่อนการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องสำรวจสถานที่ก่อสร้าง เพื่อศึกษาลักษณะและสภาพสถานที่ติดตั้งให้มีความเข้าใจเป็นอย่างดีไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อประโยชน์ใดๆ ของตนมิได้
- กรณีที่ข้อความหรือรายละเอียดในรายละเอียดข้อกำหนดนี้มีข้อขัดแย้งกับแบบหรือแตกต่างกันไปจากแบบ ให้ผู้รับจ้างแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้ผู้ว่าจ้างทราบในทันที โดยระบุข้อขัดแย้งหรือข้อแตกต่างให้เป็นที่ชัดเจนและให้ถือการวินิจฉัยของผู้ว่าจ้างเป็นข้อยุติ

20.2 เครื่องโทรศัพท์แบบไอพีโฟน (IP-Phone) (ถ้ามี)

- รองรับการตั้งค่าได้ ไม่น้อยกว่า 4 SIP Account (4 VoIP account)
- มี Interface แบบ 10/100/1000 BaseT จำนวน 2 Ports (LAN/WAN) ใช้ Computer Network กับ Personnel Computer
- มีจอแสดงผลโดยสามารถแสดงสัญลักษณ์ และตัวอักษร ขนาดความละเอียดภาพ 320*240 พิกเซล
- รองรับปุ่มการใช้งานทั้งหมดอย่างน้อย 25 ปุ่ม โดยมี 4 ปุ่ม Soft Keys

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- รองรับปุ่มที่สามารถโปรแกรมค่าลงไปได้ (DSS Keys) พร้อมทั้งมีไฟ LED แสดงสถานะอย่างน้อย 4 ปุ่มเป็นอย่างน้อย
- รองรับปุ่ม Voicemail พร้อมไฟแสดงสถานะ LED เมื่อมีการฝากข้อความเสียง และปุ่ม Handset พร้อมไฟแสดงสถานะ LED เมื่อเปิดใช้งาน
- รองรับการตั้งค่า Redial ในหัวเครื่องโทรศัพท์ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน
- รองรับการเชื่อมต่อกับระบบชุมสายไอพี ด้วยมาตรฐาน SIP ทั้งแบบ RFC2543 และ RFC3261
- รองรับการตั้งค่า QoS (Quality of Service) IEEE 802.1p and Diffserv (RFC 2475)
- รองรับฟังก์ชัน VLAN IEEE 802.1q โดรนสามารถทำการกำหนด VLAN ID ได้กับทั้ง WAN และ LAN Port ได้
- รองรับ Adapter จ่ายไฟฟ้าโดยกระแสไฟฟ้ารองรับอยู่ที่ AC 100-240V
- รองรับการตั้งค่า IP Assignment ทั้งแบบ Static/DHCP/PPPoE
- รองรับการตรวจสอบเบอร์โทรเข้า/โทรออก/เบอร์ที่ไม่ได้รับสาย ผ่านหน้า Web Interface (Call History: Dialed/Received/Missed/Forwarded)
- รองรับ Voice Codec ดังต่อไปนี้ G.729, G.722, G.726, G.723, G.711 ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการทำงาน Intercom และ Paging
- รองรับการเปิดใช้งาน VPN (Open VPN)
- รองรับการเชื่อมต่อกับหูฟังแบบ Operator (Headset Connection) แบบ RJ-9
- รองรับระบบ Auto Provision กับ อุปกรณ์บริหารและจัดการเครื่องโทรศัพท์ผ่านไอพี ผ่านระบบ LAN วงเดียวกันได้ โดยรองรับ Protocol FTP/TFTP/HTTP/HTTPS/PnP
- รองรับการทำงานแบบ Action URL/URI โดยสามารถที่จะส่งข้อมูลของเครื่องโทรศัพท์ไปยังเครื่องแม่ข่ายอื่นๆสำหรับการทำงานของหัวเครื่องโทรศัพท์ โดยรองรับการทำงาน Log on, Log off
- รองรับการใช้งานกับ Internet Protocol Version6 (IPv6)
- รองรับระบบรักษาความปลอดภัยด้วยการเข้ารหัสข้อมูลแบบ AES MD5/MD5-sess และ SRTP
- รองรับ PoE (Power over Ethernet (IEEE 802.3af)
- รองรับการตั้งค่า Black List เพื่อป้องกันการโทรเข้าของเบอร์โทรศัพท์ที่กำหนด
- รองรับ Phone Features ดังต่อไปนี้
 - รองรับการตั้งค่าสายด่วนได้ (Hotline)
 - รองรับการตั้งค่าการโทรฉุกเฉินได้ (Emergency Call)

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- รองรับการหยุดพักสายสนทนาชั่วคราวได้ (Call Hold)
 - รองรับการรอสายในกรณีเกิดสายเรียกซ้อนได้ (Call Waiting)
 - รองรับการโอนสายคู่สนทนาได้ (Call Forward)
 - รองรับการตั้งค่าการโทรกลับ (Call Return)
 - รองรับการโอนผ่านพนักงานรับสาย คือ การโอนสายแบบโทรไปถามปลายทางก่อนว่า ต้องการรับสายนั้น ๆ หรือไม่ ถ้าปลายทางรับสาย ถึงจะทำการโอนสายไป แต่ถ้าปลายทางไม่ต้องการรับสายหรือไม่สามารถรับสายได้ เราก็สามารถแจ้งแก่สายที่เข้ามาได้ (Attend Transfer)
 - รองรับการโอนสายอัตโนมัติ คือ การโอนสายแบบไม่สนใจว่าผู้ใช้ปลายทางอยู่หรือไม่หลังจากกดโอน สายจะเข้าไปที่เครื่องปลายทางในทันที และถ้าปลายทางไม่สามารถรับสายได้ สายนั้นจะถูกส่งกลับมาโดยอัตโนมัติ (Blind Transfer)
 - รองรับการแสดงชื่อคู่สนทนาเมื่อมีสายเรียกเข้าบนหน้าจอแสดงผล (Caller ID Display)
 - รองรับการปิดเสียงบนหัวเครื่องโทรศัพท์ (Mute)
 - รองรับการล๊อคการใช้งานบนหัวเครื่องโทรศัพท์ (DND)
 - รองรับการตั้งค่าการใช้งาน SMS
 - รองรับการตั้งค่าการใช้งาน Voicemail และการแจ้งสถานะ Voicemail ในระบบ Message Waiting
 - Indication (MWI) LED
 - รองรับการประชุมสามสาย (3-Ways Conference)
 - รองรับการใช้งาน XML หรือ LDAP สำหรับ Phonebook
 - รองรับการ Import/Export เบอร์โทรศัพท์ (Phonebook) โดยรองรับการเพิ่มเบอร์โทรศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 เบอร์
 - สามารถปรับเปลี่ยน Ring Tone และ รองรับเพิ่มเสียง Ringtone โดยผู้ใช้งานเองได้
 - รองรับการรับสายอัตโนมัติ (Auto answer)
- ได้รับมาตรฐาน CE และ FCC เป็นอย่างน้อย

20.3 คุณลักษณะเฉพาะตู้จัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (Wall Rack 19”)

- เป็นตู้ Cabinet Rack 19” ขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 6U,9U หรือตามที่แบบรูปกำหนดและความลึกไม่น้อยกว่า 60 ซม.
- รองรับการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้
- มีรางไฟแฉวยยาวไม่น้อยกว่า 6 ช่อง และพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

20.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch) ขนาด 8 ช่อง

- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และมีจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง

20.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch) ขนาด 24 ช่อง

- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และมีจำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง

20.6 แผงกระจายสัญญาณสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Panel)

- สามารถเชื่อมโยงสื่อสารใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Panel Manager สำหรับระบบเครือข่ายได้เป็นอย่างดี
- มีขนาดความสูงไม่เกิน 1U และสามารถติดตั้ง บน RACK 19” ได้
- สามารถเลื่อนเข้า-ออกมาด้านหน้า (Push-style) เพื่อสามารถทำงานและปรับปรุงการใช้งานได้อย่างสะดวก
- มีแผงจัดสายด้านหน้าพร้อมฝาเปิด-ปิด แบบ Push-Push Latches

- รองรับขั้วต่อสายใยแก้ว ได้ไม่ต่ำกว่า 24 Core สำหรับขนาด 1U หรือสูงสุด 72 Core สำหรับขนาด 2U
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

20.7 คุณลักษณะเฉพาะของหัวต่อสายนำสัญญาณชนิด Fiber Optic

- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode , 9/125 μm , All Dielectric ที่ใช้ติดตั้งภายใน/ภายนอกอาคาร ตามที่แบบรูปกำหนด
- มีโครงสร้างเป็นแบบ Tight Buffer โดยมีส่วนประกอบของ Aramid yarn รอบนอกเพื่อความแข็งแรง
- มีจำนวนใยแก้วไม่น้อยกว่า 4 Cores หรือตามที่แบบกำหนด สามารถรองรับการใช้งาน 10 Gigabit Ethernet ได้ที่ความยาวไม่ต่ำกว่า 300 เมตร และ 1 Gigabit Ethernet ได้ที่ความยาวไม่ต่ำกว่า 1000 เมตร
- รองรับมาตรฐาน TIA-568 , IEC60793 เป็นอย่างน้อย
- รองรับอุณหภูมิการใช้งานที่อุณหภูมิ -20°C ถึง 70°C
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

20.8 คุณลักษณะเฉพาะของหัวต่อสายนำสัญญาณชนิด UTP

- มีลักษณะเป็นหัวต่อสาย RJ-45 ที่มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่ามาตรฐาน Category 6 (Cat6) ตามมาตรฐาน EIA/TIA 568 A-5 สามารถรองรับ Class D application ตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801 ได้ ๕ และเป็นไปตามมาตรฐานของระบบสายนำสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
- สามารถติดตั้งโดยใช้ Punch Down Tool
- รองรับอัตราการส่งผ่านข้อมูล Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 155, 622 ATM
- มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 40 dB ที่ความถี่ 100 MHz.

20.9 คุณลักษณะเฉพาะของเต้ารับสัญญาณโทรศัพท์

- เต้ารับสัญญาณคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นชนิด RJ-45 Cat 6 ตามมาตรฐาน ANSI/EIA/TIA-568B ถูกออกแบบให้สามารถใช้ได้กับสายนำสัญญาณชนิดตีเกลียว (Twisted pair Cable) แบบ 4 คู่สาย โดยการต่อเชื่อมหรือเข้าสาย จะต้องเป็นแบบกดลือคอตโนมัดติ (Punched Insulation) เป็นแบบที่ไม่จำเป็นต้องปลอกฉนวนหุ้มออก และไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเข้าสาย ทำให้การเข้าสายมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพสูง

20.10 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 1,000 VA

- เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด Line Interactive หรือดีกว่า

- มีขนาดจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ที่ 1,00VA / 500 W หรือดีกว่า
- สามารถจ่ายแรงดัน 220 V +/- 10% หรือดีกว่า
- ความถี่ 50 Hz +/- 0.1% หรือดีกว่า
- สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

20.11 การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบฯตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย

หมวดที่ 21. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Systems)

21.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งงานเดินท่อร้อยสาย สายนำสัญญาณ พร้อมเต้ารับคอมพิวเตอร์ ตามตำแหน่งต่างๆ ที่แสดงในแบบให้ครบถ้วนและใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ โดยปลายสายที่เดินมาที่ Network Switch และจะต้องจัดทำ Label ที่ปลายสายแสดงหมายเลขของจุดเต้ารับคอมพิวเตอร์ในแต่ละเส้น รวมทั้งต้องทำการทดสอบความต่อเนื่องของสายนำสัญญาณด้วยเครื่องวัดและทดสอบ Digital Cable Analyzer

- ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบเครือข่ายสายนำสัญญาณคอมพิวเตอร์ต่างๆ และอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในแบบหรือในข้อกำหนดนี้ ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบอุปกรณ์ระบบเครือข่ายของเดิมและอาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบซึ่งอาจจะกำหนดในแบบหรือข้อกำหนดนี้หรือไม่ก็ตาม โดยไม่คิดเป็นราคางานเพิ่มเพื่อให้ระบบเครือข่ายสายนำสัญญาณคอมพิวเตอร์ใช้งานได้สมบูรณ์ ถูกต้องตามมาตรฐานและตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง
- อุปกรณ์ต่อเชื่อมและสายนำสัญญาณทั้งหมดในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยสายนำสัญญาณชนิด UTP, เต้ารับสัญญาณคอมพิวเตอร์ชนิด RJ-45 Modular Jack และ Network Switch จะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันหรือเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่มีนโยบายการรับประกันร่วมกันโดยจะต้องผ่านการรับรองตามมาตรฐานสากล และมีหนังสือรับรองยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตชัดเจน
- ระบบสายนำสัญญาณที่เสนอจะต้องถูกออกแบบให้สามารถรองรับกับอุปกรณ์ระบบเครือข่ายและเป็นไปตามมาตรฐานของระบบสายนำสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
 - TIA/EIA 568A ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะของระบบสายนำสัญญาณ (Generic Cabling Performance)
 - TIA/EIA 569, 606 & 607 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการวางแผน ติดตั้งและดูแลจัดการระบบสายนำสัญญาณ (Planning, Installation & Administration)
 - TIA/EIA TSB-67 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทดสอบระบบสายนำสัญญาณ (Testing)
 - TIA/EIA 569A ข้อกำหนดเกี่ยวกับช่องทางเดินสื่อสารภายในอาคารของระบบสายนำสัญญาณ (Pathways and Spaces)

21.2 คุณลักษณะเฉพาะตู้จัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (Floor Stand Rack 19")

- เป็นตู้ Cabinet Rack 19" ขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 27U หรือ 42U หรือตามที่แบบรูปกำหนดและความลึกไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตร
- รองรับการจัดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้
- มีรางไฟถาวรไม่น้อยกว่า 12 ช่อง และพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

21.3 คุณลักษณะเฉพาะตู้จัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (Wall Rack 19”)

- เป็นตู้ Cabinet Rack 19” ขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 6U,9U หรือตามที่แบบรูปกำหนดและความลึกไม่น้อยกว่า 60 ซม.
- รองรับการติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้
- มีรางไฟแฉวยยาวไม่น้อยกว่า 6 ช่อง และพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

21.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch) ขนาด 8 ช่อง

- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และมีจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง

21.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch) ขนาด 24 ช่อง

- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และมีจำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง

21.6 แผงกระจายสัญญาณสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Panel)

- สามารถเชื่อมโยงสื่อสารใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Panel Manager สำหรับระบบเครือข่ายได้เป็นอย่างดี
- มีขนาดความสูงไม่เกิน 1U และสามารถติดตั้ง บน RACK 19” ได้

- สามารถเลื่อนเข้า-ออกมาด้านหน้า (Push-style) เพื่อสามารถทำงานและปรับปรุงการใช้งานได้อย่างสะดวก
- มีแผงจัดสายด้านหน้าพร้อมฝาเปิด-ปิด แบบ Push-Push Latches
- รองรับขั้วต่อสายใยแก้ว ได้ไม่ต่ำกว่า 24 Core สำหรับขนาด 1U หรือสูงสุด 72 Core สำหรับขนาด 2U
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

21.7 คุณลักษณะเฉพาะของหัวต่อสายนำสัญญาณชนิด Fiber Optic

- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode , 9/125 μm , All Dielectric ที่ใช้ติดตั้งภายใน/ภายนอกอาคาร ตามที่แบบรูปกำหนด
- มีโครงสร้างเป็นแบบ Tight Buffer โดยมีส่วนประกอบของ Aramid yarn รอบนอกเพื่อความแข็งแรง
- มีจำนวนใยแก้วไม่น้อยกว่า 4 Cores หรือตามที่แบบกำหนด สามารถรองรับการใช้งาน 10 Gigabit Ethernet ได้ที่ความยาวไม่ต่ำกว่า 300 เมตร และ 1 Gigabit Ethernet ได้ที่ความยาวไม่ต่ำกว่า 1000 เมตร
- รองรับมาตรฐาน TIA-568 , IEC60793 เป็นอย่างน้อย
- รองรับอุณหภูมิการใช้งานที่อุณหภูมิ -20°C ถึง 70°C
- อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

21.8 คุณลักษณะเฉพาะของหัวต่อสายนำสัญญาณชนิด UTP

- มีลักษณะเป็นหัวต่อสาย RJ-45 ที่มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่ามาตรฐาน Category 6 (Cat6) ตามมาตรฐาน EIA/TIA 568 A-5 สามารถรองรับ Class D application ตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801 ได้ ๗ และเป็นไปตามมาตรฐานของระบบสายนำสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
- สามารถติดตั้งโดยใช้ Punch Down Tool
- รองรับอัตราการส่งผ่านข้อมูล Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 155, 622 ATM
- มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 40 dB ที่ความถี่ 100 MHz.

21.9 คุณลักษณะเฉพาะของเต้ารับสัญญาณคอมพิวเตอร์

- เต้ารับสัญญาณคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นชนิด RJ-45 Cat 6 ตามมาตรฐาน ANSI/EIA/TIA-568B ถูกออกแบบให้สามารถใช้ได้กับสายนำสัญญาณชนิดตีเกลียว (Twisted pair Cable) แบบ 4 คู่สาย โดยการต่อเชื่อมหรือเข้าสาย จะต้องเป็นแบบกดลึ่คอัดโน้มนั้ติ (Punched Insulation) เป็นแบบที่ไม่จำเป็นต้องปลอกฉนวนหุ้มออก และไม่ต้งใช้เครื่องมือพิเศษในการเข้าสาย ทำให้การเข้าสายมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพสูง

21.10 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 1,000 VA

- เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด Line Interactive หรือดีกว่า
- มีขนาดจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ที่ 1,000VA / 500 W หรือดีกว่า
- สามารถจ่ายแรงดัน 220 V +/- 10% หรือดีกว่า
- ความถี่ 50 Hz +/- 0.1% หรือดีกว่า
- สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

21.11 การติดตั้ง

การติดตั้งระบบสายนำสัญญาณจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ข้อกำหนดและมาตรฐานของระบบสายนำสัญญาณแบบที่มีโครงสร้าง (Structured Cabling System) โดยจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลักในส่วนต่างๆของระบบดังกล่าวข้างต้นอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ตามลำดับดังนี้

- ติดตั้งท่อร้อยสายหรือรางเดินสายสำหรับสายนำสัญญาณ ตามโครงสร้าง สภาพแวดล้อม และข้อกำหนดของอาคารนั้นๆ โดยจะต้องกำหนดให้เป็นท่อหรือรางเดินสายสัญญาณสำหรับคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์เท่านั้น ไม่ปะปนกันกับระบบไฟฟ้า พร้อมทั้งจะต้องติดตั้งให้ห่างจากระบบไฟฟ้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
- ให้อุดรอยรั่วหรือช่องว่างด้วยซิลิโคนหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าพร้อมตกแต่งอย่างเรียบร้อยโดยรอบของตู้รับคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนผนังของห้องสะอาด (Cleanroom) ให้สนิท เพื่อป้องกันมิให้อากาศรั่วซึมไหลออกสู่ภายนอกห้องได้
- เดินสายนำสัญญาณ (Laying of Cable) ภายในท่อร้อยสายหรือรางเดินสายตลอดทั้งเส้นทางโดยไม่มี การตัดต่อระหว่างทาง พร้อมทำเครื่องหมายที่ปลายสายทั้งสองด้าน (Cable Identification)
- เข้าสายนำสัญญาณ (Termination) ที่ปลายสายทั้งสองด้านด้วยเครื่องมือเข้าสายที่ใช้สำหรับสายสัญญาณนั้น โดยด้านหนึ่งเข้าสายที่ Network Switch ส่วนอีกด้านหนึ่งเข้าสายที่ตู้รับ (Outlet) พร้อมระบุเลขหมายประจำ (Port Number) สำหรับแต่ละ Network Switch และตู้รับ

21.12 การทดสอบ

สายไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic) และสาย UTP ทุกเส้นต้องทำการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่ระบุอย่างน้อยด้วยเครื่องมือที่มาตรฐาน

- การทดสอบสายไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic)
ให้ทดสอบ Attenuation ของสายไฟเบอร์ออปติกจากปลายถึงปลายทุก ๆ Core ของสายไฟเบอร์ออปติก (Fiber Optic) ทั้งหมดที่ติดตั้ง ที่ความถี่ 850 nm และ 1,300 nm โดยใช้อุปกรณ์ประเภท Light Sources / Optical Fiber Power Meter และ OTDR วัดทั้ง 2 ปลาย

- การทดสอบสาย UTP
ผู้รับจ้างต้องทดสอบสาย UTP ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D Category 6 ชนิด 4 คู่สาย ต้องทดสอบสาย UTP ด้วย Digital Cable Analyzers และต้องทำการทดสอบทุก 4 คู่สาย ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการทดสอบต้องมีอย่างน้อย ดังนี้
 - Wire Map
 - Resistance
 - Length
 - Propagation Delay
 - Delay Skew
 - Insertion Loss (Attenuation)
 - NEXT (Near - End Crosstalk)
 - Return Loss
 - ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio)

- เอกสารการทดสอบสายสัญญาณข้อมูล
ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบสาย Fiber Optic และ UTP ทุกเส้นจากอุปกรณ์ทดสอบจำนวน 3 ชุด มาเป็นหลักฐาน และเซ็นรับรองโดยวิศวกรผู้ติดตั้งและทดสอบที่ได้รับใบรับรอง (Certified Installer) เกี่ยวกับการติดตั้งและทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตระบบสายสัญญาณข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Data Cabling System)

หมวดที่ 22. สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ
(Automatic Transfer & Bypass-Isolation Switches: ATS)

22.1 คุณสมบัติทั่วไป

- ATS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของฟิวส์กระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ
- ATS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่ใช้กับ ATS ตัวต้องผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐาน
 - UL1008 - Standard for Automatic Transfer Switches
 - IEC 60947-6-1 Low-voltage switch and control gear : Multifunction equipment : Automatic Transfer Switch Equipment
- ในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียวหรือไฟฟ้าหลักขัดข้อง สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ จะสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าในลักษณะปลดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟแรกหรือแหล่งจ่ายไฟหลักก่อนการโอนถ่ายสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านแบบ (Break Before Make)
- ในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองพร้อมกันหรือแหล่งจ่ายไฟหลักกลับมาในระดับแรงดันและความถี่ที่ถูกต้อง สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ จะต้องสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยภาระไฟฟ้า จะต้องได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและไม่มีการขาดช่วงด้วยวิธีการโอนถ่ายแบบ Make Before Break

22.2 รายละเอียดกลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

- ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้า และมีการล็อกตำแหน่งและกดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- สวิตช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง
- ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ (Neutral) ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัด โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer and Re-Transfer) สายศูนย์ (Neutral) ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกันจนกว่าการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านเสร็จสิ้นลง การเชื่อมกันของสายศูนย์ (Neutral) นี้ต้องเกิดขึ้นไม่นานเกิน 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิตช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ (Neutral) ตามเงื่อนไข

22.3 สวิตช์บายพาส (Bypass - Isolation Switch) (กรณีทีระบุในแบบรูปให้ใช้)

- สวิตช์บายพาสแบบสองทางต้องปฏิบัติการด้วยการใช้มือโยกหรือตามคำแนะนำจากผู้ผลิตเพื่อถ่ายภาระไฟฟ้า (Load) ไปยังแหล่งใดแหล่งหนึ่งผ่านสวิตช์บายพาสและปลด ATS ออกจากทั้งภาระไฟฟ้าและแหล่งจ่ายไฟทั้งสอง โดยต้องปฏิบัติการแบบ Manual
- การบายพาสจะต้องไม่เกิดการสะดุดขาดหายของไฟฟ้าสู่ Load ไม่อนุญาตให้ใช้ระบบที่ต้องปลด Load ออกเพื่อทำการบายพาส คันโยกหรืออุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่บายพาสแนะนำมี 3 ปฏิบัติการ คือ "Bypass To Normal", "Automatic" และ "Bypass To Emergency" ความเร็วในการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัสบายพาสจะต้องเท่ากับความเร็วของหน้าสัมผัส ATS ณ ตำแหน่ง "Automatic" หน้าสัมผัสบายพาสจะต้องไม่เชื่อมต่ออยู่กับการจ่ายไฟฟ้า
- ระบบบายพาสและปลด ATS จะต้องมีการ Interlock เพื่อป้องกันการบายพาสที่จะเชื่อมแหล่งจ่ายไฟทั้งสอง และ ภาระไฟฟ้า (Load) เข้าด้วยกัน ไม่อนุญาตให้ใช้ระบบ Interlock การบายพาสและปลด ATS ด้วยกุญแจหรือระบบที่ไม่สามารถปลด ATS ออกจากระบบได้ทั้งตัว

22.4 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)

- แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยใส่รหัสผ่าน

- แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ Inphase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้าปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว
- การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิตช์มีดังนี้
 - การตรวจจับแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ
 - Normal Source Voltage Drop -Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน
 - Normal Source Voltage Pick -Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน
 - Emergency Source Voltage Drop - Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งาน
 - Emergency Source Voltage Pick – Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85 -100% ของพิกัดแรงดันใช้งาน
 - Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-6 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง
 - Normal - To - Emergency Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน
 - Emergency - To - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ
 - Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว
 - Engine Exerciser
 - ❖ สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์
 - ❖ สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- ❖ เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด(Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้
- ATS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐาน UL1008 ซึ่งระยะเวลาในการทนกระแสลัดวงจรได้ 1 1/2 และ 3 ไชเคิล ไม่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ผ่านการทดสอบดังกล่าว
- โรงงานผู้ผลิต ATS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO 9001 (ISO 9001 International Quality Standard)

หมวดที่ 23. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV Systems)

(ถ้ามี)

23.1 ความต้องการทั่วไป

- ให้ผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้ง ระบบไฟฟ้าสำหรับ กล้องวงจรปิด ตามแบบรูป
- เป็นระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดเครือข่าย (IP Camera)
- ระบบการบันทึกและอุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสินค้าเดียวกัน เพื่อความสะดวกในเรื่องการรับประกันและการบริการหลังการขาย
- วัสดุและอุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุด
- การจัดเก็บข้อมูลต้องสามารถจัดเก็บได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน หรือตามแบบรูปที่กำหนด

23.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบเครือข่าย (IP CAMERA) แบบมุมมองคงที่สำหรับติดตั้งภายในอาคาร

- มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
- ใช้เทคโนโลยี IR-Cut filter หรือ Infrared Cut-off Removable (ICR) สำหรับการบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืนโดยอัตโนมัติ
- เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดสีแบบเครือข่าย (IP Camera) มีคุณภาพสูงสามารถใช้งานได้ทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน (Day/Night)
- มีความไวแสงน้อยสุด ไม่มากกว่า 0.25 LUX สำหรับการแสดงภาพสี (Color) และไม่มากกว่า 0.05 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ (Black/White)
- มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3 นิ้ว
- มีผลต่างค่าความยาวโฟกัสต่ำสุดกับค่าความยาวโฟกัสสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร
- สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
- สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range) ได้
- สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
- ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย
- สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, HTTPS, “NTP หรือ SNTP”, SNMP , RTSP , IEEE802.1X ได้เป็นอย่างดี
- มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MicroSD Card หรือ Mini SD Card
- ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ในรูปแบบแผ่น CD หรือ DVD หรือ USB ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง หรือสามารถ Download จากเว็บไซต์ผู้ผลิต
- ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ
- เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก หรือ EN, UL และ FCC เป็นอย่างน้อย
- มีหนังสือรับรองจากตัวแทนจำหน่าย หรือ ผู้ผลิต และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับโปรแกรมบันทึกภาพเพื่อการทำงานงานร่วมกันได้อย่างดี

23.3 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบเครือข่าย (IP CAMERA) แบบมุมมองคงที่สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร

- การมีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
- ใช้เทคโนโลยี IR-Cut filter หรือ Infrared Cut-off Removable (ICR) สำหรับการบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืนโดยอัตโนมัติ
- เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดสีแบบเครือข่าย (IP Camera) มีคุณภาพสูงสามารถใช้งานได้ทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน (Day/Night)
- มีความไวแสงน้อยสุด ไม่มากกว่า 0.12 LUX สำหรับการแสดงภาพสี (Color) และไม่มากกว่า 0.05 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ (Black/White)
- มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3 นิ้ว
- มีผลต่างค่าความยาวโฟกัสต่ำสุดกับค่าความยาวโฟกัสสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร
- สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
- สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range) ได้

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
- ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย
- สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, HTTPS, “NTP หรือ SNTP”, SNMP, RTSP ,IEEE802.1X ได้เป็นอย่างน้อย
- มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MicroSD Card หรือ Mini SD Card
- ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ในรูปแบบแผ่น CD หรือ DVD หรือ USB ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง หรือสามารถ Download จากเว็บไซต์ผู้ผลิต
- ตัวกล่องได้มาตรฐาน IP66 หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับหุ้มกล่อง (Housing) ที่ได้มาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า
- สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -10 °C ถึง 50°C เป็นอย่างน้อย
- ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ
- เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก หรือ EN, UL และ FCC เป็นอย่างน้อย
- มีหนังสือรับรองจากตัวแทนจำหน่าย หรือ ผู้ผลิต และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับโปรแกรมบันทึกภาพเพื่อการทำงานงานร่วมกันได้อย่างดี

23.4 เครื่องควบคุมการบันทึกและแบ่งภาพ (NVR.) จะต้องมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- เป็นอุปกรณ์ที่ผลิตมาเพื่อบันทึกภาพจากกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ
- สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้ตามมาตรฐาน MPEG4 หรือ H.264 หรือดีกว่า
- ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- สามารถบันทึกภาพและส่งภาพเพื่อแสดงผลที่ความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, SMTP, “NTP หรือ SNTP”, SNMP , RTSP ได้เป็นอย่างดี
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ (Surveillance Hard Disk) ชนิด SATA ขนาดความจุรวมที่ระบุสามารถเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน หรือตามที่แบบรูปกำหนด โดยให้ผู้รับจ้างส่งรายการคำนวณประกอบเพื่อขออนุมัติ
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้
- ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ในรูปแบบแผ่น CD หรือ DVD หรือ USB ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง หรือสามารถ Download จากเว็บไซต์ผู้ผลิต
- สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 ด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ

23.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบ 24 Ports (PoE Switch) มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
- มีพอร์ต PoE สำหรับจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ได้ไม่ต่ำกว่า 30 W. ต่อพอร์ตหรือดีกว่า
- มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 50 Gbps
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 Mac Address
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง

23.6 จอภาพแสดงผล มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- จอภาพ LED TV ขนาดไม่ต่ำกว่า 43 นิ้ว หรือ ตามแบบที่กำหนด
- จอภาพความละเอียดภาพระดับ Full HD
- มีค่าระดับความละเอียดจอภาพ (Resolution) 1920 x 1080 pixel

- มีช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีช่องสัญญาณ Input ชนิด HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง เพื่อรองรับทั้งภาพและเสียง
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศูนย์บริการได้มาตรฐานในประเทศไทย

23.7 เครื่องสำรองไฟฟ้า 5kVA. หรือตามที่แบบรูปกำหนด จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

- เครื่องสำรองไฟฟ้าระบบ True On line Double Conversion Design
- มีขนาด 5,000 VA 4,200 watt หรือตามแบบที่กำหนด หรือดีกว่า
- แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 220 VAC +/- 25% , 50 Hz +/- 10% หรือตามแบบที่กำหนด
- แรงดันไฟฟ้าขาออก 220 VAC +/- 1% , 50 Hz +/- 0.1% หรือตามแบบที่กำหนด
- สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- มีค่าตัวประกอบกำลัง (Input Power Factor) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.98
- มีค่าตัวประกอบกำลัง (Output Power Factor) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.90
- มีค่า Harmonic Distortion (Linear Load) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3%
- มีค่า Harmonic Distortion (Non-linear Load) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5%
- ควบคุมการทำงานผ่าน USB Port / RS-232 / SNMP
- ควบคุมการทำงานด้วย Microprocessor

23.8 เครื่องสำรองไฟฟ้า 1kVA. หรือตามที่แบบรูปกำหนด

- เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด Line Interactive หรือดีกว่า
- มีขนาดจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ที่ 1,00VA / 500 W หรือดีกว่า
- สามารถจ่ายแรงดัน 220 V +/- 10% หรือดีกว่า
- ความถี่ 50 Hz +/- 0.1% หรือดีกว่า
- สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

23.9 การติดตั้ง

- ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อร้อยสายพร้อมร้อยสายไฟฟ้าและสายนำสัญญาณ ตามแบบรูปกำหนด เดินในท่อร้อยสาย (หรือตามที่ระบุในแบบ) ส่วนการเดินท่อให้เดินท่อร้อยสายของสายนำสัญญาณและสายไฟฟ้าแยกออกจากกัน และให้เป็นไปตาม “ข้อกำหนดการเดินสายสำหรับระบบแรงต่ำและช่องเดินสาย” ในส่วนที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- อุปกรณ์ประกอบของระบบโทรศัพท์วงจรปิด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับอุปกรณ์หลัก ยกเว้นบางส่วนของใช้ผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งจะต้องเข้ากับอุปกรณ์หลักได้โดยไม่มีผลกระทบต่อระบบภาพ และไม่ทำให้คุณภาพของระบบหลักลดลง
- ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานได้โดยสมบูรณ์ตามหลักวิชาการทางด้านงานวิศวกรรม
- เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องปรับมุมมองและความชัดเจนของภาพบนจอภาพจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้าง และทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วนตามมาตรฐานของผู้ผลิตหรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร โดยมีผู้ว่าจ้างเข้ามาร่วมด้วย

หมวดที่ 24. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR) (ถ้ามี)

24.1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อใช้ทดแทนเมื่อระบบไฟฟ้าพื้นฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นขัดข้อง ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้มีความสำคัญสำหรับอาคารจอดรถ โดยต้องใช้ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินทดแทนระบบไฟฟ้าพื้นฐานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ วงจรไฟฟ้าช่วยชีวิตและวงจรไฟฟ้าที่มีความสำคัญ มีการทำงานที่ต่อเนื่อง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องประกอบไปด้วย

- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator) ชุดเครื่องยนต์ (Engine)
- ท่อไอเสีย Silencer และอุปกรณ์ลดความดังของเสียง
- ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Tank)
- แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Control Panel)
- อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Material of Construction)
- ตู้เก็บเสียง (Canopied Type or Enclosed Sets)
- อุปกรณ์ที่ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

24.1.2 มาตรฐานอ้างอิง

- ตามมาตรฐานอเมริกา (American Standard)
 - a) ANSI/NEMA 250 - Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
 - b) ANSI/NEMA MGI - Motors and Generator
 - c) ANSI/NFPA 70 - National Electric Code
 - d) ANSI/NFPA 99 - Health Care Facilities

- ตามมาตรฐานยุโรป (European Standards) BS,DIN
- ตามมาตรฐานสากล IEC (International Electromechanical Commission)

24.1.3 คุณสมบัติเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับจ่ายพลังงานฉุกเฉิน กรณีไฟฟ้าปกติขัดข้อง

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (EMERGENCY STANDBY) :ESP ขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ ที่ 1,500 รอบ/นาที 400/230 โวลท์ ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ซึ่งวัดที่ระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิที่ 40 องศา C
- ค่า EMISSION ของเครื่องยนต์ดีเซล จะต้องได้ตามมาตรฐาน TA – Luft หรือ EURO – II หรือ EPA
- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ประกอบเสร็จระหว่างเครื่องยนต์ต้นกำลัง ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และชุดควบคุม) ซึ่งประกอบขึ้นจากโรงงานที่ดำเนินกิจการผลิตหรือประกอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Under License) ที่ได้รับมาตรฐานการผลิต ISO 9001 และ 14001
- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator) และ แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Controller) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

24.1.4 เอกสารประกอบการพิจารณา

- เอกสารที่นำเสนอขออนุมัติใช้ดังต่อไปนี้
 - 1) แบบแคตตาล็อกตัวจริง (พิมพ์สี) ที่มีขนาดและน้ำหนักของชุดเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมชุดควบคุมตามรายละเอียดในแบบกำหนด
 - 2) แคตตาล็อกเครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค
 - 3) เอกสารการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 4) รายการแสดงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ซึ่งแสดงแรงม้าและอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
 - 5) ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดควบคุม
 - 6) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตหรือประกอบภายในประเทศที่มีขนาดไม่เกิน 150 KVA. ต้องมีใบรับรองผลการทดสอบจากหน่วยงานราชการที่เชื่อถือได้ หรือได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.868-2532) หรือ ISO9001
 - 7) ข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษา รวมทั้งคำแนะนำสำหรับการทำงาน การซ่อมบำรุงประจำสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดควบคุม พร้อมทีมช่างของบริษัทผู้จำหน่าย

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- แบบแสดงการติดตั้งโดยมีวิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
แขนงกำลังไฟฟ้า ระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เช่นชื่อในแบบ
 - 1) จะต้องส่งแบบแสดงการติดตั้ง พร้อมวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุม
 - 2) จะต้องส่งเอกสารจากผู้ผลิตเกี่ยวกับคำแนะนำการติดตั้ง และแบบแสดงวิธีการติดตั้งชุด
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและ อุปกรณ์ (ภาษาอังกฤษ – ภาษาไทย)

24.1.5 คุณสมบัติ

- โรงงานผู้ผลิตและประกอบ จะต้องเป็นบริษัทที่เชี่ยวชาญด้านระบบเครื่องยนต์ ชุดเครื่องกำเนิด
ไฟฟ้า โดยมีเอกสารรับรองการผลิต (LICENSEE) ประสบการณ์ไม่น้อยกว่าสิบปี (10 ปี)
- ผู้แทนจำหน่าย (Authorized distributor) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบในการจัดหา
อุปกรณ์อำนวยความสะดวกด้านบริการและอะไหล่ตลอดอายุการใช้งานและทีมช่างประจำบริษัท
เพื่อซ่อมบำรุง โดยเป็นผู้แทนจำหน่ายไม่น้อยกว่า 5 ปี

24.1.6 การรับประกัน

- ให้รับประกันตามระยะเวลา อย่างน้อย 2 ปี หรือตามที่ระบุไว้ในสัญญาจ้าง

24.1.7 การบำรุงรักษา

- การบริการบำรุงรักษา บริการหลังการขาย บริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องจัดหา
อะไหล่ทดแทนเมื่ออุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานชำรุด โดยใช้เวลาไม่เกิน 15 วัน หลังจากที่ได้รับแจ้ง (ใน
ระยะประกัน)
- จะต้องบำรุงรักษาระบบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากวันที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ตามระยะเวลาการ
รับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี หรือตามที่ระบุไว้ในสัญญาจ้าง
- จะต้องส่งรายชื่อของอะไหล่กับ Part number และ Electrical Drawing
- จะต้องส่งรายการอะไหล่ที่แนะนำโดยผู้ผลิตที่ต้องเปลี่ยนในช่วงเวลาห้าปี (5 ปี) พร้อมราคา
และค่าบริการ เป็นราคาต่อหน่วยปัจจุบัน

24.1.8 อุปกรณ์ที่ต้องส่งมอบในวันตรวจรับ

- คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า = จำนวน 3 ชุด
- คู่มือการใช้งานชุดควบคุมเครื่องกำเนิด = จำนวน 3 ชุด
- วงจรการต่อระบบควบคุมของตู้ควบคุมและเครื่องกำเนิด = จำนวน 1 ชุด
- ALTERNATOR INSTRUCTION BOOK = จำนวน 1 ชุด
- ENGINE PARTS CATALOG BOOK = จำนวน 1 ชุด

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

➤ SPARE PARTS

- ❖ ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง = จำนวน 1 ชุด
 - ❖ ไส้กรองน้ำมันเครื่อง = จำนวน 1 ชุด
 - ❖ ไส้กรองอากาศ และอื่นๆที่จำเป็น สำหรับระบบเครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า = จำนวน 1 ชุด
- เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับบำรุงรักษาของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ บรรจุในกล่องโลหะ = จำนวน 1 ชุด
- พิวส์ที่ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าของระบบทุกขนาด = จำนวน 2 ชุด
- และสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ แต่มีความจำเป็นต่อระบบ ผู้รับจ้างส่งมอบพร้อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น

24.2. รายละเอียดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

24.2.1 Generator Set

- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซล, หม้อน้ำ, อัลเทอร์เนเตอร์ และชุดควบคุม ติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกัน ประกอบจากโรงงานอย่างถูกต้องบนฐานเหล็กที่สร้างขึ้น ให้มีความแข็งแรง พร้อมอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนจากการทำงานของเครื่องยนต์
- พิกัดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- a) ขนาดที่ต้องการ : ตามที่ระบุในแบบ (kVA. หรือ kW.)
 - b) PRIME RATING : ตามที่ระบุในแบบ โดยสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง
 - c) POWER FACTOR : 0.80 LAGGING
 - d) SPEED : 1,500 RPM
 - e) FREQUENCY : 50 HZ
 - f) VOLTAGE : 380/220 V หรือมาตรฐานเดียวกับระบบไฟฟ้าหลัก
 - g) ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ : 3 เฟส 4 สาย

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- h) ระบบการเหนี่ยวนำ : BRUSHLESS EXCITER (PERMANENT
MAGNET)
- i) EMISSION : ของเครื่องยนต์ดีเซลได้มาตรฐานสากล เช่น TA
- Luft หรือ EURO -II หรือ EPA
- j) LOAD ACCEPTANCE : SINGLES STEP LOAD ไม่น้อยกว่า 80% ของ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- การควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULATION ต้องไม่เกินกว่า ± 1.0 % จาก NOLOAD ถึง FULL LOAD ของแรงดันไฟฟ้าปกติ
- Frequency Regulation : จะต้องไม่เกิน 0.25% ของความเร็วรอบปกติ
- ต้องทนต่อการใช้ LOAD เกินเกณฑ์สำหรับ MOTOR STARTING ซึ่งทนได้ไม่น้อยกว่า 250% ของกระแส FULL LOAD ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
- Total Harmonic Content : ทั้งหมดไม่เกิน 5 % ของภายใต้พื้นฐานทุกสภาพการทำงาน
- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพไม่เกินกว่าเกณฑ์ดังต่อไปนี้
 - a) Voltage regulation shall be ± 1.0 % rated voltage.
 - b) Steady state voltage stability ± 0.25 % rated voltage.
 - c) Balanced telephone interference factor (TIF) shall not exceed 50.
 - d) Frequency regulation from no load to full load shall be isochronous operation.
 - e) Generator set shall be capable of start-up and accepting load within 10 seconds.

24.2.2 เครื่องยนต์

- ต้องขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (EMERGENCY STANDBY) :ESP ที่ใช้สำหรับขับอัลเทอร์เนเตอร์โดยตรงจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิต และมีกำลังเพียงพอที่จะขับอัลเทอร์เนเตอร์ตามแบบกำหนด
- Governor สามารถควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อรักษาความเร็วในการทำงานโหลดโดยอัตโนมัติ และสามารถควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน $\pm 0.25\%$ ของความเร็วรอบปกติ (1,500 รอบต่อนาที)
- ระบบถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบไปด้วย ถังน้ำมันและปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง (แบบหมุนมือและแบบมอเตอร์ไฟฟ้า)
 - a) Fillpoint : ติดตั้งท่อเติมน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า $\varnothing 25$ มม. (1 นิ้ว) พร้อมวาล์ว และจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่รถบรรทุกน้ำมันสามารถเข้าถึงได้
 - b) การติดตั้งถังน้ำมัน :
 - กรณีที่ เป็นแบบ Open Skin ต้องติดตั้งใกล้เครื่องยนต์
 - กรณีที่ เป็นแบบ เก็บเสียง (Enclosed Sets or Canopied Type) ให้มีการประกอบแล้วเสร็จภายใน Enclosed set
 - มีอุปกรณ์ปั้มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบมือหมุน และแบบใช้ Motor ไฟฟ้า สำหรับเติมน้ำมันเข้าถึง ท่อน้ำมันส่วนเกินกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมัน ขนาดถังน้ำมันจะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง (หรือตามแบบกำหนด) โดยมีระบบ Ground System ตามมาตรฐาน
 - c) Engine Fuel Pump : จะต้องมียูนิทที่สามารถปั้มน้ำมันให้ได้ปริมาณเพียงพอของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการ ต้องมีโซลินอยวาล์วสำหรับตัด-ต่อการทำงานเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถึงขณะเติมน้ำมัน และการตัด การทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทันทีเมื่อปริมาณน้ำมันอยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด
 - d) การตรวจสอบระดับน้ำมันที่ถัง Dry Tank จะถูกตรวจระดับน้ำมันได้โดยท่อใสข้างถังน้ำมันที่แสดงจำนวนน้ำมันในถัง
- การหล่อลื่นเครื่องยนต์จะต้องมีระบบน้ำมันหล่อลื่นสมบูรณ์ด้วย ปั้มน้ำมันเครื่องยนต์

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Engine Cooling System : ระบบระบายความร้อน จะต้องมียุติในระบบ มีความจุที่เพียงพอ สำหรับระบายความร้อนเครื่องยนต์ ขณะที่เครื่องยนต์ทำงานที่โหลดสูงสุดที่อุณหภูมิ 40 °C หม้อน้ำของเครื่องยนต์ ติดตั้งกับเครื่องยนต์ หรือแบบแยก (Remote Radiator) ที่มีพัดลม มอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ พัดลมจะต้องมี Protection Guard ป้องกันอันตรายจากการทำงานของเครื่องยนต์
- ระบบอากาศไหลเวียน
 - a) Air Filter : จะต้องมียุติกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถถอดเปลี่ยนหรือทำ ความสะอาดได้ง่าย
 - b) Silencer : เพื่อป้องกันเสียงความถี่สูง ต้องสามารถลดระดับเสียงในอากาศที่ ยอมรับได้ในระดับสูงสุด สำหรับอาคารและที่อยู่อาศัยในสถานพยาบาล
- ระบบท่อไอเสียสำหรับเครื่องยนต์จะต้องแยกกัน และจะต้องมีท่อสำหรับยึดหยุ่นเพื่อต่อออกไปสู่ภายนอกอาคาร
 - a) Flexible ไอเสีย : จะต้องสามารถดูดซับแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องยนต์ และการขยาย ความร้อนและหดตัวของท่อไอเสีย
 - b) ท่อไอเสีย Silencer : จะต้องลดเสียงที่ออกมาจากเครื่องยนต์ระหว่าง 36-40 dB (Super Critical)
 - c) การติดตั้งท่อไอเสีย จะต้องหุ้มฉนวนป้องกันความร้อนในส่วนที่อยู่ภายในอาคารแบบไม่ติด ไฟ และมีระบบ ป้องกันน้ำฝนเข้าท่อ
- ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าเริ่มต้นจากแบตเตอรี่
 - a) Battery : แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นชนิดกรด-ตะกั่ว ปิดผนึกด้วยพลาสติกง่ายสำหรับการ บำรุงรักษา แบตเตอรี่จะต้องมีขนาดเพียงพอที่อุณหภูมิ 40°C เพื่อสามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ ให้ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง ทุกๆ 15 วินาที
 - b) Battery Charger : สามารถชาร์จแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติ อัตประจุไฟแบตเตอรี่ทั้งหมดให้ เต็มภายใน 8 ชั่วโมง
 - c) Exerciser : สำหรับตั้งเวลาเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้ตามที่กำหนดโดยอัตโนมัติ ทุกๆ สัปดาห์

➤ ระบบความปลอดภัย

a) ระบบควบคุมเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งเพื่อควบคุมความปลอดภัยอัตโนมัติดังต่อไปนี้

- มีเมนสวิตช์ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อตัดวงจรเซอร์กิตเบรกเกอร์ทันทีเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบพร้อมติดตั้งระบบสายดิน (Ground System) ตามมาตรฐานการไฟฟ้าและ วสท.
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
- อุณหภูมิของน้ำในหม้อน้ำสูงกว่าปกติ
- เครื่องยนต์ความเร็วเกินกว่าปกติ

b) Alarm System : ระบบความปลอดภัยแสดงโดยแสงและเสียง

➤ Engine Instrument : เครื่องวัดสำหรับเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต มีรายการดังต่อไปนี้

- a) Cooling water temperature gauge
- b) Lubricating oil pressure gauge
- c) Running time meter
- d) Tachometer
- e) Emergency stop switch
- f) Key switch or Pushbuttons Switch for manual start
- g) Automatic shutdown alarm

24.2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (EMERGENCY STANDBY) :ESP ได้ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบชนิด 3 เฟส 4 สาย 400/230 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นชนิดไม่มีแปรงถ่านระบายความร้อนด้วยพัดลม ซึ่งติดบนแกนเดียวกับ ROTOR ตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ BS

- การควบคุมแรงเคลื่อนเป็นแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULATION ต้องไม่เกินกว่า $\pm 1\%$ จาก NOLOAD ถึง FULL LOAD ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ถึง 1
- ฉนวนของ ROTOR และ STATOR จะต้องได้มาตรฐาน CLASS H หรือดีกว่า
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมียระบบป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนวิทยุ และระบบอื่นๆ ตามมาตรฐาน VDE หรือ BS
- EXCITATION SYSTEM เป็นแบบ PMG
- ต้องทนต่อการใช้ LOAD เกินเกณฑ์สำหรับ MOTOR STARTING ซึ่งทนได้ไม่น้อยกว่า 250% ของกระแส FULL LOAD ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

24.2.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด จะต้องเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครโพรเซสเซอร์ (ELECTRONIC MICROPROCESSOR) ควบคุมกับการแสดงผลการเตือนด้วยเสียง หรือการสื่อสารระยะไกลเชื่อมต่อกับระบบ BAS ได้ (ถ้ามี) ระบบแผงควบคุมต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นดังต่อไปนี้

- a) GENERATOR CIRCUIT BREAKER
- b) AC VOLTMETER WITH PHASE SELECTOR SWITCH
- c) AC AMPMETER (3 phase)
- d) FREQUENCY METER
- e) KILOWATMETER หรือ KVA. METER
- f) POWER FACTOR METER
- g) SIGNAL LAMP FOR OPERATE AND ALARM

24.2.5 ระบบเตือน

มีการแสดงผลเตือนที่หน้าจอบ และเสียงเตือน

24.2.6 ตู้ครอบเก็บเสียง (CANOPY SOUND PROOF)

- เป็นชุดตู้ครอบเก็บเสียง ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะต้องทำการวัดระดับเสียง ในการทดสอบจ่ายกำลังไฟฟ้าของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่หน้างานจริง ด้วย Load Bank เมื่อชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเดิน ที่ 75% ของกำลังเต็มที่ของชุด

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมียกระดับความดังของเสียงเฉลี่ยไม่เกิน 85 dBA. ที่ระยะ 1 เมตร วัดโดยรอบๆ

- มีประตูเพื่อสามารถ SERVICE MAINTENANCE ได้สะดวกอย่างน้อย 2 บาน และตู้ครอบมีช่องระบายอากาศ (AIR INLET / OUTLET SOUND ATTENUATOR)
- ผนังของ SOUND ATTENUATED ENCLOSURE จะต้องบุวัสดุลดเสียงโดยมีชนิดและขนาดตามผู้ผลิตแนะนำโดยต้องเป็นวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพและไม่ติดไฟ

24.2.7 ระบบป้องกันเสียงห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ถ้ามี)

- ประตูห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นชนิดเก็บเสียง (acoustic door) ห้ามใช้ประตูม้วน (rolling shutter) เป็นประตูห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการติดตั้งระบบป้องกันเสียง
- ช่องลมเข้าและออกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องติดตั้งกล่องป้องกันเสียง (sound attenuator) ขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ระดับเสียงวัดที่ระยะห่าง 1 เมตร จากผนังห้องด้านนอกและช่องเปิดใดๆ ต้องมีค่าตามที่กฎหมายกำหนด
- ผนังห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องบุด้วยฉนวนป้องกันเสียง (soundproof material) ชนิดไม่ติดไฟ (non-combustible) สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- Sound Proof ส่วนที่เป็นฝ้าเพดาน(ถ้ามี)ให้ผู้รับจ้างจัดทำโครงเหล็ก (Structure) เพื่อรองรับฝ้าเพดานให้มีความมั่นคงแข็งแรง

24.2.8 การประกอบ

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแผงควบคุม จะต้องประกอบและมีผลผ่านการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิต ในรุ่นที่ นำเสนอ และจะต้องระบุหมายเลขรุ่น (Model) ของเครื่องก่อน ส่งเข้าสู่หน่วยงานให้ตรงกับรุ่นที่ผ่านการอนุมัติโดยมีรายละเอียดของเอกสารการนำเข้าที่ถูกต้องตามกฎหมายและระเบียบของกรมศุลกากร

24.3. Execution

24.3.1 การตรวจสอบ

- การตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ตามในแบบที่กำหนด ก่อนที่จะรับมอบงาน

- ตรวจสอบสาธารณูปโภคที่จำเป็นมีอยู่ในสถานที่ที่เหมาะสมและพร้อมใช้งาน เช่น การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าและระบบสายดิน

24.3.2 การติดตั้ง

- การติดตั้งในหน่วยงานตามรายละเอียดในสัญญากำหนด และต้องส่งแบบจริงทั้งหมดเพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง
- ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และรายละเอียดที่กำหนดในสัญญาก่อสร้างและมาตรฐานตามหลักวิศวกรรม (วสท.)

24.3.3 การทดสอบ

ก). การทดสอบสมรรถนะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Load test) ให้ทำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยขณะทดสอบให้มีการบันทึกค่าต่างๆ เช่น ขนาดโหลด, แรงดันไฟฟ้า (voltage), ความถี่ (frequency), กระแสไฟฟ้า (current), ค่าแรงดันน้ำมันหล่อลื่น (oil pressure), อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน (water temperature), อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น โดยทำการทดสอบจ่ายโหลดตามพิกัดกำลัง (Name plate kW.) เป็นขั้นตอนดังนี้

(1) จ่าย LOAD ไม่น้อยกว่า 30% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 30 นาที

(2) จ่าย LOAD ไม่น้อยกว่า 50% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 30 นาที

(3) จ่าย LOAD ไม่น้อยกว่า 100% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 60 นาที

การทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโหลดเทียม (Load Bank) สำหรับใช้ในการทดสอบ 100% ของพิกัดกำลัง (Name plate, kW) ของเครื่องกำเนิด

ข). การทดสอบแบบจ่ายโหลดครั้งเดียว (Single step load test) ให้ดำเนินการทันทีหลังจากเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเพื่อระบายความร้อน โดยการสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้าถึงค่าใช้งาน ให้จ่ายโหลด 80% ของพิกัดกำลัง (Name plate kW.) ให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Single step load) ทันที แล้วบันทึกค่าแรงไฟฟ้าและความถี่กระเพื่อม (Voltage and frequency dip) และเวลาเข้าสู่สภาวะใช้งาน (Recovery time) โดยให้เป็นไปตามค่าที่ระบุ ตามมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (วสท.ข้อ 3.2.4 (2)) ฉบับล่าสุด หรือตามที่ระบุในระดับสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค). การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน (Function test) ให้ดำเนินการภายหลังการทดสอบสมรรถนะเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Load test) ตามข้อ ก). เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยเป็นการทดสอบการใช้งานจริงเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานได้จริงเมื่อไฟฟ้าหลักเสียหายหรือขัดข้อง และเมื่อไฟฟ้าหลักกลับสู่สภาวะปกติ มีรายละเอียดดังนี้

- ให้ทำการดับไฟฟ้าหลักเสมือนไฟฟ้าหลักดับหรือขัดข้อง
- บันทึกช่วงเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับคำสั่งสตาร์ท (time delay on start)
- บันทึกช่วงเวลากการตั้งแต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเริ่มสตาร์ทจนสตาร์ทติด (the cranking time until the prime mover starts and runs)
- บันทึกช่วงเวลาดังแต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสตาร์ทติดจนถึงความเร็วรอบใช้งาน (the time taken to reach operating speed)
- บันทึกช่วงเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าใช้ในการเข้าสู่สภาวะคงที่และสวิตช์สับถ่ายจากตำแหน่งรับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (normal source) ไปรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (emergency source)
- บันทึกช่วงเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองระบายความร้อน (cool down) และดับเองโดยอัตโนมัติ (shutdown)

ง). ค่าใช้จ่ายและอุปกรณ์ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้ครบตามรายการ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้นกับทางองค์การ ฯ พร้อมบันทึกค่าต่างๆ ส่งต่อ องค์การฯ

จ). การส่งมอบงาน ผู้รับจ้างจะต้องส่งวิศวกรมาร่วมทดสอบการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไข พร้อมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์เครื่องใช้ทุกอย่างที่จำเป็นในการทดสอบ ตลอดจนถึงแนะนำและฝึกสอนเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้สามารถ OPERATE เครื่องได้เองโดยไม่คิดมูลค่าใดๆ ทั้งสิ้น

ฉ). ทดสอบกรณีไฟฟ้าขัดข้อง รวมทั้งดำเนินการสับเปลี่ยนของอัตโนมัติกทรานเฟอร์สวิตซ์ ทั้งในระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมด้วยมือ (Manual)

ณ). ในระหว่างการทดสอบจะต้องบันทึกต่อไปนี้

(1) Kilowatts or kVA.

(2) Amperes

(3) Voltage

(4) Coolant temperature

(5) Room temperature

(6) Frequency

- การรับประกัน ต้องรับประกันเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นเวลา 2 ปี หรือตามที่ระบุไว้ในสัญญาจ้าง หลังจากวันส่งมอบ หากเกิดการขัดข้องในระหว่างประกันเนื่องจากการใช้งานจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ใช้งานได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- จะต้องมีเครื่องหมายในรายละเอียดของเอกสารที่นำเสนอตามหัวข้อที่กำหนดให้ชัดเจน

หมวดที่ 25. รายชื่อผู้ขายผลิตภัณฑ์วัสดุอุปกรณ์และผู้ผลิตที่ได้รับการยอมรับ

บททั่วไป

คุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายการประกอบแบบนี้ วัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องเป็นที่ยอมรับว่าผลิตขึ้นมาเพื่อใช้งานนั้นๆ โดยเฉพาะหากมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานจากผู้ผลิตหรือผู้ผลิตได้พัฒนามาตรฐานขึ้นก็ตาม มาตรฐานนั้นจะต้องตรงตามความต้องการหรือวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง การเลือกใช้วัสดุ “ให้ใช้วัสดุส่งเสริมการผลิตภายในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละหกสิบของวัสดุที่จะใช้ในงานก่อสร้าง”

รายชื่อตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด เช่น

➤ Transformer

- | | | |
|-------|----------------|-----------------|
| - CC | - Charoenchai | - EKARAT |
| - QTC | - THAI MAXWELL | - หรือเทียบเท่า |

➤ Generator

- | | | |
|----------------|----------------------------|--------|
| - CATERPILLA | - CUMMINS POWER GENERATION | |
| - FG.Winson | - KOHLER | - MTU. |
| -หรือเทียบเท่า | | |

➤ Automatic Transfer Switch

- | | | |
|---------------------|--------------|----------------------------|
| - ASCO | - CATERPILLA | - CUMMINS POWER GENERATION |
| - GE Zenith control | -ONAN | -หรือเทียบเท่า |

➤ Automatic Capacitor Bank & Detune

- | | | |
|----------|-----------------|----------------|
| - ABB | - EPCOS | - ELECTRONICON |
| - FRANKE | - NOKIAN | - RTR |
| -SIEMENS | - หรือเทียบเท่า | |

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Low voltage Main and Distribution Board Manufacturer
 - ASEFA
 - BTE
 - CPT Drive and Power
 - PMK
 - SPE
 - TIC
- Load Center & Consumer Unit
 - ABB
 - GE
 - Moeller
 - Schneider electric
 - Siemens
 - หรือเทียบเท่า
- Surge Protective Device
 - Circutor
 - Kumwell
 - Leutron
 - MCG
 - Phoenix Contact
 - หรือเทียบเท่า
- Grounding & Lightning System
 - Denh
 - Furse
 - Gunkul
 - Kumwell
 - หรือเทียบเท่า
- Low Voltage Circuit Breaker
 - ABB
 - Federal
 - Moeller
 - Schneider electric
 - Siemens
 - หรือเทียบเท่า
- Digital Power Meter
 - Circutor
 - Crompton
 - Janitza
 - RTR
 - Schneider electric
 - Siemens
 - Socomec
 - หรือเทียบเท่า
- Metering and Associated Equipment
 - ABB
 - Circutor
 - Crompton
 - GE
 - Mitsubishi
 - Schneider electric
 - Siemens
 - หรือเทียบเท่า

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Fire Resistance Cable
 - Bangkok cable - Draka - Furukawa
 - Leoni Studer AG - Phelps Dodge - Radox
 - Thai yazaki - หรือเทียบเท่า

- Telephone Cable
 - Bangkok cable - BTC - CTW
 - Draka - LINK - Phelps Dodge
 - Thai yazaki - หรือเทียบเท่า

- Signal Cable (RS485), UTP Cable and Coaxial cable
 - AMP - Avaya - Belden
 - CommScope - Draka - Krone
 - LINK - Phoenix - หรือเทียบเท่า

- Associated Equipment for Conduit & Cable
 - 3M - ABS - Steel city
 - UI - หรือเทียบเท่า

- Switch and Outlet
 - Bticino - Clipsal - Panasonic
 - Schneider electric - Siemens - หรือเทียบเท่า

- Telephone Outlet & Computer Outlet
 - 3M - AMP - Bticino
 - Clipsal - Krone - LINK
 - Panasonic - Schneider electric - Siemens
 - หรือเทียบเท่า

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Switch Hub
 - Avaya
 - NEC
 - Cisco
 - TP-Link
 - HP
 - หรือเทียบเท่า

- Luminaire
 - Delight
 - Luminace
 - หรือเทียบเท่า
 - L&E
 - Phillips
 - Leitner
 - X-Trabrite

- Lamp Holder
 - BJB
 - Philips
 - หรือเทียบเท่า
 - Vossloh
 - Panasonic
 - GE
 - L&E

- Lamp
 - Leitner
 - Osram
 - หรือเทียบเท่า
 - Philips
 - Toshiba
 - Sylvania
 - Panasonic

- Lighting Control System
 - Clipsal
 - Toshiba
 - Philips
 - Eelectron
 - L&E
 - หรือเทียบเท่า

- Emergency Light & Exit Light
 - Aiphone
 - Sunny
 - หรือเทียบเท่า
 - C-TEC
 - Leitner
 - Delight
 - L&E

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- Fire Alarm System
 - System sensor - Edwards - Notifier
 - Will - หรือเทียบเท่า

- MATV
 - Hirschmann - Fracarro - Televes
 - หรือเทียบเท่า

- IP PBX System
 - PBX Telephone
 - Panasonic - Xorcom - Siemens
 - Cisco - NEC - Avaya
 - Forth - GrandStream - หรือเทียบเท่า
 - IP-Phone
 - Panasonic - Xorcom - Siemens
 - Cisco - NEC - หรือเทียบเท่า

- Sound Systems
 - Sound System
 - Bosch - TOA - Sony
 - Dynacord - หรือเทียบเท่า
 - Media Player
 - Pioneer - Panasonic - Sony
 - LG - Samsung - หรือเทียบเท่า

- CCTV system
 - Pelco - Bosch - Chubb
 - Siemens - Honeywell - Avgilon
 - Panasonic - AXIS - Samsung

มาตรฐานงานก่อสร้างอาคาร
ข้อกำหนดประกอบแบบงานระบบไฟฟ้า - ไฟฟ้าสื่อสาร

- หรือเทียบเท่า

➤ Uninterruptable Power Supply (UPS)

- APC

- GE

- Socomec

- Eaton Powerware

- Liebert (Emerson)

- หรือเทียบเท่า