

รายการประกอบแบบก่อสร้าง

โครงการ

ก่อสร้างอาคารปฏิบัติการนำร่องด้านวัสดุอุตสาหกรรม

งวดที่ 4

งานวิศวกรรมไฟฟ้า

เจ้าของ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถานที่ตั้งโครงการ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จัดทำโดย

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ตรีดี อาคิเทค แอนด์ เอนจิเนียริง

71/8 หมู่ 10 ต.สุเทพ อ.เมือง.จ.เชียงใหม่



สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	1-3
2. ระบบ,รหัสสี,วิธีการติดตั้ง	4-5
3. สายไฟฟ้า	6-7
4. ท่อร้อยสาย รางร้อยสาย และอุปกรณ์ประกอบ	8-11
5. อุปกรณ์ประกอบไฟฟ้าแรงสูง	12-13
6. หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)	14-16
7. การเดินสายไฟแรงสูง	17-19
8. อุปกรณ์ประกอบระบบแรงต่ำ	20
9. ตู้กระจายไฟฟ้ารวม (MAIN DISTRIBUTION BOARD : MDB)	21-24
10. แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย (LOAD PANEL)	25
11. แผงควบคุมไฟฟ้า	26
12. ดวงคอมพร้อมอุปกรณ์ประกอบ สวิตช์ และเต้ารับ	26-27
13. ระบบป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)	28
14. ระบบป้องกันไฟกระชอกและป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	29-30
15. ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)	31-32
16. ระบบสัญญาณเตือนและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)	32-35
17. ระบบที่วิวงจรปิด (CCTV)	36-37
18. ระบบแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉินอัตโนมัติ	37-38
19. การทดสอบของระบบไฟฟ้า	39
20. การส่งมอบงาน	40-47

หมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

1 บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

ความมุ่งหมายของแบบแปลนและรายการนี้เพื่อให้ผู้รับจ้างทำการจัดหาติดตั้งระบบพร้อมอุปกรณ์งานระบบไฟฟ้าหรือระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางงานทางด้านไฟฟ้า ให้เสร็จเรียบร้อย สามารถใช้งานได้ผลดีตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.2 เกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

1.2.1 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้า ในกรณีที่กฎของการไฟฟ้ามิได้ระบุไว้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ NEC (NATIONAL ELECTRICAL CODE), ว.ส.ท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

1.2.2 วัสดุและอุปกรณ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

มอก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION
UL	UNDERWRITERS LABORATORIES INC
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
VDE	VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER
DIN	DEUTSCHER INDUSTRIE NORMEN
BS	BRITISH STANDARD
JIS	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS

1.3 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา พร้อมติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์งานระบบไฟฟ้าหรือระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางงานทางด้านไฟฟ้า เช่น ระบบทีวีวงจรปิด, ระบบไมโครโฟนห้องประชุม, ระบบเสียง, ระบบแจ้งเตือนอัคคีภัย, ระบบโทรศัพท์ และระบบป้องกันฟ้าผ่า เป็นต้น ให้กับผู้ว่าจ้าง และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ รวมถึงแรงงานเครื่องมือเครื่องใช้ สถานที่ที่เก็บของ พลังงานไฟฟ้า และงานอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้งานเสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ และใช้งานได้ดีตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้างตามที่แสดงไว้ในแบบและขอบเขตของงานข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

1.3.1 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง สำหรับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากสายส่งแรงสูงของมหาวิทยาลัยฯ หรือตามที่ได้แสดงในแบบ

1.3.2 จัดหาและติดตั้งตู้สวิตช์เกียร์แรงสูง หรือตามที่ได้แสดงในแบบ

1.3.3 จัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า และระบบสายดินทั้งหมด หรือตามที่ได้แสดงในแบบ

1.3.4 จัดหาและติดตั้งเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้า หรือตามที่ได้แสดงในแบบ4.

1.3.5 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลงไฟฟ้ามายังแผงจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ หรือตามที่ได้แสดงในแบบ

- 1.3.6 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์แรงต่ำและแผงจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ หรือตามที่ได้แสดงในแบบ
- 1.3.7 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าย่อยแรงต่ำ หรือตามที่ได้แสดงในแบบ
- 1.3.8 จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างและเต้ารับ หรือตามที่ได้แสดงในแบบ
- 1.3.9 อื่น ๆ ตามที่ได้แสดงในแบบ

1.4 วัสดุอุปกรณ์

1.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นไปตามรายการวัสดุอุปกรณ์มาตรฐานของผู้ผลิตที่อนุมัติให้ใช้ในโครงการนี้เท่านั้น และต้องเป็นของใหม่ ได้มาตรฐานตามที่กำหนด อยู่ในสภาพเรียบร้อยสมบูรณ์และไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

1.4.2 ถ้างานไฟฟ้าส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้ง หรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบและข้อกำหนด หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราว และต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที ความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าว ผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืด วันทำการออกไปหรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

1.4.3 จำนวนวัสดุและรายละเอียดต่างๆ ซึ่งอาจไม่ได้แสดงไว้ในแบบ หรือเขียนในรายการนี้ให้ครบถ้วน หากเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ระบบไฟฟ้า และระบบต่างๆ ทำงานได้สมบูรณ์แล้วเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างต้องจัดหา และผู้รับจ้างต้องทำงานนั้นด้วย

1.4.4 หากผู้ว่าจ้างเห็นว่ารายละเอียดใดที่จะต้องกระทำผิดแผกไปจากหลักการในแบบหรือรายการ ผู้รับจ้างต้องเสนอให้ผู้ว่าจ้าง เห็นชอบเสียก่อนที่จะดำเนินการหากมีข้อขัดแย้งหรือสงสัยระหว่างแบบและรายการให้ยึดถือการพิจารณาของผู้ว่าจ้าง ถือเป็นอันยุติ

1.5 วิศวกรไฟฟ้า

ผู้รับจ้างต้องมีและเสนอชื่อวิศวกรไฟฟ้าที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม แขนงไฟฟ้า กำลัง ประเภทสามัญวิศวกร พร้อมส่งสำเนาหลักฐานให้กับผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมงานให้เป็นไปตามแบบ และรายการประกอบแบบ พร้อมเซ็นชื่อ รับรองในแบบของผู้รับจ้างที่เสนอแบบรูปขยายรายละเอียดขณะก่อสร้าง (SHOP DRAWING) และแบบแสดงการติดตั้งจริง (AS-BUILT DRAWING)

1.6 SHOP DRAWING

- 1.6.1 แบบที่ใช้ติดตั้งต้องใช้มาตรฐานกระดาษเขียนแบบ และสัญลักษณ์เดียวกับต้นแบบ
- 1.6.2 แบบที่ใช้ติดตั้งต้องแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบไฟฟ้าและรายละเอียดอื่นๆ อันอาจเกี่ยวกับงานก่อสร้าง หรือ ผู้รับจ้างรายอื่นๆ
- 1.6.3 แบบใช้งานมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - การติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงสูง พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
 - การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า และชุดนั่งร้านหม้อแปลงไฟฟ้า ตลอดจนระบบสายดินทั้งหมด
 - การติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำ, แผงจ่ายไฟแรงต่ำ, อุปกรณ์ไฟฟ้า

1.7 การขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ

1.7.1 หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อกับการไฟฟ้าฯ ในนามของผู้ว่าจ้างเพื่อดำเนินการให้อาคารที่ก่อสร้างมีไฟฟ้าใช้ ซึ่งรวมถึง จัดหาและติดตั้งมิเตอร์แรงสูง ค่าตรวจสอบ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ทั้งหมดที่การไฟฟ้าเรียกเก็บ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

1.7.2 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ เช่น สวิตช์เกียร์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า สายไฟแรงสูง ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ หรือ ผู้ว่าจ้าง ก่อนการติดตั้ง

1.8 การทดสอบเครื่องและระบบ

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบ ตามหลักวิชาการและมาตรฐาน เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุก ประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

1.8.2 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบดังกล่าว

1.8.3 การทดสอบเครื่องและระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อกำหนดและมาตรฐานที่อ้างอิง

1.9 การรับประกัน

เริ่มนับจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันให้ผลงานและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ อันเป็นผลงานของผู้รับจ้างเป็นระยะเวลาตามที่กำหนดในสัญญา ค่าใช้จ่ายส่วนดังกล่าวถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ยกเว้นเกิดจากความบกพร่องของตัวเครื่องจักรเองหรือเหตุต่างๆ ที่มีสาเหตุจากความผิดพลาดที่เกิดจากผู้รับจ้าง

1.10 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

1.10.1 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาก่อนการส่งมอบงาน

1.10.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่างๆ มาเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 15 วัน ติดต่อกัน หลังจากส่งมอบงาน

1.11 การบริการ

1.11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้สำหรับตรวจซ่อมแซมและรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้

1.11.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

1.11.3 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาทำงานปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่มีข้อจำกัด

2 ระบบ รหัสสี และวิธีการติดตั้ง

2.1 ระบบไฟฟ้า

2.1.1 ระบบแรงสูง ใช้ระบบ 11 - 33 KV 3 เฟส - 3 สาย 50 Hz

2.1.2 ระบบแรงต่ำ ใช้ระบบ 380/220 V 3 เฟส - 4 สาย 50 Hz

2.2 รหัสสีสายไฟฟ้าและบัสบาร์

รหัสสีของสายไฟฟ้าและบัสบาร์เป็นดังนี้

2.2.1 สายเฟส A น้ำตาล

2.2.2 สายเฟส B ดำ

2.2.3 สายเฟส C เทา

2.2.4 สายเฟส N สีฟ้า

2.2.5 สายเฟส G สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง

2.2.6 สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้ทาสีหรือพันเทปที่ปลายทั้ง 2 ข้างด้วยระบบสีที่กำหนด สำหรับบัสบาร์ให้

ทาสี หรือ ติดเทปตามระบบสี

2.3 รหัสสีของงานระบบต่างๆ

รหัสสีของงานระบบต่างๆ ให้พินสีที่ประกบยึดท่อทุกๆ จุด และที่ฝากช่องต่อสายทุกๆ อัน กรณีที่เป็นรางเดินสาย ให้ทำการพินสีเพื่อบอกรหัสทุกๆ ระยะ 3-5 เมตร รหัสสีสำหรับงานระบบต่างๆ มีดังนี้

2.3.1 ระบบไฟฟ้ากำลังปกติ (N)	สัญลักษณ์ ดำ พื้น -
2.3.2 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน (E)	สัญลักษณ์ ดำ พื้น เหลือง
2.3.3 ระบบโทรศัพท์ (TEL)	สัญลักษณ์ ขาว พื้น ดำ
2.3.4 ระบบเสาสภาคร่วม (MATV)	สัญลักษณ์ ดำ พื้น ขาว
2.3.5 ระบบ SOUND (S)	สัญลักษณ์ ดำ พื้น ขาว
2.3.6 ระบบ FIRE ALARM (FA)	สัญลักษณ์ ดำ พื้น ส้ม

2.4 ระบบการต่อลงดิน

2.4.1 ระบบป้องกันฟ้าผ่า กับดักฟ้าผ่า (SURGE ARRESTER) ของระบบโทรศัพท์ สายเส้นศูนย์ สายเส้นดิน โครงอุปกรณ์และดวงโคมรวมถึงส่วนต่างๆ ในระบบไฟฟ้าที่เป็นโลหะแต่ไม่ได้นำกระแสไฟฟ้า ต้องต่อลงดิน อุปกรณ์และการติดตั้งระบบต่อลงดินให้ใช้ตามข้อกำหนดของมาตรฐานเรื่องการต่อลงดินของ ว.ส.ท. , สำนักงานพลังงานแห่งชาติ , กฎหมายไฟฟ้าท้องถิ่น ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า หรือ มาตรฐาน NEC หัวข้อ 250

2.4.2 ในกรณีที่ใช้หลักสายดิน (GROUND ROD) ต้องเป็นแท่งเหล็กหุ้มทองแดง (COPPER CLAD STEEL) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8" และยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร (10 ฟุต) โดยฝังลึกในดินให้ปลายบนอยู่ต่ำกว่าระดับดิน 0.60 เมตร และต้องฝังห่างจากโลหะอื่นที่ต้องลงดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

2.4.3 ถ้าสภาพของดินไม่สามารถใช้แท่งเหล็กได้ให้ใช้แผ่นเหล็กหุ้มทองแดงหรือแผ่นเหล็กหุ้มสังกะสีหนาอย่างน้อย 1/4 " (6.35 มม.) ขนาดอย่างน้อย 0.181 ตร.ม. หรือใช้เหล็กโครงสร้างที่ฝังในดินโดยต้องทำให้ค่าความต้านทานดิน (EARTHING RESISTANCES) มีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าสูงกว่า 5 โอห์มให้ติดตั้งหลักดินเพิ่มเติมจนได้ค่าไม่เกิน 5 โอห์ม และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเอง

2.4.4 ในส่วนของสายตัวนำลงดินให้ใช้สายเส้นเดียวกันตลอดโดยไม่มีการตัดต่อ

2.4.5 หากสายตัวนำลงดินที่กำหนดให้ ร้อยในท่อโลหะ จะต้องต่อสายลงดินเข้ากับปลายทั้งสองของท่อโลหะ โดยใช้ประกับโลหะเชื่อมต่อทุกๆ จุด ของสายดิน

2.4.6 การต่อสายดินกับหลักสายดิน สายดินกับระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยความร้อน (EXOTHERMIC WELDING)

2.4.7 ขนาดสายต่อลงดินของระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตาม ตารางที่ 1 และ ขนาดสายต่อลงดินของระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตาม ตารางที่ 2

2.5 วิธีป้องกันการผุกร่อน

2.5.1 วิธีป้องกันการผุกร่อนให้อึดถือตามมาตรฐาน NEC หัวข้อ 300-6

2.5.2 ท่อร้อยสายที่เป็นโลหะและชิ้นส่วนที่เป็นโลหะซึ่งฝังในดินให้ทาด้วยสารประเภท แอสฟัลต์ให้ทั่วผิวด้านนอกอย่างน้อย 3 ครั้ง

2.5.3 ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กต้องป้องกันการผุกร่อน โดยการอาบสังกะสี หรือพ่นสีฝุ่นอบความร้อน หรือโดยวิธีอื่นใดโดยให้เป็นไปตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

2.6 การต่อสายสัญญาณ สายเพื่อควบคุม สายโทรศัพท์

2.6.1 การต่อสายสัญญาณ สายเพื่อควบคุม สายโทรศัพท์ ที่ใช้ระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ ให้ใช้หัวต่อแบบที่ไม่ต้องปอกสายโดยมีวัสดุใส่เพื่อกันความชื้น

2.6.2 สายที่เดินในอาคารต้องใช้กล่องต่อสายเพื่อป้องกันรอยต่อ ส่วนในกรณีของสายที่เดินนอกอาคารหรือเดินใต้ดินต้องมีตลับต่อสายเพื่อป้องกันรอยต่อโดยมีวัสดุที่เป็นฉนวนและกันน้ำซึมเข้าในตลับต่อสายด้วย

3 สายไฟฟ้า (CABLE)

3.1 ความต้องการทั่วไป

3.1.1 สายไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติที่จะไม่ไหม้ลุกลามเมื่อติดไฟ ส่วนประกอบทุกอย่างที่ไม่ใช่โลหะของสายไฟฟ้าและเคเบิลต้องมีคุณสมบัติในการไม่ลุกลาม (Fire Retardant) เท่ากันหรือดีกว่า ตามที่กำหนดไว้สำหรับฉนวน และเปลือกนอกของสายไฟฟ้าใน มอก.11-2531

3.1.2 สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับไฟฟ้ากำลัง หรือแสงสว่าง ต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และได้รับการรับรอง และทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน มอก.11 สำหรับสายตัวนำทองแดง และตามมาตรฐาน มอก.293 สำหรับตัวนำอะลูมิเนียม ส่วนขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

3.2 ความต้องการด้านเทคนิค

3.2.1 สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อใช้สายหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลท์ ชนิด IEC-01 หรือตามที่ แสดงในแบบ

3.2.2 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ใช้สายอ่อนหุ้มฉนวนทนต่ออุณหภูมิสูง 70 ° C

3.2.3 สายบ๊องและสายวงจรร้อย ให้ใช้สาย IEC-01 หรือตามที่แสดงในแบบ

3.2.4 สายใหญ่กว่า 6 ตร.มม. ให้ใช้เป็นสายตีเกลียว

3.2.5 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรโคมไฟฟ้า และตัวรับแต่ละวงจรต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่แสดงไว้ในแบบ สำหรับสายต่อแยกเข้าหาโคมไฟให้ใช้สายขนาด 2.50 ตร.มม.

3.2.6 สายที่ใช้ภายในดวงโคม ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.00 ตารางมิลลิเมตร และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด

3.3 การติดตั้ง

3.3.1 สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ

3.3.2 การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วงห้ามมิให้เตรียม หรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด

3.3.3 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

3.3.4 การหล่อลื่นในการดึงสาย ผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่น ซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

3.3.5 การติดตั้งสายทุกขนาดต้องกระทำอย่างระมัดระวัง ในการติดตั้งต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ มาตรฐาน NEC

3.3.6 การต่อสายไฟฟ้า ให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย และภายในดวงโคมเท่านั้น สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. การต่อสายไฟให้ใช้ขั้วต่อสาย แบบเกลียวกวัด หรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสำหรับสายขนาด 16 ตร.มม. หรือใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วต่อสาย แบบใช้เครื่องมือกลบีบ และใช้ฉนวน (HEAT SHRINKABLE TUBE) ห่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว

3.3.7 การต่อสายใต้ดินในบริเวณที่เปียกชื้นหรือโดนน้ำได้ต้องห่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้ เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ EPOXY

3.3.8 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าในกรณีที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้ามีหัวสกรูแบบพันสายต้องใช้หางปลาและหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้

3.3.9 การกันความชื้นปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม. ให้ใช้ฉนวนห่อหุ้มรอยต่อ

3.3.10 บ้ายแสดงเลขวงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายสายทั้งสองข้าง และในทุกจุดต่อที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งใน กลองต่อสาย รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า โดยใช้ป้ายที่มีความทนทานดี เพื่อ ความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

3.3.11 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า ชนิด IEC-01 ให้เป็นไปตาม ตารางที่ 3

3.3.12 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า ชนิด NYY (หรือ XLPE) ให้เป็นไปตาม ตารางที่ 4

3.4 สายไฟฟ้าที่ใช้นอกอาคาร

ถ้าเป็นแบบมีฉนวน เปลือกนอกต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อการแตกตัวเนื่องจากแสงอาทิตย์ (SUNLIGHT RESISTANCE) และต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อภาวะอากาศ(WEATHERPROOF)โดยต้องทำให้ได้ตาม ข้อกำหนดตามมาตรฐานนั้น สำหรับสายที่ใช้ใต้ดินต้องเป็นสายชนิดมีเปลือกนอกหนาพิเศษ

การเดินสายแบบฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) ให้ปฏิบัติดังนี้

3.4.1 การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรง กระทำโดยวิธีการพิเศษ โดยเฉพาะตรงรอยต่อให้หุ้ม EPOXY RESIN หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

3.4.2 ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าหลายชุดฝังอยู่ในแนวเดียวกันต้องมีรายละเอียดบนสายไฟฟ้างดงกล่าว แสดงวงจร และ ขนาดสายไฟฟ้าทุก ๆ ช่วงไม่เกิน 3 เมตร

3.4.3 สายไฟฟ้าสำหรับฝังดินโดยตรงต้องฝังลงในดินลึกอย่างน้อย 60 ซม.

3.4.4 สายไฟฟ้าต้องวางทราย ซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม.

3.4.5 การวางสายไฟฟ้าบนทรายควรวางเรียงเดียวตามแนวนอนโดยที่ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้าควรมีค่า เท่ากับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟดังกล่าวแล้วกลบด้วยทราย โดยขอบสายไฟฟ้าหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. เช่นกัน และวางทับ ด้วยแผ่นคอนกรีต หรือ แผ่นอิฐตลอดสายกลบด้วยดิน ในตอนที่สายไฟเลี้ยวจากพื้นดินต้องมีการป้องกันสายโดยการร้อยสาย ผ่านท่อโลหะหรือใช้วิธีอื่น ๆ ที่เหมาะสม

3.4.6 การเดินสายฝังดินให้เป็นไปตาม ตารางที่ 5

3.5 การทดสอบสายไฟฟ้า

ผู้ว่าจ้างส่งวนสิทธิ์ที่จะนำตัวอย่างของสายไฟฟ้าที่ใช้งานส่งไปสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือถือทำการทดสอบมาตรฐาน โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ถ้าตัวอย่างนั้นไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้ว่าจ้างจะไม่ยินยอมให้ใช้ สายไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายดังกล่าว และผู้ว่าจ้างต้องนำสายไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายใหม่ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ ทั้งหมด โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญาและหากเกิดการล่าช้าขึ้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบด้วย

3.6 สายไฟฟ้าและสายเคเบิลที่นำมาใช้

ต้องมีลักษณะเรียบร้อย หากมีลักษณะ เช่น ตัวอักษรแจ้งรายละเอียดของสายไม่ชัดเจน ผิวสายขรุขระ ฉนวนหรือ เปลือกนอกกรอบ ๆ สายมีความหนาต่างกันมาก จะไม่อนุญาตให้ใช้สายของผู้ผลิตนั้นถึงแม้ว่าจะเป็นสายไฟของผู้ผลิต เดียวกันที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานแล้วก็ตาม

4 ท่อร้อยสาย รางร้อยสาย และอุปกรณ์ประกอบ

4.1 ท่อร้อยสาย(CONDUIT)

4.1.1 ลักษณะท่อร้อยสาย

(1) ท่อโลหะหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC)

เป็นชนิดที่ทำด้วยเหล็กต้องฉาบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสี ต้องทำแบบที่ทำเกลียวหัวท้ายเสร็จจากโรงงานเรียบร้อยแล้ว และมีข้อต่อเดิมมาด้วยท่อนละ 1 อัน ท่อโลหะหนาที่ทำขึ้นให้มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนโดยใช้โลหะอื่นที่ไม่ใช่เหล็กจะต้องมีเครื่องหมายหรือข้อความแจ้งไว้ที่ตัวท่อ ท่อโลหะหนาทุกท่อนต้องแสดงชื่อผู้ผลิต และเครื่องหมายการค้าที่ติดแน่นทนทานไม่ลบง่าย วัสดุประกอบที่ใช้กับท่อโลหะ เช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึดที่รองรับจะต้องมีการฉาบโลหะ หรือน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ ข้อต่อ ข้อลด ไม่ว่าจะแบบต่อตรง หรือมีการหักมุมก็ตาม ถ้ามีฝาปิดเปิดได้ จะต้องมีเนื้อโลหะตรงหน้าตัดที่ต่อเข้ามาต่อไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเนื้อโลหะท่อนขนาดใหญ่ที่สุดที่นำมาต่อ วัสดุประกอบต้องเป็นของที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตห้ามใช้วัสดุประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นมาเอง

(2) ท่อโลหะปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC)

เป็นชนิดที่ทำด้วยเหล็กจะต้องมีการฉาบผิวทั้งภายในและภายนอก ด้วยสังกะสีหรือน้ำยาป้องกันการผุกร่อนและท่อโลหะปานกลางแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อผู้ผลิต และเครื่องหมายการค้าที่ติดแน่นทนทานไม่ลบง่าย วัสดุประกอบที่ใช้ เช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึด ที่รองรับ จะต้องฉาบด้วยโลหะ หรือน้ำยาป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนอยู่แล้วในตัวเพื่อให้ทนทานต่อการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ วัสดุประกอบต้องเป็นของที่ทำสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต ห้ามใช้วัสดุประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นมา

(3) ท่อโลหะบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT)

เป็นชนิดที่ทำด้วยเหล็กต้องฉาบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสี ท่อโลหะบางจะต้องทำให้ผิวภายนอกมีลักษณะที่เห็นได้ว่าต่างกับท่อโลหะหนา และต้องทนทานอยู่ให้เห็นได้หลังการติดตั้งแล้ว

(4) ท่อ HDPE ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐาน NEMA TC2-1983 SCHEDULE 40

(5) ท่อ PVC แข็งสำหรับร้อยสายไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์หรือ มอก.216-2524

(6) ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT : FMC)

ต้องทำขึ้นโดยต้องมีการป้องกันการผุกร่อน โดยฉาบด้วยสังกะสี มีหน้าตัดกลมอ่อนตัวได้ ทำขึ้นให้มีคุณสมบัติกันน้ำจะใช้ได้เฉพาะที่เป็นการยกเว้นตามมาตรฐาน NEC 350

4.1.2 เทคนิคและการติดตั้ง

(1) การติดตั้งท่อร้อยสาย

ก. ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อนก่อนนำมาติดตั้ง

ข. ท่อ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI และผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม-ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ½ นิ้ว

ค. ท่อร้อยสายไฟที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สิ้นสະเทือนขนาดใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ FMC ในกรณีที่อยู่กลางแจ้ง หรือ บริเวณที่เปียกชื้น ให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ

ง. ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ที่ฝังในคอนกรีตต้องใช้ท่อ IMC หรือ RSC เท่านั้น

จ. ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดาน หรือเดินทอลอยเกาะผนัง หรือฝังในผนังก่อฉาบที่ไม่ใช่คอนกรีตให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้



ฉ. ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT ขนาดท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 2 นิ้ว (50 มม.) ให้ใช้ท่อ IMC และถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 4 นิ้ว (100 มม.) ให้ใช้ท่อ RSC

ข. ท่อโลหะที่ฝังดินต้องทาพาส์กันกัดภายนอกอย่างน้อย 2 ครั้ง

ญ. ท่อที่วางลอดใต้ถนน ต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

ฎ. การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้างต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร ในแนวตั้ง ไม่เกิน 1.8 เมตร ในแนวราบ และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.60 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย แผงสวิตช์ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ

ฏ. การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร ต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน 0.30 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และแผงสวิตช์

ฐ. ต้องมี LOCK NUT และ BUSHING ในทุกปลายของท่อ

ฑ. ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมี CONNECTOR ติดไว้ทุกแห่ง

ฒ. ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี CONDUIT BUSHING ใส่ไว้ แต่ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมี SERVICE ENTRANCE FITTING ใส่ไว้

ณ. ปลายท่อที่ไม่ใช้งานต้องฝาครอบ (CONDUIT CAP) ปิดไว้ทุกแห่ง

ด. การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกท่อ โดยใช้เครื่องมือตัดที่เหมาะสม และระหว่างกล่องต่อสาย 2 จุด เมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา

ต. ปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนจะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องลบคมด้วย CONDUIT REAMMER

ถ. การต่อท่อกับกล่องต่อสาย และตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อที่ต่อผ่านเข้าไปในกล่อง และตู้ต้องมี LOCK NUT ทั้งด้านในและด้านนอก และต้องมี BUSHING ด้านในของกล่องต่อสาย และด้านในของตู้

ท. พื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสายทุกเส้นที่เดินในท่อ เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 40 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อ

(2) กล่องต่อสาย

ก. กฎ และ วิธีการ กล่องต่อสาย กล่องใส่อุปกรณ์ และ CONDUIT BODY ให้ใช้โดยมีลักษณะ ขนาด และ วิธีการติดตั้ง ตามกำหนดในมาตรฐาน NEC ข้อ 380 และ 373

ข. โดยทั่วไปกล่องต่อสายต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี หรืออะลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. เป็นแบบมีฝาปิด

ค. กล่องสำหรับสวิตช์และเต้ารับที่ฝังในผนังและเสา โดยทั่วไปให้ใช้ขนาดลึก 54 มม. แต่ให้ใช้ขนาดตื้น 41 มม. แทนได้ โดยต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน

ง. กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีกันสนิม และ ป้องกันการบาดของสายไฟฟ้า

จ. กล่องต่อสายแบบกันน้ำ ต้องใช้เป็นอะลูมิเนียม หรือเหล็กหล่อและมีกรรมวิธีป้องกันน้ำได้ดี โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่น หรืออะลูมิเนียมแผ่น

ฉ. กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์ และเต้ารับแบบกันน้ำฝนได้ ที่ใช้ติดเกาะผนังให้ใช้ชนิดโลหะหล่อ (DIE CAST) ฟอสไฟ และ อบ หรือกล่องพลาสติก

ข. กล่องดึงสาย และฝาครอบขนาดใหญ่ ให้ทำด้วยแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.60 มม. ฟอสไฟกันสนิมแล้วพ่นสีขึ้นนอกด้วย

ณ. ก่อสร้างสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามมาตรฐาน NEC

4.2 รางร้อยสาย (WIREWAY)

4.2.1 ความต้องการด้านเทคนิค

- (1) ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่น วัสดุที่ใช้ทำราง ให้เป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

ก. แผ่นเหล็กหนา 1.2 มม. ผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างไขมันและเคลือบฟอสเฟตด้วยน้ำยา ZINC PHOSPHATE จากนั้นจึงพ่นทับด้วยสีฝุ่น (POWDER PAINT) และอบด้วยความร้อนประมาณ 2000 C

ข. แผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยวิธีทางไฟฟ้า

ค. HOT DIP (จุ่มร้อน)

ง. เป็นเหล็กชุบอะลูมิเนียม (ALUZINC)

หมายเหตุ : ในกรณีที่ใช้ในสถานที่เปียกชื้น ให้ใช้วิธี HOT DIP หรือ ALUZINC

- (2) ต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมตลอดช่วงระยะการก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนให้ใหม่

- (3) ขนาดรางเดินสายที่แนะนำในการผลิต เป็นไปตาม ตารางที่ 6 หรือ ขนาดตามในแบบ

4.2.2 การติดตั้ง

- (1) รางร้อยสาย ใช้ในการติดตั้งแบบเดินลอย และในสถานที่ซึ่งเข้าถึงได้เท่านั้น และให้เป็นไปตามมาตรฐาน NEC หัวข้อ 300

(2) การติดตั้งรางร้อยสาย โดยต้องมีที่รองรับหรือแขวนยึดให้มั่นคง ที่รองรับหรือที่ยึดรางร้อยสายที่เดินในแนวนอน ต้องห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร รางร้อยสายที่เดินในแนวตั้งต้องมีที่ยึดหรือรองรับห่างกันไม่เกิน 2.40 เมตร และมีจุดต่อรางร้อยสายระหว่างช่วงของที่รองรับ หรือที่ยึดไม่เกิน 1 แห่ง ท่อหรือทางเดินสายอื่น ๆ ที่นำมาต่อกับรางร้อยสายไม่นับเป็นที่รองรับหรือที่ยึด

- (3) รางร้อยสายในแนวตั้ง ต้องมีระยะชั้นบันไดทุกระยะไม่เกิน 2.40 เมตร สำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า

- (4) ที่ปลายของรางร้อยสาย เมื่อไม่มีการเดินสายเข้าออก ต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายรางที่ทำมาสำหรับใช้กับรางร้อยสายโดยเฉพาะ

- (5) อุปกรณ์ประกอบรางร้อยสาย ได้แก่ ข้อต่อ ข้อต่อ ฝาปิดท้าย ข้อต่อลดขนาด กล่องแยก 3 ทาง กล่องแยก 4 ทาง ฯลฯ ให้ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น

- (6) ระบบของรางร้อยสายที่ติดตั้ง จะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าและต้องต่อลงดินตามวิธีการในมาตรฐาน NEC หัวข้อที่ 250

- (7) พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟทุกเส้นที่เดินในรางร้อยสาย เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสายตรงช่วงที่สายเดินผ่านไป และจำนวนสายไฟต้องไม่เกิน 30 เส้น โดนไม่นับสายที่มีกระแสไหลเพียงชั่วคราว หรือสายดิน ทั้งนี้มีข้อยกเว้นตามมาตรฐาน NEC หัวข้อ 362

- (8) สายไฟ ข้อต่อ และ วัสดุอื่น ๆ ที่ใช้ในการต่อสาย ต้องกินเนื้อที่รวมกันไม่เกิน 75 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางร้อยสาย

4.3 รางเดินสาย (CABLE TRAY AND CABLE DUCT)

4.3.1 ความต้องการด้านเทคนิค

(1) กฎ และวิธีการ การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสาย ให้ใช้ตามที่กำหนดในมาตรฐาน NEC หัวข้อ

318

(2) รางเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กฟอสเฟต ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ต้องผ่านกรรมวิธี HOT DIP GALVANIZED และทนต่อการผุกร่อนได้ดี ขอบของรางและชั้นของรางจะต้องเรียบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิลอันเนื่องจากการลากสายระหว่างการติดตั้ง

(3) การต่อเนื่องกัน (BONDING) การใช้รางเดินสายสำหรับวางสายไฟฟ้าโดยรางเป็นโลหะจะต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางลงดิน ไม่ให้เกิดการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแนบสนิทหรือมีสายทองแดงขนาดตามมาตรฐาน NEC เรืองรางเดินสาย จะต้องมีความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดระยะทางและต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

(4) ขนาดของรางให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ

4.3.2 การติดตั้ง

(1) การเดินสายในรางเดินสาย

ก. การเดินสายในรางเดินสาย ที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอนจะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

ข. ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางเดินสาย ต้องจัดสายสำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมเป็นชุด ๆ โดยแต่ละชุดมีสายของไฟแต่ละเฟส สายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้น และสายดิน (ถ้ามี) ครอบถ้วนในแต่ละชุด

ค. จำนวนสายที่จะเดินในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสาย ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEC ข้อ 318

(2) การรองรับ หรือ แขนงยึด (SUPPORT & HANGER)

ก. SUPPORT ทำจากเหล็กทรงน้ำหรือแผ่นเหล็กหนา 8 มม. หรือตามที่ในแบบกำหนด โดย SUPPORT ต้องทำการอาบสังกะสี หรือพ่นสีเพื่อความชื้น

ข. HANGER ทำจากเหล็กทรงน้ำสำหรับรองรับแขนงด้วยเหล็กเพลทำการอาบสังกะสี หรือพ่นสีเพื่อความชื้น โดยเหล็กเพลที่ใช้ต้องมีขนาด 3/8 นิ้วขึ้นไป หรือตามที่แบบกำหนด ส่วนปลายของเหล็กเพลให้ทำเกลียวสำหรับให้ใช้ NUT โดยตรง ห้ามนำ BOLT มาเชื่อมต่อปลายเหล็กเพล

4.4 การป้องกันไฟและควันลาม

บริเวณพื้นหรือกำแพงที่เปิดช่องไว้เป็นทางผ่านของท่อร้อยสายไฟ รางเดินสาย บริเวณช่อง SHAFT จะต้องบุ หรืออุดด้วยวัสดุป้องกันไฟ และควันลาม ซึ่งสามารถป้องกันไฟลามได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยผู้รับจ้างต้องแสดงวิธีการป้องกันไฟลามเสนอผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อนการติดตั้ง

5 อุปกรณ์ประกอบระบบไฟฟ้าแรงสูง**5.1 HIGH TENTION METER (HT.METER) & CT & PT****5.1.1 HIGH TENTION METER WITH CT&PT**

STANDARD	: IEC, JIS
TYPE	: DEMAND / TOU TYPE
AVAILABLE RATING	: 3P-3W WITH CT & PT

5.1.2 HV. CURRENT TRANSFORMER (CT)

STANDARD	: IEC, JIS
TYPE	: OIL / RESIN TYPE
RATED VOLTAGE	: LOCAL STANDARD
SECONDARY CURRENT	: 5 AMP
FREQUENCY	: 50 Hz
RATED VA	: 10 VA. หรือดีกว่า
MAXIMUM SPARK OVER(BIL)	: 75 KV (11 KV,12 KV RATED) : 125 KV (22 KV,24 KV RATED) : 200 KV (33 KV RATED)

5.1.3 HV. POTENTIAL TRANSFORMER (PT)

STANDARD	: IEC, JIS
TYPE	: OIL / RESIN TYPE
RATED VOLTAGE	: LOCAL STANDARD
SECONDARY VOLTAGE	: 110-120 V.
FREQUENCY	: 50 Hz
RATED VA	: 25 VA. หรือดีกว่า
MAXIMUM SPARK OVER(BIL)	: 75 KV (11KV,12 KV) : 125 KV (22KV,24 KV) : 200 KV (33 KV)

5.1.4 CONTROL CABLE**5.2 LIGHTNING ARRESTER**

STANDARD	: IEC,ANSI
RATED VOLTAGE	: 9 KV RMS (11 KV,12 KV) : 21 KV RMS (22 KV,24 KV) : 30 KV RMS (33 KV)
RATED FREQUENCY	: 50 Hz
DISCHARGE CURRENT	: 5 KA
MAXIMUM SPARK OVER(BIL)	: 95 KV (11KV,12 KV) : 125 KV (22KV,24 KV)

: 170 KV (33 KV)

5.3 DROP FUSE CUT OUT

STANDARD	: IEC
RATD VOLTAGE	: 33 KV RMS
RATED FREQUENCY	: 50 Hz
RATED CURRENT	: NOT MORE THAN 300%LOAD
BIL	: 125 KV

5.4 HIGH VOLTAGE INSULATOR

STANDARD	: PEA
RATD VOLTAGE	: 33 KV RMS
RATED FREQUENCY	: 50 Hz
BIL	: 125 KV

5.5 HIGH VOLTAGE TERMINATION

STANDARD	: PEA
RATD VOLTAGE	: 24 KV RMS(MEA), 33 KV RMS(PEA)



6 หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)

6.1 ชนิดของหม้อแปลง เป็นชนิดแช่น้ำมัน สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ถ้าแบบไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้เลือกใช้ตามเงื่อนไขดังนี้

6.1.1 ชนิด HERMETICALLY FULLY SEALED เป็นแบบปิดผนึก (น้ำมันเต็ม) ให้ใช้คريبเป็นแบบลอนคลื่น (CORRUGATED FILL) โดยให้ใช้กับหม้อแปลงขนาดไม่เกิน 1000 KVA

6.1.2 ชนิด CONSERVATOR TANK เป็นแบบเปิด (OPEN TYPE) ให้ใช้คريبเป็นแบบ RADIATOR FILL โดยให้ใช้กับหม้อแปลงขนาดตั้งแต่ 1000 KVA ขึ้นไป

6.2 มาตรฐานของหม้อแปลง

STANDARD	: ANSI, VDE, IEEE, IEC, TIS.384-2543
TYPE	: OIL TYPE/ CABLE BOX
RATED KVA	: 400 kVA
RATED FREQUENCY	: 50 Hz
PRIMARY VOLTAGE	: LOCAL STANDARD
SECONDARY VOLTAGE	: LOCAL STANDARD
NO. OF PHASE	: 3 PHASE, 4 WIRE
OPERATION DUTY	: CONTINUOUS.
TAP CHANGER	: -4X2.5%(MEA), +/-2X2.5%(PEA)
% IMPEDANCE VOLTAGE	
AT 75 °C	: 6 %
AVERAGE WINDING	
TEMPERATURE RISE	: 65 °C (CLASS 1)
BIL	: 75 KV(11,12 KV)
	: 125 KV(22,24KV)
	: 170 KV(33KV)
COOLING	: ONAN.
PRIMARY COIL WINDING	: COPPER
SECONDARY COIL WINDING	: COPPER FOIL

6.3 TRANSFORMER OIL : WITH IEC-296 (CLASS I)

6.4 CORE (SILICAL STEEL) : VALUE CORE (HERMETICALLY)

: STRACTING CORE (CONSERVATOR)

6.5 TOTAL LOSS (KW) : <= 1.5% OF KVA , RATING AT PF.=1.0

6.6 อุปกรณ์ประกอบ (ACCESSORIES) อย่างน้อยต้องมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

H.V.& L.V. BUSHING WITH TERMINAL CONNECTORS

ARCING HORNS, CORROSION PROVED.

TAP CHANGER

UPPER FILTER PRESS CONNECTION
OIL DRAIN, FILTER PRESS SAMPLING VALVE
LIFTING LUG.
TANK GROUNDING PROVISION
NAME PLATE
DEHYDRATING BREATHING SILICAGEL
LIQUID LEVEL GAUGE
THERMOMETER DIAL TYPE WITH ALARM AND TRIP CONTACTOR
MECHANICAL PRESSURE RELIEF DEVICE
BUCHHOFF RELAY

6.7 การทดสอบ หม้อแปลงจะต้องผ่านการทดสอบดังนี้

6.7.1 ROUTINE TEST

เป็นการทดสอบปกติ ซึ่งทางโรงงานผู้ผลิตจะต้องทดสอบหม้อแปลงฯ ทุกใบ ซึ่งจะมีการทดสอบดังนี้

- (1) APPLIED VOLTAGE TEST เป็นการทดสอบฉนวนหลัก
- (2) INDUCED VOLTAGE TEST เป็นการทดสอบความทนต่อแรงดันเหนี่ยวนำ
- (3) NO LOAD LOSS AND CURRENT เป็นการวัดกำลังงานสูญเสียขณะไม่มีโหลด และกระแสขณะไม่มีโหลด
- (4) SHORT CIRCUIT IMPEDANCE LOAD LOSS เป็นการวัด IMPEDANCE ลัดวงจร และความสูญเสียขณะมีโหลด
- (5) RESISTANCE MEASUREMENT เป็นการวัดความต้านทานของขดลวดแรงต่ำ-แรงสูง เพื่อป้องกันความถูกต้องของขนาดลวดที่ใช้ แนวการเชื่อมต่อ หรือประสิทธิภาพของแท็ป (TAP CHANGER)
- (6) RATIO TEST เป็นการวัดอัตราส่วนของแรงดันไฟแรงสูงกับแรงต่ำ มีค่าถูกต้อง หรือความคลาดเคลื่อนจากค่าที่กำหนดมากน้อยเท่าใด ค่าความคลาดเคลื่อนต้องไม่เกิน 0.5 %
- (7) POLARITY AND PHASE RELATION TEST เป็นการตรวจสอบขั้วและความสัมพันธ์ของเฟส
- (8) LEAKAGE TEST เป็นการทดสอบการรั่วซึม
- (9) INSULATION RESISTANCE TEST OR MEGGER TEST เป็นการทดสอบค่าความต้านทานการเป็นฉนวน

6.7.2 TYPE TEST

- (1) TEMPERATURE RISE TEST เป็นการทดสอบหาอุณหภูมิเพิ่มของขดลวด และน้ำมันบนของหม้อแปลง ขณะโหลดเต็มพิกัด (FULL LOAD)

- (2) IMPULSE VOLTAGE TEST หรือ การทดสอบอิมพัลส์ไฟฟ้า

หมายเหตุ : ก่อนการติดตั้งหม้อแปลงทุกใบ ผู้รับจ้างจะต้องส่งหม้อแปลงไปให้การไฟฟ้าฯ ทำการทดสอบ TYPE TEST พร้อมใบรับรองการทดสอบ ยกเว้นได้รับมาตรฐาน มอก. 17025 ไม่ต้องส่งให้การไฟฟ้าฯ ทดสอบ แต่ต้องมีใบรับรองมาตรฐานมาแสดงก่อนการติดตั้ง

6.8 น้จรั้นหม้อแปลง (PLATE FORM)

6.8.1 ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือ การไฟฟ้านครหลวง

6.8.2 คานเป็น คอ. ติดตั้งสูงจากพื้น 3.70 - 4.10 ม. และติดตั้ง SUPPORT รองรับคานซึ่งทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี หนาไม่น้อยกว่า 5 มม.

6.8.3 ในกรณีหม้อแปลงแขวนกับเสาไฟ ให้ติดตั้งและก่อสร้างตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

7. การเดินสายไฟแรงสูง

7.1 การเดินสายอากาศ

7.1.1 ถ้าแบบไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้สายหุ้มฉนวนแรงสูง 2 ชั้นไม่เติมพิกัด SAC (SPACE AERIAL CABLE) 25 KV. ขนาดตามกำหนดในแบบ

7.1.2 การชิงสายให้มีระยะหย่อนยานตามมาตรฐานการไฟฟ้า

7.1.3 การพาดสายไฟฟ้าแรงสูงกับลูกถ้วยตั้ง ต้องพันสายไฟฟ้าด้วยฟรื่อฟอร์มไลน์การ์ด (FREFORMER LINE GUARD) หรือลวดอะลูมิเนียมแบน ขนาด 10x1 มม. หรือ ผูกด้วยลวดอะลูมิเนียมกลม (TIE WIRE) ขนาด 4 มม. ตามมาตรฐานการไฟฟ้า

7.1.4 การจับยึดสายไฟฟ้าแรงสูงที่ต้องรับแรงดึงให้ใช้ฟรื่อฟอร์ม

7.1.5 การพาดสายแรงสูงให้ใช้สายเส้นเดียวยาวตลอด ยกเว้นกรณีเดินสายเป็นระยะทางยาวเกิน 1,000 ม. ให้ต่อสายได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้การต่อสายต้องกระทำ ณ จุดที่สายไม่ได้รับแรงดึงเท่านั้น

7.1.6 กรณีที่ใช้ SPACER ถ้าใช้กับต้นเสาไฟให้ใช้ชนิดที่ทำจาก เซรามิค (CERAMIC) ส่วนช่วงระหว่างเสาไฟให้ใช้ชนิดพลาสติก (PLASTIC) ได้

7.1.7 สาย MASSENGER ซึ่งใช้สำหรับแขวน SPACER ต้องเป็นสายชนิดลวดเหล็กที่เคลือบชุบสังกะสี (GALVANIZED STEEL WIRE หรือ GUY WIRE)

7.1.8 ให้ติดตั้ง OVERHEAD GROUND WIRE โดยติดตั้งเหนือแนวสายส่ง หรือ สายบ่อนทั้งหมด และต้องต่อลงดินด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันฟ้าผ่าสาย

7.2 การเดินสายใต้ดิน

7.2.1 ให้ใช้สาย XLPE

7.2.2 กรณีที่ฝังดินโดยตรง ให้ปฏิบัติดังนี้

- (1) สายใต้ดินต้องฝังดินลึกไม่น้อยกว่า 0.90 ม. ในทุกกรณี
- (2) ถ้าเป็นสายฝังดินโดยตรง ต้องมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ปิดทับอีกชั้นหนึ่งเหนือสายเคเบิล ระหว่าง 0.30 ถึง 0.45 ม. และแผ่นคอนกรีตต้องกว้างพอที่จะปิดคลุมออกไปจากแนวสายทั้งสองข้าง อย่างน้อยข้างละ 0.15 ม.

7.2.3 กรณีก่อสร้าง DUCT BANK

เมื่อจำนวนท่อตั้งแต่ 2 ท่อขึ้นไป ให้ก่อสร้างเป็น ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องเสนอเป็น SHOP DRAWING เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

7.2.4 การก่อสร้างบ่อพักใต้ดินขนาดใหญ่ (MANHOLE) อย่างน้อยต้องมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- (1) แกนเหล็กสำหรับติดตั้ง CABLE SUPPORT (CABLE RACK)
- (2) คานเหล็กรองรับฉนวนรองสายใต้ดิน (CABLE SUPPORT/ CABLE HANGER)
- (3) ฉนวนรองสายใต้ดิน (PILLOW INSULATOR)
- (4) เหล็กยึดคานงอใช้สำหรับดึงสายใต้ดิน (PULLING IRON)
- (5) บันไดป็นขึ้น-ลง (ENTRANCE STEP)

7.3 การติดตั้งลูกถ้วย

7.3.1 ลูกถ้วยตั้ง (PIN TYPE INSULATOR) ให้ใช้ดังนี้

- (1) สำหรับระบบ 12 KV ใช้ตามมาตรฐาน ANSI CLASS 56-1, มอก. 279
- (2) สำหรับระบบ 24 KV ใช้ตามมาตรฐาน ANSI CLASS 56-2, มอก. 279
- (3) สำหรับระบบ 33 KV ใช้ตามมาตรฐาน ANSI CLASS 56-3, มอก. 279

7.3.2 ลูกถ้วยแขวนรับแรงดึง (SUSPENSION INSULATOR) ให้ใช้ดังนี้

- (1) สำหรับระบบ 11KV, 12KV และ 22 KV , ใช้ขนาด 10 " , ตามมาตรฐาน ANSI CLASS 52-4 หรือ มอก. 354 ประกอบเป็น 2 ชั้น / ชุด
- (2) สำหรับระบบ 24 KV , ใช้ขนาด 10 " , ตามมาตรฐาน ANSI CLASS 52-4 หรือ มอก. 354 ประกอบเป็น 3 ชั้น / ชุด
- (3) สำหรับระบบ 33 KV , ใช้ขนาด 10 " , ตามมาตรฐาน ANSI CLASS 52-4 หรือ มอก. 354 ประกอบเป็น 3 ชั้น / ชุด

7.4 การติดตั้งสายโยงยึด

7.4.1 สายโยงยึดแรงต่ำ

- (1) สายโยงยึดทำด้วยเหล็กตีเกลียว หรือเหล็กอบสังกะสี ขนาดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.
- (2) งานสมอบก (ANCHOR PLATE) เป็นเหล็กชุบกัลวาไนซ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว
- (3) งานสมอบกฝังในดินลึกไม่น้อยกว่า 5 ฟุต และเทคอนกรีตหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว จนถึงระดับผิวดิน
- (4) ก้านสมอบก ชนิดห่วง (EYE ANCHOR ROD) เป็นเหล็กชุบกัลวาไนซ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 6 ฟุต
- (5) ลูกถ้วยดึงสาย (GUY WIRE) เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA CLASS 54-2 หรือ มอก. 280-2525 ขนาด 2 7/8 นิ้ว ยาว 4 1/4 นิ้ว
- (6) สลักคอม้าชนิดเหล็กชุบกัลวาไนซ์ สำหรับยึดโยงกับเสาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาวตามความต้องการใช้งาน
- (7) ลูกถ้วยสายโยงยึด (GUY STRAIN INSULATOR) ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.50 ม. และต้องมีคุณสมบัติทั้งทางกลและทางไฟฟ้าเหมาะสมกับสภาพการใช้งานตาม มอก. 280-2529
- (8) ลวดผูกสายต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.ม. และต้องเป็นชนิดที่ไม่ทำให้เกิดการผุกร่อนเนื่องจากโลหะต่างชนิดกัน

7.4.2 สายโยงยึดแรงสูง

- (1) สายโยงยึดทำด้วยเหล็กตีเกลียว หรือเหล็กอบสังกะสี ขนาดไม่น้อยกว่า 90 ตร.มม.
- (2) งานสมอบก เป็นเหล็กชุบกัลวาไนซ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว
- (3) งานสมอบกฝังในดินลึกไม่น้อยกว่า 7 ฟุต และเทคอนกรีตหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว จนถึงระดับผิวดิน
- (4) ก้านสมอบก ชนิดห่วง (EYE ANCHOR ROD) เป็นเหล็กชุบกัลวาไนซ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 8 ฟุต
- (5) ลูกถ้วยดึงสาย (GUY WIRE) เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA CLASS 54-3 หรือ มอก. 280-2525 ขนาด 3 3/8 นิ้ว ยาว 5 1/2 นิ้ว



(6) สลักคอม้าชนิดเหล็กชุบสังกะสี สำหรับยึดโยงกับเสาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาวตามความต้องการใช้งาน

(7) ลูกถ้วยสายโยงยึด (GUY STRAIN INSULATOR) ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.50 ม. และต้องมีคุณสมบัติทั้งทางกลและทางไฟฟ้าเหมาะสมกับสภาพการใช้งานตาม มอก. 280-2529

(8) ลวดผูกสายต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.ม. และต้องเป็นชนิดที่ไม่ทำให้เกิดการผุกร่อนเนื่องจากโลหะต่างชนิดกัน

7.5 ระบบสายดินของหม้อแปลงและกับดักฟ้าผ่า(LIGHTNING ARRESTER)

7.5.1 การต่อลงดินของกับดักฟ้าผ่า กรณีติดตั้งแบบนั่งร้านหม้อแปลง

- (1) ให้ติดตั้งกับดักฟ้าผ่าที่ทางด้านแรงสูงของหม้อแปลง
- (2) สายต่อลงดินของกับดักฟ้าผ่าต้องต่อร่วมกับสายต่อลงดินของตัวถังหม้อ และต้องให้สายสั้นที่สุด
- (3) สายต่อลงดินนี้ต้องแยกต่างหากจากสายต่อลงดินของระบบไฟฟ้าด้านแรงต่ำ(สาย NEUTRAL)
- (4) ต้องติดตั้งกับดักฟ้าผ่าบนคอนอ่อนล่างสุดเหนือหม้อแปลง

7.5.2 การต่อลงดินของกับดักฟ้าผ่า กรณีติดตั้งสายเคเบิลใต้ดิน

- (1) สายเคเบิลตรงจุดที่ต่อกับสายอากาศต้องติดตั้งกับดักฟ้าผ่า
- (2) การต่อลงดินของกับดักฟ้าผ่า ต้องต่อร่วมกับสายชีลด์ของเคเบิลใต้ดิน

7.5.3 ขนาดสายดินต้องเป็นทองแดงหรืออะลูมิเนียม อาจเป็นสายเปลือยหรือหุ้มฉนวนก็ได้ โดยมีขนาดเป็นไปตามตารางสายดินของระบบไฟฟ้า แต่ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 16 ตร.มม.

7.6 เสาไฟ (CONCRETE POLE)

7.6.1 เสาไฟฟ้าเป็นชนิดคอนกรีตอัดแรง (PRESTRESSED CONCRETE) ผลิตตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือ การไฟฟ้านครหลวง

7.6.2 การติดตั้งเสาไฟแรงต่ำ ให้ปักเสาลึกในดิน 1.50 ม. และเทคอนกรีตหุ้มรอบโคนเสาไม่น้อยกว่า 30 ซม. และลึกไม่น้อยกว่า 60 ซม.

7.6.3 การติดตั้งเสาไฟแรงสูง ต้องเป็นเสาแบบมีสายดินชนิดลวดเหล็กตีเกลียวอาบสังกะสีฝังตลอดความยาวเสา โดยให้ปักลึกในดิน 2.00 ม. และเทคอนกรีตหุ้มรอบโคนเสาไม่น้อยกว่า 30 ซม. และลึกไม่น้อยกว่า 100 ซม.

7.7 คอนสาย (CROSSARM)

7.7.1 เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือ การไฟฟ้านครหลวง

7.7.2 คอนสาย อาจเป็นแบบ คอ. หรือ คอนเหล็กทรงรางน้ำ (CROSSARM STEEL CHANNEL) ก็ได้

7.7.3 เหล็กประกับคอนสาย และสลักเกลียวต่าง ๆ (BOLT , NUT AND WASHER ETC.) ต้องเป็นชนิดเหล็กชุบสังกะสี

8. อุปกรณ์ประกอบระบบแรงต่ำ**8.1 LV. SURGE ARRESTER (LV. LIGHTNING ARRESTER)**

STANDARD	: IEC,ANSI
RATED VOLTAGE	: 500 V.RMS
RATED FREQUENCY	: 50 Hz
DISCHARGE CURRENT	: 5 KA

8.2 LOW TENTION FUSE SWITCH (LT SWITCH)

RATED VOLTAGE	: 600 V.
RATED AMP.	: ตามกำหนดในแบบ
RATED FUSE (A)	: ตามที่กำหนดในแบบ

9. ตู้กระจายไฟฟ้ารวม (MAIN DISTRIBUTION BOARD : MDB)

9.1 ความต้องการด้านเทคนิค

FREQUENCY	: 50 Hz
STANDARD	: ANSI, NEMA, IEC, VDE
RATED VOLTAGE	: 380/220 VOLT, 3 PHHASE, 4 WIRE
RATED SHORT-TIME	
WITHSTAND	: 50 KA RMS (1 S.)
DEGREE PROTECTION	: 31(INDOOR) , 54(OUTDOOR)
AMBIENT TEMPERATURE	: 40 C
TYPICAL FORMS	: 2A (MAIN <= 400 A.)
	: 3A (MAIN > 400A.)

9.2 การจัดสร้างตู้

9.2.1 เหล็กที่ใช้ทำตู้ ถ้าแบบไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ใช้เหล็กขาว

9.2.2 ชั้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชั้นต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน และกันสนิม ดังนี้

ชั้นตอน 1 : ล้างทำความสะอาด และเคลือบ ZINC PHOSPHASE (กันสนิม)

ชั้นตอน 2 : พ่นสีฝุ่น (EPROXY POWDER PAINT) อย่างน้อยสองครั้ง

ชั้นตอน 3 : อบด้วยความร้อน (ประมาณ 200 0 C)

9.2.3 ลักษณะตู้ เป็นแบบตั้งพื้น โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากหนาอย่างน้อย 2.00 มม. เชื่อมติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียว ตู้ที่ประกอบติดกันต้องกันแยกด้วยแผ่นโลหะส่วนภายในตู้ออกจากกัน แผ่นโลหะที่ใช้รอบนอกต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.00 มม. บานประตูด้านหน้าของช่องใส่อุปกรณ์เป็นแบบเปิดออกได้โดยใช้บานพับ บานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาปิดด้านบน-ข้าง-หลัง ทั้งหมดใช้แบบถอดยึดด้วยสปริง หรือ แบบอื่นที่สามารถถอดออกได้โดยง่าย โดยต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ออกแบบก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ (DRIP PROOFLOUVER) โดยมีมุ้งลวดติดด้านในที่ฝาปิดช่องล่างด้านหน้า และ ฝาปิดช่องบนด้านหลังของช่องใส่อุปกรณ์ APPARATUS CUBICLES ทุกช่องระหว่างอุปกรณ์ต้องมีแผ่นโลหะป้องกันอาร์ค ใช้แผ่นโลหะหนาไม่น้อยกว่า 1.60 มม ฝาตู้ทุกด้านต้องมีสายดินทองแดงชุบแบบต่อลงดินที่โครงตู้

9.2.4 บัสบาร์และการติดตั้ง

(1) ใช้ทองแดงชนิดที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้งานไฟฟ้าโดยเฉพาะตามมาตรฐาน ANSI , DIN หรือเทียบเท่า โดยมีค่าดังนี้ : AMBIENT TEMPERATURE 40 °C

: TEMPERATURE RISE ≤ 30°C

: CONDUCTOR TEMP ≥ 70°C

และนำกระแสได้มากกว่า 1.5 เท่า ของกระแสฟัดที่รองรับ และฉนวนยึด (BUS BAR SUPPORT INSULATION) ให้ทำจากแหวน CAST RESIN หรือเป็นไม้อัด LIGNOSTONE ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์ หรือตามข้อกำหนดในแบบ

(2) การจัดเรียงบัสบาร์ในตู้ ให้จัดเรียงตาม เฟส A เฟส B เฟส C โดยเมื่อมองด้านหน้าของตู้ในลักษณะเรียงจากหน้าไปหลัง หรือจากซ้ายมือไปขวามือ หรือจากบนลงล่างอย่างใด อย่างหนึ่ง

(3) บัสบาร์เส้นศูนย์และเส้นดินต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความยาวของผู้ทั้งคู่ บัสบาร์เส้นดินต้องมียกเว้นความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อลงดิน การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสายและขันยึดด้วยสลักเกลียวและแหวนสำหรับต่อบัสบาร์ชนิด HIGH-TENSILE STEEL, ELECTRO-GALVANIZED OR CHROME-PLATED แล้วขันด้วย TORQUE WRENCH ให้มีแรงกดที่ผิวอย่างสม่ำเสมอ

(4) สายที่ใช้สำหรับวงจรควบคุม หรือวงจรเครื่องวัด ให้ใช้ชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 700 C เดินในท่อ หรือ รางพลาสติก ช่วงต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกอ่อนให้สวยงาม

(5) ต้องผ่านการทดสอบ TEMPERATURE RISE TEST และ ROUTINE TEST โดยมี วิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้รับผิดชอบการผลิตและการติดตั้งแผงสวิตช์

9.2.5 เพื่อความสะดวกในการทำงาน และบำรุงรักษา แผงจ่ายไฟแรงต่ำ ต้องมีข้อมูลอย่างน้อย ดังนี้

(1) บ้ายแสดงชื่อสถานที่ที่ต้องติดต่อกับผู้ผลิต เป็นป้ายโลหะติดไว้ที่ตู้ด้านนอกตรงที่สังเกตเห็นได้ง่าย

(2) บ้ายชื่อและตำแหน่งการใช้งานของอุปกรณ์ทุกชนิดที่ผู้ปฏิบัติงานต้องการทราบเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ ตามกำหนด โดยให้ทำเป็นแผ่น พลาสติก 2 แผ่น ประกบกัน โดยแกะสลักตัวอักษรแผ่นพลาสติกสีดำ ติดให้มั่นคงที่ฝาตู้ด้านบนของช่องใส่อุปกรณ์นั้น ๆ

(3) ที่ฝาตู้ด้านที่เข้าปฏิบัติการให้พินสีเป็น SINGLE LINE แถบกว้าง เห็นชัดเจน แสดงหน้าที่ และความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ

9.2.6 AIR CIRCUIT BREAKER (ACB)

STANDARD	: IEC
RATED VOLTAGE	: 660 VAC.
NO. OF POLE	: 3
FORM OF INTERNAL	: FORM 2 b
FRAM SIZE	: ตามที่กำหนดในแบบ
OPERATION TYPE	: MANUAL หรือตามกำหนดในแบบ
MOUNTING TYPE	: DRAW OUT
INTERRUPTING CAPACITY	: ตามที่กำหนดในแบบ
RELEASE	: ELECTRONIC TRIP RELAY
	: ADJUSTABLE THERMAL TRIP
	: ADJUSTABLE GROUND FAULT TRIP
	: SHORT-TIME RELAY
	: TRIP INDICATOR
ACCESSORIES	: UNDER VOLTAGE TRIP 3P-4W
	: SHUNT TRIP
	: AUXILIARY SWITCH
	: ALARM SWITCH
	: ELECTRICAL & MECHANICAL INTERLOCK

9.2.7 MOLDED-CASE CIRCUIT BREAKER (MCCB)

STANDARD	: IEC
RATED VOLTAGE	: 660 VAC.
NO. OF POLE	: 3
FRAM SIZE	: ตามที่กำหนดในแบบ
OPERATION TYPE	: MANUAL หรือตามที่กำหนดในแบบ
MOUNTTING TYPE	: FIXED
INTERRUPTING CAPACITY	: ตามที่กำหนดในแบบ
RELEASE	: ADJUST THERMAL TRIP
	: ADJUST INSTANEOUS TRIP

9.2.8 METERING

(1) CURRENT TRANSFORMER

STANDARD	: IEC, JIS
SECONDARY CURRENT	: 5 AMP
ACCURACY CLASS	: 1.0
FREQUENCY	: 50 Hz
INSULATION CLASS	: 600 VAC
SORT- TIME CURRENT	: 40 TIMES

(2) DIGITAL METER

มีคุณสมบัติ เทียบเท่า หรือดี กว่า PM2100 METSEPM2120

STANDARD	: IEC, JIS
AVAILABLE RATING	: 3P-4W 380/220 CT 5A

(3) AC AMPMETER

STANDARD	: IEC, JIS
OPERATING PRINCIPLE	: RECTIFIER TYPE
ACCURACY CLASS	: 1.5
SCALE MOVEMENT	: MORE THAN 180
AVAILABLE RATING	: CT 5A

(4) AC VOLTMETER

STANDARD	: IEC, JIS
OPERATING PRINCIPLE	: RECTIFIER TYPE
ACCURACY CLASS	: 1.5
SCALE RANGE	: 0 – 600 VAC
SCALE MOVEMENT	: MORE THAN 180

(5) AMP SELECTOR SWITCH

เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสได้ทั้ง เฟส และมีจังหวะปิดด้วย (O - R - S - T) ใช้สำหรับ แอมมิเตอร์แบบผ่าน CT

(6) VOLT SELECTOR SWITCH

เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS - ST - TR - O - RO - SO - TO) ใช้สำหรับไฟฟ้า เฟส 4 สาย

(7) FUSE&BASE

ก. ใช้ฟิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน DIN 43620 และ VDE 0660 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้า ลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 KA ที่ 380 VAC โดยฐานฟิวส์ใช้ชนิด SINGLE POLE ติดชิดกัน 3 อัน โดยมี PHASE BARRIERS

ข. ฟิวส์และฐาน สำหรับป้องกันเครื่องวัดต่าง ๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด CARTRIDGE ตามมาตรฐาน DIN 49360 & 49515 และ VDE 0635 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA ที่ 380 VAC ฐานฟิวส์ ใช้ชนิด FLUSH-MOUNTING

(8) POWER FACTORY CONTROLLER

STANDARD	: IEC
REGULATOR ARE AVAILABLE	: (STEP) ตามในแบบ
VOLTAGE COIL	: 220 VAC, 50 Hz
MANUAL / AUTOMATIC SW.	:
ACCESSORIES	
ON-OFF PUSH BUTTON	: จำนวนเท่า CONTACTOR
INDICATOR LIGHTS	: จำนวนเท่า CONTACTOR
CONTROL FUSE	: จำนวนเท่า CONTACTOR
PF. RATING	: LEAD 0.5..1..0.5 LAG

(9) CONTACTOR

STANDARD	: IEC
TYPE	: AIR-BREAK CONTACTOR
RATED CURRENT	: ตามที่แสดงในแบบ
COIL VOLTAGE	: 220 VAC , 50 Hz
INSULATION CLASS	: 600 VAC
DUTY OPERATING	: AC 3

(10) POWER CAPACITOR

STANDARD	: IEC
RATED VOLTAGE	: 400 VAC
TYPE	: NONFLAMMABLE, DRY TYPE
ENCLOSURE TYPE	: 42
CAPACITY	: KVA (ตามในแบบ) & DISCHARGE RESISTOR
MAXIMUM TEMPERATURE	: 500 C

10 แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย (LOAD PANEL)

10.1 แผงจ่ายไฟย่อยจะต้องออกแบบและประกอบตาม NEMA STANDARD ใช้กับกระแสไฟฟ้า 3 PHASE 4 WIRE 380/220 V.AC 50 Hz ทำด้วย GALVANIZED SHEET STEEL WITH GRAY BAKED ENAMEL FINISH ความหนาไม่ต่ำกว่า 2.00 มม. มีประตูเปิด-ปิดด้านหน้าเป็นแบบ FLUSH LOCK และมี KEY LOCK ด้วย ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชิ้นต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน และกันสนิมอย่างดีพร้อมทั้งพ่นสีอบความร้อน

10.2 บัสบาร์ใช้ทองแดงชนิดที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้งานไฟฟ้าโดยเฉพาะตามมาตรฐาน ANSI , DIN หรือเทียบเท่า นำกระแสได้มากกว่า 1.5 เท่า ของกระแสฟัดที่รองรับ และฉนวนยึด (BUS BAR SUPPORT INSULATION) ให้ทำจากแหวน CAST RESIN หรือเป็นไม้อัด LIGNOSTONE ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์ หรือตามข้อกำหนดในแบบ การจัดเรียงบัสบาร์ในตู้ ให้จัดเรียงตาม เฟส A เฟส B เฟส C โดยเมื่อมองด้านหน้าของตู้ในลักษณะเรียงจากหน้าไปหลัง หรือจากซ้ายมือไปขวามือ การต่อสวิตช์ตัดตอนเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสายและขันยึดด้วยสลักเกลียว แป้นเกลียวและฉนวนสำหรับต่อบัสบาร์ชนิด HIGH-TENSILE STEEL , ELECTRO-GALVANIZED OR CHROME-PLATED แล้วขันด้วย TORQUE WRENCH ให้มีแรงกดที่ผิวอย่างสม่ำเสมอ

10.3 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นแบบ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มีขนาด AT & AF ตามกำหนดในแบบประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP มี INTERRUPTING CAPACITY ไม่น้อยกว่า 14 KA ที่ 415 V.AC และ/หรือตามที่กำหนดในแบบ

10.4 BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นแบบ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มีขนาด AT & AF ตามกำหนดในแบบประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP มี INTERRUPTING CAPACITY ไม่น้อยกว่า 4.5 KA ที่ 240 V.AC และ/หรือตามที่กำหนดในแบบ

11 แผงควบคุมไฟฟ้า (CONSUMER UNIT)

- 11.1 ตู้เป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วยเหล็กหรือพลาสติกทนความร้อน มีฝาปิด-เปิดด้านหน้าทำด้วย PVC ใส่สามารถมองเห็น CIRCUIT BREAKER ได้
- 11.2 CIRCUIT BREAKER เป็นแบบ PLUG-IN หรือแบบ BOLT-ON
- 11.3 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นชนิด 2P มีค่า INTERRUPTING CAPACITY ไม่น้อยกว่า 10 KA ที่ 240 V.AC
- 11.4 BRANCH CIRCUIT BREAKER มีค่า INTERRUPTING CAPACITY ไม่น้อยกว่า 4.5 KA ที่ 240 V.AC
- 11.5 การติดตั้งให้สูงจากพื้น 2.20 เมตร วัดถึงระดับบนของแผง

12 ดวงโคมพร้อมอุปกรณ์ประกอบ สวิตช์ และเต้ารับ

สวิตช์และเต้ารับถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้ของ PANASONIC หรือ BTICINO หรือ HACO หรือเทียบเท่า

- 12.1 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์
 - 12.1.1 ชนิดของโคมไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ
 - 12.1.2 โครงโคมต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.80 มม.
 - 12.1.3 ขั้วรับหลอดเป็นชนิดเกลียว เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของ IEC หรือ VDE
 - 12.1.4 หลอดไฟ สำหรับใช้งานที่แรงดัน 220-230 V. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย มอก.
 - 12.1.5 สำหรับสายภายในดวงโคมให้ใช้สายอ่อน ขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. และฉนวนสามารถทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส
- 12.2 โคมไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - 12.2.1 ต้องผลิตตามมาตรฐาน BS, VDE, DIN, NEMA, JIS หรือเทียบเท่า
 - 12.2.2 บัลลาสต์ เป็นชนิด LOW POWER LOSS
 - 12.2.3 หลอดไฟ เป็นชนิดแสง สีเคยล์ไลท์ หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 12.2.4 สำหรับหลอด ใช้ชนิดและขนาดตามแบบ ที่กำหนด
 - 12.2.5 โคมไฟชนิด ที่มีแผ่นสะท้อนแสงและตะแกรงบังตา ต้องมีประสิทธิภาพของแผ่นสะท้อนแสงไม่น้อยกว่า 95 % โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - LUMINARE EFFICIENCY $\geq$ 80% สำหรับโคมไฟ 2x36 W.
 - LUMINARE EFFICIENCY $\geq$ 69% สำหรับโคมไฟ
 - TOTAL REFLECTANCE $\geq$ 95%
 - REFLECTOR ทำจาก PURE ALUMINIUM ความบริสุทธิ์ 99.99%
 - LOUVER ทำจาก ANODIZED ALUMINIUM ชนิดเงา ความหนา 0.4 มม.
 - 12.2.6 โคมไฟชนิด ดาวนไลท์ วัสดุสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมสีเงิน ขอบวงแหวนสีเงิน ขนาดไม่เล็กกว่า 150 มม.
- 12.3 โคมไฟชนิดไฮเบย์ ถ้าแบบไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้มีคุณสมบัติดังนี้
 - 12.3.1 ตัวสะท้อนแสงทำจาก ANODIZED ALUMINIUM
 - 12.3.2 ปรับมุมกระจายแสงได้ เช่น แคบ-ปานกลาง-กว้าง
 - 12.3.3 ขั้วหลอดทำจาก PORCELAIN สามารถทน PULSE ได้ถึง 5 KV

- 12.3.4 มีขอบวงแหวนสำหรับฝังผ้า และกระจกทนความร้อน พร้อมโซ่ และ ตะขอแขวนเพื่อการเปลี่ยนหลอดไฟ
- 12.3.5 หลอดเป็นชนิด เมทัลฮาไลด์ ขนาดตามกำหนดในแบบ
- 12.4 โคมไฟชนิด FLOOD LIGHT ถ้าแบบไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้มีคุณสมบัติดังนี้
 - 12.4.1 ตัวสะท้อนแสงทำจาก ALUMINIUM เคลือบด้วย ALZAK
 - 12.4.2 ปรับมุมในแนวนอนและแนวตั้งได้
 - 12.4.3 ตัวโคมทำจาก DIE CAST ALUMINIUM มีปะเก็นยางและตัวดูดซับความร้อน
 - 12.4.4 มีกระจกทนความร้อน
 - 12.4.5 หลอดเป็นชนิด เมทัลฮาไลด์ ขนาดตามกำหนดในแบบ
- 12.5 การต่อลงดินของดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ

ชั้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า และอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า 2.40 เมตร ซึ่งคนสัมผัสได้ ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นส่วนโลหะดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ตามแนวราบ)
- 12.6 สวิตช์และเต้ารับ
 - 12.6.1 สวิตช์ ปิด-เปิด ทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 10 A และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 250 V ติดตั้งสูงจากพื้น 1.20 เมตร
 - 12.6.2 เต้ารับ (2P+G) ทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 10 A และทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 250 V ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 เมตร
 - 12.6.3 สวิตช์ เต้ารับ และฝาครอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน

13. ระบบป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)

13.1 หัวล่อฟ้า (AIR TERMINAL)

13.1.2 ถ้าแบบไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่น หัวล่อฟ้าให้ใช้แบบแท่งอลูมิเนียมชนิดปลายแหลม (TAPER POINTED AIR ROD) ขนาด Dia. 3/4" ยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ ติดตั้งที่จุดสูงสุดของอาคาร โดยติดทุกมุมของอาคาร และให้เชื่อมต่อกันด้วย อลูมิเนียม เทปขนาด 3x25.มม. (โดยจัดเชื่อมต่อเป็นรูปวงแหวน ที่ชั้นล่างรอบอาคารอีกครั้งหนึ่ง)

13.2 ตัวนำลงดิน

13.2.1 ถ้าแบบไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่น สายตัวนำลงดินให้เป็นแบบ BARE COPPER CONDUCTOR CABLE และขนาดต้องไม่เล็กกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร สายตัวนำลงดินต้องเป็นสายเส้นเดียวกันตลอด ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด โดยเดินร้อยในท่อพีวีซี ตามแบบ หรือ ถ้าเดินยึดเกาะผนังให้อยึดด้วย GALVANIZED CONDUIT STRAP ทุก ๆ ระยะ 1.5 ม.

13.3 หลักสายดิน (GROUND ROD)

ใช้ COPPER CLAD STEEL ROD DIA. 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต(3 เมตร) อย่างน้อย 3 แท่ง บักลงดินโดยให้ปลายบนสุดลึกลงไปดิน 0.6 เมตร และการต่อสายตัวนำลงดินกับแท่งหลักดิน ให้ใช้วิธีหลอมละลายในเบ้าหลอม (EXOTHERMIC WELDING) เท่านั้น

13.4 GROUND TEST BOX

เพื่อความสะดวกในการทดสอบความต้านทานของหลักดิน ต้องมี TEST BOX ซึ่งใช้เป็นจุดผ่านระหว่าง DOWN CONDUCTOR ที่ลงมาจากด้านบน กับ GROUND CONDUCTOR ติดตั้งในระดับสายตา

13.5 การติดตั้ง

ในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ก่อนติดตั้งจะต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และถ้ามีระบบสื่อสาร ควรติดตั้งคนละมุมอาคารกับระบบสื่อสาร

13.6 ความต้านทานดิน

ความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าหากความต้านทานดินเกิน ผู้รับจ้างต้องทำการตอก GROUND ROD เพิ่มขึ้น จนได้ความต้านทานตามที่กำหนด ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะนำมาคิดเพิ่มภายหลังมิได้

14 ระบบป้องกันไฟกระชอกและป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (SURGE PROTECTION)

14.1 อุปกรณ์ที่ต้องการป้องกันไฟกระชอก (SURGE) ถ้าแบบกำหนดให้มี ควรมีคุณสมบัติดังนี้

14.1.1 กรณีต้องการป้องกัน ตู้ FIRE ALARM / ดับเพลิง และแบบไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น ควรมีคุณสมบัติและขนาดดังนี้

- (1) MAX.SURGE CURRENT / PHASE : 1 IMPUSE (8/20 US) : ≥ 10 KA.
- (2) SURGE LIFE / PHASE : 10000 IMPUSE(8/20 US) : ≥ 500 A.
- (3) ให้ติดตั้งเป็นลักษณะอนุกรมระหว่างสายจ่ายไฟและอุปกรณ์ที่ต้องการป้องกันในระบบ

แรงดัน 240 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย

- (4) มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน

14.1.2 กรณีต้องการป้องกัน ตู้ PABX และแบบไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น ควรมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) BASIC ENCLOSURE UNIT

ก. CONNECTOR : RJ 21

ข. PROTECTS : UP TO 50 WIRE

- (2) PLUG-IN PROTECTION MODULE

ก. PROTECT : 1 PAIR / 1 MODULE

ข. I PEAK : 5 KA

ค. ให้ติดตั้งโดยต่ออนุกรมกับอุปกรณ์ที่ต้องการป้องกัน

14.1.3 กรณีต้องการป้องกัน เสาอากาศ/จานดาวเทียม และแบบไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น ควรมีคุณสมบัติดังนี้

อุปกรณ์เสริมอื่น

- (1) อุปกรณ์เสริม สามารถต่อกับสาย COAXIAL CABLE (RG 11) ได้โดยไม่ต้องใส่

- (2) ให้ติดตั้งระหว่างสายที่รับสัญญาณจากเสาอากาศหรือจานดาวเทียม กับเครื่องส่ง (อนุกรม)

14.1.4 กรณีต้องการป้องกัน ตู้ MDB และตามแบบกำหนด และ ควรมีคุณสมบัติและขนาดอย่างน้อย ดังนี้

- (1) MAX.SURGE CURRENT / PHASE : 1 IMPUSE (8/20US) : ≥ 120 KA.

- (2) SURGE LIFE / PHASE : 10000 IMPUSE(8/20US) : ≥ 4 KA.

- (3) ตัวตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กแข็งแรงตามมาตรฐานสากล

(4) แต่ละเฟส ต้องมีหลอดไฟแสดงสถานะ PROTECTION PRESENT INDICATOR หรือ REDUCE PROTECTION INDICATOR

(5) ฟิวส์ป้องกันอุปกรณ์ภายในควรเป็นฟิวส์สำหรับไฟแต่ละเฟสที่ทำงานทดแทนกันอัตโนมัติ เมื่อฟิวส์ตัวใดตัวหนึ่งขาด และมีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของฟิวส์และอุปกรณ์เพื่อช่วยในการตรวจสอบบำรุงรักษา

- (6) ติดตั้งโดยการต่อขนานกับสายเมน และให้ติดตั้งด้านไฟออกของ CIRCUIT BREAKER

14.2 เพื่อเป็นการป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ให้ได้ผลยิ่งขึ้น (กรณีวิศวกรโยชานยอมให้ทำได้) ควรปฏิบัติดังนี้

14.2.1 ต่อประสานโครงโลหะบริเวณป้องกัน โดยต่อเชื่อมทุกระยะ 1 เมตร เพื่อต่อลงดินร่วมกับอุปกรณ์ป้องกันเสริม (ต้องทำระหว่างการก่อสร้างโดยประสานกับวิศวกรโยธา)

- 14.2.2 โครงข่ายต่อประสานและระบบรากสายดิน ต้องต่อเข้าด้วยกันด้วยตัวนำต่อขนานกันหลายตัวนำ
- 14.2.3 ตัวนำต่อประสานที่ทำด้วยทองแดงหรือเหล็กชุบสังกะสี ควรมีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม.



15 ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)

15.1 ข้อกำหนด

รายละเอียดในแบบเป็นแนวทางในการออกแบบ และจัดอุปกรณ์หลักๆ เท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้ระบบทั้งหมดใช้งานร่วมกันได้ครบถ้วน และถูกต้องตามความต้องการของผู้รับจ้าง

15.2 เทคนิค

15.2.1 แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)

(1) ตัวตู้ทำด้วยโลหะ ความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีด้วยความร้อน ขนาดตามที่กำหนดในแบบ

(2) คุณสมบัติของแผงกระจายสายรวม เป็นดังนี้

ก. ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ 1 ต้องมีจำนวนขั้วต่อสายเพียงพอสำหรับสายทั้งหมดที่มาจากตู้สาขา
- ส่วนที่ 2 ต้องมีจำนวนขั้วต่อสายเพียงพอ สำหรับสายของเลขหมายภายในทั้งหมด
- ส่วนที่ 3 ต้องมีจำนวนขั้วต่อสายแบบที่สามารถติดตั้ง (เตรียมพร้อมติดตั้ง) GAS TUBE

ARRESTER ได้เพียงพอกับจำนวนสายภายนอกอาคาร และสายองค์การโทรศัพท์ ทั้งหมด

ข. ในกรณีที่ผู้รับจ้างใช้คู่สายโทรศัพท์จาก MDF ไปยังกล่องต่อสายประจำชั้นมากกว่าขั้วต่อสายตามแบบ ต้องเพิ่มขั้วต่อสายให้มีขนาดไม่น้อยกว่าจำนวน คู่สายดังกล่าว

ค. ต้องมี LABEL HOLDERS และ LABEL แสดงแถวหรือหมวดหมู่ของคู่สาย

15.2.2 กล่องต่อสายโทรศัพท์ (TELEPHONE CUBINET : TC)

เป็นแบบที่บรรจุในตัวตู้ ให้ทำด้วยตัวเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. ตู้ต้องพ่นสีแล้วอบด้วยความร้อน มีฝาและบานพับพร้อมกุญแจล็อกตัวตู้ ต้องมีขนาดใหญ่พอสำหรับแผงต่อสายในขนาดเริ่มต้น และสามารถขยายขนาดสำหรับอนาคตได้ ในตู้มีที่ยึดสายให้เรียบร้อยและมีขั้วดินด้วย

15.2.3 เต้ารับและเต้าเสียบ

เป็นแบบ MODULAR JACK TYPE ชนิด 4 ขั้ว พร้อมสายต่อ (EXTENSION CORD) สำหรับเครื่องโทรศัพท์ยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร ในแต่ละจุด โดยที่ฝาครอบโทรศัพท์มีลักษณะเดียวกันกับฝาครอบของสวิทช์และเต้ารับ

15.2.4 การเดินสาย

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. และเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ โดยระบบโทรศัพท์ให้ใช้สายโทรศัพท์ที่มีรหัสสีแบ่งแยกคู่สายให้ชัดเจน และในการเดินสายโทรศัพท์ถ้ามีได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายต่อไปนี้

(1) สาย AP (ALPETH SHEATHED CABLE) ใช้สำหรับเดินในรางใต้ดินหรือร้อยในท่อนอกอาคาร

(2) สาย TPEV ใช้สำหรับเดินระหว่างแผงกระจายสายรวม (MDF) ไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์ (TC) โดยที่รางหรือกล่องต่อสายต้องต่อลงดินให้ถูกต้องและมีขนาดเหมาะสม โดยจำนวนสูงสุดของสายที่เดินในท่อให้เป็นไปตาม ตารางที่ 7

(3) สาย TIEV ใช้สำหรับเดินระหว่างกล่องต่อสายโทรศัพท์ (TC) ไปยังกล่องต่อสายหรือเต้ารับโทรศัพท์ ส่วนการเดินท่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการเดินท่อร้อยสายไฟ โดยจำนวนสูงสุดของสายที่เดินในท่อให้เป็นไปตาม ตารางที่ 8

15.2.5 การติดตั้ง

ให้ติดตั้งระบบโทรศัพท์และอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบให้เป็นไป ตามกฎและระเบียบของ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

16 ระบบสัญญาณเตือนและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)

16.1 ข้อกำหนด

ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยและอุปกรณ์ที่ใช้ ต้องเป็นระบบ PRESIGNAL หรือ MULTIPLEX SYSTEM หรือ ที่ กำหนดในแบบ โดยเป็นไปตามข้อกำหนดของ NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) ของ สหรัฐอเมริกา หรือ FIRE OFFICE COMMITTEE (F.O.C.) ของอังกฤษ หรือ JAPANESE FIRE SERVICE LAW ของญี่ปุ่น หรือ NEC ARTICLE 760 โดยที่ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสัญญาณเตือนภัยและอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงใน แบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

16.2 ด้านเทคนิค

16.2.1 แผงควบคุมรวม (FIRE CONTROL PANEL : FCP)

ทำด้วยแผ่นเหล็กหนาประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีความแข็งแรง ไม่ผุกร่อน หรือเป็นสนิมได้ง่าย ซึ่ง ประกอบด้วยโซนต่างๆ ของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย โดยจำนวนโซนกำหนดตามแบบและมีสำรองให้อีกอย่างน้อยหนึ่ง โซน ภายในแผงควบคุมประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ชนิด MODULAR UNIT ต่างๆ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์และทำงานด้วยไฟกระแสตรง 24 V. และต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังนี้

(1) หลอดไฟสัญญาณต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. AC POWER ON LAMP โดยจะติดตลอดเวลาที่มีกระแสสลับป้อนให้กับระบบเมื่อมีเหตุขัดข้องที่ ทำให้กระแสสลับไม่สามารถป้อนให้กับระบบได้ หลอดไฟดวงนี้จะกระพริบและระบบจะเปลี่ยนไปใช้กระแสไฟสำรองใน แผงควบคุมโดยอัตโนมัติ

ข. ZONE LAMP ติดเพื่อแสดงบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้มีตัวอักษรบอกชื่อบริเวณติดอยู่บนหลอดไฟ เพื่อที่จะทราบที่เกิดเหตุโดยรวดเร็วเมื่อเกิดอัคคีภัย

ค. SWITCH POSITION ON LAMP เป็นหลอดไฟเตือนตำแหน่งสวิตช์ ซึ่งจะกระพริบเตือนทุกครั้ง ที่ สวิตช์แผงควบคุมตัวใดตัวหนึ่งอยู่ในตำแหน่งผิดพลาด อันเป็นเหตุให้การทำงานของแผงควบคุมผิดพลาด

ง. DIGITAL ZONE INDICATOR สำหรับแสดงโซนที่ได้รับสัญญาณเพลิงไหม้และเหตุขัดข้องของ ระบบ

จ. MANUAL ALARM LAMP แสดงการแจ้งเตือนเกิดจากอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

ฉ. ALARM VERIFICATION LAMP แสดงว่ากำลังตรวจสอบสัญญาณเพลิงไหม้

ช. AUXILIARY POWER TEST LAMP แสดงการทดสอบทำงานของ BATTERY

ญ. TELEPHONE LAMP แสดงว่ามีการเรียกทางโทรศัพท์

ฎ. LINE TROUBLE LAMP เป็นหลอดแสดงสาเหตุของการขัดข้อง เช่น สายไฟที่ต่อไปยังอุปกรณ์ แจ้งเหตุ (DETECTOR LINE) ของโซนใดโซนหนึ่งขาด

ฏ. SPARE INDICATOR LAMP ไม่น้อยกว่า 3 จุด เพื่อแสดงสถานะอุปกรณ์แจ้งเตือนจากระบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

(2) สวิตช์ควบคุมต่างๆ อย่างน้อยต้องมีดังต่อไปนี้

ก. MAIN ALARM / LOCAL ALARM SILENCING SW.

- ข. ALARM RESET SW.
- ค. ALL LOCAL ALARM OPERATING SW.
- ง. AUXILIARY POWER TEST SW.
- จ. ALARM SIGNAL CUT-OFF SW.
- ฉ. AUTOMATIC / TEST RESET SW.
- ช. ZONE SELECTION SW.
- ญ. BUZZER SILENCING SWITCH

(3) รีเลย์ต่างๆ สำหรับกระแสไฟฟ้าแรงต่ำ จำนวนโซน และต้องมีรีเลย์พิเศษเพื่อใช้ควบคุมพัดลม-เครื่องปรับอากาศ-ลิฟต์ ฯลฯ

16.2.2 แผงแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (ANNUNCIATOR)

โดยใช้หลอดไฟสัญญาณแสดงตำแหน่งของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ ที่ได้แบ่งไว้ตามแผนผังของอาคาร (GRAPHIC ANNUNCIATOR) และมีการแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ระยะไกล (REMOTE ANNUNCIATOR) ซึ่งติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง)

16.2.3 แบตเตอรี่ และเครื่องอัดแบตเตอรี่ (BATTERY AND BATTERY CHARGER)

เครื่องอัดแบตเตอรี่ ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับแรงดันไฟสลับ 220 V 50 Hz และแปลงเป็นแรงดันไฟตรง 24 V ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ หลอดไฟสัญญาณแสดงการทำงาน เช่น แสดงการทำงานในสภาวะปกติเป็นต้น พร้อมทั้งมีระบบป้องกันต่าง ๆ เช่น กระแสเกิน การลัดวงจร ฯลฯ เป็นต้น เป็นชนิดนิกเกิลแคดเมียม ซึ่งมีกำลังพอใช้งานขณะไฟเมนดับได้ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง โดยที่เครื่องอัดแบตเตอรี่ ต้องมีขนาดที่พอเหมาะกับการใช้งานดังกล่าวด้วย และสามารถประจุไฟให้เต็มภายใน 10 ชั่วโมง

16.2.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (SIGNAL INITIATING DEVICE) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆซึ่งได้แสดงในแบบอย่างน้อยดังนี้

(1) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (HEAT DETECTOR) แบบ RATED OF RISE TEMPERATURE ซึ่งจะทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเกินกว่า 15 องศา C ต่อนาที มีหลอดไฟสัญญาณในตัว (RESPONSE LAMP) สำหรับแสดงสภาวะเมื่อ DETECTOR ทำงาน และสามารถต่อพ่วงหลอดไฟให้ติดที่อื่นได้ (REMOTE FIRE INDICATOR LAMP) ใช้กับไฟ 15-30 V.DC พื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 90 ตารางเมตร ที่ความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร

(2) อุปกรณ์ตรวจจับควัน (SMOKE DETECTOR) แบบ PHOTO ELECTRIC มีหลอดไฟสัญญาณในตัว (RESPONSE LAMP) สำหรับแสดงสภาวะเมื่อ DETECTOR ทำงาน และสามารถต่อพ่วงหลอดไฟให้ติดที่อื่นได้ (REMOTE FIRE INDICATOR LAMP) ใช้กับไฟ 15-30 V.DC พื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 150 ตารางเมตร ที่ความสูงไม่เกิน 4.00 เมตร

(3) สวิตช์แจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ด้วยมือ (MANUAL STATION) เป็นชนิดติดตั้งแบบดึงหรือกดปุ่ม โดยมีป้าย " FIRE " เห็นได้ชัดเจน และมีสวิตช์กุญแจ สำหรับไขเพื่อเปิดหา GENERAL ALARM หรือ TELEPHONE JACK

16.2.5 อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณและหลอดไฟสัญญาณ (AUDIBLE ALARM & ALARM LAMP INDICATING DEVICE)

(1) ALARM BELL เป็นแบบกระดิ่ง (BELL) ชนิด LOW CURRENT 24 V.DC ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ทำด้วย ALUMINUM ALLOY สีแดง ดังประมาณ 90 dB ที่ระยะ 1.00 เมตร

(2) ALARM LAMP (ถ้าแบบกำหนดให้มี) เป็นดวงโคมสีแดงใช้หลอดไฟขนาด 3W 24 VDC ติดยึดกับกล่องเหล็กซึ่งประกอบเป็นชุดกับ MANUAL ALARM

(3) STROBE WITH LIGHT สำหรับติดตั้งในห้องน้ำ ผู้พิการ

16.2.6 ระบบสาย ให้ใช้ดังนี้

(1) สายวงจร แบบ CLASS A (4 สาย) ซึ่งสามารถแจ้งสัญญาณได้ ถึงแม้ว่าสายจะขาดที่จุดหนึ่งหรือสายลัดวงจรที่จุดหนึ่ง

(2) สายวงจร แบบ 2 สาย ใช้ทั้งแจ้งสัญญาณและส่งไฟไปยังเครื่องตรวจจับควันในวงจรเดียวกัน โดยที่ปลายวงจรต้องมีตัวต้านทาน (END OF LINE RESISTOR)

16.2.7 การทำงาน (สำหรับระบบแจ้งเหตุอย่างเดียว)

เมื่อมีสัญญาณแจ้งเหตุจากโซนใด หลอดไฟสัญญาณของโซนนั้นจะติดหรือกระพริบพร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเฉพาะที่แผงควบคุมรวม จนกว่าจะกดตัดเสียง แต่หลอดไฟสัญญาณจะยังคงติดอยู่จนกว่าจะกลับสู่สภาวะปกติ แต่ถ้าหากว่าไม่มีการกดตัดเสียงภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ (0 – 5 นาที) ระบบจะส่งสัญญาณไปยังโซนที่เกี่ยวข้อง โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) เมื่อมีสัญญาณเพลิงไหม้ส่งมาจากโซนใด DIGITAL ZONE INDICATOR ของโซนนั้นที่ FIRE ALARM CONTROL PANEL (FCP) จะติด ขณะเดียวกัน FCP จะตรวจสอบว่าเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริงหรือไม่โดยจะหน่วงเวลาไว้ประมาณ 10 วินาที สำหรับ HEAT DETECTOR และ 60 วินาที สำหรับ SMOKE DETECTOR ภายในช่วงเวลาดังกล่าวถ้าไม่ใช้สัญญาณเพลิงไหม้ FCP จะ RESET ตัวเองโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริง ZONE LAMP ของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ FCP จะติด พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณดังขึ้นที่ FCP

(2) หากผู้ควบคุมต้องการส่งเสียงสัญญาณไปยังโซนที่เกิดเพลิงไหม้หรือทุกโซนพร้อมกันหมด ก็สามารถเลือกทำได้โดยการเปิด LOCAL ALARM SILENCING SWITCH และ LOCAL ALARM OPERATING SWITCH ที่ FCP ตามลำดับ

(3) ผู้ควบคุมสามารถปิดเสียงสัญญาณในข้อ (1) และ (2) ได้แต่หลอดไฟ ZONE LAMP , LOCAL ALARM SILENCING LAMP จะยังคงติดอยู่จนกว่าจะกลับสู่สภาวะปกติและกด RESET SWITCH

16.2.9 การติดตั้ง

(1) ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย พร้อมแบตเตอรี่และเครื่องประจุในห้องควบคุมของอาคารหรือตามกำหนดในแบบ

(2) สายไฟฟ้า ชนิดทนอุณหภูมิ 75 °C ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. สำหรับวงจรแจ้งเหตุ และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับวงจรส่งเสียงสัญญาณและหลอดไฟสัญญาณ

(3) สายทนไฟใช้สำหรับในพื้นที่ที่ต้องการป้องกันทางกายภาพเท่านั้น โดยความเห็นชอบของผู้ออกแบบ

(4) ปลายสายทุกเส้นที่เข้า FCP ต้องกำกับหมายเลขให้ตรงกันด้วย WIRE MARKER พลาสติก และมีตัวเลขแสดงโดยไม่ลบเลือนได้ง่าย

(5) MANUAL STATION & KEY SWITCH ให้ติดตั้งที่ระดับ 1.50 เมตร เหนือพื้น

(6) BELL & HORN ให้ติดตั้งต่ำกว่าระดับผ้า 0.30 เมตร

(7) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายขนาด 2-2.5 ตร.มม. จากแผงควบคุมระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไปยังแผงควบคุมของพัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZED FAN) , ระบบควบคุมลิฟต์ทุกห้องเครื่อง และ SOLENOID VALVE ของระบบดับเพลิงอัตโนมัติ (ถ้ามีระบบ) ในแบบ)

(8) ถ้าไม่มีความจำเป็นในการป้องกันทางกายภาพ ให้ใช้สาย THW ร้อยในท่อโลหะ
เดินแยกจากระบบอื่น

16.2.10 ตำแหน่งที่แน่นอนของการตรวจจับ และอุปกรณ์แจ้งเหตุ อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างหารือกับผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการติดตั้ง

16.2.11 การทดสอบ

เมื่อติดตั้งระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วนโดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย

16.2.12 การอบรม

ผู้รับจ้างต้องทำการอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้ระบบ และวิธีบำรุงรักษาด้วย

17. ระบบทีวีวงจรปิด (CCTV)**17.1 ข้อกำหนด**

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ งานระบบทีวีวงจรปิด ตำแหน่งและจำนวนตามที่กำหนดในแบบรายละเอียดวัสดุตามที่กำหนดในรายการประกอบแบบ ให้เรียบร้อยและระบบสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

17.2 กล้องวงจรปิด IP Camera แบบมุมมองคงที่ (IP Fixed Camera)

- SENSOR : 1/3 " ชนิด CCD หรือ MOS หรือดีกว่า
- RESOLUTION : ไม่น้อยกว่า 2,688x1,520 pixel หรือไม่น้อยกว่า 4 Megapixel
- SENSITIVITY : ไม่มากกว่า 0.25 LUX สำหรับภาพสีและ(DAY Mode)และไม่มากกว่า 0.05 LUX สำหรับภาพขาวดำ(Night Mode)
- Frame rate : ไม่น้อยกว่า 25 ภาพ ต่อวินาที
- สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหว : Motion Detection
- สามารถแสดงภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range)
- สามารถ ส่งสัญญาณภาพได้มาตรฐาน ONVIF,H.246 หรือ ดีกว่า
- สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้

17.4 MONITOR

- TYPE : >=32" ,LED
- RESOLUTION : >=3,840X2,160 pixel

17.5 Network Video Recorder

- แบบ 16 ช่องพร้อม 16 PoE จำนวน 2 เครื่อง
- สามารถบันทึกและบีบอัดภาพได้มาตรฐาน MPEG หรือ H.246 หรือดีกว่า
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่าไม่น้อยกว่า
- สามารถบันทึกภาพและส่งภาพเพื่อแสดงภาพที่มีความละเอียด ไม่น้อยกว่า1920x1080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel อัตราเฟรมที่ 25 fps หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP,SMTP,NTP หรือ SNTP,SNMP,RTSP หรือดีกว่า
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับกล้องวงจรปิดโดยเฉพาะ ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 10 TB จำนวน 2

ลูก

- มีฟังก์ชันตรวจจับวิดีโอ (Video Detector/Smart Detector) รวมทั้งการส่งสัญญาณแจ้งเตือนในกรณีสัญญาณวิดีโอ หายไป

- สามารถเข้าดูผ่านช่องทางเว็บ,อุปกรณ์มือถือ
- รองรับการใช้งานโปรโตคอล ONVIF
- สามารถแสดงภาพที่บันทึกจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านระบบเครือข่ายได้

17.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า

- ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2000VA/1400W

17.7 ตู้เก็บอุปกรณ์เครือข่าย

- แบบ CLOSE RACK ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 9 U

18 ระบบแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉินอัตโนมัติ(EMERGENCY & EXIT LIGHT)**18.1 ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินอัตโนมัติ(EMERGENCY LIGHT)**

18.1.1 เมื่อเกิดเหตุขัดข้องต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้าขัดข้อง ไฟฟ้าลัดวงจรหรือเกิดอัคคีภัยจำเป็นต้องตัดการใช้ไฟจากการไฟฟ้า ออกอย่างกะทันหัน ดวงโคมต้องให้แสงสว่างโดยอัตโนมัติและดับเองเมื่อไฟจากการไฟฟ้ากลับสู่สภาวะปกติ หลังจากนั้นเครื่องจะ CHARGE ไฟให้แบตเตอรี่เต็มโดยอัตโนมัติสำหรับเตรียมพร้อมใช้งานในครั้งต่อไป

- (1) ระบบไฟฟ้าใช้กับระบบไฟฟ้า 220-230 V 1 เฟส 50 Hz
- (2) หลอดไฟใช้หลอด LED 12 V 2x9 WATT และ/ หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- (3) ชนิดของดวงโคม เป็นดวงโคมแบบไฟฉาย 2 ดวง ปรับมุมได้ 2 ทิศทาง ติดตั้งตามผนังหรือเพดานแยกต่างหากจากกล่องของชุดแบตเตอรี่ มีสายร้อยท่อไปยังแบตเตอรี่
- (4) เครื่องประจุแบตเตอรี่ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz สามารถประจุแบตเตอรี่เต็มที่ได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 10 ชั่วโมง ต้องเป็นแบบอัตโนมัติปรับอัตราการประจุแบตเตอรี่เอง มีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายจากการลัดวงจรทั้งด้านไฟกระแสสลับและไฟกระแสตรง และต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังนี้

- ก. มาตรการแรงดันไฟฟ้า
- ข. มาตรการกระแสไฟฟ้า
- ค. ปุ่มทดสอบการทำงาน
- ง. พิวส์ป้องกันวงจรลัดที่ใช้ในการทดลองโดยการตัดไฟเมน
- จ. มีหลอดไฟสัญญาณแสดงการทำงานทุกสถานะของแบตเตอรี่
- ฉ. แบตเตอรี่ใช้แบบ SEALED LEAD ACID ขนาดแบตเตอรี่ต้องพอจ่ายไฟพร้อมกันหมด เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง ที่ 35 °C

18.1.2 อุปกรณ์ทั้งหมด ให้ติดตั้งในตู้โลหะอย่างดี ฟันสีกันสนิมและไครด แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.40 มม. มีช่องระบายอากาศพร้อมมุ้งลวดกันแมลง ตู้ให้ทำตามระดับชั้นการป้องกัน IP 22 หรือดีกว่า

18.1.3 ให้แสดงรายละเอียดการคำนวณขนาดของเครื่องอัดแบตเตอรี่ และขนาดแบตเตอรี่ขณะ จ่ายไฟเต็มที่ครบพร้อมกันหมด

18.1.4 เครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ ต้องทำโดยผู้ทำที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

18.1.5 การรับประกันคุณภาพสินค้า ไม่น้อยกว่า 2 ปี

ป้ายบอกทางหนีไฟอัตโนมัติ(EXIT LIGHT)

เมื่อเกิดเหตุขัดข้องต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้าขัดข้อง ไฟฟ้าลัดวงจรหรือเกิดอัคคีภัยจำเป็นต้องตัดการใช้ไฟจากการไฟฟ้า ออกอย่างกะทันหัน ดวงโคมต้องให้แสงสว่างโดยอัตโนมัติและดับเองเมื่อไฟจากการไฟฟ้า กลับสู่สภาวะปกติ หลังจากนั้นเครื่องจะ CHARGE ไฟให้แบตเตอรี่เต็มโดยอัตโนมัติสำหรับเตรียมพร้อมใช้งานในครั้งต่อไป

- ระบบไฟฟ้าใช้กับระบบไฟฟ้า 220-230 V 1 เฟส 50 Hz
- หลอดไฟใช้หลอด FLUORESCENT 220 V 2x10 WATT และ/ หรือ ตามที่กำหนดในแบบ
- บัลลัสต์ใช้ ELECTRONIC BALLAST สามารถรับไฟได้ทั้ง 220 V AC และ 220 V DC

- เครื่องประจุแบตเตอรี่ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz สามารถประจุแบตเตอรี่เต็มที่ได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 10 ชั่วโมง ต้องเป็นแบบอัตโนมัติปรับอัตราการประจุแบตเตอรี่เอง มีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายจากการลัดวงจรทั้งด้านไฟกระชากกลับและไฟกระชากตรง และต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังนี้

ก. มาตรการแรงดันไฟฟ้า

ข. มาตรการกระแสไฟฟ้า

ค. ปุ่มทดสอบการทำงาน

ง. ฟิวส์ป้องกันวงจรลัดวงจรใช้ในการทดลองโดยการตัดไฟเมน

จ. มีหลอดไฟสัญญาณแสดงการทำงานทุกสถานะของแบตเตอรี่

ฉ. แบตเตอรี่ให้แบบ SEALED LEAD ACID ขนาดแบตเตอรี่ต้องพอจ่ายไฟพร้อมกันหมด เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง ที่ 35.0 °C

- อุปกรณ์ทั้งหมด ให้ติดตั้งในตู้โลหะอย่างดี ฟันสีกันสนิมและไอกรด แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.40 มม. มีช่องระบายอากาศพร้อมมุ้งลวดกันแมลง ตู้ให้ทำตามระดับชั้นการป้องกัน IP 22 หรือดีกว่า

- ให้แสดงรายละเอียดการคำนวณขนาดของเครื่องอัดแบตเตอรี่ และขนาดแบตเตอรี่ขณะจ่ายไฟเต็มที่ครบพร้อมกันหมด

- เครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ ต้องทำโดยผู้ทำที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

- การรับประกันคุณภาพสินค้า ไม่ต่ำกว่า 2 ปี

19. การทดสอบของระบบไฟฟ้า

19.1 การทดสอบระบบแรงสูง

19.1.1 กรณีสายแรงสูงเดินใต้ดิน ให้ทดสอบกระแสรั่วไหล โดยให้ทำการปลดปลายสายออกทั้งสองข้างเพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่แรงดันประมาณ 2 เทา (50 KV.DC. : สำหรับระบบ 24 KV.) เป็นเวลาต่อเนื่อง 30 วินาที กระแสที่ผ่านระหว่างสายกับสาย และสายกับดิน ทุกเฟสจะต้องมีกระแสรั่วไม่เกิน 25 มิลลิแอมป์

19.1.2 การทดสอบระบบ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าปกติเข้าไปในระบบ โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงาน หรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

19.2 การทดสอบระบบแรงต่ำ

19.2.1 การทดสอบทั่วไป

(1) การทดสอบระบบและอุปกรณ์ โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปในระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดแล้วทำการตรวจสอบหน้าที่และการทำงาน โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ รีเลย์ หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องปรับแต่งให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงาน หรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

(2) การทดสอบดวงโคม ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมดต้องถูกทดสอบโดยการเปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา อย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิด หากพบมีความเสียหายต้องแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

19.2.2 การทดสอบฉนวน

อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดจะต้องถูกทดสอบดังนี้

(1) วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

ให้ทำการปลดอุปกรณ์ป้องกันที่เป็นตัวเมนออกจากวงจร แต่ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งต่อเชื่อมวงจร (คือเปิดสวิตช์ไฟไว้) จากนั้นป้อนไฟฟ้ากระแสตรงที่แรงดันประมาณ เทา (500 V.DC.) เป็นเวลาต่อเนื่อง 30 วินาที ค่าความต้านทานฉนวนที่ผ่านระหว่างสายกับสาย และสายกับดิน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโห์ม

(2) สายป้อนหรือสายป้อนย่อย

ให้ทำการปลดปลายสายออกทั้งสองข้างเพื่อทำการทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดประมาณ 2 เทา (500 V.DC.) เป็นเวลาต่อเนื่อง 30 วินาทีค่าความต้านทานฉนวนที่ผ่านระหว่างสายกับสาย และสายกับดิน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโห์ม

(3) การทดสอบแรงดันตก

ก. เมื่อวัดแรงดันไฟฟ้าตกจากหม้อแปลง ถึงโหลดต่าง ๆ แรงดันไม่ควรตกเกิน 5 % (ไม่เกิน 3% สำหรับระบบใต้ดิน)

ข. ในกรณีแรงดันจากการไฟฟ้าฯ ต่ำกว่า 22 KV (กฟภ.) หรือ 24 KV (กฟน.) ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบ และ แก้ไขแท๊ป (TAP) ของหม้อแปลงให้เหมาะสมกับระบบไฟนั้น ๆ

19.2.3 การทดสอบระบบดิน

เมื่อวัดค่าความต้านทานของดินของระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และ การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีค่าความต้านทานของดินไม่เกิน 5 โอห์ม

20 การส่งมอบงาน

20.1 ก่อนส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารให้มีขนาดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ทั้งในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยให้มีความเหมาะสมกับสถานที่ และความต้องการ ซึ่งได้แก่การปรับสมดุลของโหลด การปรับแต่งแรงดันของระบบ การปรับแต่งการป้องกันการใช้กระแสเกิน และการลัดวงจร รวมถึงการปรับแต่งระบบไฟฟ้าสื่อสารต่างๆ

20.2 ผู้รับจ้างต้องเปิดเดินเครื่อง และ อุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน

20.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจของผู้ว่าจ้าง ว่าเครื่อง วัสดุ หรืออุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุกประการ

20.4 รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานโดยถือเป็นส่วนหนึ่งในการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

20.4.1 AS-BUILT DRAWING โดยจัดทำเป็นกระดาษพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด และกระดาษไขจำนวน 1 ชุด พร้อม CD 1 ชุด

20.4.2 หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง อย่างละ 4 ชุด

20.4.3 เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุง และอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย

20.4.4 อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด

20.4.5 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ โดยต้องฝึกอบรมให้เสร็จสิ้นก่อนส่งมอบงาน



อุปกรณ์มาตรฐาน

(1) โรงงานประกอบ MAIN DISTRIBUTION BOARD, MOTOR CONTROL CENTER ในประเทศ

- ASEFA
- ESI
- SME
- SCHNEIDER
- TIC
- หรือเทียบเท่า

(2) PANEL BOARD AND LOAD CENTER

- SCHNEIDER
- GE
- CUTLER HAMER
- MERLIN GERLIN
- SIEMENS
- MOELLER
- หรือเทียบเท่า

(3) MAGNETIC CONTACTOR AND RELAY

- SCHNEIDER
- SIEMENS
- MITSUBISHI
- MOELLER
- ABB
- TELEMCHANIC
- หรือเทียบเท่า

(4) POWER CAPACITOR, REACTIVE POWER CONTROLLER

- SCHNEIDER
- SIEMENS
- ABB
- MITSUBISHI
- SAMWHA
- ELECTRONICON
- หรือเทียบเท่า

(5) CURRENT AND POTENTIAL TRANSFORMER

- SIEMENS



- SACI
- SCUTTER
- CROMPTON
- หรือเทียบเท่า

(6) SWITCHES AND OUTLETS

- PANASONIC
- BTICINO
- หรือเทียบเท่า

(7) LUMINAIRE (LOCAL)

- ALUMAR
- PHILIPS
- LUSO
- X-TRABRIGHT
- L&E
- DELIGHT
- หรือเทียบเท่า

(8) LUMINAIRE (IMPORT)

- HUBBEL, USSILL
- LUMASCAPE
- JAPAN
- PHILIPS, NETHERLANDS
- THORN
- หรือเทียบเท่า

(9) LAMPS

- GE
- LAMEX
- OSRAM
- PHILIPS
- หรือเทียบเท่า

(10) LAMP HOLDER

- GE
- VOSSLOH
- BJB
- PHILIPS
- NATIONAL

- หรือเทียบเท่า

(11) BALLAST

- PHILIPS
- OSRAM
- LAMEX
- TOSHIBA
- MAY & CRIST
- ECONOWATD
- หรือเทียบเท่า

(12) LAMP STARTER

- PANASONIC
- PHILIPS
- TOHIBA
- หรือเทียบเท่า

(13) LAMP CAPACITOR

- RFT, W.GERMANY
- RIFA, HOLLAND
- BOSCH, GERMANY
- NOKIA, FINLAND
- ELECTRONICON
- หรือเทียบเท่า

(14) CONDUIT

- PANASONIC
- PAT
- TAS
- หรือเทียบเท่า

(15) CABLE

- PHELPS DODGE
- THAI YAZAKI
- BANGKOK CABLE
- หรือเทียบเท่า

(16) TELEPHONE OUTLET

- PANASONIC
- BTICINO
- หรือเทียบเท่า



(17) CRICUIT BREAKER

- MERLIN GERIN, FRANCE
- MOELLER, GERMANY
- GE, USA
- SCHNEIDER, USA.
- ABB, ITALY
- SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

(18) อุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน

- PREVECTRON, FRANCE
- KUMWELL
- THERMOWELD, LOCAL
- FURSE, ENGLAND
- INGESCO, SPAIN
- CADWELD, AUSTRALIA
- หรือเทียบเท่า

(19) FIRE ALARM

- NOTIFIER, USA
- HONEYWELL, USA
- JOHNSON CONTROL, USA
- EST/GE, USA
- GLOBAL FIRE, PORTUGAL
- หรือเทียบเท่า

(20) LAN & FIBER OPTIC FOR COMPUTER NETWORKS

- BTICINO, ITALY
- BELDEN, USA
- CLIPSAL, AUSTRALIA
- AVAYA, USA
- หรือเทียบเท่า

(21) DIGITAL METER

- SIEMENS, GERMANY
- SCHNEIDER
- JANITZA, GERMANY
- SCUTTER, SPAIN
- ALLEN-BRADLEY, USA



- หรือเทียบเท่า

(22) CCTV SYSTEM

- BOSCH, GERMANY
- HIKVISION
- SONY
- GE USA
- AXIS, Sweden
- หรือเทียบเท่า

(23) ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY & SIGN LIGHT)

- DYNO, LOCAL
- LEGRAND, FRANCE
- THORN, AUSTRALIA
- CEE
- MAX BRIGHT
- SUNNY
- หรือเทียบเท่า

(24) อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงและตู้สวิตช์เกียร์

- MERLIN GERIN, FRANCE
- SIEMENS, GERMANY
- ABB, SWEDEN
- หรือเทียบเท่า

(25) DIESEL GENERATOR

- CATERPILLAR
- MTU
- ONAN
- KOHLER
- หรือเทียบเท่า

(26) SURGE PROTECTION

- SCHNEIDER
- MCG
- DENH
- PHOENIX
- NIMBUS
- หรือเทียบเท่า

(27) ระบบ ACCESS CONTROL

- SIEMENS
- HIP
- BOSCH
- หรือเทียบเท่า

(28) หม้อแปลงไฟฟ้า

- เจริญชัย
- เอกรัฐ
- QTC
- หรือเทียบเท่า

(29) ATS

- Schneider
- SIEMENS
- MERLIN GERIN
- หรือเทียบเท่า

(30) WIRE WAY, LADDER, CABLE TRAY

- SCI
- TIC
- ASEFA
- UI
- L&E
- หรือเทียบเท่า

(31) ระบบ DATA CABLING SYSTEM

- KRONE
- AMP
- CISCO
- CLIPSAL
- BTICINO
- BELDEN
- หรือเทียบเท่า

(32) ระบบ MATV

- FRACORO
- HIRSMANN
- KATHREIN

- WISI
- หรือเทียบเท่า

