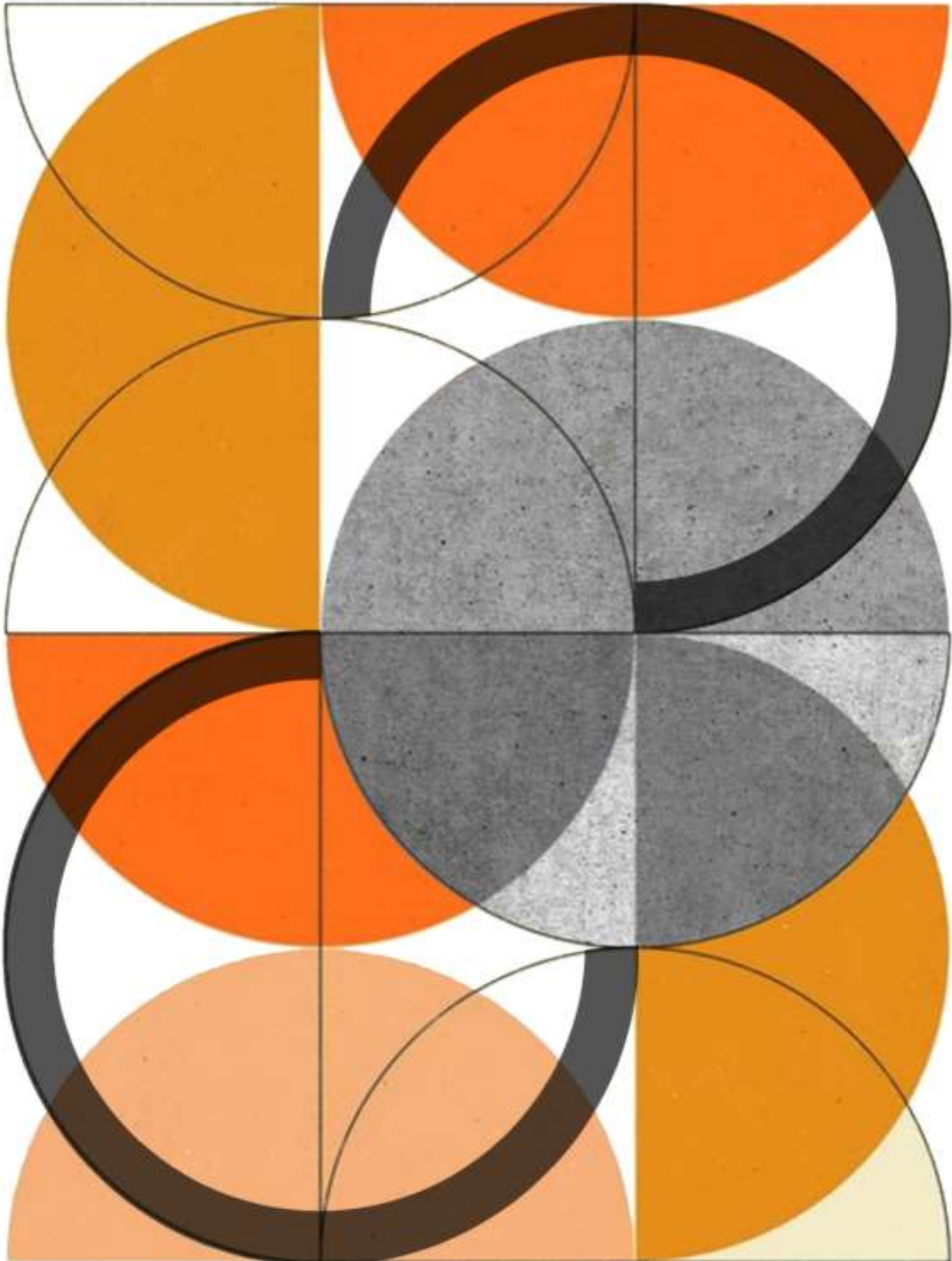




ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
โครงการก่อสร้างอาคารเรียนและปฏิบัติการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ ศูนย์พระนครเหนือ
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 1 หลัง





ข้อกำหนดทั่วไปงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
โครงการก่อสร้างอาคารเรียนและปฏิบัติการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ ศูนย์พระนครเหนือ
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 1 หลัง



เจ้าของ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ

สารบัญ

หน้า

ส่วนที่ 1 รายงานทางเทคนิค	1
หมวดที่ 1 สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์.....	1
1. ชนิดของสายไฟฟ้า.....	1
2. การติดตั้ง	2
3. การทดสอบ.....	2
หมวดที่ 2	3
หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน	3
1. ความต้องการทั่วไป.....	3
2. การออกแบบและการสร้าง.....	3
3. การติดตั้ง	4
4. การตรวจสอบและทดสอบ	4
หมวดที่ 3	5
แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ.....	5
1. ความต้องการทั่วไป.....	5
2. พิกัดของแผงสวิตช์.....	5
3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์	5
4. CIRCUIT BREAKER.....	6
5. สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch : ATS)	7
6. AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK	8
7. เครื่องวัดและอุปกรณ์	9
8. BUSBAR และฉนวนยึด	16
9. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์	16
10. MIMIC BUS และ NAMEPLATE.....	16
11. การติดตั้ง	17
12. การทดสอบ.....	17
หมวดที่ 4	18
แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป	18
1. ความต้องการทั่วไป.....	18
2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD).....	18
3. แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD).....	19
4. DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH	19
5. CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER).....	20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หมวดที่ 5	21
สายไฟฟ้าแรงต่ำ	21
1. ความต้องการทั่วไป.....	21
2. ชนิดของสายไฟฟ้า.....	21
3. การติดตั้ง.....	22
4. การทดสอบ.....	22
หมวดที่ 6	24
อุปกรณ์ท่อและรางร้อยสายไฟฟ้า.....	24
1. ความต้องการทั่วไป.....	24
2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า.....	24
3. CABLE TRAY.....	25
4. WIRE WAY.....	25
5. กล่องต่อสาย.....	25
6. การติดตั้ง.....	25
7. การทดสอบ.....	25
หมวดที่ 7	26
โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์.....	26
1. ข้อกำหนดทั่วไป.....	26
2. รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ.....	26
3. วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า.....	28
4. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT).....	28
5. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT).....	29
6. การติดตั้ง.....	29
7. การขออนุมัติ.....	30
หมวดที่ 8	31
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า	31
1. ความต้องการทั่วไป.....	31
2. สวิตช์ไฟฟ้า.....	31
3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป.....	31
4. สวิตช์ควบคุมระยะไกล.....	31
5. การติดตั้ง.....	32
6. การทดสอบ.....	32

หมวดที่ 9	33
ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้.....	33
1. ความต้องการทั่วไป.....	33
2. ลักษณะของระบบ	33
3. แผงควบคุมและอุปกรณ์	33
4. CONVENTIONAL INITIATING DEVICES	34
5. INTELLIGENT ANALOG DEVICES.....	35
6. อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน (NOTIFICATION APPLIANCE)	36
7. การติดตั้งและทดสอบ.....	36
หมวดที่ 10	37
ระบบโทรศัพท์	37
1. ขอบข่ายและความต้องการทั่วไป.....	37
2. รายละเอียดตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE : PABX).....	37
3. MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF	38
4. การติดตั้ง	39
5. การตรวจสอบ	39
หมวดที่ 11	40
ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (CABLING SYSTEM).....	40
1. ความต้องการทั่วไป.....	40
2. ความต้องการด้านเทคนิค	40
3. การติดตั้ง	47
4. การทดสอบ.....	48
หมวดที่ 12	49
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (IP Camera System)	49
1. ทั่วไป.....	49
2. ข้อกำหนดทางเทคนิค.....	49
3. อุปกรณ์ประกอบ	50
4. การเดินสาย/ร้อยท่อ งานระบบ CCTV	50
หมวดที่ 13	51
ระบบควบคุมการเข้า-ออกอัตโนมัติ (ACCESS CONTROL SYSTEM).....	51
1. ขอบเขตของงาน	51
2. คุณสมบัติด้านเทคนิคของระบบ	51
3. การส่งมอบงาน	53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หมวดที่ 14	54
ระบบเสียงประกาศ	54
1. ความต้องการทั่วไป.....	54
2. ความต้องการทางด้านเทคนิค.....	54
3. การเดินสายสัญญาณ	55
4. การทดสอบ.....	56
หมวดที่ 15	57
อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (SURGE PROTECTION DEVICE)	57
1. ขอบเขตของงาน	57
2. ข้อกำหนดอุปกรณ์.....	57
3. การทดสอบการรับประกันและการให้บริการ	58
หมวดที่ 16	59
ระบบต่อลงดิน	59
1. ความต้องการทั่วไป.....	59
2. หลักรายดิน (GROUND ROD).....	59
3. สายดิน (GROUND CONDUCTOR)	59
4. ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (ISOLATED GROUND).....	60
หมวดที่ 17	62
ระบบป้องกันฟ้าผ่า	62
1. ความต้องการทั่วไป.....	62
2. ระบบที่ใช้เหล็กเสริมโครงสร้าง.....	62
3. ระบบที่ใช้สายตัวนำทองแดง	63
4. การติดตั้ง.....	64
หมวดที่ 18	65
ระบบภาพและเสียง	65
1. รายละเอียดอุปกรณ์ ระบบภาพและเสียง	65
หมวดที่ 19	73
ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)	73
1. ความต้องการทั่วไป.....	73
2. รายการอุปกรณ์มาตรฐาน	73



ส่วนที่ 1 รายการทางเทคนิค

หมวดที่ 1 สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์

1. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 1.1 ALUMINIUM CONDUCTOR STEEL REINFORCED (ACSR) ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ตารางที่ 86-2522 (TIS86-2522) สายไฟฟ้าชนิดนี้เป็นสายเปลือยไม่หุ้มฉนวน เหมาะสมกับการใช้งานเป็น AERIAL POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LINE มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - ก. ลวดแกนกลางเป็น SOLID GALVANIZED STEEL WIRE หรือ CONCENTRIC STRANDED GALVANIZED STEEL WIRE
 - ข. เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าซึ่งพันรอบแกนกลางเป็น HARD DRAWN ALUMINIUM
- 1.2 PARTIAL INSULATED CABLE (PIC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น PRIMARY AERIAL DISTRIBUTION CABLE โดยติดตั้งพาดยึดกับ PIN INSULATOR ผลิตตามมาตรฐาน INSULATED CABLE ENGINEERS ASSOCIATION (ICEA) S-66-524 มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - ก. เส้นลวดตัวนำเป็น COMPACT STRANDED HARD DRAWN ALUMINIUM WIRE
 - ข. โดยรอบตัวนำมี SHIELD LAYER เป็น EXTRUDED SEMICONDUCTOR CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ค. ฉนวนหุ้มชั้นนอกเป็น TRACK RESISTANT CROSS-LINKED POLYETHYLENE
- 1.3 SPACED AERIAL CABLE (SAC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น PRIMARY AERIAL DISTRIBUTION CABLE โดยพาดยึดบน CABLE SPACER ผลิตตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - ก. เส้นลวดตัวนำเป็น COMPACT STRANDED HARD DRAWN ALUMINIUM
 - ข. โดยรอบตัวนำมี SHIELD LAYER เป็น EXTRUDED SEMICONDUCTOR CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ค. ฉนวนหุ้มชั้นใน (INSULATION) เป็น NATURAL CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ง. เปลือกหุ้มชั้นนอก (SHEATH) เป็น TRACK RESISTANT CROSS-LINKED POLYETHYLENE
- 1.4 HIGH VOLTAGE CROSS-LINKED POLYETHYLENE POWER CABLE (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งาน เป็น MAIN CIRCUIT FEEDER โดยวางในรางวางสาย (WIREWAY, CABLE TRAY OR CABLE TRENCH) และร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าทั้งชนิดโลหะและอลูมิเนียม ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 และ IEC 502 มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - ก. ลวดตัวนำเป็น COMPACT STRANDED COPPER
 - ข. โดยรอบตัวนำพันด้วย CONDUCTING CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ค. ฉนวนหุ้มตัวนำเป็น CROSS-LINKED POLYETHYLENE
 - ง. โดยรอบตัวนำมี INSULATION SHIELD เป็น SEMI-CONDUCTING CROSS-LINKED POLYETHYLENE ก่อนมี SHIELD ชั้นนอกอีกชั้นหนึ่งเป็น ANNEALED COPPER TAPE
 - จ. เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น POLYVINYL CHLORIDE (PVC)



2. การติดตั้ง

- 2.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสาย และแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำและมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 2.2 การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ การติดตั้งจริงต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้คุมงาน และเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

3. การทดสอบ

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของความเป็นฉนวนไฟฟ้า ของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ



หมวดที่ 2

หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน

1. ความต้องการทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (POWER TRANSFORMER) แบบแช่น้ำมัน (OIL-IMMERSED TYPE) ที่ใช้ในโครงการนี้ ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมในการติดตั้งใช้งานได้ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ถึงหม้อแปลงเป็นแบบปิดผนึกแน่น ปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน โดยมีพิกัดการใช้งานดังนี้

■ NUMBER OF PHASE	:	3
■ RATED FREQUENCY	:	50 HZ
■ RATED OUTPUT POWER	:	ตามกำหนดในแบบ
■ RATED PRIMARY	:	22 kv.
■ RATED SECONDARY	:	400Y/230 V.
■ OFF-LOAD TAP CHANGER	:	- + 2 X 2.5%
■ BASIC IMPULSE LEVEL	:	125 kv. (PEAK)
■ IMPEDANCE VOLTAGE	:	4-6 %
■ VECTOR GROUP	:	DYN 11
■ COOLING SYSTEM	:	NATURAL SELF-COOLED (ONAN)

2. การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบ การผลิต และการทดสอบ หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังตามข้อกำหนดนี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, VDE หรือ IEC โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.1 แกนเหล็ก (IRON CORE) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ (THIN LAMINATION) ที่เคลือบผิวหน้าทั้งสองด้านด้วยฉนวนประเภท BAKE ENAMEL หรือ VANISH วางซ้อนอัดแน่นกัน แผ่นเหล็กนี้ต้องทำจาก HIGH QUALITY, COLD ROLLED GRAIN ORIENTED, NONAGING, HIGH PERMEABILITY SILICON STEEL การออกแบบขนาดและรูปร่างของแกนเหล็กต้องเพียงพอกับการรับแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 110% ของ RATED VOLTAGE โดยไม่ทำให้สภาพของเหล็กเสียหาย หรือเสื่อมสภาพทางแม่เหล็ก
- 2.2 ขดลวด (WINDING) ทั้งด้านไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำต้องเป็นลวดหรือแผ่นตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน การออกแบบขนาดและรูปร่างของขดลวดต้องสามารถให้น้ำมันไหลผ่านได้ดีเพื่อการระบายความร้อน อีกทั้งต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของขดลวดต่อแรงที่อาจเกิดขึ้น เช่น SHORT CIRCUIT FORCE, IMPULSE VOLTAGE STRESSES เป็นต้น
- 2.3 TAP CHANGING SWITCH เป็นแบบ OFF-LOAD ติดตั้งอยู่ทางขดลวดด้านไฟฟ้าแรงสูง
- 2.4 น้ำมันหม้อแปลง (TRANSFORMER OIL) ต้องมีค่า DIELECTRIC STRENGTH ก่อนการเติมลงในถังหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 35 kv. ตาม ASTM D 877 หรือเทียบเท่า น้ำมันหม้อแปลงที่ใช้ต้องไม่เป็นสารพิษ (NON TOXIC) และติดไฟยาก (Less-Flammable)
- 2.5 ถังหม้อแปลง (TRANSFORMER TANK) ต้องเป็นเหล็กเติมน้ำมันเต็มไร้โพรงอากาศ และปิดผนึกแน่น (HERMETICALLY SEALED WITHOUT GAS CUSHION) ตัวถังทำเป็นรูปคลื่น (CORRUGATED) พร้อมครีป



ระบายความร้อน (COOLING FIN) มีความยืดหยุ่นและคงทนต่อแรงดันน้ำมันที่มีการขยายตัว เมื่อมีความร้อนสูง และต้องปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน

2.6 อุปกรณ์ประกอบที่ต้องการอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- HIGH VOLTAGE AND LOW VOLTAGE BUSHING
- ARCING HORNS, CORROSION PROVED
- UPPER FILTER PRESS CONNECTION
- OIL DRAIN, FILTER PRESS SAMPLING VALVE
- DIAL TYPE THERMOMETER WITH ALARM AND TRIP CONTACTS
- TANK GROUNDING TERMINAL
- LIFTING LUG
- BI-DIRECTION WHEELS
- NAMEPLATE

3. การติดตั้ง

สำหรับการติดตั้งตามกำหนดในแบบเป็นเพียงข้อเสนอแนะ และเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้คุมงานและไม่ขัดต่อระเบียบมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4. การตรวจสอบและทดสอบ

- 4.1 ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ผลิต โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบ
- 4.2 ต้องผ่านการตรวจสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 4.3 ต้องตรวจสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งานเรียบร้อยแล้วนี้
 - ก. วัดค่าความต้านทานของฉนวนต่าง ๆ อย่างครบถ้วน
 - ข. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ



หมวดที่ 3

แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ (MAIN DISTRIBUTION BOARD) แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าฉุกเฉิน (MAIN ESSENTIAL DISTRIBUTION BOARD) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (DISTRIBUTION BOARD) ซึ่งแผงทั้งหลายเหล่านี้เป็นแบบตั้งพื้น (FLOOR STANDING)

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ-อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มีการออกแบบสร้างและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, IEC, DIN, หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบ และมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 415Y/240 VOLTS
- SYSTEM WIRING : 3-PHASE, 4-WIRE, SOLID GROUNDED, SOLID NEUTRAL
- RATED FREQUENCY : 50 HZ.
- RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- SHORT-TIME WITHSTAND : ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-CIRCUIT CAPACITY T (0.5 SECOND) (IC) ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ตามระบุในแบบ
- RATED INSULATION LEVEL : 1,000 VOLTS (MINIMUM)
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VOLTS(AC) หรือตามระบุในแบบ
- TEMPERATURE RISE : 25°C
- FINISHING : ENAMEL PAINT

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่แต่ละส่วนต้องมีขนาดเท่า ๆ กัน และอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

- ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.
- ความกว้าง : ระหว่าง 600-1,000 มม.
- ความลึก : ระหว่าง 600-1,200 มม.

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง ๆ (COMPARTMENT) อย่างน้อย 4 ช่อง ดังนี้

- ก. CIRCUIT BREAKER COMPARTMENT สำหรับติดตั้ง อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ
- ข. METERING & CONTROL COMPARTMENT สำหรับติดตั้ง อุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง TERMINAL BLOCK สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ และมีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม.
- ค. BUSBARS COMPARTMENT เป็นช่องสำหรับติดตั้ง BUSBARS ตั้ง HORIZONTAL และ VERTICAL BUSBARS ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์



- ง. CABLE COMPARTMENT จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (POWER CABLE) เข้า-ออกจากแผงสวิตช์แต่ละช่องที่กล่าวแล้วต้องมีแผ่นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้ากันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งโดยง่าย
- 3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ SELF-STANDING METAL STRUCTURE โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้
- ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน CABLE COMPARTMENT ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อตขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
- ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
- ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (VERTICAL SECTION) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน เป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบมีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วย REMOVABLE PIN HINGES เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น SCREW LOCK หรือ KEY LOCK ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็น เช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
- จ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย REMOVABLE PIN HINGES ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น KEY LOCK ฝาสำหรับ METERING & CONTROL COMPARTMENT ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- 3.4 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN)
- 3.5 การป้องกันสนิม และการทาสีให้เหล็ก และแผ่นเหล็กทุกชั้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ ELECTRO GALVANIZED หรือป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสี และการป้องกันการผุกร่อนและร้าวร้าว โดยใช้สีทับหน้าเป็นสีเทาอ่อนหรือสีครีม

4. CIRCUIT BREAKER

- 4.1 CIRCUIT BREAKER ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC
- 4.2 CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ภายใน SYSTEM เดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (TIME-CURRENT CURVE) สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION) เพื่อให้ CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ใกล้จุด FAULT ทำงานตัดวงจรรก่อน CIRCUIT BREAKER ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน



- 4.3 MAIN CIRCUIT BREAKER และ POWER CIRCUIT BREAKER เฉพาะที่มีขนาดตั้งแต่ 1250 AMPERE-TRIP ขึ้นไป ต้องใช้ระบบ SOLID STATE TRIP ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้
- ก. GROUND FAULT PROTECTION
 - ข. OVERCURRENT PROTECTION
 - ค. INSTANTANEOUS TRIP
 - ง. LONG TIME DELAY AND SHORT TIME DELAY SETTING โดย CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT RATING ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ
- 4.4 FEEDER และ SUB-FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE TYPE, TOGGLE OPERATING MECHANISM ทำงานด้วยระบบ TRIP FREE, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK พร้อม INDIVIDUAL HERMAL และ ELECTROMAGNETIC TRIP นอกจากนี้ขนาดของ CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT RATING ให้มีและเป็นตามกำหนดในแบบ

5. สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch : ATS)

5.1 คุณสมบัติทั่วไป

- 5.1.1 ATS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ
- 5.1.2 ATS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่ใช้กับ ATS ทุกตัวต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน
- 5.1.2.1 UL 1008 - Standard for Automatic Transfer Switches and
 - 5.1.2.2 IEC-60947-6-1 – Low Voltage Switch and Control Gear: Multi-Function Equipment: Automatic Transfer Switch Equipment

5.2 รายละเอียดกลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

- 5.2.1 ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีตำแหน่งของตัวสวิตช์ 3 ตำแหน่ง (A-OFF-B) และมี Switch Capacity AC-33B Class หรือดีกว่า มีการทำงานในการสั่งการ ด้วยไฟฟ้า (Electrical Operate) และมีการล็อคตำแหน่งและกีดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวด. แม่เหล็กเดี่ยว (One Coil Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวด. แม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่าย closing time ไม่เกิน 200 มิลลิวินาที, open time ไม่เกิน 50 มิลลิวินาที
- 5.2.2 สวิตช์ต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง
- 5.2.3 ในกรณีที่แผงวงจรควบคุมสวิตช์เสียหรือมีปัญหา ตัวสวิตช์ต้องสามารถทำงานด้วยมือ (manual) ได้



- 5.3 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)
 - 5.3.1 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา มีพอร์ทสื่อสาร RS485 เพื่อรองรับการตั้งค่าโดยผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้
 - 5.3.2 แผงควบคุมต้องมีหน้าจอแสดงผล LCD Display แสดงค่าทางไฟฟ้าต่างๆ พร้อมทั้งมีไฟ LED แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ และสถานะตำแหน่งของสวิตช์อินย่ายอัตโนมัติ
 - 5.3.3 แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติสามารถวัดค่าและแสดงค่า แรงดันไฟฟ้า (V), กระแสไฟฟ้า (I), กำลังไฟฟ้า (kW), ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของโหลด (PF)
 - 5.3.4 แผงวงจรควบคุมสวิตช์อินย่ายอัตโนมัติต้องสามารถตั้งค่าแรงดันตก (Low voltage), แรงดันเกิน (High voltage), ความถี่ตก (Low frequency), ความถี่เกิน (High frequency) และตั้งค่าการหน่วงเวลาสำหรับค่าต่างๆข้างต้นได้เพื่อควบคุมการทำงานของสวิตช์อินย่ายอัตโนมัติ
 - 5.3.5 ตัวควบคุมสวิตช์อินย่ายอัตโนมัติต้องสามารถตั้งเวลาในการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ (Automatic Weekly Working) เพื่อทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้พร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา
 - 5.3.6 ตัวควบคุมสวิตช์อินย่ายอัตโนมัติต้องสามารถบันทึกความผิดปกติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ โดยสามารถแสดงความผิดปกติทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ (Event Logs)
 - 5.3.7 แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติสามารถรับไฟเลี้ยงได้ทั้งไฟ AC และ DC และสามารถเข้ากับระบบไฟ 3P4W, 3P3W, 1P2W ได้

6. AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK

- 6.1 AUTOMATIC CAPACITOR BANK สำหรับปรับค่า POWER FACTOR ของระบบไฟฟ้า โดย CAPACITOR ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC, VDE หรือ NEMA
- 6.2 พิกัดของ AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ ดังต่อไปนี้
 - TYPE : INDOOR (DRY METALLIZED FILM)
 - NUMBER OF PHASE : 3
 - RATED VOLTAGE : 400V
 - RATED FREQUENCY : 50 Hz.
 - RATED OUTPUT : ตามระบุในแบบ
 - SWITCHING STEP : ตามระบุในแบบ
 - POWER LOSS : 1 W/KVAR (MAXIMUM)
 - CONTROL VOLTAGE : 220V
- 6.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลาย ๆ ตัวยึดรวมกันเข้าบนฐานที่แข็งแรง พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมและป้องกันประกอบด้วย
 - ก. FUSE PROTECTION ทุก STEPS ของ CAPACITY BANK



- ข. CONTACTOR ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC/EN 60947-4-1 CATEGORY AC-6b ขนาดมีความเหมาะสมกับขนาดกำลังของ CAP ACTOR ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ภายใน เช่น HOLDING COIL, MOVING CONTACT จะต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
 - ค. DISCHARGE COIL (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
 - ง. KVAR CONTROLLER (หรือ REACTIVE POWER REGULATOR)
 - จ. POWER FACTOR METER
 - ฉ. INDICATING LAMP
 - ช. AUTOMATIC AND MANUAL SWITCHING DEVICE
- 6.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถตัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่น ๆ
- 6.5 AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง
- 6.6 สวิตช์ที่ใช้บนบัสบาร์ เพื่อใช้ระบุรหัสเฟสต้องเป็นสวิตช์ที่มีคุณสมบัติใช้กับบัสบาร์เท่านั้น ตามมาตรฐาน DIN, ANSI หรือเทียบเท่า

7. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 7.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิรท์ โดยมี SECONDARY CURRENT 5A และ ACCURACY ตาม IEC STANDARD CLASS 1 หรือ ตามกำหนดในแบบ
- 7.2 AMMETER และ VOLTMETER ต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. สเกลชนิด WIDE ANGLE (135 องศา) และ ACCURACY CLASS 1.5
- 7.3 WATTMETER และ VARMETER ใช้ชนิด 3-PHASE UNBALANCE LOAD แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. สเกลชนิด ANGLE 90 องศา และ ACCURACY CLASS 1.5
- 7.4 POWER-FACTOR METER ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96x96 มม. สเกลตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING และ ACCURACY CLASS 0.5
- 7.5 PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP แบบ FLUSH MOUNTING บนตู้ SWITCHBOARD ใช้หลอด INCANDESCENT 0.6 วัตต์ 6 โวลต์ พร้อม TRANSFORMER แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ LEN ขนาดเน้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 7.6 SELECTOR SWITCH แบบ SWITCHBOARD MOUNTING จำนวน 7 STEPS สำหรับ VOLT-SELECTOR SWITCH และ 4 STEPS สำหรับ AMP-SELECTOR SWITCH
- 7.7 เครื่องมือวัดพลังงานแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)
- 7.7.1 มิเตอร์สำหรับแผงเมนประธานสวิตซ์ไฟฟ้า (MDB, EMDB)
- เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย เพื่อใช้ติดตั้งในส่วนตู้ MDB, EMDB โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD เครื่องวัดจะต้องสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้



1. คุณสมบัติทางเทคนิค

เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้สำหรับแผงเมนประดานสวิทช์จ่ายไฟ ควรมีคุณสมบัติ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 1.1 จอแสดงผลของเครื่องมือวัดจะต้องแบบ LCD Dot-Matrix สามารถแสดงผลเป็นตัวเลข/ เวกเตอร์/ สเปกตรัม/ รูปคลื่น ได้ และต้องมี LED แสดงสถานะการใช้พลังงาน และสถานะการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์
- 1.2 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 MB
- 1.3 สามารถตั้งเวลาบันทึกค่า kWh/kvarh /kVAh และ kW/kvar /kVA Peak Demands ได้ตามวันและเวลาที่ต้องการ โดยสามารถบันทึกค่าแบบประจำวันได้ 60 วันและแบบประจำเดือนได้ 36 เดือน
- 1.4 สามารถบันทึกเหตุการณ์ต่างๆของเครื่องมือวัดได้ เช่น การตั้งค่า, สถานะทำงานของ Digital Input และ Digital Output อย่างน้อย 100 เหตุการณ์
- 1.5 คุณสมบัติทางเทคนิคอื่น ๆ เป็นดังต่อไปนี้

Sampling Rate	: 64 per cycle
Power Supply	: 95-250VAC /DC \pm 10%
Current input	: 1A or 5A Programmable
Overload capacity (current)	: 2 In (continuous), 20 In (for 1 sec)
Normal voltage input	: 400 VL-N/ 690 VL-L
Overload capacity (voltage)	: 1.2Un (continuous), 2 Un (for 1 sec)
Direct voltage inputs	: 10-480 VL-N, 20-828 VL-L
Maximum VT primary voltage inputs	: 1,000 kV
Maximum VT secondary voltage inputs	: 690 V
Frequency	: 47-440 Hz
Operating temperature	: -25 °C ~ +70 °C
Degree of protection	: IP 65
Memory	: 4 MB

2. ความสามารถในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมีความสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- 2.1 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้ดังนี้ คือ กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, ค่าเฉลี่ยของกระแสและแรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้าจริง (P), กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (S), พลังงานไฟฟ้าจริง (kWh), พลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ (kvarh), พลังงานไฟฟ้าปรากฏ (kVAh), ตัวประกอบกำลัง (PF), Displacement Power Factor (DPF) และ ชั่วโมงการทำงานได้



- 2.2 นอกเหนือจากค่าพื้นฐานทางไฟฟ้าจะต้องสามารถวัดค่าต่อไปนี้ได้ คือ กระแสและแรงดันไม่สมดุล (Current and Voltage Unbalance), มุมเฟส, Phasor Diagram, รูปคลื่นกระแสและแรงดัน, ส่วนประกอบสมมาตรของกระแสและแรงดัน (Symmetrical Components), ค่ามูลฐาน (Fundamental) ของแรงดัน, กระแส และกำลังไฟฟ้าจริง
- 2.3 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ ค่าความต้องการและค่าความต้องการสูงสุด (Demand และ Maximum Demand) ของกระแสและกำลังไฟฟ้า และสามารถคาดการณ์ความต้องการ (Predicted Demand) ของกระแสและกำลังไฟฟ้าได้
- 2.4 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าฮาร์มอนิกได้ดังนี้ คือ ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดันและ กระแส (THDu, THDi), ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกเทียบกับกระแสสูงสุด (TDD), ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกแยกลำดับทั้งลำดับคู่และลำดับคี่ได้ไม่น้อยกว่า 31 ลำดับ, K-Factor, Crest Factor และ แสดงสเปกตรัมฮาร์มอนิกของแรงดันและกระแส

3. ความเที่ยงตรงในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล จะต้องมี ความแม่นยำในการวัดที่ระดับอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

Voltage and Current	: $\pm 0.2\%$ Reading + 0.05% F.S.
Power	: $\pm 0.5\%$ Reading + 0.05% F.S.
Active and Apparent energy	: IEC 62053-22 Class 0.5S
Reactive energy	: IEC 62053-23 Class 2
Power Factor	: $\pm 0.5\%$
Frequency	: ± 0.02 Hz
Phase angles	: $\pm 1^\circ$

4. การสื่อสารข้อมูล

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องรองรับการติดต่อสื่อสารในรูปแบบ ดังนี้

การติดต่อสื่อสาร	: Modbus RTU protocol ความเร็วได้ถึง 38,400 buads
------------------	---

5. การควบคุม

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีความสามารถในการควบคุม ดังนี้

คำสั่งควบคุม	: มี 4 Digital Input เพื่อรับสถานะจากอุปกรณ์ภายนอก มี 2 Digital Output เพื่อใช้สำหรับแจ้งเตือน ความผิดปกติ เช่น แรงดันตก, แรงดันเกิน
--------------	--

7.7.2 มิเตอร์สำหรับแผงย่อยสวิตช์ไฟฟ้า (DB, EDB)

1. คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย เพื่อให้ติดตั้งในส่วนตู้ DB, EDB โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัลในลักษณะ LCD เครื่องวัดจะต้องสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้



2. คุณสมบัติทางเทคนิค

เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้สำหรับแมงย้อยสวิตช์จ่ายไฟ ควรมีคุณสมบัติ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.1 จอแสดงผลของเครื่องมือวัดจะต้องแบบ Backlit 7-Segment LCD และต้องมี LED แสดงสถานะการใช้พลังงานและสถานะการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์

2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคอื่นๆ เป็นดังต่อไปนี้

Sampling Rate	: 64 per cycle
Power Supply	: 95-250VAC /DC \pm 10%
Current input	: 1A or 5A Programmable
Overload capacity (current)	: 2 In (continuous), 20 In (for 1 sec)
Normal voltage input	: 400 VL-N/ 690 VL-L
Overload capacity (voltage)	: 1.2 Un (continuous), 2 Un (for 1 sec)
Direct voltage inputs	: 10-480 VL-N, 20-828 VL-L
Maximum VT primary voltage inputs	: 1,000 kV
Maximum VT secondary voltage inputs	: 690 V
Frequency	: 47-440 Hz
Operating temperature	: -25 °C ~ +70 °C
Degree of protection	: IP 65

3. ความสามารถในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมีความสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้ดังนี้ คือ กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, ค่าเฉลี่ยของกระแสและแรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้าจริง (P), กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ (Q), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (S), พลังงานไฟฟ้าจริง (kWh), พลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟ (kvarh), พลังงานไฟฟ้าปรากฏ (kVAh), ตัวประกอบกำลัง (PF), Displacement Power Factor (DPF) และ ชั่วโมงการทำงานได้

3.2 นอกเหนือจากค่าพื้นฐานทางไฟฟ้าจะต้องสามารถวัดค่าต่อไปนี้ได้คือ กระแสและแรงดันไม่สมดุล (Current and Voltage Unbalance), มุมเฟส, ค่ามูลฐาน (Fundamental) ของแรงดัน, กระแส และ กำลังไฟฟ้าจริง

3.3 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ ค่าความต้องการและค่าความต้องการสูงสุด (Demand และ Maximum Demand) ของกระแสและกำลังไฟฟ้า และค่าความต้องการพลังงานสูงสุดของเดือนนี้และเดือนที่แล้ว

3.4 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าฮาร์มอนิกได้ดังนี้ คือ ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดันและกระแส (THDu, THDi), ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของแรงดันและกระแสแยกลำดับคู่และลำดับคี่ (TOHD, TEHD), ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมเทียบกับกระแสสูงสุด (TDD), ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมเทียบกับกระแสสูงสุดแยกลำดับคู่และ



ลำดับคี่ (TDD odd, TDD even), ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกแยกลำดับทั้งลำดับคู่และลำดับคี่ได้ไม่น้อยกว่า 31 ลำดับ, K-Factor และ Crest Factor

4. ความเที่ยงตรงในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล จะต้องมีความแม่นยำในการวัดที่ระดับอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

Voltage and Current	: $\pm 0.2\%$ Reading + 0.05% F.S.
Power	: $\pm 0.5\%$ Reading + 0.05% F.S.
Active and Apparent energy	: IEC 62053-22 Class 0.5S
Reactive energy	: IEC 62053-23 Class 2
Power Factor	: $\pm 0.5\%$
Frequency	: ± 0.02 Hz
Phase angles	: $\pm 1^\circ$

5. การสื่อสารข้อมูล

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร ดังนี้

การติดต่อสื่อสาร	: Modbus RTU protocol ความเร็วได้ถึง 38,400 buads
------------------	---

7.7.3 มิเตอร์สำหรับแผงย่อยสวิตช์ไฟฟ้าสำหรับร้านค้า หรือพื้นที่เช่า (Retail Unit)

Digital kWh Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย

1. คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัล ในลักษณะ LCD เครื่องวัดจะต้องสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้

2. คุณสมบัติทางเทคนิค

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลที่ใช้สำหรับแผงย่อยสวิตช์จ่ายไฟสำหรับร้านค้า ควรมีคุณสมบัติ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.1 จอแสดงผลของเครื่องมือวัดจะต้องแบบ 9+1 Digit LCD และต้องมี LED แสดงสถานะการใช้พลังงานและสถานะการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์

2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคอื่น ๆ เป็นดังต่อไปนี้

Sampling Rate	: 64 per cycle
Power Supply	: Self powered 168-264 VL-N
Current input	: CT Type 5 A หรือ Direct Type 100A (max)
Normal voltage input	: 220-240 VL-N/ 380-415 VL-L
Frequency	: 45-65 Hz
Operating temperature	: $-25^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$
Degree of protection	: IP 51



3. ความสามารถในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมี
ความสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้ดังนี้ คือ กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า,
ค่าเฉลี่ยของกระแสและแรงดันไฟฟ้า, กระแสและแรงดันไม่สมดุล (Current and
Voltage Unbalance), กำลังไฟฟ้าจริง (P), กำลังไฟฟ้รีแอกทีฟ (Q), กำลังไฟฟ้า
ปรากฏ (S), พลังงานไฟฟ้าจริง (kWh), พลังงานไฟฟ้รีแอกทีฟ (kvarh), พลังงานไฟฟ้า
ปรากฏ (kVAh), ตัวประกอบกำลัง (PF) และ ชั่วโมงการทำงานได้

3.2 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ ค่าความ
ต้องการและค่าความต้องการสูงสุด (Demand และ Maximum Demand) ของกระแส
และกำลังไฟฟ้า

3.3 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าฮาร์มอนิกได้ดังนี้ คือ ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมของ
แรงดันและกระแส (THDu, THDi)

4. ความเที่ยงตรงในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล จะต้องมี ความแม่นยำในการวัดที่ระดับอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

Voltage and Current	: $\pm 0.5\%$
Power	: $\pm 1\%$
Active and Apparent energy	: IEC 62053-22 Class 0.5S for CT Type : IEC 62053-21 Class 1 for Direct Type
Reactive energy	: IEC 62053-23 Class 2
Power Factor	: $\pm 1\%$
Frequency	: ± 0.02 Hz

5. การสื่อสารข้อมูล

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร ดังนี้

การติดต่อสื่อสาร : Modbus RTU protocol ความเร็วได้ถึง
19,200 buads

6. การควบคุม

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีความสามารถในการควบคุม ดังนี้

คำสั่งควบคุม : มี 1 Output เพื่อส่งสัญญาณพัลส์ออกไป
ภายนอก ซึ่งสามารถโปรแกรมได้

Digital kWh Meter ชนิด 1 เฟส 2 สาย

1. คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 1 เฟส 2 สาย โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัล
ในลักษณะ LCD เครื่องวัดจะต้องสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งสามารถติดต่อสื่อสาร
โดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้



2. คุณสมบัติทางเทคนิค

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลที่ใช้สำหรับแผงย่อยสวิตช์จ่ายไฟสำหรับร้านค้า ควรมีคุณสมบัติ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.1 จอแสดงผลของเครื่องมือวัดจะต้องแบบ 6+2 Digit LCD และต้องมี LED แสดงสถานะการใช้พลังงาน

2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคอื่นๆ เป็นดังต่อไปนี้

Sampling Rate	: 36 per cycle
Power Supply	: Self powered 95-264 VL-N
Current input	: Direct Type 63A (max)
Normal voltage input	: 220-240 VL-N
Frequency	: 45-65 Hz
Operating temperature	: -25 °C ~ +70 °C
Degree of protection	: IP 51

3. ความสามารถในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมีความสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าพื้นฐานได้ดังนี้ คือ กระแสไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้าจริง (P), กำลังไฟฟ้รีแอกตีฟ (Q), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (S), พลังงานไฟฟ้าจริง (kWh), พลังงานไฟฟ้รีแอกตีฟ (kvarh), พลังงานไฟฟ้าปรากฏ (kVAh) และตัวประกอบกำลัง (PF)

4. ความเที่ยงตรงในการวัด

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล จะต้องมีความแม่นยำในการวัดที่ระดับอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

Voltage and Current	: $\pm 0.5\%$ Reading
Power	: $\pm 0.1\%$
Active energy	: IEC 62053-21 Class 1
Reactive energy	: IEC 62053-23 Class 2
Apparent energy	: IEC 62053-23 Class 1
Power Factor	: $\pm 1\%$
Frequency	: ± 0.02 Hz

5. การสื่อสารข้อมูล

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร ดังนี้

การติดต่อสื่อสาร : Modbus RTU protocol ความเร็วได้ถึง 19,200 buads

6. การควบคุม

เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลจะต้องมีความสามารถในการควบคุม ดังนี้



คำสั่งควบคุม

: มี 1 Output เพื่อส่งสัญญาณพัลส์ออกไป
ภายนอก ซึ่งสามารถโปรแกรมได้**8. BUSBAR และฉนวนยึด**

- 8.1 BUSBARS ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (BARE RATING) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้ง PHASE, NEUTRAL และ GROUND-BUS ต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- 8.2 การจัด BUSBARS ทั้ง PHASE-TO-PHASE และ PHASE-TO-GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (LIVE PART) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้ม BUSBAR โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ BUSBAR ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ BUSBAR ที่อาจลดลง
- 8.3 BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY RESIN แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล BAKELITE หรือตระกูล PHENOLICS เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 8.4 BUSBAR และ BUSBAR HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

9. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

- 9.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ 1 ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ 1 ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER 750 VOLTS, 70 DEG.C., PVC INSULATED ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้
- | | | | |
|-------------------------|---|-----|----------------|
| - CURRENT CIRCUIT | : | 4 | ตารางมิลลิเมตร |
| - VOLTAGE CIRCUIT | : | 2.5 | ตารางมิลลิเมตร |
| - CONTROL CIRCUIT | : | 1.5 | ตารางมิลลิเมตร |
| - GROUND สำหรับบานประตู | : | 10 | ตารางมิลลิเมตร |
- 9.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 9.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

10. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

- 10.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา



10.2 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ MIMIC BUS และเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ

11. การติดตั้ง

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

- 11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 11.4 ตรวจสอบช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิตช์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสมหรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

12. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

- 12.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 12.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

**หมวดที่ 4****แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป****1. ความต้องการทั่วไป**

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ และการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (DISTRIBUTION BOARD) แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) และสวิตช์ตัดวงจรอื่น ๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (WALL MOUNTED)

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ LOAD แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่าง ๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ (NORMAL POWER SUPPLY) และระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (ESSENTIAL POWER SUPPLY) ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- ก. การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA, IEC หรือ DIN เพื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
- ข. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED COATED GAUGE SHEET WITH GREY BAKED ENAMEL FINISHED มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และต้องมี KEY LOCK ด้วย และต้องมี CIRCUIT DIRECTORY WITH CLEAR PLASTIC COVERING บอก CIRCUIT ต่าง ๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
- ค. BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCY TYPE
- ง. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION)
- จ. BRANCH CIRCUIT BREAKER ใช้ CIRCUIT BREAKER ชนิด MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน LOAD SCHEDULE และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER
- ฉ. NAMEPLATE แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติก สองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ
- ช. ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผงต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ตั้งกล่าวคือติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาการติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งแสดงไว้ในแบบแผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนังโดย EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์



3. แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD)

- 3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ LOAD ต่าง ๆ โดยมี BRANCH CIRCUIT BREAKER เป็นตัวควบคุม LOAD แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม PANELBOARD SCHEDULE
- 3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
- ก. PANELBOARD ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต CIRCUITBREAKER ที่ใช้สำหรับ PANELBOARD นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 240 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ PANELBOARD SCHEDULE
 - ข. CABINET ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED CODE GAUGE SHEET STEEL WITH GREY BAKED ENAMEL FINISH มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ FLUSH LOCK
 - ค. BUSBAR ที่ต่อกันกับ BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCY TYPE และเป็นแบบที่ใช้กับ PLUG-ON หรือ BOLT-ON CIRCUIT BREAKER
 - ง. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE 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)
 - จ. 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 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER
 - ฉ. NAMEPLATE แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย NAMEPLATE, NAMEPLATE ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน NAMEPLATE เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ช. ผังวงจร ตัวย่อยทุกตัว ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ CIRCUIT BREAKER และ LOAD ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน SUPPORTING ที่เหมาะสมโดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงใน

4. DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH

- 4.1 DISCONNECTING SWITCH หรือ SAFETY SWITCH ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC HEAVY DUTY TYPE
- 4.2 SWITCH ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ BLADE ทำงานแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 4.3 ENCLOSURE ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก ฟันเคลือบด้วยสี GRAY-BAKED ENAMEL สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไปและตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ GALVANIZED ฟัน



- เคลือบด้วยสี GRAY-BAKED ENAMEL สำหรับใช้ภายนอกอาคารให้มีบานประตูเปิดด้านหน้าซึ่ง INTERLOCK กับ SWITCH BLADE โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ BLADE อยู่ในตำแหน่ง OFF เท่านั้น
- 4.4 ขนาด AMPERE RATING จำนวนขั้วสายและจำนวน PHASE ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือน้อยกว่าขนาดของ PROTECTING EQUIPMENT ที่ต้นทาง
- 4.5 ชุดที่กำหนดให้มี FUSE ให้ใช้ FUSE CLIPS เป็นแบบ SPRING REINFORCED โดยขนาดของ FUSE ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.4
- 4.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของ สวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขาค้ำโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

5. CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER)

- 5.1 ให้ใช้ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER ที่มี AMPERE TRIP RATING จำนวน POLE ตามระบุในแบบ
- 5.2 ENCLOSURE เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่
- ก. NEMA 1 พับจาก SHEET STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายใน อาคารทั่ว ๆ ไป
 - ข. NEMA 3 R พับจาก ZINC COATED STEEL WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร
- 5.3 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ FLUSHED MOUNTING หรือ SEMI-FLUSHED MOUNTING สำหรับในอาคาร และ SURFACE MOUNTED สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด



หมวดที่ 5

สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (SYSTEM VOLTAGE) ไม่เกิน 415Y/240 โวลต์ ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธี และสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดในหมวดนี้ เว้นแต่จะมีกฎระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าโดยทั่วไปตั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่น กันทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2531 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ก. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ข. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (CONDUIT) หรือวางในรางเดินสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE)
- ค. สายไฟฟ้าที่ใช้เดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือวางบนรางเคเบิล (CABLE TRAY) หรือในสถานที่ที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดี่ยว และหลายแกน (ชนิด NYY หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี
- ง. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวร ที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า หรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE มีเปลือกหุ้ม VCT หรือ VCT-GRD แล้วแต่กรณี

2.2 สายไฟฟ้าที่ใช้งานกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และปลอดภัยสูง เช่น ลิฟต์ พัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZING FAN) สำหรับบันไดหนีไฟ รวมทั้งไฟฟ้ากำลัง สายวงจรย่อยสายไฟฟ้าควบคุม และสายสัญญาณอื่น ๆ ที่กำหนดให้ใช้เป็นสายชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังนี้

- ก. สายไฟฟ้าต้องทนพิกัดแรงดันไฟฟ้า (RATED VOLTAGE) ไม่น้อยกว่า 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำในภาวะใช้งานปกติได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส
- ข. เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นทองแดง (ANNEALED COPPER) โดยตัวนำที่มีขนาดตั้งแต่ 4 ตารางมิลลิเมตร ขึ้นไปต้องเป็นลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)
- ค. โดยรอบลวดตัวนำ ต้องหุ้มด้วยฉนวนกันไฟ (FLAME BARRIER) ชั้นแรกเป็น GLASS MICA TAPE แล้วหุ้มด้วยฉนวน CROSSLINKED POLYOLEFIN หรือเทียบเท่าอีกชั้นหนึ่ง
- ง. เมื่อเกิดเพลิงไหม้ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่ก่อให้เกิดแก๊สพิษ (NON TOXIC GAS) โดยมีการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้



- HALOGEN CONTENT TEST : IEC 754-1 / IEC 754-2
- SMOKE TEST : IEC 1034

จ. คุณสมบัติการทนไฟ และการไม่ลามไฟของฉนวนสายไฟฟ้าต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้

- FIRE RESISTANCE TEST : BS 6387 CATEGORY CWZ, IEC 331
- FIRE RETARDANT TEST : IEC 332-3, BS4066 PART 3
- FLAM RETARDANT TEST : IEC 332-1, BS 4066 PART 1

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง เช่น หลอดไส้ (INCAN DESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

3. การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือกล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด หรือให้ต่อสายได้ในช่วงที่สามารถเข้าตรวจสอบได้โดยง่ายสำหรับการเดินสายในรางวางสายชนิดต่าง ๆ
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิด ละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้
- จ. การต่อสายไฟฟ้าชนิดพิเศษที่มีข้อกำหนดเฉพาะให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้านั้น ๆ

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้:-

4.1 สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตซ์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี



- 4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

**หมวดที่ 6****อุปกรณ์ท่อและรางร้อยสายไฟฟ้า****1. ความต้องการทั่วไป**

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดดังนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้โดยไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดิน โดยตรงและใช้ในสถานที่อันตราย
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรง
- 2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การตัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ฉ. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

**3. CABLE TRAY**

- 3.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และพื้นเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 3.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกขั้นทุก ๆ ระยะ 30 เซ็นติเมตร หรือน้อยกว่า
- 3.3 การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. WIRE WAY

- 4.1 WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED หรือ พ่นเคลือบด้วยสีอับความร้อน
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป (SQUARE BOX และ HANDY BOX) ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 5.3 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 5.4 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาบภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้ มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน



หมวดที่ 7

โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 220 VOLTS 1-PHASE 50-Hertz
- 1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิต และ/หรือ มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ และไม่ขัดต่อมาตรฐานอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องดังนี้
 - มอก. 23-2521 : บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 673-2530 : บัลลาสต์สำหรับหลอดไอปรอทความดันสูง
 - มอก. 885-2532 : บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย
 - มอก. 344-2530 : ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์
 - มอก. 819-2531 : ขั้วรับหลอดไฟฟ้าแบบเกลียว
 - มอก. 183-2528 : สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 191-2531 : ตัวเก็บประจุสำหรับใช้ในวงจร หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย
 - มอก. 4 เล่ม 1-2522 : หลอดไฟฟ้า
 - มอก. 236-2520 : หลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 902-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป
 - มอก. 903-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าฝัง
 - มอก. 904-2532 : ดวงไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างบนถนน
 - มอก. 906-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าสาดแสง
- 1.3 โคมไฟฟ้าที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ ครอบคลุมเฉพาะโคมที่ใช้ให้แสงสว่างทั่วไป ส่วนโคมไฟประดับ เช่น โคมห้อยระย้า (CHANDELIER) เป็นต้น ให้ครอบคลุมเฉพาะอุปกรณ์ประกอบเพื่อความความปลอดภัย และการหยุดพลังงาน และ/หรือ ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุเพิ่มเติมในแบบ

2. รายละเอียดวัสดุ-อุปกรณ์ประกอบ

- 2.1 ขั้วหลอด (LAMPHOLDER) และขั้วยึดสตาร์ทเตอร์ (STARTER HOLDER) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือ ทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้า และการป้องกันสนิมทองแดง ส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (BODY) และ/หรือ ส่วนที่เป็นฉนวนอื่น ๆ ต้องเป็นสาร POLYCARBONATE หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบ หรือเปราะง่าย
- 2.2 ขั้วหลอดสำหรับหลอดชนิดที่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่น หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) หลอดความดันไอ (GAS DISCHARGE LAMP) เป็นต้น ให้ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง หรือทองแดงชุบโลหะอื่นที่เหมาะสม เพื่อผลทางไฟฟ้า และป้องกันสนิมทองแดง ส่วนตัวฉนวนหุ้ม (BODY) ต้องเป็นวัสดุกระเบื้องเคลือบ (PORCELAIN) หรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนสูง (ทนไฟ)



- 2.3 บาลาสต์ (BALLAST) ที่กำหนดเป็นชนิดแกนเหล็กสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดชนิดอื่นที่ต้องการ ต้องมีแกนเหล็ก (CORE) ทำด้วย HIGH GRADE SILICON STEEL LAMINATED ส่วนขดลวดเป็นทองแดงหุ้มฉนวน (ENAMELLED COPPER WIRE) สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 130 องศาเซลเซียส (INSULATION CLASS "H") เมื่อประกอบสำเร็จ ให้พันเคลือบด้วยสีทนความร้อน นอกจากนี้คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูง (HIGH POWER FACTOR BALLAST) หรือกรณีเป็นชนิดเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ การประกอบใช้งานต้องมี CAPACITOR เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 0.85 บาลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไปให้ใช้แบบความสูญเสียต่ำ (LOW LOSS BALLAST) และมีค่าความสูญเสียไม่สูงเกิน 5.5 วัตต์ต่อบาลาสต์ 1 ชุด
- 2.4 อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ที่กำหนดให้ใช้ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังนี้
- Input Voltage : 220V. \pm 15%
 - Power Factor : \geq 95%
 - Total Harmonics Distortion : \leq 20%
- นอกจากนี้ต้องมีวงจรป้องกันการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนต่อระบบสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ (ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE : EMI/ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY : EMC)
- 2.5 สตาร์ทเตอร์ (STARTER) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่จำเป็นต้องเป็นแบบ GLOW-SWITCH พร้อมด้วยตัวเก็บประจุเพื่อป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุ (RADIO-INTERFERENCE SUPPRESSION CAPACITOR) 9 โดยทั้งหมดบรรจุอยู่ในหลอดที่ทำด้วยสาร POLYCARBONATE หรือวัสดุที่มีคุณสมบัติเท่าเทียมกันหรือดีกว่า
- 2.6 ตัวเก็บประจุ (CAPACITOR) สำหรับใช้กับบาลาสต์ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้สูงขึ้น ต้องเป็นแบบแห้ง HERMETICALLY EPOXY SEALED ที่ออกแบบสร้างขึ้นเพื่อใช้กับอุปกรณ์ควบหลอดไฟฟ้า มี INTERNAL DISCHARGE RESISTOR บรรจุภายในกล่อง หรือ หลอดพลาสติกชนิด POLYPROPYLENE หรือวัสดุที่คุณภาพเทียบเท่า และมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้
- OPERATING TEMPERATURE : - 20C... +85C
 - OPERATING VOLTAGE : 250 V.
 - FREQUENCY : 50 - 60 HZ.
- 2.7 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือ สายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า หรือ ขั้วต่อสายใด ๆ จะยอมให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 300 โวลต์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า
- 70 องศาเซลเซียส สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
 - 105 องศาเซลเซียส หรือ สายทนความร้อน สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) และหลอดที่มีความร้อนสูง เช่น GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น
- 2.8 ขั้วต่อสาย (TERMINAL BLOCK) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคมต้องมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYTHENE หรือ POLYIMID สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไปและหุ้มด้วยฉนวน กระเบื้องเคลือบ (PORCELAIN) BLOCK TYPE สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดที่มีความร้อนสูงขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม



3. วัสดุ และการสร้างโคมไฟฟ้า

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไปต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ไว้แต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

- 3.1 โคมไฟฟ้าภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้
 - ก. ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด ELECTRO-GALVANIZED หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น
 - ข. แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้าได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
 - ค. รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง
 - ง. โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (DIFFUSER) ต้องเป็นชนิด PRISMATIC ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม
 - จ. โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (LOUVRE) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบออลิก (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบออลิก (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM LOUVRE) และครีบบตามขวางทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมมีลายเส้น (PROFILED LAMELLAE) เพื่อลด GLARE โดยแผ่นสะท้อนแสงต้องมีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงได้ไม่น้อยกว่า 95%
 - ฉ. หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไป เป็นแบบประหยัดพลังงานชนิด SWITCH-START ขนาด 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์แล้วแต่กรณี และสีของแสงเป็น DAY LIGHT หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น
- 3.2 โคมไฟชนิดใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP) แบบติดตั้งฝังฝ้าภายในอาคาร (DOWNLIGHT) ให้มีตัวโครง (BODY) เป็นโลหะ โดยถ้าเป็นเหล็กต้องป้องกันสนิมโดยชุบ GALVANIZED พร้อมงานสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมผิวขัดเงา (MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) โคมตามรายละเอียดนี้ให้รวมถึงโคมที่ใช้หลอดชนิดอื่นที่สามารถใช้ทดแทนได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3.3 โคมไฟชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบต้องเป็นโคมที่ออกแบบเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าภายในตัวโคม และน้ำเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าผ่านโดยมี DEGREE OF PROTECTION "IP43" ตาม IEC-529 ทั้งนี้โคมที่พับขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นต้องใช้เหล็ก ELECTROGALVANIZED

4. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)

- 4.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ในพร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 4.2 หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด HALOGEN 55 วัตต์ จำนวน 2 หลอด หรือ จำนวนตามระบุในแบบ
- 4.3 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี



- 4.4 ให้มี INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้
 - ก. สถานะการประจุแบตเตอรี่ CHARGE (ขณะประจุไฟฟ้า) และ FULL CHARGE (ขณะประจุเต็ม)
 - ข. สถานะของ INPUT LINE, STANDBY
 - 4.5 ให้มี TEST BUTTON เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด REMOTE LAMP ต้องมี REMOTE TEST BUTTON ด้วย
 - 4.6 ให้มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่
 - 4.7 HOUSING สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี ENAMEL อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
 - 4.8 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟ ต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (REMOTE LAMP) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสม และสวยงาม
- 5. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT)**
- 5.1 ตัวโคมให้พบขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมทางเคมีที่เหมาะสมมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พ่นเคลือบด้วยสีระบายความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
 - 5.2 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง แบบ PRISMATIC ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 เมตร โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคมทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง
 - 5.3 หลอดไฟฟ้าให้ความสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ
 - 5.4 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต้องพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
 - 5.5 การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือ ตามข้อบังคับของกระทรวงมหาดไทยและหน่วยราชการท้องถิ่น
- 6. การติดตั้ง**
- 6.1 ดวงโคมแบบแขวนชนิดมีก้านหรือสายห้อย ให้ติดตั้งจากพื้น 2.50 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 6.2 ดวงโคมแบบติดข้างผนัง ให้ติดตั้งจากพื้น 2.20 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 6.3 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูนต้องยึดให้รับน้ำหนักดวงโคมได้ และต้องทำให้แข็งแรงพอการยึดให้ใช้ Lead Anchor and Screw หรือในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมากต้องใช้ Expansion Bolt การยึดกับกล่องต่อสายต้องทำให้กล่องและเหล็กยึดรับน้ำหนักได้เพียงพอ ในทุกกรณีต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 23 กิโลกรัม
 - 6.4 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณในการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องวัดและกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมกับสถานที่ และเพื่อให้ได้คุณภาพของแสงตามต้องการ โดยทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบเล็กน้อยได้ตามสมควร โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างแต่ประการใด



- 6.5 การติดตั้งดวงโคมบนฝ้าทีบาร์ ดวงโคมที่มีน้ำหนักมาก เช่น หรือแบบอื่นที่คล้ายคลึงกัน (Suspended Ceiling) ต้องติดตั้ง โดยมีก้านโลหะหรือโซ่รับน้ำหนักยึดกับโครงสร้างของอาคารโดยตรง และต้องสามารถปรับระดับได้ง่าย ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้าโดยตรง
- 6.6 การติดตั้ง Floodlight โครงของ Floodlight ต้องต่อลงดินเมื่อติดตั้งแล้วต้องปรับทิศทางของแสงให้ได้ตามต้องการ แล้วยึดไว้ที่ตำแหน่งนั้น โคมที่ติดตั้งระดับพื้นดินต้องมีฐานคอนกรีตรองรับตัวโคม
- 6.7 เสาไฟถนนชนิดท่อเหล็ก
 - 6.7.1 ท่อเหล็ก ความหนา และค่า Tensile Strength ของเนื้อเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS.SS41 และท่อเหล็กหลังจากการพับแล้วต้องผ่านกรรมวิธีการชุบสังกะสีตลอดทั้งด้านในและด้านนอก โดยกรรมวิธีการชุบสังกะสีให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASTM A 526-76 ถ้ากำหนดให้พื้นสีที่บัพต้องใช้สีสำหรับพื้นสังกะสีโดยเฉพาะ โดยไม่ลอกหลุดได้ง่าย
 - 6.7.2 ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสาย มีฝาปิด/เปิดได้ ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ยึดโดยใช้สลักเกลียว
 - 6.7.3 ในช่องต่อสาย ให้ติดตั้งฟิวส์กระปุกทนกระแสไฟสัปดาห์ได้ไม่น้อยกว่า 5 กิโลแอมแปร์ ขนาด 2 แอมแปร์ หรือใหญ่กว่าตามความจำเป็นติดไว้ต้นละ 1 ชุด และมีขั้วต่อสายที่เหมาะสมรวมทั้งขั้วต่อสายดินติดไว้สำหรับต่อสายเข้าและพ่วงออกไปด้านอื่นได้สะดวก
 - 6.7.4 เสาไฟต้องต่อลงดิน โดยมีหลักดินและสายดิน หรือมีสายดินต่อไปจนถึงแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย
 - 6.7.5 ฐานรากของเสา ให้ใช้ฐานคอนกรีตซึ่งสามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีทรุดหรือเอียงเสาเหล็กให้มีแป้นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลักและแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม

7. การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหาหรือสั่งซื้อโคมไฟฟ้าทุกชนิดต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณา ดังนี้

- 7.1 รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิมหรือตามที่ผู้คุมงาน และ/หรือ ผู้ออกแบบเรียกขอ
- 7.2 ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน
- 7.3 ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ/อุปกรณ์ ตามที่ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้คุมงานเรียกขอ ทั้งนี้ เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หากผู้คุมงานพบว่าโคมไฟฟ้าที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้นไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้หรือไม่ตรงตามข้อกำหนดต้องนำมาเปลี่ยน หรือทดแทนให้ถูกต้อง



หมวดที่ 8

สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE QUIET TYPE แบบติดตั้งกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ GALVANIZED ขนาดที่เหมาะสม กับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์ โดยใช้ BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 2.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 2.4 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด ILLUMINATED LAMP ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 2.5 COVERPLATE ต้องเป็น ANODIZED ALUMINIUM หรือ HIGH GRADE PLASTIC
- 2.6 การติดตั้งให้ฝัง METAL BOX ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ COVERPLATE ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลม และแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น BAKELITE หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 3.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 COVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 2.
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2. โดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.3 เมตร
- 3.7 เต้ารับที่มีรูปร่างแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (PLUG) ตามจำนวนเต้ารับนั้น ๆ

4. สวิตช์ควบคุมระยะไกล

สวิตช์ควบคุมระยะไกล หรือกำหนดในแบบเป็น “LIGHTING CONTROL SYSTEM” ต้องมีคุณสมบัติ และขีดความสามารถเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิง ดังต่อไปนี้

- 4.1 ระบบสายสัญญาณ สายชนิด SHIELDED TWISTED-PAIR สำหรับ MULTIPLEX SIGNAL และ/หรือ UTP ซึ่งสายสัญญาณนี้สำหรับอุปกรณ์ทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกัน โดยไม่ต้องแยกสายสัญญาณสำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวและอีกคู่หนึ่งเป็นสายสำหรับส่งกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ในระบบที่ต้องการกำหนดให้ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์ (กระแสสลับ) ขนาดของลวดตัวนำไฟฟ้าต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 4.2 การปิด-เปิด วงจรไฟฟ้า (ไฟฟ้าแสงสว่าง และไฟฟ้ากำลังให้ใช้ RELAY) มีขนาดทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 20 แอมแปร์ที่ 300 โวลต์ (กระแสสลับ) โดย RELAY นี้ต้องเป็นแบบ ELECTRICAL OPERATE-MECHANICAL HOLD ใช้กำลังไฟฟ้าสำหรับการทำงานต่ำที่ 24 โวลต์ (กระแสสลับ)



- 4.3 การควบคุมให้ RELAY ทำงานสามารถกระทำให้โดยการควบคุมทีละตัว (INDIVIDUAL CONTROL) โดยใช้ SELECTOR SWITCH และสามารถควบคุมได้เป็นกลุ่ม ๆ ตามกำหนดได้ภายหลัง โดยใช้ PATTERN OPERATION SWITCH และสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ไม่น้อยกว่า 24 รูปแบบ (PATTERN)
 - 4.4 RELAY สามารถกำหนดการทำงานเป็นกลุ่ม ๆ หรือทั้งหมดได้ เมื่อได้รับสัญญาณจากระบบสัญญาณฉุกเฉิน หรือจากระบบควบคุมและสามารถต่อพ่วงสัญญาณแสดงสภาพการทำงานดังกล่าวไปยังระบบควบคุม
 - 4.5 สวิตช์ควบคุม (SELECTOR SWITCH) ที่ใช้ควบคุม RELAY 1 ตัว ต้องสามารถมีได้ในตำแหน่งต่าง ๆ กัน โดยการตั้งรหัส (ADDRESS) ของสวิตช์ต่าง ๆ ให้ตรงกับรหัสของ RELAY ทั้งนี้ให้รวมถึง PATTERN OPERATION SWITCH ด้วย
 - 4.6 สวิตช์ควบคุมทุกตัว และทุกชนิดต้องมี BUILT-IN INDICATING LAMP สีเขียว-แดง เพื่อแสดงตำแหน่งการทำงาน ของ RELAY ทั้งนี้อุปกรณ์หลัก และอุปกรณ์ประกอบในระบบต้องมีครบถ้วน เพื่อให้มีการทำงานได้ตามกำหนดในรายละเอียดนี้ และต้องไม่น้อยกว่าระบุในแบบ
5. **การติดตั้ง**
การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้เพื่อความเหมาะสม และตามความเห็นชอบของผู้ปฏิบัติงาน
6. **การทดสอบ**
ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

**หมวดที่ 9****ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้****1. ความต้องการทั่วไป**

ข้อกำหนดในหมวดนี้ครอบคลุมถึงรายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์การติดตั้งตลอดจนการปรับตั้ง (PROGRAMMING) และทดสอบการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ฉบับใหม่ล่าสุดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 1.1 NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC), ARTICLE 760
- 1.2 NATIONAL FIRE ALARM CODE, NFPA 72
- 1.3 LIFE SAFETY CODE, NFPA 101

2. ลักษณะของระบบ

ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM) และเป็น LIFE SAFETY SYSTEM ที่ต้องการต้องเป็น MICROPROCESSOR-BASED NETWORK SYSTEM มีลักษณะทั่วไปดังนี้

- 2.1 แผงควบคุม (FIRE ALARM CONTROL PANEL: FCP) ต้องออกแบบให้สามารถทำงานด้วยแผงเดียว (STAND ALONE) หรือหลายแผงทำงานร่วมกัน โดยมีการติดต่อสื่อสารต่อกันด้วย RING PROTOCOL NETWORK
- 2.2 การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างแผงควบคุมกับ INTELLIGENT ANALOG DEVICE ต่าง ๆ ใช้สัญญาณ DIGITAL ผ่านสายสัญญาณไฟฟ้าเพียง 1 คู่สาย ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งแบบ LOOP CLASS "A" และแบบ CLASS "B"
- 2.3 ระบบต้องสามารถใช้งานรองรับ CONVENTIONAL INITIATING DEVICE ทุกชนิด
- 2.4 ระบบสัญญาณแจ้งเตือนต้องสามารถใช้งานรองรับอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (NOTIFICATION APPLIANCE) ทุกชนิด
- 2.5 อุปกรณ์ในระบบทุกชนิด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตเดียวกัน

3. แผงควบคุมและอุปกรณ์

แผงควบคุมระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (FIRE ALARM CONTROL PANEL : FCP) ต้องออกแบบเป็น MODULAR SYSTEM สามารถทำงานได้สมบูรณ์ด้วยตัวเอง (STAND ALONE) หรือสามารถต่อพ่วงทำงานร่วมกับแผงควบคุมหลายชุดเพื่อขยายเป็น NETWORK ครอบคลุมความต้องการของระบบทั้งหมด แผงควบคุม และอุปกรณ์ภายในแผง ต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

กล่องของแผงควบคุม (ENCLOSURE) รวมทั้งฝาปิดด้านหน้าต้องทำจาก COLD ROLLED STEEL PLATE พ่นเคลือบกันสนิมด้วย GRAY BAKED ENAMEL เป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต CENTRAL PROCESSOR UNIT ใช้ PROCESSOR เป็นหน่วยควบคุมและสั่งการส่วนกลาง เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบทำงานอย่างถูกต้องตามที่กำหนดไว้

LIQUID CRYSTAL DISPLAY MODULE เป็นส่วนแสดงผลการทำงานของระบบ และมีจอภาพชนิด LIQUID CRYSTAL DISPLAY (LCD) ซึ่งสามารถแสดงภาพเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 8 บรรทัด ๆ ละ 21 ตัวอักษร



CONTROL DISPLAY MODULE ประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมและหลอดไฟแบบ LED เพื่อให้พนักงานควบคุมสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ในภาวะฉุกเฉิน และสามารถตรวจทดสอบการทำงานในระบบการควบคุมของอุปกรณ์ในระบบ ซึ่งมีสวิตช์หลายแบบให้เลือกตามลักษณะการใช้งาน

SIGNATURE DRIVER CONTROLLER เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างแผงควบคุมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบ โดยการรับ-ส่งสัญญาณเป็นระบบ DIGITAL ผ่านสายสัญญาณทางไฟฟ้าเพียง 1 คู่สาย เป็นแบบ LOOP CLASS “A”

FIREFIGHTER TELEPHONE สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบ 2-WAY COMMUNICATION กับ REMOTE FIREFIGHTER TELEPHONE ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ และ PAGING MICROPHONE สำหรับการประกาศเหตุฉุกเฉินแบบ 1-WAY COMMUNICATION ซึ่งยังสามารถใช้การประกาศจาก FIREFIGHTER TELEPHONE ได้อีกทางหนึ่ง โดยการขยายเสียงด้วย ZONED AUDIO AMPLIFIER ผ่านไปยังลำโพงที่ติดตั้งอยู่

POWER SUPPLY ประกอบด้วย BACK UP BATTERY และ BATTERY CHARGER ต้องมีจำนวน และขนาดเพียงพอที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดในระบบ ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- INPUT VOLTAGE : 230 V.AC; 50 HZ.
- OUTPUT VOLTAGE : 24 V. DC. (NORMINAL)
- BATTERY CHARGING CAPACITY : 65 AHS.
- BATTERY TYPE : SEALED LEAD – ACID

แบตเตอรี่ ให้ใช้ตามที่กำหนดดังนี้

- แบตเตอรี่ Maintenance free (Sealed lead-acid or solid gel type) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปี
- แบตเตอรี่ชนิด Nickel cadmium มีอายุการใช้งานได้นานไม่น้อยกว่า 20 ปี
- ในกรณีที่ไฟเมน ไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แบตเตอรี่ต้องพอใช้งานขณะไฟเมนดับได้ 24 ชั่วโมง แล้วมีกำลังพอใช้ส่งเสียงสัญญาณไปทั่วครบทั้งระบบได้นานไม่น้อยกว่า 30 นาที
- ในกรณีที่ไฟเมนมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง จะต้องมีเครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่สำรองให้พอใช้ได้ 24 ชั่วโมง
- แบตเตอรี่ใช้ระบบ 24 โวลต์ ต้องแสดงการคำนวณกำลังไฟที่ใช้ทั้งหมด ขนาดแบตเตอรี่และขนาดเครื่องอัดแบตเตอรี่ด้วย

4. CONVENTIONAL INITIATING DEVICES

CONVENTIONAL INITIATING DEVICES เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับและแจ้งเหตุการณ์เกิดเพลิงไหม้ทั้งแบบอัตโนมัติและไม่อัตโนมัติ โดยเป็นชนิดไม่มีอุปกรณ์ภายในตัวที่สามารถแจ้งรหัสหรือหมายเลข (ADDRESS) ประจำตัวเองได้ อุปกรณ์ที่ติดตั้งเหล่านี้ต้องมีคุณสมบัติตามรายละเอียดต่อไปนี้

MANUAL PULL STATION เป็น BREAK GLASS, NONCODED, SINGLE ACTION TYPE พร้อม GENERAL ALARM KEY SWITCH ใช้ติดตั้งกับผนังแบบ SEMI FLUSH MOUNTING สามารถใช้งานได้ทั้งระบบที่เป็น PRESIGNAL SYSTEM และ GENERAL ALARM SYSTEM



HEAT DETECTOR เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับและแจ้งเหตุการเกิดความร้อน สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 230 ตารางเมตร (2,500 ตารางฟุต) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท เพื่อความเหมาะสมในการติดตั้งในแต่ละพื้นที่ดังนี้

- ก. FIXED TEMPERATURE TYPE เหมาะสำหรับติดตั้งภายในบริเวณที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้องอยู่เสมอ จะทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในพื้นที่สูงถึงขีดที่กำหนดดังนี้
 - 135 F (57 C) สำหรับบริเวณทั่วไป
 - 194 F (88 C) สำหรับบริเวณหรือห้องที่ติดตั้งอุปกรณ์-เครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง
- ข. COMBINATION FIXED TEMPERATURE/RATE-OF-RISE TYPE เหมาะสำหรับติดตั้งภายในบริเวณที่อุณหภูมิปกติอยู่ในเกณฑ์สม่ำเสมอจะทำงานเมื่อเกิดกรณีที่อุณหภูมิภายในบริเวณมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น (RATE-OF-RISE) เกินกว่า 15° F (9° C) ต่อนาที หรือเกิดกรณีที่อุณหภูมิภายในบริเวณเพิ่มสูงขึ้นเกินกว่าขีดจำกัดที่ 135° F หรือ 194° F ตามชนิดของ DETECTOR ที่เลือก

PHOTOELECTRIC SMOKE DETECTOR เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับอนุภาคของควันที่สามารถมองเห็นได้ (VISIBLE PRODUCT OF COMBUSTION) การออกแบบเป็นระบบ SOLID-STATE ประกอบด้วย INFRARED LIGHT EMITTING DIODE และ HIGH SPEED LIGHT SENSING DIODE บรรจุอยู่ใน SENSING CHAMBER ซึ่งความไวในการตรวจจับควันได้ตั้งค่าจากโรงงานผู้ผลิต และมีวงจร SELF-COMPENSATING เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับอันเนื่องมาจากคราบฝุ่นที่เกาะภายใน CHAMBER ที่ตัว DETECTOR ต้องมีหลอดไฟสีแดงแบบ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน

BEAM TYPE SMOKE DETECTOR เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเกิดควันไฟอัตโนมัติในพื้นที่โล่งกว้าง หรือห้องที่มีระดับเพดานสูง ชุด DETECTOR ประกอบด้วยตัว TRANSMITTER และตัว RECEIVER ซึ่งจะส่งสัญญาณการเกิดควัน เมื่อมีอนุภาคของควันไฟอยู่ระหว่าง TRANSMITTER และ RECEIVER ชุด DETECTOR แต่ละชุดต้องมีระบบ AUTOMATIC GAIN CONTROL เพื่อแก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับควันอันเนื่องมาจากการเกิดคราบฝุ่นละออง

5. INTELLIGENT ANALOG DEVICES

INTELLIGENT ANALOG DEVICES เป็นอุปกรณ์ในระบบที่สามารถกำหนดรหัสประจำตัว โดยวิธี ELECTRONIC ADDRESSING และการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับแผงควบคุมด้วยระบบ DIGITAL SIGNAL โดยใช้ INTEGRAL MICROPROCESSOR อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในระบบต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ และคำแนะนำของผู้ผลิตเพื่อการใช้งานที่เหมาะสม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 5.1 INTELLIGENT DETECTORS ให้รวมถึง SMOKE DETECTOR และ HEAT DETECTOR ซึ่งสามารถปรับตั้งความไวของการทำงานได้ โดยอัตโนมัติ ประกอบด้วยส่วน DETECTOR และส่วน DETECTOR BASE ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ โดยเฉพาะส่วน BASE สามารถเลือกใช้รุ่นที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ตามต้องการ
- 5.2 INTELLIGENT MANUAL PULL STATION เป็นแบบ SINGLE ACTION, TWO STAGE พร้อม GENERAL ALARM KEY SWITCH
- 5.3 INPUT MODULE หรือ MONITOR MODULE เป็นแบบอุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณจากวงจร CONVENTIONAL INITIATING DEVICES และ/หรือ อุปกรณ์ที่เป็นชนิดส่งสัญญาณได้โดย NORMALLY OPEN CONTACT



5.4 CONTROL RELAY MODULE หรือ CONTROL MODULE เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งสัญญาณควบคุมให้แก่ อุปกรณ์อื่น ๆ ได้ โดยทำหน้าที่เป็น RELAY ซึ่งมี DRY CONTACT ชนิด NORMALLY OPEN จำนวน 2 ชุด และ NORMALLY CLOSE จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดต้องมี RATED ไม่น้อยกว่า 2.0 A. ที่ 24 V. DC.

6. อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน (NOTIFICATION APPLIANCE)

ในระบบเดียวกัน อาจมีการใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือนหลายชนิดควบคู่กัน หรือติดตั้งในแต่ละตำแหน่งต่าง ชนิดกัน ทั้งนี้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 STROBE กำหนดเป็น SELF-SYNCHRONIZED ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมอื่นใดจากภายนอกให้ แสงสว่างกะพริบเป็นจังหวะ 1 ครั้งต่อวินาที และมีความเข้มของการส่องสว่าง (LUMINOUS INTENSITY) ไม่น้อยกว่า 60 CANDELA ที่ RATED VOLTAGE 24 V. DC.

6.2 LOUD SPEAKER กำหนดให้เป็นแบบ MYLAR CONE SPEAKER ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ใช้กับ สัญญาณจากเครื่องขยายเสียง (AMPLIFIER) ระบบ LINE VOLTAGE 25 หรือ 70 V. ที่ติดตั้งอยู่ในระบบ SPEAKER แต่ละตัวต้องมี MATCHING TRANSFORMER สามารถปรับตั้งระดับกำลังได้ที่ 1/4 W., 1/2 W., 1 W. และสูงสุดที่ 2 W. และให้ความดัง (SOUND PRESSURE) สูงสุดไม่น้อยกว่า 85 dBA. ที่ระยะ 3.05 เมตร SPEAKER แต่ละชุดต้องมีอุปกรณ์ประกอบ เพื่อใช้ติดตั้งฝังเพดาน หรือฝังผนัง โดยฝาครอบปิด ด้านหน้าเป็นแผ่นโลหะกลมสีขาว

6.3 BELL เป็น VIBRATING, UNDER-DOME TYPE สามารถใช้ติดตั้งทั้งภายใน และภายนอกอาคาร โดยมี อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งที่เหมาะสม มีเลือกใช้ 3 ขนาดดังนี้

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 83 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 84 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 86 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร

โดยขนาดที่ใช้ในแต่ละตำแหน่ง ให้เป็นไปตามระบุในแบบ หากไม่มีการกำหนด หรือระบุในแบบให้ใช้ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

7. การติดตั้งและทดสอบ

7.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบ ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบซึ่งเป็นมาตรฐานของผู้ผลิต หรือ ผู้ผลิตแนะนำ

7.2 การเดินสายสัญญาณต่าง ๆ ให้ร้อยในท่อโลหะ

7.3 ชนิดของสายสัญญาณต่าง ๆ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต แต่ต้องมีมาตรฐานในการส่งสัญญาณทาง ไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่ากำหนดในแบบ

7.4 เมื่อการติดตั้งระบบเสร็จสมบูรณ์ ต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในกรณีต่าง ๆ เพื่อแสดงว่ามีการ ทำงานที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จนเป็นที่พอใจของผู้ปฏิบัติงาน



หมวดที่ 10

ระบบโทรศัพท์

1. ขอบข่ายและความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ระบุครอบคลุมถึงการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ ให้เป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานของ

- ตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE : PABX)
- แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)
- สายโทรศัพท์จาก MDF ไปยังภายนอกอาคารเชื่อมต่อกับสายขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- สายโทรศัพท์จาก MDF ไปยัง TELEPHONE TERMINAL BOX (TC) ต่าง ๆ
- สายโทรศัพท์จาก TERMINAL BOX ไปเต้าเสียบโทรศัพท์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- เต้าเสียบโทรศัพท์ (MINIATURE TYPE TELEPHONE OUTLET)

2. รายละเอียดตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE : PABX)

2.1 ระบบควบคุม และระบบสวิทช์ซึ่ง ต้องเป็นระบบ STORED PROGRAM CONTROLLED, ระบบ FULLY ELECTRONIC ควบคุมการสั่งงานด้วย MICROPROCESSOR

2.2 ขนาดของตู้สาขา (SYSTEM CAPACITY) ตามที่ระบุในแบบ

2.3 คุณสมบัติทางด้านทราฟฟิก (TRAFFIC FUNCTION)

ก. การเรียกภายใน (INTERNAL CALLS)

- การสนทนาระหว่างเครื่องภายใน สามารถทำได้โดยการหมุนเลขหมายภายใน เบอร์ EXTENSION ที่วางหูก่อน ต้องถูกตัดสายจากระบบโดยทันที เบอร์ EXTENSION คู่สนทนาที่ยังคงถือสายค้างอยู่ ต้องถูกตัดจากระบบในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และเลขหมายนั้น ต้องอยู่ใน LINE LOCK OUT CONDITION
- ในกรณีที่เลขหมายภายในถูกเรียกไม่วาง ผู้เรียกต้องได้รับสัญญาณไม่วางทันที

ข. การเรียกสายนอก (EXTENSION CALLS)

ตู้สาขาต้องสามารถแบ่ง EXTENSION ภายในออกเป็นกลุ่มตามขนาดทราฟฟิก ออกเป็น CLASS OF SERVICE ต่าง ๆ กันให้ระบุลักษณะ และจำนวน CLASS OF SERVICE ที่มี ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไข SOFTWARE ที่ควบคุมได้ง่ายและสะดวก ซึ่งแบ่งการควบคุมของเลขหมายภายในออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ :-

- UNRESTRICTION เครื่องภายใน สามารถเรียกสายนอกได้ทุกประเภท และสามารถรับสายที่เรียกเข้ามาได้ด้วยตนเอง
- RESTRICTION I เครื่องภายในที่สามารถเรียกออกสายนอกได้ ยกเว้นโทรทางไกล และรับสายที่เรียกเข้ามาได้
- RESTRICTION II เครื่องภายในที่สามารถเรียกจากภายนอกได้โดยผ่านโอเปอร์เรเตอร์ และรับสายที่เรียกเข้ามาได้
- RESTRICTION III เครื่องภายในที่ใช้เรียกเครื่องภายในด้วยกันเท่านั้น



ค. การโอนสาย

- เครื่องภายในต้องสามารถโอนสายได้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสายเรียกภายใน หรือภายนอก หรือผ่าน ไทไลน์ไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่น หรือเครื่องพนักงานรับสายได้ด้วยตนเอง
- ก่อนที่พนักงานรับสายจะโอนสายต่าง ๆ ไปยังเครื่องภายในที่ต้องการ พนักงานรับสาย สามารถสนทนากับเครื่องภายในที่ต้องการโอน โดยสายที่พักคอยอยู่ไม่สามารถได้ยินได้
- ในกรณีที่เครื่องภายในที่พนักงานรับสายต้องการโอนสายให้ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (CAMPON) ซึ่งในขณะที่ทำการ CAMP-ON อยู่ นั้น เครื่องภายในนั้น ๆ จะได้ยินสัญญาณ CALL WAITING บอกให้ทราบ เมื่อใดก็ตามที่เครื่องต้องการโอนสายให้ว่างลงสายที่พักคอยก็จะถูกโอนไปโดยอัตโนมัติ หรือเครื่องภายในอาจพักสาย เพื่อรับสายจากพนักงานรับสายก่อนก็ได้
- สายในกรณีที่เครื่องภายในโทรหาเครื่องภายในด้วยกันที่ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (CAMP-ON) ซึ่งในขณะที่ทำการ (CAMP-ON) อยู่ นั้นเครื่องภายในที่ไม่ว่างก็จะได้ยินสัญญาณ CALL WAITING เช่นกัน โดยที่สัญญาณ CALL WAITING นี้จะต้องแตกต่างไปจาก CALL WAITING ที่ได้จากเครื่องพนักงานรับสาย
- เครื่องพนักงานรับสาย ต้องสามารถพักสายหนึ่งไว้ เพื่อรับสายอื่นที่เรียกเข้ามาได้ และสามารถกลับไปรับสายที่พักไว้ได้เมื่อต้องการ
- พนักงานรับสายต้องสามารถพูดแทรกเข้าไปในคู่สนทนาใดก็ได้ ในกรณีจำเป็นเร่งด่วน

2.4 คุณสมบัติทางด้าน TRUNK LINE (TRUNK LINE CHARACTERS)

ก. ตู้สาขาต้องสามารถที่จะเชื่อมต่อวงจรภายนอกได้ดังต่อไปนี้

- BOTHWAY TRUNK CIRCUIT
- ONEWAY INCOMING TRUNK CIRCUIT
- ONEWAY OUTGOING TRUNK CIRCUIT
- PRIVATE TRUNK CIRCUIT

ข. TRUNK CCT ต้องสามารถ CONVERT จากระบบ DTMF PUSH BUTTON SIGNALLING ไปเป็นแบบ DIAL-PULSES (DECADIC) SIGNALLING หรือในทางกลับกันได้

ค. การเชื่อมต่อวงจรระหว่างตู้สาขาและสายองค์การโทรศัพท์ให้ทำที่ MDF (MAIN DISTRIBUTION FRAME)

2.5 คุณสมบัติด้าน EXTENSION LINE (EXTENSION CHARACTER)

ก. ด้าน EXTENSION CIRCUIT ต้องสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ทั้งชนิด DTMF (DTMF PUSH BUTTONTTELEPHONE) และชนิด DECADIC (ROTARY DIAL OR DIAL PULSE TELEPHONE)

ข. การเชื่อมต่อวงจรระหว่างตู้สาขา และ EXTENSION WIRE ให้ทำที่ MDF

2.6 เครื่องพนักงานรับสาย (OPERATOR CONSOLE) ต้องเป็นแบบสวิทช์ลูป ใช้คู่สายเคเบิ้ลจำนวนน้อย

3. MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF

3.1 MDF แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกสำหรับพักสายทั้งหมดที่มาจากตู้สาขา สายภายนอกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ตอนที่สองสำหรับพักสายที่มาจากเครื่องภายใน จำนวนแผงกระจายสายสำหรับสายนอก จากองค์การโทรศัพท์ แต่ละคู่สาย ต้องสามารถใส่อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าได้เมื่อใดก็ตามที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย



- 3.2 แผงกระจายสายต้องประกอบด้วยแผงตัวสายย่อยเป็นชุด ๆ การเข้าสายและถอดสาย สามารถทำได้โดยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือบัดกรี

4. การติดตั้ง

- 4.1 สายโทรศัพท์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยและต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของ ตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร
- 4.2 ถ้าในแบบมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ ในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)
- ก. สาย ALPETH SHEATHED CABLE ให้เดินใน UNDERGROUND DUCT ร้อยในท่อ หรือรางเดินสาย เพื่อติดตั้งนอกอาคาร
 - ข. สาย TPEV ให้เดินระหว่าง MDF และ TERMINAL BOX ใน WIREWAY หรือ LADDER หรือ CONDUIT ภายในอาคาร
 - ค. สาย TIEV ให้เดินระหว่าง TERMINAL BOX และ OUTLET เป็นชนิด 2-TWISTED PAIR
- 4.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- 4.4 ผู้เสนอราคาจะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับต่อสายปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบ อย่างละ 1 ชุด ส่งมอบพร้อมกับตู้สาขา

5. การตรวจสอบ

เมื่อติดตั้งทั้งอุปกรณ์ และเดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดเป็นที่เรียบร้อย ต้องตรวจสอบค่าความต้านทานสายโทรศัพท์ทั้งหมด ให้ถูกต้องตามขีดความต้องการของ PABX รวมทั้งตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ที่จุดเต้ารับต่าง ๆ ว่าสามารถใช้งานได้ และถูกต้องตรงกับหมายเลขของสายภายในที่กำหนดไว้

**หมวดที่ 11****ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (CABLING SYSTEM)****1. ความต้องการทั่วไป**

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (Computer Cabling System) ให้ ถูกต้องสมบูรณ์ตามระบุในแบบ
- 1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ และการติดตั้ง ระบบข่ายสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องของ Telecommunication Industry Association (TIA) /Electronic Industries Alliance (EIA) อย่างน้อย ได้แก่
 - TIA/EIA 568 A/B : Cabling Standard
 - TIA/EIA 569 : Pathways and Spaces
 - TIA/EIA 606 : Infrastructure of Commercial Buildingและเป็นไปตามข้อกำหนดหมวดนี้

2. ความต้องการด้านเทคนิค

สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบที่มีใช้ตามระบุในแบบ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- 2.1 **สายสัญญาณชนิด Category 6 Unshielded Twisted Pair (Cat.6 UTP) CABLE 4 คู่สาย** ตัวนำทองแดงไม่เล็กกว่า 23 AWG. ผลิตตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2.1 และ/หรือ มาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้องสามารถรองรับความถี่ ของสัญญาณ (Bandwidth) ได้ไม่น้อยกว่า 600 MHz. และมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้
 - Impedance : 100+15 Ohms \pm 15% at 1 -250 MHz.
 - Mutual Capacitance : \leq 5.6nF/100m.
 - DC Resistance : \leq 66.5 Ohms/km. at 20°C
 - Delay Skew : \leq 40 ns/100 m.
 - Propagation Delay : \leq 536 ns/100 m. at 250 MHz
 - Attenuation (per 100 m.) : \leq 20 dB at 100 MHz และ \leq 33 dB at 250 MH
 - Next : \geq 47 dB at 100 MHz และ \geq 41 dB at 250 MHz
 - PS. NEXT : \geq 45 dB at 100 MHz และ \geq 39 dB at 250 MHz
 - Return Loss : \geq 20 dB at 100 MHz และ \geq 17 dB at 250 MHz
 - Operating Temperature : -20°C to 60°C

- 2.2 **สายใยแก้วนำแสง (OPTICAL FIBER CABLE) ชนิด 900 μ m. TIGHT BUFFER**

สำหรับติดตั้งในอาคารทั้งแบบ Multimode (MM) ต้องมีมาตรฐาน และคุณสมบัติตามกำหนด ดังนี้

- 2.2.1 ตัวเปลือกสาย (Jacket) เป็นวัสดุ FR-PVC (Flame Retardant PVC) ตามมาตรฐาน NEC article 770 และ OFNR (Nonconductive optical fiber riser) listed

- 2.2.2 มี Strength Member เป็น Dielectric ชนิดที่ทำด้วย Aramid Yam ช่วยในการรองรับแรงดึง



- 2.2.3 ได้รับการออกแบบและการทดสอบตามมาตรฐาน Bell core GR-409-CORE, TIA/EIA 568-B, และ/หรือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- 2.2.4 สามารถทำงานได้ในอุณหภูมิ (Operating Temperature) ที่ -20°C ถึง 80°C
- 2.2.5 สายใยแก้วนำแสง ชนิด Multimode 50/125 μm .
- มีค่า Typical attenuation : ไม่เกิน 3.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 mm.
: ไม่เกิน 1.0 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 mm.
 - มีค่า Maximum Attenuation : ไม่เกิน 3.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 mm.
: ไม่เกิน 1.5 dB/km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 mm.
 - มีค่า Maximum Bandwidth : ไม่ต่ำกว่า 500 MHz-km. ที่ความยาวคลื่นแสง 850 mm.
: ไม่ต่ำกว่า 500 MHz-km. ที่ความยาวคลื่นแสง 1300 mm.
- 2.3 ตู้ใส่อุปกรณ์ข่ายสายคอมพิวเตอร์ และโทรคมนาคม ขนาด 19" (19" Telecommunication Rack Cabinet) โดยมีความกว้างด้านหน้าสามารถยึดใส่อุปกรณ์มาตรฐาน 19" ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA310D-1992 (Rev.EIA-310-C) IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954 : Part 2, DIN 41494 มีคุณสมบัติ ดังนี้ :-
- 2.3.1 ตู้ต้องออกแบบเป็นระบบ MODULAR KNOCK DOWN เพื่อสะดวกในการประกอบสาย และการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมอุปกรณ์
- 2.3.2 โครงสร้างตู้ (Frame) และฝาตู้พับขึ้นรูปจาก Electro-Galvanized steel sheet หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. พ่นสีทับหน้าตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 2.3.3 ด้านบนเป็นแบบทึบ มีช่องสำหรับติดตั้งพัดลมระบบอากาศขนาด 4" อย่างน้อย 2 ชุด
- 2.3.4 ประตูหน้าเป็นเหล็กเจาะช่องฝังแผ่นกระจก หรือ ACYLIC ขอบประตูฝังยางกันฝุ่นสีเทาแบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น สามารถสลับปรับเปลี่ยนการเปิดจากซ้ายไปขวา หรือเปิดจากขวาไปซ้ายได้ พร้อมกุญแจล็อก แบบ Cam Lock ฝังเสมอหน้าตู้
- 2.3.5 ฝาด้านข้างมีกุญแจล็อก และมีกลอนสลักสปริง เพื่อสะดวกในการถอดฝาอุปกรณ์ติดตั้ง
- 2.3.6 ประตูหลังมีช่องระบบอากาศด้านล่าง เจาะรูแบบลายแนวตั้งสลับลาย ด้านในมีโครงเหล็กกว้าง 70 มม. ยึดฝาประตูเป็นรูปตัว T
- 2.3.7 ขาตั้ง สามารถปรับขึ้น-ลงได้ โดยฐานขาตั้งทั้ง 4 ขา ปรับเอียงความลาดชันได้โดยอิสระ 180 องศา ฐานขาตั้งทำจากวัสดุ ABS สีดำ เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต
- 2.3.8 กุญแจเป็นแบบ Master key เพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ภายในตู้
- 2.4 **เต้ารับสัญญาณตัวเมีย (CAT 6 RJ45 Modular Jack) มีรายละเอียดดังนี้**
- 2.4.1 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit) และมาตรฐาน Category 6
- 2.4.2 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2.1, ISO/IEC11801 Class E
- 2.4.3 มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B และมี Code สีบอกไว้อย่างชัดเจน
- 2.4.4 การเข้าสายทองแดงเป็นเทคนิคแบบ IDC (Insulation Displacement Contract)



- 2.4.5 หน้าสัมผัส (Contact) ทำจากวัสดุ Phosphor Bronze เคลือบด้วยทอง (Gold) บน Nickel Plate
- 2.4.6 ตัวโครงสร้างผลิตภัณฑ์ทำจากวัสดุที่ได้รับมาตรฐาน UL94 V-0 (Housing Flammability Rating)
- 2.4.7 มีโครงสร้างการเชื่อมต่อสัญญาณภายในตัวเป็นแบบ PCB (Print Circuit Broad)
- 2.4.8 มีค่า Typical Performance Characters ที่ความถี่ 250 MHz ดังนี้
- ค่าลดทอนสัญญาณ (Attenuation) : ≤ 0.10 dB.
 - Near-End-Crosstalk (NEXT) : ≥ 47.9 dB.
 - Far-End-Crosstalk (FEXT) : ≥ 40.1 dB.
 - Return Loss : ≥ 17.4 dB.
- 2.5 แผงกระจายสาย UTP (CAT 6 Patch Panel) มีรายละเอียดดังนี้
- 2.5.1 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit)
- 2.5.2 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC Class E
- 2.5.3 ตัวแผงทำด้วยอลูมิเนียมเคลือบสาร Anodize (Aluminum Light Weight Material) มีน้ำหนักเบา แข็งแรง มีความหนา 1.6 mm. และสามารถติดตั้งใน Telecommunication Rack 19" ได้
- 2.5.4 การเข้าสายทองแดงด้านหลังของแผงกระจายสายเป็นเทคนิคแบบ IDC (Insulation Displacement Contract)
- 2.5.5 มีจำนวน 24 หรือ 48 Port ตามที่ต้องการ
- 2.5.6 มาตรฐานการเข้าสายเป็นแบบ Universal ที่สามารถเข้าได้ทั้งแบบ T568A/B, มี Code สีบอกไว้ อย่างชัดเจน
- 2.5.7 หน้าสัมผัส (Contact) ทำจากวัสดุ Phosphor Bronze เคลือบด้วยทอง (Gold) บน Nickel Plate
- 2.5.8 มีค่า Typical Performance Characteristic ที่ความถี่ 250 MHz ดังนี้
- Insertion Loss : ≤ 0.1 dB.
 - Near-End-Crosstalk (NEXT) : ≥ 48.0 dB.
 - Far-End-Crosstalk (FEXT) : ≥ 40.1 dB.
 - Return Loss : ≥ 17.4 dB.
- 2.6 สายเชื่อมต่อ UTP (UTP CAT 6 Patch Cord) มีรายละเอียดดังนี้
- 2.6.1 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000 Mbps (Gigabit)
- 2.6.2 เป็นสาย UTP CAT 6 ตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B.2-1, ISO/IEC 11801 Class E และมีหัวตัวผู้ RJ45 Modular Plug หุ้มติดด้วย Boot สีทั้งสองข้าง
- 2.6.3 ตัวนำทองแดงที่ใช้เป็นแบบ Stranded Bare Copper ขนาด 24 AWG
- 2.6.4 สามารถรองรับความถี่ได้เทียบเท่าหรือสูงกว่า 600 MHz.
- 2.6.5 เป็นสายสำเร็จที่ออกแบบและผลิตจากโรงงาน เพื่อการเชื่อมต่อโดยเฉพาะ
- 2.7 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (Layer 3 Switch) มีรายละเอียดดังนี้
- 2.7.1 มีพอร์ตแบบ 10G SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 พอร์ต
- 2.7.2 มีพอร์ตแบบ 100M/1G/2.5G/5G/10G Ethernet (RJ-45) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต



- 2.7.3 มีพอร์ตแบบ Multi-Gigabit combo 100M/1G/2.5G/5G/10G (RJ-45/SFP+) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต
- 2.7.4 รองรับ Switching Capability ไม่น้อยกว่า 560 Gbps และรองรับ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 416 Mpps
- 2.7.5 รองรับ MAC Address ไม่น้อยกว่า 32K และมี Packet buffer ไม่น้อยกว่า 4 MB
- 2.7.6 มีความจำ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 64 MB และหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.7.7 รองรับการทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE 802.1d, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s และ MRSTP ได้
- 2.7.8 รองรับการทำ Layer 3 Routing ในรูปแบบ RIP v1/v2, OSPFv2 และ DVMRP ได้เป็นอย่างดี
- 2.7.9 รองรับ L3 forwarding table ในส่วนของ IPv4 จำนวนไม่น้อยกว่า 4K
- 2.7.10 รองรับ Routing table ได้อย่างน้อย 1K และรองรับ IP Interface ได้อย่างน้อย 128 IP
- 2.7.11 รองรับมาตรฐานดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างดี
 - IEEE 802.3z 1000BASE-X
 - IEEE 802.3ab 1000BASE-T Ethernet
 - IEEE 802.3an 10G BASE-T Ethernet
 - IEEE 802.3ae 10 Gbit/s Ethernet over fiber
 - IEEE 802.3bz 2.5G/5GBase-T Ethernet
 - IEEE 802.3ah OAM (Link Discovery, Loopback)
- 2.7.12 รองรับการทำ VLAN ได้อย่างน้อยดังนี้
 - IEEE 802.1Q static VLANs/dynamic VLANs: 4 K/4 K
 - Vendor ID-based VLAN
 - Protocol-based VLAN
 - IP subnet-based VLAN
 - Private VLAN
 - VLAN Trunking
 - 802.1ad VLAN stacking (Q-in-Q)
 - Guest VLAN
- 2.7.13 รองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้
 - 802.1X, Port security, MAC authentication
 - MAC freeze, DHCP snooping, DHCP Server Guard, ARP inspection, ARP freeze
 - Loop guard, CPU protection, IP source guard
- 2.7.14 สามารถทำการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Web interface, Console Port, Telnet และ iStacking



- 2.7.15 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารจัดการเป็นแบบ Cloud Management ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม (Free License)
 - 2.7.16 รองรับการทำให้ Physical stacking ได้อย่างน้อย 4 units
 - 2.7.17 รองรับการสำรองข้อมูลแบบ Dual configuration files และ Dual images ได้
 - 2.7.18 มีปุ่มสำหรับคืนการตั้งค่าที่มีการสำรองข้อมูลไว้ได้ โดยไม่ต้องตั้งค่าอุปกรณ์ใหม่ (Last Custom default)
 - 2.7.19 รองรับระบบจ่ายไฟแบบ Power Redundant Active-Standby
 - 2.7.20 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 10 - 95% (non-condensing)
- 2.8 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch) ขนาด 48 พอร์ต มีรายละเอียดดังนี้**
- 2.8.1 มีพอร์ตแบบ 100/1000 Mbps จำนวน 48 พอร์ต และมีพอร์ตแบบ 10G SFP+ จำนวน 4 พอร์ต
 - 2.8.2 รองรับ Switching Capability ไม่น้อยกว่า 176 Gbps และรองรับ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 130 Mpps
 - 2.8.3 รองรับ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K และมี Packet buffer ไม่น้อยกว่า 1.5MB
 - 2.8.4 รองรับหน่วยความจำ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 32 MB และหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 2.8.5 รองรับ L3 forwarding table ในส่วนของ IPv4 และ IPv6 ได้ไม่น้อยกว่า 512 entries
 - 2.8.6 รองรับ Routing table ได้อย่างน้อย 32 รายการ และรองรับ IP Interface ทั้ง IPv4 และ IPv6 ได้อย่างน้อย 32 IP
 - 2.8.7 รองรับมาตรฐานดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างดี
 - IEEE 802.3ab 1000BASE-T Ethernet
 - IEEE 802.3z 1000BASE-X
 - IEEE 802.3ae 10-Gigabit Ethernet Over Fiber
 - 2.8.8 รองรับการทำให้ VLAN ได้อย่างน้อยดังนี้
 - IEEE 802.1Q Static VLANs/Dynamic VLANs: 1K/4K
 - Independent VLAN Learning (IVL)
 - Port-based VLAN
 - Voice VLAN
 - VLAN Trunking
 - Guest VLAN
 - 2.8.9 รองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้
 - 802.1X, Port security, MAC authentication
 - Loop guard, Port isolation, CPU protection
 - 2.8.10 รองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Web interface, SNMP v1/v2c/v3, RMON และ Telnet ได้



- 2.8.11 ผู้เสนอราคาต้องเสนอ Software สำหรับการบริหารจัดการที่มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - สามารถ Discovery อุปกรณ์ Switch, AP และ Gateway ได้เป็นอย่างน้อย
 - รองรับการปรับค่า IP Address อุปกรณ์ได้
 - รองรับการตั้ง Factory Default อุปกรณ์ได้
 - รองรับการสั่ง Reboot อุปกรณ์ได้
 - รองรับการเปลี่ยน Password อุปกรณ์ได้
- 2.8.12 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารจัดการเป็นแบบ Cloud Management ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม (Free License)
- 2.8.13 รองรับการสำรองข้อมูลแบบ Dual configuration files และ Dual images ได้
- 2.8.14 มีปุ่มสำหรับคืนการตั้งค่าที่มีการสำรองข้อมูลไว้ได้ โดยไม่ต้องตั้งค่าอุปกรณ์ใหม่ (Last Custom default)
- 2.8.15 สามารถรองรับการทำงานที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 10 - 95% (non-condensing)
- 2.8.16 มีค่า MTBF (Mean Time Between Failures) ไม่น้อยกว่า 800,000 ชั่วโมง
- 2.9 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 PoE Switch) ขนาด 24 พอร์ต มีรายละเอียดดังนี้**
 - 2.9.1 มีพอร์ตแบบ 100/1000 Mbps จำนวน 24 พอร์ต และมีพอร์ตแบบ 10G SFP+ จำนวน 4 พอร์ต
 - 2.9.2 รองรับการจ่ายไฟ PoE ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af PoE และ IEEE 802.3at PoE Plus ได้ไม่น้อยกว่า 375 Watts
 - 2.9.3 รองรับการตั้งเวลาในการจ่ายไฟได้ (Scheduled PoE)
 - 2.9.4 มีไฟสถานะแจ้งระดับการบริโภคพลังงาน PoE ได้เป็นอย่างน้อย (LED Indicators)
 - 2.9.5 รองรับ Switching Capability ไม่น้อยกว่า 128 Gbps และรองรับ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 95 Mpps
 - 2.9.6 รองรับ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K และมี Packet buffer ไม่น้อยกว่า 1.5 MB
 - 2.9.7 รองรับหน่วยความจำ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 32 MB และหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 2.9.8 รองรับ L3 forwarding table ในส่วนของ IPv4 และ IPv6 ได้ไม่น้อยกว่า 512 entries
 - 2.9.9 รองรับ Routing table ได้อย่างน้อย 32 รายการ และรองรับ IP Interface ทั้ง IPv4 และ IPv6 ได้อย่างน้อย 32 IP
 - 2.9.10 รองรับมาตรฐานดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย
 - IEEE 802.3ab 1000BASE-T Ethernet
 - IEEE 802.3z 1000BASE-X
 - IEEE 802.3ae 10-Gigabit Ethernet Over Fiber
 - 2.9.11 รองรับการทำ VLAN ได้อย่างน้อยดังนี้
 - IEEE 802.1Q Static VLANs/Dynamic VLANs: 1K/4K
 - Independent VLAN Learning (IVL)



- Port-based VLAN
 - Voice VLAN
 - VLAN Trunking
 - Guest VLAN
- 2.9.12 รองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้
- 802.1X, Port security, MAC authentication
 - Loop guard, Port isolation, CPU protection
- 2.9.13 รองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Web interface, SNMP v1/v2c/v3, RMON และ Telnet ได้
- 2.9.14 ผู้เสนอราคาต้องเสนอ Software สำหรับการบริหารจัดการที่มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
- สามารถ Discovery อุปกรณ์ Switch, AP และ Gateway ได้เป็นอย่างน้อย
 - รองรับการปรับค่า IP Address อุปกรณ์ได้
 - รองรับการสั่ง Factory Default อุปกรณ์ได้
 - รองรับการสั่ง Reboot อุปกรณ์ได้
 - รองรับการเปลี่ยน Password อุปกรณ์ได้
- 2.9.15 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารจัดการเป็นแบบ Cloud Management ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม (Free License)
- 2.9.16 รองรับการสำรองข้อมูลแบบ Dual configuration files และ Dual images ได้
- 2.9.17 มีปุ่มสำหรับคืนการตั้งค่าที่มีการสำรองข้อมูลไว้ได้ โดยไม่ต้องตั้งค่าอุปกรณ์ใหม่ (Last Custom default)
- 2.9.18 สามารถรองรับการทำงานที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 10 - 95% (non-condensing)
- 2.9.19 มีค่า MTBF (Mean Time Between Failures) ไม่น้อยกว่า 1,300,000 ชั่วโมง
- 2.10 อุปกรณ์บริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย มีรายละเอียดดังนี้
- 2.10.1 มีพอร์ตแบบ Gigabit Ethernet 10/100/1000 Mbps จำนวน 12 พอร์ต
- 2.10.2 มีพอร์ตแบบ Gigabit SFP จำนวน 2 พอร์ต และมีพอร์ต USB 3.0 จำนวน 2 พอร์ต
- 2.10.3 มีระบบ Wireless Controller ที่สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (AP) โดยสามารถรองรับการขยายในอนาคตได้สูงสุดอย่างน้อย 264 AP
- 2.10.4 มีระบบ Bandwidth management ที่สามารถควบคุมความเร็วให้กับผู้ใช้งานในเครือข่ายได้
- 2.10.5 สามารถรองรับการทำ Authentication แบบ Web authentication โดยสามารถตรวจสอบสิทธิ์จากฐานข้อมูลภายใน (Local User Database) และฐานข้อมูลภายนอกทั้ง Microsoft Windows Active Directory, LDAP และ RADIUS ได้
- 2.10.6 มีระบบยืนยันตัวตนแบบ Single Sign-On (SSO) ได้
- 2.10.7 มีระบบยืนยันตัวตนแบบ 2-factor authentication เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ 2 ขั้นตอนสำหรับ Administrator ได้



- 2.10.8 รองรับการทำให้ NAT Virtual Server Load Balancing ได้
- 2.10.9 สามารถรองรับการบริหารจัดการผ่านช่องทางดังต่อไปนี้ได้ Command Line Interface (console, Web console, SSH and telnet), HTTP, HTTPS และ SNMP
- 2.11 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point) มีรายละเอียดดังนี้**
 - 2.11.1 รองรับการกระจายสัญญาณตามมาตรฐาน IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6)
 - 2.11.2 รองรับการรับส่งสัญญาณในรูปแบบ MU-MIMO ได้เป็นอย่างดี
 - 2.11.3 รองรับความเร็วในการเชื่อมต่อของย่านความถี่ 2.4GHz อย่างน้อย 575 Mbps และ 5GHz อย่างน้อย 2,400 Mbps
 - 2.11.4 รองรับการส่งข้อมูล Channel Bandwidth ที่ 20/40/80/160 MHz
 - 2.11.5 มีสายอากาศแบบ 4x4 (5G) + 2x2 (2.4G) MIMO ที่มีคุณสมบัติการกระจายสัญญาณแบบ Dual Optimized Antenna สามารถเลือกปรับรูปแบบของการกระจายสัญญาณตามลักษณะการติดตั้งได้ทั้งแบบ Ceiling Mount และ Wall Mount ได้
 - 2.11.6 รองรับ Antenna Gain ไม่ต่ำกว่า 5 dBi ที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 6 dBi ที่ย่านความถี่ 5 GHz
 - 2.11.7 มีความไวในการรับสัญญาณ (Receive sensitivity) อย่างน้อย -101 dBm
 - 2.11.8 มีระบบกระจายโหลดของเครื่องลูกข่ายไปยังความถี่ต่าง ๆ ที่ให้บริการ (Band Steering)
 - 2.11.9 รองรับการทำให้ Fast Roaming แบบ Pre-authentication, PMK caching และ 802.11r
 - 2.11.10 มีระบบปรับเปลี่ยนช่องสัญญาณโดยอัตโนมัติ (DCS) และระบบกระจายภาระโหลด (Load Balancing)
 - 2.11.11 รองรับระบบรักษาความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้ WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2/WPA3), EAP, IEEE 802.1x และ Radius Authentication
 - 2.11.12 รองรับโหมดการทำงานได้อย่างน้อย 3 โหมดดังนี้ Cloud managed, Controller-managed และ Standalone
 - 2.11.13 รองรับการจัดการผ่านทาง Web UI, CLI (Command Line Interface) และ SNMP ได้
 - 2.11.14 มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ 1/2.5 Gbps จำนวน 1 พอร์ต และมีพอร์ตแบบ 1 Gbps จำนวน 1 พอร์ต
 - 2.11.15 รองรับการจ่ายไฟแบบ PoE ตามมาตรฐาน 802.3at และมีช่องเชื่อมต่อแบบ DC 12V
 - 2.11.16 สามารถรองรับการทำงานที่อุณหภูมิ 0 - 50 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 10 - 95% (Non-condensing)
 - 2.11.17 มีระบบป้องกันสัญญาณรบกวนจากเครือข่ายมือถือ (Advanced Cellular Coexistence minimizes interferences from 4G/5G cellular networks) ได้เป็นอย่างดี

3. การติดตั้ง

- 3.1 การเดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ ที่ปลายสายต้องใส่ WIRE MARK และ RUNNING NUMBER ตามแบบ
- 3.2 ทำ LABEL ติด PATCH PANEL โดย RUNNING NUMBER ให้ตรงกับ OUTLET
- 3.3 ต้องส่ง LAYOUT ที่ MARK จุด LAN และ REPORT การ TEST สายสัญญาณ เมื่อเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ใน REPORT ต้องระบุเครื่องที่ใช้ทำการทดสอบวันที่ทำการทดสอบ, บริษัท, NUMBER ของ OUTLET



4. การทดสอบ

- 4.1 การทดสอบสาย UTP ชนิด 4 Pair ที่ติดตั้งทั้งหมด ต้องดำเนินการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบ UTP CAT6 ที่ได้มาตรฐาน และส่งรายงานผลทดสอบให้แสดงรายละเอียด ดังนี้
- WIRE MAP
 - LENGTH
 - IMPEDANCE
 - ATTENUATION
 - Near-End-Crosstalk (NEXT)
 - Attenuation to crosstalk ratio (ACR)
- 4.2 ระหว่าง LINK ของสาย Fiber Optic ต้องดำเนินการทดสอบ ATTENUATION ทุก ๆ CORE ของสายทั้งหมดที่ทำการติดตั้ง โดยเครื่อง OTDR (Optic Time Domain Reflectometers) และส่งรายงานผลทดสอบทุก ๆ LINK

**หมวดที่ 12****ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (IP Camera System)****1. ทั่วไป**

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับดูและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่าง ๆ และติดตั้งบนโต๊ะหรือ Console ในห้องรักษาความปลอดภัยของอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยที่วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV เป็นระบบ Network IP Camera
- 1.2 ระบบ CCTV ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อย ดังนี้
 - กล้อง (IP Camera)
 - จอภาพ (Monitor)
 - เครื่องบันทึกภาพแบบ Network (Network Video Recorder, NVR)
 - Cabling System
 - อื่นๆ

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

- 2.1 กล้องชนิด Fixed Indoor/Outdoor Network Camera
 - ใช้หน่วยรับภาพขนาด 2 ล้านพิกเซล ชนิด CCD หรือ CMOS หรือ MOS ขนาด 1/2.8 นิ้ว
 - รองรับการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ H.264 หรือ H.265 และ MJPEG โดยสามารถส่งสัญญาณทั้งสองชนิดได้พร้อมกัน
 - รองรับการส่งสัญญาณภาพที่ 30 fps ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,980 x 1080
 - มีค่าความไวแสงไม่น้อยกว่า 0.2 Lux ในโหมดสีและ 0 Lux ในโหมดขาวดำ (IR on)
 - เลนส์ขนาด 2.8-12 mm. หรือดีกว่า
 - ระยะส่องสว่างของแสงอินฟราเรดไม่น้อยกว่า 30 เมตร
 - รองรับ Privacy Zone
 - มีฟังก์ชัน Backlight Compensation, ฟังก์ชันลดสัญญาณรบกวน, ฟังก์ชัน Gain Control และ ฟังก์ชัน White Balance เป็นอย่างน้อย
 - รองรับโพรโตคอลแบบ HTTP, HTTPS, SSL, TCP/IP, UDP, UPnP, ICMP, IGMP, SNMP, RTSP, RTP, SMTP, NTP, DHCP, DNS, PPPoE, DDNS, FTP, IP Filter และ Onvif ได้เป็นอย่างน้อย
 - ใช้แรงดันไฟฟ้า 12 VDC และ PoE 802.3af ได้
 - รองรับการทำงานที่อุณหภูมิ 0 ถึง 60 องศาเซลเซียส
 - ได้รับความมาตรฐาน IP66 การป้องกันน้ำและฝุ่นสำหรับกล้องที่ติดตั้งภายนอก
 - เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องบันทึก เพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน
- 2.2 เครื่องบันทึกภาพแบบ Network (Network Video Recorder, NVR)
 - รองรับการบันทึกกล้องได้สูงสุด 16 กล้องพร้อมกัน หรือดีกว่า
 - รองรับความละเอียดในการบันทึกภาพสูงสุด 3 MP (2,048 x 1,536) หรือดีกว่า
 - การบีบอัดสัญญาณทั้งแบบ H.264/H.265 และ MJPEG ได้เป็นอย่างน้อย



- การบันทึกภาพแบบ Manual และ Schedule เป็นอย่างน้อย
- การค้นภาพสามารถค้นแบบวันและเวลาที่ต้องการ (Time/Date), แบบตามการบันทึกตรวจจับความเคลื่อนไหว (VMD) และ แบบ Alarm เป็นอย่างน้อย
- การเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลภาพมอนิเตอร์ได้โดยตรงผ่านพอร์ต HDMI, VGA หรือ BNC เป็นอย่างน้อย
- มีระบบ Synchronous ในขณะที่ดูภาพย้อนหลัง เพื่อให้เวลาตรงกัน
- สามารถดูภาพผ่าน Web browser, Smart Phone และ Management Software ได้
- สามารถดูภาพผ่านทาง USB Device, Network และ eSATA Device ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับเมนูภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นอย่างน้อย
- รองรับฮาร์ดดิสก์ได้ไม่น้อยกว่า 4 ลูก โดยรองรับความจุสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 24 TB
- สามารถกำหนดบัญชีผู้ใช้งานได้สูงสุด 100 บัญชีผู้ใช้ หรือดีกว่า
- การเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโดยมีพอร์ต RJ-45 (10/100/1000Mbps) จำนวน 1 พอร์ต เป็นอย่างน้อย
- มีพอร์ต LAN สำหรับจ่ายไฟแบบ PoE (IEEE802.3at) อย่างน้อย 16 port
- รองรับโปรโตคอล HTTP, TCP/IP, IPv4/IPv6, UPnP, RTSP, UDP, SMTP, NTP, DHCP, DNS, IP Filter, PPPoE, DDNS และ FTP เป็นอย่างน้อย
- รองรับ Throughput ได้สูงสุด 200 Mbps
- ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 100~ 240 VAC ที่ความถี่ 50/60Hz
- สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ 0 – 55 องศาเซลเซียส
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน CE หรือ FCC หรือ UL เป็นอย่างน้อย

2.3 จอภาพ (Monitor)

2.3.1 ชนิดจอสี (LED Color Monitor) ขนาดไม่ต่ำกว่า 32 นิ้ว ประกอบด้วย

- Maximum Resolution ไม่น้อยกว่า 1920 x 1080
- อัตราจ่ายไฟปกติ คือ แรงดันไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์, 50 เฮิร์ต

2.4 Cabling System เป็นระบบสัญญาณที่ส่งสัญญาณจากกล้องไปยังชุดควบคุมและจอภาพ (Monitor) ที่อยู่ห่างออกไป โดยใช้สาย UTP CAT 6 หรือดีกว่า

3. อุปกรณ์ประกอบ

อุปกรณ์ประกอบของระบบ CCTV ควรมาจากผลิตภัณฑ์เดียวกัน ยกเว้นบางส่วนที่ต้องใช้ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ซึ่งจะต้องเข้ากับอุปกรณ์หลักได้โดยไม่มีผลต่อระบบภาพ และไม่ทำให้คุณภาพของระบบหลักลดลง

4. การเดินสาย/ร้อยท่อ งานระบบ CCTV

ติดตั้งเดินท่อร้อยสาย สายนำสัญญาณวิดีโอ (Video Cable) ให้ใช้สาย UTP CAT 6 หรือดีกว่า หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ MEA ในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า และจะต้องจัดหากล่องเหล็กระบายอากาศเพื่อไว้ใส่ หม้อแปลงสำหรับกล้อง

**หมวดที่ 13****ระบบควบคุมการเข้า-ออกอัตโนมัติ (ACCESS CONTROL SYSTEM)****1. ขอบเขตของงาน**

ระบบเข้า-ออกอัตโนมัติชนิด เครือข่ายอีเทอร์เน็ต เพื่อใช้ในด้านการควบคุมรักษาความปลอดภัย และการเข้าปฏิบัติงานของ พนักงาน ตามจำนวนชุดอ่านบัตรและตำแหน่งที่ติดตั้งตามแบบ หากกรณีในแบบระบุให้เป็นระบบเข้า-ออกอัตโนมัติ ชนิดไม่เชื่อมต่อระบบ (Stand Alone) สำหรับการติดตั้งสายควบคุมต่าง ๆ ให้ติดตั้งตามที่กำหนดรายละเอียด ในแบบ

2. คุณลักษณะด้านเทคนิคของระบบ

ระบบเข้า-ออกอัตโนมัติที่ใช้อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ประกอบชุดสั่งการ (Operation Console)

ระบบเข้า-ออกอัตโนมัติ จะต้องสามารถควบคุม, ตรวจสอบและรับรู้เหตุการณ์ได้ที่ชุดสั่งการ (Operation Console) เครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด หรือที่สูงกว่า ดังนี้

- CPU : Intel Core-i7
- HDD : 500
- GBRAM : PDRBUS8002 GBX2
- VGA : 1 GB
- Software : Windows10 (License), Microsoft Office (License), Antivirus (License)

2.2 ซอฟต์แวร์ประมวลผล (Operation Software)

จะต้องเป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้กับงานระบบเข้า-ออกอัตโนมัติ ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows XP หรือ Windows 2000 Professional Database และใช้ได้กับ MSDE (Microsoft Data Engine) หรือดีกว่าสามารถต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ เพิ่มเติมได้อีก 2 ชุด เป็นอย่างน้อย ผ่านระบบเครือข่าย (Ethernet TCP/IP Network) และจะต้องเป็นโปรแกรมที่ได้รับลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย และการแก้ไขปรับปรุงหรือการป้องกันข้อมูลจะต้องสามารถทำได้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าว อย่างน้อย จะต้องสามารถจัดทำรายการต่าง ๆ ได้ ดังนี้

2.2.1 การกำหนดรหัสลับเพื่อการควบคุมการทำงานของระบบ สามารถแบ่งระดับความสำคัญของผู้ใช้เครื่องได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ โดยแต่ละระดับสามารถตั้งรหัสได้ด้วยตัวเลข และตัวอักษรต่าง ๆ กันได้

2.2.2 การโปรแกรมชุดอ่านบัตร จะต้องสามารถกำหนด ชื่อ หมายเลข ชนิด เวลาที่เปิดประตู และเวลาแจ้งเหตุ หรือระดับความปลอดภัย พร้อมทั้งสามารถเลือกที่จะให้ข้อมูลแสดงที่เครื่องพิมพ์หรือเก็บไว้ในแฟ้มทะเบียนบัตรก็ได้

2.2.3 สามารถโปรแกรมการแจ้งเหตุ (Alarm) ต่าง ๆ ตามความต้องการได้

2.2.4 สามารถโปรแกรมให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานตามวันและเวลา ในลักษณะของโซนเวลา (Time Zone) ที่ต้องการได้อย่างน้อย 6 โซนเวลา

2.2.5 การรายงานจะต้องสามารถแสดง หรือพิมพ์

- หมายเลขบัตร, วันเวลา ที่ผ่านเข้าออกตามปกติ



- วัน, เวลา, ตำแหน่งประตูที่เปลี่ยนสถานะ
- แจ้งเหตุเมื่อเกิดการเข้าออกบริเวณที่ไม่อนุญาต
- สามารถบันทึกข้อมูลเข้าและออกของพนักงานทุกครั้งที่มีการผ่านเข้า-ออกพื้นที่ต่าง ๆ และสามารถจัดการข้อมูลให้เรียกออกมาดูได้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น
 - เรียงตามลำดับชื่อ
 - เรียงตามฝ่าย/ ส่วนงาน
 - เรียงตามช่วงเวลา

2.2.6 สามารถเลือกเจาะจงเวลาในการเข้าออกของผู้ถือบัตรในแต่ละพื้นที่ได้

2.2.7 สามารถใช้ร่วมกับระบบบันทึกเวลาของยามในการตรวจสอบอาคาร และตั้งเวลาเข้าออกของแต่ละพื้นที่ได้ตามความต้องการ

2.2.8 สามารถรับข้อมูลติดต่อกับระบบแจ้งเหตุ (Alarm) หรือระบบตรวจจับ (Detector) ของระบบอื่น ๆ เพื่อการบันทึกและแจ้งผ่านระบบคอมพิวเตอร์

2.2.9 สามารถตรวจเช็คการตกค้างของบุคคลในพื้นที่ได้ ในกรณีที่ใช้ระบบป้องกันการตกค้าง (Anti - Pass Back)

2.2.10 การแสดงผลเมื่อมีการแจ้งเหตุ ให้จอภาพแสดงตำแหน่งประตูเกิดเหตุ เป็นแผนภาพของอาคารและให้เครื่องพิมพ์บันทึกวัน, เวลา, ตำแหน่ง, ชนิดเหตุการณ์

2.3 ระบบควบคุม (Controller Unit)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลและควบคุมการทำงานของประตูและต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยผ่านระบบเครือข่าย (Ethernet LAN Standard) จะต้องสามารถทำงานในลักษณะโหมดสั่งการผ่านเครือข่าย (Network Operation Mode) ได้ โดยการเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์และในกรณีที่ขาดการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบจะต้องสามารถทำงาน ในลักษณะไม่เชื่อมต่อระบบสมบูรณ์ (Full Stand Alone) ได้โดยใช้ความจำและข้อมูลภายในตู้ควบคุมนั้น และในกรณีที่ไฟฟ้าดับจะต้องจัดให้มีแบตเตอรี่สำรองเพื่อให้ชุดควบคุมประตูสามารถทำงานได้อย่างน้อย 3 ชั่วโมง และกรณีไฟดับทั้งระบบ ชุดควบคุมจะต้องมีแบตเตอรี่สำรองสำหรับสำรองข้อมูล ได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน และเมื่อระบบไฟฟ้ากลับสู่สภาวะปกติ หรือสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ระบบจะต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อ เพื่อเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำเป็นของคอมพิวเตอร์ได้ โดยตู้ควบคุมนี้จะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

2.3.1 สามารถทำงานบนเวลาจริง (Real Time Clock, Embedded 32 bit processor with 128MB Flash memory)

2.3.2 สามารถตั้งวันหยุดได้ไม่ต่ำกว่า 40 วันหยุดใน 1 ปี

2.3.3 สามารถทำเป็นระบบป้องกันการคนตกค้าง (Anti - Pass Back) เพื่อป้องกันการใช้บัตรซ้ำ หรือไม่รัดบัตรเมื่อออกจากพื้นที่

2.3.4 ตู้ควบคุมจะต้องสามารถบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ในการบันทึกตำแหน่ง (Transaction Record) ได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- วันที่/ เดือน



- เวลา
- รหัสประจำตัวผู้ถือบัตร
- รหัสตำแหน่ง (Transaction-Code)
- ตำแหน่งประตู

2.3.5 สามารถตั้งเวลาหน่วงการเปิดประตูได้อย่างน้อย 3-10 วินาที

2.3.6 รหัสตำแหน่ง (Transaction-Code) จะต้องมียละเอียดอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Invalid Card
- Invalid Pin
- Invalid Time Zone
- Open Too Long Alarm
- Brake Glass Switch Alarm
- Anti-Pass Back

2.3.7 มีหน่วยความจำบันทึกรหัสตำแหน่งได้ถึง 8,000 ตำแหน่ง

2.3.8 สามารถต่อตัวอ่านบัตร ได้ 64 ชุด

2.3.9 สามารถรองรับบัตรได้ไม่น้อยกว่า 200,000 บัตร

2.3.10 ระบบจะต้องสามารถต่อใช้ร่วมกับตัวอ่านบัตรอย่างน้อย 2 ชนิด คือ ได้ทั้งชนิดอ่านลายนิ้วมือ และ
อ่านบัตร

3. การส่งมอบงาน

- 3.1 จะต้องจัดส่ง As-built Drawing เขียนด้วย Program AutoCAD Hard Copy 2 ชุด และ Soft Copy 1 ชุด
- 3.2 Operation Manuals & Maintenance Manuals ฉบับจริง 1 ชุด พร้อมสำเนา 2 ชุด
- 3.3 จะต้องทำการฝึกอบรมให้เจ้าหน้าที่ จำนวน 10 คน ให้สามารถใช้งานได้ พร้อมคู่มือภาษาไทย (ฉบับสรุป) เพื่อการปฏิบัติงาน และการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น จำนวน 10 ชุด

**หมวดที่ 14****ระบบเสียงประกาศ****1. ความต้องการทั่วไป**

- 1.1 ระบบเสียงประกาศ (Public Address System : PA) ตามข้อกำหนดนี้ ใช้เพื่อเปิดเสียงเพลงทั่วไป (Background Music : BGM) และเพื่อการประชาสัมพันธ์ หรือประกาศเรียก (Paging) โดยที่ลักษณะการทำงานของระบบต้อง เป็น Sound Management System การควบคุมและผสมสัญญาณเสียงแบบ Microprocessor Based
- 1.2 อุปกรณ์สำหรับระบบเสียงประกาศ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ DIN โดยอุปกรณ์หลักในห้องควบคุมติดตั้งแบ่งเป็นชั้นตามมาตรฐานของ Electronic Industries Alliance : EIA ขนาด 19 นิ้ว (19" Rack)

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

อุปกรณ์ในระบบเสียงประกาศตามต้องการที่ระบุในแบบต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.1 เครื่องรับวิทยุ AM/FM (AM/FM TUNER) ต้องเป็นแบบดิจิทัล ใช้สำหรับเปิดข่าวสาร หรือ BGM ต้องเป็นเครื่องที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน สัญญาณ Output ต้องเป็นแบบที่ใช้งานได้กับเครื่องผสมสัญญาณเสียง และมีโปรแกรมล๊อคสัญญาณคลื่นสถานีไม่น้อยกว่า 6 สถานี
- 2.2 เครื่องเล่นเทปบันทึกเสียง (Cassette Tape Player) ใช้สำหรับเปิดเสียงเพลงต้องเป็นเครื่องที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน สัญญาณ Output ต้องเป็นแบบที่ใช้งานได้กับเครื่องผสมสัญญาณเสียง และเป็นเทปแบบ 2 ฟิล์ม ออโต้-รีเวิร์ส
- 2.3 เครื่องเล่นแผ่นบันทึกเสียง (CD Player) ใช้สำหรับเปิดเสียงเพลงต้องเป็นเครื่องที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน สัญญาณ Output ต้องเป็นแบบที่ใช้งานได้กับเครื่องผสมสัญญาณเสียงและเป็นเครื่องเล่นแบบถอดใส่ได้ 5 แผ่น และเล่นได้แบบต่อเนื่อง
- 2.4 เครื่องขยายเสียง (Power amplifier) ต้องเป็นเครื่องขยายเสียงแบบ Heavy Duty ใช้งานในระบบ PA โดยเฉพาะมีช่อง Input แบบ 2 Channel เพื่อใช้งาน Channel ที่ 1 เป็นเสียงเพลง (BGM) และ Channel ที่ 2 เป็นเสียงประกาศ (Paging) เพื่อการใช้งานประกาศสามารถที่จะปรับระดับความดังของสัญญาณให้มากกว่าเสียงเพลง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้

: กำลังขยาย	: ตามขนาดของโหนดทั้งหมด (โดยให้สำรองกำลังไว้ 20% ของโหนดทั้งหมด)
: Input/Output	: Electronically Balanced
: Input Level	: 775 mV/0 dBu
: Input Impedance	: 20 K ohm
: Output	: 25 -70- 100 Volts
: Load Impedance	: 28.5 ohm at 100 Volts
: Frequency Response	: 45 Hz - 22 KHz (-3dB)
: Distortion at 1 KHz	: ±0.1 %



- | | |
|----------------------|--|
| : Protection Circuit | : Audio Limiter, Thermal Overload, DC, HF, Back EMF, Peak Current Limiter, Initial Current Inrush Limiter, Power-On Delay And Saturation Limitation Circuit for Output Transformer |
| : Temperature Range | : + 5 degree C to + 40 degree C |
| : Main Power Supply | : 230 VAC / 50 - 60 Hz |
- 2.5 มอนิเตอร์เช็คสัญญาณ (Monitoring panel) ใช้สำหรับเป็นมอนิเตอร์ตรวจสอบสัญญาณเสียงในระบบว่าทำงานตามปกติ หรือไม่ โดย Interface กับระบบ RS485 จากเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล
- 2.6 ลำโพง (Ceiling Loud Speaker) จำนวนและตำแหน่งตามที่แสดงในแบบ โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| Power Handling | : 6 w/25 w (Low/High Ceiling) |
| Input Transformer | : 100 Volts |
| Driver Component | : 6.5 inches |
| Frequency Response | : 60- 16000 Hz |
| SPL 1W/1M | : 90/91 dB (6 w/25 w) |
| Max SPL | : 98/105 dB (6 w/25 w) |
- หน้ากากลำโพงให้เป็นแบบล็อกเข้ากับฝ้าเพดานโดยไม่ใช้สกรูยึดติดเข้ากับเพดานในส่วนที่ไม่มีฝ้าเพดานให้จัดหาก่องใส่ลำโพงในรูปแบบที่สวยงามและมีแผ่นวัสดุซับเสียงภายในก่องด้วยเพื่อป้องกันเสียงก้องภายในก่อง
- 2.7 ลำโพงชนิด Horn (Horn Load Speaker) มีจำนวนและตำแหน่งตามที่แสดงในแบบ โดยติดตั้งติดผนังหรือเพดาน ใช้ได้ทั้งภายในหรือภายนอกอาคาร (Weather Proof Type) ขนาด 15, 25 และ 30 วัตต์ 8 ohms พร้อมทั้งหม้อแปลงแมชชีนที่เหมาะสม โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| Frequency Response | : 300 - 8000 Hz |
| SPL 1W/1 M | : 108/109/109 dB (15/25/30 W) |
| Max SPL | : 120/123/124 dB (15/25/30 W) |
- 2.8 สวิตช์ควบคุมระดับเสียง (Volume Control) ติดตั้งฝังผนัง (flush mounting) โดยมีจำนวน และตำแหน่งที่แสดงในแบบ
- | | |
|--------------|------------------------------|
| กำลังทำงาน | : ตามโหลดของจำนวนลำโพงที่ต่อ |
| แรงดันขาเข้า | : 100 Volts |

3. การเดินสายสัญญาณ

- 3.1 สายสัญญาณสำหรับ Remote Microphone ให้ใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3.2 สายสัญญาณเสียงสำหรับลำโพงให้ใช้สายตัวนำทองแดง ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตรหุ้มฉนวน P.V.C. หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตเพื่อให้สัญญาณเสียงมีคุณภาพที่ดี
- 3.3 สัญญาณอื่น ๆ ที่จำเป็นให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 3.4 สายสัญญาณต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกห้องควบคุมต้องร้อยในท่อโลหะ หรือตามระบุในแบบ



4. การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามคำแนะนำของบริษัทฯ ผู้ผลิตและตามที่ผู้คุมงานเห็นสมควร โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมการทดสอบด้วย



หมวดที่ 15

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (SURGE PROTECTION DEVICE)

1. ขอบเขตของงาน

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากำลังกระแสสลับ ต้องติดตั้งที่สายไฟฟ้ากำลังจ่ายอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ Main Distribution (MDB), Distribution Board (DB) ที่จ่ายไฟฟ้าให้ Servers, PABX, UPS, Main Frame Computer, Fire Alarm Control Panel, Access Control System, CCTV System, Sound, MATV System และแผงไฟฟ้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากสายเมนภายนอกอาคาร อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกที่ใช้กับระบบสื่อสาร ต้องติดตั้งที่สายสัญญาณสื่อสารสำคัญต่าง ๆ คือ สายโทรศัพท์ด้านสายภายนอกที่ Main Distribution Frame, สายสัญญาณระบบเครือข่ายสำหรับระบบ Computer, Fire Alarm Control Panel, Access Control System, CCTV System, Sound, MATV System ช่วงที่ติดตั้งข้ามระหว่างอาคารรายละเอียดที่กล่าวมาข้างต้นหากไม่ได้แสดงรายละเอียดในแบบผู้รับจ้างก็ต้องจัดเตรียมให้สมบูรณ์แบบ หากผู้รับจ้างละเลยหรือไม่ติดตั้ง หากเกิดเหตุการณ์ฟ้าผ่าและมีแรงดันไฟกระชากเข้ามาในระบบและทำความเสียหายให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้รับความเสียหายผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทุกกรณี

2. ข้อกำหนดอุปกรณ์

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากำลังกระแสสลับต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน UL 1449 Edition 2, IEC 61643-1 ส่วนที่ใช้กับระบบสื่อสาร ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 61643-21, CE อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากำลังกระแสสลับ ต้องติดตั้งในลักษณะขนานกับสายไฟฟ้า โดยมีพิกัดทางไฟฟ้างานดังนี้

2.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จติดตั้งที่ MDB (Main Distribution Board)

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จจะต้องเป็นชนิด Type 1+2+3 ต้องมีโครงสร้างเป็น Gas-filled Spark Gap (GSG) ต่ออนุกรมกับ High energy Varistor เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสรั่ว (Residual current) และกระแสตาม (Follow current) ขณะใช้งาน มีตัวบอกสถานะบนตัว SPD ที่มองเห็นได้ชัดเจนและมี Remote contact สำหรับส่งสัญญาณไปแสดงที่หลอดไฟหน้าตู้เมื่อ SPD ปลดวงจร SPD เป็นชุดสำเร็จรูปผลิตมาเป็นชุดเดียวกันจากโรงงานผู้ผลิตโดยมีรายละเอียดต่างๆทางเทคนิคดังนี้

Type	1+2+3
Max. Operating Voltage : U_c	440 Vac
Temporary over voltage withstand 5 sec : UT	580 Vac
Temporary over voltage withstand 120 min : UT	770 Vac
Impulse current/pole : $I_{imp}(10/350\mu s)$	25 kA
Nominal discharge surge current/pole : $I_n(8/20\mu s)$	30 kA
Maximum discharge current/pole : $I_{max}(8/20\mu s)$	70 kA
Withstand on Combination waveform : U_{oc} (IEC61643-11)	6 kV
Protection Level : U_p	≤ 1.5 kV
Follow current : If	0 (none)
Residual current : I_{pe}	0 (none)



Admissible short-circuit current : Isccr	50,000 A
Operating temperature	-40/+85°C
Disconnect indicator	Yes
Remote signaling	Changeover Contact
Housing material class	UL94-V0

2.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จติดตั้งที่ DB, ตู้จ่ายไฟอื่น ๆ ที่รับไฟมาจากตู้ MDB

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จจะต้องเป็นชนิด Type 2 ต่อแบบ Common Mode และต้องมีโครงสร้างเป็น Metal Oxide Varistor (MOV) ที่ตัวฐานจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการเปลี่ยน SPD ที่มีแรงดันไม่ตรงรุ่นกับของเดิม มีตัวบอกสถานะบนตัว SPD ที่มองเห็นได้ชัดเจนและมี Remote contact สำหรับส่งสัญญาณไปแสดงที่หลอดไฟหน้าตู้เมื่อ SPD ปลดวงจรโดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ทางเทคนิคดังนี้

Type	2
Max. Operating Voltage (Uc)	275 Vac
Temporary over voltage withstand 5 sec : UT	335 Vac
Temporary over voltage withstand 120 min : UT	440 Vac
Nominal discharge surge current/pole : In(8/20µs)	20 kA
Maximum discharge current/pole : Imax (8/20µs)	50 kA
Protection Level L/PE at In : Up	≤1.25 kV
Residual Voltage L/PE at 5kA : Up-5kA	1 kV
Residual current : Ipe	< 1 mA
Admissible short-circuit current : Isccr	50,000 A
Operating temperature	-40/+85°C
Disconnect indicator	Yes
Remote signaling	Changeover Contact
Housing material class	UL94-V0

3. การทดสอบการรับประกันและการให้บริการ

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบและบันทึกค่าการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทุกจุดที่ทำการติดตั้ง โดยผู้รับจ้างสามารถเสนอวิธีการทดสอบจากผู้จ้างเองหรือจากเจ้าของผลิตภัณฑ์มาให้ทางผู้ควบคุมงานพิจารณา เลือกใช้ตามขั้นตอนต่อไป
- 3.2 ผู้รับจ้างจะต้องให้การรับประกันอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมดเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี
- 3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีบริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย เพื่อบำรุงรักษาระบบอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี

**หมวดที่ 16****ระบบต่อลงดิน****1. ความต้องการทั่วไป**

ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) อุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้ารางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES. 24-1984 การต่อลงดิน"
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78

2. หลักสายดิน (GROUND ROD)

2.1 หลักสายดินให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (GROUNDING RESISTANCE) ไม่เกิน 5 โอห์ม

2.2 การปักหลักสายดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตร เท่าๆ กัน โดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDING หรือใช้ CLAMP ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL LISTED) ที่กำหนดให้ใช้สำหรับงานในกรณีนี้

3. สายดิน (GROUND CONDUCTOR)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ต้องเป็นดังนี้

3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) เพื่อต่อสายศูนย์ (NEUTRAL) ด้านทุติยภูมิ (SECONDARY) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดินขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายศูนย์ขอระบบไฟฟ้านั้นตามตารางที่ 1

3.2 ถึงแม้จะมีได้กำหนดหรือแสดงในแบบไว้ก็ตาม ระบบไฟฟ้าของโครงการนี้ต้องมีระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) โดยให้ดำเนินการดังนี้

- ก. โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน
- ข. วงจรสายพ็อน (FEEDER CIRCUIT) และวงจรย่อย (BRANCH CIRCUIT) สำหรับไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า ต้องมีสายตัวนำลงดิน (GROUND CONDUCTOR) ควบคู่ไปด้วย
- ค. วงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง ยอมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะเป็นตัวนำลงดินได้ ทั้งนี้ต้องมั่นใจได้ว่าท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้านั้นถูกต่อลงดินอย่างต่อเนื่องทางไฟฟ้า
- ง. ขนาดของสายตัวนำลงดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจรมานั้น ๆ ตามตารางที่ 2

**4. ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (ISOLATED GROUND)**

- 4.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีหลักสายดิน และสายดินแยกจากสายดินทั่วไปตามที่กล่าวในข้อ 3 โดยความต้านทานของการต่อลงดินที่หลักสายดิน ต้องไม่เกิน 1.0 โอห์ม
- 4.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ขนาดตามที่ระบุในตารางที่ 2 แล้วแต่กรณี สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักสายดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับหลักสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้
- 4.3 การติดตั้งและการทดสอบ
- 4.4 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้คุมงาน
- 4.5 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์สายดินที่เป็นประธาน (MAIN) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้

ตารางที่ 1 ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน	
ขนาดสายศูนย์.....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดิน ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95



- 4.6 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 4.7 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

ตารางที่ 2 ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนต่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน	
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



หมวดที่ 17

ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่กล่าวในหมวดนี้เป็นระบบสำหรับป้องกันอันตรายต่อโครงสร้างอาคารเท่านั้นไม่ได้รวมถึงการป้องกันอันตรายต่อระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (CONVENTIONAL FARADAY CAGE SYSTEM) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดและตามที่ระบุในแบบซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า สำหรับอาคารและสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร"
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.780

ทั้งนี้สำหรับอาคารหลังนี้จะเป็นระบบที่อาศัยเหล็กเสริมโครงสร้างหรือเหล็กโครงสร้างอาคาร และอาจมีความจำเป็นต้องเสริมด้วยระบบการติดตั้งสายตัวนำทองแดง โดยเฉพาะซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดของแต่ละระบบในหมวดนี้ต่อไป

ระบบที่อาศัยเหล็กเสริมโครงสร้าง เป็นตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) และเป็นตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า (LOOP CONDUCTOR) นั้น งานการติดตั้งสำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่านี้จึงต้องเป็นงานที่ดำเนินการร่วมระหว่างงานก่อสร้าง/ โครงสร้าง และงานระบบไฟฟ้า ซึ่งมีขอบเขตการดำเนินงาน และความต้องการด้านเทคนิคทั่วไป ดังนี้

2. ระบบที่ใช้เหล็กเสริมโครงสร้าง

2.1 สำหรับงานก่อสร้าง/โครงสร้าง ให้มีการดำเนินงานดังนี้

- จัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) สำหรับการต่อเชื่อมเหล็กโครงสร้าง และ/หรือ เหล็กเสริมโครงสร้าง
- ดำเนินการเชื่อมเหล็กโครงสร้างทั้งหมดภายใต้การแนะนำของผู้รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้าโดยจัดหาวัสดุที่จำเป็นเองทั้งสิ้น
- จัดทำ และติดตั้งแผ่นเหล็ก (GROUND PAD) ที่จุดบนสุด ล่างสุด และจุดที่กำหนดในแบบ เพื่อให้ผู้รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า เชื่อมตัวนำสำหรับหลักล่อฟ้า และ/หรือ เพื่อการต่อลงดินของอุปกรณ์ และโครงโลหะอื่น ๆ

2.2 สำหรับงานระบบไฟฟ้าให้มีขอบเขตงานดังนี้

- วัด และบันทึกค่าความต้านทานของการต่อลงดิน
- จัดทำ และติดตั้ง หลักล่อฟ้า รวมทั้งตัวนำบนหลังคาทั้งหมด ซึ่งเป็นวัสดุที่ทำด้วยทองแดง
- จัดหาวัสดุ-อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเชื่อมตัวนำทองแดงใด ๆ กับเหล็กโครงสร้างซึ่งเป็นวิธี EXOTHERMIC WELDING
- จัดทำ และติดตั้ง หลักสายดิน เชื่อมต่อกับแผ่นเหล็ก (GROUND PAD) ที่โครงสร้าง จัดทำเตรียมไว้ให้
- ให้คำแนะนำแก่ผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง/โครงสร้าง และร่วมดำเนินการเขียนแบบก่อสร้างและกำหนดแนวเหล็กเสริมโครงสร้างที่ต้องการเชื่อม



- ตรวจสอบสภาพความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ของการเชื่อมเหล็กเสริมโครงสร้างที่กระทำ โดยผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง/โครงสร้าง
- 2.3 หลักสายดิน (EARTH ELECTRODE) ให้ใช้เหล็กเสริมเสาเข็มที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมกันไม่น้อยกว่า 350 ตารางมิลลิเมตร และได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด
- 2.4 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) กำหนดให้ใช้เหล็กเสริมโครงสร้างตามเสาที่กำหนดในแบบต่อเชื่อมถึงกันทางไฟฟ้าตลอดความยาวตั้งแต่ล่างสุดจนถึงบนสุดของเสานั้น ๆ โดยเหล็กเสริมโครงสร้างที่กำหนดนี้ต้องมีพื้นที่หน้าตัดรวมกันไม่น้อยกว่า 500 ตารางมิลลิเมตร
- 2.5 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร
- 2.6 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคารตามระบุในแบบ
- 2.7 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ใช้เหล็กเสริมพื้นตามกำหนดในแบบ

3. ระบบที่ใช้สายตัวนำทองแดง

ระบบนี้เป็นระบบที่ติดตั้งสายตัวนำด้วยตัวนำทองแดงทั้งเส้น ซึ่งเป็นงานระบบไฟฟ้าทั้งเส้น เว้นแต่ในงานที่เกี่ยวข้องกับการฝังในคอนกรีต อาจต้องอาศัยความร่วมมือของผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง/โครงสร้าง โดยมีความต้องการด้านเทคนิค ดังนี้

- 3.1 หลักสายดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ยาว 3 เมตร (10 ฟุต) จำนวนเพียงพอจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุดที่กำหนดในแบบ
- 3.2 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามระบุในแบบ
- 3.3 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามระบุในแบบ
- 3.4 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคารหรือตามระบุในแบบ
- 3.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า (POTENTIAL EQUALIZATION) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 35 ตารางมิลลิเมตร โดยฝังในคอนกรีตตามแนว และระดับที่กำหนดในแบบ
- 3.6 การเชื่อม (WELDING) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน



4. การติดตั้ง

การติดตั้งโดยทั่วไปให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่อ้างอิง และเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

- 4.1 การเชื่อมต่อให้ถึงกันทางไฟฟ้า ของตัวนำต่าง ๆ ให้ใช้กรรมวิธีที่เหมาะสมกับประเภทของโลหะที่จะต่อถึงกัน กล่าวคือ
 - ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDED หรือใช้ปลอกต่อสายชนิดใช้แรงกลอัด (COMPRESSION COUPLER) สำหรับตัวนำทองแดง กับตัวนำทองแดง
 - ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDED หรือเชื่อมด้วยลวดทองเหลืองระหว่างตัวนำทองแดง กับเหล็กเชื่อมไฟฟ้าด้วย ลวดเชื่อมเหล็กระหว่างเหล็กกับเหล็ก เป็นต้น
- 4.2 หลักระยะห่างที่มีจำนวนมากกว่า 1 หลัก ในแต่ละจุดที่กำหนด ต้องมีระยะห่างกันประมาณ 3.00 เมตร
- 4.3 ตัวนำใด ๆ ก็ตามของระบบป้องกันฟ้าผ่าของทั้ง 2 ระบบที่กล่าวข้างต้น ต้องไม่ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้ายกเว้นในส่วนที่อยู่ในฐานราก หรืออยู่ใต้อาคาร โดยอาจใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน หรือร้อยในท่อที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้
- 4.4 ให้ตรวจวัด และบันทึกค่าความต้านทานของการต่อลงดินที่จุดตรวจสอบ (TEST BOX) ทุกจุดของระบบที่ใช้ตัวนำทองแดงรวมทั้งที่หลักระยะห่างทุกจุดด้วย

**หมวดที่ 18****ระบบภาพและเสียง****1. รายละเอียดอุปกรณ์ ระบบภาพและเสียง****1.1 เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล ขนาด 16 ช่อง****คุณสมบัติทั่วไป**

- เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๒ ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบ Microphone (XLR) / Line ไม่น้อยกว่า ๑๖ ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณออกแบบ Microphone (XLR) ไม่น้อยกว่า ๔ ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบสเตอริโอ ไม่น้อยกว่า ๔ ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณออกแบบสเตอริโอ ไม่น้อยกว่า ๒ ช่องสัญญาณ
- มีปุ่มปรับเสียง EQ ไม่น้อยกว่า 3 BAND
- มีEffects ไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- มีช่องต่อ USB Type A ที่สามารถเล่นไฟล์ MP๓ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ Ethernet แบบ RJ๔๕ สำหรับควบคุมภายนอก หรือดีกว่า
- มีฟังก์ชัน Anti-Feedback Wizard ในตัว
- ตอบสนองความถี่ ๒๐Hz-๒๐kHz หรือดีกว่า
- ไดนามิกส์เร้นท์ ไม่น้อยกว่า ๘๐ dB
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, TASCAM, SOUNDCRAFT, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.2 เครื่องปรับแต่งเสียงแบบดิจิทัล**คุณสมบัติทั่วไป**

- เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณระบบดิจิทัลขนาด ๔ input / ๘ output และ ๔ Channel input หรือ output
- มีระบบประมวลผลแบบ ๒๔-bit/AD/DA converters
- สามารถปรับรวบรวมผสมสัญญาณการทำงาน Mixers, Equalizers, Filters, Delays, Control, ได้
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, OSC, BIAMP, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.3 ลำโพงคู่หน้า**คุณสมบัติทั่วไป**

- เป็นตู้ลำโพงขนาด 12 นิ้วแบบ Array
- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- ลำโพงเสียงแหลมแบบ Ribbon
- ความดังของเสียงสูงสุด 97dB ที่ 1 วัตต์ 1 เมตร
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, JBL, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.4 ลำโพงเสียงต่ำ**คุณสมบัติทั่วไป**

- เป็นลำโพงเสียงต่ำมีกำลังขับไม่น้อยกว่า 200 วัตต์ กำลังขับสูงสุดที่ 600 วัตต์



- มีอัตราความดังของเสียงที่ 1 วัตต์ ที่ 1 เมตร เท่ากับ 93 dB
- ลำโพงเสียงต่ำขนาด 38 เซนติเมตร
- ตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 40 - 400 Hz (-10 dB)
- ความต้านทาน 8 โอห์ม
- มีจุดเชื่อมต่อแบบ Speak on NL4MP และ จุดเชื่อมต่อแบบ M5 Screw
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิง TOA, JBL, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.5 ลำโพงเวที ขนาด 10 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้ลำโพงขนาด 12 นิ้ว แบบมีภาคขยายในตัว
- มีปุ่มปรับแรง - ลด สัญญาณได้
- มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน
- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- มี Amplifiers peak ขนาด 800 W อยู่ในตู้ลำโพง
- ใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 100 - 240 VAC, 50-60Hz
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิง RENKUS HEINZ, JBL, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.6 ลำโพงติดผนังภายใน 8 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงแบบ 2 ทาง ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว
- Frequency Range (-10 dB) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 150Hz - 18,000Hz
- Sensitivity (SPL @ 1w/1m) ระดับความดังของเสียงวัตต์ที่ 1 วัตต์ต่อ 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 87 dB
- สามารถต่อได้ทั้งแบบ 70V และ 100V line ได้
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิง TOA, TANNOY, JBL, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.7 เครื่องขยายเสียง

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องขยายเสียงแบบ 8 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติไม่น้อยกว่า 800 วัตต์ X 2 ที่ 8 โอห์ม
- ตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 20Hz ถึง 20kHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 60dB
- มีค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD) น้อยกว่า 1%
- มีวอลุ่มปรับระดับเสียง
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างอิง TOA, QSC, BIAMP, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.8 เครื่องขยายเสียงแบบโวลท์ไลน์และลำโพงเสียงต่ำ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องขยายเสียงดิจิตอลแบบ 2 CH กำลังขับแต่ละช่องไม่น้อยกว่า



- 1250W/ 4 โอห์ม 700W /8โอห์ม สามารถ Bridge เป็น 1 CH ที่ 2500W / 8 โอห์ม
- ตอบสนองความถี่เสียงตั้งแต่ 20 Hz – 20kHz (+/- 3 dB)
- ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิครวมน้อยกว่า 0.15%
- อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวนมากกว่า 100 dB
- มีปุ่มปรับระดับสัญญาณขาเข้าพร้อมหลอด LED แสดงสถานะการทำงานที่หน้าเครื่อง
- มีระบบระบายความร้อนจากหน้าเครื่องสู่ท้ายเครื่อง
- ใช้ไฟฟ้า 100-240VAC, 50/60 Hz
- เป็นเครื่องขยายเสียงแบบ 8 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติไม่น้อยกว่า 800 วัตต์ X 2 ที่ 8 โอห์ม
- ตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 20Hz ถึง 20kHz
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 60dB
- มีค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD) น้อยกว่า 1%
- มีวอลุ่มปรับระดับเสียง
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, QSC, BIAMP, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.9 เครื่องขยายเสียง 240 วัตต์ แบบโวลท์ตาย

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องขยายเสียงแบบ 100 โวลท์ และ 70 โวลท์
- กำลังขยายเสียงปกติไม่น้อยกว่า 240 วัตต์ ที่ 70 และ 100 โวลท์
- ตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 20Hz ถึง 20kHz
- มีค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD) น้อยกว่า 1%
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, QSC, CRESTAUDIO, PEAVEY

1.10 ไมโครโฟนมีสายแบบมือถือ

คุณสมบัติทั่วไป

- มีค่าสัญญาณค่าเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 132 dB SPL
- ความต้านทาน 300 โอห์ม Balanced
- สามารถตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 100 – 12,000 Hz
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, AKG, SHURE

1.11 ไมโครโฟนไร้สายมือถือ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนไร้สายชนิด อิเล็กเทรต คอนเดนเซอร์ แบบยูนิไดเร็คชันนอล
- สามารถเลือกช่องสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 160 ช่องสัญญาณ
- มีค่า RF น้อยกว่า 50 มิลิวัดต์
- มีค่าสัญญาณค่าเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 132 dB SPL
- สามารถตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 100 – 12,000 Hz
- มีเสาอากาศภายในตัว



- สามารถใช้แบตเตอรี่ขนาด AA 1 ก้อน
- สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
- สามารถเลือกค่าความไวของไมค์ได้
- มีไฟ LED แสดงสถานการณ์ทำงาน
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, AKG, SHURE

1.12 ไมโครโฟนไร้สายแบบหนีบปกเสื้อ

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถเลือกช่องสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 160 ช่องสัญญาณ
- มีค่า RF น้อยกว่า 50 มิลิวัดต์
- มีค่าความไวในการรับสัญญาณเข้าแบบปรับค่าได้ที่ -18 dBV SPL หรือ -28 dBV SPL
- สามารถเลือกค่าความไวของไมค์ได้
- สามารถตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 100 – 12,000 Hz
- มีเสาอากาศภายในตัว
- สามารถใช้แบตเตอรี่ขนาด AA 1 ก้อน
- สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
- มีไฟ LED แสดงสถานการณ์ทำงาน
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, AKG, SHURE

1.13 ลำโพงติดเพดานภายนอก 5 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงติดเพดานชนิด Full-range ขนาดไม่น้อยกว่า 16 เซนติเมตร
- ลำโพงทนกำลังเสียงได้ไม่น้อยกว่า 6 วัตต์
- สามารถต่อลำโพงได้ 2 รูปแบบ 100V, 70V LINE
- ความดังของลำโพงที่ 1 วัตต์ / 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 90 dB
- ความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 65Hz ถึง 18,000Hz
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, TANNON, JBL, EV

1.14 ลำโพง COLUMN

คุณสมบัติทั่วไป

- ทนกำลังขยายได้ 60 วัตต์
- ความถี่ตอบสนอง 150Hz-16,000Hz
- ความดังของระดับเสียงวัดได้ 95 เดซิเบลที่ความดัง 1 วัตต์ ในระยะ 1 เมตร
- ภายในตู้ลำโพงประกอบด้วยลำโพงขนาด 10 เซนติเมตร 6 ตัว
- จุดเชื่อมต่อลำโพงเป็นแบบ Terminal Push-in
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, TANNON, JBL, EV



1.15 ลำโพงไลน์อาเรย์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงชนิด Bass-reflex
- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 13 เซนติเมตร จำนวน 8 ตัว
- ลำโพงเสียงแหลมเป็นแบบ Wave front control horn จำนวน 4 ชุด
- Frequency Response ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 75Hz-20,000Hz
- Sensitivity(SPL@1w/1m)ระดับความดังของเสียงวัดที่ 1 เมตรต่อ 1 เมตรไม่น้อยกว่า 100dB
- ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 750 วัตต์
- ทนกำลังขยายปกติไม่น้อยกว่า 250 วัตต์
- มุมกระจายเสียง Horizontal ไม่น้อยกว่า 100 องศา
- มุมกระจายเสียง Vertical ขึ้นอยู่กับการปรับมุมทิศทาง
- สามารถปรับมุมกระจายเสียง Vertical 60, 45, 30 และ 15 องศาได้
- ตัดความถี่เสียงที่ 1.7 kHz
- ความต้านทาน Nominal Impedance 8 โอห์ม
- ลำโพงทำด้วยวัสดุ Polypropylene
- Input Connectors ช่องต่อสายลำโพงแบบ Speak on NL4MP
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, TANNOY, JBL, EV

1.16 ลำโพงเสียงต่ำ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงเสียงต่ำมีกำลังขับไม่น้อยกว่า 200 วัตต์ กำลังขับสูงสุดที่ 600 วัตต์
- มีอัตราความดังของเสียงที่ 1 เมตร ที่ 1 เมตร เท่ากับ 93 dB
- ลำโพงเสียงต่ำขนาด 38 เซนติเมตร
- ตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 40 - 400 Hz (-10 dB)
- ความต้านทาน 8 โอห์ม
- มีจุดเชื่อมต่อแบบ Speak on NL4MP และ จุดเชื่อมต่อแบบ M5 Screw
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง TOA, TANNOY, JBL, EV

1.17 ขาตั้งไมโครโฟนชนิดตั้งโต๊ะ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นขาตั้งไมโครโฟนชนิดตั้งโต๊ะ
- ฐานกลม มียางรอง
- พร้อมคออ่อนปรับโค้งงอได้

1.18 ขาตั้งไมโครโฟนชนิดตั้งพื้น

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นขาตั้งไมโครโฟนชนิด 3 ขา พับเก็บได้
- ทำด้วยโลหะอย่างดี



- สามารถปรับระดับความสูงได้

1.19 ตู้ติดตั้งอุปกรณ์ (19U/ 42U)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ขนาด 19U และ 42U มีหน้ากว้างมาตรฐาน 19 นิ้ว
- มีภาคสำหรับวางอุปกรณ์
- มีพัดลมระบายอากาศภายในตู้
- มีบานประตูทั้งด้านหน้าและหลังซึ่งสามารถล็อกและถอดออกได้
- ฝาหน้าของตู้แร็คต้องเป็นวัสดุใส
- ตู้เป็นโลหะเคลือบสีจากโรงงาน

1.20 จอ LED IPS อัตราส่วน 16:9 ขนาด 55"

คุณสมบัติทั่วไป

- จอแสดงภาพมีขนาดไม่น้อยกว่า 54 นิ้ว
- ชนิดของแผงหน้าจอลดแสงภาพเป็นแบบ IPS Panel
- แหล่งกำเนิดภาพ (Backlight Type) เป็นชนิด Direct
- มีอัตราส่วนของภาพ (Screen Aspect Ratio) ไม่น้อยกว่า 16 : 9
- มีความละเอียดภาพระดับ FHD, 1920x1080 จุด
- มีความสว่างของจอภาพ (Brightness) ไม่น้อยกว่า 700 cd/m²
- มีอัตราส่วนความคมชัด Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 1,000 : 1
- มีอัตราส่วนความคมชัด Dynamic Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 500,000 : 1
- มีอัตราการแสดงช่วงสี (Color gamut) ไม่น้อยกว่า 72%
- มุมมองภาพ 178 องศาในแนวนอน และ 178 องศาในแนวตั้ง
- มีค่าความลึกของสี (Color Depth) ไม่น้อยกว่า 1.07 B(10bit)
- มีค่าความเร็วในการแสดงภาพเคลื่อนไหว (Response Time) 8ms (G to G)
- มีค่าการเคลือบกันรอยขีดข่วน Surface Treatment (Haze) ร้อยละ 28 (Haze 28%)
- รับประกันอายุการใช้งาน (Life time) 60,000 ชั่วโมง
- รองรับชั่วโมงการทำงาน (Operation Hours) 24 ชั่วโมง/วัน
- สามารถปรับโหมดการใช้งานในทิศทางแนวตั้งและแนวนอนได้ (Portrait & Landscape)
- มีช่องต่อ HDMI ขาเข้าไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีช่องต่อ DP ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ DVI-D ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสัญญาณเสียงเข้า (Audio In) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ RS232C ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ RJ45(LAN) ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ IR ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ USB 2.0 Type A ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง



- มีช่องต่อ DP ขาออกไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อสัญญาณเสียงออก (Audio out) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อ RS232C ขาออกไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อ RJ45(LAN) ขาออกไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีขนาดขอบจอชนขอบจอ ไม่น้อยกว่า 1.74 มิลลิเมตร
 - มีหน่วยความจำรองไม่น้อยกว่า 4GB
 - มีระบบปฏิบัติการชนิดติดตั้งภายใน webOS 4.1
 - สามารถกำหนดตารางการเล่นสื่อชนิดติดตั้งภายใน (Content Scheduling) ได้
 - สามารถกำหนดการล้มนวนของจอแสดงผล และจัดลำดับของสื่อภายนอก เมื่อการแสดงผลหลัก ล้มนวน
 - สามารถขดเชยการแสดงผลภาพเหลื่อมให้มีความสมดุลได้
 - สามารถเชื่อมต่อจอภาพในรูปแบบ VDO Wall ด้วยการเชื่อมต่อสายสัญญาณภาพ (Daisy Chain) ใน แนวตั้ง ไม่น้อยกว่า 15จอ และแนวนอน 15จอ
 - สนับสนุนการฟังก์ชันการคัดลอกข้อมูลสำเนาการตั้งค่าไปยังเครื่องอื่นๆได้ (USB Cloning)
 - สามารถเชื่อมต่อการทำงานอย่างรวดเร็วผ่านช่องสัญญาณรองรับ Crestron
 - มีโหมดประหยัดพลังงาน Smart Energy Saving
 - สามารถสั่ง ปิด/เปิด จอภาพผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นและเครือข่ายระยะไกลได้ ชนิด WoL ได้
 - จอภาพรองรับการทำงานการควบคุมจอแสดงผลแบบ HDMI-CEC
 - มีฟังก์ชันในการกำหนดการเชื่อมต่อหมายเลข IP Address ไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) ชนิด System Integrated (SI Server Setting)
 - สนับสนุนมาตรฐานการเข้ารหัสข้อมูลชนิด Pro:Idiom
 - จอภาพแสดงผลต้องสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 – 40 องศาเซลเซียส เป็นอย่างน้อย
 - จอภาพแสดงผลต้องสามารถทำงานได้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 10 – 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นอย่างน้อย
 - สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ มาตรฐานประเทศไทย (Voltage, Hz) 100 ~ 240V, 50/60Hz
 - ได้รับการรับรองมาตรฐาน (Certification) CB/NRTL, FCC Class "B"/CE/ KC, Energy Star 8.0
 - รองรับการทำงานสื่อประชาสัมพันธ์ชนิดติดตั้งภายใน Super Sign CMS
 - รองรับการแสดงผลการตรวจสอบข้อมูลสถานะของจอแสดงผลชนิด Cloud real-time monitoring ชนิด Connected care
 - รองรับการควบคุมการทำงานปรับความสมดุลสีของจอแสดงผลอัตโนมัติ ชนิด Smart Calibration
 - รับประกันอะไหล่ 3 ปีตามเงื่อนไข
 - ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง LG, SAMSUNG, NEC, HIKVISION หรือเทียบเท่า
- 1.21 **จอร์รับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 100 นิ้ว, 120 นิ้ว และ 150 นิ้ว**
- คุณสมบัติทั่วไป**
- เป็นจอร์รับภาพขนาด 100 นิ้ว, 120 นิ้ว และ 150 นิ้ว ชนิดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์
 - จอร์รับภาพสามารถยึดติดกับผนังและฝ้าเพดานได้อย่างมั่นคงแข็งแรง



- เนื้อจอชนิด Matt White
- มีขอบจอสีดำทั้ง 4 ด้าน
- ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง SOLSTICE, JAMES, STEWART, RAZR, GYGAR หรือเทียบเท่า

1.22 เครื่องโปรเจคเตอร์ ขนาด 4,000, 5,000 และ 7,000 ANSI Lumens

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถฉายภาพได้ขนาดใหญ่
- ความละเอียดของภาพ WUXGA (1920 x 1200) pixels
- ให้ความสว่างถึง 4,000, 5,000 และ 7,000 Lumens
- มีช่องสัญญาณ ดังนี้
 - USB x 1
 - HDMI IN: HDMI x 2
 - ผลิตภัณฑ์ที่อ้างถึง NEC, VIEWSONIC, PANASONIC, BenQ, ACER



หมวดที่ 19

ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในตารางข้างล่างเป็นสิ่งแรก ถ้าหากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ไม่สามารถติดต่อผู้แทนจำหน่ายได้ หรือจะเสนอผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตโดยผู้ได้รับลิขสิทธิ์ให้สร้างแทน ก็ให้แจ้งต่อวิศวกรหรือผู้คุมงานทราบ เพื่อขออนุมัติพิจารณาวัสดุอุปกรณ์ เทียบเท่าเป็นลำดับต่อไป
- 1.2 กรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าที่นอกเหนือจากที่ได้ระบุในรายชื่อผลิตภัณฑ์ข้างล่างนี้แล้ว ผู้รับจ้าง ต้องชี้แจงเหตุผลหรือข้อขัดข้องใดก็ตามที่มีผลให้ผู้รับจ้างไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้ เมื่อวิศวกรหรือผู้คุมงาน ได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้แล้ว วิศวกรหรือผู้คุมงานอาจเห็นว่า จำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ โดยใช้สถานที่ทดสอบที่ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรหรือผู้คุมงานก่อน และค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่เกิดขึ้นก็ตาม ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น
- 1.3 ในการนำเสนอผลิตภัณฑ์เพื่ออนุมัติให้ผู้รับจ้างแจ้งชื่อของประเทศต้นกำเนิดผลิตภัณฑ์ (Country of Origin) และ ประเทศที่โรงงานผลิตตั้งอยู่ (Country of Production Plant) มาเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา รวมทั้งให้ผู้รับจ้างทำการเปรียบเทียบข้อกำหนดตามข้อกำหนดเล่มนี้ และข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่นำเสนอ โดยทำการเปรียบเทียบดังนี้

Required Specifications	Offered Specifications	Complied (Yes or No)	Deviation (If Any)	Remarks

2. รายการอุปกรณ์มาตรฐาน

อุปกรณ์ตามข้อต่อไปนี้ต้องเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ และเลือกใช้จากผู้ผลิตที่กำหนดไว้ดังนี้

- 2.1 Oil-Type Transformer
- EKARAT / QTC / CC / CHAROENCHAI หรือเทียบเท่า
- 2.2 Termination Kits
- 3M / ABB / RAYCHEM หรือเทียบเท่า
- 2.3. Low-Voltage Circuit Breaker (Air, Molded Case and Miniature) and Safety Switch
- ABB / EATON / GE / LEGRAND / SCHNEIDER / SIEMENS / TELERGON หรือเทียบเท่า
- 2.4. Low-Voltage Switchboard Manufacturer
- SQD / PMK / SCI / TIC / SMBE หรือเทียบเท่า



- 2.5. Load Center (Busbar System and Circuit Breakers)
 - ABB / BTICINO / EATON / GE / KAWAMURA / SCHNEIDER / SIEMENS หรือเทียบเท่า
- 2.6. Digital Meter
 - CROMPTON / E-POWER / JANITZA / SCHNEIDER / SOCOMEC / RTR หรือเทียบเท่า
- 2.7. Busway
 - ABB / GE / POWERBAR / POWERDUCT / SCHNEIDER / SIEMENS / NISSIN หรือเทียบเท่า
- 2.8. Generator Set Manufacturers
 - CUMMINS POWER GENERATION / FG WILSON / HIMOINSA / KOHLER หรือเทียบเท่า
- 2.9. Automatic Transfer Switch (ATS)
 - ASCO / SOCOMEC / ZENITH / VITZRO / SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
- 2.10. Capacitor and Power Factor Controller
 - ABB CIRCUTOR / RTR / FRANKE (GERMANY) / NOKIAN / SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
- 2.11. Contactors and Control Relay
 - ABB / FUJI | SIEMENS / SCHNEIDER / TELEMECANIQUE หรือเทียบเท่า
- 2.12. Metering
 - ABB CROMPTON FUJI / GENT / MITSUBISHI / SIEMENS หรือเทียบเท่า
- 2.13. Luminaire
 - DELIGHT / L&E / UNILAMP / PHILIPS / X-TRA BRITE / SL Lighting / BEC หรือเทียบเท่า
- 2.14. Fluorescent Lamp
 - DELIGHT / OSRAM / PHILIPS / SYLVANIA TOSHIBA หรือเทียบเท่า
- 2.15. LED Lamp
 - EVE / RACER / PHILIPS / HI-TEK / TOSHIBA / LAMTAN / LUMAX / BEC หรือเทียบเท่า
- 2.16. Wiring Device (Switches and Receptacles, TIS 116)
 - PANASONIC / SIEMENS / SCHNEIDER / BTICINO หรือเทียบเท่า
- 2.17. Low Voltage & Medium-Voltage Cable, PVC & XLPE Insulated
 - BCC / CTW / MCI / PHELPS DODGE / THAI YAZAKI หรือเทียบเท่า
- 2.18. Fire Resistant Cable
 - DRAKA / JJ-LAPP / PRYSMIAN / RADOX / STRUDER / MAX-FOH หรือเทียบเท่า
- 2.19. Telephone Cable
 - BCC / BANGKOK TELECOM (THAI YAZAKI) / CTW / PHELPS DODGE หรือเทียบเท่า
- 2.20. Metal Conduit
 - ARROW PIPE / BLUE EAGLE / BSM / PANASONIC / PAT / UI / SKP หรือเทียบเท่า
- 2.21. PVC Conduit
 - ELEPHANT BRAND / THAI PIPE INDUSTRY หรือเทียบเท่า



- 2.22. UPVC Conduit
 - CLIPSAL / ELEPHANT BRAND / THAI PIPE INDUSTRY หรือเทียบเท่า
- 2.23. HDPE & EFLEX
 - BTC / TAP / TGG / WIJK & HOEGLUND หรือเทียบเท่า
- 2.24. PABX
 - NEC / Forth / Panasonic หรือเทียบเท่า
- 2.25. Fire Alarm System
 - NOTIFIRE / BOSCH / EDWARD หรือเทียบเท่า
- 2.26. Data Cable
 - AMP / BELDEN / COMSCOPE / LINK / LIMAZ หรือเทียบเท่า
- 2.27. Data Rack
 - AMP / LINK / LIMAZ หรือเทียบเท่า
- 2.28. Data Terminal
 - AMP / LINK / LIMAZ / KRONE / POUYET / COMSCOPE หรือเทียบเท่า
- 2.29. Data Outlet
 - PANASONIC / LINK / AMP / SCHNEIDER / BTICINO / HACO / SIEMENS หรือเทียบเท่า
- 2.30. Patch Panel
 - AMP / CLIPSAL / KRONE / POUYET / LINK หรือเทียบเท่า
- 2.31. Network IP CCTV System
 - AXIS / BOSCH / HONEYWELL / HIKVISION หรือเทียบเท่า
- 2.32. Server, Workstation, Computer
 - DELL / ACER / ASUS หรือเทียบเท่า
- 2.33. Network Equipment
 - CISCO / HP / Zyxel / Hauwei หรือเทียบเท่า
- 2.34. Surge Protective Device
 - ABB / DEHN / EATON / GE / LEGRAND / PHOENIX CONTACT / SCHNEIDER / CITEL หรือเทียบเท่า