



ศูนย์ออกแบบและให้คำปรึกษางานสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง
“แบบระบบวิศวกรรมไฟฟ้า”

โครงการปรับปรุงอาคารธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จัดทำโดย

ศูนย์ออกแบบและให้คำปรึกษางานสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

หมายเหตุ : ในกรณีที่รายการประกอบแบบขัดแย้งกับรูปแบบในพิมพ์เขียว
ให้ยึดถือข้อความในพิมพ์เขียวเป็นหลักเท่านั้น

สารบัญ

1	ความต้องการทั่วไป	1
2	แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า (MDB)	4
3	แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)	15
4	อุปกรณ์ป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า	16
5	สายไฟฟ้าแรงต่ำ	18
6	อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	22
7	ระบบการต่อลงดิน	24
8	โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	25
9	โคมแสงสว่างฉุกเฉิน	26
10	สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า	27
11	ระบบโทรศัพท์	28
12	ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	29
13	ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด	32
14	ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	36
15	ระบบควบคุมการเข้า-ออก	38
16	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	39
17	การป้องกันไฟและควันลาม	42
18	ผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสาร	44

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ มาทำการติดตั้งตามแบบและรายการนี้ให้ครบถ้วน พร้อมทั้งทดลองจนเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้

2) ระบบไฟฟ้า ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- ก. ระบบไฟฟ้ากำลัง
- ข. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3) ระบบสื่อสาร ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- ก. ระบบโทรศัพท์
- ข. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ค. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด
- ง. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- จ. ระบบควบคุมการเข้า-ออก อัตโนมัติ

4) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณสื่อสารทั่ว ๆ ไปโดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบรายละเอียดนี้

5) ในกรณีที่จำเป็นจะต้องเพิ่มอุปกรณ์เพิ่มเติม (ซึ่งไม่ปรากฏอยู่ในแบบ) เพื่อให้ระบบทำงานได้ครบถ้วนปลอดภัยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการดังกล่าวโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

1.2 แบบรายละเอียดติดตั้ง (Shop Drawing)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบที่แสดงรายละเอียดการติดตั้งวัสดุ และ/หรืออุปกรณ์นั้น ๆ เสนอต่อวิศวกรเพื่อขอรับความเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง การดำเนินการติดตั้งใด ๆ โดยที่ไม่มีแบบที่อนุมัติให้ใช้งานได้ หากปรากฏว่าการติดตั้งนั้นไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมหรือบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการแก้ไข เปลี่ยนแปลง สิ่งที่ติดตั้งไปนั้นให้ถูกต้องเหมาะสม โดยที่จะคิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติมไม่ได้ แบบที่จะเสนอเพื่อขออนุมัติอย่างน้อยจะต้องจัดส่ง 2 ชุด และก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง 15 วัน

1.3 แบบติดตั้งจริง (As Built Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบติดตั้งจริงให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานงวดสุดท้ายโดยแบบติดตั้งจริงที่ส่งมอบดังกล่าวจะต้องเป็นแบบที่ถ่ายจากแบบต้นฉบับของผู้รับจ้างลงในกระดาษไข จำนวน 1 ชุด พร้อมแบบที่ถ่ายเป็นกระดาษพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด พร้อมสำเนาไฟล์ Autocad ลงใน USB Flash Drive 1 ชุด

1.4 ป้ายชื่อ

ผู้ทุกผู้ต้องมีป้ายเพื่อแสดงชื่อของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ หลอดไฟสัญญาณ สวิตช์ต่าง ๆ เครื่องวัดและอื่น ๆ ต้องมีป้ายชื่อให้ครบป้ายชื่อให้ทำด้วยพลาสติกหรือแผ่นโลหะแกะสลัก ซึ่งเห็นตัวอักษรชัด ยึดติดกับตู้อย่างถาวร

1.5 การทดสอบเครื่องและระบบ

1) ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน

2) อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

3) ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการและ/หรือวิศวกรอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

4) รายงานข้อมูลในการทดสอบ (Test Report) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังจากทดสอบผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริง ส่งให้ผู้ควบคุมงาน จำนวน 4 ชุด

5) ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างทำการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.6 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

1.7 การส่งมอบ

1) ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2) ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

3) รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

ก. แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด และ Flash Drive ที่บรรจุแบบสร้างจริง จำนวน 1 ชุด

ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด

ค. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด

ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้

ฉ. อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

ช. หนังสือคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งระบบ จำนวน 4 ชุด

4) การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษร อย่างน้อยประกอบด้วย เจ้าของโครงการ หรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

1.8 การรับประกัน

- 1) หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 2) หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่า ผู้รับจ้างจัดนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง หรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้ถูกต้องโดยทันที
- 3) ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างรับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า
- 4) ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

หมายเหตุ : ให้ปฏิบัติตาม “คู่มือการปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดพัสดุและวิธีการจัดซื้อจัดจ้างที่รัฐต้องการส่งเสริมหรือสนับสนุน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2563” แนบท้ายหนังสือคณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ ด่วนที่สุดที่ กค (กวจ) 0405.2/ว.78 ลงวันที่ 31 มกราคม 2565 ดังนี้

1. ผู้รับจ้าง/ผู้ได้รับการคัดเลือกให้เป็นคู่สัญญาจ้างก่อสร้างกับมหาวิทยาลัย จะต้องใช้พัสดุประเภทวัสดุหรือครุภัณฑ์ที่จะใช้ในงานก่อสร้างเป็นพัสดุที่ผลิตภายในประเทศ โดยจะต้องใช้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของมูลค่าพัสดุที่จะใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมดตามสัญญา
2. ผู้รับจ้าง/ผู้ได้รับการคัดเลือกให้เป็นคู่สัญญาจ้างก่อสร้างกับมหาวิทยาลัย จะต้องใช้เหล็กที่ผลิตภายในประเทศ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณเหล็กที่ต้องใช้ทั้งหมดตามสัญญา
3. ผู้รับจ้าง/ผู้ได้รับการคัดเลือกให้เป็นคู่สัญญาจ้างก่อสร้างกับมหาวิทยาลัย จะต้องจัดทำแผนการใช้พัสดุที่ผลิตภายในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของมูลค่าพัสดุที่จะใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมดตามสัญญา (ภาคผนวก 2) โดยต้องจัดส่งให้ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันที่ได้ลงนามในสัญญา

ผู้รับจ้าง/ผู้ได้รับการคัดเลือกให้เป็นคู่สัญญาจ้างก่อสร้างกับมหาวิทยาลัย จะต้องจัดทำแผนการใช้เหล็กที่ผลิตภายในประเทศไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณเหล็กที่ต้องใช้ทั้งหมดตามสัญญา (ภาคผนวก 3) โดยต้องจัดส่งให้ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันที่ได้ลงนามในสัญญา

2 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า (MDB)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดในบทนี้ใช้เพื่อเป็นข้อกำหนดในการจัดทำแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวม (Main Distribution Board)

1.2 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมเป็นชนิดที่ประกอบในประเทศ โดยผลิตหรือประกอบตามมาตรฐาน มอก.1436-2540

1.3 โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001:2000 และต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61439

1.4 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสำหรับ Feeder Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงจ่ายไฟฟ้ารวมและแผงจ่ายไฟฟ้าย่อย จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน

1.5 การแสดงพิกัดต่าง ๆ ของแผงสวิตช์ฯ จะต้องเป็นค่าที่อ้างอิงที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

1.6 แผงสวิตช์ฯ จะต้องมีความสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| 1.6.1 System Wiring | : | 3 phase, 4 wire, Solid Grounded |
| 1.6.2 Rated Voltage | : | 416/240 V |
| 1.6.3 Rated Frequency | : | 50 Hz |
| 1.6.4 Degree of Protection | : | IP31 สำหรับใช้งานในอาคาร และ IP43
สำหรับใช้งานนอกอาคาร |
| 1.6.5 Rated Current | : | ตามที่กำหนดในแบบ |
| 1.6.6 Rated Short Circuit Current | : | ไม่น้อยกว่า 50 KA 1Sec |

1.7 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบการทำตู้ (Shop drawing) และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ให้ตัวแทนหรือวิศวกรของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการสั่งซื้อหรือจัดทำ

1.8 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยกุญแจเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน ไขควงทุกขนาด Torque Wrench พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวทุกขนาด พร้อมกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด

2. ลักษณะและการจัดทำแผงสวิตช์

2.1 แผงสวิตช์ชนิดตั้งพื้น

2.1.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องเป็นแบบ Self-Supporting ชนิดตั้งพื้น รูปแบบ 2A (2ก) ตาม มอก.1436-2540 หรือตาม IEC 60439-1

2.1.2 ภายในแผงสวิตช์ฯ จะต้องถูกจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วน Switchgear Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้า
- ส่วน Busbars Compartment เป็นส่วนที่ติดตั้ง Busbar และวางสายไฟฟ้าเพื่อเข้า-ออกแผงสวิตช์และต้องแยกจากส่วนอื่นโดยแผ่นกั้นที่เหมาะสม
- ส่วน Instrument Compartment ต้องจัดให้อยู่ด้านหน้าส่วนบนและสูงไม่น้อยกว่า 300 มม. เพื่อเป็นส่วนติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน, เครื่องวัด, หลอดไฟสัญญาณ และส่วนเชื่อมต่อสายไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับระบบสัญญาณและควบคุม

2.1.3 แผงสวิตช์ ต้องมีโครงตู้และฝาหน้า ทำด้วยแผ่นเหล็กพับขึ้นรูปหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักเกลียว ฝาข้าง ฝาหลัง และแผงกั้นระหว่าง Compartment ด้านทำด้วยแผ่น

เหล็กกัลวาไนท์ (Electro Galvanized) หนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์ แต่ละด้านต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนด ดังนี้

- บานประตูด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดได้ และใช้บานพับแบบซ่อน เปิด/ปิดโดยใช้กุญแจไข สามารถถอดบานประตูออกได้ง่าย และบานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาตู้ทุกบานต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้สายทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงตู้
- ฝาปิดด้านข้างของตู้รีมนอก และบานหลัง ทำเป็นแผ่นเหล็กพับขอบยึดกับโครงของตู้ด้วยนอตหรือ สกรูหรือแบบอื่น ๆ ที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่าย
- ระหว่างด้านหลังของส่วน Switchgear Compartment กับ ส่วน Busbars Compartment, ระหว่าง Switchgear Compartment ช่องบนกับ Switchgear Compartment ช่องล่าง และระหว่างตู้ที่วางชิดกัน ต้องมีแผ่นเหล็กกันซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม.

2.2 แผงสวิตช์ชนิดติดตั้ง

2.2.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องเป็นแบบยึดติดตั้ง รูปแบบ 1 ตาม มอก.1436-2540 หรือตาม IEC 60439-1

2.2.2 ภายในแผงสวิตช์ฯ จะต้องถูกจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 2 ส่วน ดังนี้

- ส่วน Switchgear และ Busbar Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าและBusbarsส่วนที่เป็นBusbars ต้องมีแผ่นฉนวนกันหรือปิดบังเพื่อป้องกันอันตราย
- ส่วน Instrument Compartment ต้องจัดให้อยู่ส่วนบนและสูงไม่น้อยกว่า 200 มม. เพื่อเป็นส่วน ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน, เครื่องวัด, หลอดไฟสัญญาณ และส่วนเชื่อมต่อสายไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับระบบสัญญาณและควบคุม

2.2.3 แผงสวิตช์ ต้องมีโครงตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กพับขึ้นรูปหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักเกลียว ฝาด้านหน้าทำด้วยแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์ แต่ละด้านต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- บานประตูด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดได้ และใช้บานพับแบบซ่อน เปิด/ปิดโดยใช้กุญแจไข สามารถถอดบานประตูออกได้ง่าย และบานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาตู้ทุกบานต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้สายทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงตู้

2.3 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสี

2.3.1 ก่อนทำการพ่นสีรองพื้นต้องทำการขัดผิวโลหะให้เรียบร้อยปราศจากสนิม และทำการล้างไขมัน และน้ำมันออกจากผิวโลหะจนสะอาด

2.3.2 ต้องพ่นสีรองพื้นให้ทั่วทุกด้านโดยใช้สีชนิด Zine Phosphat หรือ Etching Primer

2.3.3 การพ่นสีชั้นนอก ให้ใช้สีชนิด Polyester Epoxy Powder พ่นด้วยกรรมวิธี Electrostatic และอบด้วยความร้อน

2.3.4 ให้ใช้สีเทา หรือสีอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ต้องส่งสีตัวอย่างขออนุมัติก่อนการจัดทำ

3. บัสบาร์

3.1 บัสบาร์ ต้องทำด้วยทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% สำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ หุ้มหรือเคลือบด้วยสารที่เป็นฉนวน (Synthetic Material) โดยพิถีพิถันการนำกระแสของบัสบาร์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC60439-1

3.2 ที่รองรับและยึด巴士บาร์กับตู้ต้องทำจากฉนวน Epoxy Resin Bracket หรือ Fiber Glass Reinforce Polyester Bracket แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut โดยต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณ เพื่อแสดงความสามารถการทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร โดยไม่เกิดความเสียหายใด ๆ

3.3 สลักเกลียว แบนเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts and Washers) ให้ใช้ชนิด High-Tensile Electro-Galvanized สลักเกลียวและแบนเกลียวต้องกดขันด้วย Torque Wrench

3.4巴士บาร์ เเมนที่วางตามแนวนอนต้องมีความยาวตลอดเท่าความยาวของตู้

3.5巴士บาร์สำหรับสายดิน ต้องต่อกับทุกตู้ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคง

4. Main Circuit Breaker

4.1 Circuit Breaker เป็นชนิดดับอาร์กด้วยอากาศ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC/EN 60947-2 และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA (380 V) หรือตามที่กำหนดในแบบ

4.2 การติดตั้งเป็นแบบ Fixed, Plug-in หรือ Draw-out ตามที่กำหนดในแบบ

4.3 Drives เป็นชนิด Mechanically Operated สับเข้าด้วยมอเตอร์ หรือโซลินอยด์ซึ่งบังคับได้โดยการกดปุ่มตามที่กำหนดในแบบ

4.4 Main Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่ 1000 – 4000 แอมป์ ต้องเป็นชนิด Electronic Trip ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้

4.4.1 มีจอ LCD แสดงค่ากระแสไฟฟ้า หรือค่าต่าง ๆ ที่ทำการปรับตั้ง

4.4.2 สามารถทำการปรับตั้งค่า Ground Fault Protection

4.4.3 สามารถทำการปรับตั้งค่า Overcurrent Protection

4.4.4 สามารถปรับตั้งค่า Instantaneous Trip

4.4.5 สามารถปรับตั้งค่า Long Time Delay และ Short Time Delay

4.5 Main Circuit Breaker ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) อย่างน้อยดังนี้

4.5.1 Shunt Trip

4.5.2 Auxiliary Contacts สำหรับการทำให้ Interlock, Signalling, Control

4.5.3 ต้องมี Key Interlock ถ้ามีกำหนดในแบบ

4.5.4 มีก้านโยกสามารถดันสปริงด้วยมือ

5. Molded-case Circuit Breaker (MCCB)

ข้อกำหนดทั่วไป (General)

- Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947 -1 และ IEC 60947 -2
- ขนาดกระแสใช้งาน (Rated current, I_n) และขนาดกระแสลัดวงจร (Ultimate Breaking capacity, I_{cu}) ให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ
- ต้องมี rated operation voltage 690V AC (50/60Hz)
- ต้องมี rated insulation voltage 800V AC (50/60Hz)
- กำหนดให้ MCCB ทุกขนาดกระแสตั้งแต่ 100 – 630 AF จะต้องมียุทธการ Service breaking capacity (I_{cs}) เท่ากับ 100% ของค่า Ultimate breaking capacity (I_{cu}) ($I_{cs} = 100\% I_{cu}$)
- ต้องสามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ fixed และ draw out และมีทั้งแบบ 3P และ 4P

- ต้องสามารถติดตั้งได้ทั้งแบบแนวนอน (horizontal mounting) และแบบแนวตั้ง (vertical mounting) โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของ circuit breaker
- ต้องสามารถจ่ายไฟได้ทั้งจาก upstream และ downstream
- ต้องมีการหุ้มฉนวนระดับ 2 ตามมาตรฐาน IEC 664 ระหว่างวงจรด้านหน้าและด้านหลัง
- ขั้นตอนการผลิต circuit breaker จะต้องไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและจะต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9002 และ ISO 14001
- MCCB จะต้องได้รับการออกแบบตามหลัก Eco-design ซึ่งสอดคล้องกับ ISO 14062 โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัสดุของ MCCB จะต้องเป็นชนิดที่ปลอดสาร halogen
- MCCB จะต้องได้รับการออกแบบให้สามารถแยกชิ้นส่วนและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่ายเมื่อหมดอายุการใช้งานแล้ว และจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับทางด้านสิ่งแวดล้อมของ RoHS
- MCCB ที่ใช้ในโครงการจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน และจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับ ACB

โครงสร้างและส่วนประกอบ (Construction)

- MCCB ขนาดกระแสตั้งแต่ 100-630 A จะต้องมีส่วนสัมผัสแบบ double rotary หรือ double break mechanic เพื่อให้สามารถจำกัดกระแสลัดวงจรได้รวดเร็ว และลดระยะเวลาการทริป (Current limiting)
- MCCB ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) สามารถป้องกันการเข้าถึงส่วนที่มีกระแสไฟฟ้า (live part) เมื่อมีการถอดฝาออกแล้ว
- หน้าสัมผัสของ MCCB จะต้องได้รับการหุ้มด้วยฉนวนและติดตั้งภายในส่วนปิดซึ่งทำด้วยวัสดุ thermoset โดยแยกออกจากส่วนอื่น เช่น ส่วนกลไกการทำงานทางกล, เคส, trip unit และอุปกรณ์เสริม
- pole ทั้งหมด จะต้องทำงานพร้อม ๆ กันในการเปิด, ปิดและทริปของ circuit breaker
- MCCB จะต้องแสดงสถานะการทำงานอย่างชัดเจนโดย toggle หรือ handle ตามตำแหน่งต่าง ๆ คือ : ON, OFF และ TRIP
- กลไกการทำงานทางกล (toggle หรือ handle) จะต้องได้รับการออกแบบให้ต้องอยู่ในตำแหน่ง OFF (O) เท่านั้น ในกรณีที่หน้า contact ถูกแยกออกจริง ซึ่งในตำแหน่ง OFF toggle หรือ handle จะต้องมีการบ่งชี้ว่าเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่งที่ถูก isolate
- MCCB จะต้องสามารถรองรับอุปกรณ์สำหรับการล็อกให้อยู่ในตำแหน่ง “isolated” ได้ด้วยกุญแจ 3 ตัว
- MCCB จะต้องมีส่วนกดสำหรับทริป (push to trip) เพื่อให้สามารถทดสอบการทำงานและการเปิดของ pole ได้ โดยต้องติดตั้งอยู่ที่ด้านหน้าของตัว breaker เพื่อให้สามารถเห็นและเข้าถึงได้โดยผ่านทาง front panel หรือจากทางประตูของตู้สวิตช์บอร์ด
- MCCB จะต้องถูกออกแบบให้มีอุปกรณ์ที่ช่วยให้การทริปของ circuit breaker ในกรณีที่กระแสลัดวงจรมีค่าสูงมากกว่า $25I_n$ เกิดเร็วขึ้น คือการตัดวงจรจะเกิดขึ้นภายใน 10 ms ทั้งนี้ อุปกรณ์ตัวนี้จะต้องทำงานเป็นจาก trip unit ทั้งแบบ Thermal-magnetic และ Electronic

- สำหรับช่วงกระแสฟัดที่สูงกว่า 250 A MCCB จะต้องมี metallic filter เพื่อช่วยลดผลกระทบที่อาจรู้สึกได้จากภายนอก ในระหว่างที่เกิดความผิดปกติ

ทริปยูนิต (Trip unit)

- ทริปยูนิตของ MCCB อนุญาตให้ใช้แบบ Thermal-magnetic หรือแบบ Electronic ร่วมด้วยได้ โดยทั้งสองแบบต้องสามารถปรับตั้งค่าได้ (adjustable) และสามารถล็อกการเข้าถึงการตั้งค่าได้ เพื่อป้องกันการปรับตั้งค่าโดยไม่ได้รับอนุญาต
- ทริปยูนิตจะต้องสามารถเปลี่ยนและติดตั้งเข้ากับตัว breaker ได้ง่ายโดยไม่ต้องถอด breaker ออกจากแผงสวิตช์

Outgoing MCCB - Protection Type

Option 1 : ทริปยูนิต (Trip unit) แบบ Thermal-magnetic

- ต้องสามารถปรับตั้งค่า Thermal setting ได้ตั้งแต่ 0.7-1.0 เท่าของกระแส rating (In)
- Magnetic setting เป็นแบบ fixed สำหรับกระแส rating สูงสุด 250 A และให้ปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 5-10 เท่าของกระแส rating (In) สำหรับกระแส rating ที่มากกว่า 250A

Option 2 : ทริปยูนิต (Trip unit) แบบ Electronic

- สามารถปรับตั้งค่า Long time protection (LT)
- สามารถปรับตั้งค่า Short time protection (ST)
- Ground Fault Protection
- ทริปยูนิตแบบ Electronic จะต้องมีการ thermal memory
- ต้องสามารถทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้ผ่านทริปยูนิตได้
- สำหรับทริปยูนิตแบบ Electronic ที่มีฟังก์ชันการวัด
- กำหนดให้ต้องสามารถวัดค่ากระแสได้
- กำหนดให้ต้องสามารถวัดค่าแรงดัน , Power, Energy, Total harmonic distortion, Frequency และ Power Factor ได้ (optional)
- ความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (รวมเซ็นเซอร์) จะต้องเป็นดังนี้
 - กระแส: Class 2 หรือดีกว่า ตามมาตรฐาน IEC61557-12
 - แรงดัน: Class 2 หรือดีกว่า
 - Power และ Energy: Class 2 หรือดีกว่า ตามมาตรฐาน IEC61557-12
- ผลการวัดจะต้องแสดงบนหน้าจอตัว breaker หรือ แสดงบนหน้าจอบนตู้ (Panel display) หรือแสดงผ่านระบบสื่อสารที่ห้อง control room หรือผ่าน Internet
- สำหรับทริปยูนิตแบบ Electronic ที่มีฟังก์ชันการสื่อสาร จะทำการต่อเข้าระบบสื่อสารแบบ Modbus
- เบรกเกอร์ ที่ติดตั้งกับ ก้านโยกแบบหมุน (Rotary Handles) สามารถล็อกใน ตำแหน่ง OFF และสามารถไขกุญแจล็อกได้เพื่อความปลอดภัย

- สถานะ เบรกเกอร์ ON/OFF/Trip สามารถเชื่อมต่อกับระบบด้วยสายเคเบิล หรือ ระบบการสื่อสารแบบไร้สาย
- ต้องสามารถมองเห็นอุปกรณ์เสริม จากหน้าเบรกเกอร์ โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- ทริปยูนิทแบบอิเล็กทรอนิกส์และแบบเทอร์มอล แมคเนติก ต้องสามารถล็อกได้เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้อื่นที่ไม่ได้รับอนุญาต มาปรับตั้งค่าการใช้งานได้
- ทริปยูนิท แสดงสถานะ ON/OFF position (O/F) / trip indication (SD) / fault-trip indication (SDE) ผ่านระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)

ทริปยูนิทแบบ Electronic : ฟังก์ชันการป้องกัน , Protection Type LI

- Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 ของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
- Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่าของ Rated Current (In)

ทริปยูนิทแบบ Electronic : ฟังก์ชันการป้องกัน , Protection Type LSI

- Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 ของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
- Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่าของ Rated Current (In) และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
- Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้

ทริปยูนิทแบบ Electronic : ฟังก์ชันการป้องกัน , Protection Type LSIG (Ground Fault)

- Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 ของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
- Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่าของ Rated Current (In) และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
- Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้
- Ground Fault Protection ต้องสามารถป้องกัน ground fault ได้ตั้งแต่ 16A

ทริปยูนิทแบบ Electronic : ฟังก์ชันการป้องกัน , Protection Type LSIR (Earth Leakage)

- Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 ของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
- Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่าของ Rated Current (In) และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
- Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้
- Earth Leakage Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาได้

Outgoing MCCBs – Control

Option 1 : Local rotary Handle

เบรกเกอร์สามารถแสดงสถานะ ON/OFF position (OF) / trip indication (SD) / fault-trip indication (SDE) ผ่านระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)

- เบรกเกอร์ต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบสื่อสารผ่าน LAN หรือ Modbus protocol, TCP/IP ได้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะของเบรกเกอร์ (ON/OFF/TRIP) ตรวจสอบค่าการวัด (metering เช่น ค่ากระแส, แรงดัน, พลังงาน) และต้องสามารถสั่งควบคุมเบรกเกอร์ (เปิด/ปิด) จากห้อง control room ได้
- เบรกเกอร์ต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบ Internet ได้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะของเบรกเกอร์ (ON/OFF/TRIP) ตรวจสอบค่าการวัด (metering เช่น ค่ากระแส, แรงดัน, พลังงาน) และสามารถสั่งควบคุมเบรกเกอร์ (เปิด/ปิด) จากระยะไกลได้

Option 2 : Remote control (Motor mechanism)

- MCCB จะต้องสามารถติดอุปกรณ์ประเภทกลไกมอเตอร์ (motor mechanism) เพิ่มเติมเข้าไปได้ เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า โดยมีสวิตช์แสดงโหมดการทำงานแบบ manual/auto อยู่ทางด้านหน้า และเมื่อปรับสวิตช์เป็นแบบ manual กลไกมอเตอร์จะต้องถูกถือการควบคุมด้วยไฟฟ้าการปิดวงจรจะต้องทำได้ภายในเวลา 80 ms
- การติดตั้งกลไกมอเตอร์ (motor mechanism) หรือ rotary handle เพิ่มเข้าไปจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติการทำงานของ circuit breaker
 - มีกลไกการ trip เพียง 3 สถานะเท่านั้นที่เป็นไปได้เมื่อติดตั้งกลไกมอเตอร์ (motor mechanism) คือ ON, OFF และ TRIP
 - การ isolate จะต้องมียับยั้ง positive contact (ON และ OFF) อยู่ทางด้านหน้าของตัวกลไกมอเตอร์ และต้องไม่ไปปิดกั้นหรือขวางกั้นการตั้งค่าของอุปกรณ์เสริมอย่างอื่น ๆ

Outgoing MCCB - Embedded Metering

กำหนดให้ต้องสามารถวัดค่ากระแสได้, แรงดัน, Power, Energy, Total harmonic distortion, Frequency และ Power Factor ได้ ความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (รวมเซ็นเซอร์) จะต้องเป็นดังนี้ • กระแส และ แรงดัน: Class 2 หรือดีกว่า ตามมาตรฐาน IEC61557-12 • Power และ Energy: Class 2 หรือดีกว่า ตามมาตรฐาน IEC61557-12

Outgoing MCCB – Connectivity

Option 1 : Device display

เบรกเกอร์ต้องมีหน้าจอแสดงผลเพื่ออ่านค่า เช่น ค่ากระแส, แรงดัน, พลังงาน เป็นต้น

Option 2 : Wireless breaker status

เบรกเกอร์สามารถแสดงสถานะ ON/OFF position (OF) / trip indication (SD) / fault-trip indication (SDE) ผ่านระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)

[For Wireless breaker status only] Communication via Modbus RS485

เบรกเกอร์สามารถรองรับการสื่อสารผ่าน MODBUS RS485 เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อเป็นระบบเครือข่ายได้

[For Wireless breaker status only] Remote Access via Modbus TCP/IP

- เบรกเกอร์ต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบสื่อสารผ่าน LAN หรือ Modbus protocol , TCP/IP ได้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะของเบรกเกอร์ (ON/OFF/TRIP) ตรวจสอบค่าการวัด (metering เช่น ค่ากระแส, แรงดัน, พลังงาน) และต้องสามารถสั่งควบคุมเบรกเกอร์ (เปิด/ปิด) จากห้อง control room ได้
- เบรกเกอร์ต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบ Internet ได้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะของเบรกเกอร์ (ON/OFF/TRIP) ตรวจสอบค่าการวัด (metering เช่น ค่ากระแส, แรงดัน, พลังงาน) และสามารถสั่งควบคุมเบรกเกอร์ (เปิด/ปิด) จากระยะไกลได้

6. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม

6.1 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น Control Wiring, Mimic Bus, Name Plate และอื่น ๆ ตามข้อกำหนดในบท "เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า"

7. การติดตั้ง

7.1 ให้ติดตั้งตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบ หากเปลี่ยนแปลงจากแบบจะต้องได้รับความเห็นจากวิศวกรผู้ออกแบบเท่านั้น

7.2 ให้ยึดแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมติดกับฐานคอนกรีตด้วย Expansion Bolts

7.3 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องวางบนฐานคอนกรีต หนาอย่างน้อย 10 ซม. และฐานต้องยาวเกินกว่าแผงสวิตช์ประมาณข้างละ 10 ซม.

7.4 การเคลื่อนย้ายหรือการเก็บแผงสวิตช์จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อแผงสวิตช์

8. การทดสอบ

8.1 จะต้องได้รับการตรวจสอบ และทดสอบการทำงานโดยวิศวกรที่เป็นตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะนำเข้าติดตั้งในสถานที่ใช้งานอย่างน้อย ดังนี้

8.1.1 การตรวจ ทดสอบค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้า

8.1.2 การตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า

8.1.3 การตรวจ ทดสอบวงจรควบคุม และอุปกรณ์เครื่องวัด

9. แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย DB (Distribution Board)

1) ความต้องการทั่วไป

1.1) แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย ใช้เพื่อรับไฟฟ้าจากสายป้อนหรือสายประธานเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังวงจรย่อยต่าง ๆ ทั้งแบบที่ใช้กับที่พักอาศัยและแบบที่ใช้งานทั่วไป

1.2) แผงจ่ายไฟฟ้าย่อยเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จในประเทศหรือประกอบสำเร็จจากต่างประเทศ โดยผลิตหรือประกอบตามมาตรฐาน มอก.1436-2540 และ IEC 60439 เป็นชนิด Dead – front มีฝาเปิดจากด้านหน้า

1.3) การแสดงพิกัดต่าง ๆ ของแผงสวิตช์ จะต้องเป็นค่าที่อ้างอิงที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

1.4) แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย ต้องเป็นชนิดฝังหรือติดตั้งตามที่กำหนด และเป็นแบบมีฝาปิด - เปิดได้ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม พ่นสีแล้วอบ ตามมาตรฐานเดียวกับแผงเมนจ่ายไฟฟ้า

1.5) แผงสวิตช์ จะต้องมีความสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้

1.5.1) System Wiring : 3 phase, 4 wire, or 1 Phase 2 wire Solid Grounded

1.5.2) Rated Voltage : 416/240 V

1.5.3) Rated Frequency : 50 Hz

1.5.4) Degree of Protection : IP31 สำหรับใช้งานในอาคาร

1.5.5) Rated Current : ตามที่กำหนดในแบบ

10. เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า

1) Instruments และ Metering

1.1) Current Transformer (CT) : เป็นชนิด Encapsulated หรือ Molded Case ซึ่งมี Primary Rating ตามที่กำหนดในแบบและ Secondary Rated Current : 5A, Accuracy Class : 1.0 หรือ ดีกว่า, Tropical Proof, ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 V.

1.2) Control Fuse : ฟิวส์สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่าง ๆ ให้ใช้ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC, DIN หรือ VDE ติดตั้งบนราง DIN ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA ที่ 380 V.

1.3) Indicating Lamp: ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC, DIN มีเลนส์สีด้านหน้า Rated Voltage 220 V ใช้หลอด LED

1.4) Multifunction Digital Meter (DM): ต้องเป็นแบบติดตั้งที่หน้าตู้แผงจ่ายไฟฟ้า ผลิตตามมาตรฐาน IEC61000, IEC62053-21 Class1 โดยมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- Power Supply : 230 VAC 50Hz
- Consumption : 5 VA or Less
- Operating Temp : -20°C to 50°C
- Accuracy : Voltage & Current 0.25%
Power & Reactive Power 0.50%

มีจอแสดงผล LCD Display เพื่อแสดงค่าการวัดต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- Current : I-1, I-2, I-3, I-N
- Voltage : VL-L, VL-N
- Power : Kw, Kvar, KVA per phase & Total

- Power Factor : per phase & average 3 Ph
- Frequency : Incoming (Hz)
- Energy : Kwh, Kvarh

ต้องมี Analysis Function ในการวิเคราะห์และแสดงค่าสถานะของระบบไฟฟ้าต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- Total Harmonic Distortion (THD) ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
- Individual Harmonic Order 2nd to 31st ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
- Peak Demand with time stamp
- Max and Min Instantaneous Voltage & Current

1.5) Lightning Protector (LA) เป็นแบบติดตั้งภายในตู้เมนไฟฟ้าโดยใช้รางแบบ DIN เป็นแบบชุดเดียวสำหรับ 3 เฟส หรือเป็นแบบแยกชุดสำหรับแต่ละเฟสก็ได้ ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- Standard IEC61643-1, IEC6143-11
- Nominal Voltage 230/400V 50Hz
- Maximum Discharge Surge ≥ 50 kA per phase Current (10/350 us)
- Protection level ≤ 1.5 kV

1.6) Switching Surge Low Voltage Protector (SA) เป็นแบบติดตั้งภายในตู้ไฟฟ้าโดยใช้ราง DIN เป็นแบบชุดเดียว สำหรับ 3 เฟส หรือเป็นแบบแยกชุดสำหรับแต่ละเฟสก็ได้ ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

- Standard IEC61643-1, IEC6143-11
- Nominal Voltage 230/400V 50Hz
- Maximum Discharge Surge ≥ 35 kA per phase Current (8/20 us)
- Protection level ≤ 1.35 kV

2) Control Wiring

2.1) สายคอนโทรลที่ใช้เดินภายในตู้ให้ใช้สายทองตีเกลียวชนิดอ่อน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศา ขนาดหน้าตัดของสายไฟฟ้าต้องไม่เล็กกว่าดังนี้

- Current Circuit ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร
- Voltage Circuit ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- Control Circuit ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

2.2) สายคอนโทรลที่ใช้เดินระหว่างตู้ที่ไม่ได้อยู่ติดกันให้ใช้สายชนิด Multi-Core Cable (CCV or Equal)

2.3) ต้นสายและปลายสายของสายคอนโทรลทุกเส้นต้องมีปลอกสวม และกำหนดหมายเลขเพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง การยึดติดกับ Terminal Rail ต้องใช้หัวต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบ

2.4) การเข้าสายให้ต่อผ่านหัวต่อสายชนิด 2 ด้าน (Terminal Rail) มีชื่อและหมายเลขแสดงอย่างชัดเจน

2.5) ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Schematic Wiring Diagram ซึ่งแสดงหมายเลขของสาย, หมายเลขของ Terminal Rail และการต่อวงจรของอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอเป็น Shop Drawing เพื่อขออนุมัติ

3) Terminal Rail

3.1) ขั้วต่อสายต้องมีพิกัดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V. Rated Current ไม่น้อยกว่า 10 A สำหรับวงจรควบคุมทั่วไป หรือต้องไม่น้อยกว่า 125% ของพิกัดกระแสสำหรับวงจรใช้งานอื่น ๆ เป็นชนิด Molded-Block มีแผ่นฉนวนกันระหว่างแต่ละขั้ว, มีช่องสำหรับใส่ป้ายเพื่อแสดงหมายเลขของขั้วต่อสาย

4) Symbols และ Mimic Diagram

4.1) บนผา์ด้านหน้าตู้ต้องมีการจัดทำ Mimic Bus ทำด้วยพลาสติกสีดำ (สำหรับวงจรไฟฟ้าปกติ) และสีแดง (สำหรับ วงจรฟ้าฉุกเฉิน) มีขนาดความกว้างประมาณ 10 มม.หนาประมาณ 3 มม. เพื่อแสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ และการต่อวงจรในลักษณะ Single line

5) Name Plate และป้ายเตือนต่าง ๆ

5.1) ทำด้วยพลาสติกสีขาวหรือสีดำ ตัวหนังสือแกะสลักบนแผ่นพลาสติก แล้วทาสีที่ตัวหนังสือเป็นสีดำหรือขาว เพื่อให้แตกต่างจากแผ่นพลาสติก ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 20 มม.

5.2) Mimic Diagram ให้ติดตั้งที่แผงจ่ายไฟฟ้าแรงสูง, MDP และ EDP เท่านั้น

5.3) Name Plate ให้ติดตั้งสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ ชื่อหมายเลขแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง, หม้อแปลงไฟฟ้า, แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวม (MDB), แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน (EDB), แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย (LC), และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

5.4) ต้องจัดทำป้ายเตือนต่าง ๆ เช่น “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ตามมาตรฐาน วสท. การไฟฟ้านครหลวง หรือตามที่การ ไฟฟ้าภูมิภาคกำหนด

3 แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard)

1. แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่าง ๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว กำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
2. ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
 - ก. Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 230 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ Panelboard Schedule
 - ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูเปิด-ปิด ด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
 - ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-on หรือ Bolt-on Circuit Breaker
 - ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip และ Amp Frame ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ 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 ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือ Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ช. ผังวงจร ตัวย่อยทุกตัว ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
3. การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสมโดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

CIRCUIT BREAKER BOX (Enclosed Circuit Breaker)

1. ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
2. Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flush Mounting สำหรับในอาคารและ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

4 อุปกรณ์ป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า Surge Protective Device (SPD)

1. ความต้องการทั่วไป

อุปกรณ์ฯ (SPD's) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดและไม่ผลิตเป็นการเฉพาะ เพื่อองค์กรใดสามารถจัดหาได้โดยทั่วไป มีคุณภาพและประสิทธิภาพถูกต้องตามมาตรฐาน ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น แต่ให้ได้ประโยชน์สูงสุดตามแต่เทคโนโลยีในขณะนั้น ๆ จะอำนวยได้ ไม่เกิดการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าในสภาวะปกติ และไม่มีส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่เหมาะสมในบรรยากาศร้อนชื้น เช่น สภาพอากาศในประเทศ และไม่ก่อให้เกิดโอโซนขณะทำงาน (Hermetically Sealed Sparkgap) ซึ่งทำให้การติดตั้งต้องใช้ข้อกำหนดพิเศษ และอาจลดทอนความปลอดภัย ยกเว้นความร้อนอันเกิดจากวงจรไฟฟ้าในสภาวะปกติ

เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันในระบบ Power Supply เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบและบริเวณไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ อันเนื่องมาจากฟ้าผ่าหรือแรงดันเกิน โดยลักษณะของอุปกรณ์เป็นแบบชนิด Combine Class Internal Integrated สามารถป้องกันกระแสฟ้าผ่าที่รูปคลื่น 10/350 μ s ได้ตามมาตรฐานการป้องกัน ฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง มาตรฐาน ว.ส.ท. และ มาตรฐานป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า มาตรฐาน ว.ส.ท. ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่ามาตรฐาน IEC

สามารถป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินที่กระแสฟ้าผ่า Lightning Impulse Current 60kA ในระบบ 3 เฟส 4 สาย 50Hz. โดยรวมทั้งระบบไม่ต่ำกว่า 100kA. ของระบบแรงดัน 230/400V

อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินเป็นชนิด 3 Pole หรือ 4 Pole ก็ได้ เพื่อใช้ในระบบไฟฟ้านั้น ๆ

เทคโนโลยี Isolating Spark-Gaps จะต้องสามารถทนกระแสฟ้าผ่า (Lightning Impulse Current) ไม่ต่ำกว่าพิกัดที่ 60kA. ที่รูปคลื่น 10/350 μ s

อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินจะต้องมีคุณสมบัติสกัด/ดักแรงดันที่ผ่านเข้าไปในระบบได้ไม่เกิน 2500V (Voltage Protection Level)

อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินจะต้องสามารถทนแรงดันเกินต่อเนื่องภายในระบบไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 350V. 50Hz. ของแรงดันปกติ ตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง มาตรฐาน ว.ส.ท. และ มาตรฐานป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า มาตรฐาน ว.ส.ท. ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยหรือเทียบเท่ามาตรฐาน IEC

ความเร็วในการตอบสนองในการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกิน (Response Time) จะต้องไม่มากกว่า 50 μ s

จะต้องติดตั้งพร้อมฟิวส์ที่ขนาดไม่เกิน 160A. และให้ติดชุดหลอดไฟ LED เพื่อแสดงสถานะภาพของอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินของแต่ละตัว (ปกติ/เสื่อม) (โดยจะกำหนดให้ติดชุดหลอดไฟ LED หรือไม่ติดก็ได้)

การติดตั้งหรือต่อวงจรให้ต่อในรูปแบบขนานในทางไฟฟ้า โดยให้ติดตั้ง Surge Protection ระหว่าง L1-G, L2-G, L3-G และ N-G ณ ตำแหน่งที่ Main Distribution Board (MDB)

2. ข้อกำหนด

อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อปกป้องบริเวณอิเล็กทรอนิกส์จากแม่เหล็กไฟฟ้าอัน เป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคาร รวมทั้ง Surge ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลังและ สายสัญญาณโทรศัพท์และสื่อสาร; และหรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

3. มาตรฐาน

อุปกรณ์ฯ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเทคโนโลยี Isolating Sparkgap ชนิดปกปิดที่ไม่ปลดปล่อยไอร้อนออกมา และไม่มียางอีเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบภายใน ได้รับการออกแบบ และรับรองตามมาตรฐานครอบคลุม ถึงการติดตั้งเพื่อให้ได้การปกป้องสูงสุด โดยมีข้อกำหนดตามมาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐานการป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) : E.I.T Standard 2005-50

มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) : E.I.T Standard 2003-43

International Electrotechnical Commission : IEC 61643-1 และ IEC 62305

5 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1 ความต้องการทั่วไป

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

2 ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) และถ้ามีเปลือก (SHEATHED) ต้องเป็น PVC เช่นกัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ 70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.11-2553 หรือ IEC60227 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)

ข. สายไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในท่อ (CONDUIT) หรือวางในรางวางสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 3 ตารางที่ 1 (60227 IEC 01)

ค. สายไฟฟ้าที่ใช้วางฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) หรือเดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือในสถานที่ที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดี่ยว และหลายแกน ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 101 ตารางที่ 3, 4, 5 (ชนิด NYY หรือ NYY-GRD) แล้วแต่กรณี

ง. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า หรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE มีเปลือกหุ้ม ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 101 ตารางที่ 7 (VCT) หรือตารางที่ 8 (VCT-GRD) แล้วแต่กรณี

2.2 สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) และหลายแกน (MULTI-CORE) ชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน XLPE (CROSS LINKED POLYETHYLENE) และมีเปลือกหุ้มด้วย PVC (POLYVINYL CHLORIDE) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 90 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดัน 600/1000 โวลต์ ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 สามารถใช้ติดตั้งภายในอาคารได้โดยไม่ต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานการลุกไหม้ (FLAME-RETARDANT) ตามมาตรฐาน IEC60332-3 CATEGORY C การนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้งานกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และความปลอดภัยสูง เช่น ลิฟต์ พัดลมอัดอากาศ (PRESSURIZING FAN) สำหรับบันไดหนีไฟกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์ และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS6387 ในระดับชั้น CWZ

2.4 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง เช่น หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

3 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE)

3.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุดูครอบคลุมถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Low Smoke, Zero Halogen, Fire Resistance Cable) ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียดนี้

3.2 มาตรฐาน

สายทนไฟต้องเป็นตามมาตรฐาน IEC หรือ BS หรือมาตรฐานอื่น แต่ต้องได้รับการอนุมัติ

3.3 เทคนิคการผลิต

3.3.1 สำหรับสายที่มีขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

3.3.2 ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟอื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ชนิดพิเศษ มีความหนาตาม IEC 502 ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย

3.3.3 เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefine หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตาม IEC 502

3.3.4 ลักษณะเฉพาะสำหรับสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) ที่มีขนาดตั้งแต่ 4 SQ.MM. ขึ้นไป

1) Rate Voltage 600/1000V โดยมี MAX Conductor Operating Temperature อย่างน้อย 90 องศาสำหรับ Continuous Duty และ 250 องศา สำหรับภายใต้สภาวะลัดวงจร

2) สายที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 SQ.MM. จะต้องฉนวนหุ้มเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้

- MICA (Glass Resistance Tape)
- Cross Link Insulation (XLPE) โดยมีความหนาตาม IEC 502
- เปลือกนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke และ Zero Halogen

3.3.5 ลักษณะเฉพาะสำหรับสายสัญญาณ (Signal and Data Cable)

1) สำหรับสายนำสัญญาณซึ่งไม่ใช่ Addressable data ให้มี Rated Voltage ที่ 450V/750V และให้ใช้เป็นสายแกนเดี่ยว (Single-core) ได้

2) สำหรับสายนำสัญญาณซึ่งเป็น Addressable data และ/หรือ Voice alarm ให้มี Rate Voltage ที่ 300V/500V และมีโครงสร้างพิเศษ ดังนี้

- เป็นสาย Twister pair
- ด้านในของเปลือกนอกที่หุ้มรอบฉนวนอยู่ต้องมี Aluminium screen ซึ่งแนบอยู่กับ Circuit Protection Conductor (CPU) ซึ่งทำด้วยทองแดงเคลือบดีบุก (Tinned annealed copper) ตลอดความยาวของสาย

3.3.6 ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้

3.4 คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

3.4.1 ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน IEC 331, IEC 332-1, IEC 332-3, IEC 1034, IEC 754 (Part) และ BS6387 Category CWZ

3.4.2 ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ จากสถาบันที่เชื่อถือได้ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ประกอบการขออนุมัติด้วย

3.5 การติดตั้ง

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสายหรือเดินใน Cable Tray หรือ Wireway ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค Current Ampere Rating ตลอดจน Test Report หรือรายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

4 ลักษณะและวิธีการติดตั้ง

4.1 สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดียวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (Panelboard) จนถึง Outlet หรือระหว่าง Outlet หรือ Switch Board ถึงแผงไฟ การตัดต่อสาย (Splicing) สำหรับ Branch Circuit ให้กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริง ๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน Junction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ในระหว่างที่สามารถเข้าไประงับ และ/หรือ ซ่อมบำรุงได้โดยง่ายเท่านั้น

4.2 ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression, Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้น ขั้วต่อสายที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนหุ้มทับกันประมาณ 50% 3 ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่า

ความหนาของฉนวนสายไฟฟ้านั้นเทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105 °C หนา 7 MILS. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดิน จะต้องใช้เสริมเรซินหล่อหลอมหุ้มไว้ด้วยเรซิน ต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี ห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ Twisted Wire Splice ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย

4.3 ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ

4.4 ต้องใช้สีเป็นรหัส (Colour-Coding) ในการเดินสายไฟโดยใช้สีน้ำตาล สีดำ และสีเทา สำหรับสาย Phase (HOT) ทั้งสาม และให้ใช้สีฟ้าสำหรับสาย Neutral และสีเขียวสำหรับสาย Ground

4.5 สายไฟต้องเดินในท่อร้อยสายทั้งหมด โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก

4.6 ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวรสำหรับสาย Feeder ใน Pull Box ต่าง ๆ ด้วย

4.7 สายไฟที่มีจำนวนหลายชุดใน 1 วงจรที่เดินในราง Cable Tray หรือ Ladder จะต้องเรียงตามลำดับเฟส เช่น R, S, T, N ห้ามวางเรียง Phase เดียวกันเป็นกลุ่มเดียวกัน

4.8 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน IEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

จ. การต่อสาย ให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายและฉนวน รวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้า

4.9 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์

ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซี อีกชั้นหนึ่ง

ง. การเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยัง จุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

5 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้

5.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

5.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทางแล้ว วัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี

5.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

6 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

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

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในผนังหรือพื้น หรือเข้า-ออกจากแผงไฟฟ้า แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346
- 2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งต้องเป็นแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้

- 3.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Electro-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อ หรือ อลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 3.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Electro-Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 3.3 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
- 3.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 3.5 การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

4. WIREWAY

- 4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างไม่เกิน 200 มิลลิเมตร และหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างเกิน 200 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิด ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized แล้วพ่นเคลือบด้วยสีป้องกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร การมัดสายไฟฟ้า ให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น
- 4.3 ภายใน Wire Way ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 0.50 เมตร

5. CABLE LADDER หรือ CABLE TRAY

- 5.1 Cable ladder หรือ Cable Tray ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งตัวรางและตัวคั่นของราง และฝาปิดราง และประกอบเข้ากันอย่างมั่นคง และแข็งแรงขอบเป็นขอบมนไม่มีคม
- 5.2 การป้องกันสนิมใช้วิธี Hot-Dip Galvanized
- 5.3 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NEC Article 318

7 ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านหรืออุปกรณ์ที่เป็นโลหะและอาจมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ของระบบอื่น ๆ เช่น โครงเหล็กกิลต์ ท่อน้ำ เป็นต้น ต้องต่อลงดินการต่อลงดินต้องเป็นไปตามแบบ และ / หรือ ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งของระบบการต่อลงดินต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ National Electrical Code ข้อ 250 และ / หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบสายดินที่เดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่น ๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250 - 95 ของ National Electrical Code และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนกับสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย หรือแผงควบคุมอื่น ๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250 - 94 ของ National Electrical Code
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบท่อร้อยสายไฟฟ้า หรือรางเดินสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะที่มีสภาพการเป็นตัวนำไฟฟ้าต่อเนื่องตลอดความยาวทั้งหมดให้ใช้แทนสายดินได้
- สายไฟฟ้าที่เป็นเส้นดินและเส้นศูนย์ ต้องไม่ใช่สายไฟฟ้าเส้นเดียวกัน
- สายดินให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทองแดงเปลือย หรือสายไฟฟ้าชนิดทองแดงหุ้มด้วยฉนวนโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride)
- แท่งสายดิน (Ground Rod) ให้ใช้แบบเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper Clad Steel) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ส่วนบนสุดของแท่งสายดินต้องฝังอยู่ในดินที่ระดับไม่น้อยกว่า 50 ซม. จากระดับดิน
- ยกเว้นจุดต่อเชื่อมที่อยู่ในแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย แผงควบคุมต่าง ๆ หรือภายในอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อเชื่อมจุดอื่น ๆ ทั้งหมดของระบบการต่อลงดินต้องใช้วิธี Exothermic Weld โดยโลหะผสมที่ใช้เป็นสารสำหรับต่อเชื่อมต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการต่อเชื่อมของโลหะที่จุดนั้น ๆ
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนต้องต่อลงดินที่แท่งสายดินไม่น้อยกว่าสามจุดที่ตำแหน่งที่แตกต่างกันด้วย ด้วยสายดินขนาด 70 ตร.มม.
- ความต้านทานของระบบเมื่อเทียบกับความต้านทานของดินต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม กรณีความต้านทานของระบบมีค่าเกิน 5 โอห์ม ผู้รับจ้างต้องแก้ไขโดยเพิ่มแท่งสายดินจนทำให้ความต้านทานของระบบมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม

8 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ให้จัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร
- 1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่รับรอง
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต
- 1.4 ดวงโคมทั้งหมดต้องทำจากโรงงานที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001 : 2000 จากคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วย การรับรองระบบงาน (National Accreditation Council : NAC) และ มรท.8001 : 2003 โดยมีรายละเอียดตามที่แสดงไว้ในแบบ

2. รายละเอียดวัสดุ

2.1 ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA
2. ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะ โดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี
3. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized และพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
4. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร กรณีกำหนดมีแผ่นสะท้อนแสงให้ใช้ชนิดเคลือบด้วยเงิน
5. สำหรับดวงโคม Down Light ให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.2 หลอดไฟ LEDต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

มาตรฐานหลอดไฟฟ้า LED ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้

1. ได้ มอก.1955-2551 บริษัทส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจำกัดสัญญาณ รบกวณวิทย์
2. มีผลการทดสอบตามมาตรฐาน IESNA LM-79 จากห้องปฏิบัติการที่ได้รับมาตรฐาน IEC17025
3. โรงงานที่ผลิตได้รับการรับรองการจัดการคุณภาพ ISO9001-2008 จากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม หรือ หน่วยงานที่กระทรวงอุตสาหกรรมให้การรับรอง(NAC)พร้อมทั้งแนบขอข่ายการได้รับรองซึ่งเกี่ยวข้องกับพัสดุที่เสนอ
4. หลอด LED ที่เสนอเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโรงงานผลิตอยู่ในประเทศไทย โดยผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารใบรับรองมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต
5. ใช้ผลิตภัณฑ์ LED Chip จากบริษัทผู้ผลิตที่มีคุณภาพสูง เช่น Nichia, Cree, Lumiled, LG, Everlight หรือเทียบเท่า (พร้อมหนังสือรับรองจากบริษัท)

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) หุ้มฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด Gas Discharge ให้ใช้สายหุ้มฉนวนทนความร้อนสูง เช่น หุ้มฉนวนใยหิน เป็นต้น

2.4 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่ เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

9 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

1. โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายใน
2. การติดตั้งแบบแขวนติดผนัง
3. หัวโคม LED 2x12w พิกัดการส่องสว่างรวม 2x600 Lum. อายุการใช้งาน 50,000 ชั่วโมง
4. ระยะเวลาสำรองไฟไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
5. แบตเตอรี่แห้ง Lithium iron phosphate (LiFePO₄) 3.2v 12000mAh
6. สามารถปรับทิศทางการกระจายแสงได้
7. ผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับมาตรฐาน วสท.
8. สถานะการทำงาน ติดสว่างเฉพาะเมื่อระบบไฟฟ้าหลักล้มเหลว
9. ระบบชาร์จแบบแรงดันคงที่/กระแสคงที่
10. ระบบป้องกันเครื่อง
 - AC FUSE ป้องกันการลัดวงจรทางด้านแรงดันไฟฟ้า AC Line เข้าเครื่อง
 - DC FUSE ป้องกันการลัดวงจรทางด้านระบบวงจรชาร์จ
 - อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก
11. ระบบป้องกันแบตเตอรี่
 - มีระบบป้องกันการอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่เกิน
 - มีระบบป้องกันการคายประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่เกินพิกัด

การทดสอบ

สำหรับโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินจะต้องทดลองจ่ายไฟ และจับเวลาให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ติดต่อกันไม่น้อยกว่าที่กำหนด และตรวจสอบการตัดไฟของระบบควบคุม เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกถึงค่าที่กำหนด

10 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ แปร 250 โวลท์ โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัว เพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 2.4 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 2.5 การติดตั้งในฝัง Metal ในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณี เพื่อให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.25 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัวพร้อมแผ่นปิดขั้ว L ; N ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 เต้ารับไฟฟ้าที่พื้น ต้องเป็นแบบ Low Tension ชนิดขาแบบกลมและแบบแบนพร้อมขั้วดินติดตั้งตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.3 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 10 แอมป์ แปร
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 Coverplate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.30 เมตร
- 3.7 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (Plug) ให้ตามจำนวนเต้ารับนั้น ๆ

4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

11 ระบบโทรศัพท์

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วยกล่องต่อสายโทรศัพท์ (TELEPHONE TERMINAL CABINET) สายโทรศัพท์ ท่อร้อยสาย เตำรับโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้ในระบบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นพร้อมทั้งเดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายหลัก ไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์และไปยังเตำรับ ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในรายการนี้ และจะต้องเป็นไปตามกฎระเบียบของบริษัทโทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด(มหาชน)

2. คุณสมบัติเฉพาะ อุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1 TERMINAL สำหรับต่อคู่สายโทรศัพท์

เป็นแบบ QUICK CONNECTING SCREWLESS TYPE โดยจะต้องมีเครื่องมือเข้าคู่สายโดยเฉพาะ TERMINAL ด้านที่รับคู่สายภายใน และคู่สายองค์การโทรศัพท์ใช้ชนิด DISCONNECTING TYPE TERMINAL ด้านที่ต่อเข้ากับ PABX เป็นชนิด CONNECTING TYPE

2.2 LIGHTNING ARRESTER

ติดตั้งเท่าจำนวนคู่สายองค์การโทรศัพท์ที่ได้เตรียมไว้

2.3 เตำรับโทรศัพท์

เป็นแบบ MODULAR JACK ชนิด 4 ขั้ว ฝาครอบให้มีลักษณะแบบเดียว กับสวิตช์และเตำรับไฟฟ้า

2.4 การเดินสาย

สำหรับระบบโทรศัพท์กำหนดให้เดินในท่อร้อยหรือรางเดินสายทั้งหมดการเดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายหลักไปยังกล่องต่อสายประจำชั้น ให้ใช้สาย TPEV. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. จำนวนคู่สายตามระบุในแบบ

สายโทรศัพท์จากกล่องต่อสายประจำชั้น หรือแต่ละพื้นที่ ไปยังเตำรับให้ใช้สาย TIEV. ขนาดตามระบุในแบบ หรืออย่างน้อยเป็นชนิด 4C-0.65 มม.

สำหรับสายโทรศัพท์ที่เดินสายลอยเกาะเสาไฟฟ้าภายนอกอาคาร ให้ใช้สาย FIG.8 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. จำนวนคู่สายตามระบุในแบบ

ที่แผงกระจายสายหลัก และกล่องต่อสายประจำชั้นจะต้องมี DIAGRAM แสดงคู่สายที่ใช้งาน และคู่สายสำรองติดตั้งอยู่ประจำแต่ละจุดและจะต้องมีแสดงอยู่ในแบบ AS-BUILT DRAWING ด้วย

2.5 การติดตั้งและการทดสอบระบบโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ

จะต้องเป็นไปตามกฎระเบียบของบริษัทโทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด(มหาชน)

12 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบ Conventional System โดยผู้ควบคุมและอุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพสินค้าจากสถาบัน Underwriters Laboratories Inc. (UL Listed) หรือ FM การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, NFPA-72, หรือ ว.ส.ท. 2002/49 หรือตามระบุในแบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่ายที่เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าโดยตรงจากผู้ผลิต (หากมิใช่ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ) โดยจะต้องแสดงเอกสารการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจัดจำหน่ายที่ออกจากโรงงานผู้ผลิต สำหรับโครงการนั้น

2. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ตู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel)
- ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)
- อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Devices)
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Devices)
- อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Output สำหรับ Pressurize Fan, Fire Pump

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ (Conduit and Wiring System) รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

3. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบคือเมื่อวงจรเริ่มสัญญาณ (Initiating Devices) ได้รับสัญญาณเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือจาก Manual Station ระบบจะแสดงสัญญาณ Alarm และมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังเป็นจังหวะ จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง (Local Silence) ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะติดค้างและเสียงสัญญาณจะเงียบลง พร้อมทั้งส่งสัญญาณไปที่ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)

สัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณโครงการ จะประกอบด้วยสัญญาณเสียง (Audible signal) และสัญญาณแสง (Visible signal) เมื่อกดปุ่ม Alarm Silence สัญญาณแจ้งเตือนจะหยุด หากระบบสามารถตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ในบริเวณอื่น ๆ ในขณะที่ได้กดปุ่ม Alarm Silence ไปแล้วนั้น สัญญาณเสียงจะกลับมามีดังขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ เช่น สายขาด, สายที่ต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก รั่วลงดิน, Main Power Supply ชัดข้อง, แรงดันของแบตเตอรี่ต่ำ หรือ แบตเตอรี่หลุดออกจากชุดควบคุม รวมทั้งแผงวงจรควบคุมชำรุด ให้แสดงสัญญาณ Trouble เป็นไฟสีเหลืองกระพริบ พร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังเป็นจังหวะ จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Local Silence ไฟสัญญาณ Trouble สีเหลืองจะติดค้างและเสียงสัญญาณจะเงียบลง ในกรณีที่ระบบได้รับการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว ตู้ควบคุมจะ Reset ระบบให้กลับสู่สภาวะปกติอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่ม Reset ที่ตู้ควบคุม

4. วัสดุอุปกรณ์

4.1 ตู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel)

ประกอบด้วยแผงควบคุม เป็นระบบ Electronic Microprocessor Broad ควบคุมการทำงานด้วย CPU, ตู้ควบคุมต้องมีแหล่งจ่ายสำรอง ซึ่งสามารถจ่ายไฟได้ในสภาวะปกติไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และ ในสภาวะแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (อุปกรณ์ Indicating ทุกตัวทำงานพร้อมกัน) ไม่น้อยกว่า 15 นาที หากเกิดเหตุสายวงจรที่ต่อไปยัง Annunciator หลุดหรือขาดจากตู้ควบคุม ตู้ควบคุมจะต้องสามารถแสดงเหตุขัดข้อง (Annunciator Trouble) ได้

ตู้ควบคุมต้องมีความสามารถอย่างน้อย ดังนี้

- รองรับการเดินสายวงจรได้ทั้งแบบ Class A และ Class B โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือแผงวงจรเพิ่มเติม ทั้งโซนวงจรตรวจจับ (Initiating Device) และวงจรแจ้งเหตุ (Indicating Devices)
- มีสัญญาณไฟแจ้งเหตุ Alarm, Trouble, Power, Disable, Annunciator Trouble, Battery Trouble, Ground Fault, Panel Silence และ Alarm Silence
- มี Common Alarm Relay, Common Trouble Relay และ Common Supervisory Relay
- สามารถโปรแกรมให้โซนใด ๆ ทำงานเป็นแบบ Supervisory, Water Flow หรือ Monitor ได้

การทำงานของปุ่มกดต่าง ๆ บนแผงควบคุม

- ตู้ควบคุมสามารถยกเลิกการใช้งานโซนต่าง ๆ แต่ละโซนตรวจจับได้ชั่วคราว (Disable) ในกรณีที่อุปกรณ์ในโซนนั้น ๆ เกิดปัญหา และกำลังแก้ไขอยู่
- ตู้ควบคุมต้องสามารถสั่งการให้อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Device) ทุกตัวทำงาน (ส่งสัญญาณเสียง, แสง) เพื่อทดสอบสัญญาณแจ้งเหตุ

4.2 ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)

เป็นแผนผังแสดงโซนที่เกิดเหตุจะต้องทำจาก Aluminum Anodized Plate ขนาดไม่น้อยกว่า A3 (หรือตามที่ระบุในแบบ) ประกอบด้วย

- หลอดไฟชนิด LED สีแดงแสดงโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
- ปุ่ม Test Lamp Button เพื่อทำการทดสอบการทำงานของหลอดไฟทุกดวง
- ปุ่ม Acknowledge Button เพื่อปิดเสียงเตือน

4.3 อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Devices)

4.3.1 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควัน ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีการตรวจจับควันแบบ Photoelectric หรือดีกว่า
- ในสภาวะปกติหลอด LED จะกระพริบเพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน
- ในสภาวะ Alarm หลอด LED จะติดค้าง
- สามารถเชื่อมต่อกับ Remote Indicator ได้
- ได้รับมาตรฐาน UL 268

4.3.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector)

4.3.2.1 เป็นชนิดที่มีการทำงาน 2 ลักษณะคือ ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิน 15°F (8.3°C) ต่อนาที (Rate of Rise Temperature) และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135°F (57°C) (Fixed Temperature)

4.3.2.2 เป็นชนิดที่ทำงานตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยเมื่อตรวจจับความร้อนแล้วอุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดแล้ว อุปกรณ์จะทำงานทันที (อุณหภูมิที่กำหนดตามระบุในแบบ)

4.3.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Stations)

Manual Pull Station เป็นแบบ Single Action ทำด้วยโลหะอลูมิเนียมพร้อม Toggle Switch อยู่ภายในเป็นตัวส่งสัญญาณแจ้งเหตุ ตัวกล่องเป็นสีแดงพร้อมตัวหนังสือตัวกล่องเป็นสีแดงพร้อมตัวหนังสือ “PULL IN CASE OF FIRE” มีแท่งแก้วด้านหน้าป้องกันการดึงได้ง่ายในสภาวะปกติ

4.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Devices)

อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียงและแสง (Alarm Horns with Strobe Light)

- ทำงานที่ขนาดแรงดัน 24 Vdc
- ความดังเสียง ไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ระยะห่าง 10 ฟุต
- ความสว่างของแสงไม่น้อยกว่า 75 Candela

4.5 อุปกรณ์อื่น ๆ หากมีระบุในแบบนอกเหนือจากข้อกำหนดให้ผู้รับจ้างจัดทำติดตั้งให้ระบบเกิดความสมบูรณ์ โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

5 การติดตั้ง (Installation)

5.1 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่าง ๆ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า

5.2 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งตามมาตรฐาน NFPA 72 วสท. (ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้)

5.3 ตำแหน่งที่แน่นอนของ Detectors, Manual stations, Horns with Strobes และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

6 การทดสอบระบบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 72 หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีการบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาส่งมอบก่อนการทดสอบระบบ

7 การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และ Catalogue ของอุปกรณ์ทุกชิ้นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดย Catalogue จะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการให้ใช้สีสะท้อนแสงแสดงให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง และจุดต่อสายทุกจุด ตลอดจนแนวท่อและจำนวนสายให้ชัดเจนเพื่อสะดวกแก่การบำรุงรักษาภายหลัง

8 การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

13 ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบกล้องวงจรปิดจะต้องเป็นระบบ Network IP Camera การติดตั้งให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 1.2 การรับประกันสินค้า ในส่วนของกล้องและเครื่องบันทึกภาพ ต้องรับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 2 ปี โดยจะต้องแสดงเอกสารการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจัดจำหน่ายที่ออกจากผู้ผลิต สำหรับโครงการนั้น ๆ

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ สำหรับดูและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่าง ๆ และติดตั้งตามที่แสดงในแบบ โดยที่วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV เป็นระบบ Network IP Camera ซึ่งระบบกล้องวงจรปิดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- กล้องชนิดมุมมองคงที่ รูปทรงโดม (Fixed Dome IP Camera)
- กล้องชนิดมุมมองคงที่ รูปทรงกระบอก (Fixed Bullet IP Camera)
- เครื่องบันทึกภาพ (Network Video Recorder)
- จอภาพ (Monitor)
- เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Work Station)
- อุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Network Switch)
- อุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อความสมบูรณ์ของระบบ

- 2.2 ระบบจะต้องรองรับการบันทึกภาพสำหรับกล้องทั้งหมดที่ความละเอียดสูงสุดของกล้อง ได้อย่างน้อย 30 วัน ที่ 25 fps หรือมากกว่า

3. วัสดุอุปกรณ์

3.1.1. กล้องชนิดมุมมองคงที่ รูปทรงโดม (Fixed Dome IP Camera)

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- หน่วยรับภาพขนาด 5 ล้านพิกเซล ชนิด CMOS
- รองรับการสแกนภาพแบบ Progressive Scan
- รองรับการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ H.265+, H.265 (HEVC), H.264 และ MJPEG
- รองรับการส่งสัญญาณภาพที่ 25 fps ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2592 x 1944
- มีหลอด Infrared (IR) สำหรับการแสดงภาพในกรณีที่มืดค่าความเข้มของแสง 0 Lux ได้
- มีมุมมองภาพในแนวนอน 100 องศา หรือมากกว่า
- ระยะส่องสว่างของแสงอินฟราเรดไม่น้อยกว่า 20 เมตร
- มีค่า Wide Dynamic Range (WDR) ไม่น้อยกว่า 120dB
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 หรือดีกว่า
- รองรับโปรโตคอลแบบ IPv4/IPv6, ARP, TCP, UDP, RTP, RTSP, RTMP, HTTP, HTTPS, DNS, DDNS, DHCP, FTP, NTP, SMTP, SNMP, UPnP, Bonjour, SIP, PPPoE, VLAN, 802.1x, QoS, IGMP, ICMP, SSL ได้เป็นอย่างน้อย
- มีไมโครโฟนในตัวกล้อง (Built-in Microphone)
- รองรับการบีบอัดสัญญาณเสียงแบบ G.711/AAC/G.722/G.726

- มีฟังก์ชัน BLC, HLC, 2D-DNR, 3D-DNR, ROI, Defog, Anti-flicker
- รองรับการเชื่อมต่อ SIP/VoIP
- รองรับการใส่ microSD, SDHC, SDXC ความจุสูงสุดถึง 512GB
- รองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S, G, T
- ใช้แรงดันไฟฟ้าแบบ PoE ได้
- รองรับการดำเนินงานที่อุณหภูมิ -40 ถึง 60 องศาเซลเซียส
- เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องบันทึกภาพ เพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน

3.1.2. กล้องชนิดมุมมองคงที่ รูปทรงกระบอก (Fixed Bullet IP Camera)

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- หน่วยรับภาพขนาด 5 ล้านพิกเซล ชนิด CMOS
- การสแกนภาพเป็นแบบ Progressive Scan
- สามารถบีบอัดสัญญาณภาพแบบ H.265+, H.265 (HEVC), H.264 และ MJPEG
- สามารถส่งสัญญาณภาพที่ 25 fps ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2592 x 1944
- มีหลอด Infrared (IR) สำหรับการแสดงภาพในกรณีที่มีค่าความเข้มของแสง 0 Lux ได้
- เลนส์ชนิด Motorized ขนาด 2.8 – 12 mm. หรือดีกว่า
- สามารถทำ Remote Focus, Remote Zoom
- ระยะส่องสว่างของแสงอินฟราเรดไม่น้อยกว่า 50 เมตร
- มีค่า Wide Dynamic Range (WDR) ไม่น้อยกว่า 120dB
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 หรือดีกว่า
- รองรับโปรโตคอลแบบ IPv4/IPv6, ARP, TCP, UDP, RTCP, RTP, RTSP, RTMP, HTTP, HTTPS, DNS, DDNS, DHCP, FTP, NTP, SMTP, SNMP, UPnP, Bonjour, SIP, PPPoE, VLAN, 802.1x, QoS, IGMP, ICMP, SSL ได้เป็นอย่างน้อย
- มีฟังก์ชัน BLC, HLC, 2D-DNR, 3D-DNR, ROI, Defog, Anti-flicker
- รองรับการเชื่อมต่อ SIP Protocol, Voice and Video-over-IP
- รองรับการใส่ microSD, SDHC, SDXC ความจุสูงสุดถึง 512GB
- รองรับมาตรฐาน ONVIF Profile S, G, T
- ใช้แรงดันไฟฟ้า PoE ได้
- รองรับการดำเนินงานที่อุณหภูมิ -40 ถึง 60 องศาเซลเซียส
- ได้รับมาตรฐาน IP67 การป้องกันน้ำและฝุ่น
- เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องบันทึกภาพ เพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน

3.1.3. เครื่องบันทึกภาพ (Network Video Recorder)

เครื่องบันทึกภาพจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- รองรับการบันทึกกล้องได้สูงสุด 16 กล้องพร้อมกัน หรือมากกว่า
- รองรับ Incoming Bandwidth 160Mbps หรือมากกว่า
- รองรับการบันทึกภาพแบบ .265+, H.265 (HEVC) และ H.264 ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบันทึกเสียงแบบ G.711/AAC/G.722/G.726

- สามารถตั้งค่าการบันทึกภาพแบบ Manual, Timing, Motion Detection หรือ Alarm ได้
- รองรับการเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลภาพได้โดยตรงผ่านพอร์ต HDMI และ VGA
- สามารถส่งสัญญาณภาพแบบ 4K (3840x2160) 60Hz ไปยังจอภาพได้
- สามารถควบคุมผ่านเมาส์ได้ด้วยการเชื่อมต่อโดยตรงกับเครื่องบันทึก
- สามารถดูภาพผ่าน Web browser และ Mobile Phone
- รองรับฮาร์ดดิสก์ได้ไม่น้อยกว่า 4 ฮาร์ดดิสก์
- สามารถทำ RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, RAID 10 หรือดีกว่า
- สามารถสำรองภาพผ่านทาง USB Device ได้เป็นอย่างดี
- รองรับการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโดยมีพอร์ต RJ-45 (100/1000Mbps) จำนวน 2 พอร์ต เป็นอย่างน้อย
- รองรับโปรโตคอล IPv4/IPv6, TCP, UDP, RTP, RTSP, RTCP, HTTP, HTTPS, DNS, DDNS, DHCP, NTP, SNTP, SMTP, SNMP, UPnP, NFS ได้เป็นอย่างดี
- มีช่องเชื่อมต่อ RS-485 และ RS-232
- มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเสียง Input และ Output แบบ RCA หรือดีกว่า
- มีช่องเชื่อมต่อ Alarm Input 16 ช่องและ Alarm Output 4 ช่อง หรือมากกว่า
- ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 100 - 240 VAC ที่ความถี่ 50/60Hz
- สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ -10 ถึง 55 องศาเซลเซียส
- เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับกล้องวงจรปิดที่นำเสนอ เพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน

3.1.4. จอแสดงผลภาพ (Monitor)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- จอภาพสี ชนิด LCD หรือ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 40 นิ้ว
- มีความละเอียดจอไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 Pixel (4K)
- มีช่องรับสัญญาณ ชนิด HDMI หรือดีกว่า

3.1.5. อุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Network System)

อุปกรณ์ Network Switch 16 Ports PoE

- มีพอร์ตชนิด 10/100/1000 PoE+ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 พอร์ต
- มีพอร์ต SFP จำนวนอย่างน้อย 2 พอร์ต
- มี Switching Capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 36 Gbps
- MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 8K
- รองรับการตั้งค่า VLAN IEEE 802.1q
- รองรับการตั้งค่า Link Aggregation IEEE 802.3ad LACP
- สามารถตั้งค่าการทำงานผ่าน Web Interface ได้

อุปกรณ์ Network Switch 8 Ports PoE

- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Main Network Switch
- มีพอร์ต 10/100/1000 PoE+ จำนวนอย่างน้อย 8 พอร์ต
- มีพอร์ต SFP จำนวนอย่างน้อย 2 พอร์ต
- มี Switching Capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 20 Gbps

- MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 8K
- รองรับการทำ VLAN แบบ IEEE 802.1q
- รองรับการทำ Link Aggregation IEEE 802.3ad LACP
- สามารถตั้งค่าการทำงานผ่าน Web Interface ได้

3.1.6. ตู้ Rack 19 นิ้วสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- เป็นตู้ Rack 19 นิ้ว 15U สีดำ
- มีขนาดอย่างน้อย 60 x 60 cm.
- ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ อย่างน้อย 2 ตัว
- ติดตั้ง รางปลั๊กไฟฟ้า อย่างน้อย 6 ช่อง
- ให้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบกล้องวงจรปิด เช่น เครื่องบันทึกภาพ, อุปกรณ์ระบบเครือข่าย ไว้ในตู้ Rack ซึ่งจะต้องรองรับอุปกรณ์ทั้งหมดได้

4. การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และ Catalog ของอุปกรณ์ทุกชิ้นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยจะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการให้ใช้สีสะท้อนแสงแสดงให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์ จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง และจุดต่อสายทุกจุด ตลอดจนแนวท่อและจำนวนสายให้ชัดเจนเพื่อสะดวกแก่การบำรุงรักษาภายหลัง ผู้ออกแบบสงวนสิทธิในการอนุมัติวัสดุ ในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงระบบ เพื่อให้ทันสมัยและใช้งานได้ดีขึ้น โดยผู้รับจ้างไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มได้

5. การติดตั้ง

สายนำสัญญาณให้ใช้สาย UTP CAT6 หรือดีกว่า และสายไฟฟ้า (Power Supply Cable) ให้ใช้สาย THW ขนาด 2-2.5/2.5 ตร.มม. ในท่อ 1/2" IMC (หรือตามที่ระบุในแบบ) หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ MEA ในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

6. การทดสอบระบบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการ และรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนด ทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

7. การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

14 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ข้อกำหนดและคุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1. สายสัญญาณ UTP CAT6A

- 1.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว 4 คู่สายติดตั้งในอาคาร ชนิด F/UTP CAT6A (Foil Twisted Pair Category 6A) เปลือกนอกเป็นชนิด LSZH (Low Smoke Zero Halogen) เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน และในเอกสารแสดงการทดสอบถึง 650 MHz
- 1.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล ได้แก่ ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801:2017, EN 50173-1 ผ่านการรับรองจาก 3P Verified และต้องผ่านมาตรฐาน RoHS Compliant ด้วย
- 1.3 สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้ง (Backbone) และแนวนอน (Horizontal) โดยต้องสามารถรองรับการใช้งาน 10/100/1000 Base-T, 2.5G/5G Base-T IEEE802.3bz และ 10G Base-T, IEEE 802.3i/u/ab., IEEE 802.3af (PoE) / IEEE 802.3at (PoE+), HDBaseT 2.0 เป็นอย่างน้อย
- 1.4 มีตัวนำเป็นทองแดง 100% (Solid Bare Copper) ขนาด 23 AWG เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.57 mm
- 1.5 มี Filler Slot ทำจากวัสดุ FRPE และออกแบบเป็น Cross Filler
- 1.6 มีชั้นของซิลด์ป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกทำจากวัสดุ Al-Mylar Tape ความหนา 0.065 mm และมีลวด Drain wire ขนาด 24 AWG อยู่ด้านใน เพื่อช่วยในการถ่ายเทประจุสัญญาณที่มารบกวนลงกราวด์
- 1.7 เปลือกนอกเป็นสีฟ้าน้ำทะเล ทำจากวัสดุ Lead Free, FR-LSZH ป้องกันการลามไฟ ไม่มีควันตามมาตรฐาน IEC 61034-1 และ -2 รวมถึงต้องไม่มีสารพิษ Halogen เมื่อเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน IEC 60754-1 และ -2
- 1.8 มีค่าความต้านทานของตัวนำ (DC Resistance) ไม่เกิน 6.658 โอห์ม ที่ระยะ 100 เมตร รวมถึงมีค่าความแตกต่างของความเร็วในการส่งข้อมูลแต่ละคู่สายไม่เกิน 25 ns เพื่อการรับส่งสัญญาณข้อมูลที่ดี
- 1.9 ในระยะสาย 100 เมตรต้องมีค่าลดทอนของสัญญาณไม่เกิน 52.4 dB ที่ความถี่ 650 MHz
- 1.10 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี และได้รับหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015

2. เตารับสายสัญญาณตัวเมียแบบซีล CAT 6A

- 2.2 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณระดับ 10Gigabit Ethernet และมาตรฐาน Category 6 A มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568.2-D, IEC 60603-7
- 2.3 Housing ทำจาก Zinc Alloy with nickel plated และมี Auto Shutter ปิดกันฝุ่น
- 2.4 สามารถเสียบปลั๊กเข้า-ออกได้ไม่น้อยกว่า 1000 ครั้งและเข้าสายได้ไม่น้อยกว่า 200 ครั้ง
- 2.5 ด้านหลังของ Modular Jack มี Code สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B และสามารถต่อสายเข้าด้านหลังโดยตรง 180 องศาโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือในการเข้าสาย (Tool Free)
- 2.6 Jack Contact ทำจาก Phosphor Bronze ชูบทองหนา 50 micro-inch และมี Shield Contact Point ทำจาก Stainless steel (SUS 304)
- 2.7 รองรับ Terminate สายตั้งแต่ขนาด 22-26 AWG สำหรับสายสัญญาณชนิด Solid และ Stranded และรองรับสายขนาด Diameter 5mm - 9mm
- 2.8 มีเครื่องหมายการค้าปรากฏบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

2.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP CAT 6A

2.10 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

3. หน้ากากสำหรับเต้ารับสาย

3.1 สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 Jack, Tool Free RJ45 Jack, RJ11 Modular Jack ได้

3.2 มีสัญลักษณ์ (Icon) คอมพิวเตอร์เป็นสีน้ำเงินและโทรศัพท์เป็นสีแดง เพื่อความชัดเจนในการใช้งาน

3.3 มีกระดาดขาวทำป้ายชื่อและมีพลาสติกใสปิดทับอีกครั้งป้องกันไม่ให้หลุด

3.4 มีจำนวนช่องสำหรับใช้งานจำนวน 1 ช่อง

3.5 ผลิตจากวัสดุชนิด ABS/Polycarbonate, UL 94V-0

3.6 ต้องมีเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตบนหน้ากากที่นำเสนอ

3.7 ผ่านการรับรองมาตรฐาน RoHS

3.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสาย UTP

3.9 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 30 ปี

15. ระบบควบคุมการเข้าออก

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่กำหนดในแบบหรือนอกเหนือจากแบบเพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์

2. ข้อกำหนดด้านเทคนิคของระบบ

2.1 ชุดอ่านบัตรพร้อมปุ่มกด (Proximity Card Reader)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อ่านบัตร ของแต่ละประตูสามารถทำงานในลักษณะ Network และ Stand Alone ได้และในกรณีที่ไฟฟ้าดับจะต้องจัดให้มีแบตเตอรี่สำรองชนิด Sealed Lead Acid เพื่อให้ชุดควบคุมสามารถทำงานได้ในกรณีที่ไฟฟ้าขัดข้อง

2.1.1 มีหน่วยความจำบันทึกการเข้าออก ได้อย่างน้อย 32,000 Log

2.1.2 สามารถรองรับผู้ใช้งานได้ 16,000 ผู้ใช้หรือมากกว่า

2.1.3 มีจอ LCD และ Keypad สำหรับการตั้งค่าต่าง ๆ

2.1.4 สามารถเชื่อมต่อแบบ TCP/IP หรือ RS-485

2.2 Door Lock

เป็นแบบ Electromagnetic Lock หรือ Drop Bolt ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการใช้งาน หรือกำหนดในแบบ ทำจากโลหะที่มีความแข็งแรงทนทาน เหมาะกับการใช้งานหนัก รับน้ำหนักของประตูได้ไม่น้อยกว่า 600 Lbs.

2.3 Exit Button / Remote Exit Button

เป็นปุ่มกดออกแบบไม่ต้องสัมผัส (Touchless) สำหรับระบบควบคุมการเข้าออก

2.4 Emergency Door Release

เมื่อกดแล้วสามารถรีเซ็ตให้กลับสู่สภาวะปกติได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใด ๆ

2.5 บัตร (Proximity Card)

เป็นบัตรแบบ Proximity ใช้ความถี่ 125kHz ในการอ่านข้อมูลบัตร

3. การทดสอบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาให้ด้วย

4. การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

16 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

ในผิวนานโลหะชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโดย เครื่องครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามียอดลอก ขูด ขีด รอยคราบสนิมจับและอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถู และทาสีให้ เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียง อื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อนต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของ ผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือ กระจาดทรายขัด ผิวนานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุ แผลกลบออกมา จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวนานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิว หลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไอ (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลาย ๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวนานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือ เป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้น ตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

- ข. ในกรณีที่ผิวนานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าว ข้างต้น

พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระจาดทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวด โดย เด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบ ไขมัน และฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระจาด ทรายก่อน แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่น ก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทำไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้

สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวนาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
- BLACK STEEL HANGER & SUPPORT - BLACK STEEL SHEET - SWITCHBOARD , PANEL BOARD ซึ่งทำจาก BLACK STEEL SHEET	ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD
- GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT - GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสีให้ ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 ZINC CHROMATE PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY
	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY	ชั้นที่ 1 COAL TAR EPOXY ชั้นที่ 2 COAL TAR EPOXY
- STAINLESS STEEL SHEET - ALUMINIUM SHEET - LIGHT ALLOY - CONDUIT CLAMP	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD

หมายเหตุ :- ในกรณีที่ไม้มีข้อผิดพลาดเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสายไฟฟ้า , ฝากล่องต่อสายไฟฟ้า และภายในกล่องต่อสายไฟฟ้า

รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ ๆ กับกล่องต่อแยกสาย

ที่ฝากล่องต่อแยกสายไฟฟ้า และกล่องดึงสายไฟฟ้าต้องมีอักษรสัญลักษณ์ของระบบ

ให้แสดงรหัสสีที่ BUS BAR และเลือกสีของสายไฟฟ้าแสดง PHASE ต่าง ๆ

กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางกำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	ส้ม	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	แดง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	เหลือง	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ – โทรศัพท์รวม	MA	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรศัพท์วงจรปิด	CC	น้ำเงิน	ดำ

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SED	น้ำเงิน	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	น้ำตาล
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดหาพลังงาน(BAS)	BAS	ฟ้า	ฟ้า
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	เขียว
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP	ดำ	ดำ
12.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
13.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	ดำ
14.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	-
15.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	-	น้ำตาล	-
16.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	ดำ	-
17.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	เทา	-
18.	BUSBAR และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ฟ้า	-
19.	BUSBAR และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-

17 การป้องกันไฟและควันลาม

1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อป้องกันอันตรายจากเหตุเพลิงไหม้ การลุกลามและการแพร่กระจายของไฟและควัน จากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยจะส่งผลให้เป็นอันตรายที่เกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินที่อยู่ในอาคาร โดยวัสดุที่นำมาใช้ต้องเป็นวัสดุที่สามารถจำกัดบริเวณการลุกลามของไฟและควันที่ผ่านจากช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด ช่องเปิดประเภทรอยต่องานก่อสร้าง ช่องเปิดประเภทรอยต่อผนัง Curtain Wall จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลาม ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM

2 ขอบเขตงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลาม โดยผู้ติดตั้งต้องเป็นผู้ที่ได้รับการอบรมจากผู้ผลิตเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งให้เป็นไปตามแบบที่ระบุไว้ในระบบการกันไฟและควันลามตามมาตรฐานสากล โดยกำหนดให้ช่องเปิด ช่องท่อ ช่องลอด รวมถึงทุก ๆ รอยต่อที่ต้องปิดเพื่อการกันไฟและควันลามแต่มีได้กำหนดในแบบ อาทิ

2.1 ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น คาน หรืออื่น ๆ

2.2 ช่องท่อต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้วและมีช่องว่างเหลืออยู่

2.3 ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดที่เตรียมไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต

2.4 ช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอดสำหรับสายไฟฟ้า สายอื่น ๆ ท่อร้อยสายไฟ รางสายไฟฟ้าที่มีช่องว่าง

2.5 ภายในช่องเปิด หรือช่องลอดที่ทะลุขึ้นพื้น ผนังหรือเพดานท่อนไฟ

3 คุณสมบัติทั่วไปของวัสดุ

3.1 ระบบป้องกันไฟและควันลามต้องใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามที่ได้รับการทดสอบตามวิธีการทดสอบมาตรฐานสากลดังนี้

3.1.1 ASTM E 814 (Standard Test Method for Fire Tests of Through-Penetration fire stops) และได้รับมาตรฐาน (Certificate of Compliance) UL1479 (Fire Tests of Through-Penetration fire stops)

3.1.2 ASTM E 1966 (Standard Test Method for Fire-Resistive Joint Systems) และได้รับมาตรฐาน (Certificate of Compliance) UL1479 (Fire Tests of Through-Penetration fire stops)

3.1.3 ASTM E 2307 (Standard Test Method for Determining Fire Resistance of Perimeter Fire Barrier Systems)

3.2 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีอัตราการทนไฟได้ 2 ชั่วโมง

3.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องสามารถขยายและหดตัวทดแทนที่ช่องว่างได้เมื่อโดนความร้อนจากการเกิดเหตุเพลิงไหม้

3.4 วัสดุป้องกันไฟและควันลามสามารถยึดเกาะได้ดีกับคอนกรีต โลหะ ไม้ พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี

3.5 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่เป็นพิษและไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะติดตั้งและในขณะที่เกิดเหตุเพลิงไหม้

3.6 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องสามารถรื้อถอนเพื่อง่ายต่อการเพิ่ม-ลด อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีทำให้ประสิทธิภาพการทนไฟเปลี่ยนไป

3.7 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรง ไม่หลุดร่อนทั้งก่อนและหลังเพลิงไหม้

3.8 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหรือผลกระทบจากสภาวะอากาศภายนอก

3.9 วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน หากวัสดุป้องกันไฟและควันลามนั้นไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดจะต้องได้รับการอนุญาตจากผู้ออกแบบเพื่อเป็นไปตามมาตรฐาน

4 การติดตั้ง

4.1 ผู้รับจ้างมีหน้าที่นำเสนอวิธีการติดตั้งระบบป้องกันไฟและควันลามให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่ลอดทะลุผ่านช่องเปิด ช่องท่อ หรือช่องลอด โดยอ้างอิงมาตรฐานสากลมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามสำหรับช่องเปิดทั้งพื้นและผนัง (Blockout)

- ระบบไฟฟ้า ให้อ้างอิงตามมาตรฐาน UL โดยให้ใช้ผลิตภัณฑ์ประเภท Mortar สำหรับงานช่องเปิดที่ผ่านพื้น และในส่วนของงานผนังนั้นให้ใช้ผลิตภัณฑ์ประเภท สีกั้นไฟ

4.1.2 การติดตั้งวัสดุป้องกันไฟและควันลามสำหรับช่องท่อ หรือช่องลอดทั้งพื้นและผนัง (Sleeve)

- ระบบไฟฟ้า ให้อ้างอิงตามมาตรฐาน UL โดยให้ใช้ผลิตภัณฑ์ประเภท Sealant กันไฟ หรือ สีกั้นไฟ ในการปิด

4.1.3 ในกรณีที่ทางผู้ผลิตมีผลการทดสอบจากสถาบัน UL ไม่ตรงตามหน่วยงานให้ผู้ผลิตทำเอกสาร Engineering Judgment (EJ) เพื่อนำมาขออนุมัติการติดตั้งก่อนเข้าทำงาน

4.1.4 ผู้ติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามจะต้องได้รับและผ่านการอบรมการติดตั้งจากทางผู้ผลิต โดยจะต้องมีเอกสารรับรองจากทางผู้ผลิตและต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนจึงจะสามารถติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามได้

4.1.5 ผู้รับจ้างนั้นจะต้องออกเอกสารรับประกันคุณภาพของอุปกรณ์วัสดุป้องกันไฟและควันลาม รวมถึงจะต้องออกเอกสารรับประกันการติดตั้งตามมาตรฐานของทางผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามโดยการติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟและควันลามนั้นจะต้องติดตั้งตามมาตรฐานที่ได้รับการรับรองจากทาง UL ซึ่งจะต้องรับประกันอย่างน้อย 2 ปี

18 ผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสาร

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดกับรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ในแบบหรือข้อกำหนด

- | | |
|---|--|
| 1. Low Voltage Main Distribution Board Manufacturer | Asefa, Avatar, SCI, C&T |
| 2. Low Voltage Circuit Breaker: Molded Case CB | ABB, Schneider, Siemens |
| 3. Panelboard : Miniature CB | ABB, Schneider, Siemens |
| 4. Contactor and Control Relay | ABB, Schneider, Franke |
| 5. Current and Potential Transformer | Federal, ABB, Crompton |
| 6. Digital meter | Ampimeter, Siemens, Schneider, Crompton |
| 7. Switch and Outlet | Bticino, Panasonic, Mk |
| 8. Lighting Fixture & Accessories | Philips, L&E, Delight, Osram |
| 9. Emergency Light & Exit sign | Safe Guard, EML, Delight, Dyno |
| 10. Conduit : Metal | Panasonic, Pat, TSP |
| 11. LV&HV Cable | Phelps Dodge, Bangkok Cable, Thai Yazaki |
| 12. Fire Alarm System | Edwards, Global Fire Equipment, Wizmart |
| 13. CCTV System | |
| - ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด | Interlogix, Pelco, Milesight, Panasonic |
| - ระบบเครือข่าย (Network) | Cisco, HP, Linksys, Zyxel, 3Onedata |
| - จอภาพ | DELL, HP, Lenovo, Sony, Samsung, LG |
| - เครื่องคอมพิวเตอร์ | DELL, HP, Lenovo |
| 14. Telephone System | |
| - ตู้รับรับโทรศัพท์ | Panasonic, Bticino, Mk |
| - เทอร์มินอลโทรศัพท์ | Link, Krone, Pouyet |
| 15. Network System | |
| - UTP CAT6A Cable | Comscope, Draka, Link, Furukawa |
| - CAT6A Outlet | Panasonic, Bticino, Link, Amp |
| 16. Access Control System | Interlogix, Andover, Hid, Soyal |
| 17. Grounding System | Erico, Cadweld, EXPO, Kumwell |
| 18. Fire Barrier | 3M, KBS, SIGNUM, GE |