



ศูนย์ออกแบบและให้คำปรึกษางานสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง
“แบบระบบวิศวกรรมไฟฟ้า”

โครงการออกแบบปรับปรุงอาคารโรงงานน้ำร้อง
นวัตกรรมวัสดุอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

จัดทำโดย

ศูนย์ออกแบบและให้คำปรึกษางานสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

- 1 ความต้องการทั่วไป
 - 1.1 ขอบเขตของงาน
 - 1.2 รายละเอียดติดตั้ง
 - 1.3 แบบติดตั้งจริง
 - 1.4 ป้ายชื่อ
 - 1.5 การทดสอบเครื่องและระบบ
 - 1.6 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่
 - 1.7 การส่งมอบ
 - 1.8 การรับประกัน
- 2 ระบบไฟฟ้าแรงสูง
 - 2.1 ความต้องการทั่วไป
 - 2.2 ความต้องการทางด้านเทคนิค
 - 2.3 การติดตั้ง
 - 2.4 การทดสอบ
- 3 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน
 - 3.1 ข้อกำหนดทั่วไป
 - 3.2 มาตรฐาน
 - 3.3 พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - 3.4 การติดตั้ง
 - 3.5 การทดสอบ
- 4 สายไฟฟ้าแรงต่ำ
 - 4.1 ความต้องการทั่วไป
 - 4.2 ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป
 - 4.3 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ
 - 4.4 ลักษณะและวิธีการติดตั้ง
 - 4.5 การทดสอบ
- 5 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
 - 5.1 ความต้องการทั่วไป
 - 5.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า
 - 5.3 กล่องต่อสาย
 - 5.4 WIRE WAY

5.5 CABLE LADDER หรือ CABLE TRAY

- 6 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า
- 7 แผงสวิตช์ย่อย (PanelBoard)
- 8 ระบบการต่อลงดิน
- 9 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน

สารบัญ (ต่อ)

- 10 โคมไฟฟ้าแสงสว่างป้ายทางออก
- 11 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
- 12 การทำสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
- 13 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- 14 ระบบโทรศัพท์
- 15 ระบบกล่องโทรศัพท์ผนังวงจรปิด
- 16 ระบบควบคุมการเข้าออก
- 17 ระบบคอมพิวเตอร์
- 18 ผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสาร
- 19 ระบบ Network (wireless access point)
- 20 ระบบจอภาพแสดงผลแบบดิจิตอลสำหรับห้องประชุม

1.ความต้องการทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ มาทำการติดตั้งตามแบบและรายการนี้ให้ครบถ้วน พร้อมทั้งทดลองจนเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้

2. ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณสื่อสารทั่วๆ ไปโดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบรายละเอียดนี้

3. ในกรณีที่รายการประกอบแบบขัดแย้งกับรูปแบบในพิมพ์เขียวให้ยึดถือข้อความในพิมพ์เขียวเป็นตัวหลักเท่านั้น

1.2 แบบรายละเอียดติดตั้ง (Shop Drawing)

ก่อนที่ผู้รับจ้างจะดำเนินการติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบที่แสดงรายละเอียดการติดตั้งวัสดุ และ/หรืออุปกรณ์นั้นๆ เสนอต่อวิศวกรเพื่อขอรับความเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง การดำเนินการติดตั้งใดๆ โดยที่ไม่มีแบบที่อนุมัติให้ใช้งานได้ หากปรากฏว่าการติดตั้งนั้นไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสมหรือบกพร่อง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการแก้ไข เปลี่ยนแปลง สิ่งที่ติดตั้งไปนั้นให้ถูกต้องเหมาะสม โดยที่จะคิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติมไม่ได้ แบบที่จะเสนอเพื่อขออนุมัติอย่างน้อยจะต้องจัดส่ง 2 ชุด และก่อนที่จะดำเนินการติดตั้ง 15 วัน

1.3 แบบติดตั้งจริง (As Built Drawing)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบติดตั้งจริงให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานงวดสุดท้ายโดยแบบติดตั้งจริงที่ส่งมอบดังกล่าวจะต้องเป็นแบบที่ถ่ายจากแบบต้นฉบับ ของผู้รับจ้างลงในกระดาษไข จำนวน 1 ชุด พร้อมแบบที่ถ่ายเป็นกระดาษพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด พร้อมแผ่น CD

1.4 ป้ายชื่อ

ตู้ทุกตู้ต้องมีป้ายเพื่อแสดงชื่อของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ หลอดไฟสัญญาณ สวิตช์ต่างๆ เครื่องวัดและอื่นๆ ต้องมีป้ายชื่อให้ครบ ป้ายชื่อให้ทำด้วยพลาสติกหรือแผ่นโลหะแกะสลัก 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. ค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.6 การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วันติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน หรือจนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วยตนเอง

1.7 การส่งมอบ

1. ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
2. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
3. รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ
 - ก. แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด และ CD ที่บรรจุแบบสร้างจริง จำนวน 2 ชุด
 - ข. แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด
 - ค. หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
 - ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้
 - จ. อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด
 - ฉ. หนังสือคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งระบบ จำนวน 4 ชุด
4. การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วย เจ้าของโครงการ หรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

1.8 การรับประกัน

1. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
2. หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่า ผู้รับจ้างจัดนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง หรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขให้ถูกต้องโดยทันที
3. ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างรับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า
4. ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

2.ระบบไฟฟ้าแรงสูง

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ทิวไปวัสดุ-อุปกรณ์สายไฟฟ้าแรงสูงและการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ
- 1.2 ขอบเขต
 - ก. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง 22 kV.3 เฟส 3สาย 50 Hz ซึ่ง เป็นจุดที่กำหนดไว้ในแบบ ตลอดจนอุปกรณ์ประกอบการเดินสายไฟฟ้าแรงสูง
 - ข. ผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้ดำเนินการติดต่อให้การไฟฟ้าฯในข้อ ก. และติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูงให้จน เป็นที่เรียบร้อย
 - ค. ค่าใช้จ่ายค่าธรรมเนียม ขยายเขต รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทั้งหมดของการไฟฟ้า เป็นความ รับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 2.1 สายไฟฟ้าแรงสูง 24 เควี.เดินลอยในอากาศตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยบนเสาไฟฟ้า โดยยึดกับลูก ถ้วยฉนวน (Insulator) บนเสาต้องเป็นชนิด Space Aerial Cable Aluminium Conductor Wire (SAC)ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 2.2 สายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดิน 24 เควี.ที่ใช้ร้อยในท่อ ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Cross - Linked Polyethylene (XLPE) ตามมาตรฐาน ICEA (Insulated Cable Engineers Association) หรือ IEC 60502-2

3. การติดตั้ง

- 3.1 สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยบนลูกถ้วยฉนวน ต้องยึดด้วยสวด Performed ที่ออกแบบ มาโดยเฉพาะ และลูกถ้วยฉนวนต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ
- 3.2 สายไฟฟ้าใต้ดินชนิดหุ้มฉนวน XLPE ต้องติดตั้งตามกำหนดดังนี้
 - ก. การตัดต่อหรือแยกสายให้กระทำภายใน Handhole หรือ Manhole เท่านั้น โดยการต่อ ตัวนำต้องใช้ปลอกชนิดใช้แรงกดอัดเท่านั้น (Compression Connector) แล้วพันหุ้มส่วน ตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit) ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำไว้
 - ข. ที่ปลายสายทั้งสองข้างที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นแทรกซึมเข้าสู่ ภายในสายโดยใช้ Termination Kit ที่เหมาะสม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4. การทดสอบ

ผู้รับจ้าง จะต้องทำการทดสอบสายไฟฟ้าแรงสูงที่ติดตั้งแล้วเสร็จ ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของ ฉนวนสายไฟฟ้า เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับก่อนดำเนินการจ่าย ไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายต่างๆ อยู่ในส่วนความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการสร้างคุณสมบัติ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดน้ำมัน (Oil Immersed Hermetically Sealed without Gas Cushion) ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน ตามมาตรฐานการไฟฟ้า ตามประเภท ขนาด และจำนวนที่ระบุในแบบ และข้อกำหนดนี้

2. มาตรฐาน (Standard)

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบ Oil Immersed Hermetically Sealed without Gas Cushion ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังนี้

- IEC 60076
- IEEE C 57.12
- TIS 384

Standard for Power Transformer ทั้งนี้ต้องเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าฯ ด้วยและบริษัทผู้ผลิตจะต้องได้รับการรับรองระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9000 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ) กระทรวงอุตสาหกรรม ISO 9001

3. พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า (Rating)

นอกจากจะได้ระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีพิกัดต่างๆ ดังนี้

- Type Oil Immersed Hermetically Sealed without Gas Cushion
- Rated Frequency 50 HZ
- Rated Capacity (KVA) ตามแบบกำหนด
- Cooling System ONAN
- Rated Primary Voltage ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือตามที่ระบุในแบบ
- Rated Secondary ตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือตามที่ระบุในแบบ
- Temperature Rise of Winding ไม่เกิน 55 °C
- Temperature Rise of Top Oil ไม่เกิน 50 °C
- HV No-Load Tap changer -4x2.5% ของแรงดันไฟเข้าสำหรับการไฟฟ้านครหลวง (กฟน)
หรือ ± 2x2.5% ของแรงดันไฟเข้า สำหรับ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ)
- Vector Group DYN 11
- Voltage Regulation (At 100% PF) ไม่เกิน 1.5 % ที่ Rated Capacity
- No-Load Loss ไม่เกิน 1800 W.
- Impedance Voltage 6% (At 75 °C)
- HV Rated Insulation Level Impulse Voltage (PEAK) 125 KV

4. การติดตั้ง

ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบหรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างและหรือผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าฯ

5. การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต และมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ผู้รับจ้างต้องรายงานผลการทดสอบดังกล่าวต่อการไฟฟ้าฯ และ ผู้ว่าจ้างและหรือผู้ควบคุมงาน เพื่อพิจารณาขออนุมัติติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างส่งหนังสือรับรองดังกล่าวให้ ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้า รวมทั้งตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง และมีการตรวจสอบโดยการไฟฟ้าฯ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

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

4.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. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ 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
ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงการจัดหา 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. จะต้องมีฉนวนหุ้มเป็นชั้นต่างๆ 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 หรือรายละเอียดอื่นๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

4 ลักษณะและวิธีการติดตั้ง

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

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

ความหนาของฉนวนสายไฟที่พันสายต้องเป็น 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 ต่างๆ 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. การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ 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 ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (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 ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอม ในทุกๆ กรณี

5.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ว วัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอม ในทุกๆ กรณี

5.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

5.อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดท้าวสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

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

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ 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 คอมพิวเตอร์ แสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling , Connector , Lock Nut , Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การตัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการตัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ 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 ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Elector-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อ หรือ อลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 3.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Elector-Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 3.3 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
- 3.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 3.5 การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

4. WIREWAY

- 4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างไม่เกิน 200 มิลลิเมตร และหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างเกิน 200 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิด ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ 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

6.แผนผังสวิตช์จ่ายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดในบทนี้ใช้เพื่อเป็นข้อกำหนดในการจัดทำแผนผังสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวม (Main Distribution Board)

1.2 แผนผังสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมเป็นชนิดที่ประกอบในประเทศ โดยผลิตหรือประกอบตามมาตรฐาน มอก.1436-2540

1.3 โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001:2000 และต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61439

1.4 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสำหรับ Feeder Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผนผังจ่ายไฟฟ้ารวมและ แผนผังจ่ายไฟฟ้าย่อย จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ส่วน Main Circuit Breaker และ TIE Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน ส่วน ATS อนุโลมให้ใช้ผลิตภัณฑ์อื่นที่แตกต่างกันได้

1.5 การแสดงพิกัดต่างๆ ของแผนผังสวิตช์ฯ จะต้องเป็นค่าที่อ้างอิงที่อุณหภูมิแวดล้อม 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

1.6 แผนผังสวิตช์ฯ จะต้องมีความสมบูรณ์ 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) และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ให้ ตัวแทนหรือวิศวกรของผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการสั่งซื้อหรือจัดทำ

1.8 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยกุญแจเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน ไชควงทุกขนาด Torque Wrench พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวทุกขนาด พร้อมกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือ ทั้งหมด

2. ลักษณะและการจัดทำแผนผังสวิตช์

2.1 แผนผังสวิตช์ชนิดติดตั้งผนัง

2.1.1 ลักษณะของแผนผังสวิตช์ต้องเป็นแบบยึดติดตั้งผนัง รูปแบบ 1 ตาม มอก.1436-2540 หรือตาม IEC 60439-1

2.1.2 ภายในแผนผังสวิตช์ฯ จะต้องถูกจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 2 ส่วน ดังนี้

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

2.1.3 แผงสวิตช์ ต้องมีโครงตู้ทำด้วยแผ่นเหล็กพับขึ้นรูปหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักเกลียว ฝาหน้าทำด้วยแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์ แต่ละด้านต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- บานประตูด้านหน้าต้องเป็นแบบเปิดได้ และใช้บานพับแบบซ่อน เปิด/ปิดโดยใช้กุญแจไข สามารถถอดบานประตูออกได้ง่าย และบานประตูต้องแข็งแรง ไม่บิดงอ ฝาตู้ทุกบานต้องมีสายดินบริภัณฑ์ โดยใช้สายทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงตู้

2.2 กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสี

2.2.1 ก่อนทำการพ่นสีรองพื้นต้องทำการขัดผิวโลหะให้เรียบร้อยปราศจากสนิม และทำการล้างไขมัน และน้ำมันออกจากผิวโลหะจนสะอาด

2.2.2 ต้องพ่นสีรองพื้นให้ทั่วทุกด้านโดยใช้สีชนิด Zine Phosphat หรือ Etching Primer

2.2.3 การพ่นสีชั้นนอก ให้ใช้สีชนิด Polyester Epoxy Powder พ่นด้วยกรรมวิธี Electrostatic และอบด้วยความร้อน

2.2.4 ให้ใช้สีเทา หรือสีอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ต้องส่งสีตัวอย่างขออนุมัติก่อนการจัดทำ

3. บัสบาร์

3.1 บัสบาร์ ต้องทำด้วยทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% สำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะหุ้มหรือเคลือบด้วยสารที่เป็นฉนวน (Synthetic Material) โดยพิถีพิถันการนำกระแสของบัสบาร์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN43671 ที่ Ambient Temperature 40C Conductor Temperature 65C

3.2 ที่รองรับและยึดบัสบาร์กับตู้ต้องทำจากฉนวน Epoxy Resin Bracket หรือ Fiber Glass Reinforce Polyester Bracket แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut โดยต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณ เพื่อแสดงความสามารถการทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร โดยไม่เกิดความเสียหายใดๆ

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

3.4 บัสบาร์ เมฆที่วางตามแนวนอนต้องมีความยาวตลอดเท่าความยาวของตู้

3.5 บัสบาร์สำหรับสายดิน ต้องต่อกับทุกตู้ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคง

4. CIRCUIT BREAKER

4.1 CIRCUIT BREAKER ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC

4.2 CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ภายใน SYSTEM เดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (TIME-CURRENT CURVE) สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATION) เพื่อให้ CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ใกล้จุด FAULT ทำงานตัดวงจรก่อน CIRCUIT BREAKER ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

4.3 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องใช้ระบบ SOLID STATE TRIP ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้ INSTANTANEOUS TRIP LONG TIME DELAY AND SHORT TIME DELAY SETTING และติดตั้งอุปกรณ์ AUTO RECLOSED SYSTEM

4.4 FEEDER และ SUB-FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE TYPE, PLUG ON TOGGLE OPERATING MECHANISM ทำงานด้วยระบบ TRIP FREE, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK พร้อม INDIVIDUAL THERMAL และ ELECTROMAGNETIC TRIP ขนาด CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT RATING ตามกำหนดในแบบ

5. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม

5.1 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น Control Wiring, Mimic Bus, Name Plate และอื่นๆ ตามข้อกำหนดในบท "เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า"

6. การติดตั้ง

6.1 ให้ติดตั้งตามจำนวน และตำแหน่งที่ระบุในแบบ หากเปลี่ยนแปลงจากแบบจะต้องได้รับความเห็นจากวิศวกรผู้ออกแบบเท่านั้น

6.2 ให้ยึดแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมติดกับฐานคอนกรีตด้วย Expansion Bolts

6.3 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องวางบนฐานคอนกรีต หนาอย่างน้อย 10 ซม. และฐานต้องยาวเกินกว่าแผงสวิตช์ประมาณข้างละ 10 ซม.

6.4 การเคลื่อนย้ายหรือการเก็บแผงสวิตช์จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อแผงสวิตช์

7. การทดสอบ

7.1 จะต้องได้รับการตรวจสอบ และทดสอบการทำงานโดยวิศวกรที่เป็นตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะนำเข้าติดตั้งในสถานที่ใช้งานอย่างน้อย ดังนี้

7.1.1 การตรวจ ทดสอบค่าความเป็นฉนวนทางไฟฟ้า

7.1.2 การตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า

7.1.3 การตรวจ ทดสอบวงจรควบคุม และอุปกรณ์เครื่องวัด

8. เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า

8.1 Instruments และ Metering

8.1.1 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.

8.1.2 Control Fuse : ฟิวส์สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC, DIN หรือ VDE ติดตั้งบนราง DIN ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA ที่ 380 V.

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

8.1.4 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 เพื่อแสดงค่าการวัดต่างๆ 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 ในการวิเคราะห์และแสดงค่าสถานะของระบบไฟฟ้าต่างๆอย่าง
น้อยดังนี้

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

8.1.5 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

8.1.6 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

8.2. Control Wiring

8.2.1 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

8.2.2 สายคอนโทรลที่ใช้เดินระหว่างตู้ที่ไม่ได้อยู่ติดกันให้ใช้สายชนิด Multi-Core Cable (CCV or Equal)

8.2.3 ต้นสายและปลายสายของสายคอนโทรลทุกเส้นต้องมีปลอกสวม และกำหนดหมายเลขเพื่อความสะดวกในการ ซ่อมบำรุง การยึดติดกับ Terminal Rail ต้องใช้หัวต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบ

8.2.4 การเข้าสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน (Terminal Rail) มีชื่อและหมายเลขแสดงอย่างชัดเจน

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

8.3 Terminal Rail

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

8.4 Symbols และ Mimic Diagram

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

8.5. Name Plate และป้ายเตือนต่างๆ

8.5.1 ทำด้วยพลาสติกสีขาวหรือสีดำ ตัวหนังสือแกะสลักบนแผ่นพลาสติก แล้วทาสีที่ตัวหนังสือเป็นสีดำหรือขาว เพื่อให้แตกต่างจากแผ่นพลาสติก ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 20 มม.

8.5.2 Mimic Diagram ให้ติดตั้งที่แผงจ่ายไฟฟ้าแรงสูง, MDP และ EDP เท่านั้น

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

8.5.4 ต้องจัดทำป้ายเตือนต่างๆ เช่น “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ตามมาตรฐาน วสท. การไฟฟ้านครหลวงหรือตามที่การ ไฟฟ้าภูมิภาคกำหนด

7.แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard)

1. แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว กำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
2. ความต้องการทางด้าน การออกแบบและการสร้าง
 - 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 มีประตูปิด-เปิด 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 การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือ Nameplate เป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ
 - ช. ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจรขนาดสาย 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

8.ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านหรืออุปกรณ์ที่เป็นโลหะและอาจมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ของระบบอื่นๆ เช่น โครงเหล็กกิลท์ ท่อน้ำ เป็นต้น ต้องต่อลงดินการต่อลงดินต้องเป็นไปตามแบบ และ / หรือ ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งของระบบการต่อลงดินต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ National Electrical Code ข้อ 250 และ / หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบสายดินที่เดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250 - 95 ของ National Electrical Code และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนกับสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย หรือแผงควบคุมอื่นๆ 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 การต่อเชื่อมจุดอื่นๆ ทั้งหมดของระบบการต่อลงดินต้องใช้วิธี Exothermic Weld โดยโลหะผสมที่ใช้เป็นสารสำหรับต่อเชื่อมต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการต่อเชื่อมของโลหะที่จุดนั้นๆ
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมนต้องต่อลงดินที่แท่งสายดินไม่น้อยกว่าสามจุดที่ตำแหน่งที่แตกต่างกันด้วย ด้วยสายดินขนาด 70 ตร.มม.
- ความต้านทานของระบบเมื่อเทียบกับความต้านทานของดินต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม กรณีความต้านทานของระบบมีค่าเกิน 5 โอห์ม ผู้รับจ้างต้องแก้ไขโดยเพิ่มแท่งสายดินจนทำให้ความต้านทานของระบบมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม

9. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

1. โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจรเมื่อการควบคุมประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
2. โคมไฟฟ้าให้ใช้หลอด LED 12 วัตต์ จำนวน 2 หลอด หรือตามระบุในแบบมี Diffuser เป็นกระจก และชนิด Remote Lamp ขนาด 2 x 12 W.
3. แบตเตอรี่ใช้ Ni-mh ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 4.0 ชั่วโมง โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่า 75% ของแรงดันปกติของ Battery โดยจะต้องมีกราฟแสดงเพื่อยืนยันการใช้งานจากบริษัทฯ ผู้ผลิตแบตเตอรี่เป็นสิ่งสำคัญ
4. ให้มี Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้
 - ก. สถานการณ์ประจุแบตเตอรี่ (Charge และ Full Charge)
 - ข. สถานะของ Input Line
5. ให้มี Test Button เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่และชุด Remote Lamp ต้องมี Remote Test Button และ Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการประจุแบตเตอรี่และ Input Line ด้วย
6. Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่ และอุปกรณ์ควบคุมเป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
7. การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

การทดสอบ

สำหรับโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินจะต้องทดลองจ่ายไฟ และจับเวลาให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ติดต่อกันไม่น้อยกว่าที่กำหนด และตรวจสอบการตัดไฟของระบบควบคุม เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกถึงค่าที่กำหนด

10. โคมไฟฟ้าแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT)

ตัวโคมให้พับขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็กชุบฟอสเฟสหรือ วิธีการอื่นที่เทียบเท่า หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. พ่นเคลือบด้วยสีอบ ความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสงแบบ PRISMATIC ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 ม. โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้าน ของตัวโคมทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ มีระบบไฟฟ้าสำรองจ่ายไฟฟ้าโดยแบตเตอรี่ชนิด Nickel Cadmium สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ LED 9w. ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และมีรายละเอียดทางด้านเทคนิคเหมือนโคมแสงสว่างฉุกเฉิน การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือตามความเหมาะสม ตามข้อกำหนดของ ว.ส.ท.

การทดสอบ

สำหรับโคมไฟแสงสว่างป้ายทางออกจะต้องทดลองจ่ายไฟ และจับเวลาให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ติดต่อกันไม่น้อยกว่าที่กำหนด และตรวจสอบการตัดไฟของระบบควบคุม เมื่อแรงดันไฟฟ้าตกถึงค่าที่กำหนด

11. สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ 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 การติดตั้งในผนัง 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 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางตัวรับเป็น 0.30 เมตร

3.7 ตัวรับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบตัวเสียบ (Plug) ให้ตามจำนวนตัวรับนั้นๆ

4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และตัวรับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะที่ทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

12.การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

ในผิวนานโลหะชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือการทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามียอดลอก ขูด ชีต รอยคราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดถู และทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อนต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือ กระจาดทรายขัดผิวนานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัสดุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวนานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไอ (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวนานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้น ตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

ข. ในกรณีที่ผิวนานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระจาดทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวด โดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมัน และฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระจาดทรายก่อน แล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่น ก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทำไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้

สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

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 ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ 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 :- ในกรณีที่มีข้อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสายไฟฟ้า, ฝากล่องต่อสายไฟฟ้า และภายในกล่องต่อสายไฟฟ้า

รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ๆ กับกล่องต่อแยกสาย

ที่ฝากล่องต่อแยกสายไฟฟ้า และกล่องดึงสายไฟฟ้าต้องมีอักษรสัญลักษณ์ของระบบ

ให้แสดงรหัสสีที่ BUS BAR และเลือกสีของสายไฟฟ้าแสดง PHASE ต่างๆ

กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่างๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางกำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
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
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SED	น้ำเงิน	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	น้ำตาล
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดการพลังงาน(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	-

13.ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบ Conventional System โดยผู้ควบคุมและอุปกรณ์ต้องได้การรับรองคุณภาพสินค้าจากสถาบัน 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 ซึ่งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ตู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel)
- ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)
- อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Devices)
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Devices)
- อุปกรณ์อื่นๆ 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 และมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมตั้งเป็นจังหวะ จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง (Local Silence) ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะติดค้างและเสียงสัญญาณจะเงียบลง พร้อมทั้งส่งสัญญาณไปที่ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)

สัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณโครงการ จะประกอบด้วยสัญญาณเสียง (Audible signal) และสัญญาณแสง (Visible signal) เมื่อกดปุ่ม Alarm Silence สัญญาณแจ้งเตือนจะหยุด หากระบบสามารถตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ในบริเวณอื่นๆ ในขณะที่ได้กดปุ่ม Alarm Silence ไปแล้วนั้น สัญญาณเสียงจะกลับมาดังขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ เช่น สายขาด, สายที่ต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอกรั่วลงดิน, Main Power Supply ชัดข้อง, แรงดันของแบตเตอรี่ต่ำ หรือ แบตเตอรี่หลุดออกจากชุดควบคุม รวมทั้งแผงวงจรควบคุมชำรุด ให้แสดงสัญญาณ Trouble เป็นไฟสีเหลืองกระพริบ พร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมตั้งเป็นจังหวะ 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
- สามารถโปรแกรมให้โซนใดๆ ทำงานเป็นแบบ Supervisory, Water Flow หรือ Monitor ได้
- การทำงานของปุ่มกดต่างๆบนแผงควบคุม
- ตู้ควบคุมสามารถยกเลิกการใช้งานโซนต่างๆ แต่ละโซนตรวจจับได้ชั่วคราว (Disable) ในกรณี que อุปกรณ์ในโซนนั้น 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 อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อน (Smoke And Heat Detector)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันและตรวจจับความร้อนภายในอุปกรณ์เดียวกัน ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีการตรวจจับควันแบบ Photoelectric หรือดีกว่า
- มีระบบ Self-Diagnostic
- มีการตรวจจับความร้อนแบบ Fixed Temperature 135°F และ Rate of rise 15°F/Minute
- สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสถึง 49 องศาเซลเซียส
- สามารถทำงานได้ในสภาพความชื้น 0%-95% RH
- ในสภาวะปกติหลอด LED จะกระพริบเพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน
- ในสภาวะ Alarm หลอด LED จะติดค้าง

- เชื่อมต่อ Remote LED ได้
 - ได้รับมาตรฐาน UL 268, FM, CSFM , MEA approved
- 4.3.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)
- 4.3.2.1 ชนิดที่มามีการทำงาน 2 ลักษณะคือ ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิน 15°F (8.3°C) ต่อนาที (Rate of Rise Temperature) เป็นแบบ self-restoring และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135°F (57°C) (Fixed Temperature) เป็นแบบ non-restorable
- 4.3.2.2 ชนิดที่ทำงานตามอุณหภูมิที่กำหนด 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)
- 4.4.1 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียงและแสง (Alarm Horns with Strobe Light)
- ทำงานที่ขนาดแรงดัน 24 Vdc
 - ความดังเสียง ไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ระยะห่าง 10 ฟุต
 - ความสว่างของแสง ไม่น้อยกว่า 75 Candela
- 4.5 อุปกรณ์อื่นๆ หากมีระบุในแบบนอกเหนือจากข้อกำหนดให้ผู้รับจ้างจัดหามาติดตั้งให้ระบบเกิดความสมบูรณ์ โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานร่วมกันได้เป็นอย่างดี
5. การติดตั้ง (Installation)
- 5.1 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า
- 5.2 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งตามมาตรฐาน NFPA 72 วสท. (ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้)
- 5.3 ตำแหน่งที่แน่นอนของ Detectors, Manual stations, Horns with Strobes และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง
6. การทดสอบระบบ
- การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 72 หรือตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาส่งมอบก่อนการทดสอบระบบ
7. การขออนุมัติ
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และ Catalogue ของอุปกรณ์ทุกชิ้นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดย Catalogue จะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการให้ใช้สีสะท้อนแสงแสดงให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง และจุดต่อสายทุกจุด ตลอดจนแนวท่อและจำนวนสายให้ชัดเจนเพื่อสะดวกแก่การบำรุงรักษาภายหลัง
8. การรับประกัน
- ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 365 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

14.ระบบโทรศัพท์

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วยกล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้นหรือแต่ละพื้นที่ (TELEPHONE TERMINAL CABINET) สายโทรศัพท์ รางเดินสาย ท่อร้อยสาย เต้ารับโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่ใช้ในระบบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นพร้อมทั้งเดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายหลัก ไปยังกล่องต่อสายโทรศัพท์และไปยังเต้ารับ ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในรายการนี้ และจะต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

2. คุณสมบัติเฉพาะ อุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

2.1 แผงกระจายสายหลัก (MDF)

เป็นแบบบรรจุในตัวทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ฟันสีและอบ มีฝาปิดแบบติดบานพับพร้อมกุญแจล็อกมีขนาดเพียงพอสำหรับติดตั้งคู่สายโทรศัพท์ภายในและคู่สายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยหรือตามระบุในแบบและจะต้องทำการต่อลงดินที่ตัวตู้

2.2 TERMINAL สำหรับต่อคู่สายโทรศัพท์

เป็นแบบ QUICK CONNECTING SCREWLESS TYPE โดยจะต้องมีเครื่องมือเข้าคู่สายโดยเฉพาะ TERMINAL ด้านที่รับคู่สายภายในและคู่สายองค์การโทรศัพท์ใช้ชนิด DISCONNECTING TYPE TERMINAL ด้านที่ต่อเข้ากับ PABX เป็นชนิด CONNECTING TYPE

2.3 กล่องต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น หรือแต่ละพื้นที่

จะมีลักษณะรายละเอียดคล้าย MDF แต่มีขนาดเล็กกว่าพร้อมขั้วคู่สายสำหรับติดตั้งสายโทรศัพท์

2.4 เต้ารับโทรศัพท์

เป็นแบบ MODULAR JACK ชนิด 4 ขั้วฝาครอบให้มีลักษณะแบบเดียวกับสวิทช์และเต้ารับไฟฟ้า

2.5 การเดินสาย

สำหรับระบบโทรศัพท์กำหนดให้เดินในท่อร้อยหรือรางเดินสายทั้งหมดการเดินสายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายหลักไปยังกล่องต่อสายประจำชั้นให้ใช้สาย TPEV. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. จำนวนคู่สายตามระบุในแบบ

สายโทรศัพท์จากกล่องต่อสายประจำชั้นหรือแต่ละพื้นที่ไปยังเต้ารับให้ใช้สาย TIEV. ขนาดตามระบุในแบบ หรืออย่างน้อยเป็นชนิด 4C-0.65 มม.

ที่แผงกระจายสายหลัก และกล่องต่อสายประจำชั้นจะต้องมี DIAGRAM แสดงคู่สายที่ใช้งาน และคู่สายสำรองติดตั้งอยู่ประจำแต่ละจุดและจะต้องมีแสดงอยู่ในแบบ AS-BUILT DRAWING ด้วย

2.7 การติดตั้งและการทดสอบระบบโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ

จะต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

2.8 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดการเตรียมการ เรื่องการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงการทำงานของระบบวิธีการใช้งาน และวิธีการบำรุงรักษาระบบ

15. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1. ระบบกล้องวงจรปิดจะต้องเป็นระบบ Network IP Camera การติดตั้งให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 1.2. การรับประกันสินค้า ในส่วนของกล้องและเครื่องบันทึกภาพ ต้องรับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 2 ปี
- 1.3. ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดส่วนกลางของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้เป็นอย่างดี
- 1.4. ผลิตภัณฑ์เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อนุมัติให้ใช้ในระบบกล้องวงจรปิด ได้แก่ยี่ห้อ DELL, HP, LENOVO หรือเทียบเท่า

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ สำหรับดูและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆ และติดตั้งตามที่แสดงในแบบ โดยที่วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV เป็นระบบ Network IP Camera ซึ่งระบบกล้องวงจรปิดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - กล้องชนิดมุมมองคงที่ รูปทรงโดม (Fixed Dome Camera)
 - เครื่องบันทึกภาพ (Network Video Recorder)
 - จอแสดงภาพ ขนาด 43 นิ้ว (Monitor 43")
 - เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer)
 - อุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Network System)
 - เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)
 - อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อความสมบูรณ์ของระบบ
- 2.2. ระบบจะต้องสามารถบันทึกภาพกล้องทั้งหมดที่ความละเอียดสูงสุดของกล้อง ได้อย่างน้อย 30 วินาที 25 fps หรือมากกว่า

3. วัสดุอุปกรณ์

3.1.1. กล้องชนิดมุมมองคงที่ รูปทรงโดม (Fixed Dome IP Camera)

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 3.1.1.1. มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
- 3.1.1.2. มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
- 3.1.1.3. ใช้เทคโนโลยี IR-Cut filter หรือ Infrared Cut-off Removable (ICR) สำหรับการบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืนโดยอัตโนมัติ
- 3.1.1.4. มีความไวแสงน้อยสุด ไม่มากกว่า 0.2 LUX สำหรับการแสดงภาพสี (Color) และไม่มากกว่า 0.03 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ (Black/White)
- 3.1.1.5. มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/3 นิ้ว
- 3.1.1.6. มีผลต่างค่าความยาวโฟกัสต่ำสุดกับค่าความยาวโฟกัสสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร
- 3.1.1.7. สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้

- 3.1.1.8. สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range) ได้
- 3.1.1.9. สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้อย่างน้อย 2 แหล่ง
- 3.1.1.10. ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- 3.1.1.11. สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย
- 3.1.1.12. สามารถใช้งานตามโปรโตคอล (Protocol) IPv4 และ IPv6 ได้
- 3.1.1.13. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
- 3.1.1.14. สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, HTTPS, “NTP หรือ SNTP”, SNMP , RTSP , IEEE802.1X ได้เป็นอย่างน้อย
- 3.1.1.15. มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MicroSD Card หรือ Mini SD Card
- 3.1.1.16. ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- 3.1.1.17. ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
- 3.1.1.18. ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
- 3.1.1.19. ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ
- 3.1.2. เครื่องบันทึกภาพ (Network Video Recorder)
 - จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - 3.1.2.1. เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) ยี่ห้อ DELL, HP, LENOVO หรือเทียบเท่า
 - 3.1.2.2. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 6 แกนหลัก (6 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.1 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
 - 3.1.2.3. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 3.1.2.4. สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5
 - 3.1.2.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 200 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการและโปรแกรมบริหารจัดการระบบโทรทัศน์วงจรปิด
 - 3.1.2.6. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SAS หรือ SATA ขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 16 TB
 - 3.1.2.7. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 3.1.2.8. มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย
 - 3.1.2.9. มีระบบปฏิบัติการ (Operating System) Microsoft Windows Server 2019 หรือดีกว่า
- 3.1.3. เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer)
 - มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 3.1.3.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกน (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz
- 3.1.3.2. หน่วยความจำหลัก (RAM) เป็นชนิด DDR4 หรือดีกว่ามีขนาดไม่น้อยกว่า 16GB
- 3.1.3.3. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลัก และมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2GB
- 3.1.3.4. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1TB หรือแบบ SSD ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวน 1 หน่วย
- 3.1.3.5. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.1.3.6. มีระบบปฏิบัติการ (Operating System) ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 3.1.4. จอแสดงผล ขนาด 43 นิ้ว (Monitor 43”)
 - จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - 3.1.4.1. จอภาพ ขนาด 43 นิ้ว หรือมากกว่า
 - 3.1.4.2. มีความละเอียดจอไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 Pixel
 - 3.1.4.3. มีช่องรับสัญญาณ ชนิด HDMI หรือดีกว่า
- 3.1.5. อุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Network System)
 - 3.1.5.1. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายขนาด 24 ช่อง แบบ POE
 - มีพอร์ต 100/1000 PoE จำนวนอย่างน้อย 24 พอร์ต
 - มีพอร์ตแบบ SFP/RJ45 จำนวนอย่างน้อย 2 พอร์ต
 - สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 370W
 - มี Switching Capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 52 Gbps
 - MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 8K
 - รองรับมาตรฐาน POE แบบ 802.3af และ 802.3at (POE+)
- 3.1.6. เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 2000VA จะต้องีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้
 - 3.1.6.1. ใช้เทคโนโลยีการแปลงไฟฟ้าแบบ Double Conversion
 - 3.1.6.2. มีหน้าจอ LCD แสดงการทำงานต่าง ๆ
 - 3.1.6.3. เป็นแบบติดตั้งใน Rack 19” มาตรฐานได้
 - 3.1.6.4. มี Output power factor ไม่น้อยกว่า 0.9

4. การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และ Catalog ของอุปกรณ์ทุกชิ้นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยจะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการให้ใช้สีสะท้อนแสง แสดงให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์ จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง และจุดต่อสายทุกจุด ตลอดจนแนวท่อและจำนวนสายให้ชัดเจนเพื่อสะดวกแก่การบำรุงรักษา ภายหลัง 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) หรือตาม

คำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ MEA ในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

6. การทดสอบระบบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการ และรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนด ทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

7. การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

16. ระบบควบคุมการเข้าออก

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่กำหนดในแบบหรือนอกเหนือจากแบบ เพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์
- 1.2. ผลิตภัณฑ์ที่อนุมัติให้ใช้ Interlogix, Andover, HID, Soyol

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 สำหรับการตั้งค่าต่างๆ
- 2.1.4 สามารถเชื่อมต่อแบบ TCP/IP หรือ RS-485

2.2 Door Lock

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

2.3 Exit Button / Remote Exit Button

เป็นปุ่มกดออกแบบไม่ต้องสัมผัส (Touchless) สำหรับระบบควบคุมการเข้าออก

2.4 Emergency Door Release

เมื่อกดแล้วสามารถรีเซ็ตให้กลับสู่สภาวะปกติได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใดๆ

2.5 บัตร (Proximity Card)

เป็นบัตรแบบ Proximity ใช้ความถี่ 125kHz ในการอ่านข้อมูลบัตร

3. การทดสอบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาให้ด้วย

4. การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ ๓ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 365 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

17. ระบบ NETWORK

ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของระบบสายสัญญาณ

1. แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) CAT 6

- 1.1 เป็น Patch Panel CAT6 ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801:2017, EN-50173-1, IEC 60603-7 เป็นอย่างน้อย
- 1.2 สามารถรองรับการใช้งาน 1000 BASE-T, 100 BASE-TX, 622Mbps, 1.2Gbps ATM, 4/16 Mbps Token Ring, POE, ISDN, VoIP, Digital and analog for data, video and audio application เป็นอย่างน้อย
- 1.3 Patch Panel เป็นแบบ PCB ใช้เทคโนโลยีลวดสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สาย ชนิดเข้าสายด้านหลัง แบบ 110 IDC และ KRONE
- 1.4 มีฝาปิดบริเวณด้านหลังเพิ่มความแข็งแรงของจุดต่อและป้องกันฝุ่น
- 1.5 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้
 - 1.5.1 มีค่า Insertion Loss ไม่เกิน 0.06 dB ที่ 100 MHz, ไม่เกิน 0.10dB ที่ 250 MHz
 - 1.5.2 มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 57.7 dB ที่ 100 MHz, ไม่น้อยกว่า 48.0dB ที่ 250 MHz
 - 1.5.3 มีค่า FEXT ไม่น้อยกว่า 48.8 dB ที่ 100 MHz, ไม่น้อยกว่า 40.3dB ที่ 250 MHz
 - 1.5.4 มีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 33.4 dB ที่ 100 MHz, ไม่น้อยกว่า 17.5dB ที่ 250 MHz
- 1.6 มีค่า Current Rating เท่ากับ 1.5 แอมป์ และมีค่า Contact Resistance เท่ากับ 20 มิลลิโห์ม
- 1.7 มีค่า DC Resistance เท่ากับ 0.1 โห์มและมีค่า Insulation Resistance เท่ากับ 500 เมกกะโห์ม
- 1.8 ผ่านการรับรอง RoHS และผ่านการรับรองจากสถาบัน Intertek Certification no. 104047595CRT
- 1.9 มีเอกสารรับรองจากสถาบัน UL listed file no. E196947
- 1.10 Jack Contacts ทำจาก Phosphor Bronze เคลือบทองหนา 50 micro-inches
- 1.11 Jack Housing ทำจาก ABS, UL94V-0
- 1.12 ชิ้นส่วน Panel ผลิตจากเหล็ก SPCC พ่นสีดำด้วยกระบวนการ powder coating น้ำหนักเบา และมีความหนา 1.6 มิลลิเมตร
- 1.13 สามารถเสียบปลั๊กเข้า-ออกได้ไม่น้อยกว่า 800 ครั้งและเข้าสายได้ไม่น้อยกว่า 200 ครั้ง
- 1.14 สามารถรับแรงดึง 89 N และรองรับการ Terminate สายตั้งแต่ขนาด 26-22 AWG
- 1.15 รองรับมาตรฐานการเข้าสาย ได้ทั้ง T568A และ T568B
- 1.16 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -40 ถึง +80 องศาเซลเซียส
- 1.17 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายทองแดงตีเกลียว UTP CAT6

2. สายสัญญาณ UTP CAT6

- 2.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว 4 คู่สายติดตั้งในอาคาร ชนิด UTP CAT6 (Unshielded Twisted Pair Category 6) เปลือกนอกเป็นชนิด LSZH (Low Smoke Zero Halogen) เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน และในเอกสารแสดงการทดสอบถึง 600 MHz
- 2.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล ได้แก่ ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801:2017, EN 50173-1 และต้องผ่านการรับรองประสิทธิภาพการเชื่อมต่อ Channel Test อย่างน้อย 6 รอยต่อ ตาม

- มาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D and ISO/IEC 11801-1 Category 6 โดยสถาบัน INTERTEK (ETL Verified) และ ผ่านมาตรฐาน RoHS Compliant ด้วย
- 2.3 สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้ง (Backbone) และแนวนอน (Horizontal) โดยต้องสามารถรองรับการใช้งาน 10/100/1000 Base-T, 2.5G/5G Base-T IEEE802.3bz และ 10G Base-T, IEEE 802.3 i/u/ab., IEEE 802.3af (PoE) / IEEE 802.3at (PoE+), HDBaseT2.0 เป็นอย่างน้อย
 - 2.4 มีตัวนำเป็นทองแดง 100% (Solid Bare Copper) ขนาด 23 AWG เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.57 mm มี Filler Slot ทำจากวัสดุ FRPE และออกแบบเป็น Cross Filler แยกสายนำสัญญาณทุกคู่สายออกจากกัน เพื่อป้องกันการรบกวนระหว่างคู่สาย โดยสายตัวนำตีเกลียวมีการแสดงสีตามมาตรฐานชัดเจน รวมถึงมีแถบสีของคู่สายนั้นๆปรากฏบนสายตัวนำสีขาวชัดเจนและมี Ripcord อยู่ใต้เปลือก Jacket เพื่อช่วยให้การลอกสายง่ายขึ้น
 - 2.5 เปลือกนอกเป็นสีขาวทำจากวัสดุ Lead Free, FR-LSZH ผ่านการรับรองความปลอดภัยตามมาตรฐาน IEC 60332-1-2:2014, IEC 61034-2:2013 และ IEC 60754-2:2011 โดยสถาบัน 3P (Third Party) หรือ Force (Delta) เป็นอย่างน้อย
 - 2.6 มีค่าความต้านทานของตัวนำ (DC Resistance) ไม่เกิน 6.658 โอห์ม ที่ระยะ 100 เมตร รวมถึงมีความแตกต่างของความเร็วในการส่งข้อมูลแต่ละคู่สายไม่เกิน 30 ns เพื่อการรับส่งสัญญาณข้อมูลที่ดี
 - 2.7 ในระยะสาย 100 เมตรต้องมีค่าลดทอนของสัญญาณไม่เกิน 54.5 dB ที่ความถี่ 600 MHz
3. **สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งได้ทั้ง ภายนอกและภายในอาคาร (Outdoor / Indoor) จำนวนที่จะใช้ 6 Core**
 - 3.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีคุณลักษณะพิเศษ สามารถติดตั้งได้ทั้งภายนอกอาคารและภายในอาคาร โดยถูกออกแบบให้เปลือกนอกมีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อม และเมื่อติดตั้งเข้าไปในอาคารก็ยังมีคุณลักษณะที่เปลือกนอก ไม่ลามไฟ และมีควันน้อยและควันไม่เป็นสารพิษตามมาตรฐานการป้องกันไฟของสากล (IEC) ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก.2165-2548 โดยต้องแนบสำเนาใบอนุญาตประกอบการพิจารณา
 - 3.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล ได้แก่ TIS 2165-2548, ANSI/TIA-568.3-D, ANSI/CEA696&596, ISO/IEC 11801, Telcordia (Bellcore) GR20 & GR409 และ RoHS Compliant
 - 3.3 สายใยแก้วนำแสงจะต้องได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (TIS 2165-2548) โดยต้องแนบสำเนาใบอนุญาต มอก.มาประกอบด้วย
 - 3.4 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน 6 Core
 - 3.5 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด SINGLEMODE โครงสร้าง SINGLE LOOSE TUBE โดยทำจากวัสดุ PBT และใส่สารภายในชนิด Thixotropic Jelly Compound เพื่อป้องกันความชื้น, มีวัสดุรับแรงดึง (Strength Member) ชนิด Water Blocking E-Glass Yarns ท่อหุ้มเพื่อใช้รับแรงดึง และมีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันน้ำซึมเข้าสาย, เปลือกนอก (JACKET) ทำด้วยวัสดุสังเคราะห์พิเศษ Polyethylene with FR-LSZH ความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 mm. และมี Rip Cord เพื่อช่วยในการลอกสายได้สะดวกและ
 - 3.6 มีคุณสมบัติ Geometrical Performance ดังนี้

- 3.6.1 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1310 nm ไม่เกิน 0.35 และ 0.33 dB/km
- 3.6.2 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1383 nm ไม่เกิน 0.35 และ 0.31 dB/km
- 3.6.3 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1550 nm ไม่เกิน 0.21 และ 0.19 dB/km
- 3.6.4 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1625 nm ไม่เกิน 0.23 และ 0.20 dB/km
- 3.6.5 มีค่า Cladding Non-circularity ไม่เกิน 0.7 %
- 3.6.6 มีค่า Core/Cladding Concentricity error ไม่เกิน 0.5 μm
- 3.6.7 มีค่า Coating/Cladding Concentricity error ไม่เกิน 12 μm
- 3.6.8 มีค่า Coating Diameter, Primary ไม่เกิน $242 \pm 5 \mu\text{m}$
- 3.6.9 มีค่า Coating Diameter, Secondary ไม่เกิน $250 \pm 5 \mu\text{m}$
- 3.6.10 มีค่า Proof Test Stress เท่ากับ 100 Kpsi
- 3.6.11 มีค่า Group Refractive index ที่ความยาวคลื่น 1310 nm เท่ากับ 1.4676
- 3.6.12 มีค่า Group Refractive index ที่ความยาวคลื่น 1550 nm เท่ากับ 1.4682
- 3.7 สามารถรับแรงดึงขณะติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1,200 N และขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 600N และสามารถทนต่อแรงกดทับได้ไม่น้อยกว่า 1,500 N/10 cm โดยมี Maximum Span Length (Sag 1.0%) ที่ 80 m.
- 3.8 มี Cable Diameter ไม่เกิน 9.8 mm
- 3.9 มีรัศมีการโค้งงอของสายขณะติดตั้งไม่เกิน 15 เท่า และขณะใช้งานไม่เกิน 10 เท่า
- 3.10 สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน, ขณะติดตั้งตั้งแต่ -40°C ถึง 70°C และขณะเก็บรักษาตั้งแต่ -40°C ถึง 75°C
- 3.11 มีรหัสสีบอก Fiber และ Loose tube ตามมาตรฐาน TIA/EIA-598-C เพื่อสะดวกในการเรียงสาย

4. ตู้แร็ค 19 นิ้ว (19" RACK CABINET) ขนาด 27U

- 4.1 เป็นตู้แร็ค 19 นิ้ว ตั้งพื้น สำหรับใส่แผงกระจายสายสัญญาณ (Patch Panel) และ อุปกรณ์เน็ตเวิร์ค (Networking) และคอมพิวเตอร์ ขนาดความสูง 27 U (139 ซม.) หน้ากว้าง 60 ซม. ความลึก ไม่น้อยกว่า 60 ซม.
- 4.2 ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA-310-D (Rev. of EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC60297-2, BS 5954: Part 2 และ DIN 41494 เป็นอย่างน้อย
- 4.3 ตู้ออกแบบเป็นระบบ Modular Knock Down และสามารถถอดประกอบในการติดตั้งและสะดวกในการขนส่ง
- 4.4 โครงสร้างของตัวตู้ออกแบบการยึดโครงตู้ด้วยระบบลิ้ม (เพิ่มความแข็งแรงและทนทาน) และตัวฐานของตู้ ต้องผลิตจากเหล็ก Electro Galvanize Sheet Steel หนาไม่น้อยกว่า 1.5 mm และเสายึดอุปกรณ์ผลิตจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.0mm

- 4.5 ประตูหน้าแบบ ACYLIC สีขาว หนา 5 มม. มีขอบประตูฝั่งครึ่งข้างสีเทา ป้องกันทั้งบาน แบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น
- 4.6 ประตูหลังเป็นประตูเหล็ก มีช่องระบายอากาศด้านล่าง เจาะรูพร้อมแผ่นกรองฝุ่น ที่สามารถถอดทำความสะอาดได้ ด้านในประตูหลังมีโครงเหล็กกว้าง 70 mm. ยึดฝาประตูเป็นรูปตัว T เพื่อป้องกันประตูพริ้ว และบานพับประตูต้องผลิตด้วยวัสดุพลาสติก ABS เหนียวพิเศษ ไม่ขึ้นสนิมและไม่มีเสียงเวลาเปิด-ปิด มีกุญแจ Master Key แบบ Cam Lock และป้มจมฝังเสมอหน้าตู้
- 4.7 ฐานตู้มีขนาดเท่ากับตัวตู้ มีบานสไลด์ (Shutter) พร้อมพองน้ำสีเทาบริเวณที่ร้อยสายสัญญาณเพื่อป้องกันสัตว์เลื้อคลอดเข้าไปในตู้ขาตั้งสามารถปรับขึ้น – ลงได้ โดยฐานขาตั้งทั้ง 4 ขา ทำจากวัสดุ ABS สีดำ เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต และป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้าลงพื้น ออกแบบให้ปรับเอียงความลาดชันได้โดยอิสระ 180 องศา เพื่อรองรับแรงสั่นสะเทือน
- 4.8 ลูกล้อทำจากวัสดุ Nylon Six สีดำ และหมุนได้ 360 องศา สามารถรองรับน้ำหนัก Static load ได้ 150 kgs/ล้อ
- 4.9 ใช้กระบวนการพ่นสีและอบสี Electro Static Powder Coating สี New Shine Two Tone (ขาวเทา-เทาเข้ม) ตามมาตรฐานสากล ASTM-D3363 หรือ ASTM-D3359 หรือ ASTM-D522.
- 4.10 เสายึดอุปกรณ์จะต้องมีหมายเลข U สกรีนบนเสาทุกเสา และต้องแถมชุดสกรู M6 ตัวผู้และตัวเมีย สีเงินเงา พร้อมแหวนรองและพลาสติกครอบสกรูครบชุด เท่ากับจำนวน U ของ RACK (ส่งมอบพร้อมกับตู้แร็ค 19 นิ้ว)
- 4.11 มีการติดตั้งรางไฟไม่น้อยกว่า 10 ช่อง และมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.12 ตู้มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ตลอดสัมนิอย่างน้อย 30 ปี

5. เตา์รับสายสัญญาณตัวเมีย (RJ 45 MODULAR JACK CAT 6)

1. เป็นเตา์รับสายสัญญาณตัวเมียแบบ RJ 45 MODULAR JACK CAT 6
2. สามารถรองรับขนาดสายทองแดงได้ตั้งแต่ 26 AWG ถึง 22 AWG
3. มี CYCLES QUANTITY ไม่น้อยกว่า 750 ครั้ง สำหรับหัวต่อ RJ45
4. ด้านหลังของ MODULAR JACK มี CODE สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B เพื่อสะดวกในการติดตั้ง
5. CONTACT PIN ด้านหน้าผลิตจาก PHOSPHOR BRONZE ชุบ NICKEL หนา 50-60 micro inch และเคลือบด้วยทองหนา 50 micro inch
6. ผลิตจากวัสดุ HIGH IMPACT THERMO PLASTIC NO FIRE PROPAGATION ตามมาตรฐาน UL 94V-0 เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

6. อุปกรณ์สลับสัญญาณ 24 Port มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 1.1 เป็น L2 Managed Gigabit PoE Switch จำนวน 24 พอร์ต โดยเป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบบริหารจัดการได้ ที่มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2
- 1.2 อุปกรณ์ต้องรองรับการทำงานบนมาตรฐาน IEEE ดังต่อไปนี้ IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z, IEEE 802.3x, IEEE 802.3af/at, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3az, IEEE

802.1q, IEEE 802.1d, IEEE 802.1w, IEEE 802.1p, IEEE 802.1x และ IEEE 802.1ab เป็นอย่างน้อย

- 1.3 มีพอร์ตใช้งานเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ ผ่านสาย UTP แบบ 10/100/1000Base-T จำนวน 24 พอร์ต โดยรองรับ Auto MDI/MDI-X และแต่ละพอร์ตสามารถจ่ายไฟ (PoE) ได้ รองรับการทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.3af/at โดยแต่ละพอร์ตสามารถจ่ายไฟได้สูงสุด 30W
- 1.4 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายผ่าน Fiber Optic (SFP Port) แบบ Gigabit SFP port จำนวน 2 พอร์ต
- 1.5 อุปกรณ์มีขนาด Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 52Gbps และขนาด Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 38.69Mpps
- 1.6 อุปกรณ์สามารถรองรับจำนวน Mac address ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 Mac address
- 1.7 อุปกรณ์รองรับการบริหารจัดการผ่านทาง Web interface (GUI) ได้
- 1.8 อุปกรณ์รองรับ Protocol แบบ IPv4 เป็นอย่างน้อย
- 1.9 อุปกรณ์มีไฟ LED แสดงสถานะของการทำงานได้แก่ PWR, ALM, POST, 1000/PoE, LNK/ACT
- 1.10 อุปกรณ์มีความสามารถในการจ่ายไฟ รวมไม่น้อยกว่า 330 วัตต์
- 1.11 อุปกรณ์มีฟีเจอร์ PoE/PoE+ โดยรองรับการทำงานต่างๆ ได้แก่ PoE Scheduling, PD Alive Check, PoE Power on/off, PoE Priority, Power budget control per system, Power budget control per port และ Power delay เป็นอย่างน้อย
- 1.12 ความต้องการด้านไฟฟ้าของอุปกรณ์ (Power Requirements) 100-240 VAC, 50/60Hz
- 1.13 รองรับอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating Temperature) ที่ 0°C ถึง 50°C และความชื้นสัมพัทธ์ (Operating Humidity) ที่ 5% ถึง 95% หรือดีกว่า
- 1.14 ผ่านมาตรฐานความปลอดภัยและการแพร่กระจายสนามแม่เหล็ก FCC และ CE
- 1.15 อุปกรณ์ต้องได้รับการทดสอบ RFC 2544 และมีรายงานของผลการทดสอบ RFC 2544 ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบ Throughput, Latency และ Frame Loss เป็นอย่างน้อย โดยรายงานผลการทดสอบดังกล่าวต้องออกโดยผู้ผลิต มีรายละเอียดของการทดสอบดังนี้
 - 1.15.1 การทดสอบ Throughput ด้วย Frame ขนาด 1518 Bytes ของอุปกรณ์ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 980Mbps
 - 1.15.2 การทดสอบ Latency ด้วย Frame ขนาด 1518 Bytes ของอุปกรณ์ต้องมีค่าไม่เกิน 100µs
 - 1.15.3 การทดสอบ Frame Loss ด้วย Frame ขนาด 1518 Bytes ของอุปกรณ์ต้องมีค่าไม่เกิน 0.1%

18.ผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและสื่อสาร

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดกับรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ในแบบหรือข้อกำหนด

1. Distribution Transformer Oil Immersed Type Ekarat, TiraThai, charonechai
2. Low Voltage Main Distribution Board Manufacturer Avatar, Asefa, TIC, Siam3E,SQD
3. Low Voltage Circuit Breaker: Molded Case CB ABB, Schneider, Siemens
4. Digital meter Ampimeter, Siemens, Schneider, Crompton
5. Panelboard : Miniature CB ABB, Schneider, Siemens, Bticino
6. Lighting Fixture & Accessories Philips, L&E, Delight
7. Emergency Light & Exit Sign L&E, Delight, Dyno
8. Battery Panasonic, GS, Yuasa
9. Conduit : Metal Panasonic, PAT
10. Conduit Fitting Steel City หรือเทียบเท่า
11. LV&HV Cable Phelps Dodge, Bangkok Cable, Thai Yazaki, MAX-FOH
12. Wireway & Trunking Asefa, UI
13. Switch and Outlet Panasonic, Bticino, Schneider
14. Grounding System Erico, Cadweld, EXPO, Kumwell
15. Fire Alarm Edwards(EST), Bosch, Siemens
16. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) APC, Vertiv, CyberPower
17. ระบบควบคุมการเข้าออก Interlogix, Andover, Soyal, HID
18. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด Axis, Interlogix, Pelco, Milesight, HIK Vision, Panasonic
19. เครื่องคอมพิวเตอร์ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด Dell, Hp, Lenovo
20. จอภาพที่อนุมัติให้ใช้ในระบบกล้องวงจรปิด Panasonic, Sony, Samsung, LG
21. ระบบคอมพิวเตอร์
อุปกรณ์เครือข่ายหลักและอุปกรณ์สลับสัญญาณ (Switch) : CISCO, ALLIED, JUNIPER หรือเทียบเท่าอุปกรณ์ของ ม.ช. ที่มีอยู่เดิม
Rack 19”GERMANY EXPORT RACK Amp, Acs, Link, Solidtech
Fiber Optic Cable Comscope, Draka, Link
UTP CAT6 Cable Comscope, Draka, Link
Computer Outlet Panasonic, Bticino, Link
22. ระบบโทรศัพท์
Telephone Terminal พร้อมอุปกรณ์ล่อฟ้า Link, Krone, Pouyet
Telephone Outlet Link, Panasonic, Bticino

19.ระบบ NETWORK (wireless access point)

อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย wireless access point มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 6.1 สามารถกำหนดเปลี่ยนแปลงค่าของระบบ (Configuration) ผ่านอุปกรณ์ควบคุมระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Controller) กลางของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้
- 6.2 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 a/b/g/n/ac/ax
- 6.3 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz, 5 GHz และ BLE ได้
- 6.4 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz มีกำลังขยาย (Gain) อย่างน้อย 3 dBi และสำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz มีกำลังขยาย (Gain) อย่างน้อย 4 dBi
- 6.5 สามารถส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 4x4 MU-MIMO with four spatial streams และ OFDMA ได้ โดยมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด PHY data rates (2.4 GHz + 5 GHz) ได้ไม่น้อยกว่า 5.38 Gbps
- 6.6 มีพอร์ต 1000/2500Mbps PoE+ (RJ-45) อย่างน้อย 1 พอร์ต ที่สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3af และ IEEE802.3at ได้
- 6.7 สนับสนุนความปลอดภัยของระบบเครือข่ายไร้สายแบบ 802.11i, Wi-Fi Protected Access 3 (WPA3), Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2), WPA, 802.1X, Advanced Encryption Standard (AES)
- 6.8 มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ ได้แก่ boot loader status, association status, operating status เป็นอย่างน้อย
- 6.9 มีพอร์ต Console แบบ RJ45 และ USB อย่างละ 1 พอร์ต ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ไข Configuration ในแบบ command line interface ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ management software ช่วย

20. ระบบจอภาพแสดงผลแบบดิจิตอลสำหรับห้องประชุม จำนวน 3 ชุด สำหรับติดตั้งในห้องประชุม จำนวน 3 ห้อง

โดยมีคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

1. จอแสดงผลมัลติมีเดียแบบสัมผัส ขนาด 74.5 นิ้ว พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 จอ
 - 1.1 เป็นจอภาพแสดงผลขนาดของจอภาพไม่น้อยกว่า 74.5 นิ้ว วัดตามแนวเส้นทแยงมุม
 - 1.2 ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution) 3,840 x 2,160 pixel (4K) หรือดีกว่า
 - 1.3 ความสว่างของจอภาพ (Brightness) ไม่น้อยกว่า 350 cd/m² (without glass)
 - 1.4 ความเร็วในการตอบสนองภาพ (Response Time) 8ms (G to G) หรือน้อยกว่า
 - 1.5 ลำโพง Built in แบบ สเตอริโอ มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 10W x 2
 - 1.6 มีเทคโนโลยีระบบสัมผัสแบบ Touch overlay(IR) หรือดีกว่า
 - 1.7 มีความแข็งแรงแบบ Heat semi-strengthened glass
 - 1.8 รองรับการขีดเขียนบนจอด้วยขนาดของวัตถุ 2mm/4mm/8mm/50mm (รวมถึงมี function Brush mode : Dynamic object recognition)
 - 1.9 จอภาพรองรับการเขียนได้พร้อมกัน อย่างน้อย 4 drawing (Internal) หรือ 20 drawing (External) เป็นอย่างน้อย
 - 1.10 มีปากกาหรือ stylus สำหรับเขียนหน้าจอแบบ Passive Pen (ไม่มี Battery และ ไม่จำเป็นต้องชาร์จไฟ) มาพร้อมกับจอภาพ เป็นยี่ห้อเดียวกับ brand ผู้ผลิต
 - 1.11 มีช่องต่อสัญญาณเข้าอย่างน้อยดังนี้
 - 1.11.1 ช่องต่อสัญญาณเข้า HDMI IN ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 1.11.2 ช่องเสียบ USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 1.11.3 ช่องต่อ OPS I/F สำหรับกับ computer ภายนอกแบบ slide in แนบกับตัวจอ
 - 1.12 มีช่องต่อสัญญาณออกอย่างน้อยดังนี้
 - 1.12.1 ช่อง USB Touch out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 1.12.2 ช่องต่อสัญญาณออก stereo mini jack ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 1.13 มีช่องสัญญาณ RS232C thru stereo jack, RJ45
 - 1.14 จอภาพมี Chipset หน่วยประมวลผลในจอภาพไม่ใช้การนำคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กมาประกอบติดตั้ง
 - 1.14.1 มี CPU Quad ความเร็วไม่น้อยกว่า 1.7 GHz
 - 1.14.2 มีระบบการแสดงผลภาพที่รองรับระบบ MaliG51 MP4@760MHz หรือดีกว่า
 - 1.14.3 มีหน่วยความจำการเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 1.14.4 มีระบบปฏิบัติการในตัวจอ VDLinux หรือ Tizen หรือ WebOS หรือดีกว่า

1.15 รับประกันไม่น้อยกว่า 3 ปี

2. กล้องวิดีโอสำหรับการประชุม จำนวน 1 เครื่อง

2.1 กล้องที่เสนอต้องสามารถใช้ร่วมกับระบบสื่อสารทางไกล (Video Conference) ความละเอียดมาตรฐาน 1080p (Full HD) และ ต้องสามารถรองรับความละเอียดได้ถึง 4K (Ultra HD Video)

2.2 องศารับภาพ 90 องศา

2.3 พร้อมคุณสมบัติ Automatic Camera Framing ช่วยจับภาพผู้ใช้ให้อยู่ตรงกลางตลอดเวลา

2.4 มีไมโครโฟนและลำโพงติดตั้งในตัว พร้อมฟีเจอร์ NoiseBlockAI และ Acoustic Fence สำหรับตัดเสียงรบกวนจากภายนอก

2.5 มีแผ่นปิดหน้ากล้องด้วยมือ ลดปัญหาการเปิดกล้องโดยไม่ได้ตั้งใจ

2.6 มีที่หนีบหน้าจอมาให้ เลือกติดตั้งกล้องได้ตามสะดวก

2.7 ใช้งานง่ายด้วยการเชื่อมต่อ USB แบบ Plug and Play

2.8 รับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

3. ชุดลำโพงและไมโครโฟนสำหรับการประชุมทางไกล จำนวน 1 ชุด

3.1. รองรับการรับส่งสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า USB 2.0, Bluetooth, Audio Input (RCA), Audio Output (RCA), External Speaker (RCA)

3.2 ใช้งานได้ทั้ง Windows และ mac

3.3 มีฟังก์ชันแนะนำการใช้งาน หรือติดตั้งด้วยเสียงเป็นภาษาอังกฤษได้เป็นอย่างดี

3.4 มีระบบประมวลผล ไม่น้อยกว่า Adaptive echo canceller, Noise reduction, Automatic gain control, Dereverberation, Automatic audio tuning

3.5 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

4. ชุดไมโครโฟนเสริมสำหรับการประชุมทางไกล จำนวน 3 อัน

4.1 เป็นไมโครโฟนสายสำหรับต่อพ่วงใช้งานกับ YVC-1000

4.2 มีไมโครโฟนภายใน แบบ Unidirectional

4.3 มีช่อง Input terminal และ Output terminal สำหรับเชื่อมต่อไมโครโฟน

4.4 มีปุ่มสำหรับ ปิด-เปิดไมโครโฟน พร้อมไฟแสดงสถานะ

4.5 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

5. เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก พร้อมเมาส์ และ คีย์บอร์ดไร้สาย จำนวน 1 ชุด

- 5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รุ่น core i3 หรือดีกว่า มีแกนประมวลผลรวมไม่ต่ำกว่า 6 แกน ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่ต่ำกว่า 4.50 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 5.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำชนิดแบบ (Cache) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 MB
- 5.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยประมวลผลภาพ UHD Graphic หรือดีกว่า
- 5.4 ตัวเครื่องติดตั้งหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4ระดับความเร็ว 3200MHz หรือดีกว่า ความจุไม่น้อยกว่า 8 GB
- 5.5 มีหน่วยเก็บข้อมูลแบบ Solid Stage Drive (SSD) แบบ ความจุไม่น้อยกว่า 240 GB
- 5.6 มีพอร์ตเชื่อมต่อเครือข่ายแบบRJ-45 รองรับความเร็ว 10/100/1000/2500 Mbps อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 5.7 มีแผงวงจรรองรับการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายแบบ Wireless LAN ที่มีมาตรฐาน Wi-Fi 6E หรือดีกว่า
- 5.8 สามารถรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายแบบ Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า
- 5.9 มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ดังนี้
 - 5.9.1 ชนิด Thunder bolt 4 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.9.2 ชนิด USB Type-A 3.2 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.9.3 ช่อง Audio 3.5mm Stereo headset จำนวน 1 ช่อง
 - 5.9.4 ช่อง HDMI 2.1 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.10 มีชุดเมาส์และ คีย์บอร์ดไร้สาย สำหรับใช้งานกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด
- 5.11 รับประกันไม่น้อยกว่า 3 ปี

6. การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ตามวิธีการ การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาให้ด้วย