รายละเอียดประกอบแบบก่อสร้าง

ระบบไฟฟ้า

สารบัญ

1 ความต้องการทั่วไป
2 บัสเวย์ (BUSWAY)
3 สายไฟฟ้าแรงต่ำ
4 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
5 แผงเมนสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ
6 แผงสวิตซ์ย่อย (Panelboard)
7 อุปกรณ์ป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า
8 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)
9 สวิตซ์และเต้ารับไฟฟ้า
10 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี
11 ผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ขอบเขตของงาน

1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้าตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ มาทำการติดตั้งตามแบบและรายการนี้ให้ครบถ้วน พร้อมทั้งทดลองจนเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้
2. กรณีมีความขัดแย้งในแบบให้ยึดถือลำดับความสำคัญตามนี้
   2.1 แบบรูปรายการ
   2.2 รายการประกอบแบบ
   2.3 รายละเอียดใน BOQ.

1.2 แบบรายละเอียดติดตั้ง (Shop Drawing)

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

1.3 ป้ายชื่อ

ตู้ทุกตู้ต้องมีป้ายเพื่อแสดงชื่อของอุปกรณ์และการใช้งาน โดยใช้ ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ หลอดไฟสัญญาณ สวิทช์ต่าง ๆ เครื่องวัดและอื่น ๆ ต้องมีป้ายชื่อให้ครบ ป้ายชื่อให้ทำด้วยพลาสติกหรือแผ่นโลหะแกะสลัก ซึ่งเห็นตัวอักษรชัด ยึดติดกับตู้อย่างถาวร

1.4 การทดสอบเครื่องและระบบ

1. ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบรวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (Operation Manual) เสนอผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 วัน
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด
3. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการและ/หรือวิศวกรอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

1.5 การส่งมอบ

1. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
2. รายการสิ่งของต่างๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ
   ก. แบบสร้างจริงต้นฉบับ จำนวน 3 ชุด
   ข. FLASH DRIVE ที่บรรจุแบบสร้างจริง จำนวน 3 ชุด

1.6 การรับประกัน

1. หากมีได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
2. หากเจ้าของโครงการตรวจพบว่า ผู้รับจ้างจัดนำวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง หรือมีคุณภาพต่ำกว่าข้อกำหนดมาติดตั้ง ตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้อง หรือไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องโดยทันที
3. ในกรณีที่เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างรับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเช่นเดิมโดยมิชักช้า

2 บัสเวย์ (BUSWAY)

1. ความต้องการทั่วไป
    1.1 Busway ตามข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมทั้ง Feeder Busway และ Plug-in Busway ซึ่งผลิตและรับรองตามมาตรฐาน UL857 หรือ IEC61439-6 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า และมีเอกสารการรับรองทดสอบจากสถาบันกลางที่ 3 ที่เชื่อถือได้ เช่น UL, KEMA, ASTA หรือสถาบันกลางอื่นๆ
    1.2 ผลิตภัณฑ์ Busway ที่ติดตั้งในโครงการต้องรับประกันอย่างน้อย 5 ปี

2. ข้อมูลทางเทคนิค
    2.1 Busway เป็นชนิด Totally Enclosed Rating Current ตามกำหนดในแบบสามารถทน Short Circuit Current ได้ไม่ต่ำกว่า 25 KA สำหรับพิกัดกระแสไม่เกิน 800 แอมป์ และไม่ต่ำกว่า 36 KA สำหรับพิกัดกระแสตั้งแต่ 1000 แอมป์ขึ้นไปที่ Rating Voltage 415V/240V, 3 Phase, 4 Wire, 50 Hz.
    2.2 ตัวนำไฟฟ้าเป็นอลูมิเนียมตามทีระบุในแบบ โดยมีฉนวนชนิด Class B 130C
    2.3 อุณหภูมิสูงสุดที่จุดใด ๆ ของ Busway จะต้องถูกทดสอบในเรื่อง Temperature Rise ตามหัวข้อ 10.10 อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC61439-6 และจุดสัมผัสหรือจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้า ต้องอาบด้วยโลหะดีบุก (Tin Plated)
    2.4 Housing ของ Busway System ต้องเป็นชนิด Extruded Aluminum เพื่อป้องกันสนิม
    2.5 จุดเชื่อมหรือรอยต่อของบัสเวย์ (Joint) เป็นชนิด Bolt Type แบบ Double Head Bolt
    2.6 Ground Conductor ของ Busway เป็นชนิด Integral Ground Bus มี Amperecity Rating ไม่น้อยกว่า 50% ของ Phase Conductor
    2.7 Busway ส่วนที่เป็น Feeder วิ่งจากห้องเครื่องไฟฟ้าไปยังชาฟท์ไฟฟ้า ให้เป็นแบบ Feeder Type Busway
    2.8 Busway ส่วนที่เดินภายในชาฟท์ไฟฟ้าจ่ายไฟให้แผงไฟฟ้าต่างๆ ต้องเป็น Plug-In Type Busway จะต้องมี Plug Opening หรือ Plug outlet สำหรับ Plug-In Unit ไม่น้อยกว่า 2 ชุดต่อความยาวมาตรฐานท่อนละ 3 เมตร
    2.9 Plug-In unit (ถ้ามี) ต้องเป็นแบบ Circuit Breaker Type มี Interrupting Capacity ตามที่ระบุในแบบ และ Operating Handle ต้องแสดงตำแหน่งชัดเจนให้รู้ว่าอยู่ในตำแหน่ง On หรือ Off หรือ Trip
    2.10 ตัว Plug-In Unit ต้องมี Mechanical Interlock กับ Housing ของ Busway เพื่อทำให้ไม่สามารถถอดหรือเสียบตัว Plug-In Unit กับ Busway ได้ หากตัว Plug-In สับอยู่ในตำแหน่ง On

2.11 ตัว Plug-In Unit ต้องมี Interlock กับฝาเพื่อทำให้ไม่สามารถเปิดฝาได้ หากตัว Plug-In สับอยู่ในตำแหน่ง On

2.12 Operating Handle ของตัว Plug-In Unit ต้องมี Mechanism ที่สามารถทำงานในการสับหรือปลดได้ตลอดเวลา

3. การติดตั้ง

3.1 อุปกรณ์จับยึด Busway ในแนวนอนต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยระยะห่างระหว่างจุดจับยึดต้องไม่เกิน 1.5 เมตร หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.2 Busway ที่ติดตั้งในแนวดิ่งต้องใช้อุปกรณ์จับยึดแบบมี Spring (Vertical Spring Hanger) หรือตามที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ

3.3 Busway ต้องมี Protection Class ไม่ต่ำกว่า IP55 สำหรับการใช้งานภายในอาคาร และไม่ต่ำกว่า IP68 สำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร

3.4 ต้องมี Expansion Joint ตามความจำเป็นและตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

4. การทดสอบ

เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อย ก่อนการใช้งานจริงต้องตรวจวัดค่าความต้านทานความเป็นฉนวนไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิต และได้รับการยอมรับจากการไฟฟ้าฯ

3 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1 ความต้องการทั่วไป

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

2 ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดียว (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. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (CONDUIT) หรือวางในรางวางสาย (WIREWAY) ติดตั้งในสถานที่แห้งและสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดียว (SINGLE-CORE) ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 3 ตารางที่ 1 (60227 IEC 01)

ค. สายไฟฟ้าที่ใช้วางฝังดินโดยตรง (DIRECT BURIAL) หรือเดินร้อยในท่อฝังดิน (UNDER GROUND DUCT) หรือในสถานที่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำ ให้ใช้สายชนิดมีเปลือกหุ้ม (SHEATHED CABLE) ทั้งแกนเดียว 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 สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดียว (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 สามารถใช้ติดตั้งภายในอาคารได้โดยต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด 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 (INCAN DESCENT LAMP), GAS DISCHARGE LAMP เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ASBESTOS) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

3 ลักษณะและวิธีการติดตั้ง

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

3.2 ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression, Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้นขั้วต่อสายที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันประมาณ 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

3.3 ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ

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

3.5 สายไฟต้องเดินในท่อร้อยสายทั้งหมด โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก

3.6 ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวรสำหรับสาย Feeder ใน Pull Box ต่างๆ ด้วย

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

3.8 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน IEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

จ. การต่อสาย ให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายและฉนวน รวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้า

3.9 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

4 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี

4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ว วัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี

4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

4 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่นๆ 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 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน 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 ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346

2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง 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. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

ง.ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

ช. แนวการติดตั้งต้องเป็นแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตซ์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่อง พักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้

3.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Elector-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อ หรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 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 และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

5 แผงเมนสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย

- แผงสวิทซ์ประธานไฟฟ้าปกติ (MAIN DISTRIBUTION BOARD)
- ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 439-1 FORM 2 A

2. พิกัดของแผงสวิทซ์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิทซ์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตามมาตราฐาน NEMA-, ANSI-, IEC-, DIN- หรือ VDE- STANDARD แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	:	400/230 VOLTS
SYSTEM WIRING	:	3-PHASE, 4-WIRE, SOLID GROUNDED NEUTRAL
RATED FREQUENCY	:	50HZ.
RATED CURRENT	:	ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND	:	ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-CIRCUIT CURRENT (0.5 SECOND) CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND CURRENT	:	ไม่น้อยกว่า 2.3 เท่าของ RATED SHORT-CIRCUIT CURRENT ของ MAIN CIRCUITBREAKER ที่ระบุในแบบ
RATED INSULATION LEVEL	:	1000 VOLTS
CONTROL VOLTAGE	:	220 VAC

TEMPERATURE RISE	:	25 C
PAINT	:	RAL7035

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทซ์

3.1ลักษณะของแผงสวิทซ์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกัน เป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง	:	ไม่เกิน 2,400 มม
ความกว้าง	:	ระหว่าง 600-1,000 มม
ความลึก	:	ระหว่าง 800-1,000 มม

3.2 แผงสวิทซ์แต่ละส่วนจะต้องจัดสร้างตามมาตราฐาน IEC 439-1 FORM 2A โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

ก. CIRCUIT BREAKER COMPARTMENT สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ

ข. METERING & CONTROL COMPARTMENT สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง TERMINAL BLOCK สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิทซ์

ค. BUSBARS COMPARTMENT เป็นช่องสำหรับติดตั้ง BUSBARS ทั้ง HORIZONTAL และ VERTICAL BUSBARS ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิทซ์

ง. CABLE COMPARTMENT จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (POWER CABLE) เข้า-ออกจากแผงสวิทซ์ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกั้นแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย

3.3 โครงสร้างของแผงสวิทซ์ต้องเป็นแบบ SELF- STANDING METAL STRUCTURE โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิทซ์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิด เฉพาะส่วน CABLE COMPARTMENT ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทซ์ด้วยสกรูหรือน๊อต ขนาดและจำนวนให้เหมาะสม ให้มีความแข็งแรง

ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชิ้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทซ์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน

ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทซ์ด้วยสกรู หรือน๊อต ขนาด และจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทซ์หลายส่วน (VERTICAL SECTION) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิทซ์ด้วย REMOVABLE PIN HINGES เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น SCREW LOCK หรือ KEY LOCK ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิทซ์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุงด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็น เช่น เดียวกับฝาด้านข้าง

จ. ฝาด้านนอกให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย REMOVABLE PIN HINGES ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น KEY LOCK ฝาสำหรับ METERING & CONTROL COMPARTMENT ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง ห้ามมีส่วนใดส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าโผล่ออกชั้นนี้

ฉ. ฝาด้านในให้เป็นแผ่นเหล็กพับขอบยึดด้วยสกรู ใช้สำหรับปิด CIRCUIT BREAKER ให้โผล่เฉพาะด้ามคันโยกเท่านั้น

3.4 การประกอบแผงสวิทซ์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN)

3.5 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ ELECTRO GALVANIZED หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อน

3.6 ส่วนที่เคลื่อนไหวได้เช่นบานพับจะต้องเชื่อมด้วยสายถักขนาดไม่น้อยกว่า 16 ตร.ม.

4.CIRCUIT BREAKER

4.1 CIRCUIT BREAKER ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI,VDE หรือ IEC

4.2 CIRCIUT 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 OVERCURRENT PROTECTION INSTANTANEOUS TRIP LONG TIME DELAY AND SHORT TIME DELAY SETTING มีระบบ DIGITAL METER และ MONITOR

4.4 Molded-case Circuit Breaker (MCCB)

ข้อกำหนดทั่วไป (General)

- Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947 -1 และ IEC 60947 -2
- ขนาดกระแสใช้งาน (Rated current, In) และขนาดกระแสลัดวงจร (Ultimate Breaking capacity, Icu) ให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ
- ต้องมี rated operation voltage 690V AC (50/60Hz)
- ต้องมี rated insulation voltage 800V AC (50/60Hz)
- กำหนดให้ MCCB ทุกขนาดกระแสตั้งแต่ 100 – 630 AF จะต้องมีค่า Service breaking capacity (Ics) เท่ากับ 100% ของค่าUltimate breaking capacity (Icu) (Ics = 100% Icu)
- 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 ระหว่างวงจรด้านหน้าและด้านใน
- ขั้นตอนการผลิต circuit breaker จะต้องไม่ก่อให้เกิดมลภาวะและจะต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9002 และ ISO 14001
- MCCB จะต้องได้รับการออกแบบตามหลัก Eco-design ซึ่งสอดคล้องกับ ISO 14062 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัสดุของ MCCB จะต้องเป็นชนิดที่ปลอดสาร halogen
- MCCB จะต้องได้รับการออกแบบให้สามารถแยกชิ้นส่วนและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่ายเมื่อหมดอายุการใช้งานแล้ว และจะต้องสอดคล้องกับข้อบังคับทางด้านสิ่งแวดล้อมของ RoHS
- MCCB ที่ใช้ในโครงการจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน และจะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับ ACB

โครงสร้างและส่วนประกอบ (Construction)

- MCCB ขนาดกระแสตั้งแต่ 100-630 A จะต้องมีหน้าสัมผัสแบบ 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 จะต้องทำงานพร้อมๆกันในการเปิด, ปิดและทริปของ circuit breaker
- MCCB จะต้องแสดงสถานะการทำงานอย่างชัดเจนโดย toggle หรือ handle ตามตำแหน่งต่างๆ คือ : ON, OFF และ TRIP
- กลไกการทำงานทางกล (toggle หรือ handle) จะต้องได้รับการออกแบบให้ต้องอยู่ในตำแหน่ง OFF (O) เท่านั้น ในกรณีที่ หน้า contact ถูกแยกออกจริง ซึ่งในตำแหน่ง OFF toggle หรือ handle จะต้องมีการบ่งชี้ว่าเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่งที่ถูก isolate
- MCCB จะต้องสามารถรองรับอุปกรณ์สำหรับการล็อคให้อยู่ในตำแหน่ง “isolated” ได้ด้วยกุญแจ 3 ตัว
- MCCB จะต้องมี “ปุ่มกดสำหรับทริป (push to trip)” เพื่อให้สามารถทดสอบการทำงานและการเปิดของ pole ได้ โดยต้องติดตั้งอยู่ที่ด้านหน้าของตัว breaker เพื่อให้สามารถเห็นและเข้าถึงได้โดยผ่านทาง front panel หรือจากทางประตูของตู้สวิตช์บอร์ด
- MCCB จะต้องถูกออกแบบให้มีอุปกรณ์ที่ช่วยให้การทริปของ circuit breaker ในกรณีที่กระแสลัดวงจรมีค่าสูงมากกว่า 25In เกิดเร็วขึ้น คือการตัดวงจรจะเกิดขึ้นภายใน 10 ms ทั้งนี้ อุปกรณ์ตัวนี้จะต้องทำงานเป็นจาก trip unit ทั้งแบบ Thermal-magnetic และ Electronic
- สำหรับช่วงกระแสพิกัดที่สูงกว่า 250 A MCCB จะต้องมี metallic filter เพื่อช่วยลดผลกระทบที่อาจรู้สึกได้จากภายนอก ในระหว่างที่เกิดความผิดพร่อง

ทริปยูนิต (Trip unit)

- ทริปยูนิตของ MCCB อนุญาตให้ใช้แบบ Thermal-magnetic หรือแบบ Electronic ร่วมด้วยได้ โดยทั้งสองแบบต้องสามารถปรับตั้งค่าได้ (adjustable) และสามารถล็อคการเข้าถึงการตั้งค่าได้ 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 จะต้องมี thermal memory
- ต้องสามารถทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้ผ่านทริปยูนิตได้
- สำหรับทริปยูนิตแบบ Electronic ที่มีฟังก์ชั่นการวัด
- 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) หรือ แสดงผ่านระบบสื่อสารที่ห้อง control room หรือผ่าน Internet
- สำหรับทริปยูนิตแบบ Electronic ที่มีฟังก์ชั่นการสื่อสาร จะทำการต่อเข้าระบบสื่อสารแบบ Modbus
- เบรกเกอร์ ที่ติดตั้งกับ ก้านโยกแบบหมุน (Rotary Handles) สามารถล๊อกใน ตำแหน่ง OFF และสามารถใช้กุญแจล๊อกได้เพื่อความปลอดภัย
- สถานะ เบรกเกอร์ ON/OFF/Trip สามารถเชื่อต่อกับระบบด้วยสายเคเบิ้ล หรือ ระบบการสื่อสารแบบไร้สาย
- ต้องสามารถมองเห็นอุปกรณ์เสริม จากหน้าเบรกเกอร์ โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก
- ทริปยูนิตแบบอิเลคทรอนิคส์และแบบเทอร์มอล แมคเนติก ต้องสามารถล๊อคได้เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้อื่นที่ไม่ได้รับอนุญาต มาปรับตั้งค่าการใช้งานได้
- ทริปยูนิต แสดงสถานะ ON/OFF position (O/F) / trip indication (SD) / fault-trip indication (SDE) ผ่านระบบสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless)

ทริปยูนิตแบบ 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)

ทริปยูนิตแบบ 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

ทริปยูนิตแบบ 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

ทริปยูนิตแบบ 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

เบรคเกอร์สามารถแสดงสถานะ 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 จะต้องสามารถติดอุปกรณ์ประเภทกลไกมอร์เตอร์ (motor mechanism) เพิ่มเติมเข้าไปได้ เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า โดยมีสวิทช์แสดงโหมดการทำงานแบบ manual/auto อยู่ที่ด้านหน้า และเมื่อปรับสวิทช์เป็นแบบ manual กลไกมอเตอร์จะต้องถูกล็อคการควบคุมด้วยไฟฟ้าการปิดวงจรจะต้องทำได้ภายในเวลา 80 ms
- การติดตั้งกลไกมอเตอร์ (motor mechanism) หรือ rotary handle เพิ่มเข้าไปจะต้องไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติการทำงานของ circuit breaker
    - มีกลไกการ trip เพียง 3 สถานะเท่านั้นที่เป็นไปได้เมื่อติดตั้งกลไกมอเตอร์ (motor mechanism) คือ ON, OFF และ TRIP
    - การ isolate จะต้องมีตัวบ่งชี้ positive contact (ON และ OFF) อยู่ทางด้านหน้าของตัวกลไกมอเตอร์ และต้องไม่ไปปิดกั้นหรือขวางกั้นการตั้งค่าของอุปกรณ์เสริมอย่างอื่นๆ

Outgoing MCCB - Embedded Metering

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

Outgoing MCCB – Connectivity

Option 1 : Device display

เบรคเกอร์ต้องมีหน้าจอแสดงผล เพื่ออ่านค่า เช่น ค่ากระแส, แรงดัน, พลังงาน เป็นต้น

Option 2 : Wireless breaker status

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

[For Wireless breaker status only] Communication via Modbus RS485

เบรคเกอร์สามารถรองรับการสื่อสารผ่าน 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

5. เครื่องวัดและอุปกรณ์

5.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ท โดยมี SECONDARY CURRENT 5A และ ACCURACY ตาม IEC STANDARD CLASS 1

5.2 PILOT LAMP แบบ FLUSH MOUNTING บนตู้ SWITCHBOARD ใช้หลอด LED

5.3 DIGITAL MEETERING จะต้องแสดงผลเป็นแบบ LCD โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการใช้งานดังนี้

5.3.1 แสดง VOLTAGE แต่ละเฟส

5.3.2 แสดง AMPERE แต่ละเฟส

5.3.3 แสดง KILOWATT MAX

5.3.4 แสดง KILOWATT HOURS

5.3.5 แสดง KILOWATT, KILOVARS

5.3.6 แสดง KILOWATT SUM

5.3.7 แสดงค่า POWER FACTOR

5.3.8 แสดงค่า FREQUENCY

5.3.9 แสดงค่า KVA และ DEMAND

6. BUSBAR และฉนวนยึด

6.1 BUSBARS ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้า (CONTINUOUS CURRENT-CARRYING CAPACITY) ตามมาตรฐาน DIN43671 , DECEMBER 1975. ที่ AMBIENT TEMPERATURE 40 oC, CONDUCTOR TEMPERATURE 65oC. (BARE COPPER RATING) หรือ IEC แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้ง PHASE- , NEUTRAL- และ GROUND-BUS ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

6.2 การจัด BUSBARS ทั้ง PHASE-TO-PHASE และ PHASE-TO-GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (LIVE PART) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้ากำหนดให้

6.3 BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY RESIN แบบสองชิ้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้าห้ามใช้วัสดุในตระกูล BAKELITE หรือตระกูล PHENOLICS เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด

6.4 BUSBAR และ BUSBAR HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

7. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัดภายในแผงสวิทซ์

7.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER 750 VOLTS , PVC INSULATED ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

CURRENT CIRCUIT	: 4	ตารางมิลลิเมตร
VOLTAGE CIRCUIT	: 2.5	ตารางมิลลิเมตร
CONTROL CIRCUIT	: 1.5	ตารางมิลลิเมตร
GROUND สำหรับบานประตู	: 16	ตารางมิลลิเมตร (เป็นแบบถักทอ)

7.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

7.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

7.4 สาย CONTROL สำหรับระบบ PROTECTION ทุกระบบจะต้องเป็นแบบสายทนไฟ (FIRE RESISTANT)

8. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

8.1 ที่หน้าแผงสวิทซ์ต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิทซ์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิทซ์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 ม.ม และกว้างไม่น้อยกว่า 10 ม.ม ยึดแน่นกับแผงสวิทซ์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

8.2 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

9. การติดตั้ง

9.1 แผงสวิทซ์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา 0.2 ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น๊อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

10. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

10.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทซ์ทั้งหมด

10.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิทซ์

10.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

6 แผงสวิตซ์ย่อย (Panelboard)

1. แผงสวิตซ์ย่อย เป็นแผงสวิตซ์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว กำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
2. ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
    ก. Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 400/230 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ท หรือ 230 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ท 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 หรือBolt-on Circuit Breaker
    ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip และ Amp Frame ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instan-Taneous 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 Panelbkoard Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
    ฉ. Nameplate แผงสวิตซ์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือ Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
    ช. ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจรขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
3. การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสมโดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตซ์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

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

7 อุปกรณ์ป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า

Surge Protective Device (SPD)

1. ความต้องการทั่วไป

อุปกรณ์ฯ (SPD's) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดและไม่ผลิตเป็นการเฉพาะ เพื่อองค์กรใดสามารถจัดหาได้โดยทั่วไป มีคุณภาพและประสิทธิภาพถูกต้องตามมาตรฐาน ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น แต่ให้ได้ประโยชน์สูงสุดตามแต่เทคโนโลยีในขณะนั้น ๆ จะอำนวยได้ ไม่เกิดการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าในสภาวะปกติและไม่มีส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่เหมาะในบรรยากาศร้อนชื้น เช่น สภาพอากาศในประเทศ และไม่ก่อให้เกิดไอร้อนขณะทำงาน (Hermetically Sealed Sparkgap) ซึ่งทำให้การติดตั้งต้องใช้ข้อกำหนดพิเศษและอาจลดทอนความปลอดภัย ยกเว้นความร้อนอันเกิดจากวงจรไฟฟ้าในภาวะปกติ

เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันในระบบ Power Supply เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบและบริภัณฑ์ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ อันเนื่องมาจากฟ้าผ่าหรือแรงดันเกิน โดยลักษณะของอุปกรณ์เป็นแบบชนิด Combine Class Internal Integrated สามารถป้องกันกระแสฟ้าผ่าที่รูปคลื่น 10/350 μs ได้ตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง 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 μs

อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินจะต้องมีคุณสมบัติสกัด/ดักแรงดันที่ผ่านเข้าไปในระบบได้ไม่เกิน 2500V (Voltage Protection Level)

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

ความเร็วในการตอบสนองในการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกิน (Response Time) จะต้องไม่มากกว่า 50 μs

จะต้องติดตั้งพร้อมฟิวส์ที่ขนาดไม่เกิน 160A. และให้ติดชุดหลอดไฟ LED เพื่อเสดงสถานะภาพของอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าหรือแรงดันเกินของแต่ละตัว (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 Divice (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อปกป้องบริภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์จากแม่เหล็กไฟฟ้าอัน เป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคาร รวมทั้ง Surge ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลังและ สายสัญญาณโทรศัพท์และสื่อสาร; และหรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

3. มาตรฐาน

อุปกรณ์ฯ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเทคโนโลยี Isolating Sparkgap ชนิดปกปิดที่ไม่ปลดปล่อยไอร้อนออกมา และไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบภายใน 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

8 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

1. โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายใน
2. การติดตั้งแบบแขวนติดผนัง
3. หัวโคม LED 2x12w พิกัดการส่องสว่างรวม 2x600 Lum. อายุการใช้งาน 50,000 ชั่งโมง
4. ระยะเวลาสำรองไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
5. แบตเตอรี่แห้ง Lithium iron phosphate ($LiFePO_4$) 3.2v 12000mAH
6. สามารถปรับทิศทางการกระจายแสงได้
7. ผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับมาตรฐาน วสท.
8. สภาวะการทำงาน 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

9 สวิตซ์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตซ์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตซ์ไฟฟ้า
   2.1 สวิตซ์ไฟฟ้าโดยทั่วไปเป็นแบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตซ์
   2.2 ขนาด Ampere Rating ของสวิตซ์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมป์แปร 250 โวลท์ โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
   2.3 สวิตซ์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัว เพื่อแสดงว่า พัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
   2.4 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตซ์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
   2.5 การติดตั้งให้ฝัง Metal box ในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณี เพื่อให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตซ์กำหนดไว้ 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 แอมป์แปร
   3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
   3.5 Coverplate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตซ์ไฟฟ้าตามกำหนด
   3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตซ์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.30 เมตร
   3.7 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (Plug) ให้ตามจำนวนเต้ารับนั้นๆ

4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตซ์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

10 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

ในผิวงานโลหะชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใดๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามีรอยถลอก ขูด ขีด รอยคราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถู และทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

ในระหว่างการทาสีใดๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อนต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำหนิต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวด หรือ กระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไอ (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงามสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้น ตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัด หรือแปรงลวด โดยเด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่น ก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาสีหรือพ่นสี

ในการทาสีแต่ละขั้น ต้องให้สีที่ทำไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีขั้นต่อๆ ไปได้

สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
- 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 ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	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 STEELSHEET - 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 :- ในกรณีที่มีซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขัดหรือการทำเกลียว

ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสายไฟฟ้า , ฝากล่องต่อสายไฟฟ้า และภายในกล่องต่อสายไฟฟ้ารหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ๆ กับกล่องต่อแยกสายที่ฝากล่องต่อแยกสายไฟฟ้า และกล่องดึงสายไฟฟ้าต้องมีอักษรสัญลักษณ์ของระบบให้แสดงรหัสสีที่ 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 – โทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CC	น้ำเงิน	ดำ
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 ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
14.	DISTRIBUTION BOARD & MOTOR CONTROL BOARD ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง
15.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	-	น้ำตาล	-

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สีสัญลักษณ์
16.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	ดำ	-
17.	BUSBAR และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	เทา	-
18.	BUSBAR และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ฟ้า	-
19.	BUSBAR และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-

11 ผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดกับรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ในแบบหรือข้อกำหนด

1.	Low Voltage Main Distribution Board Manufacturer	Asefa, Avatar, SCI
2.	Low Voltage Circuit Breaker: Molded Case CB	ABB, Schneider, Siemens
3.	Panelboard : Miniature CB	ABB, Schneider, Siemens
4.	Digital meter	Siemens, Schneider, Crompton
5.	Switch and Outlet	Panasonic, Bticino, Haco
6.	Isolate Switch	Schneider, Bticino, ABB
7.	Lighting Fixture & Accessories	Philips, L&E, Lumax, Eve, Delight
8.	Emergency Light	Safe Guard, Eve, Dyno, Delight, L&E
9.	Conduit : Metal	Panasonic, PAT, TSP
10.	LV&HV Cable	Phelps Dodge, Bangkok Cable, Thai Yazaki
11.	Control Cable	Phelps Dodge, Bangkok Cable, Thai Yazaki, Link
12.	Busway	Siemens, De Busduct, Wetown