

3.7 การติดตั้ง

3.7.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้า ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ติดตั้งด้วยนอตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

3.7.2 ในกรณีที่พื้นคอนกรีต นอตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

3.8 การทดสอบ

3.8.1 การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

- ก. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical-Operation)
- ข. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)
- ค. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)
- ง. ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)
- จ. ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้การทำรีเซ็ต ร่วมตรวจสอบที่โรงงานและเห็นชอบ

พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

3.8.2 นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของการทำรีเซ็ต เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

- ก. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ไฟฟ้า ทั้งหมด
- ข. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

3.9 เครื่องมือบำรุงรักษา

3.9.1 ที่ข้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 ชุด โดยมีมิติรัดไว้กับแผงสวิตช์ ความสูงประมาณ 1,800 มิลลิเมตร

3.9.2 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมและส่งมอบชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า, ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดยึดแผ่นโลหะ, Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสมพร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด จำนวน 3 ชุด

3.10 Circuit Breaker

3.10.1 Air Circuit Breaker

ก. Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 และเป็นเบรกเกอร์ชนิด Category B แบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

ข. โครงสร้างและส่วนประกอบ

1) Main Contact ต้องเป็นแบบ Free Maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear indicator) เมื่อถอด Arc Shutes ออกแล้ว

/2) Arc Shutes...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รพ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รพ.

2) Arc Shutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด - ประกอบ ที่หน้างาน ได้สะดวก และที่ Arc Shutes ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (Metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault

3) กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า - ออก จะต้อง มี 3 ตำแหน่งคือ Connect - Test - Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกดเพื่อปลดในการเปลี่ยน ตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของ เบรกเกอร์

4) Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)

5) Rate ICS = 100% ICU

6) Rate Current 100% Continuous

7) อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)

8) Under Voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับ ได้ตั้งแต่ 0.5 - 3 วินาที

9) Under Voltage, Shunt Trip, Closing Coil, Motor Operated, Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ 800 - 6300 A เพื่อความสะดวก ในเรื่อง Spare part

10) Built In Ground Fault Protection

11) Phase Protection with Shunt Trip

12) Closing Coil Motor Operated

ค. ทริปยูนิต (Trip Unit)

1) CT ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟ ภายในตัวเบรกเกอร์ ต้องเป็น แบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (Accuracy) ในการวัดค่ากระแส

2) ทริปยูนิตต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS

3) ทริปยูนิตต้องประกอบด้วย Thermal Memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิม ที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์โหลดหลายครั้งติดๆ กัน

4) ฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกิน (Over Current Protection)

ง. Trip unit ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วย การทำงานดังต่อไปนี้

1) Long Time Protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสได้ตั้งแต่ 0.4 - 1 เท่า ของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา Long Time Delay ได้

2) Short Time Protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 - 10 เท่า และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 - 0.4 วินาที

/3) Instantaneous...

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

- 3) Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส Pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้
- 4) Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
- 5) มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT, ST, GF)
- 6) ค่ากระแส Pick-up และการหน่วงเวลาที่ใช้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้าจอแสดงผลในหน่วย แอมแปร์ และวินาที เพื่อต่อการอ่านค่า
- 7) มีฟังก์ชันพื้นฐานของการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic Measurements Function)

3.10.2 Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

ก. Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle position

ข. Trip Unit ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal- Magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ได้ตั้งแต่ 0.7 – 1.0 ของ Rated Current (In)

ค. Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น Electronic Trip สามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.4 – 1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 2 – 10 เท่า

ง. Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load Current มีค่าตั้งแต่ 95% ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา

จ. MCCB ขนาดตั้งแต่ 100 – 630 AF ค่า Service Breaking Capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate Breaking Capacity (Icu) คือ $Ics = 100\% Icu$ และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate Current 100% Continuous

3.10.3 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Type, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Individual Thermal และ Electromagnetic Trip นอกจากนี้ขนาดของ Continuous Current Rating และ Interrupting Current Rating ให้มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ

3.11 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protective Devices)

3.11.1 การป้องกันแรงดันเสิร์จให้มีการป้องกันเป็นระบบครอบคลุมทั้งระบบ Power Supply โดยอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จด้าน Power Supply ให้ใช้มาตรฐาน IEC 61643-1 เป็นมาตรฐานในการติดตั้ง

3.11.2 SPD1 (Lightning Current Arrester) ใช้ป้องกันกระแสไฟฟ้า (Coarse Protection: LPZ 0-LPZ 1) ติดตั้งที่ Main Distribution Board: MDB มีลักษณะอุปกรณ์เป็น Arc Quenching Spark Gap ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (Line-Follow Current) ด้วยตัวเองได้ไม่ต่ำกว่าค่ากระแสลัดวงจรของระบบ ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้

/ก. Technical...

ประธานกรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการและเลขานุการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง	หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า	หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า	หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.	หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ก. Technical Data

- 1) Arrester Class: I/B
- 2) Nominal Voltage: 230 Vac/ 50 Hz
- 3) Max continuous Voltage: ≥ 264 Vac/ 50 Hz Lightning Test Current
- 4) Lightning Test Current (10/350 μ s) acc. to IEC 1024-1: 50 kA/ phase
- 5) Quenching Shot Circuit at 255 Vac Without Backup Fuse: 25 kA_{rms}
- 6) Protection level @In: ≤ 2.5 kV
- 7) Response time: ≤ 100 ns
- 8) Enclosure material: thermoplastic UL94 V-0
- 9) Protection: IP 20

ข. การติดตั้ง

1) ให้ติดตั้ง Lightning Current Arrester ระหว่าง L-N และ N-G ที่ Main Distribution Board (MDB) และให้มี Back up fuse ขนาดเท่ากับ ขนาดกระแสของ Main CB/1.6 แต่ไม่เกิน 250AgL (หรือขนาดระบุตามแบบ)

3.11.3 SPD2 (Surge Voltage Arrester) ใช้ป้องกันระดับกลาง (Medium Protection: LPZ 1-LPZ 2) ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ทำหน้าที่ดักแรงดันลျี่งที่หลงเหลือจาก SPD1

ก. อุปกรณ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) Base Element เป็นส่วนที่เป็นชุดฐาน 3Pole เพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้งชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์เพื่อป้องกันการใส่ Plug Unit ที่ระดับแรงดันอื่น
- 2) Plug Unit เป็นส่วนที่ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV สำหรับ L-N และ Spark Gap สำหรับ N-G ชุด Plug Unit จะต้องมีการ Indicator แสดงว่าอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้ กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะแสดงคำว่า "Defect" หรืออื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า Plug Unit นั้น ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการลัดวงจร

ข. การติดตั้ง

1) ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester ชนิด MOV ขนาดระหว่าง L-N และชนิด Spark Gap N-G ที่ Sub Distribution Board ให้มี Back Up Fuse ขนาด 125AgL ในกรณีที่ Main CB มีขนาดมากกว่า 125A ระหว่างสายเฟสและ Arrester ทั้งนี้ระยะระหว่าง SPD1 และ SPD2 จะต้องมากกว่าหรือเทียบเท่ากับ 10 เมตร

/2) Technical...

ประธานกรรมการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

กรรมการและเลขานุการ.....
หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

- 2) Technical Data Mov ติดตั้งระหว่าง L1, L2, L3-N
 - 2.1) Arrester Class: II/C
 - 2.2) Nominal Voltage Un: 230 Vac/50 Hz
 - 2.3) Arrester Rated Voltage Uc: 264 Vac/50 Hz
 - 2.4) Nominal discharge Surge Current In (8/20 μ s): 20 kA per phase
 - 2.5) Max discharge Surge Current I_{max} (8/20 μ s): 40 kA per phase
 - 2.6) Leakage Current: $\leq$ 0.3 mA
 - 2.7) Response Time: 25 ns
 - 2.8) Protection Level (5 kA): $\leq$ 1000 V
 - 2.9) Protection Level with I_{sn} (20 kA): $\leq$ 1500 V
 - 2.10) Protection Type: IP 20
- 3) Technical Data Spark Gap ติดตั้งระหว่าง N-G
 - 3.1) Arrester Class: II/C
 - 3.2) Nominal DC. Spark Over Voltage :500 V $\pm$ 20 %
 - 3.3) Arrester Rated Voltage Uc: $\geq$ 260 Vac/50 Hz
 - 3.4) Lightning Test Current (10/350): $\geq$ 12kA/ 6 As
 - 3.5) Nominal Discharge Surge Current In (8/20 μ s): 20 kA Per Phase
 - 3.6) Max Discharge Surge Current I_{max} (8/20 μ s): 40 kA Per Phase
 - 3.7) Response Time: $\leq$ 100 ns
 - 3.8) Protection Level: $\leq$ 2.5 kV
 - 3.9) Protection Type: IP 20

3.12 เครื่องวัด และอุปกรณ์

3.12.1 Current Transformer (CT) Secondary Rated Current 5A, Primary Rated Current ตามที่กำหนดในแบบหรือเหมาะสมกับ Load นั้นๆ Accuracy Class: 1.0 หรือดีกว่า โดยต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC44-1 และ UL94 ซึ่งต้องมีค่า Short Circuit Thermal Current (I_{th}) ไม่น้อยกว่า 60 In, Thermal Class B (130°C)

3.12.3 Indicator Lamps ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า มีเลนส์ด้านหน้า ใช้สำหรับกระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ E14 และหลอดนีออน

3.12.6 Control Fuse สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 20KA ที่ 380 V และจะต้องเตรียม Fuse Handle 1 ชุด ติดตั้งไว้ในตู้

3.12.7 Control Wiring สายคอนโทรลใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 105 องศาเซลเซียส สายที่ต้องมีการเคลื่อนไหวให้ใช้สายชนิดอ่อน สายให้แยกใช้หลายสี เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาเดินในรางพลาสติก สายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน

/3.12.8 Terminal...

ประธานกรรมการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

กรรมการและเลขานุการ.....
หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

3.12.8 Terminal Rail ไม่ให้ต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้หางปลาขนาดที่เหมาะสม

3.12.9 Digital Power Logic Multimeter

ก. สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้หลายประเภทในตัวเดียวกัน แสดงผลเป็นตัวเลข ติดตั้งใช้งานกับแผงสวิตช์จ่ายไฟ ใช้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี โดยจะเป็นระบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส นั้น ให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือตำแหน่งที่ใช้งาน

ข. สามารถต่อสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์ได้จากพอร์ตสื่อสารและตัวมิเตอร์สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการเรียงลำดับเฟสทางไฟฟ้าด้วยตัวเอง

ค. คุณสมบัติ

1) เป็นมิเตอร์ที่สามารถวัดค่าทางไฟฟ้า โดยจอแสดงผลสามารถแยกจากตัวมิเตอร์ได้อ่านแบบ True RMS ของระบบไฟ 50Hz ได้อย่างน้อยดังนี้

- 1.1) กระแส: แยกเฟส และนิวทรัล
- 1.2) แรงดัน: แยกเฟสแบบ L – L และ L – N
- 1.3) กำลัง: kW, KVAR, KVA แยกเฟสและรวม 3 เฟส
- 1.4) พาวเวอร์แฟกเตอร์: แยกเฟส และเฉลี่ย 3 เฟส
- 1.5) ความถี่
- 1.6) ค่าความต้องการ (Demand) และค่าความต้องการสูงสุด (Peak Demand)

: ของกระแส (A) และกำลัง (kW, kVA)

1.7) พลังงาน: kWh, kVARh

1.8) ฮาร์โมนิกส์: THD ของกระแสและแรงดัน

2) จอแสดงผล (Display Unit) เป็นแบบ LCD แสดงผล 3 บรรทัด มี White Backlight

3) ระบบสื่อสาร Power Meter จะต้องมีการสื่อสารแบบ RS-485 โดยมีความเร็วสูงสุดไม่ต่ำกว่า 19,200bps

4) อุณหภูมิใช้งาน -10°C ถึง 60°C

ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ DIN EN62053-22, DIN EN 61557-12 หรือเทียบเท่า

3.13 สวิตช์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch: ATS)

3.13.1 คุณสมบัติทั่วไป

ก. ATS ทุกชุด จะต้องประกอบด้วยสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงวงจรควบคุม (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles), ขนาดของฟักัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ

ข. ATS ที่มีฟักัดกระแสตั้งแต่ 125A ขึ้นไปมีหน้าสัมผัสแบบส่วนประกอบหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts)

/ค. ATS...

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ค. ATS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมทุกตัว (ถ้ามี) ต้องผลิตให้สอดคล้อง หรือผ่านการทดสอบและยอมรับตามมาตรฐาน ต่อไปนี้

1) IEC947- 6- 1 Low-Voltage Switch and Control Gear; Multifunction Equipment; Automatic Transfer Switching Equipment

2) UL 1008 Industrial Control Equipment

3.13.2 รายละเอียดของอุปกรณ์

ก. กลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

1) ตัวสวิตช์มีโครงสร้างหน้าสัมผัสขับเคลื่อนกลไกด้วย Motor หรือ Solenoid มีการทำงานในการสับปฏิบัติการด้วยไฟฟ้ามีการล็อคตำแหน่งและแรงกดของหน้าสัมผัส อุปกรณ์ ATS ประกอบด้วย Load Break หรือเป็นแบบ Double Throw สามารถสับการด้วยไฟฟ้ามีการอินเตอร์ล็อกทางกลมีจุดแสดงตำแหน่งของสวิตช์ว่าอยู่ตำแหน่งใด และมีระยะเวลาในการถ่ายโอนจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 3 วินาที

2) หน้าสัมผัสใดๆ ของตัวสวิตช์ต้องสามารถคงแรงกดสัมผัสต่อกันให้คงที่ได้ในทุกสภาวะ เพื่อให้อุณหภูมิส่วนเพิ่ม (Temperature Rise) มีค่าต่ำสุด อันจะเป็นผลให้หน้าสัมผัสมีอายุใช้งานสูงสุด

3) สวิตช์ ต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมของเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดๆ ที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกด (Contact Pressure) ไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มขึ้นของกระแสอย่างรุนแรง (Blow-On Construction)

4) ตัวสวิตช์ต้องสามารถบริหารกลไกได้ด้วยมือ (Manual Operation) และต้องสามารถหยุดหน้าสัมผัสไว้ ณ ตำแหน่งใดๆ ได้ เพื่อประโยชน์ในกรณีของการตรวจสอบและบำรุงรักษา

5) ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัดด้วย โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer and Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานต้องเชื่อมต่อกันก่อนหน้าสัมผัสหลักหรือเชื่อมต่อพร้อมกัน

ข. แผงควบคุมสวิตช์ (Microprocessor Controller)

1) แผงควบคุมต้องเป็นของผู้ผลิตเดียวกับตัวสวิตช์ และควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อการทำงานที่แม่นยำและลดปัญหาในการบำรุงรักษา และต้องสามารถติดต่อแบบอนุกรมผ่านอุปกรณ์สำหรับการติดต่อแบบอนุกรมโดยเฉพาะ (Optional Serial Communication Module)

2) อุปกรณ์แผงควบคุมแต่ละตัว ต้องสามารถปรับเลือกแรงดันปกติที่เหมาะสมได้เพื่อการยืดหยุ่นในการใช้งาน และต้องการอุปกรณ์สำรองน้อยที่สุด แผงควบคุมสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -25°C ถึง 70°C

/3.13.3 การทำงาน...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

3.13.3 การทำงาน

ก. การตรวจจับสนแรงดันไฟฟ้า ความถี่ และลำดับเฟส

- 1) ค่าแรงดันและความถี่ของทั้งแหล่งจ่ายไฟปกติ และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน จะต้องแสดงผลได้อย่างต่อเนื่อง
- 2) การปรับตั้งค่าต่างๆ ดังกล่าว ต้องสามารถคงความเที่ยงตรงอย่างต่อเนื่องได้ แม้จะผ่านการปรับตั้งไปมาหลายครั้ง
- 3) การปรับตั้งค่าต่างๆ ดังกล่าว ต้องสามารถทำได้โดยผ่านปุ่มกด และจอแสดงผล หรือผ่านพอร์ตต่อแบบอนุกรม
- 4) ชุดควบคุมต้องสามารถตรวจจับสนการเรียงเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งทางด้านปกติ และแหล่งจ่ายไฟด้านฉุกเฉิน โดยถ้าการเรียงเฟสไม่ตรงกัน การถ่ายโอนจะไม่เกิดขึ้น
- 5) จอแสดงผลจะแสดงสถานะของแรงดันทั้ง 3 เฟส, ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ ทั้งด้านแหล่งจ่ายไฟปกติ และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

ข. การหน่วงเวลา

- 1) Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 วินาที เพื่อหน่วงเวลา การสตาร์ทเครื่องยนต์ หลังจากเกิดการขาดหายไปของแหล่งจ่ายไฟปกติ หรือถ้าใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก 24 Vdc ค่าเวลานี้ จะสามารถปรับตั้งได้ถึง 60 นาที
- 2) Normal to Emergency Time Delay ปรับตั้งค่าได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลา การถ่ายโอนไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน พร้อมแล้ว
- 3) การถ่ายโอนกลับมาจากแหล่งจ่ายไฟปกติ ค่าหน่วงเวลาจะต้องปรับ ตั้งค่าได้ระหว่าง 0-60 นาที ทั้งนี้ ค่าหน่วงเวลาที่ตั้งไว้นี้ จะต้องถูกยกเลิกได้เองโดยอัตโนมัติ และโอนถ่าย ไปยังแหล่งจ่ายไฟปกติทันที เมื่อเกิดการขาดหายไปของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน โดยที่แหล่งจ่ายไฟปกติ มีไฟกลับมาอย่างเดิม
- 4) Engine Cool-down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-10 นาทีเพื่อหน่วงเวลาการ ดับเครื่องยนต์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง หลังจากการโอนถ่ายกลับเข้าสู่แหล่งจ่ายไฟปกติแล้ว
- 5) การปรับค่าการหน่วงเวลา สามารถปรับผ่านปุ่มกด หรือจอแสดงผล LCD หรือ อุปกรณ์ต่อภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม โดยค่าต่างๆ ที่ปรับตั้งไว้จะยังคงอยู่จนกว่าจะมีการเปลี่ยนค่า ในครั้งต่อไป

/ค. คุณลักษณะ...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รพ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รพ.

ค. คุณสมบัติอื่นๆ

- 1) หมวด Test /Automatic, ตำแหน่ง Test จะจำลองเหตุการณ์ว่าไฟทางปกติมีการขาดหายไป
- 2) จะต้องมีหน้าสัมผัสพิกัดสำหรับเป็นสัญญาณสั่งเริ่มเดินเครื่องยนต์ทางด้านไฟฉุกเฉิน
- 3) จะต้องมีหน้าสัมผัสเพิ่มพิเศษ (Auxiliary Contacts) ขนาด 12A 250Vac 2 ชุด โดยชุดแรกจะปิดวงจรเมื่อสวิตช์ต่อกับแหล่งจ่ายไฟปกติ และอีกชุดจะปิดวงจรเมื่อสวิตช์ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน
- 4) ต้องมีหลอดไฟแสดงสถานะ โดยหลอดจะสว่างเมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่งเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟปกติ และหลอดจะสว่างเมื่อสวิตช์อยู่ในตำแหน่งเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

4. สายไฟฟ้าแรงสูง และอุปกรณ์ประกอบ

4.1 ความต้องการทั่วไป

4.1.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟฟ้าแรงสูงต้องผลิต และทดสอบตามมาตรฐานล่าสุดของ Insulated Cable Engineers Association (ICEA) PUBLICATION NO.S-66-524;1987 หรือมาตรฐาน IEC 502 และเป็นไปตามมาตรฐานตลอดจนเป็นที่ยอมรับของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

4.1.2 สายสเปซแอเรียลเคเบิล เป็นสายอลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวน Cross - Linked Polyethylene (XLPE) ใช้กับแรงดัน 25 kV ผลิตตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 ลักษณะเป็นสาย Single Core, Crosslinked Polyethylene Insulated (XLPE), Crosslinked Polyethylene Sheath (XLPE)

4.1.3 สายไฟฟ้าแรงสูงชนิดทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Cross - Linked Polyethylene (XLPE) ใช้กับแรงดัน 12/20 (24) kV ผลิตตามมาตรฐาน IEC 502 ลักษณะเป็นสาย Single Core, Crosslinked Polyethylene Insulated (XLPE), Copper Wire Screen and Polyethylene Jacked

4.2 การติดตั้ง

4.2.1 สายสเปซแอเรียลเคเบิล ต้องติดตั้งตามกำหนดดังนี้ และเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้า

ก. การติดตั้งต้องใช้วิธีเดินลอยในอากาศ โดยยึดกับลูกถ้วยฉนวนที่ติดตั้งอยู่บนคอนสาย ลักษณะของคอนสายให้พิจารณาเรื่องระยะห่างทางไฟฟ้า และตำแหน่งเสา

ข. การผูกยึดสายไฟฟ้าแรงสูงกับลูกถ้วยต้องพิจารณาขนาด และความยาวของไทวาย

ค. การยึดโยงเสาไฟฟ้าในเสาที่ได้รับแรงดึงสูง เพื่อรักษาสภาพของเสาให้อยู่ในลักษณะสมดุล และอยู่ในสภาพมั่นคงแข็งแรง โดยต้องเลือกจุดค้ำยันและจุดยึดโยงให้ถูกต้องเพื่อป้องกันเสาหักล้ม

ง. สายกายเป็นสายสำหรับยึดโยงโดยเฉพาะ ทำมาจากเหล็กผสมกันสนิม เส้นเล็กๆหลายเส้นนำมาตีเกลียวเข้าด้วยกัน ต้องพิจารณาขนาดสายให้ถูกต้องกับการใช้งาน

จ. สะเดรนอินซูเลเตอร์เป็นลูกถ้วยชนิดหนึ่งทำมาจากกระเบื้องเคลือบที่มีคุณสมบัติทนต่อแรงกดได้สูง และมีความเป็นฉนวนไฟฟ้าดี ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันระหว่างยอดเสากับพื้นดิน

/ฉ. อุปกรณ์...

ประธานกรรมการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

กรรมการและเลขานุการ.....
หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ฉ. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่ใช้ร่วมในการติดตั้งเพื่อให้การติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)

4.2.2 สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงชนิดหุ้มฉนวน XLPE ต้องติดตั้งตามกำหนดดังนี้

ก. การตัดต่อหรือแยกสายให้กระทำได้ภายใน Handhole หรือ Manhole เท่านั้น โดยการต่อตัวนำต้องใช้ปลอกชนิดใช้แรงกดอัดเท่านั้น (Compression Connector) แล้วพันหุ้มส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit) ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำไว้

ข. ที่ปลายสายทั้งสองข้างที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นแทรกซึมเข้าสู่ภายในสายโดยใช้ Termination Kit ที่เหมาะสม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.2.3 ขนาดสาย ชนิดของสาย และการติดตั้ง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

4.3 การทดสอบ

4.3.1 การทดสอบสายไฟฟ้าแรงสูง และอุปกรณ์ประกอบให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัย และอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ

5. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

5.1 ความต้องการทั่วไป

5.1.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (System Voltage) ไม่เกิน 240/416 V ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับกรรมวิธี และสถานที่ติดตั้งใช้งานตามกำหนดนี้ เว้นแต่จะมีกฎระเบียบ หรือข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

5.1.2 ถ้ามีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น 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 และต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

ข. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อ (Conduit) หรือวางในรางวางสาย (Wireway) ติดตั้งในสถานที่แห้ง และสถานที่เปียกที่ไม่มีโอกาสทำให้สายไฟฟ้าแช่น้ำโดยทั่วไปกำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 3 ตารางที่ 1 (60227 IEC 01)

ค. สายไฟฟ้าที่ใช้ฝังดินโดยตรง (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. สายไฟ...

ประธานกรรมการ.....
ผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

กรรมการและเลขานุการ.....
หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ง. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ หรือเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่ง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable มีเปลือกหุ้มตาม มอก.11-2553 เล่มที่ 101 ตารางที่ 7 (VCT) หรือตารางที่ 8 (VCT-GRD) แล้วแต่กรณี

5.1.3 สายไฟฟ้าทั้งชนิดแกนเดี่ยว (Single-Core) และหลายแกน (Multi-Core) ชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน XLPE (Cross Linked Polyethylene) และมีเปลือกหุ้มด้วย PVC (Polyvinyl Chloride) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 90 องศาเซลเซียส ใช้กับแรงดัน 600/1000 V ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 สามารถใช้ติดตั้งภายในอาคารได้โดยไม่ต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายมีคุณสมบัติต้านทานการลุกไหม้ (Flame-Retardant) ตามมาตรฐาน IEC60332-3 Category C การนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

5.1.4 สายไฟฟ้าที่ใช้งานกับอุปกรณ์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเสถียรภาพ และความปลอดภัยสูง กำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 V และทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS6387 ในระดับชั้น CWZ

5.1.5 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 V แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (Asbestos) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง

5.2 ลักษณะและวิธีการติดตั้ง

5.2.1 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

5.2.2 ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression, Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้น ขั้วต่อสายที่ไม่มีฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันประมาณ 50% 3ชั้น มีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนสายไฟฟ้านั้นเทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105 °C หนา 7 Mils. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 V การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดิน จะต้องใช้เสริมเรซินหล่อหลอมหุ้มไว้ด้วยห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ Twisted Wire Splice และห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย และห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ

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

5.2.4 ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวรสำหรับสาย Feeder ใน Pull Box ต่างๆ ด้วย

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

/5.2.6 การติดตั้ง...

				
ประธานกรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการและเลขานุการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง	หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า	หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า	หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.	หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

5.2.6 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรืออ่สายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน IEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- จ. การต่อสาย ให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายและฉนวน รวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อ

5.2.7 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยัง จุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

5.3 การทดสอบ

5.3.1 ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้

- ก. สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ว วัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 MΩ ในทุกๆ กรณี
- ข. การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 V และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

/ 6. อุปกรณ์ ...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รพ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รพ.

6. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

6.1 ความต้องการทั่วไป

6.1.1 เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

ก. แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบ เพียงเพื่อให้สะดวกในการเข้าใจ และมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจริงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง

ข. แนววางท่อร้อยสายรวมทั้งการตัดสินใจว่าช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้นที่ฝังให้เดินลอยให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง เพื่อสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้เหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุดตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง

ค. ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร

ง. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายที่ติดตั้งในที่แจ้งหรือในสถานที่ที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด Intermediate Metallic Conduit (IMC)

จ. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายที่ไม่ได้เคลือบด้วยคอนกรีตให้ใช้ Electric Metallic Tubing (EMT) ได้

ฉ. ไม่ให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 2" ท่อใหญ่กว่า 2" ให้ใช้แบบ IMC

ช. เมื่อไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ Flexible Conduit ความยาวไม่ต่ำกว่า 1 ฟุต ไม่เกิน 3 ฟุต เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป

ซ. Flexible Conduit จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสสูบน้ำ

ณ. การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไปรศมีการโค้งงอต้องเป็นไปตามกฎของ NEC. เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะห้ามงอท่อร้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3" หรือมากกว่าในกรณีดังกล่าว ให้ใช้ Cast-Iron Angle Bends และ Fittings

ญ. ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 2 ครั้งในแต่ละช่วง ระหว่าง Outlet, Junction หรือ Pull Boxes หากจำเป็นต้องใส่ Junction Box หรือคอนดูลิท เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

ฎ. ติดตั้งท่อร้อยสายโดยให้มีรอยต่อน้อยที่สุด เมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ Couplings หรือ Fittings ชนิดเกลียวใช้ Red Lead หรือวัสดุทาเกลียวตัวผู้ เพื่อกันน้ำที่มี Electrical Continuity การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิท และต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน

ฏ. ต่อท่อ EMT ด้วย Coupling และ Connector แบบ "Raintight" สำหรับระบบไฟฟ้าในพื้นที่เปียก เช่น พื้น Topping และอื่นๆ

/ร. ให้ใช้ ...

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ฐ. ให้ใช้ Expansion Coupling และ/หรือ Expansion Fitting ในการวางท่อร้อยสาย ซึ่งมีระยะยาวกว่า 150 ฟุต และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งผ่าน Expansion Joints ของโครงสร้างของอาคาร และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกัน Expansion Fittings ทุกชนิดต้องมี Bonding Jumpers

ท. ความโค้งของท่อร้อยสายที่หักมากๆ จะต้องใช้คอนดูลีท (Condulet)

ฅ. ต้องยึดท่อร้อยสายเข้ากับ Boxes ต่างๆ และ Panel Board โดยใช้ Lock Nut 2 ตัว พร้อมด้วย Bushing ถั่ว Knock Out ใหญ่กว่าท่อร้อยสาย จะต้องใช้ Reducing Washer เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อ และฝาของ Boxes ฯลฯ ส่วนรูว่างที่ไม่ได้ใช้งานให้ปิดด้วย

ด. การต่อท่อร้อยสายทุกชนิดให้ตรวจสอบว่าเชื่อมต่อมี Electrical Continuity อย่างดี ทั้งนี้ เพราะต้องการใช้ระบบท่อร้อยสายเป็น Ground-Path ของระบบไฟฟ้า

ต. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบอย่างรอบคอบว่า การต่อเชื่อม Flexible Conduit และ ท่อ Flexible Conduit เองมี Electrical Continuity อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวน

ถ. ขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้จะต้องมีสายไฟคิดตามพื้นที่หน้าตัดแล้วไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ (ในกรณีชนิด 3 Phase, 4 Wire, Ground) แต่ในกรณีมีสายไฟน้อยกว่า 4 เส้น จะคิดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

ท. ท่อร้อยสายทุกแบบ ต้องถูกยึดหรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 10 ฟุต และ ไม่เกิน 1 ฟุตจาก Boxes หรือ Panel Board โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะหรือ โดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากการทำเรื่อง

ช. ให้ใช้ท่อ IMC บริเวณที่เป็น Hazardous Location

ณ. ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบว่าท่อไม่ดัน หากมีท่อใดดัน ให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง

บ. เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังไม่ปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบ ส่วนของท่อที่ได้ตัดปลายเกลียวไว้ด้วยสี Enamel เพื่อกันสนิมและปิดปากท่อด้วยปลั๊กหรือฝาเกลียวให้มิดชิด

6.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

6.2.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้า โดยเฉพาะขนาดของท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ใช้ ต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่ใส่จำนวนสายและขนาดของสายที่ต้องการร้อยในท่อได้ โดยขนาดของท่อร้อยสายให้เลือกใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

/6.2.2 ท่อโลหะ...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

6.2.2 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า $\frac{1}{2}$ นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก (Inside and Outside Galvanize Coated) ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.770-2533 ประเภทที่ 1 (EMT) ชนิดที่ 2 เคลือบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก (Inside and Outside Galvanize Coated) หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.3/UL 797

ก. ท่อโลหะบางเป็นแบบที่ไม่มีเกลียวหัวท้ายลบคมมาจากโรงงานเรียบร้อย

ข. ท่อโลหะบางทุกท่อนต้องแสดงประเภทท่อ ขนาด และเครื่องหมายการค้าที่ชัดเจน เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่บ่ง่าย

6.2.3 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า $\frac{1}{2}$ นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 345 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก (Inside and Outside Galvanize Coated) ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.770-2533 ประเภทที่ 2 (IMC) ชนิดที่ 2 เคลือบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก (Inside And Outside Galvanize Coated) หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.6/UL 1242

ก. ท่อโลหะหนาปานกลางเป็นแบบที่ทำเกลียวหัวท้าย ลบคม มีฝาครอบป้องกันเกลียวและข้อต่อหมุนติดมาอย่างละ 1 อัน ประกอบมาจากโรงงานเรียบร้อย

ข. ท่อโลหะหนาปานกลางทุกท่อนต้องแสดงประเภทท่อ ขนาด และเครื่องหมายการค้าที่ชัดเจน เห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่บ่ง่าย

6.2.4 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit: RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก (Inside and Outside Galvanize Coated) ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.770-2533 ประเภทที่ 3 (RSC) ชนิดที่ 2 เคลือบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก (Inside and Outside Galvanize Coated) หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.1/UL 6

ก. ท่อโลหะหนาเป็นแบบที่ทำเกลียวหัวท้าย ลบคม มีฝาครอบป้องกันเกลียว และมีข้อต่อหมุนติดมาอย่างละ 1 อัน ประกอบมาจากโรงงานเรียบร้อย

ข. ท่อโลหะหนาทุกท่อนต้องแสดงประเภทท่อ ขนาด และเครื่องหมายการค้าที่ชัดเจนเห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่บ่ง่าย

6.2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อ: Conduit Fitting สำหรับท่อโลหะหนา RSC, ท่อโลหะหนาปานกลาง IMC และท่อโลหะบาง EMT ตัวอย่างเช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึด ที่รองรับ ต้องมีการเคลือบสังกะสี หรือเคลือบน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนในตัว เพื่อให้ทนทานการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ การเลือกใช้ต้องให้เหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน

/ก. อุปกรณ์...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อทุกประเภท ต้องเป็นของที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตทั้งสิ้น ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำ และดัดแปลงขึ้นเอง

6.2.6 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit: FMC) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ

ก. เป็นผลิตภัณฑ์ท่อโลหะอ่อนที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก ด้วยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized (เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2133-2545 หรือมาตรฐานอ้างอิง BS 731-1 หรือ ANSI/UL 1

ข. มีการขึ้นรูปทั้งแบบเกี่ยวฉาก (Square – Lock :EFF) และแบบเกี่ยวแน่น (Interlock : EF) ทนแรงดึงสูง

ค. เป็นท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าทั่วไปที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือน หรืออาจมีการขยับ เคลื่อนย้ายได้บ้าง

ง. ติดตั้งใช้งานในร่มทั่วไปภายในห้อง ภายในอาคาร ใต้ฝ้าเพดาน เป็นต้น หรือติดตั้งเป็นไปตาม NEC Article 348

6.2.7 ท่ออ่อนกันน้ำ (Liquid Tight Flexible Metallic Conduit: LFMC) เป็นผลิตภัณฑ์ท่อโลหะอ่อน ที่ผลิตด้วยเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ทั้งภายในและภายนอก ด้วยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized และหุ้มภายนอกด้วย Poly Vinyl Sheath เพื่อป้องกันน้ำ น้ำฝน และความชื้น

ก. มีการขึ้นรูปทั้งแบบเกี่ยวแน่น (Interlock :EF) ทนแรงดึงสูง

ข. เป็นท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือน หรืออาจมีการขยับ เคลื่อนย้ายได้บ้าง

ค. เป็นท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือน หรืออาจมีการขยับ เคลื่อนย้ายได้บ้าง

6.2.8 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อโลหะอ่อน, ท่ออ่อนกันน้ำทุกประเภท เช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึดที่รองรับ ต้องมีการเคลือบสังกะสี หรือเคลือบน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนในตัวเพื่อให้ทนทานการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่ออ่อน และท่ออ่อนกันน้ำทุกประเภท ต้องเป็นของที่ทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตทั้งสิ้น ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำและดัดแปลงขึ้นเอง

6.2.9 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

/ค. ท่อต้องยึด...

ประธานกรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการและเลขานุการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง	หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า	หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า	หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.	หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

- ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
- ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับการทำเรื่องเป็นแต่ละกรณีไป

6.3 รางเดินสาย Cable Tray และ Cable Ladder

6.3.1 รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001: 2008 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน

6.3.2 การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC Code Article 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

6.3.3 รางเดินสาย Cable Ladder จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ความหนาสังกะสีต่ำสุด 65 Micron ตามมาตรฐาน BS 729 หรือ ASTM123

ก. ด้านข้าง (Siderail) สูง 100 มิลลิเมตร ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E-Shape) ความหนาเหล็ก ไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

ข. ลูกชั้น (Rung) ขนาด 40 x 20 มิลลิเมตร ด้านตัดเป็นรูปตัว ซี (C-Shape) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด

ค. ความหนาเหล็ก 1.6 มิลลิเมตร สำหรับความกว้าง 200 – 500 มิลลิเมตร

ง. ความหนาเหล็ก 2.0 มิลลิเมตร สำหรับความกว้าง 600 – 1,000 มิลลิเมตร

จ. ความยาวมาตรฐาน 3,000 มิลลิเมตร

6.3.4 รางเดินสาย Cable Tray ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี Hot-Dip Galvanized ความหนาเหล็กสังกะสีต่ำสุด 65 Micron ตามมาตรฐาน BS 729 หรือ ASTM 123

ก. โดยมีขอบด้านข้าง (Siderail) สูง 100 มิลลิเมตร เป็นรูปตัวอี (E-Shape) ความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

ข. ด้านพื้น (Bottom Plate) เป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ (Ventilated And Corrugated) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ทั้งหมด ความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร

ค. ความยาวมาตรฐาน 3,000 มิลลิเมตร

6.3.5 รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง Support (SPAN) เท่ากับ 2.0 เมตร ไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัม/เมตร ที่ Uniformly Distributed Load โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยว และผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน NEMA VE 1 Class 8 C โดยได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ภายในประเทศ

/6.3.6 การติด...

6.3.6 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

6.4 รางเดินสาย Wireway

6.4.1 รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทยและได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO9001: 2008 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน

6.4.2 การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC Code Article 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

6.4.3 รางเดินสาย Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Galvanized หรือ พ่นเคลือบด้วยสื่อบความร้อน

6.4.4 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

6.4.5 การติดตั้งราง Wireway โดยต้องมีที่รองรับหรือแขวนยึดให้มั่นคงที่รองรับหรือที่ยึดรางร้อยสายที่เดินในแนวนอน ต้องห่างกันไม่เกิน 2.00 เมตร รางร้อยสายที่เดินในแนวตั้ง ต้องมีที่ยึดหรือรองรับห่างกันไม่เกิน 2.50 เมตร และมีจุดต่อรางร้อยสายระหว่างช่วงของที่รองรับ หรือที่ยึดไม่เกิน 1 แห่ง ท่อหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่นำมาต่อกับรางร้อยสายไม่นับเป็นที่รองรับหรือที่ยึด

6.4.6 ที่ปลายของราง Wireway เมื่อไม่มีการเดินสาย เข้า-ออก ต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายรางที่ทำมาสำหรับใช้กับรางร้อยสายโดยเฉพาะ

6.4.7 ระบบของราง Wireway ที่ติดตั้ง จะต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต้องต่อลงดินตามวิธีการใน NE Code หัวข้อที่ 250

6.4.8 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟทุกเส้น ที่เดินในราง Wireway เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสาย ตรงช่วงที่สายเดินผ่านไป และจำนวนสายไฟต้องไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายที่มีกระแสไฟไหลเพียงชั่วคราว หรือสายดิน ทั้งนี้มีข้อยกเว้นตาม NE Code ข้อ 362 สายไฟข้อต่อ และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการต่อสาย ต้องกินเนื้อที่รวมกันไม่เกิน 70% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสาย

6.5 กล่องต่อสาย

6.5.1 กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามข้อกำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

ก. กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

/ข. กล่อง...

ประธานกรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการ.....	กรรมการและเลขานุการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง	หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า	หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า	หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.	หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ข. ก่อ่งต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของก่อก่อต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และก่อก่อแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

ค. ก่อ่งต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

ง. ขนาดของก่อก่อต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกก่อก่อ นั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

จ. ก่อ่งต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

ฉ. การติดตั้งก่อก่อต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และก่อก่อต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีภายใน และที่ฝาปิดให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของก่อก่อต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

ช. สำหรับแผงสวิตช์รวม ซึ่งมีสวิตช์ไฟฟ้าจำนวนมากในบริเวณเดียวกัน ให้ผู้รับจ้างทำแบบ Rough-In แสดงแบบของ BOX (ES) และวิธีการติดตั้งให้วิศวกรบริษัทพิจารณาและดำเนินการเพื่ออนุมัติก่อนการติดตั้ง

ซ. เว้นแต่จะได้ออกแบบไว้เป็นอย่างอื่น Pull Boxes จะต้องสร้างด้วย Galvanized Steel ขนาดไม่ต่ำกว่า 5 เท่าของปริมาตรรวมของสายไฟภายในทั้งหมดแต่ไม่ต่ำกว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ยึดฝาปิดด้วยสกรู และต้องไม่มีรูนอกจากที่ท่อร้อยสายไฟถูกยึดติดอยู่เท่านั้น

ฌ. Pull Boxes ตามที่กล่าวถึงในข้อ 18.5.8 ให้ใช้ได้เฉพาะในการดึงสายไฟภายในเท่านั้น หากจะมีอุปกรณ์อื่น เช่น สวิตช์ Cut-Out ฯลฯ ภายใน Pull Box ด้วย ต้องเสนอแบบของ Box ตลอดจนรายละเอียดการติดตั้งภายในและการติดตั้ง Box ให้การทำเรื่องได้พิจารณาและอนุมัติก่อน

ญ. Floor Box สำหรับปลั๊กไฟฟ้า ฯลฯ ซึ่งฝังอยู่ในพื้นต้องใช้ Box แบบที่เหมาะสม และทั้งชุดต้องสามารถกันน้ำได้ การติดตั้งให้ฝังในพื้นโดยให้ฝาเรียบกับพื้น

ฎ. Boxes ทั้งหมดที่ติดตั้งกลางแจ้ง หรือในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง หรือ Boxes ซึ่งกำหนดให้เป็นแบบที่กันน้ำได้จะต้องเป็นชนิด Galvanized Cast Iron มีหัวต่อ (กับท่อร้อยสายไฟ) แบบเกลียวและใช้ปะเก็น ในการปิดฝาให้แน่นสนิทด้วยสกรูทองเหลือง

ฏ. Boxes ทุกตัวต้องติดตั้งภายในฝ้าเพดาน ในผนัง ในเพดาน หรือในพื้นที่ที่พ้นสายตา หากมีความจำเป็นต้องติดตั้งภายนอกบนเพดาน ผนัง ฯลฯ ต้องให้การทำเรื่องได้พิจารณาและอนุมัติก่อน และต้องใช้ชนิด Galvanized Cast-Iron

ฐ. รู Knock-Out ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ หรือเปลี่ยน Box เสียใหม่

/๓. Boxes...

ประธานกรรมการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

กรรมการ.....
หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

กรรมการและเลขานุการ.....
หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

ท. Boxes ทั้งหลายจะต้องถูกยึดตรึงอย่างแข็งแรง โดยไม่ต้องอาศัยท่อร้อยสายไฟเป็นตัวรับน้ำหนักของตัวเอง และอุปกรณ์อื่นที่ห้อย แขนงหรือติดตั้งกับ Box นั้นๆ ได้ หากที่ยึดทำด้วยโลหะจะต้องเป็นชนิดกันสนิมได้และมีขนาดที่เหมาะสม

ฉ. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมผนัง เพดาน พื้น ฯลฯ ที่ชำรุด เพราะการติดตั้ง Boxes ต่างๆ เอง

ณ. Junction, Outlet และ Pull Box ทุกตัวจะต้องติดตั้งในที่ ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจสอบซ่อมแซมตัว Box เองหรือสายไฟฟ้าภายในได้ทุกขณะภายหลังจากงานนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว

ด. ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแบบ และแบบของบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยละเอียด เพื่อสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้ถูกต้อง

6.6 การติดตั้ง

6.6.1 ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของการทำเรื่อง

7. ระบบต่อลงดิน

7.1 ความต้องการทั่วไป

7.1.1 ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้ารางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้

ก. ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"

ข. มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES. 24-1984 การต่อลงดิน"

ค. National Electrical Code (NEC) ARTICLE 250

ง. National Fire Protection Association (NFPA) NO.78

จ. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (ว.ส.ท.)

7.2 หลักสายดิน (Ground Rod)

7.2.1 หลักสายดินให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL-467 และได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL Listed)

/7.3 สายดิน...

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

7.3 สายดิน (Ground Conductor)

7.3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Ground) เพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายศูนย์ของระบบไฟฟ้านั้นตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด

7.3.2 ถึงแม้จะมีได้กำหนดหรือแสดงในแบบไว้ก็ตาม ระบบไฟฟ้าของโครงการนี้ ต้องมีระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) โดยให้ดำเนินการดังนี้

ก. โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน

ข. ขนาดของสายตัวนำลงดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจรนั้นๆ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด

7.4 ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (Isolated Ground)

7.4.1 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด แล้วแต่กรณี สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักสายดินโดยตรง และสามารถเข้าร่วมกับหลักสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

7.5 การติดตั้ง และการทดสอบ

7.5.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อต่อต่างๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากการทำเรื่อง

7.5.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่เป็นสายประธาน (MAIN) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ให้วางลอยได้

7.5.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร

7.5.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของการทำเรื่องเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

8. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

8.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลักดังนี้ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator set), สวิตช์สลับสายไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch หรือ ATS) และระบบควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set Control System) โดยต้องเป็นของใหม่ทั้งหมด ผลิตจากโรงงานมาในระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี และได้มาตรฐาน ISO9001 และ ISO14001

/8.2 มาตรฐาน...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

8.2 มาตรฐานอ้างอิง

8.2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องยนต์ดีเซล และตู้ควบคุมต้องผลิตตามมาตรฐาน ISO, IEC, NEMA, BS, DIN หรือเทียบเท่า

8.2.2 ชุด Automatic Voltage Regulator (AVR) ตามมาตรฐาน IEC หรือ VDE หรือ UL

8.2.3 สายไฟฟ้าใหม่ มอก. 11-2553 หรือ IEC 60502, BS, AS

8.2.4 การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 (EIT Standard 022001-22)

8.2.5 มาตรฐานต่างๆ ที่สำคัญเกี่ยวข้องกับวัสดุอุปกรณ์และการเดินสายไฟฟ้า รวมถึงการติดตั้ง
บริเวณที่ไฟฟ้า

8.2.5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

8.2.5.2 มาตรฐาน วสท. (EIT Standard 022001-22)

8.2.5.3 International Electrotechnical Commission (IEC)

8.2.5.4 National Electrical Code (NEC)

8.2.5.5 American National Standard Institute (ANSI)

8.2.5.6 British Standard (BS)

8.2.5.7 National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

8.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

8.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องมีคุณลักษณะ ดังนี้

- มีระดับสมรรถนะ G3 (Class G3)
- ขนาดไม่ต่ำกว่า 252 kW. หรือ 315 kVA
- พิกัดเพาเวอร์แฟคเตอร์ไม่ต่ำกว่า: 0.8 lagging
- พิกัดแรงดันและความถี่: 400/230 V. 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์

8.3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเป็นแบบ Brushless, Revolving Field, Self-Excitation Type ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องต้นกำลังโดยผ่าน Flexible Direct Coupling ติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าขนาดกระแสไฟฟ้าขนาดตามที่พิกัดกำหนดที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที และสามารถทำงานเกินพิกัดได้ 10% เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ที่ความเร็ว 1500 รอบต่อนาที โครงสร้างเป็นแบบ Screen Protected Drip-Proof ได้ตามมาตรฐาน IP 23 ระบายความร้อนโดยใช้ใบพัดและเป็นไปตามมาตรฐาน BS5000, IEC 60034-1, MG2-22 และ VDE0530

8.3.3 Exciter เป็นแบบ Static Self Excitation ประกอบด้วย Full Wave, Three Phase Rotating Rectifier พร้อมทั้ง Selenium Voltage Protection

/8.3.4 ระบบ...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

8.3.4 ระบบควบคุมแรงดันประกอบด้วย Automatic Voltage Regulator แบบ Electronic Control หรือแบบ Digital สามารถควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- Voltage Deviation ไม่เกิน 1% ของ Rated Voltage จาก No load ถึง Full load และ ไม่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบ

- Voltage Stability $\pm 0.5\%$ ของ Rated Voltage จาก No load ถึง Full load

- Voltage Dip ไม่เกิน -15% ของ Rated Voltage เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง Load 100% และ Recovery Time กลับสู่ช่วง $\pm 3\%$ ของ Rated Voltage ไม่เกิน 4 วินาที

8.3.5 ฉนวนของขดลวด Stator และ Rotor เป็นแบบ Class H และความทนทานต่อ Temperature Rise ตาม NEMA Standard Class H หรือดีกว่า

8.3.6 การใช้งานจะใช้กับ Load ที่มี Starting Current สูงๆ ไม่น้อยกว่า 250 ถึง 300% ของ Rated Current และสามารถทนกระแส Single Phase Short Circuit ได้ไม่ต่ำกว่า 300% ลักษณะรูปคลื่นของแรงดันกำหนดให้มี Total Distortion (THD) ไม่เกิน 2% ประกอบด้วย Electronic Ratio Frequency Interference Filter เพื่อขจัดคลื่นสัญญาณรบกวนตามมาตรฐาน VDE Class G หรือ N

8.3.7 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย Molded Case Circuit Breaker เพื่อป้องกันการลัดวงจรโดยมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

8.3.8 มีระบบสายดิน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

8.3.9 อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

8.4 เครื่องยนต์ต้นกำลัง (Engine) เครื่องยนต์ต้นกำลังต้องมีคุณลักษณะดังนี้

8.4.1 เครื่องยนต์เป็นชนิดใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แบบสี่ จังหวะ ไม่ต่ำกว่า 6 สูบ (6 Cylinder)

8.4.2 มีความจุกระบอกสูบรวมไม่ต่ำกว่า 5900 ซีซี (5.9 ลิตร) ทำงานที่ความเร็ว 1500 รอบต่อนาที มีขนาดกำลังเพียงพอกับการใช้งานตามมาตรฐาน BS5514, DIN6271, ISO-3146 หรือ SAE

8.4.3 ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled) โดยใช้ปั๊ม (Centrifugal Type Circulating Water Pump) เพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนในส่วนต่างๆ เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิใช้งานของเครื่องยนต์ ต้องออกแบบให้สามารถใช้งานได้ดีจนอุณหภูมิถึง 50 องศา (Ambient Temperature) ต้องมีหม้อน้ำรังผึ้ง และพัดลมระบายความร้อน พร้อม Guard เพื่อ ป้องกันส่วนที่เคลื่อนไหว

8.4.4 มีเครื่องช่วยอัดอากาศ (Turbocharged) และมีระบบระบายความร้อนที่อัด (After Cooled)

8.4.5 มีระบบควบคุมความเร็วให้คงที่ชนิด Electronic หรือ Digital Governing ที่สามารถควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ให้คงที่แบบ Isochronous Operation และมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm 0.25\%$ ที่ Steady State

/8.4.6 ระบบ...

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รพ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รพ.

8.4.6 ระบบไอเสียมี Exhaust Silencer พร้อม Flexible Connection ระบบท่อไอเสีย และ Exhaust silencer ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องหุ้มด้วยฉนวนทนความร้อน ซึ่งสามารถทนทานความร้อนได้ถึง 650 °C หนาไม่น้อยกว่า 40 มม. และปิดทับด้วย Aluminum Jacket

8.4.7 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ โดยใช้แบตเตอรี่ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 150 แอมป์-ชั่วโมง

8.4.8 ระบบป้องกันการสั่นสะเทือนใช้ Vibration Isolator ชนิด Rubber Type หรือ Spring หรือตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต

8.4.9 มีถังน้ำมันประจำเครื่อง (Day tank) ขนาดไม่น้อยกว่า 700 ลิตร และสามารถจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดเต็มพิกัด (Full Load) ติดตั้งอยู่ภายใต้ตู้ครอบใต้แท่นเครื่อง พร้อมระบบสูบน้ำมันเชื้อเพลิงแบบใช้ไฟฟ้าและแบบมือหมุนเพื่อใช้เติมน้ำมันเข้าถัง

8.4.10 ระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรอง (Main Fuel Tank หรือ Fuel Storage Tank) สำหรับจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าหรือถังน้ำมันประจำเครื่อง (Fuel Day tank) ถ้ามีความจุรวมเกิน 15,000 ลิตร จะต้องติดตั้งภายนอกอาคาร โดยติดตั้งใต้พื้นดิน หรือบนพื้นดินตามที่กำหนดในกฎกระทรวง สถานที่เก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิงฉบับล่าสุด

8.4.11 ต้องใช้แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด (Lead-Acid) แบบไม่ต้องเติมน้ำกลั่น

8.4.12 มีระบบสายดิน ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

8.4.13 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

8.5 ระบบควบคุมการเดินเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า

8.5.1 เป็นระบบที่แสดงผลด้วย Backlight LCD Display

8.5.2 สามารถเลือกการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีฟังก์ชันไม่น้อยกว่า 4 Mode ดังนี้

- Mode 1 "STOP/RESET" สำหรับการหยุดเดินเครื่องและเคลียร์ Fault ที่เกิดขึ้น
- Mode 2 "AUTO" ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติตามปกติ
- Mode 3 "MANUAL" สำหรับการทำงานแบบ Manual
- Mode 4 "START" สำหรับ Start เครื่องยนต์

8.5.3 สามารถปรับแต่งการหน่วงเวลาในการสตาร์ทเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าได้ ในช่วง 1 ถึง 20 วินาที สามารถปรับแต่งจำนวน Crank Start ของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าได้มากกว่า 3 ครั้ง หากสตาร์ทเครื่องยนต์ไม่ติดเมื่อครบจำนวนครั้งการ Crank Start ต้องหยุดและต้องแสดงสถานะ Fail to Start หรือ Over Crank

8.5.4 เมื่อสั่งให้เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าหยุดเดินเครื่องแบบปกติต้องมีการหน่วงเวลาเพื่อทำการเดินเครื่องยนต์ Cool Down ทุกครั้ง สามารถปรับแต่งช่วงเวลาของการ Cool Down ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 5 นาที

/8.5.5 จะต้อง...

8.5.5 จะต้องสั่งการให้ชุดเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเดินเครื่อง Exercise แบบอัตโนมัติทุกๆ 7 วัน โดยเดินเครื่องยนต์ไม่จำเป็นโหลดและสามารถปรับแต่งเวลาในการ Exercise ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 5 นาที

8.5.6 สามารถเป็นเครื่องมือวัดแบบ LCD Display มี Function อย่างน้อย ดังนี้

- Amp Meter วัดกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 Phase
- Generator & Main Voltmeter วัดแรงดันไฟฟ้าทั้ง 3 Phase
- Kilowatt Meter
- kWh และ kVA
- Frequency (Hz)
- Tachometer (RPM)
- Engine Hours Run
- Engine Oil Pressure
- Engine Speed (RPM)
- Battery Voltage

8.5.7 ระบบควบคุมการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในกรณีเครื่องยนต์, Alternator และระบบอื่นๆ ทำงานผิดปกติ จะทำการดับเครื่องยนต์เองโดยอัตโนมัติ หรือมีสัญญาณไฟแสดงที่ตู้ควบคุมและสัญญาณเสียง ซึ่งสามารถ Reset กลับมาให้อยู่ในสถานะปกติได้ และมีระบบป้องกันได้ ดังนี้

- Low Oil Pressure
- High Coolant Temperature
- Fail to Start Alarm
- Under/Over Speed
- Charge Failure Alarm
- Fail to Synchronize
- Emergency Stop

8.5.8 มีสัญญาณแจ้งเตือนแบบ LED Display ไม่น้อยกว่า 4 หลอดสามารถโปรแกรมเลือก Alarm ที่สำคัญ เพื่อแจ้งเตือนร่วมกับการแสดงผลแบบ LCD ได้ โดยแสดงผลที่ด้านหน้าชุดควบคุม ซึ่งเป็นมาตรฐานรวมอยู่ในชุดเดียวกับชุดควบคุม

8.5.9 มี Earth Fault Protection เพื่อตรวจจับกระแสลัดวงจรลงดินและสั่งปลดเซอร์กิตเบรกเกอร์ทันที เมื่อกระแสลัดวงจรลงดินเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ สามารถปรับค่าได้ในช่วง 5-15%

8.5.10 มีระบบสายดิน ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

8.5.11 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต

/8.6 การทดสอบ...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รพ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รพ.

8.6 การทดสอบสมรรถนะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อส่งมอบงาน (Acceptance Test)

8.6.1 เอกสารที่ต้องจัดเตรียมในการส่งมอบงาน

- หลักฐานการทดสอบเครื่องต้นแบบ (Prototype Test) ที่ระบุขนาดพิกัดกำลังพร้อมชุดควบคุม และอุปกรณ์ป้องกันการเกิดความเสียหายจากการรบกวนปกติและไม่ปกติในภาวะการใช้งานโหลดจริง
- เอกสารรับรองการตรวจสอบความสามารถในการรองรับการสั่งสะท้อนจากแรงบิดที่เกิดจากการทำงานของเครื่องต้นกำลังและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- เอกสารรับรองจากผู้จัดทำหน้าที่ในการปฏิบัติตามที่กำหนดในมาตรฐาน และสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ทำการติดตั้งใช้งานเป็นไปตามวัตถุประสงค์
- หนังสือรับรองจากผู้ผลิต (Manufacturer's Certification) ในการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามขนาดพิกัดกำลัง ณ ค่าตัวประกอบกำลังพิกัด (Rated Power Factor) พร้อมบันทึกค่าอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature) ขณะทดสอบ ระดับความสูงที่ทดสอบ (Altitude) และระดับคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ทดสอบ (Fuel Grade)

8.6.2 ทดสอบสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Load Test) โดยให้ทำการเดินเครื่องอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง รวมทั้งต้องบันทึกค่าต่างๆ เช่น ขนาดของโหลด, ค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage), ความถี่ (Frequency), กระแสไฟฟ้า (Current), ค่าแรงดันน้ำมันหล่อลื่น (Oil Pressure), อุณหภูมิ น้ำระบายความร้อน (Water Temperature) และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น ไปด้วยโดยการทดสอบจะต้องทำเป็นขั้นตอน ดังนี้

- จ่ายโหลดที่ 0% ของพิกัดกำลัง (Name Plate kW) เป็นเวลา 5 นาที
- จ่ายโหลดไม่น้อยกว่า 30% ของพิกัดกำลัง (Name Plate kW) เป็นเวลา 30 นาที
- จ่ายโหลดไม่น้อยกว่า 50% ของพิกัดกำลัง (Name Plate kW) เป็นเวลา 30 นาที
- จ่ายโหลดไม่น้อยกว่า 100% ของพิกัดกำลัง (Name Plate kW) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที (หรือ ตามประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า)

8.6.3 ทดสอบฟังก์ชันการทำงาน (Function Test) โดยให้ทำภายหลังการทดสอบสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยเป็นการทดสอบการใช้งานจริงเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถทำงานได้จริงเมื่อไฟฟ้าหลักเสียหรือขัดข้อง และเมื่อไฟฟ้ากลับเข้าสู่ภาวะปกติ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

- ให้ทำการดับไฟฟ้าหลักเสมือนไฟฟ้าหลักดับหรือขัดข้อง
- บันทึกช่วงเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้รับคำสั่งสตาร์ท (Time Delay on Start)
- บันทึกช่วงเวลาดังแต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเริ่มสตาร์ทจนสตาร์ทติด (The Cranking Time until The Prime Mover Starts and Runs)
- บันทึกช่วงเวลาดังแต่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสตาร์ทติดจนถึงความเร็วรอบใช้งาน (The Time Taken to Reach Operating Speed)

/8.6.4 การทดสอบ...

ประธานกรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการ..... กรรมการและเลขานุการ.....
 ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รพ. หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รพ.

8.6.4 การทดสอบความเสถียร (Steady State Test) ให้บันทึกข้อมูลแรงดันไฟฟ้าขาออก (output voltage), กระแสขาออก, ความถี่ และฮาร์โมนิกที่เกิดขึ้นในขณะที่จ่ายโหลดและไร้โหลด โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

- ทำการสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าใส่โหลดเต็มพิกัดกำลังกิโลวัตต์ (100% Rated kW load)
- ลดโหลดลงเหลือ 50% ของพิกัดกำลังกิโลวัตต์ (50% Rated kW load)
- ปลดโหลดทั้งหมดออก

8.6.5 การทดสอบการตอบสนองชั่วคราว (Transient Response Test) ให้บันทึกข้อมูลแรงดันไฟฟ้าขาออก (output voltage), กระแสขาออก และความถี่ด้วยมาตรวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) ทำการบันทึก และอธิบายเหตุการณ์การตอบสนองชั่วคราวในภาวะต่างๆ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

- ใส่โหลด 50% ของพิกัดกำลังกิโลวัตต์ในครั้งเดียว (0-50% rated kW load in one step) ในขณะที่ทำงานในสภาวะไร้โหลด
- ใส่โหลดอีก 50% ของพิกัดกำลังกิโลวัตต์ที่เหลือในครั้งเดียว (50% to 100% rated kW load in one step) ในขณะที่มีโหลดอยู่ 50%
- ปลดโหลด 50% ของพิกัดกำลังกิโลวัตต์ในครั้งเดียว (100% to 50% rated kW load in one step) ในขณะที่มีโหลดอยู่ 100%
- ปลดโหลด 50% ของพิกัดกำลังกิโลวัตต์ที่เหลือในครั้งเดียว (50% to 0% rated kW load in one step) ในขณะที่มีโหลดอยู่ 50%

8.6.6 การทดสอบแบบจ่ายโหลดครั้งเดียว (Single Step Load Test) ให้เริ่มต้นที่หลังจากเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเพื่อระบายความร้อน โดยการสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความเร็วรอบและแรงดันไฟฟ้าถึงค่าใช้งานให้จ่ายโหลด 100% ของพิกัดกำลัง (Name Plate kW) หรือพิกัดสูงสุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายได้ในการจ่ายโหลดครั้งเดียว ให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Single Step Load) ทันทที แล้วบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าและความกระเพื่อม (Voltage and Frequency Dip) และเวลาเข้าสู่สภาวะใช้งาน (Recovery Time)

/8.6.7 ต้องส่ง...

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.

8.6.7 ต้องส่งมอบสิ่งต่อไปนี้มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจรับด้วย

- คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- วงจรการต่อระบบควบคุมของตู้ควบคุมและชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- วงจรการต่อใช้งานและควบคุม ของ Circuit Breaker และ ATS จำนวน 1 ชุด
- Alternator Instruction Book จำนวน 1 ชุด
- Engine Parts Catalog Book จำนวน 1 ชุด
- Spare part สำหรับการบำรุงรักษา อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วย
 1. ไส้กรองอากาศ จำนวน 1 ชุด
 2. ไส้กรองน้ำมันเครื่อง จำนวน 1 ชุด
 3. ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 1 ชุด
- ชุดเครื่องมือพื้นฐานช่าง (อย่างน้อยต้องประกอบไปด้วย ประแจปากตายเบอร์ 8-22 ชุดไขควงสำหรับงานไฟฟ้า ชุดคีมสำหรับงานไฟฟ้า กล้องใส่เครื่องมือ) จำนวน 1 ชุด

9. ประตุม้วน

9.1 ความต้องการทั่วไป

ประตุม้วนเป็นระบบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบปิดหีบ โดยมีสวิตช์ไฟสำหรับ เปิด – ปิด ติดผนังเพื่อความสะดวกแก่การใช้งาน หากกรณีไฟฟ้าขัดข้องสามารถใช้โซ่ซึ่งอยู่ในตัวมอเตอร์เปิดฉุกเฉินได้ และเวลาปิดเพียงแค่ดึงเบรกประตุม้วนก็จะปิดลง อีกทั้งยังสามารถติดเซ็นเซอร์เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัย หากมีคน หรือ สิ่งของ กีดขวางประตุม้วนจะหยุดการทำงาน โดยมีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

วิธีเปิด : ประตุม้วนเปิดด้วยมือ

บาน : บานประตุม้วนใบเหล็กม้วนใบเหล็กลอนเดี่ยวใหญ่ ทำสำเร็จจากโรงงานเป็นการอบสีพ่น (Powder Coat) ช่วงล่างใบสแตนเลส สูง 50 ซม.

วงกบ : เหล็กกล้าไนซ์

อุปกรณ์ : ชุดอุปกรณ์ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์รีโมทควบคุม

ประธานกรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการ.....

กรรมการและเลขานุการ.....

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกองบริการงานช่าง

หัวหน้าแผนกบริการงานไฟฟ้า

หัวหน้าแผนกโรงไฟฟ้า

หัวหน้าหมวดผลิตและจ่ายพลังไฟฟ้า รฟ.

หัวหน้าหมวดไฟฟ้าแรงสูง รฟ.