

กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด VACUUM และใช้วิธีการดับอาร์คโดยเทคโนโลยี AMF (Axial Magnetic Field)

7.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องมีขนาดพิกัดไม่น้อยกว่าค่า ดังต่อไปนี้

| | | | |
|---|---|------|---------|
| Rated Voltage | : | 24 | kV |
| Rated insulation level | | | |
| -Lightning impulse withstand voltage | : | 125 | kV peak |
| -One minute power frequency withstand voltage | : | 50 | kV rms |
| Rated frequency | : | 50 | Hz |
| Rated normal current | | | |
| -For incoming and bus section | : | 630 | A |
| -For outgoing feeder | : | 630 | A |
| Rated short-circuit breaking current | : | 25 | kA rms |
| Rated short circuit making current | : | 62.5 | kA peak |
| Rated duration of short circuit | : | 1 | sec. |

7.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่เป็นชนิด Three-phase Bank จะต้องทำงานพร้อมกันทั้ง 3 เฟส โดย Common Operating Mechanism แบบ Trip Free พร้อมวงจร Anti-pumping ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขั้วจรสปริง แหล่งจ่ายสำหรับการทำงานของอุปกรณ์และวงจรควบคุมทั้งหมด ให้ใช้แรงดัน 110 Vdc

7.4 จะต้องมีอุปกรณ์สำหรับ ปลด/สับ เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบทำงานด้วยมือ เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันขาดหายไป

7.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละตัว จะต้องมี Auxiliary Contact สำรอง จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด (2 NO/2 NC) สำหรับใช้งานกับวงจรควบคุมภายนอก

7.6 จะต้องมี Auxiliary Contact สำหรับ Circuit Breaker Truck จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด (1NO/1NC) สำหรับแสดงตำแหน่ง Plugged In และ Isolated เพื่อใช้งานกับวงจรควบคุมภายนอก

7.8 จะต้องมีตัวนับจำนวนครั้งการทำงาน (Operating Counter) เพื่อบันทึกการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์

8. หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัด (Instrument transformer)

8.1 เป็นชนิดที่มีผลผลิตใช้งานเป็นมาตรฐาน โดยมีข้อกำหนดตามระบุ หรือสั่งทำพิเศษซึ่งแตกต่างจากรุ่นมาตรฐานที่ผลิตปกติเฉพาะในส่วนที่มีใช้สำคัญ ขนาดพิกัดของหม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดตามข้อกำหนดนี้ เป็นเพียงค่าความต้องการต่ำสุด

8.2 หม้อแปลงแรงดันที่ใช้กับ Incoming or Outgoing Feeder เป็นแบบ Draw-out Type หรือแบบ Disconnectable Type มีขนาดพิกัดสอดคล้องกับพิกัดขนาดของตู้สวิตช์เกียร์ตามข้อ 4.4 และตามข้อกำหนดดังนี้

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| Number of secondary winding | : | 2 |
| Rated transformation ratio | : | $\frac{24,000}{\sqrt{3}} / \frac{120}{\sqrt{3}} / \frac{120}{\sqrt{3}} \text{ V}$ |
| Rated output and accuracy | : | 15 VA, class 0.5 15 VA, class 3P |
| Rated voltage factor | : | 1.9 at 8 hours rated time |

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Fuse และ/หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดที่เหมาะสมเพื่อใช้งานร่วมกับหม้อแปลงดังกล่าว

8.3 การต่อวงจรของหม้อแปลงกระแสเพื่อใช้สำหรับเครื่องวัดและรีเลย์ป้องกัน ต้องสอดคล้องกับเครื่องวัดและรีเลย์ป้องกันที่ใช้ มีขนาดพิกัดสอดคล้องกับขนาดพิกัดของตู้ สวิตช์เกียร์ตามข้อ 1.4 และตามข้อกำหนดดังนี้

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| Number of secondary winding | : | for incoming feeder I1 for incoming feeder I2 for outgoing feeder |
|-----------------------------|---|---|

Rated transformation ratio, each winding

| | | |
|--------------------------|---|-------------|
| - For incoming feeder I1 | : |/5/5 A |
| - For incoming feeder I2 | : |/5/5 A |
| - For outgoing feeder | : |/5/5 A |

Rated output and accuracy class

| | | |
|---|---|-------------------|
| - Metering winding | : | 15 VA, class 0.5 |
| - Overcurrent protection winding at incoming feeder and bus section | : | 15 VA, class 5P10 |
| - Overcurrent protection winding at outgoing feeder | : | 15 VA, class 5P10 |

พิกัดกระแสทางด้าน Secondary Winding ของหม้อแปลงกระแสอาจใช้เป็น 1 A ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับเครื่องวัด และรีเลย์ป้องกันมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตหม้อแปลงกระแส รีเลย์ป้องกัน และเครื่องวัด ถือเป็นอุปกรณ์ส่วนควบ (Integrated Instrument) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบคำนวณและ

ออกแบบให้หม้อแปลงกระแสมีขนาดพิกัด Burden Output เพียงพอต่อการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต่ออยู่กับด้าน Secondary Winding ตามที่ผู้รับจ้างเสนอใช้ โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของหม้อแปลงกระแสยังอยู่ใน Accuracy Class ที่กำหนด

- 8.4 เมื่อเกิดการลัดวงจรค่ากระแสสูงสุดทางด้าน Secondary ของชุด Metering Winding ต้องไม่เกิน 10 เท่าของกระแสพิกัดปกติทางด้าน Secondary
- 8.5 ขั้วต่อสายที่ด้าน Secondary ของหม้อแปลงกระแสจะต้องเป็นแบบ Double End Shorted Terminal Block เพื่อสะดวกสำหรับการต่อสายไปยังแอมป์มิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมระยะไกล (Remote Panel)
- 8.6 ขนาดพิกัดข้างต้นเป็นค่าความต้องการต่ำสุด และขนาดพิกัดของอัตราส่วนกระแสสามารถเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมและเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตได้ แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอเพื่อขออนุมัติจากผู้ออกแบบ

9. บัสบาร์ (Bus bar)

- 9.1 บัสบาร์ต้องทำจากทองแดง มีพิกัดกระแสตามระบุในแบบ หุ้มด้วยฉนวนชนิด Epoxy หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า จุดต่อและจุดแยกทั้งหมดต้องหุ้มด้วยฉนวน
- 9.2 ค่า Temperature Rise ของบัสบาร์ เมื่อมีกระแสตามขนาดพิกัดไหลผ่านต่อเนื่อง ที่พิกัดความถี่ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิง
- 9.3 บัสบาร์ต่อลงดิน ต้องทำจากทองแดงมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 120 ตร.มม อุปกรณ์และวงจรต่างๆ ทั้งหมดที่ต้องต่อลงดิน ให้เดินลงดินที่บัสบาร์ต่อลงดินนี้

10. เครื่องวัด (Measurement Instruments)

- 10.1 แอมป์มิเตอร์และโวลท์มิเตอร์ ต้องเป็นแบบ Upright Flush-Mounted, Back Connected, Dust and Moisture-proof, Switchboard Type ออกแบบมาเพื่อใช้ร่วมกับหม้อแปลงเครื่องวัดความถี่ใช้งาน 50Hz

Ammeter : Accuracy class 1 or better

Voltmeter : Accuracy class 1 or better

- 10.2 มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าแบบดิจิทัล ต้องเป็นชนิดใช้ติดตั้งกับสวิตช์บอร์ด แบบติดตั้งซ่อนจากด้านหน้า กันฝุ่นเหมาะกับการใช้งานในเขตเมืองร้อน กรณีที่ต้องการแหล่งจ่ายไฟเพื่อใช้งาน ต้องเป็นขนาด 110 Vdc.

เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือ Microprocessor-base สำหรับวัดค่าในระบบ 3 เฟส ตามข้อกำหนดดังนี้

Measuring value : Phase voltage (kV)

: Phase current (A)

Active power (kW)

| | |
|--------------------------------------|--|
| | Reactive power (kVAR) |
| | Max demand, Active power (kW) |
| | Max demand, Reactive power (kVAR) |
| | Power factor (cos Φ) |
| | Active Energy (kWh) |
| | Reactive Energy (kVARh) |
| Display Type | : Liquid crystal display (LCD) or light emitting Diode display (LED) |
| Insulation test voltage (one minute) | : 2 kV (r.m.s) |
| Accuracy : | |
| Current and voltage | : Class 1 or better |
| Power | : Class 1 or better |

พร้อม software package, serial communication port interface สำหรับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่นๆ (ถ้ามี)

10.3 ในกรณีที่ Metering Instrument เป็นส่วนควบ (Integrated Unit) กับ Protective Relay แบบ Microprocessor-Base ซึ่งส่วนตอบสนองค่ากระแส (Current Element) สามารถทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 20 เท่า ของพิกัดกระแสปกติ ให้ใช้ขดลวดชุด Protection Winding ของ Current Transformer กับเครื่องวัดนั้นได้ และให้สามารถใช้เครื่องวัดมาตรฐานของผู้ผลิตนี้แทนเครื่องวัดตามที่กำหนดในแบบรูปได้ทั้งหมด ทั้งนี้จำนวนฟังก์ชันหลักในการวัดและค่าความเที่ยงตรง ต้องไม่น้อยกว่าความต้องการที่กำหนดไว้

11. ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับรีเลย์ป้องกัน (General Requirements for Protective Relay)

รีเลย์ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทั่วไป ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

11.1 ต้องเป็นแบบ Microprocessor-base Relay

11.2 รีเลย์สำหรับการป้องกันแต่ละแบบ ต้องมีกล่องทนความร้อน สามารถป้องกันผลกระทบเนื่องจากสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าได้ดี พร้อมขั้วสำหรับต่อลงดิน ถ้ามีกล่องเป็นเหล็ก จะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดสนิม

11.3 ฝาครอบด้านหน้าเป็นวัสดุแบบโปร่งใส ตัวกล่องและฝาครอบเป็นชนิดกันฝุ่น IP50 ตามมาตรฐานป้องกัน IEC Standard หรือตามมาตรฐานผู้ผลิตไม่น้อยกว่า IP4X

11.4 แหล่งจ่ายไฟสำหรับรีเลย์ ให้ใช้แรงดัน 110 Vdc

11.5 รีเลย์ชนิดที่ควบรวมอยู่กับเครื่องวัด (Integrated Unit) ให้ใช้กับงานนี้ได้

12. ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับรีเลย์ป้องกัน (Particular Requirements for Protective Relays)

12.1 Three Pole Phase with Single Pole Earth Fault Overcurrent Relay

ก) Overcurrent Relay เป็นแบบ Microprocessor-base Type สามารถเลือกตั้งค่าคุณสมบัติการทำงานได้ดังนี้

- Extremely Inverse Curve
- Very Inverse Curve
- Manufacturer Standard Curve

สามารถเลือกปรับตั้งค่าได้แยกจากกันเป็นอิสระสำหรับ Three-pole Phase และ Single-pole Earth Fault

ข) รีเลย์ป้องกันแบบฟิวส์หน้าตู้ ต่อสายจากด้านหลัง ใช้งานร่วมกับหม้อแปลงกระแสโดยมีขนาด Burden ที่เหมาะสม

ค) ส่วน Three-pole Phase ต้องมี Time Unit ปรับตั้งค่าเวลาได้ และสามารถปรับตั้งค่ากระแส Pick-up ในช่วง 50% - 200% พร้อม Instantaneous Unit ชนิดปรับค่ากระแสได้ในช่วง 500% - 1000% ส่วน Single Pole Earth Fault ต้องมี Time Unit ปรับตั้งค่าเวลาได้ และสามารถปรับตั้งค่ากระแส Pick-up ในช่วง 20% - 80% พร้อม Instantaneous Unit ชนิดปรับค่ากระแสได้ในช่วง 200% - 800%

ง) รีเลย์ที่ใช้จะต้องมี Auxiliary Contact แบบ Self Reset แรงดัน 110 Vdc ดังนี้

- Contact 2 ชุด สำหรับ Instantaneous Unit
- Contact 2 ชุด สำหรับ Time Unit

12.2 Overvoltage Relay เป็นแบบ Microprocessor-base Type สามารถเลือกตั้งค่าคุณสมบัติการทำงานได้ดังนี้

- Voltage setting range : 80 % - 150 % of U_n
- Definite time setting range : 0.05 – 100 sec.

12.3 Undervoltage Relay เป็นแบบ Microprocessor-base Type สามารถเลือกตั้งค่าคุณสมบัติการทำงานได้ดังนี้

- Voltage setting range : 5%-150 of Unit
- Definite time setting range : 1-100 sec.

12.4 Control Relay และ Auxiliary Relay ที่ใช้ร่วมกับรีเลย์ป้องกันในการสั่งการ ปลด/สับ เซอร์คิตเบรกเกอร์ กระตุ้นวงจรสัญญาณเตือนและแสดงสถานะต่างๆ เป็นแบบติดฝั่งซ่อนหน้าตู้ หรือ ติดตั้งบนแผง มีฝาครอบแบบถอดได้โดยด้านหน้าเป็นวัสดุโปร่งใส

13. อุปกรณ์ประกอบ (Miscellaneous Equipment)

13.1 Test Terminal และ Terminal Block เป็นชนิดทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 500 V มีขนาดใช้งานกับสายได้จาก 1.5 ตร.มม. ถึง 4 ตร.มม. ทำจากวัสดุที่ไม่กรอบแตกหักง่าย ไม่ติดไฟง่าย สามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า 80 องศาC จับยึดสายได้มั่นคงไม่หลุดง่าย

13.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับแรงดันต่ำ เป็นแบบใช้งานกับแรงดัน 110 Vdc , 220 Vac , 1 Phase และ 380 Vac , 3 Phase ทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่า 5 kA เป็นชนิด Thermal Trip และ Magnetic Trip

14. วงจรวัดและควบคุม (Measuring and Control Circuit)

14.1 สายที่เดินจากหม้อแปลงกระแส และหม้อแปลงแรงดันจะต้องผ่าน Test Block เพื่อให้สามารถทำการทดสอบวงจรได้สะดวก

14.2 วงจรควบคุมต่างๆจะต้องมีเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำชนิดมี Auxiliary Contact มีขนาดพิกัดเหมาะสมสำหรับการป้องกันวงจรที่ติดตั้งการใช้งาน

14.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ จะต้องไม่สามารถ Close ได้จนกว่า Lockout Relay จะถูก Reset

14.4 แรงดันไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับระบบควบคุมการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และรีเลย์ป้องกัน เป็นชนิด 110 Vdc สำหรับหลอดไฟสัญญาณและระบบสัญญาณเตือนต่างๆให้เป็นชนิด 24 Vdc

15. วงจรสัญญาณเตือนและแสดงการทำงาน (Alarm and Indication Circuits)

15.1 วงจรสัญญาณเตือนและแสดงการทำงานต่างๆจะต้องมีเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำชนิดมี Auxiliary Contact ขนาดพิกัดเหมาะสมสำหรับการป้องกันวงจรที่ติดตั้งการใช้งาน

15.2 หลอดไฟสัญญาณ ต้องเป็นชนิด LED แบบใช้กับตู้สวิทช์บอร์ด สามารถถอดเปลี่ยนหลอดได้จากทางด้านหน้าตู้

2. UNIT SUBSTATION

คุณสมบัติทั่วไปของ Unit Substation

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิตและการติดตั้ง Unit Substation ประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ ส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูง ส่วนหม้อแปลง และส่วนสวิตช์เกียร์แรงต่ำ เป็นชนิด TYPE TESTED ASSEMBLY (TTA) ตามมาตรฐาน IEC 62271-202

2. ความต้องการด้านเทคนิค

2.1 อุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะอยู่ใน Separate Compartment ที่สามารถกันน้ำ (Weatherproof Enclosure)

2.2 การจัดเรียงส่วนแรงสูงและส่วนแรงต่ำอยู่ด้านปลายแต่ละด้านของ Unit Substation มีประตูแยกสำหรับแต่ละส่วนพร้อมกุญแจประตูเป็น Master Key

2.3 ตู้ Housing จะต้องทำจาก

- เหล็กแผ่นพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า 2 mm. พ่นสี
- ฐานทำด้วยเหล็กไม่น้อยกว่า 4 mm. ชุบกัลป์วาไนท์ (HOT DIP GALVANIZE)
- หลังคาสามารถรับ Load ได้ไม่ต่ำกว่า 2500 N/m²
- ระบบป้องกันแต่ละส่วน
- MV และ LV IP 44
- Transformer IP 33
- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class 10

2.4 การกำหนดที่ตั้งของสวิตช์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมพื้นที่ให้สามารถติดตั้ง Ring Main Unit ได้ ส่วนหม้อแปลงมี ขนาด ตามแบบกำหนด และตามขนาดมาตรฐานของการไฟฟ้า

2.5 ตู้ Enclosure ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้

- Common clause for high voltage switchgear and low voltage switchgear IEC 60694
- Self – contained medium voltage apparatus IEC 62271-200
- Ac switches and earthing switches IEC 60129
- Switches and disconnectors IEC 60265
- Combined switch / disconnectors IEC 60420
- High voltage fuses IEC 60420
- High voltage test procedures IEC 60060
- Distribution substation up to 52 kV IEC 61330 OR 62271-202
(1st edition JUNE,06)
- Classification of degrees of protection for enclosures IEC 60529

- Transformer IEC 60076-1
- LV switchboard IEC 60439-1

2.6 กรณีที่ตู้ Enclosure ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตที่ได้รับใบอนุญาตการผลิต (License) หรือเป็นบริษัทสาขา (Subsidiary) หรือเป็นบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมี Type Test Report อนุญาตให้นำมาใช้ได้ หากผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าการออกแบบ วิธีการผลิต และการทดสอบ เป็นไปตามข้อกำหนด

3. รายละเอียดแต่ละส่วนของ Unit Substation มีรายละเอียดดังนี้

3.1 สวิตช์เกียร์แรงสูงใช้ชนิด 24 SF6-Insulated Ring Main Unit มีคุณสมบัติดังนี้

| | |
|---|-------------------------------|
| Rated Voltage | 24 kV. |
| Number of Phase | 3 phase |
| Rated Impulse Withstand Voltage | 125 kV. |
| Rated Power Frequency Withstand Voltage | 50 kV. |
| For Cable Feeder | |
| Rated Normal Current | 630 A |
| Rated Short Time Current (1 sec) | 16 kA.. At 24 kV. |
| Rated Short Circuit Making Current | 40/20 kA. At 40 kA. At 24 kV. |
| For transformer Feeder | |
| Rated Normal Current | CB 200 A OR Hrc fuse |
| Rated Breaking Capacity | 16 kA. At 24 kV. |

3.1.1 ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้ม โดยมี Protection Class IP 67

3.1.2 สวิตช์ด้าน Cable Feeder เป็นชนิด On-Load กลไกเป็น Spring Charge Manual Operated พร้อมบอกตำแหน่งของสวิตช์ จัดเตรียมติดตั้ง Remote On-Off Operation ได้ในอนาคต Earthing Switch ต้องมี Rated Short Circuit Making Current ไม่น้อยกว่า 40 kA.Peak พร้อมกัน และมี Padlock ที่สวิตช์ทุกตัวเพื่อให้ล็อกได้ในตำแหน่งเปิดและปิด

3.1.3 สวิตช์ด้าน Transformer Feeder เป็นชนิด Circuit Breaker Or Fuse Combination จะต้องสามารถป้องกันการ Short Circuit ได้ระบบตัดตอนของ Circuit Breaker จะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟภายนอก

3.1.4 จะต้องเตรียม Cable Connection เป็นชนิด Touchable อยู่ภายใน Cable Compartment ซึ่งอยู่ด้านหน้าของ Ring Main Unit ลักษณะของ Cable Connection เป็น Reconnectable และด้าน Cable Feeder ต้องใช้ชนิด Bolt-On Type และ Plug In Type ขนาดเหมาะสมกับสายใต้ดิน 12/20 kV. Single Core Copper Cable, Crosslinked Polyethylene Polyethylene Insulated, Copper Wire Screen and PE Jacketed อุปกรณ์ประกอบมีดังนี้