

- Voltage Indicating Lamp ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder
- Fault Indicator ชนิด Automatic Time Reset ที่แต่ละเฟสของ Cable Feeder ใช้จำนวน 1 ชุดมีค่า Trip Current 800-1000A และค่า Time Reset 4 ชั่วโมง ตัวบอกสถานะจะต้องอยู่นอก Cable Compartment และเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ Ring Main Unit (กรณีที่ทำระบบ Ring Loop)
- Pressure Gauge หรือเทียบเท่า
- จุดทดสอบ Cable Feeder
- Lifting Facilities
- จุดต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด

3.2 หม้อแปลงใช้ชนิด Outdoor Sealed Tank Type ฉนวนน้ำมัน โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับ รั่ว น้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลง หรือตามขนาด ที่แบบกำหนด ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสได้จะต้องหุ้ม โดยมี Protection Class ไม่น้อยกว่า IP 31 หม้อแปลงที่ใช้ควรมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- Cover พร้อมแสดงตำแหน่ง 1-5 โดยตำแหน่ง 1 เป็น Tap Voltage สูงสุด
- Pressure-Vacuum Gauge Provision ประกอบด้วย Inch NPT (American Standard Taper Pipe Threads , ANSI B2.1 or equal) Female Opening พร้อมปลั๊กที่ทนการกัดกร่อน
- Manual Pressure Relief Fitting ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Pressure Relief Device มีอัตราการไหลอย่างน้อย 350 SCFM ที่แรงดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Nameplate
- Dial – Type Thermometer with Maximum Pointer
- Drain, Filter Press, and Sampling Valve
- Upper Filter Cap
- Magnetic Liquid – Level Gauge
- Lifting Facilities
- Tank Grounding Pad

3.3 สวิตช์เกียร์แรงต่ำ ประกอบด้วย

- Main Circuit Breaker มีขนาด Ampere Trip (AT) ใช้ตามขนาดตามระบุในแบบ และสามารถปรับค่าหรือถอดเปลี่ยน Tripping Module ได้จนถึงค่า Ampere Frame
- Outgoing Feeder เป็น Circuit Breaker

- Busbar ทองแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัส โดยมี IP 20 ระหว่างการทำงานปกติจะต้องป้องกันมิให้ไปสัมผัสส่วนมีไฟฟ้าโดยบังเอิญ ขนาด Busbar เลือกตาม Ampere Frame ของ Main Circuit Breaker
- เครื่องวัดที่ Incoming Feeder ประกอบด้วยอุปกรณ์ Digital Meter CV,A, Wh,VARh,KW,KVAR)พร้อม Current Transformer ความละเอียด Class 1

4. การทดสอบ

- Temperature rise test
- Verification of the degree of protection (IP code)
- Internal Arc test.

5. มาตรฐานผู้ผลิตในประเทศไทย

- 5.1 โรงงานผู้ผลิตต้องมีมาตรฐาน ISO 9001 Version 2008
- 5.2 โรงงานผู้ผลิตต้องได้ LICENSE การผลิตตู้ Unit Substation จากบริษัทผู้ผลิต (LICENSOR)

3. RING MAIN UNIT

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 กิโลโวลต์ (SF6 Metal enclosed switchgear) (AM6)

1. ความต้องการทั่วไป

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง จะต้องใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้า 24 กิโลโวลต์ 3 เฟส 3 สาย ที่ความถี่ 50 เฮิรซ์ ตามพิกัดของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบและโครงสร้าง รวมถึงการติดตั้งสิ่งที่ไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ แต่เป็นความต้องการตามหลักวิศวกรรม หรือตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าให้ถือรวมอยู่ในข้อกำหนดนี้

2. สภาพแวดล้อมในการใช้งาน

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ต้องเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

ก. ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

ข. อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด

ค. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด

3. มาตรฐานอ้างอิง

อุณหภูมินี้จะต้องผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานล่าสุด

– แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง IEC 62271 – 200 (Routine test)

(AC Metal – enclosed Switchgear and Controlgear)

– สวิตช์ (MV Switches) IEC 60265

– ดิสคอนเนกเตอร์สวิตช์ IEC 60129

(AC Disconnectors and Earthing Switches)

– สวิตช์พร้อมฟิวส์ (MV AC Switch – Fuse Combinations) IEC 60420

4. การออกแบบและโครงสร้าง

4.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง จะต้องเป็นแบบแยกส่วนได้ (Modular type) ซึ่งสามารถต่อขยายได้ง่ายในอนาคต และสามารถต่อเติมในบริเวณที่ตั้งเดิมโดยต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าระหว่างตู้ และตู้ที่ต่อขยายต่อเชื่อมโดยใช้บัสบาร์เท่านั้น

4.2 โครงสร้างภายนอกของแผงสวิตช์ (Encloser) ต้องทำจากโลหะที่มีการป้องกันสนิมอย่างดี แผงสวิตช์ต้องมีระดับการป้องกัน (Degree of Protection) ตามมาตรฐาน IEC 529 ซึ่งจะต้องป้องกันสัตว์หรือสิ่งแปลกปลอมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มม. ได้

4.3 แผงสวิตช์ต้องเป็นแบบตั้งพื้น และทำงานด้านหน้าอย่างเดียว (Front Access)

- 4.4 ฝา หรือประตู ของแผงสวิตช์ต้องสร้างตามลักษณะของระดับการป้องกัน ตามข้อ 4.2 ฝาหรือประตูต้องไม่สามารถเปิดได้ เมื่อจ่ายไฟผ่านสวิตช์อยู่ จะเปิดได้ก็ต่อเมื่อเปิดวงจรสวิตช์ และสับสวิตช์ต่อลงดินแล้วเท่านั้น
- 4.5 แผงสวิตช์จะต้องจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 3 ส่วน (Compartment) ดังนี้
- ก. ส่วนแรงดันสูง ซึ่งจะเป็นส่วนติดตั้งสวิตช์, สวิตช์พร้อมฟิวส์ และวางสายไฟฟ้าแรงสูงเพื่อเข้า – ออกแผงสวิตช์
 - ข. ส่วนบัสบาร์จะเป็นส่วนต่อเชื่อมบัสบาร์เข้าหากันระหว่างแผงสวิตช์
 - ค. ส่วนแรงดันต่ำจัดให้อยู่ด้านหน้า หรือส่วนบนของแผงสวิตช์เป็นส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน (Protection Relay) เครื่องวัดและหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ
- ทั้งสามส่วนดังกล่าว ต้องแยกจากกันเป็นสัดส่วนแยกแ่ก่การสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปอีกช่องหนึ่ง
- 4.6 บัสบาร์สำหรับสายดินของแต่ละที่จะต้องสามารถต่อถึงกันได้ โดยต่อกันภายในหรือภายนอกตู้ก็ได้ และทำให้ตัดลวดความยาวของแผงสวิตช์ ขนาดของบัสบาร์ต้องมีพื้นที่หน้าตัดเพียงพอสำหรับกระแสลัดวงจร (kA) ตามพิกัดของแผงสวิตช์ การต่อบัสบาร์จะต้องเป็นแบบ Bolt – on
- 4.7 ต้องมีช่องระบายความดันส่วนเกิน (Pressure Relief) จะต้องสามารถลด และจำกัดความเสียหายในระหว่างเกิดการลัดวงจร ความร้อนที่พุ่งออกมาจะต้องไม่ทำอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานด้านหน้าของแผงสวิตช์ ซึ่งจะต้องออกแบบให้ออกด้านหลังหรือด้านบนของแผงสวิตช์
- 4.8 อุปกรณ์ช่วยในการยกแผงสวิตช์ต้องมีการจัดเตรียมหูหิ้วสำหรับใช้ในการยกเพื่อสะดวกในการขนย้าย
- 4.9 ด้านหน้าของแผงสวิตช์ให้จัดทำมีมิคโดอะแกรม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรู้ว่าเส้นทางเดินไฟฟ้าไปทิศทางใด
- 4.10 สวิตช์ – ดิสคอนเนคเตอร์, สวิตช์ต่อลงดิน (Switch – disconnecter and Earthing Switch) ตัวสวิตช์ต้องเป็นแบบดับอาร์คด้วยก๊าซ เอสเอฟซิกซ์ (SF6) Earthing Switch อยู่ใน SF6 การทำงานจะต้องทำได้ 3 จังหวะ คือ
- | | | |
|-------------|----------------|----------------------------------|
| จังหวะที่ 1 | สวิตช์ปิดวงจร | – สามารถจ่ายไฟผ่านแผงสวิตช์ไปได้ |
| จังหวะที่ 2 | สวิตช์เปิดวงจร | – หยุดการจ่ายไฟ |
| จังหวะที่ 3 | สวิตช์ต่อลงดิน | – ต่อด้านสายไฟลงดิน |
- จังหวะที่ 1 กับจังหวะที่ 3 จะทำพร้อมกันไม่ได้ และไม่สามารถเปลี่ยนจากจังหวะ 3 ไปจังหวะ 1 ได้ แต่ต้องย้อนกลับไปจังหวะที่ 2 ก่อนจึงจะกลับไปจังหวะที่ 1 ได้ ตัวสวิตช์ต้องเป็นชนิด Sealed pressure system ที่มั่นคงแข็งแรง
- 4.11 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง จะต้องมี Voltage Indicator แบบ Built – In Type

5. พิกัดทางไฟฟ้า (Rating) ไม่ต่ำกว่ารายละเอียดที่กำหนด
พิกัดทางไฟฟ้าของแผงสวิตช์เป็นดังนี้

พิกัดแรงดัน (Rate Voltage)	24	กิโลโวลต์ (kV)
จำนวนเฟส (No.of Phase)	3	เฟส
พิกัดบัสบาร์ (Rate Busbar)	630	แอมป์ (A)
พิกัดเซอร์กิตเบรกเกอร์	630	แอมป์ (A)
การทนแรงดันฟ้าผ่า (Lightning Impulse Withstand Voltage (Peak))		
ไปหาดินระหว่างเฟส (To Earth and Between Phase)	125	กิโลโวลต์ (kV)
คร่อมระยะห่างตัวนำ (Across the Isolating Distance)	145	กิโลโวลต์ (kV)
ทนแรงดันความถี่ 1 นาที (One Minute Power Frequency withstand Voltage (rms))		
ไปหาดินระหว่างเฟส (To Earth and Between Phase)	50	กิโลโวลต์ (kV)
คร่อมระยะห่างตัวนำ (Across the Isolating Distance)	60	กิโลโวลต์ (kV)
ความถี่	50	เฮิร်ซ
พิกัดทนกระแสลัดวงจร 1 วินาที ที่ 24 กิโลโวลต์ (Rate short time current 1 sec at 24 kA)	16	กิโลแอมป์ (kV)
พิกัดทนกระแสลัดวงจรพีก ที่ 24 กิโลโวลต์ (Rate peak withstand current 1 sec at 24 kA)	40	กิโลแอมป์ (kV)

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 kV (SF6 – Gas Insulated Switchgear, Ring main unit)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ให้ผู้รับจ้างจัดหา ติดตั้ง และทดสอบแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 kV (SF6 – Gas Insulated Switchgear ชนิด Ring main unit และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามแบบกำหนด ตลอดจนถึงจำเป็นจนสามารถใช้งานได้ดี แผงสวิตช์จ่ายไฟจะต้องใช้งานกับระบบไฟฟ้า 12 KV หรือ 22 KV หรือ 24 KV 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิร์ตซ์ (ตามมาตรฐานระบบจำหน่ายของเขตการไฟฟ้าที่ติดตั้ง)

1.2 ผู้สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 62271 – 200 ได้มาตรฐาน ISO และ มอก.

1.3 ผู้สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผ่านการใช้งานในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มาแล้ว และจะต้องยื่นเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย ผู้ผลิตต้องจัดให้มีการให้บริการหลังการขายตลอดอายุการใช้งาน

2. สภาพแวดล้อมการใช้งาน ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแบบ indoor ในสภาพแวดล้อมในประเทศไทย

ความสูงประมาณ : เหนือระดับน้ำทะเล (ตามแบบกำหนด)

อุณหภูมิแวดล้อม : 40 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย : ตามพื้นที่ที่ติดตั้ง

3. มาตรฐานและการทดสอบแผงสวิตช์หรือตู้ควบคุม

3.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง Ring main unit ต้องผ่านการทดสอบ Internal Fault: class AF, AL ในส่วนที่เป็น Busbar compartment ตามมาตรฐาน IEC 62271 – 200

3.2 แผงสวิตช์ที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก. ให้จัดส่งเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย

3.3 แผงสวิตช์จะต้องผ่าน Type test ตามมาตรฐาน IEC (ในรุ่นที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่เสนอ)

3.4 แผงสวิตช์แต่ละชุดต้องผ่าน Routine test ตามมาตรฐาน IEC ทุกชุด

3.5 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Test report เพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย

4. พิกัดของแผงสวิตช์

Rated voltage : 24 kV.

Rated impulse withstand voltage : 125 kV.

Rated power frequency withstand voltage : 50 kV.

For cable feeder

Rated normal current : 400A of 630A หรือตามที่ระบุในแบบ

Rated short time current (1 sec.) at 24 kV. : 16 kV.

Rated short circuit making current at 24 kV. : 40 kV.

for transformer feeder

Rated normal current : 200 kV.

Rated breaking capacity at 24 kV. : 16 kV.

5. รายละเอียดของตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า 24 kV. (Ring main unit)

5.1 ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าแรงสูง Ring main unit ต้องเป็นแบบ Self – supported, floor mounted type, Non – extensible หรือ Extensible type หรือตามที่ระบุในแบบ ประกอบด้วย Cable feeder 2 ชุด หรือตามที่ระบุในแบบ และ Transformer feeder 1 ชุด หรือ 2 ชุด หรือตามที่ระบุในแบบ

5.2 ต้องมีค่าดัชนีการป้องกันเป็น IP67 ตาม IEC60529 และ Contact เป็นชนิด Slide rod ใช้ Gas SF6 ที่ 0.2 bar ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวน (Insulated) และดับอาร์ค (Arc Quenching Medium)

5.3 พื้นผิวที่เป็นโลหะทั้งหมดของแผงสวิตช์ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและป้องกันการกัดกร่อนแล้วพ่นสี

5.4 Switch container ต้องเป็น Gas tight และแข็งแรงพอที่จะทนต่อแรงดันภายในขณะใช้งาน และทนต่อการกระแทกกระเทือนขณะขนย้ายได้

5.5 Switch สำหรับ Cable feeder ต้องเป็นชนิด On load type แบบ Sliding Contact ทำงานแบบ Manual operate และมี Mechanical switch position indicator เพื่อแสดงสถานะของสวิตช์ด้วย Earthing switch ต้องมีค่า Rated short circuit making current ไม่ต่ำกว่า 40 kA Peak

5.6 Transformer feeder ซึ่งใช้ SF6 เซอร์คิตเบรกเกอร์ สามารถป้องกัน Phase to phase faults และ Earth faults ได้ ในส่วนของ Protection Relay เป็นแบบไม่ต้องอาศัย Power supply จากภายนอก สามารถปรับค่าได้จากหน้าตู้ ถึงแม้ว่าจะจ่ายไฟอยู่ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Type Test report ของ Protection Relay เพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย

5.7 แผงสวิตช์ต้องมีกลไกการ Interlock และ Padlock ดังนี้

5.7.1 Cable feeder switch กับ Earthing switch และ Transformer feeder switch กับ Earthing switch ต้องมีกลไก Interlock แบบ Natural interlocking เพื่อไม่ให้สับ Switch กับ Earthing switch ได้พร้อมกัน และเป็น 3 Position switch เมื่อสับ Switch แล้วต้องมีกลไก Interlock ปิดช่องที่จะใส่คันสับของ Earthing switch และในทางกลับกันเมื่อสับ Earthing switch แล้วต้องมีกลไก Interlock ปิดช่องที่จะใส่คันสับของ Switch ด้วย

5.7.2 Switch และ Earthing switch แต่ละชุดต้องมี Padlock เพื่อสามารถ Lock ให้อยู่ในตำแหน่ง “เปิด” หรือ “ปิด” เพื่อความปลอดภัยและป้องกันการใช้งานผิดพลาด

5.8 ต้องจัดให้มีอุปกรณ์สำหรับ Cable connection ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

5.8.1 ต้องมี Cable compartment แยกเป็นสัดส่วนเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และต้องสามารถป้องกันแมลง หนู หรือสัตว์เลื้อยคลานต่างๆ ได้ Cable compartment connection เป็นชนิดที่สามารถสัมผัสได้ ในขณะที่มีแรงดัน

- 5.8.2 Cable connection ต้องเป็นชนิดที่สามารถ Disconnection และ Reconnection ได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับ Connection system โดยทั่วไปควรเป็นชนิด Bolt – on elbow type Connection สำหรับ Switch 630 A และ Plug – in elbow type connection สำหรับ Switch 200 A, 400 A
- 5.8.3 Cable connection system ต้องเหมาะสมกับการใช้งานกับสาย Cable ในระบบ 22KV หรือ 24KV สายตัวนำทองแดง Single core หุ้มด้วยฉนวน XLPE มี Copper wire screen และ PE Jacket
- 5.9 ต้องจัดให้มี Voltage indicator lamp แบบ Built – in (3 หลอดในหนึ่งชุด) ทุก Feeder ตามมาตรฐาน IEC61958
- 5.10 ต้องจัดให้มีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ อย่างน้อยดังนี้
- 5.10.1 Fault indicators สำหรับแต่ละเฟสของ Incoming feeder แบบ Digital สามารถดูกระแสของ Load ได้ ตำแหน่งการติดตั้งของ Indicators ให้อยู่ที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ โดยทั่วไปให้ค่า Trip current เป็น 200 A – 800 A สามารถ Reset ตัวเองได้
- 5.10.2 มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทดสอบสายไฟที่ตำแหน่ง Earthing bar โดยไม่จำเป็นต้องปลดสายไฟ ในขณะที่อยู่ในตำแหน่ง Earth
- 5.10.3 มี Pressure Gauge ตรวจสอบสภาพของ Gas Density ว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน
- 5.11 ภายในตู้สวิตช์ต้องจัดให้มี Earthing point อย่างน้อย 2 จุด ทำจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิม
- 5.12 ตัวตู้สวิตช์ต้องจัดให้มีหุ้หรืออุปกรณ์เพื่อช่วยในการยก เพื่อความสะดวกในการขนย้าย
6. ความต้องการอื่น ๆ
- 6.1 ต้องจัดให้มี SF6 Gas อย่างพอเพียงสำหรับการใช้งาน รวมถึง Cable sealing end material และอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการติดตั้งและการใช้งาน
- 6.2 ต้องจัดให้มีอุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ ที่จำเป็น ตลอดจน Accessories ต่าง ๆ สำหรับการติดตั้ง การใช้งานปกติและการบำรุงรักษา ตลอดจนการทดสอบการทำงาน