

สารบัญ

สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ แรงดันปานกลาง	1
IEC 62271-1 HV.switchgear and controlgear	2
ส่วนประกอบที่สำคัญของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์	7
อุปกรณ์ป้องกัน สำหรับส่วนที่เป็นเซอร์กิตเบรกเกียร์กระแสไฟฟ้าสลับแรงดันสูง	9

สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ แรงดันปานกลาง (Medium-voltage switchgear and controlgear)

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีใช้ในประเทศไทย

แรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) มีระดับแรงดันปานกลางที่ยังใช้งานอยู่ที่ระดับ 12kV และ 24kV โดยทางการไฟฟ้านครหลวงกำลังเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าให้เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลางเดียวที่ 24kV เพื่อความสะดวกในการให้บริการในอนาคต

แรงดันไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) มีระดับแรงดันปานกลางที่ยังใช้งานอยู่ที่ระดับ 22kV และ 33kV (เฉพาะภาคใต้ เริ่มตั้งแต่จังหวัดระนองลงไป) โดยทางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคมีนโยบายเปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าให้เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลางเดียวที่ 22kV เพื่อความสะดวกในการให้บริการในอนาคตและสอดคล้องกับระบบไฟฟ้าในภูมิภาคที่เป็นประเทศเพื่อนบ้านกันด้วย ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันจาก 33kV เป็น 22kV นั้นจำเป็นต้องใช้งบประมาณในการลงทุนค่อนข้างสูงมาก เนื่องจากมีพื้นที่ใหญ่ทั้งภาคใต้ ขณะนี้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำลังอยู่ในช่วงการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการฯ

การกำหนดระดับแรงดันไฟฟ้าของมาตรฐาน IEC 60038 ได้แบ่งระดับดังนี้

- แรงดันไฟฟ้าต่ำ : LV (Low Voltage) $\leq 1000\text{Vac}$. (1kV)
- แรงดันไฟฟ้าปานกลาง MV (Medium Voltage) $1\text{kV} \leq 35\text{kV}$
- แรงดันไฟฟ้าสูง HV (High Voltage) $35\text{kV} \leq 230\text{kV}$
- แรงดันไฟฟ้าสูงเอ็กซ์ตรา EHV (Extra High Voltage) $230\text{kV} \leq 800\text{kV}$
- แรงดันไฟฟ้าสูงอัลตรา UHV (Ultra High Voltage) $=1200\text{kV}$ (practiced in USA)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึง สวิตช์เกียร์ที่ระดับไฟฟ้าแรงดันปานกลาง Medium Voltage Switchgear หรือบางที่ อาจเรียกว่า แผงสวิตช์แรงดันปานกลาง หรือสวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง หรือสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์แรงดันปานกลาง ขอเรียกในเอกสารนี้ว่า สวิตช์เกียร์ คือที่ระดับ 1kV หรือ $\leq 35\text{kV}$ ที่มีการใช้กันค่อนข้างมาก รองจากไฟฟ้าแรงดันต่ำ (230/400V.) ซึ่งในประเทศไทยเราจะใช้ที่ระดับแรงดันไฟฟ้าปานกลางที่ 22kV, 24kV และ 33kV โดยจะกล่าวถึงมาตรฐาน IEC ในหัวข้อต่างๆ ที่มีรายละเอียดครอบคลุมหรือเกี่ยวข้องกับเรื่องหลักๆ ของสวิตช์เกียร์ที่ระดับไฟฟ้าแรงดันปานกลาง มีดังนี้

IEC 62271-1 HV. switchgear and controlgear : Common Specifications

IEC 62271-100 HV. switchgear and controlgear : AC. Circuit breaker

IEC 62271-102 HV. switchgear and controlgear : AC. disconnectors and earthing switches

IEC 62271-105 HV. switchgear and controlgear : AC. switch-fuse combinations

IEC 62271-200 HV. switchgear and controlgear : AC. metal-enclosed

switchgear and controlgear for rated voltages above $1\text{kV} \geq 52\text{kV}$

IEC 62271-203 HV. switchgear and controlgear : AC. Gas-insulated

metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 52kV

IEC 61958 HV. prefabricated switchgear and controlgear assemblies - Voltage presence indicating systems

IEC 60529	Degrees of Protection (IP)
IEC 60044-8	Instrument transformers – Electronic current transformers
IEC 60044-1	Instrument transformers – Current transformers
IEC 60044-2	Instrument transformers – Inductive voltage transformers
IEC 60255	Electrical Relays

มาตรฐานในประเทศไทยเรามี มอก.1436-2540 ที่ได้กล่าวถึง ชุดประกอบสำเร็จควบคุมไฟฟ้าแรงดันต่ำก็จริง แต่ไม่ได้รวมถึง ตู้สวิตช์เกียร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง หรือสูง เพราะได้กล่าวครอบคลุมเฉพาะแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 1kV สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส หรือ 3 เฟส ที่มีความถี่ไม่เกิน 1000 Hz. ดังนั้นปัจจุบันมาตรฐานในประเทศ จึงยังไม่มีกล่าวถึงโดยตรงในส่วนของ สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง จะประกอบกันในหลายๆ ส่วน ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง จะมีดังต่อไปนี้

1. IEC 62271-1 HV. switchgear and controlgear : Common Specifications
2. IEC 62271-100 HV. switchgear and controlgear : AC. Circuit breaker
3. IEC 62271-102 HV. switchgear and controlgear : AC. disconnectors and earthing switches
4. IEC 62271-105 HV. switchgear and controlgear : AC. switch-fuse combinations
5. IEC 62271-200 HV. switchgear and controlgear : AC. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1kV $\geq$ 52kV
6. IEC 62271-100 : สวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูงและ controlgear - ส่วนที่ 100 : แรงดันสูง กระแสสลับ เบรกเกอร์วงจรปัจจุบัน
7. IEC 62271-102 : สวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูงและ controlgear - ส่วนที่ 102: แรงดันสูง กระแสสลับ disconnectors ในปัจจุบันและสวิตซ์ต่อลงดิน (earthing switch)
8. IEC 61958: สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์แรงดันสูงสำเร็จรูปและประกอบ - ระบบที่มีแรงดันไฟฟ้าที่ระบุ
9. IEC 60529 : องศาของการป้องกันโดยเปลือก (รหัส IP)
10. IEC 60044-8 : หม้อแปลงเครื่องมือ - ส่วนที่ 8: Low Power Transducers ปัจจุบัน
11. IEC 60044-1 : หม้อแปลงเครื่องมือ - ส่วนที่ 1: หม้อแปลงปัจจุบัน
12. IEC 60044-2 : หม้อแปลงเครื่องมือ - ส่วนที่ 2: หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า
13. IEC 60255 : รีเลย์ไฟฟ้า

ทั้งนี้ ตามลำดับข้างต้นมีจำนวนข้อมูลอย่างมาก จึงจะขอกล่าวถึงเฉพาะส่วนที่สำคัญและเกี่ยวข้องหลักๆ เท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับมาตรฐานต่อไปนี้

IEC 62271-1 HV.switchgear and controlgear :

1. รายละเอียดทั่วไป

รายละเอียดที่ครอบคลุมของ **IEC 62271-200** เป็นส่วนที่มีการประยุกต์ใช้กับสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ถูกออกแบบสำหรับการติดตั้งภายในและภายนอก และใช้สำหรับการทำงานที่ความถี่สูงและรวมถึง 60Hz ของระบบแรงดันไฟฟ้าที่สูงเกิน 1kV ถึง 52kV

2. กรณีปกติและการบริการพิเศษ

1. การใช้งานสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ภายในอาคาร

- อุณหภูมิอากาศแวดล้อมไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส, วัดในช่วง 24 ชม. ต้องไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส
- อิทธิพลของรังสีจากดวงอาทิตย์อาจจะไม่นำมาคิด
- ใช้ที่ความสูงไม่เกิน 1000 m.
- เงื่อนไขของความชื้นเป็นไปตามข้อต่อไปนี้
 - ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ วัดในช่วง 24 ชม. ไม่เกิน 95%
 - ค่าเฉลี่ยความดันไอน้ำ ในช่วง 24 ชม. ไม่เกิน 2.2 kPa
 - ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ วัดในช่วง 1 เดือน ไม่เกิน 90%
 - ค่าเฉลี่ยความดันไอน้ำ ในช่วง 1 เดือน ไม่เกิน 1.8 kPa

สำหรับเงื่อนไขต่างๆ นี้ การควบคุมในบางครั้งอาจเกิดขึ้น และอาจมีผลกับสวิตช์เกียร์ฯ

NOTE 1. การควบคุมสามารถคาดหวังจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีความชื้นสูง

NOTE 2. การทนต่อผลกระทบของการที่มีความชื้นสูงและการควบคุม เช่น การทะลุผ่านของฉนวนหรือการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะ สวิตช์เกียร์ออกแบบมาสำหรับเงื่อนไขดังกล่าว ที่ควรจะใช้

NOTE 3. การควบคุม อาจจะป้องกันได้โดยการออกแบบพิเศษของอาคารหรือที่อยู่อาศัย โดยการระบายอากาศที่เหมาะสม และการใช้ความร้อนของสถานี (Heater) หรือโดยการใช้อุปกรณ์ลดความชื้น จะสามารถช่วยให้การทำงานของสวิตช์เกียร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ

- การสั่นสะเทือนจากเหตุภายนอกของสวิตช์เกียร์ หรือแผ่นดินไหว มีความสำคัญในการทำงานของอุปกรณ์ หากผู้ใช้ต้องการที่เจาะจงในเรื่องนี้ต้องแจ้งต่อผู้ผลิตก่อน เพื่อการออกแบบที่สามารถรองรับการสั่นสะเทือนได้

NOTE 4. การตีความหมายของ คำว่า " เล็กน้อย " เป็นความรับผิดชอบของ ผู้ใช้ หรือการระบุของอุปกรณ์ อย่าง ใดอย่างหนึ่ง ที่ผู้ใช้จะ ไม่ได้เกี่ยวข้องกับ กับเหตุการณ์ที่เกิดแผ่นดินไหว หรือการวิเคราะห์ของเขา แสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงคือ “ เล็กน้อยมาก ”

2. การใช้งานสวิตช์เกียร์ภายนอกอาคาร

- อุณหภูมิอากาศแวดล้อมไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส, วัดในช่วง 24 ชม. ต้องไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ควรจะนำมาพิจารณาด้วย
- รังสีแสงอาทิตย์ ขึ้นไปที่ระดับ 1000 W/sq.m (ในวันที่ท้องฟ้าสดใส ตอนเที่ยง) ควรได้รับการพิจารณา

NOTE 1. ภายได้ บางระดับของรังสี แสงอาทิตย์ มาตรการที่เหมาะสม เช่น หลังคา, การระบายอากาศที่ถูกบังคับ ทดสอบโดยจำลอง การได้รับแสงอาทิตย์ และอื่นๆ อาจมีความจำเป็น หรือ การลดอัตรา อาจจะถูกใช้ ในการสั่งซื้อ ไม่เกิน อุณหภูมิที่กำหนดเพิ่มขึ้น

NOTE 2. รายละเอียด ของรังสี แสงอาทิตย์ ทั่วโลก จะได้รับใน IEC 60721-2-4

- ความสูงไม่เกิน 1000 m.
- เงื่อนไขของความชื้นเป็นไปตามข้อต่อไปนี้
 - ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ วัดในช่วง 24 ชม. ไม่เกิน 95%

- ค่าเฉลี่ยความดันไอน้ำ ในช่วง 24 ชม.ไม่เกิน 2.2 kPa
- ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ วัดในช่วง 1 เดือน ไม่เกิน 90%
- ค่าเฉลี่ยความดันไอน้ำ ในช่วง 1 เดือน ไม่เกิน 1.8 kPa

สำหรับเงื่อนไขต่างๆ นี้ การควบคุมในบางครั้งอาจเกิดขึ้น

NOTE 1. การควบคุมสามารถคาดหวังจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีความชื้นสูง

NOTE 2. การทนต่อผลกระทบของการที่มีความชื้นสูงและการควบคุม เช่น การไหลผ่านของฉนวน หรือการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะ สวิตช์เกียร์ออกแบบมาสำหรับเงื่อนไขดังกล่าว ที่ควรจะใช้

NOTE 3. การควบคุม อาจจะป้องกันได้โดยการออกแบบพิเศษของอาคารหรือที่อยู่อาศัย โดยการระบายอากาศที่เหมาะสม และการใช้ความร้อนของสถานี (Heater) หรือโดยการใช้อุปกรณ์ลดความชื้น

- การสั่นสะเทือนจากเหตุภายนอกของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ หรือแผ่นดินไหว มีความสำคัญในการทำงานของอุปกรณ์ หากผู้ใช้ต้องการที่เจาะจงในเรื่องนี้ต้องแจ้งต่อผู้ผลิตก่อน เพื่อการออกแบบที่สามารถรองรับการสั่นสะเทือนได้

3. เงื่อนไขการบริการที่พิเศษ

เมื่อแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันปานกลางถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างจากเงื่อนไขปกติ ผู้ใช้ควรอ้างอิงถึงมาตรฐานในแต่ละชั้น ดังนี้

- Altitude : การติดตั้งที่ความสูงเกิน 1000 m. ค่าพิถีความคงทนของฉนวนของฉนวนภายนอก
- Pollution : สำหรับการติดตั้งในมลพิษทางอากาศแวดล้อม ระดับมลพิษที่ 3 (หนัก) หรือที่ 5 (หนักมากกว่า) ของมาตรฐาน IEC 60815 ที่ควรระบุสำหรับการติดตั้งภายนอก และ IEC 60932 สำหรับการติดตั้งภายใน
- อุณหภูมิและความชื้น :
 - -50°C และ $+40^{\circ}\text{C}$ สำหรับภูมิอากาศที่หนาวมาก
 - -5°C และ $+55^{\circ}\text{C}$ สำหรับภูมิอากาศที่ร้อนมาก
 - ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ย 24hr ที่ 98%
- สั่นสะเทือน, ช็อก หรือ เียง : สำหรับการติดตั้งที่มีแผ่นดินไหวให้ใช้ตามมาตรฐาน IEC 62271-300 หรือ IEC 62271-2
- พารามิเตอร์อื่นๆ ใช้อ้างอิงตาม IEC 6072

3. นิยามและความหมายบางข้อที่ขอกล่าวถึง

- สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ ประกอบด้วย อุปกรณ์ตัดต่อ (switching devices) และส่วนประกอบด้วยส่วนควบคุมที่เกี่ยวข้อง เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ควบคุมที่เกี่ยวข้องๆ เปลือกและโครงสร้าง
- IP code เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60529
- คำนิยามเกี่ยวกับความดัน (ความหนาแน่น)

พิกัดความดันที่เติม (rated filling pressure) : สำหรับ Insulation และหรือ switching ตามมาตรฐานเงื่อนไขอากาศบรรยากาศที่ +20°C และ 101.3kPa

- ความสัมพันธ์ของก๊าซและสูญญากาศความหนาแน่น โดยต้องมีการควบคุม ปิด (closed) และซีล (sealed) ระบบ ทั้งนี้สามารถตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของสวิตช์ได้ตามตาราง Rated insulation levels for rated voltages of range I, series I (Table 1a : IEC 62271-1)

4. พิกัด (ratings)

- พิกัดระดับความเป็นฉนวน จากพิกัดแรงดันจะมีระดับความสูงใช้งานสภาวะปกติไม่เกิน 1,000 เมตร
- มาตรฐานเงื่อนไขอากาศบรรยากาศที่ +20°C และ 101.3 kPa และความชื้น 11 g/m³ ตามที่ระบุไว้ใน IEC 60071-1

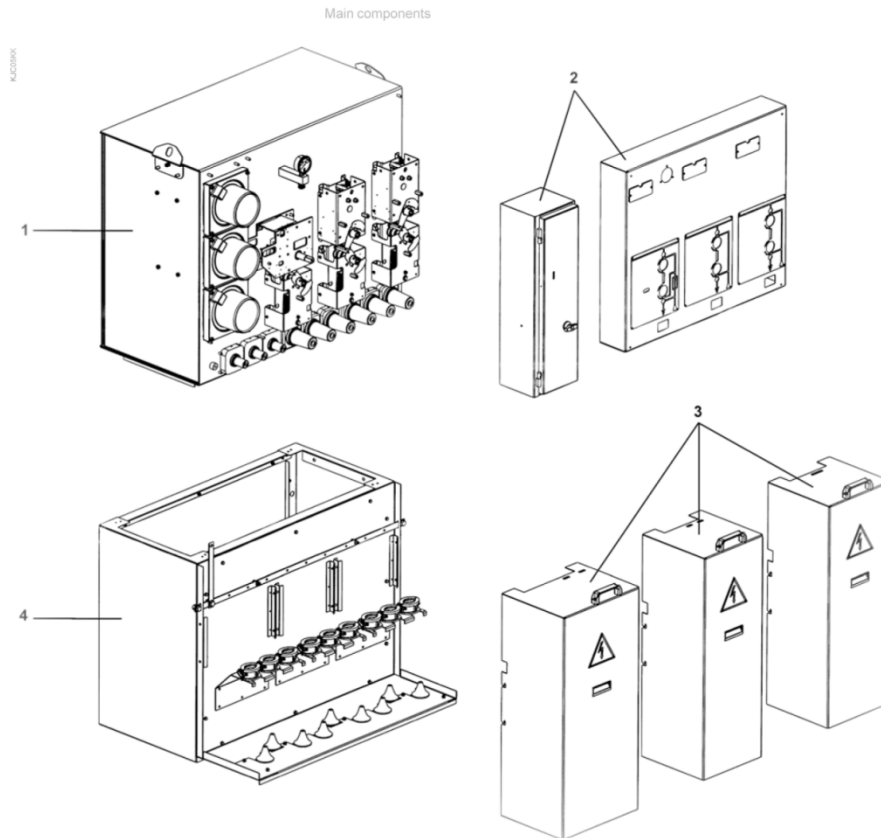
Rated voltage Ur kV(r.m.s. value)	Rated short duration power frequency withstand voltage Ud kV (r.m.s. value)		Rated lightning impulse withstand voltage Up kV (peak value)	
	Common value	across the isolating distance	Common value	across the isolating distance
3.6	10	12	20	23
			40	46
12	28	32	60	70
			75	85
24	50	60	95	110
			125	145
36	70	80	145	165
			170	195

ตาราง Rated insulation levels for rated voltages of range I, series I

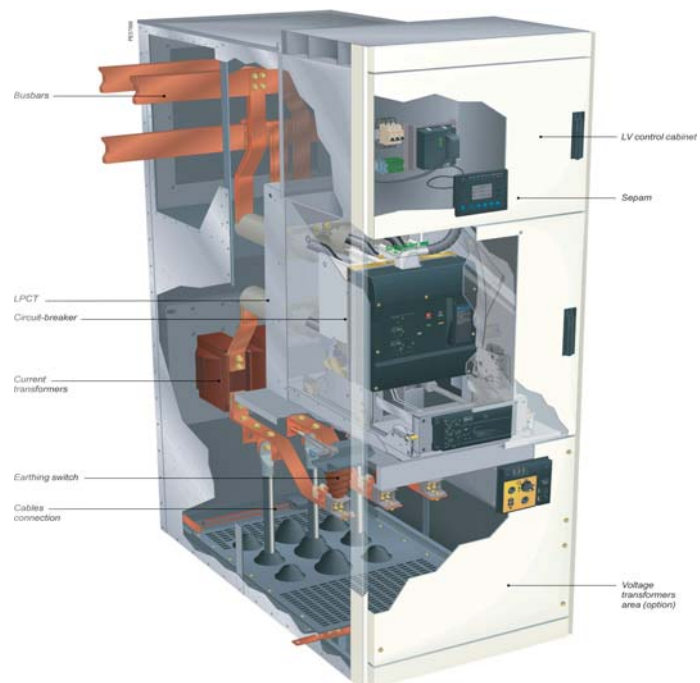
หมายเหตุ : จากตารางข้างต้น ยังมีค่าต่างๆ และตารางเพิ่มเติมตามสภาวะการใช้งานมากกว่านี้ โดยจะไม่ขอกล่าวถึง

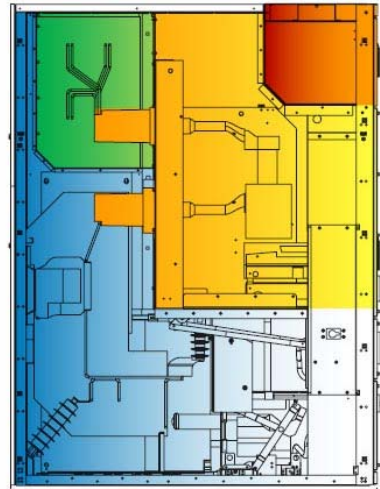
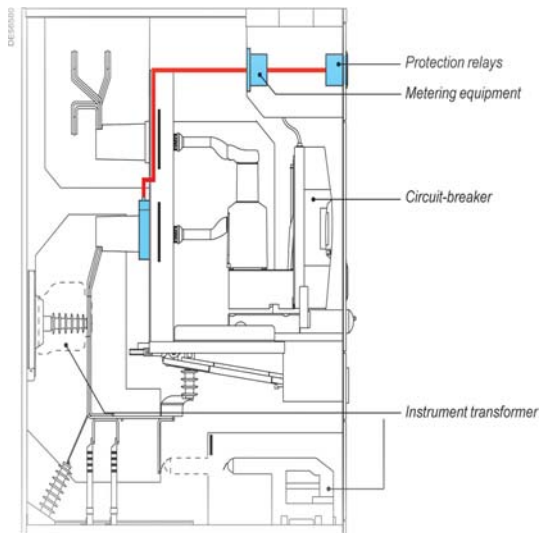
5. การออกแบบและโครงสร้าง

สำหรับ sulphur hexafluoride (SF₆) ที่เติมในสวิตช์เกียร์ ตาม IEC 60376 หรือ IEC 60480 สามารถใช้ได้ ความสอดคล้องกับการป้องกันการควบแน่น ความชื้นสูงสุดภายในสวิตช์เกียร์ไม่เกิน พิกัดความหนาแน่นในการเติมสำหรับก๊าซที่เป็นฉนวน จะเป็นน้ำค้างไม่เกิน -5°C สำหรับการวัดที่ 20°C การตรวจที่เพียงพอจะสำหรับการวัด ทำที่อุณหภูมิอื่นๆ สำหรับการวัดและการกำหนดจุดน้ำค้าง ที่อ้างอิงตาม IEC 60376 หรือ IEC 60480



ภาพโครงสร้างสวิตช์เกียร์ฯ ที่เป็นแบบ GIS





ภาพโครงสร้างสวิตช์เกียร์ฯ ที่เป็นแบบ AIS หรือ Metal Clad Metal Enclosed Switchgear ในโครงสร้างสวิตช์เกียร์แรงดันสูงที่อัดก๊าซจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดที่วางตามมาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง การลงดินของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์

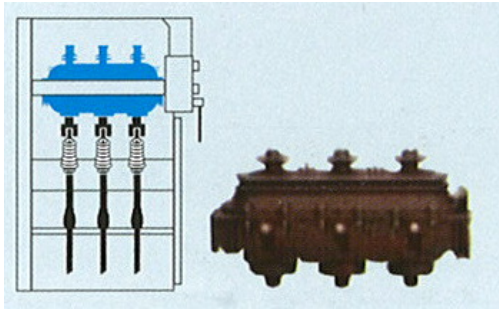
สวิตช์เกียร์ฯ จะให้มาพร้อมกับขั้วต่อสายดินที่เชื่อมต่อได้แล้วมีสกรูยึดหรือน็อตต่อสายตัวนำสายลงดินที่เหมาะสมสำหรับสภาพความผิดพร่องตามที่ระบุไว้ จุดเชื่อมต่อจะต้องมีเครื่องหมายสัญลักษณ์ของ “protective earth” ตามที่ถูกกำหนดตามสัญลักษณ์ 5019 ของ IEC 60417. ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมดและโครงสร้างที่อาจจะสัมผัสระหว่างสภาพการทำงานปกติและมีความตั้งใจที่จะได้รับการต่อสายดินจะต้องเชื่อมต่อกับขั้วสายดิน โดยจุดต่อเชื่อมต่อของขั้วสายดินของสวิตช์เกียร์ฯ ถือเป็นจุดลงดินหลัก อ้างอิงตาม IEC 61936-1(2)

ส่วนประกอบที่สำคัญของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์

1. อุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ตัดต่อ เช่น Vacuum Circuitbreaker, SF₆ Circuitbreaker, Switch with Fuse และ Switch เป็นต้น



ภาพประกอบตัวอย่างของ VCB และ SF₆ Circuitbreaker



ภาพประกอบตัวอย่างของ Switch With Fuse และ Switch

2. อุปกรณ์ควบคุมของอุปกรณ์ป้องกันที่เกี่ยวข้อง



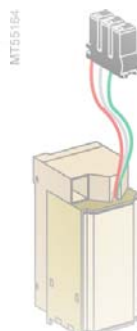
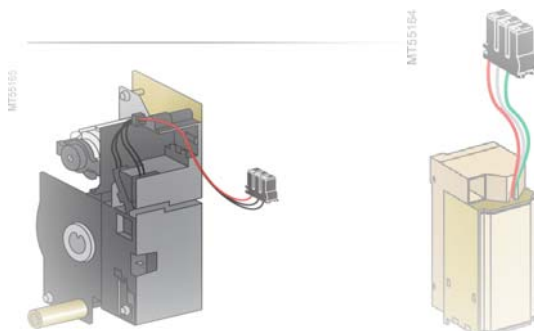
ภาพประกอบ Protection Relay

3. เครื่องวัด



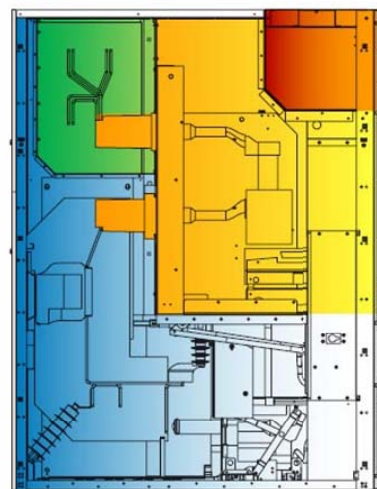
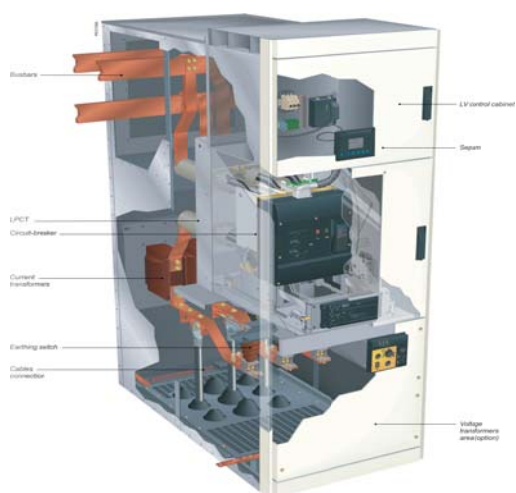
ภาพประกอบของ current transformer, current transducer, voltage transformer ตามลำดับ

4. ส่วนประกอบด้วยส่วนควบคุมที่เกี่ยวข้อง

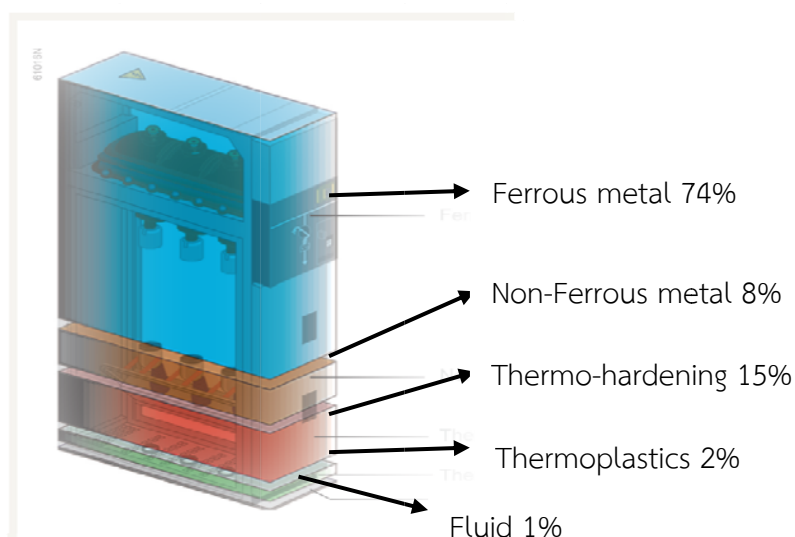


ภาพประกอบของ Charging motor, shunt trip, operating mechanism with auxiliaries ตามลำดับ

5. เปลือกและโครงสร้าง



ภาพโครงสร้างสวิตช์เกียร์ ที่เป็น AIS แบบ Metal Clad / Metal Enclosed Switchgear ที่กันแยกแต่ละส่วนโดยเหล็ก



ภาพโครงสร้างสวิตช์เกียร์ ที่เป็นแบบ AIS แบบ Compartment Switchgear ที่กันแยกบางส่วนโดยเหล็ก หรือ ฉนวน

อุปกรณ์ป้องกัน สำหรับส่วนที่เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์กระแสไฟฟ้าสลับแรงดันสูง

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 100 : High-voltage alternating-current circuit-breakers

1. ส่วนทั่วไป

มาตรฐานสากลนี้ใช้ได้กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยต่อไปนี้จะขอใช้ว่า CB และ CB กระแสไฟฟ้าสลับ ออกแบบมาสำหรับการติดตั้งในร่มหรือกลางแจ้งและสำหรับการทำงานที่ความถี่ของ 50Hz และ 60Hz ในระบบที่มีแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่า 1000V การใช้ CB สามขั้ว สำหรับใช้ในระบบสามเฟสและ CB ขั้วเดียวสำหรับใช้ในระบบเฟสเดียว CB สองขั้วสำหรับใช้ในระบบเฟสเดียวและการประยุกต์ใช้ที่ความถี่ต่ำกว่า 50Hz อาจมีข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้ใช้มาตรฐานนี้ยังใช้กับอุปกรณ์การทำงานของ CB และอุปกรณ์เสริมของพวกเขา

อย่างไรก็ตาม CB ที่มีกลไกการปิดการทำงานด้วยตนเองขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ไม่ได้ครอบคลุมโดยมาตรฐานนี้ พิกัดการลัดวงจรที่ทำให้เกิดกระแสนั้นไม่สามารถระบุได้ และการทำงานด้วยตนเองอาจจะไม่เหมาะสมเพราะการพิจารณาถึงความปลอดภัย มาตรฐานนี้ไม่ครอบคลุม CB ที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในหน่วยพลังขับเคลื่อนของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันเหล่านี้จะถูกกล่าวด้วย IEC 60077 [4] CB ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระหว่างการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเมื่อหม้อแปลงไม่ได้อยู่ในขอบเขตของมาตรฐานนี้การสวิตช์ซึ่งของ inductive load จะถูกกล่าวด้วย IEC 61233 CB กับความตั้งใจไม่ได้ตัดพร้อมกันระหว่างขั้ว กับการยกเว้นของ CB ขั้วเดียวให้ปิดอัตโนมัติอีกครั้ง ที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของมาตรฐานนี้มาตรฐานนี้ไม่ครอบคลุม CB ที่มีการตัดตัวเองกับอุปกรณ์กลไกทางกล หรืออุปกรณ์ที่ไม่สามารถทำยกเลิกการทำงาน โดย CB ผ่านการติดตั้งในแนวนานกับตัวเก็บประจุแบบอนุกรมกับสายไฟและอุปกรณ์ป้องกันของพวกเขาจะไม่อยู่ในขอบเขตของมาตรฐานนี้ ซึ่งเรื่องเหล่านี้จะถูกกล่าวด้วย IEC 60143-2 [6]

2. กรณีปกติและการบริการพิเศษ (ตาม IEC60694)

3. นิยามบางส่วน

- CB class C1 เป็น CB ที่มีความน่าจะเป็นที่ต่ำของการไม่ทำงานในระหว่างการตัดกระแสคาปาซิแตนซ์ ที่แสดงให้เห็นได้จากการ Type tests ที่เฉพาะเจาะจง
- CB class C2 เป็น CB ที่มีความน่าจะเป็นที่ต่ำมาก ๆ ของการไม่ทำงานในระหว่างการตัดกระแสคาปาซิแตนซ์ ที่แสดงให้เห็นได้จากการ Type tests ที่เฉพาะเจาะจง
- CB class M1 เป็น CB ที่มีความทนทานทางกลอย่างปกติ (Type test ทางกลสำหรับการทำงาน 2000 ครั้ง) ที่ไม่ตกอยู่ในประเภทของ M2 ที่กำหนดไว้ใน 3.4.117
- CB class M2 การทำงานบ่อยของ CB สำหรับความต้องการบริการพิเศษและได้รับการออกแบบเพื่อที่จะต้องการการบำรุงรักษาเพียงจำกัด ตามที่แสดงให้เห็นได้จากการทดสอบประเภทที่เฉพาะเจาะจง (CB ที่มีความอดทนกลขยายกลไกประเภทการทดสอบ)
- self-tripping circuit-breaker เป็น CB ที่ทริบโดยกระแสในวงจรหลักปราศจากรูปแบบการช่วยเหลือใดๆ ของ auxiliary power

4. พิกัด

คุณสมบัติของ CB รวมถึงอุปกรณ์การทำงานและอุปกรณ์ช่วย ที่อาจจะช่วยกำหนดพิกัดดังต่อไปนี้ แรงดัน ระดับความเป็นฉนวน ความถี่ พิกัดกระแสต่างๆ แหล่งจ่ายแรงดัน แหล่งจ่ายความถี่ เป็นต้น

5. การออกแบบและโครงสร้าง (ตาม IEC60694)

- 5.1 ความต้องการของเหลวสำหรับสวิตช์เกียร์ ผู้ผลิตจะต้องระบุชนิดและปริมาณที่ต้องการและคุณภาพของของเหลวที่จะใช้ในสวิตช์เกียร์ และให้ผู้ที่มีคำแนะนำที่จำเป็นสำหรับการต่ออายุของเหลวและรักษาปริมาณที่ต้องการที่มีคุณภาพ
- 5.2 ความต้องการสำหรับก๊าซในสวิตช์เกียร์ ผู้ผลิตจะต้องระบุชนิดและปริมาณที่ต้องการและคุณภาพของของเหลวที่จะใช้ในสวิตช์เกียร์ และให้ผู้ที่มีคำแนะนำที่จำเป็นสำหรับการต่ออายุของเหลวและรักษาปริมาณที่ต้องการที่มีคุณภาพ

สำหรับ sulphur hexafluoride ตัวใหม่ที่เติมในสวิตช์เกียร์จะเทียบเท่ากับ IEC60376. เพื่อป้องกันการควบแน่น the ความชื้นสูงสุดที่อนุญาตภายใน SG ก๊าซที่เติมไปด้วยเติมไปด้วยก๊าซที่จัดอันดับความหนาแน่นของการบรรจุสำหรับฉนวนกันความร้อนก่อนจะเป็นเช่นนั้น the น้ำค้างจุดไม่ได้สูงกว่า -5C สำหรับการวัดที่ 20Ca การแก้ไขที่เหมาะสมจะได้รับการสร้างขึ้นเพื่อวัดทำที่อุณหภูมิอื่น ๆ สำหรับการวัด the และความมุงมั่นของ the น้ำค้างจุดอ้างอิง IEC60376B และ IEC60480 Part ของก๊าซที่อยู่อาศัยการบีบอัด HV sw จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดที่วางรุ่มอรุณในมาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง

5.3 การต่อลงดินของสวิตช์เกียร์

กรอบอุปกรณ์ของแต่ละสวิตช์เกียร์จะให้มาพร้อมกับขั้วต่อสายดินที่เชื่อถือได้มีสกรูยึดหรือสายไฟฟ้าสำหรับการเชื่อมต่อกับตัวนำลงดินที่เหมาะสม สำหรับสภาพความผิดที่ระบุไว้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสกรูยึดหรือสายไฟฟ้าจะมีอย่างน้อย 12 มม. จุดเชื่อมต่อจะถูกทำเครื่องหมายด้วย "protective earth" สัญลักษณ์ตามที่ระบุโดยไม่มีสัญลักษณ์ 5019 ของ IEC60417 ชิ้นส่วนของเปลือกโลหะเชื่อมต่อกับระบบการต่อลงดินอาจได้รับการพิจารณาเป็นตัวนำลงดิน

5.4 อุปกรณ์ช่วยและควบคุม เช่น สิ่งห่อหุ้ม การป้องกันการกัดกร่อน ระดับการป้องกัน การป้องกันไฟฟ้าช็อต อันตรายจากไฟ ส่วนประกอบที่ติดตั้งในสิ่งห่อหุ้ม

ความต้องการสำหรับส่วนประกอบวงจรควบคุมและวงจรช่วย เช่น สายและการเดินสายเทอร์มินอล สวิตช์ช่วย คอนแทคช่วย คอนแทคควบคุม คอนแทคอื่น ๆ รีเลย์ คอนแทคเตอร์ มอเตอร์สตาร์ทเตอร์ shunt release สวิตช์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ฟิวส์ disconnectors มอเตอร์ฮีทเตอร์ มิเตอร์ ตัวนับ ไฟบ่งชี้ ปลั๊ก socket-outlets, couplers, print-board, ตัวความต้านทาน การส่องสว่าง และคอลลี เป็นต้น

ระบบทุติยภูมิ

ระบบอาจจะถูกแบ่งออกเป็นจำนวนของอุปกรณ์ประกอบย่อย เช่น ห้องควบคุมกลางของ CBa หรือห้องควบคุมที่สมบูรณ์ของ CBa ในก๊าซฉนวนสถานีย่อย (GIS) อ่าว ตัวอย่างที่แสดงอยู่ในอุปกรณ์ประกอบย่อยแทนกันอาจจะอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกันในระบบรองหรือแทนที่ด้วยอุปกรณ์ประกอบย่อยอื่น ๆ ที่คล้ายกัน

5.5 การทำงานขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้า

อุปกรณ์สวิตช์ จัดสำหรับการทำงานที่ขึ้นอยู่กับอำนาจแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอกจะมีความสามารถในการทำและ / หรือตัดกระแสลัดวงจร (ถ้ามี) เมื่อแรงดันหรือความดันของแหล่งจ่ายไฟของอุปกรณ์ในการทำงาน ที่ลดลงของ ข้อจำกัด (คำว่า "อุปกรณ์ในการทำงาน" ที่นี้รวบรวมถึงรีเลย์ควบคุมปานกลางและคอนแทคเตอร์ที่ได้เตรียมไว้) ถ้าเวลาในการเปิด-ปิดสูงสุดตามที่ระบุไว้จากผู้ผลิต เหล่านี้จะต้องไม่เกิน

5.6 การทำงานของพลังงานที่เก็บสะสมไว้ จากก๊าซนิวเมติก ไฮโดลิก สปริง ปัม คอมเพรสเซอร์ การชาร์จมอเตอร์

5.7 คู่มือการทำงานที่เป็นอิสระ ในกรณีของคู่มือการทำงานที่เป็นอิสระ สวิตช์ หรือ สวิตช์การต่อลงดิน

ถ้าระบุโดยผู้ผลิต เพื่อหลีกเลี่ยงการเปิดซ้ำของอุปกรณ์หลังจากที่ปิดจากการลัดวงจร การกำหนดการหน่วงเวลาควรได้รับการแนะนำระหว่างการปิด-เปิด ด้วยวิธีการที่เหมาะสม การหน่วงเวลานี้จะต้องไม่น้อยกว่าระยะเวลาของการลัดวงจร

- 5.8 การปลดปล่อยการทำงาน จาก shunt closing release, shunt opening release, การทำงานของคาปาซิเตอร์ของ shunt releases, under-voltage release
- 5.9 อุปกรณ์การ interlock ของความดันต่ำ – ความดันสูงที่เตรียมไว้ในการทำงานของระบบทางกล ต้องถูกตั้งค่าการทำงาน หรือภายในขอบเขตประมาณการของความดันที่ระบุโดยผู้ผลิต การเติมโดยการอัดก๊าซของระบบความดันปิด สำหรับฉนวน และหรือการทำงาน โดยความดันต่ำสุดที่ยังสามารถทำงานได้สำหรับความเป็นฉนวนที่เกินกว่า 0.2MPa (ความดันที่แน่นอน) จากอุปกรณ์ที่แสดงค่า อย่างต่อเนื่อง หรืออย่างน้อยต้องมีช่วงเวลา ถูกตรวจสอบจากส่วนของโปรแกรมการซ่อมบำรุง หรือถ้ามีความดันต่ำสุดไม่สูงกว่า 0.2MPa ก็ควรได้รับข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อ
- 5.10 Nameplates สวิตช์เกียร์ควรจะมี name plate ที่มีรายละเอียดของชื่อและการทำเครื่องหมายของผู้ผลิต (วัน)/(เดือน)/ปีที่ผลิต serial number, คุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น แรงดัน กระแส ความถี่, lighting impulse withstand voltage, switching impulse withstand voltage, power frequency withstand voltage, peak withstand current, duration of short circuit, filling pressure for insulation and operation, alarm pressure for insulation and operation เป็นต้น
- 5.11 อุปกรณ์ interlock เพื่อการทำงานที่ต้องการและความปลอดภัย
- 5.12 Position indication การบ่งชี้ตำแหน่งต้องชัดเจนและเชื่อถือได้ ของคอนแทคของวงจรหลัก เพื่อแสดงสถานการณ์ทำงานด้วยสี หรือ สัญลักษณ์ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- 5.13 ระดับการป้องกันของสิ่งห่อหุ้ม (Degree of protection of enclosure) ตามมาตรฐาน IEC 60529
- 5.14 การวัดระยะห่างของคลีป (Creepage distances) ตามมาตรฐาน IEC 60815
- 5.15 ความหนาแน่นของก๊าซและสูญญากาศ เพื่อดูค่าความเป็นฉนวนของสวิตช์เกียร์ ดูระบบการควบคุมก๊าซ ระบบปิดของก๊าซ ซีล เป็นต้น
- 5.16 ความหนาแน่นของเหลว จะถูกระบุโดยจำนวนของการเสริมกำลัง (replenishments) ต่อวัน, pressure drop, กรณีปราศจากการเสริมกำลัง, อัตราการรั่ว โดยจะได้ค่าต่างๆ จากผู้ผลิต
- 5.17 การติดไฟขึ้นอยู่กับวัสดุที่เลือกในส่วนต่างๆ จากการออกแบบ เช่น การชะลอการลุกลามของเปลวเพลิงจากอุบัติเหตุความร้อนสูงเกินในสวิตช์เกียร์
- 5.18 ความเข้ากันได้ของแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นอยู่กับระดับและประเภทของแม่เหล็กไฟฟ้า ตามมาตรฐาน IEC 61000-5-1,2

6. Type tests (ตาม IEC60694) มีรายละเอียดดังนี้

6.1 ทัวไป

Type tests หรือการทดสอบเฉพาะแบบ (แปลตาม มอก.1436-2540) ซึ่งมีความหมายเหมือนส่วนของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ แต่ในส่วนของสวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงดันสูงนี้จะมีวัตถุประสงค์ของการเตรียมคุณสมบัติต่างๆ ของสวิตช์เกียร์ การทำงานของอุปกรณ์ และอุปกรณ์ช่วย

6.1.1 กลุ่มของการทดสอบ การทดสอบเฉพาะแบบ จะได้รับการทำงานในขั้นสูงสุดของ 4 การทดสอบนอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐาน IEC โดย 4 ตัวอย่างของการทดสอบจะมีรายละเอียดดังนี้

Group	Type tests	Subclause
1	Dielectric tests on main, auxiliary and control circuits	6.2
	Radio interference voltage test	6.3
2	Measurement of resistance of the main current path	6.4
	Temperature rise tests	6.5
3	Short-time withstand current and peak withstand current test	6.6
	Making and breaking tests	See relevant IEC Standard
4	Tests to verify the degrees of protection of enclosure	6.7
	Tightness tests	6.8
	Mechanical tests	} See relevant IEC Standard
	Environmental tests	

6.1.2 ข้อมูลเพื่อระบุแบบอย่าง

ผู้ผลิตจะต้องส่งไปยังห้องปฏิบัติการทดสอบ, แบบ และข้อมูลอื่นๆ เพียงพอที่จะระบุอย่างชัดเจน โดยแบ่งตามชนิดรายละเอียดที่จำเป็นและชิ้นส่วนของสวิตช์เกียร์ที่นำเสนอสำหรับการทดสอบ แต่ละรูปแบบหรือกำหนดการข้อมูลจะได้รับการอ้างอิงที่ไม่ซ้ำกันและจะมีคำสั่งให้มีผลบังคับว่าการค้าประกันผู้ผลิตที่แบบหรือตารางข้อมูลที่แท้จริงเป็นตัวแทนของสวิตช์เกียร์ที่ทดสอบ หลังจากนั้นจะถูกนำกลับไปยังผู้ผลิตเพื่อการจัดเก็บ ผู้ผลิตจะต้องเก็บรักษาคำอธิบายการออกแบบรายละเอียดของทุกชิ้นส่วนของสวิตช์เกียร์ผ่านการทดสอบและต้องให้ความมั่นใจว่าสิ่งเหล่านี้จะมีการระบุจากข้อมูลที่รวมอยู่ในแบบและตารางข้อมูลสำหรับรายละเอียดของสวิตช์เกียร์นั้นๆ

6.1.3 ข้อมูลจะถูกรวมอยู่ในรูปแบบรายงานผลการทดสอบเฉพาะแบบ

ผลที่ได้จากการทดสอบเฉพาะแบบทุกชนิดจะได้รับการบันทึกไว้ในรูปแบบรายงานผลการทดสอบที่มีข้อมูลเพียงพอที่จะพิสูจน์การปฏิบัติตามข้อกำหนดและข้อมูลที่เพียงพอที่จะถูกรวมเพื่อระบุส่วนสำคัญของสวิตช์เกียร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลต่อไปนี้จะถูกรวมไว้: ผู้ผลิต, ชนิด, เลขรหัส, พิกัดคุณสมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐาน IEC, รายละเอียดทั่วไป เป็นต้น

6.2 Dielectric tests ที่ปฏิบัติตามมาตรฐาน IEC 60060-1 เว้นแต่ที่ระบุในมาตรฐานนี้

6.2.1 เงื่อนไขอากาศแวดล้อมระหว่างการทดสอบ ที่อ้างอิงตาม IEC 60060-1 ตามบรรยากาศและปัจจัยการแก้ไขบรรยากาศ

6.2.2 กระบวนการทดสอบเปียก ที่ใช้งานภายนอกอาคารตาม IEC 60060-1

6.2.3 เงื่อนไขของสวิตช์เกียร์ระหว่างการทดสอบไดอิเล็กทริก ควรมีการติดตั้งสำหรับทดสอบด้วยระยะห่างต่ำสุด-สูง ตามการระบุโดยผู้ผลิต

อุปกรณ์ทดสอบที่ความสูงหนึ่งจากระดับพื้นผิวรอบ จะถือว่าเป็นที่น่าพอใจถ้าติดตั้งที่มีความสูงเหนือระดับพื้นดินเมื่อในการให้บริการเมื่อระยะห่างระหว่างขั้วของสวิตช์เกียร์ ไม่คงที่จากการออกแบบ

ระยะห่างระหว่างขั้วสำหรับการทดสอบจะเป็นค่าต่ำสุดที่ระบุไว้โดยผู้ผลิต อย่างไรก็ตามจะขจัดความจำเป็นในการติดตั้งอาคารขนาดใหญ่สามขั้วของสวิตช์เกียร์ สำหรับวัตถุประสงค์ในการทดสอบเพียงอย่างเดียว, มลพิษเทียม และการทดสอบแรงดันสัญญาณรบกวนวิทยุอาจจะทำใน 1 ขั้ว และถ้ากวาดล้างน้อยที่สุดระหว่างเสาเท่ากับ หรือใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ใน ตาราง F1 และ F3 ของ IEC60071-2 การทดสอบอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ทั้งหมดที่อาจจะเกิดขึ้นบน 1 ขั้ว (single phase)

6.2.4 เกณฑ์ในการผ่านการทดสอบ

- Short-duration power frequency withstand voltage tests
- Impulse tests
- General comment

6.2.5 Application of the test voltage and test conditions

ความแตกต่างจะต้องทำระหว่างกรณีทั่วไปที่สามส่วนแรงดัน (เฟสกับดิน, ระหว่างเฟส และข้ามโดยอุปกรณ์สวิตช์เปิด)

ทดสอบเหมือนกันและกรณีพิเศษของระยะทางแยกและฉนวนกันความร้อนระหว่าง ขั้นตอนที่สูงกว่าขั้นตอนการลงไปที่พื้น

6.2.6 การทดสอบสวิตช์เกียร์ของ $U_r \leq 245$ kV ตามตาราง 1a หรือ 1b ในส่วนต่างๆ ดังนี้

- Power frequency voltage tests
- Lightning impulse voltage tests

6.2.7 การทดสอบสวิตช์เกียร์ของพิกัดแรงดันสูงกว่า 245 kV ในส่วนต่างๆ ดังนี้

- Power frequency voltage tests
- Lightning impulse voltage tests
- Switch impulse voltage tests

6.2.8 การทดสอบมลพิษเทียม ที่จำเป็นเมื่อฉนวนมีระยะห่างของ creepage

6.2.9 Partial discharge tests

6.2.10 การทดสอบวงจรควบคุมและวงจรช่วย

6.2.11 แรงดันทดสอบตามการตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ

6.3 การทดสอบ Radio Interference voltage ที่พิกัดแรงดัน 123 kV และที่สูงกว่า ตามหัวข้อ 6.2.3

6.4 การวัดวงจรความต้านทาน ของวงจรหลัก วงจรพลังงานต่ำ

6.5 การทดสอบอุณหภูมิที่สูงขึ้น (temperature rise)

6.6 การทดสอบ Short time withstand current และ peak withstand current tests

6.7 การทดสอบระดับการป้องกัน เช่น IP ,Mechanical impact test

6.8 การทดสอบความหนาแน่น (Tightness tests) ในส่วนของการควบคุมสำหรับก๊าซในเครื่องระบบ ความดัน, ระบบปิดและการซีล, การทดสอบความหนาแน่นของของเหลว

6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

6.10 การทดสอบเพิ่มเติม รวมถึงการทดสอบของวงจรช่วยและวงจรควบคุม

6.11 Mechanical tests

6.12 Environmental tests : Cold test, Dry heat test, damp heat & steady state test, Cyclic humidity test, Vibration response and seismic tests, final condition check.

6.13 X-radiation test procedure for vacuum interrupters

7. Routine tests

- Dielectric test on the main circuit ตาม IEC 60060-1,2 และการขนส่งแต่ละส่วนจะต้องได้รับการทดสอบในเงื่อนไขที่ระบุใหม่ ทำความสะอาดและมีสภาพที่แห้ง
- Tests on auxiliary and control circuits โดยการตรวจสอบของ auxiliary, วงจรควบคุม, การทดสอบฟังก์ชัน, การทดสอบการป้องกันไฟฟ้าช็อต และ Dielectric tests
- Measurement of the resistance of the main circuit เป็นการวัดด้วยแรงดันกระแสไฟตรงของแต่ละขั้วของวงจรหลัก โดยค่าความต้านทานที่วัดได้ต้องไม่เกิน $1.2 \times R_u$: R_u คือค่าความต้านทานที่วัดได้ก่อนการทำทดสอบแบบ Temperature-rise
- Tightness test เป็นการควบคุมระบบความดันก๊าซ, ระบบความดันปิดผนึก (ก๊าซและสุญญากาศ) และการตรวจสอบรอบสุดท้าย ณ สถานที่ใช้งานจริง
- Design and visual checks เป็นการตรวจสอบเทียบกับรายละเอียดที่ได้สั่งซื้อ

8. แนวทางการเลือกสวิตช์เกียร์

- การเลือกที่ค่าพิกัด โดยการเลือกตามคุณลักษณะสมบัติของระบบ รวมทั้งที่จะพัฒนาในอนาคต การพิจารณาถึงสภาพบรรยากาศ, ภูมิอากาศในท้องถิ่นและการใช้งานที่ระดับความสูงไม่เกิน 1000 เมตร
- หน้าที่ที่กำหนดโดยสภาพความผิด ควรจะถูกกำหนด โดยการคำนวณกระแสไฟฟ้าผิดพร่องในสถานที่ที่สวิตช์เกียร์ที่จะอยู่ในระบบ การอ้างอิงจาก IEC60909-0,1
- การจ่ายกระแสเกินแบบชั่วคราวหรือต่อเนื่อง จากการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการให้บริการ
- การพิจารณาขนาดพิกัดกระแสและระยะเวลาของ แบตเตอรี่รีชาร์ตเจอร์ หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง เพื่อใช้จ่ายไฟให้กับบริลีย์และวงจรที่เกี่ยวข้องของสวิตช์เกียร์ฯ เพื่อความปลอดภัยและการใช้งานที่สะดวก

9. ข้อมูลในการสอบถามและสั่งซื้อ

- 1) รายการของระบบ : แรงดันไฟฟ้าปกติและสูงสุด, ความถี่, ชนิดของระบบการต่อลงดิน
- 2) สภาพการบริการ ถ้าแตกต่างจากมาตรฐาน สภาพเบี่ยงเบนไปจากเงื่อนไขบริการตามปกติหรือพิเศษ หรือมีผลกระทบต่อการทำงานที่น่าพอใจของอุปกรณ์ใดๆ
- 3) รายละเอียดของการติดตั้งและส่วนประกอบ
 - การติดตั้งภายใน หรือ ภายนอก เพื่อการพิจารณาค่าดัชนี IP
 - จำนวนเฟส
 - จำนวนบัสบาร์ ที่แสดงใน single line diagram
 - พิกัดแรงดัน
 - พิกัดความถี่
 - พิกัดระดับความเป็นฉนวน
 - พิกัดกระแสปกติของบัสบาร์และวงจรจ่ายกระแส
 - พิกัด short-time withstand current
 - พิกัดระยะเวลาของการเกิดกระแสลัดวงจร (1 วินาที)

- พิกัด peak withstand current
- พิกัดค่าของส่วนประกอบ
- ระดับการป้องกันสำหรับสิ่งห่อหุ้มและการกัน
- ไดอะแกรมวงจร

ตัวอย่างพิกัดค่าต่างๆ ของสวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงดันสูง

- Rated voltage : 24 kV
- Nominal system voltage : 24 kV
- Number of phases : 3
- Rated insulation level
 - Lightning impulse withstand voltage : 125 kV peak
 - Power-frequency withstand voltage : 50 kV rms
- Rated frequency : 50 Hz
- Rated normal current : 630 A หรือ ระบุในแบบ
- Rated short time withstand current : 25 kA
- Rated peak withstand current : 62.5 kA
- Rated duration of short circuit : 1 sec.
- Degree of protection for control unit
- And auxiliary equipment : IP3X
- Power supply voltage for
- Meter , closing and tripping coils : 110 Vdc
- Auxiliary circuit : 230/400 Vac 50 Hz
- Internal arc withstand : 25 kA / 0.5 second

4) รายละเอียดของอุปกรณ์ทำงาน

- ประเภทของอุปกรณ์ทำงาน
- พิกัดแหล่งจ่ายแรงดัน
- พิกัดแหล่งจ่ายความถี่
- ความต้องการสื่อพิเศษ เพื่อความปลอดภัยและการทำงานที่เป็นลำดับขั้นตอน
- จำนวนคอนแทคอื่นๆ ที่มากกว่าคอนแทคช่วย หรือ ความต้องการคอนแทคคอนโทรล (ผู้ใช้ควรระบุสถานะที่ต้องการใช้งานคอนแทค เพื่อการใช้งานอย่างเพียงพอและถูกต้องต่อการสั่งซื้อ)

ข้อมูลที่มีในการประมูล ที่ควรได้รับจากผู้ผลิตด้วยวัสดุที่เป็นคำอธิบาย และ drawing.

- 1) พิกัดค่าและคุณลักษณะสมบัติ ตามที่แจกแจงในรายการรายละเอียดของการสั่งซื้อ ใบรับรอง หรือ รายงานผล Type test ตามความต้องการ
- 2) คุณสมบัติในการสร้าง ตัวอย่างเช่น
 - มวลของหน่วยการขนส่งที่หนักที่สุด
 - ขนาดโดยรวมของการติดตั้ง
 - การจัดเรียงของการเชื่อมต่อภายนอก

- พื้นที่ ความสูง และพื้นที่การขยายในอนาคต ถ้าจะมีการใช้
 - สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการขนส่งการติดตั้ง
 - ที่ติดตั้งสำรอง
 - คู่มือการติดตั้ง การทำงาน และการบำรุงรักษา
 - ชนิดของความดันก๊าซ หรือ ระบบความดันของเหลว
 - พิกัดระดับการเติมและระดับต่ำสุดที่ยังทำงานได้
 - ปริมาณ หรือ มวลของของเหลวสำหรับ compartment ที่แตกต่างกัน
 - รายละเอียดของของเหลว
- 3) คุณสมบัติการทำงานของอุปกรณ์
- ชนิดและพิกัดค่าตามรายการของหัวข้อ การสอบถามและสั่งซื้อสินค้า
 - กระแสและกำลังไฟฟ้าในการทำงาน
 - เวลาในการทำงาน
- 4) รายการอะไหล่ที่ควรแนะนำให้ผู้ใช้จัดหา

10. การขนส่ง การเก็บรักษา การติดตั้ง การทำงาน และการบำรุงรักษา

สิ่งสำคัญที่การขนส่ง การเก็บรักษา และการติดตั้งของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ เช่นเดียวกับการทำงานและการบำรุงรักษาในการบริการ จะดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ดังนั้นผู้ผลิต ควรให้คู่มือรุ่นที่เหมาะสมสำหรับการขนส่ง การจัดเก็บ การติดตั้ง การทำงานและการบำรุงรักษา สวิตช์เกียร์ คำแนะนำสำหรับการขนส่งและการเก็บรักษา ควรจะได้รับก่อนที่จะส่งมอบในเวลาที่เหมาะสม และคำแนะนำสำหรับการติดตั้ง การทำงาน และการบำรุงรักษาควรจะได้รับตามเวลาของการส่งมอบที่ล่าสุด คู่มือการทำงานต้องแยกเป็นเอกสารที่แตกต่างจากคู่มือการติดตั้งและการบำรุงรักษา ทั้งนี้ในการจัดหาควรเลือกผู้ผลิตที่มีศักยภาพในการเก็บของหรือปริมาณสินค้าคงคลังอย่างเพียงพอกับการบริการอย่างรวดเร็ว

เงื่อนไขในระหว่างการขนส่ง การเก็บรักษา และการติดตั้ง

ข้อตกลงพิเศษ ควรจะทำขึ้นระหว่างผู้ผลิตและผู้ใช้ หากมีเงื่อนไขการให้บริการของอุณหภูมิ ความชื้นที่กำหนดไว้ในคำสั่งที่ไม่สามารถรับประกันในระหว่างการขนส่งการเก็บรักษาและการติดตั้ง อย่างระมัดระวังเป็นพิเศษ อาจจะเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการป้องกันของฉนวนในระหว่างการขนส่ง การเก็บรักษาและการติดตั้ง ก่อนการจ่ายพลังงานไฟฟ้าต้องป้องกันความชื้นต่างๆ เช่น ฝน หิมะหรือไอน้ำ การสั่นสะเทือนในระหว่างการขนส่ง จะต้องได้รับการพิจารณา และคำแนะนำต่างๆ ที่ควรทราบ

การติดตั้ง

สำหรับสวิตช์เกียร์แต่ละประเภท คำแนะนำที่ให้โดยผู้ผลิตควรมีอย่างน้อยรายการที่ระบุไว้ด้านล่าง

- เอาออกและยก

อุปกรณ์แต่ละส่วนต้องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการยกเพียงพอและติดป้าย (ภายนอก) เพื่อแสดงวิธีการยก ที่ถูกต้อง อุปกรณ์ที่จะได้รับการติดฉลาก (ภายนอก) เพื่อบ่งชี้น้ำหนักสูงสุด (กิโลกรัม) ให้ครบถ้วน อุปกรณ์ยกพิเศษจะมีความสามารถในการยกมวลของแต่ละหน่วยการขนส่ง และข้อควรระวังเป็นพิเศษจะมีรายละเอียดในคู่มือการงานติดตั้ง (ตัวอย่างเช่นการยก brackets/bolts ที่ไม่ได้ตั้งใจให้ถูกทิ้งไว้

ภายนอก ที่ถูกย้ายออกไว้ที่สถานที่ site) ควรจะได้รับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเปิดบรรจุภัณฑ์ออก

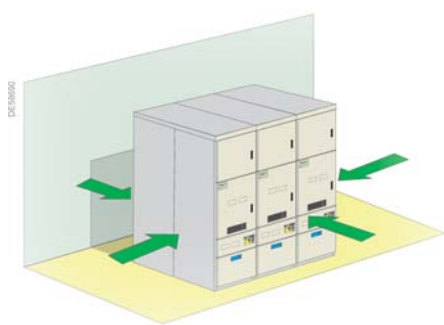
- การประกอบ

เมื่อสวิตช์เกียร์ ไม่ได้ถูกประกอบสมบูรณ์มาเนื่องจากการขนส่ง จึงต้องมีการทำเครื่องหมายให้ชัดเจน การประกอบที่แสดงด้วยภาพของส่วนนี้ควรเตรียมมากับสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์

- การวาง

คู่มือสำหรับการวางของสวิตช์เกียร์ อุปกรณ์การทำงาน และอุปกรณ์ช่วยควรที่จะมีรายละเอียดเพียงพอสำหรับสถานที่และฐานรากที่ช่วยให้การเตรียมสถานที่สมบูรณ์

หมายเหตุ : การเดินสายไฟฟ้าแรงดันสูงส่วนใหญ่จะเดินสายไฟฟ้าเข้ามาทางด้านล่างของสวิตช์เกียร์ เพื่อความสะดวกจากการเดินร้อยท่อฝังดินมาและจะเดินจะใช้แบบ cable tend และควรมีการป้องกันสายที่เดินจากด้านล่าง ในเรื่องน้ำท่วมขัง และความชื้น



NEX 24

NEX 24 is

due to an

NEX 24 has

4-sided (NEX

A NEX 24 is

Internal air

who goes to

Internal air

NEX 24 is

an internal

NEX 24 has

Protected

NEX 24 is

4-sided

In the case

protected

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

the case

- คู่มือที่ควรแสดง

- น้ำหนักและน้ำหนักรวมของอุปกรณ์ดับเพลิง หรือ ฉนวนของเหลว
- น้ำหนักของส่วนที่หนักที่สุดของอุปกรณ์ที่จะยกแยกกัน ถ้าไม่เกิน 100kg.

- การต่อ ควรมีรายละเอียดคู่มือ

- การต่อของตัวนำ ที่ประกอบไปด้วยคำแนะนำที่จำเป็น เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนสูงเกินไป และความเครียดที่ไม่จำเป็นในสวิตช์เพื่อให้ระยะห่างเพียงพอ
- การต่อของวงจรย่อย
- ถ้ามีการต่อของของเหลวและระบบก๊าซ รวมทั้งขนาดและการจัดวางท่อ
- การต่อสายดิน

- การตรวจสอบการติดตั้งสุดท้าย

คู่มือควรเตรียมสำหรับการตรวจสอบและทดสอบที่ควรทำหลังจากสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ที่มีการติดตั้งและการต่อที่สมบูรณ์แล้ว โดยคู่มือนี้ควรรวมถึง

- การดำเนินงานที่ถูกต้อง
- ขั้นตอนในการดำเนินการปรับใด ๆ ที่อาจมีความจำเป็นที่จะได้รับการดำเนินการที่ถูกต้อง
- คำแนะนำสำหรับการวัดที่เกี่ยวข้องใด ๆ ที่ควรจะทำและบันทึกไว้ เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการบำรุงรักษาในอนาคต
- คำแนะนำสำหรับการตรวจสอบขั้นสุดท้าย เพื่อใช้สำหรับการดำเนินงานที่ถูกต้องตามขั้นตอนในกรณีต่างๆ

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้

- ข้อจำกัดการเข้าถึงที่พื้นที่ปฏิบัติงานท้องถิ่น
- ข้อจำกัด การทำงานที่ท้องถิ่น และข้อจำกัดใด ๆ ที่อาจนำไปใช้ (เช่น อุปกรณ์ความปลอดภัย, เวลาทำงานปกติ, ความต้องการที่เหมือนกันสำหรับหัวหน้าทีม ผู้ติดตั้งของท้องถิ่น และของผู้ผลิต
- ความพร้อมและความสามารถในการยกและอุปกรณ์ในการจัดการ
- ความพร้อม จำนวนและประสบการณ์ของคนในท้องถิ่น
- กฎหมายที่รับความดันที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการที่อาจนำไปใช้ในระหว่างการติดตั้ง และการทดสอบ
- ความต้องการอินเทอร์เน็ตสำหรับสายไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลง
- ในกรณีที่มีการขยายสวิตช์เกียร์ที่มีอยู่
 - บทบัญญัติสำหรับการขยายที่มีอยู่ภายในอุปกรณ์ primary และ secondary ว่าเป็นทางเลือกในแต่ละประเภท แต่ละรุ่น ซึ่งขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่างๆ ด้วย
 - ในสภาพการบริการ หรือข้อจำกัด ในการดำเนินงานที่จะต้องได้รับการยอมรับ
 - กฎระเบียบด้านความปลอดภัยที่ต้องปฏิบัติตาม

ข้อมูลขั้นต้นสำหรับผู้ผลิต

- พื้นที่การติดตั้งและประกอบอย่างเหมาะสม
- ขนาดและน้ำหนักของส่วนประกอบและอุปกรณ์การทดสอบ
- เงื่อนไขของสถานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการรักษาความสะอาดและอุณหภูมิสำหรับการติดตั้ง ต้องทำความสะอาดและเตรียมพื้นที่
- จำนวนและประสบการณ์ของความต้องการคนในท้องถิ่น สำหรับการติดตั้ง
- เวลาและตารางกิจกรรมสำหรับการติดตั้งและ commissioning
- การอบรมการติดตั้งและบริการ
- การขยายสวิตช์เกียร์ เป็นส่วนที่นอกเหนือจากความต้องการบริการ ของส่วนประกอบที่มีอยู่ที่เกี่ยวข้องกับตารางเวลาการติดตั้ง และข้อควรระวังในเรื่องความปลอดภัย

การทำงาน เป็นคู่มือที่ผู้ผลิตจะให้ไว้ โดยมีข้อมูลดังนี้

- รายละเอียดทั่วไปของอุปกรณ์ที่มีความสนใจเป็นพิเศษกับรายละเอียดทางเทคนิคของลักษณะ และการดำเนินงานเพื่อให้ผู้ใช้มีความเข้าใจที่เพียงพอของหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้อง
- ที่มีความสนใจเป็นพิเศษกับรายละเอียดทางเทคนิคของลักษณะและการดำเนินงานเพื่อให้ผู้ใช้มีความเข้าใจที่เพียงพอของหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้อง
- คำอธิบายของคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของอุปกรณ์และการดำเนินการของการประสานงานและอำนวยความสะดวกด้วยตัวล็อค
- เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องจะต้องดำเนินการ เพื่อจัดการกับอุปกรณ์สำหรับการแยกการดำเนินการ, การต่อสายดิน, การบำรุงรักษา และการทดสอบ
- มาตรการป้องกันการกีดกันการบำรุงรักษา ได้รับการบำรุงรักษา ประสิทธิภาพของการบำรุงรักษา

ขึ้นอยู่กับคำแนะนำวิธีการ จัดทำโดยผู้ผลิตและดำเนินการโดยผู้ใช้
คำแนะนำสำหรับผู้ผลิต คู่มือการบำรุงรักษาของผู้ผลิต ควรมีข้อมูลต่อไปนี้

- ขอบเขตและความถี่ของการบำรุงรักษา เพื่อจุดประสงค์นี้ปัจจัยต่อไปนี้ควรได้รับการพิจารณา
 - การทำงานของสวิตช์ (กระแสและจำนวน)
 - จำนวนรวมของการทำงาน
 - เวลาในการบริการ (ช่วงระยะ)
 - เงื่อนไขของสภาพแวดล้อม
 - การวัดและการวินิจฉัยผลทดสอบ
- การอธิบายรายละเอียดของงานบำรุงรักษา
 - สถานที่แนะนำสำหรับงานบำรุงรักษา (ภายใน ภายนอก ในโรงงาน พื้นที่ปฏิบัติงาน เป็นต้น)
 - ขั้นตอนสำหรับการตรวจสอบ การวินิจฉัยการทดสอบ การตรวจสอบ overhaul
 - อ้างอิงได้จาก drawing
 - อ้างอิงได้จาก part number
 - การใช้อุปกรณ์ หรือ เครื่องมือพิเศษ
 - ข้อควรระวังในการสังเกต (ตัวอย่างเช่น การรักษาความสะอาด และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ของอันตรายจากการอาร์คโดยตัวสินค้า
 - ขั้นตอนการหล่อลื่น
- Drawing ที่ครอบคลุมของรายละเอียดที่สำคัญของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ สำหรับการบำรุงรักษา การระบุที่ชัดเจน (part number และการอธิบาย) ของการประกอบ การประกอบย่อย และส่วนที่สำคัญ
- ชีตจำกัดของค่าและความคาดเคลื่อน ที่เมื่อเกิน ,ทำให้การดำเนินการที่แก้ไขที่จำเป็น ตัวอย่างเช่น ความดัน ระดับความเข้ม ตัวต้านทาน ตัวคาปาซิเตอร์ เวลาการทำงาน ค่าความต้านทานของวงจรหลัก ของเหลวที่เป็นฉนวน หรือ คุณสมบัติของก๊าซ ปริมาตร และคุณภาพของของเหลว หรือก๊าซ การกัดเซาะของส่วนที่จะสวมใส่ แรงบิด ขนาดที่สำคัญ
- รายละเอียดสำหรับวัสดุที่ช่วยในการบำรุงรักษา รวมถึงค่าเตือนของส่วนที่เข้ากันไม่ได้ของวัสดุ เช่น จาระบี น้ำมัน ของเหลว การทำความสะอาดและการล้างไขมัน
- รายการของเครื่องมือพิเศษ การยกและการเข้าถึงอุปกรณ์
- การทดสอบหลังงานบำรุงรักษา
- รายการความต้องการของชิ้นส่วนอะไหล่ (รายละเอียด เลขอ้างอิง จำนวน) และคำแนะนำในการเก็บรักษา
- การประมาณการของช่วงเวลาในการบำรุงรักษา
- วิธีการดำเนินการกับอุปกรณ์ที่ส่วนท้ายของอายุการใช้งานของตน โดยคำนึงถึงความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมในการพิจารณา

ผู้ผลิตควรแจ้งผู้ซื้อของประเภทเฉพาะของสวิตช์เกียร์ เกี่ยวกับการดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องตามระบบและความล้มเหลวของการตรวจพบในการให้บริการ

ความพร้อมของอะไหล่

ผู้ผลิตควรจะรับผิดชอบในการตรวจสอบความพร้อมอย่างต่อเนื่องของชิ้นส่วนอะไหล่ที่จำเป็น

สำหรับการบำรุงรักษาเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 10 ปีนับจากวันที่ผลิตขั้นสุดท้ายของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์

คำแนะนำสำหรับผู้ใช้

- หากผู้มีความประสงค์จะดำเนินการบำรุงรักษา คู่มือการบำรุงรักษาของผู้ผลิตที่จะต้องปฏิบัติตาม
- ผู้ใช้ควรบันทึกข้อมูลต่อไปนี้
 - หมายเลขและชนิดของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์
 - วันที่สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์จะใส่ในการให้บริการ
 - ผลของการวัดและการทดสอบรวมทั้งการตรวจวินิจฉัย ดำเนินการในช่วงชีวิตของสวิตช์เกียร์
 - วันที่และขอบเขตของงานบำรุงรักษาในการดำเนินการ
 - ประวัติความเป็นมาของการให้บริการ ช่วงเวลาในการบันทึกการดำเนินงานและตัวชี้วัดอื่น ๆ (สำหรับตัวอย่าง การดำเนินการลัดวงจร)
 - อ้างอิงถึงรายงานความล้มเหลวใด ๆ
- ในกรณีของความล้มเหลวและข้อบกพร่องผู้ใช้ควรทำรายงานความล้มเหลวและควรแจ้งให้ผู้ผลิตโดยระบุสถานการณ์พิเศษและมาตรการ ขึ้นอยู่กับลักษณะของความล้มเหลวของการวิเคราะห์ความล้มเหลวควรจะทำในการทำงานร่วมกับผู้ผลิต

รายงานความล้มเหลว

วัตถุประสงค์ของรายงานความล้มเหลวเป็นมาตรฐานการบันทึกของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์ ความล้มเหลวโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่ออธิบายความล้มเหลวของการใช้คำศัพท์ทั่วไป
- เพื่อให้ข้อมูลสำหรับสถิติของผู้ใช้
- เพื่อให้ข้อเสนอแนะที่มีความหมายไปยังผู้ผลิต

ต่อไปนี้จะให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการทำรายงานความล้มเหลว

รายงานความล้มเหลวควรจะต้องรวมถึง

- การแสดงของสวิตช์เกียร์ ที่ล้มเหลว
 - ชื่อสถานี
 - การแสดงของสวิตช์เกียร์ (ผู้ผลิต ชนิด หมายเลข พิกัด)
 - สถานที่ (ภายใน หรือ ภายนอก)
 - สิ่งท่อบั้ม
 - การดำเนินการทางกล (นิวเมติก ไฮดรอลิก สปริง มอเตอร์)
- ประวัติของสวิตช์เกียร์
 - วันที่ในการ commissioning
 - วันที่ของความล้มเหลว / ข้อบกพร่อง
 - จำนวนรอบในการทำงาน ถ้ามีการใช้
 - วันที่ของการบำรุงรักษาครั้งสุดท้าย
 - รายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ตั้งแต่การผลิต

- จำนวนรอบการทำงานทั้งหมดตั้งแต่มีการบำรุงรักษาครั้งสุดท้าย
- เงื่อนไขเมื่อความล้มเหลว / ข้อบกพร่องของสวิตช์เกียร์เมื่อพบ (ในการบริการการบำรุงรักษา)
- การบ่งชี้การประกอบย่อย / ส่วนรับผิดชอบหลักความล้มเหลว / ข้อบกพร่อง
 - แรงดันไฟฟ้าสูงที่เน้นส่วนประกอบ
 - วงจรควบคุมไฟฟ้าและวงจรย่อย
 - การทำงานทางกล
 - ส่วนประกอบต่างๆ
- ความเครียดที่เชื่อว่าจะนำไปสู่ความล้มเหลว / ข้อบกพร่อง
 - เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม (อุณหภูมิ ลม ฝน หิมะ น้ำแข็ง มลพิษ ความสว่าง เป็นต้น)
 - ประเภทของความล้มเหลว / ข้อบกพร่อง (ความล้มเหลวหลัก หรือย่อย ข้อบกพร่อง)
- ที่มาและสาเหตุของความล้มเหลว / ข้อบกพร่อง
 - ที่มา (ทางกล ทางไฟฟ้า ความแน่น)
 - สาเหตุ (การออกแบบ ผู้ผลิต คู่มือที่ไม่เพียงพอ การติดตั้งที่ไม่ถูกต้อง การบำรุงรักษาที่ไม่ถูกต้อง ความเครียดที่เชื่อว่าจะนำไปสู่ความล้มเหลว เป็นต้น)
- ผลที่ตามมาของความล้มเหลว / ข้อบกพร่อง
 - Down-time ของสวิตช์เกียร์
 - ใช้เวลาในการซ่อมแซม
 - ต้นทุนค่าแรง
 - ต้นทุนอะไหล่
- รายงานความล้มเหลว ที่อาจรวมถึงข้อมูลต่อไปนี้
 - แบบ, สเก็ท, รูปถ่ายของส่วนประกอบที่เสียหาย, single line station diagram, การทำงานและลำดับขั้นตอนในการทำงาน, บันทึก หรือพล็อต, อ้างอิงถึงการบำรุงรักษาหรือคู่มือการทำงาน

11. ความปลอดภัย

สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์แรงดันไฟฟ้าสูงสามารถได้รับการพิจารณาความปลอดภัยเมื่อติดตั้งในตามระเบียบว่าด้วยการติดตั้งที่เกี่ยวข้องรวมถึงผู้ที่ให้บริการโดยผู้ผลิตและผู้ใช้และการบำรุงรักษาตามคำแนะนำของผู้ผลิต

สวิตช์เกียร์เป็นปกติเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงได้โดยบุคคลที่ได้รับคำสั่ง ก็จะต้องมีการดำเนินการและบำรุงรักษาโดยบุคคลที่มีฝีมือเมื่อมีการเข้าถึงไม่ จำกัด สามารถใช้ได้กับสวิตช์เกียร์กระจายคุณลักษณะด้านความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นอาจจำเป็นต้องใช้

สวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์แรงดันไฟฟ้าสูงตามมาตรฐาน IEC มีระดับความปลอดภัยสูงในเรื่องเกี่ยวกับผลกระทบภายนอกที่อาจเป็นอันตรายต่อบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นเพราะชิ้นส่วนไฟฟ้าแรงสูงอาจจะถูกล้อมรอบด้วยสิ่งที่แนบมา แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าสูงสามารถนำเสนอความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นบางอย่างบางส่วน :

- สิ่งห่อหุ้ม, ถ้ามืด, อาจจะมีแรงดันก๊าซ
- การเปิดของอุปกรณ์บรรเทาความดัน เนื่องจากการเกิดอาร์คภายใน เงื่อนไขพิเศษ ในสถานการณ์

รุนแรง อาร์คสามารถเผาไหม้ผ่านสิ่งห่อหุ้ม ทั้งส่งผลในฉนวนกันความร้อนที่ปล่อย เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหัน ซึ่งอยู่ในตัวเองที่มีความเสี่ยงต่อมนุษย์ อาจเตือนภัยบุคลากร และนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ

- การ commissioning การบำรุงรักษา และการขยายกิจกรรม อาจจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากความซับซ้อนของอุปกรณ์และชิ้นส่วนภายในที่เป็นส่วนใหญ่ที่มองไม่เห็น ประสิทธิภาพที่ได้แสดงให้เห็นว่าเป็นความผิดพลาดของมนุษย์เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณา เช่น การเปิดสวิตช์เพื่อต่อลงดินในตัวนำพลัง

ข้อควรระวังโดยผู้ผลิต

- การออกแบบและการทดสอบแรงดันของสิ่งห่อหุ้ม, อุปกรณ์ลดความดันและองค์ประกอบสวิตช์ เกียร์ ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศ เช่น IEC, ANSI, CENELEC, JIS.
- ให้ความหมายที่เพียงพอและง่ายต่อการตรวจสอบระบบการ interlock วิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดของมนุษย์ ปล่อย
- ให้ความหมายที่เพียงพอและง่ายต่อการตรวจสอบระบบการประสาน (วิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดของมนุษย์)
- อธิบายการทำงานที่ปลอดภัยของสวิตช์เกียร์อย่างชัดเจนในคู่มือการใช้งาน อธิบายข้อควรระวัง เพื่อป้องกันการดำเนินงานที่ไม่เหมาะสมและผลกระทบของการดำเนินการที่ไม่เหมาะสม
- ให้ผู้ใช้และ / หรือผู้รับเหมาที่มีข้อมูลเหมาะสมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบของพื้นที่โดยรอบและ ในกรณีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างการระบายอากาศในอาคาร การระบาย อากาศและข้อมูลการตรวจจับก๊าซเพื่อลดความเสี่ยงในกรณีที่บุคลากรเกิดความล้มเหลว

ข้อควรระวังโดยผู้ใช้

รายการต่อไปนี้เป็นตัวอย่างเป็นตัวอย่างของข้อควรระวังที่อาจจะต้องดำเนินการโดยผู้ใช้

- จำกัด การเข้าถึงการติดตั้งให้กับของผู้ที่ได้รับการอบรมและได้รับอนุญาต
- ให้ผู้ประกอบการและบุคลากรอื่นๆ ได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับความเสี่ยงและความต้องการด้าน ความปลอดภัยรวมทั้งกฎระเบียบท้องถิ่น
- เก็บรักษาสวิตช์เกียร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการ interlock และอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อถึงวันที่กำหนด ตามมาตรฐานทางเทคนิค
- ใช้การควบคุมระยะไกลและมีระบบการ interlock การทำงานตามที่ตั้งใจ
- เลือกอุปกรณ์ที่ช่วยลดความเสี่ยงให้กับบุคลากรจากการดำเนินงานที่ไม่เหมาะสม (เช่น การทำงาน อย่างรวดเร็วของสวิตช์ต่อลงดินขณะมีไฟ, การทำงานของมอเตอร์ที่สั่งงานด้วยการควบคุม ระยะไกล)
- การประสานงานระบบการป้องกันที่เป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง ห้ามสับการทำงาน ในช่วงมีความผิดพลาด
- จัดเตรียมขั้นตอนการต่อลงดิน ให้พิจารณาความยากลำบากในการทำความเข้าใจและการจัดการ ที่ซับซ้อนและการดำเนินงานของสวิตช์เกียร์และคอนโทรลเกียร์
- ฉลากของอุปกรณ์ที่ชัดเจนสำหรับแยกแยะได้ง่ายของอุปกรณ์แต่ละช่องและก๊าซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างการทำงานซ่อมแซมหรือขยายการทำงาน

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการบำรุงรักษาซ่อมแซมและขยายการทำงานจะดำเนินการโดยบุคลากรที่มีคุณภาพและการฝึกอบรม
- เตรียมแผนรักษาความปลอดภัยและการป้องกันสำหรับการทำงาน บ่งบอกถึงคนที่มี ความรับผิดชอบในการวางแผนการดำเนินการและการบังคับใช้ความปลอดภัยและการป้องกัน มาตรการ
- ตรวจสอบการ interlock และการป้องกันอุปกรณ์ก่อนที่จะเริ่ม
- ความสนใจเป็นพิเศษที่จะดำเนินการด้วยตนเองโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสวิตช์เกียร์ เป็นแบบเก็บ พลังงาน (energized)
- แจ้งบุคลากรที่อาจจะอยู่ใกล้สวิตช์เกียร์ ก่อนใช้งานอุปกรณ์ เช่น แตรหรือไฟกระพริบ
- ออกจากเครื่องหมายฉุกเฉินและให้ทางเดินที่ชัดเจนของสิ่งกีดขวาง
- สั่งให้คนที่เกี่ยวข้องวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยในสภาพแวดล้อมที่สวิตช์เกียร์ และจะอย่างไร ในกรณีฉุกเฉิน

ข้อกำหนดดังต่อไปนี้ของมาตรฐานนี้ให้มาตรการด้านความปลอดภัยส่วนบุคคลสำหรับสวิตช์เกียร์ กับอันตรายต่างๆ

12. อิทธิพลของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

ผู้ผลิตจะได้รับการจัดทำขึ้นเพื่อให้ตามคำขอข้อมูลต่อไปนี้ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของ สวิตช์เกียร์ เมื่อของเหลวที่ใช้ในสวิตช์เกียร์ เท่าที่จะทำได้คำแนะนำควรจัดให้มีเพื่อให้ผู้ใช้สามารถ

- ลดอัตราการรั่วไหล
- การควบคุมการจัดการของของเหลวใหม่และใช้
- ผู้ผลิตจะให้คำแนะนำเกี่ยวกับการร้องขอเกี่ยวกับการถอดชิ้นส่วนและจุดสิ้นสุดของกระบวนการชีวิต ของวัสดุที่แตกต่างของอุปกรณ์และบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ในการรีไซเคิล