งานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

รายละเอียดข้อกำหนดหมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

เอกสารเลขที่ ก. 155/ก.ย. /53

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

กระทรวงสาธารณสุข

รายละเอียดข้อกำหนดหมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

เอกสารเลขที่ ก. 155/ก.ย./53

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

กระทรวงสาธารณสุข

ลำดับ	รายการอุปกรณ์
1	สวิทช์เกียร์แรงสูง
2	UNIT SUBSTATION
3	RING MAIN UNIT
4	หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)
5	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)
6	สวิทช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ
7	ตู้จ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ (M.D.B. : MAIN DISTRIBUTION BOARD)
8	AUTOMATIC TRANSFER SWITCH : ATS
9	บัสดัก (BUSDUCT) หรือ บัสเวย์
10	AUTOMATIC CAPACITOR BANK
11	ISOLATING POWER SYSTEM PANEL
12	ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)
13	ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)
14	ระบบสัญญาณเรียกพยาบาล (NURSE CALL SYSTEM)

สารบาญ

หน้า

รายละเอียดข้อกำหนดหมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร
เอกสารเลขที่ ก.155/ก.ย./53..... 01

สารบาญ..... 02

1. สวิทช์เกียร์แรงสูง..... 03

2. UNIT SUBSTATION..... 13

3. RING MAIN UNIT..... 17

4. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)..... 23

5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)..... 25

6. สวิทช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ..... 34

7. ตู้เมนไฟฟ้า(M.D.B. : MAIN DISTRIBUTION BOARD)..... 37

8. Automatic Transfer Switch : ATS..... 40

9. บัสดัก(BUSDUCT) หรือ บัสเวย์..... 43

10. AUTOMATIC CAPACITOR BANK..... 44

11. ISOLATING POWER SYSTEM PANEL..... 46

12. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้(Fire Alarm System)..... 48

13. ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)..... 51

14. ระบบสัญญาณเรียกพยาบาล(Nurse Call System)..... 58

1. สวิทช์เกียร์แรงสูง

1. ขอบเขตข้อกำหนด

1.1 ข้อกำหนดนี้ใช้ครอบคลุมการออกแบบ การผลิต การจัดหาและติดตั้งตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง 24 kV แบบ เมทัลแคลดชนิดใช้ภายในอาคาร รีเลย์ป้องกัน และตู้มิเตอร์

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น รวมถึงเครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการติดตั้ง ซ่อมบำรุง จัดทำแบบรายละเอียดและคู่มือติดตั้งใช้งานสำหรับตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง 24 kV แบบเมทัลแคลด

1.3 การจัดตั้งตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง 24 kV แบบเมทัลแคลดให้เป็นไปตามแบบรูป ทั้งนี้ผู้รับจ้างอาจปรับปรุงให้เหมาะสม ตามลักษณะและมาตรฐานของผู้ผลิต โดยยื่นแบบและรายละเอียดเสนอเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

1.4 การติดตั้งตู้สวิทช์เกียร์ตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบ หรือตามตำแหน่งที่ผู้รับจ้างขอแก้ไขปรับปรุง จะต้องมีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับปฏิบัติงาน และบำรุงรักษาได้ ทั้งนี้จะต้องมีการป้องกันการเข้าถึงบริเวณ Pressure Relief ของตู้สวิทช์เกียร์ขณะที่มีการจ่ายพลังงานไฟฟ้า พร้อมป้ายเตือนอันตราย

1.5 การเข้าสายเคเบิลกำลัง และสายเคเบิลสำหรับวงจรเครื่องวัด และวงจรควบคุมทั้งหมดให้เข้าและออกทางด้านล่างของตู้สวิทช์เกียร์

2. สถานที่ติดตั้งและสภาพการใช้งาน

ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง 24 kV แบบเมทัลแคลด มีสภาพการติดตั้งใช้งานดังนี้

ก)	Installation site	:	indoor
ข)	Altitude	:	up to 1,000 m above mean sea level
ค)	Maximum ambient temperature	:	40°C
ง)	Mean annual ambient temperature	:	35°C
จ)	Mean annual relative humidity	:	79%
ฉ)	Mean maximum annual relative humidity	:	95%
ช)	Climatic condition	:	tropical climate
ซ)	Maximum wind velocity	:	100km/hr.
ฌ)	Lightning stoke expectancy	:	100 thunderstorm days/year

ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง จะต้องสามารถทำงานได้เต็มพิกัดในสภาพเงื่อนไขการใช้งานดังกล่าวข้างต้น

3. มาตรฐานอ้างอิงและสถาบันทดสอบอิสระ (Reference Standard And Test)

ถ้าไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องมีการผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานอ้างอิงดังนี้

3.1 มาตรฐานอ้างอิง

ก) IEC 62271-100,IEC 60056 High-voltage alternating current circuit breaker

ข) IEC 60129 Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches

ค) IEC 60185 Current transformers

ง) IEC 60186 Voltage transformers

จ) IEC 62271-200(60298)High-voltage metal-enclosed swichgear and controlgear

ฉ) IEC 60694 Common clouses for HV switchgear standards

ช) IEC 60801 Monitoring and control

3.2 สถาบันทดสอบอิสระ ได้แก่

ก) UL Underwriters laboratories

ข) CESI Centro electrotecnico sperimentalr italiano

ค) KEMA Keuring van electro technische materialen

ง) VOLTA

จ) ASTRA

4. ขนาดพิกัดและลักษณะสำคัญ (Rating and Feature)

ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูงแบบแมทัลแคลด ต้องมีขนาดพิกัดดังต่อไปนี้

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 : 220/380 Vac 50 Hz

Internal arc withstand : 25 kA / 0.5 second

5. แบบและคู่มือ (Drawing and Instruction)

5.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบพร้อมรายละเอียดและคู่มือการติดตั้งต่างๆ จำนวน 1 ชุด ยื่นเสนอต่อผู้จ้าง เพื่อพิจารณาอนุมัติภายใน 30 วัน นับจากวันลงนามในสัญญาว่าจ้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) แบบ Single Line Diagram

ข) รายละเอียดระบบควบคุมและป้องกันของตู้สวิทช์เกียร์ ประกอบด้วย

- แบบแสดงการจัดวางอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุม (Control Panel Lay Out)
- แบบแสดงการจัดวางอุปกรณ์ภายใน (Equipment Lay out)
- แบบแสดงการต่อวงจรภายใน
- แบบแสดงการจัดวาง Terminal Block

ค) แค็ตตาล็อกของอุปกรณ์ทั้งหมด

5.2 แบบรูปและคู่มือต่างๆ ต้องเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษ ข้อมูลภายในแบบรูปจะต้องใช้ตัวอักษรทางวิศวกรรม คู่มือต่างๆต้องพิมพ์จากเครื่องพิมพ์หรือแท่นพิมพ์

6. โครงสร้างของตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง(Switchgear Cubicle Construction)

6.1 ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง จะต้องผลิตและประกอบภายในประเทศไทย และ ต้องเป็นสวิทช์เกียร์ที่ทำการผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC โดยผู้ผลิตที่ได้รับอนุญาต(LICENSE)อย่างเป็นทางการจากเจ้าของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

6.2 ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง เป็นแบบเมทัลแคลด Air Insulated โครงของตู้เป็นแบบ Self Supporting ชนิดตั้งพื้น ถูกออกแบบมาเพื่อสามารถขยายเพิ่มแบบต่อชนเข้าด้วยกัน (Modular and Extendible Type) แต่ละตู้ใช้สำหรับวงจรสายไม่เกิน 1 วงจร ฝาตู้ด้านหน้าจะต้องมีอุปกรณ์ล็อคที่เหมาะสมต้องมี Automatic Safety Shutter เป็นแบบโลหะ โดยจะต้องปิดช่องต่อแยกบัสบาร์อย่างมิดชิด เมื่อเซอร์กิตเบรคเกอร์อยู่ในตำแหน่ง Isolated และ Test ถ้าจำเป็นต้องใช้สายต่อพ่วงสำหรับวงจรควบคุมจะต้องจัดเตรียมโดยพร้อมมูล

6.3 ตู้สวิทช์เกียร์แรงสูง จะต้องมีการจัดแบ่งออกเป็น Compartment ประกอบด้วย Busbar Compartment , Switchgear Compartment , Low-voltage Compartment และ Cable Compartment (Cable Compartment) ผนังกั้นระหว่างช่อง (Partition) จะต้องเป็นโลหะเท่านั้นโครงสร้างตู้สวิทช์เกียร์ดังกล่าว ต้องมีการออกแบบป้องกันเพื่อเมื่อเกิดเหตุระเบิดใน Compartment ใดๆแล้วต้องไม่ส่งผลกระทบต่อส่วน Compartment อื่นหรือผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการทดสอบ Internal Arc Test ตามมาตรฐาน IEC 62271-200 , Appendix AA, criteria 1 to 6, class A accessibility

มีรีเลย์ป้องกันและมิเตอร์อยู่ด้านหน้า สามารถมองค่าต่างๆ จากภายนอกได้ อุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวที่ยึดอยู่กับฝาตู้ Compartment จะต้องไม่ทำให้ฝาตู้บิดหรือเสียรูปทรง

6.4 ตู้แต่ละช่องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธี Hot-Dip Zinc Galvanized หรือ Aluzinc มีความหนาตามมาตรฐานของผู้ผลิตที่ผ่านการทดสอบ Type Test

6.5 มีระบบ Interlock ที่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานดังนี้

ก) เมื่อ Circuit Breaker อยู่ในตำแหน่ง Closed จะต้องไม่สามารถเลื่อน Circuit Breaker ออกไปยังตำแหน่ง Disconnect ได้

ข) จะต้องไม่สามารถเลื่อน Circuit Breaker ไปอยู่ในตำแหน่ง In หรือ Out ได้ในขณะที่ Earthing Switch อยู่ในตำแหน่ง Closed

ค) จะต้องไม่สามารถสับ Earth สายเคเบิลได้จนกว่า Circuit Breaker จะอยู่ในตำแหน่ง Disconnect

ง) ฝาตู้สวิทช์เกียร์ จะต้องไม่สามรถเปิดออกได้จนกว่า Circuit Breaker จะอยู่ในตำแหน่ง Disconnect

6.6 การพ่นเคลือบสีของตู้สวิทช์เกียร์ จะต้องมีกรรมวิธีที่ป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดสนิมเป็นอย่างดีทั้งภายในและด้านนอก โทนสีที่ใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต เหล็กทุกส่วนที่ไม่พ่นเคลือบสีต้องผ่านกรรมวิธี Hot-dip Zinc Galvanized หรือ Aluzinc

6.7 ตู้สวิทช์เกียร์ต้องมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

ก) Switchgear equipment position indicators and local controls.

ข) Emergency manual trip for circuit breaker.

ค) Measuring and control equipment

ง) Alarm and indication equipment

6.8 จัดหาบัสบาร์สำหรับระบบต่อลงดินขนาดไม่น้อยกว่า 120 ตร.มม วางตลอดความยาวของตู้สวิทช์เกียร์

6.9 อุปกรณ์ต่อลงดินสำหรับเคเบิลด้าน Outgoing feeder สามารถทนค่ากระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 62.5 kA (Peak) และมีระบบ Mechanical Interlock กับเซอร์กิตเบรคเกอร์

6.10 ต้องมี Auxiliary Contact ของ Earthing Switch ไม่น้อยกว่า 1 No และ 1 Nc เพื่อใช้งานกับวงจรควบคุมภายนอก

7. เซอร์กิตเบรคเกอร์(Circuit Breaker)

7.1 เซอร์กิตเบรคเกอร์ ที่ใช้ในตู้สวิทช์เกียร์แรงสูงแบบเมทัลแคลดเป็นแบบ 3 Pole , Single Throw ,Motor Operated , Drawn Out Type สามารถ ตัด / ต่อ วงจรที่ค่ากระแสต่างๆ จนถึงค่าพิกัดกระแสลัดวงจร โดยไม่มีข้อจำกัดหรือทำให้เกิด Transient Overvoltage เซอร์

กิตเบรคเกอร์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด VACUUM และใช้วิธีการดับอาร์คโดยเทคโนโลยี AMF (Axial Magnetic Field)

7.2 เซอร์กิตเบรคเกอร์ 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 เซอร์กิตเบรคเกอร์ ที่เป็นชนิด Three-phase Bank จะต้องทำงานพร้อมกันทั้ง 3 เฟส โดย Common Operating Mechanism แบบ Trip Free พร้อมวงจร Anti-pumping ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวชาร์จสปริง แหล่งจ่ายสำหรับการทำงานของอุปกรณ์และวงจรควบคุมทั้งหมดให้ใช้แรงดัน 110 Vdc

7.4 จะต้องมีอุปกรณ์สำหรับ ปลด/สับ เซอร์กิตเบรคเกอร์แบบทำงานด้วยมือ เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันขาดหายไป

7.5 เซอร์กิตเบรคเกอร์แต่ละตัว 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) เพื่อบันทึกการทำงานของเซอร์กิตเบรคเกอร์

8. หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัด (Instrument transformer)

8.1 เป็นชนิดที่มีผลิตใช้งานเป็นมาตรฐาน โดยมีข้อกำหนดตามระบุ หรือสั่งทำพิเศษซึ่งแตกต่างจากรุ่นมาตรฐานที่ผลิตปกติเฉพาะในส่วนที่มิใช่สำคัญ ขนาดพิกัดของหม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดตามข้อกำหนดนี้ เป็นเพียงค่าความต้องการต่ำสุด

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

Number of secondary winding	:	2
Rated transformation ratio	:	$\frac{24{,}000}{\sqrt{3}} / \frac{120}{\sqrt{3}} / \frac{120}{\sqrt{3}}$ 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/หรือเซอร์กิตเบรคเกอร์ขนาดที่เหมาะสมเพื่อใช้งานร่วมกับหม้อแปลงดังกล่าว

8.3 การต่อวงจรของหม้อแปลงกระแสเพื่อใช้สำหรับเครื่องวัดและรีเลย์ป้องกัน ต้องสอดคล้องกับเครื่องวัดและรีเลย์ป้องกันที่ใช้ มีขนาดพิกัดสอดคล้องกับขนาดพิกัดของตู้ สวิทช์เกียร์ตามข้อ 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 รีเลย์ป้องกันและเครื่องวัด 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 เพื่อสะดวกสำหรับต่อการต่อสายไปยังแอมป์มิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมระยะไกล (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 มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอล ต้องเป็นชนิดใช้ติดตั้งกับสวิทช์บอร์ด แบบติดฝังซ่อนจากด้านหน้า กันฝุ่นเหมาะกับการใช้งานในเขตเมืองร้อน กรณีที่ต้องการแหล่งจ่ายไฟเพื่อใช้งานต้องเป็นขนาด 110 Vdc.

เป็นแบบอิเล็คทรอนิคส์หรือ 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 (cosφ)

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 ทั้งนี้จำนวนฟังก์ชั่นหลักในการวัดและค่าความเที่ยงตรง ต้องไม่น้อยกว่าความต้องการที่กำหนดไว้

11. ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับรีเลย์ป้องกัน (General Requirements for Protective Relay)

รีเลย์ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทั่วไป ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

11.1 ต้องเป็นแบบ Microprocessor-base Relay

11.2 รีเลย์สำหรับการป้องกันแต่ละแบบ ต้องมีกล่องทนความร้อน สามารถป้องกันผลกระทบเนื่องจากสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าได้ดี พร้อมขั้วสำหรับต่อลงดิน ถ้ามีกล่องเป็นเหล็กจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดสนิม

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 สามารถเลือกตั้งค่าคุณสมลักษณะการทำงานได้ดังนี้

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

สามารถเลือกปรับตั้งค่าได้แยกจากกันเป็นอิสระสำหรับ Three-pole Phase และ Single-pole Earth Fault

ข) รีเลย์เป็นแบบฝังหน้าตู้ 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 สามารถเลือกตั้งค่าคุณลักษณะการทำงานได้ดังนี้

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

12.3 Undervoltage Relay เป็นแบบ Microprocessor-base Type สามารถเลือกตั้งค่าคุณลักษณะการทำงานได้ดังนี้

-Voltage setting range : 5%-150 of Unit

-Definite time setting range : 1-100 sec.

12.4 Control Relay และ Auxiliary Relay ที่ใช้ร่วมกับรีเลย์ป้องกันในการสั่งการ ปลด/สับ เซอร์กิตเบรคเกอร์ กระตุ้นวงจรสัญญาณเตือนและแสดงสถานะต่างๆ เป็นแบบติดฝังซ่อนหน้าตู้ หรือติดตั้งบนแผง 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 เซอร์กิตเบรคเกอร์สำหรับแรงดันต่ำ 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 วงจรควบคุมต่างๆจะต้องมีเซอร์กิตเบรคเกอร์แรงต่ำชนิดมี Auxiliary Contact มีขนาดพิกัดเหมาะสมสำหรับการป้องกันวงจรที่ติดตั้งการใช้งาน

14.3 เซอร์กิตเบรคเกอร์ จะต้องไม่สามารถ Close ได้จนกว่า Lockout Relay จะถูก Reset

14.4 แรงดันไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับระบบควบคุมการทำงานของเซอร์กิตเบรคเกอร์ และรีเลย์ป้องกันเป็นชนิด 110 Vdc สำหรับหลอดไฟสัญญาณและระบบสัญญาณเตือนต่างๆให้เป็นชนิด 24 Vdc

15. วงจรสัญญาณเตือนและแสดงการทำงาน (Alarm and Indication Circuits)

15.1 วงจรสัญญาณเตือนและแสดงการทำงานต่างๆจะต้องมีเซอร์กิตเบรคเกอร์แรงต่ำชนิดมี 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 ส่วนสวิตซ์เกียร์แรงสูง ส่วนหม้อแปลง และส่วนสวิตซ์เกียร์แรงต่ำ 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/m^2
- ระบบป้องกันแต่ละส่วน
- MV และ LV IP 44
- Transformer IP 33
- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class 10

2.4 การกำหนดที่ตั้งของสวิตซ์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมพื้นที่ให้สามารถติดตั้ง 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 (1^{st} 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 และการทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนด

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 ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้มโดยมี 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 ที่สวิตช์ทุกตัวเพื่อให้ล็อคได้ทั้งในตำแหน่งเปิดและปิด

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

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

- 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 รับน้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลง หรือตามขนาด ที่แบบกำหนด ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสได้จะต้องหุ้มโดยมี 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 สวิตซ์เกียร์แรงต่ำ ประกอบด้วย

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

- Busbar ทองแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัสโดยมี 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

แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 กิโลโวลท์ (SF6 Metal enclosed switchgear) (AM6)

1. ความต้องการทั่วไป

   แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง จะต้องใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้า 24 กิโลโวลท์ 3 เฟส 3 สาย ที่ความถี่ 50 เฮิรซ์ ตามพิกัดของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบและโครงสร้าง รวมถึงการติดตั้งสิ่งที่ไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ แต่เป็นความต้องการตามหลักวิศวกรรม หรือตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าให้ถือรวมอยู่ในข้อกำหนดนี้

2. สภาพแวดล้อมในการใช้งาน

   แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ต้องเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

   ก. ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

   ข. อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด

   ค. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด

3. มาตรฐานอ้างอิง

   อุณหภูมินี้จะต้องผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานล่าสุด

   - แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง (AC Metal – enclosed Switchgear and Controlgear) IEC 62271 – 200 (Routine test)
   - สวิทช์ (MV Switches) IEC 60265
   - ดิสคอนเนคเตอร์สวิทช์ (AC Disconnectors and Earthing Switches) IEC 60129
   - สวิทช์พร้อมฟิวส์ (MV AC Switch – Fuse Combinations) IEC 60420

4. การออกแบบและโครงสร้าง

   4.1 แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง จะต้องเป็นแบบแยกส่วนได้ (Modular type) ซึ่งสามารถต่อขยายได้ง่ายในอนาคต และสามารถต่อเติมในบริเวณที่ตั้งเดิมโดยต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าระหว่างตู้ และตู้ที่ต่อขยายต่อเชื่อมโดยใช้บัสบาร์เท่านั้น

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

   4.3 แผงสวิทช์ต้องเป็นแบบตั้งพื้น และทำงานด้านหน้าอย่างเดียว (Front Access)

4.4 ฝา หรือประตู ของแผงสวิทช์ต้องสร้างตามลักษณะของระดับการป้องกัน ตามข้อ 4.2 ฝาหรือประตูต้องไม่สามารถเปิดได้ เมื่อจ่ายไฟผ่านสวิทช์อยู่ จะเปิดได้ก็ต่อเมื่อเปิดวงจรสวิทช์ และสับสวิทช์ต่อลงดินแล้วเท่านั้น

4.5 แผงสวิทช์จะต้องจัดแบ่งออกเป็นอย่างน้อย 3 ส่วน (Compartment) ดังนี้

ก. ส่วนแรงดันสูง ซึ่งจะเป็นส่วนติดตั้งสวิทช์, สวิทช์พร้อมฟิวส์ และวางสายไฟฟ้าแรงสูงเพื่อเข้า – ออกแผงสวิทช์

ข. ส่วนบัสบาร์จะเป็นส่วนต่อเชื่อมบัสบาร์เข้าหากันระหว่างแผงสวิทช์

ค. ส่วนแรงดันต่ำจัดให้อยู่ด้านหน้า หรือส่วนบนของแผงสวิทช์เป็นส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน (Protection Relay) เครื่องวัดและหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ

ทั้งสามส่วนดังกล่าว ต้องแยกจากกันเป็นสัดส่วนแยกแก่การสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปอีกช่องหนึ่ง

4.6 บัสบาร์สำหรับสายดินของแต่ละที่จะต้องสามารถต่อถึงกันได้ โดยต่อกันภายในหรือภายนอกตู้ก็ได้ และทำได้ตลอดความยาวของแผงสวิทช์ ขนาดของบัสบาร์ต้องมีพื้นที่หน้าตัดเพียงพอสำหรับกระแสลัดวงจร (kA) ตามพิกัดของแผงสวิทช์ การต่อบัสบาร์จะต้องเป็นแบบ Bolt – on

4.7 ต้องมีช่องระบายความดันส่วนเกิน (Pressure Relief) จะต้องสามารถลด และจำกัดความเสียหายในระหว่างเกิดการลัดวงจร ความร้อนที่พุ่งออกมาจะต้องไม่ทำอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานด้านหน้าของแผงสวิทช์ ซึ่งจะต้องออกแบบให้ออกด้านหลังหรือด้านบนของแผงสวิทช์

4.8 อุปกรณ์ช่วยในการยกแผงสวิทช์ต้องมีการจัดเตรียมหูหิ้วสำหรับใช้ในการยกเพื่อสะดวกในการขนย้าย

4.9 ด้านหน้าของแผงสวิทช์ให้จัดทำมิมิคไดอะแกรม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานดูรู้ว่าเส้นทางเดินไฟฟ้าไปทิศทางใด

4.10 สวิทช์ – ดิสคอนเนคเตอร์, สวิทช์ต่อลงดิน (Switch – disconnector and Earthing Switch) ตัวสวิทช์ต้องเป็นแบบดับอาร์คด้วยก๊าซ เอสเอฟซิกซ์ (SF6) Earthing Switch อยู่ใน SF6 การทำงานจะต้องทำได้ 3 จังหวะ คือ

จังหวะที่ 1 สวิทช์ปิดวงจร – สามารถจ่ายไฟผ่านแผงสวิทช์ไปได้

จังหวะที่ 2 สวิทช์เปิดวงจร – หยุดการจ่ายไฟ

จังหวะที่ 3 สวิทช์ต่อลงดิน – ต่อด้านสายไฟลงดิน

จังหวะที่ 1 กับจังหวะที่ 3 จะทำพร้อมกันไม่ได้ และไม่สามารถเปลี่ยนจากจังหวะ 3 ไปจังหวะ 1 ได้ แต่ต้องย้อนกลับไปจังหวะที่ 2 ก่อนจึงจะกลับไปจังหวะที่ 1 ได้ ตัวสวิทช์ต้องเป็นชนิด Sealed pressure system ที่มั่นคงแข็งแรง

4.11 แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง จะต้องมี Voltage Indicator แบบ Built – In Type

5. พิกัดทางไฟฟ้า (Rating) ไม่ต่ำกว่ารายละเอียดที่กำหนด

พิกัดทางไฟฟ้าของแผงสวิทช์เป็นดังนี้

พิกัดแรงดัน (Rate Voltage)	24	กิโลโวลท์ (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	กิโลโวลท์ (kV)
คร่อมระยะห่างตัวนำ (Across the Isolating Distance)	145	กิโลโวลท์ (kV)
ทนแรงดันความถี่ 1 นาที (One Minute Power Frequency withstand Voltage (rms))		
ไปหาดินระหว่างเฟส (To Earth and Between Phase)	50	กิโลโวลท์ (kV)
คร่อมระยะห่างตัวนำ (Across the Isolating Distance)	60	กิโลโวลท์ (kV)
ความถี่	50	เฮิร์ซ
พิกัดทนกระแสลัดวงจร 1 วินาที ที่ 24 กิโลโวลท์ (Rate short time current 1 sec at 24 kA)	16	กิโลแอมป์ (kV)
พิกัดทนกระแสลัดวงจรพีค ที่ 24 กิโลโวลท์ (Rate peak withstand current 1 sec at 24 kA)	40	กิโลแอมป์ (kV)

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

1. ความต้องการทั่วไป

   1.1 ให้ผู้รับจ้างจัดหา ติดตั้ง และทดสอบแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงสูง 24 kV (SF6 – Gas Insulated Switchgear ชนิด Ring main unit และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามแบบกำหนด ตลอดจนที่จำเป็นจนสามารถใช้งานได้ดี แผงสวิทช์จ่ายไฟจะต้องใช้งานกับระบบไฟฟ้า 12 KV หรือ 22 KV หรือ 24 KV 3 เฟส 3 สาย 50 เฮริตซ์ (ตามมาตรฐานระบบจำหน่ายของเขตการไฟฟ้าที่ติดตั้ง)

   1.2 ตู้สวิทช์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 62271 – 200 ได้มาตรฐาน ISO และ มอก.

   1.3 ตู้สวิทช์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผ่านการใช้งานในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มาแล้ว และจะต้องยื่นเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย ผู้ผลิตต้องจัดให้มีการให้บริการหลังการขายตลอดอายุการใช้งาน

2. สภาพแวดล้อมการใช้งาน ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแบบ indoor ในสภาพแวดล้อมในประเทศไทย

   ความสูงประมาณ : เหนือระดับน้ำทะเล (ตามแบบกำหนด)

   อุณหภูมิแวดล้อม : 40 องศาเซลเซียส

   ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย : ตามพื้นที่ที่ติดตั้ง

3. มาตรฐานและการทดสอบแผงสวิทช์หรือตู้ควบคุม

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

   3.2 แผงสวิทช์ที่ผลิตตามมาตรฐาน มอก. ให้จัดส่งเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย

   3.3 แผงสวิทช์จะต้องผ่าน Type test ตามมาตรฐาน IEC (ในรุ่นที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่เสนอ)

   3.4 แผงสวิทช์แต่ละชุดต้องผ่าน Routine test ตามมาตรฐาน IEC ทุกชุด

   3.5 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Test report เพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย

4. พิกัดของแผงสวิทช์

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 พื้นผิวที่เป็นโลหะทั้งหมดของแผงสวิทช์ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและป้องกันการกัดกร่อนแล้วพ่นสี

5.4 Switch container ต้องเป็น Gas tight และแข็งแรงพอที่จะทนต่อแรงดันภายในขณะใช้งาน และทนต่อการกระแทกกระเทือนขณะขนย้ายได้

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

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

5.7 แผงสวิทช์ต้องมีกลไกการ Interlock และ Padlock ดังนี้

5.7.1 Cable feeder switch กับ Earthing switch และ Transformer feeder switch กับ Earthing switch ต้อมีกลไก 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 หรือสัตว์เลื้อยคลานต่าง ๆ 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 ให้อยู่ที่ด้านหน้าของแผงสวิทช์ โดยทั่วไปให้ค่า Trip current เป็น 200 A – 800 A สามารถ Reset ตัวเองได้

5.10.2 มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทดสอบสายไฟที่ตำแหน่ง Earthing bar โดยไม่จำเป็นต้องปลดสายไฟ ในขณะอยู่ในตำแหน่ง Earth

5.10.3 มี Pressure Gauge ตรวจสอบสภาพของ Gas Density ว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

5.11 ภายในตู้สวิทช์ต้องจัดให้มี Earthing point อย่างน้อย 2 จุด ทำจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิม

5.12 ตัวตู้สวิทช์ต้องจัดให้มีหูหิ้วหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยในการยก 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

4. หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

1. ข้อกำหนดทั่วไปและขอบเขต

หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าจากระดับปานกลาง (Medium Volt) เป็นระดับแรงดันต่ำ

- กฟน. ระดับ 12/24 KV. เป็น 416/240 V. 3 เฟส 4 สาย 50 HZ.
- กฟภ. ระดับ 22/33 KV. เป็น 400/230 V. 3 เฟส 4 สาย 50 HZ.

โดยทั่วไปได้แบ่งชนิดการใช้งานได้ 2 ชนิด คือ

1) หม้อแปลงชนิดขดลวดแช่น้ำมัน (Oil Immerse Transformer)

ใช้สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร โดยแขวนบนเสาไฟฟ้าหรือติดตั้งบนนั่งร้านที่ใช้เสาไฟฟ้าคู่เป็นตัวรับน้ำหนัก และติดตั้งบนพื้นดินชนิดล้อมรั้วหรือครอบด้วยโลหะชนิด Pad Mounted โดยผลิตได้มาตรฐาน มอก.348 – 2525 และโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ (ISO) หรือมาตรฐานสากลอื่น ๆ เช่น ICE และผ่านการตรวจสอบและเห็นชอบจากการไฟฟ้าในเขตพื้นที่ที่ติดตั้ง

2) หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด (Dry Type Transformer)

ใช้สำหรับติดตั้งภายในอาคารที่สามารถทนต่อสภาวะความร้อนและความชื้นได้ มาตรฐานการผลิตต้องได้มาตรฐาน มอก.384 – 2525 และโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ (ISO) หรือมาตรฐานสากลอื่น เช่น ICE, UL, BS, DIN, NEMA โดยต้องผ่านความเห็นชอบจากการไฟฟ้าในเขตพื้นที่ที่ติดตั้งเช่นกัน

2. คุณสมบัติผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าจากต่างประเทศ ต้องมีเอกสารรับรองที่ถูกต้องตามกฎหมาย โดยแนบเอกสารดังกล่าวประกอบการพิจารณาขออนุมัติตามข้อกำหนด
3. คุณลักษณะเฉพาะของหม้อแปลงไฟฟ้า
   - ขนาดและชนิด : เป็นไปตามรายละเอียดในแบบกำหนด
   - ชนิดขดลวดแช่น้ำมัน : กำหนดให้ใช้ชนิดความสูญเสียในขดลวดต่ำ (Low Watt Loss)
4. เอกสารประกอบการพิจารณา
   - มาตรฐานของการผลิต
   - แคตตาล็อกของผลิตภัณฑ์ที่แสดงข้อมูลตรงกับความต้องการในแบบ
   - ระบุรุ่นหรือขนาดตามแบบกำหนด

5. การติดตั้งอุปกรณ์

- ให้แสดงแบบการติดตั้งอุปกรณ์พร้อมสำเนาใบประกอบวิชาชีพของวิศวกรผู้รับผิดชอบพร้อมลายเซ็นในแบบที่ยื่น

6. การทดสอบ
   - ให้มีการทดสอบโดยการต่อเชื่อมไฟฟ้าแรงสูงเข้าหม้อแปลงและจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำเข้าตัวอาคารไปยังตู้ MDB หรือตามแบบกำหนด
7. การบำรุงรักษา
   - ให้ส่งเอกสารแนะนำการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
8. การรับประกัน
   - ให้เป็นไปตามสัญญาการก่อสร้าง

5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อใช้ทดแทนเมื่อระบบไฟฟ้าพื้นฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นขัดข้อง ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้มีความสำคัญสำหรับการรักษาผู้ป่วยวิกฤตและผู้ป่วยที่กำลังอยู่ในห้องผ่าตัด โดยต้องใช้ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินทดแทนระบบไฟฟ้าพื้นฐานอย่างต่อเนื่องเพื่อช่วยชีวิตผู้ป่วย

1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องประกอบไปด้วย

1.1.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)ชุดเครื่องยนต์ (Engine)

1.1.2 ท่อไอเสีย Silencer และอุปกรณ์ลดความดังของเสียง

1.1.3 ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Tank)

1.1.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Control Panel)

1.1.5 อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Material of Construction)

1.2 มาตรฐานอ้างอิง

1.2.1 ตามมาตรฐานอเมริกา (American Standard)

a) ANSI/NEMA 250 – Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)

b) ANSI/NEMA MG1 – Motors and Generator

c) ANSI/NFPA 70 – National Electric Code

d) ANSI/NFPA 99 – Health Care Facilities

1.2.2 ตามมาตรฐานยุโรป (European Standards) BS, DIN

1.2.3 ตามมาตาฐานสากล IEC (International Electromechanical Commission)

1.3 คุณสมบัติเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังนี้

1.3.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับจ่ายพลังงานฉุกเฉิน กรณีไฟฟ้าปกติขัดข้อง

1.3.2 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง (PRIME RATING) ขนาดไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ ที่ 1,500 รอบ/นาที 400/230 โวลท์ ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ซึ่งวัดที่ระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิที่ 40 องศา C

1.3.3 ค่า EMISSION ของเครื่องยนต์ดีเซล จะต้องได้ตามมาตรฐาน TA – Luft หรือ EURO – II หรือ EPA

1.4 เอกสารประกอบการพิจารณา

1.4.1 เอกสารที่นำเสนอขออนุมัติใช้ดังต่อไปนี้

1) แนบแคตตาล็อกตัวจริง (พิมพ์สี) ที่มีขนาดและน้ำหนักของชุดเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมชุดควบคุม ตามรายละเอียดในแบบกำหนด

2) แคตตาล็อกเครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค

3) เอกสารการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งชุด โดยตรงจากผู้ผลิตต่างประเทศให้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

4) รายการแสดงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ซึ่งแสดงแรงม้าและอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

5) ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดควบคุม

6) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตหรือประกอบภายในประเทศที่มีขนาดไม่เกิน 150 KVA. ต้องมีใบรับรองผลการทดสอบจากหน่วยงานราชการที่เชื่อถือได้ หรือได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.868 – 2532) หรือ ISO9001

7) ข้อแนะนำในการบำรุงรักษา รวมทั้งคำแนะนำสำหรับการทำงาน การซ่อมบำรุงประจำสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดควบคุม พร้อมทีมงานช่างของบริษัทผู้จำหน่าย

1.4.2 แบบแสดงการติดตั้งโดยมีวิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง ระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เซ็นชื่อในแบบ

1) จะต้องส่งแบบแสดงการติดตั้ง พร้อมวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุม

2) จะต้องส่งเอกสารจากผู้ผลิตเกี่ยวกับคำแนะนำการติดตั้ง และแบบแสดงวิธีการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ (ภาษาอังกฤษ – ภาษาไทย)

1.5 คุณสมบัติ

1.5.1 โรงงานผู้ผลิตและประกอบ จะต้องเป็นบริษัทที่เชี่ยวชาญด้านระบบเครื่องยนต์ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยมีเอกสารรับรองการผลิต(LICENSEE) ประสบการณ์ไม่น้อยกว่า สิบปี (10 ปี)

1.5.2 ผู้แทนจำหน่าย (Authorized distributor) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบในการจัดหาอุปกรณ์อำนวยความสะดวกด้านบริการและอะไหล่ตลอดอายุการใช้งาน และมีทีมช่างประจำบริษัทเพื่อซ่อมบำรุง

1.6 การรับประกัน ให้รับประกันตามระยะเวลาที่ระบุไว้ในสัญญาจ้าง

1.7 การบำรุงรักษา

1.7.1 การบริการบำรุงรักษา บริการหลังการขาย บริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องจัดหาอะไหล่ทดแทนเมื่ออุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานชำรุด โดยใช้เวลาไม่เกิน 15 วัน หลังจากที่ได้รับแจ้ง (ในระยะประกัน)

1.7.2 จะต้องบำรุงรักษาระบบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากวันที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ ตามระยะเวลาการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

1.7.3 จะต้องส่งรายชื่อของอะไหล่กับ Part number และ Electrical Drawing

1.7.4 จะต้องส่งรายการอะไหล่แท้ที่แนะนำโดยผู้ผลิตที่จะต้องเปลี่ยนในช่วงเวลาห้าปี (5 ปี) พร้อมราคาและค่าบริการ เป็นราคาต่อหน่วยปัจจุบัน

1.8 อุปกรณ์ที่ต้องส่งมอบในวันตรวจรับ

1.8.1 เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับบำรุงรักษาของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องยนต์ บรรจุในกล่องโลหะ จำนวน 1 ชุด

1.8.2 ไส้กรองเชื้อเพลิง, ไส้กรองน้ำมันเครื่อง, ไส้กรองอากาศ และอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบเครื่องยนต์และของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

1.8.3 ฟิวส์ที่ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าของระบบทุกขนาด จำนวน 2 ชุด

2. รายละเอียดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

2.1 Generator Set

2.1.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย เครื่องยนต์ดีเซล, หม้อน้ำ, อัลเทอร์เนเตอร์ และชุดควบคุม ติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกัน ประกอบจากโรงงานอย่างถูกต้องบนฐานเหล็กที่สร้างขึ้นให้มีความแข็งแรง พร้อมอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนจากการทำงานของเครื่องยนต์

2.1.2 พิกัดชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

a)	ขนาดที่ต้องการ	:	ตามที่ระบุในแบบ (KVA. หรือ KW.)
b)	PRIME RATING	:	ตามที่ระบุในแบบ โดยสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง
c)	POWER FACTOR	:	0.80 LAGGING
d)	SPEED	:	1,500 RPM
e)	FREQUENCY	:	50 HZ
f)	VOLTAGE หลัก	:	380/220 V หรือมาตรฐานเดียวกับระบบไฟฟ้า
g)	ระบบไฟฟ้าเป็นแบบ	:	3 เฟส 4 สาย
h)	ระบบการเหนี่ยวนำ	:	BRUSHLESS EXCITER (PERMANENT MAGNET)

i) EMISSION : ของเครื่องยนต์ดีเซลได้มาตรฐานสากล เช่น TA – Luft หรือ EURO – II หรือ EPA

j) LOAD ACCEPTANCE : SINGLES STEP LOAD ไม่น้อยกว่า 90 % ของกำลังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.1.3 การควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULATION ต้องไม่เกินกว่า ± 0.5 % จาก NOLOAD ถึง FULL LOAD ของแรงดันไฟฟ้าปกติ

2.1.4 Frequency Regulation : จะต้องไม่เกิน 0.25 % ของความเร็วรอบปกติ

2.1.5 ต้องทนต่อการใช้ LOAD เกินเกณฑ์สำหรับ MOTOR STARTING ซึ่งทนได้ไม่น้อยกว่า 250 % ของกระแส FULL LOAD ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

2.1.6 Total Harmonic Content : ทั้งหมดไม่เกิน 5 % ของภายใต้พื้นฐานทุกสภาพการทำงาน

2.1.7 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพไม่เกินกว่าเกณฑ์ดังต่อไปนี้

a) Voltage regulation shall be ± 0.5 percent rated voltage.

b) Steady state voltage stability ± 0.25 percent rated voltage.

c) Balanced telephone interference factor (TIF) shall not exceed 50.

d) Frequency regulation from no load to full load shall be isochronous operation.

e) Generator set shall be capable of start – up and accepting rated load within 10 seconds.

2.2 เครื่องยนต์ (Engine)

2.2.1 ต้องขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลชนิดใช้งานต่อเนื่อง (Prime Rating) ที่ใช้สำหรับขับอัลเทอร์เนเตอร์โดยตรง จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิต ผลิตในปีปัจจุบันจากต่างประเทศ และมีกำลังเพียงพอที่จะขับอัลเทอร์เนเตอร์ตามแบบกำหนด

2.2.2 Governor สามารถควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อรักษาความเร็วในการทำงานโหลดโดยอัตโนมัติ และสามารถควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน ± 0.25 % ของความเร็วรอบปกติ (1,500 รอบต่อนาที)

2.2.3 ระบบถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบไปด้วย ถังน้ำมันและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

a) Fillpoint : ติดตั้งท่อเติมน้ำมันเชื้อเพลิงขนาด ∅ 50 มม. (2 นิ้ว) พร้อมวาล์ว และจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่รถบรรทุกน้ำมันสามารถเข้าถึงได้

b) การติดตั้งถังน้ำมัน : ต้องติดตั้งใกล้เครื่องยนต์ และมีอุปกรณ์ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงแบบมือหมุน และแบบใช้ Motor ไฟฟ้า สำหรับเติมน้ำมันเข้าถัง ท่อน้ำมันที่เข้าเครื่องยนต์ให้ใช้สายอ่อนที่ใช้สำหรับน้ำมันโดยเฉพาะ ท่อน้ำมันส่วนเกินกลับจากเครื่องยนต์ไปยังถังน้ำมัน ขนาดถังน้ำมันจะต้องมีขนาดเพียงพอสำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังสูงสุดไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง (หรือตามแบบกำหนด) โดยมีระบบ Ground System ตามมาตรฐาน

c) Engine Fuel Pump : จะต้องมีปั๊มที่สามารถปั๊มน้ำมันให้ได้ปริมาณเพียงพอของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เครื่องยนต์ต้องการ ต้องมีโซลินอยวาล์วสำหรับตัด – ต่อการทำงานเมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถังขณะเติมน้ำมัน และตัดการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทันทีเมื่อปริมาณน้ำมันอยู่ต่ำกว่าระดับที่กำหนด

d) การตรวจสอบระดับน้ำมันที่ถึง Dry Tank จะถูกตรวจระดับน้ำมันได้โดยท่อใสข้างถังน้ำมันที่แสดงจำนวนน้ำมันในถัง

2.2.4 การหล่อลื่นเครื่องยนต์จะต้องมีระบบน้ำมันหล่อลื่นสมบูรณ์ด้วย ปั๊มแรงดันน้ำมันเครื่องยนต์

2.2.5 Engine Cooling System : ระบบระบายความร้อน จะต้องมีน้ำในระบบ มีความจุที่เพียงพอสำหรับระบายความร้อนเครื่องยนต์ ขณะเครื่องยนต์ทำงานที่โหลดสูงสุดที่อุณหภูมิ 40°C หม้อน้ำของเครื่องยนต์ ติดตั้งติดกับเครื่องยนต์ หรือแบบแยก (Remote Radiator) ที่มีพัดลมมอเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่ พัดลมจะต้องมี Protection Guard ป้องกันอันตรายจากการทำงานของเครื่องยนต์

2.2.6 ระบบอากาศไหลเวียน

a) Air Filter : ต้องมีไส้กรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถถอดเปลี่ยนหรือทำความสะอาดได้ง่าย

b) Silencer : เพื่อป้องกันเสียงความถี่สูง ต้องสามารถลดระดับเสียงในอากาศที่ยอมรับได้ในระดับสูงสุด สำหรับอาคารและที่อยู่อาศัยในสถานพยาบาล

2.2.7 ระบบท่อไอเสียสำหรับเครื่องยนต์จะต้องแยกกัน และจะต้องมีท่อสำหรับยืดหยุ่นเพื่อต่อออกไปสู่ภายนอกอาคาร

a) Flexible ไอเสีย : จะต้องสามารถดูดซับแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องยนต์ และการขยายความร้อนและหดตัวของท่อไอเสีย

b) ท่อไอเสีย Silencer : จะต้องลดเสียงที่ออกมาจากเครื่องยนต์ระหว่าง 36 – 40 dB (Super Cristical)

c) การติดตั้งท่อไอเสีย จะต้องหุ้มฉนวนป้องกันความร้อนในส่วนที่อยู่ภายในอาคารแบบไม่ติดไฟ และมีระบบป้องกันน้ำฝนเข้าท่อ

2.2.8 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าเริ่มต้นจากแบตเตอรี่

a) Battery : แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นชนิดกรด – ตะกั่ว ปิดผนึกด้วยพลาสติกง่ายสำหรับการบำรุงรักษา แบตเตอรี่จะต้องมีขนาดเพียงพอที่อุณหภูมิ 40°C เพื่อสามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ให้ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง ทุก ๆ 15 วินาที

b) Battery Charger : สามารถชาร์ทแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติ อัดประจุไฟแบตเตอรี่ที่หมดให้เต็มภายใน 8 ชั่วโมง

c) Exerciser : สำหรับตั้งเวลาเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานได้ตามที่กำหนดโดยอัตโนมัติทุก ๆ สัปดาห์

2.2.9 ระบบความปลอดภัย

a) ระบบควบคุมเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งเพื่อควบคุมความปลอดภัยอัตโนมัติดังต่อไปนี้

- มีเมนสวิทช์ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อตัดวงจรเซอร์กิตเบรกเกอร์ทันทีเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรในระบบ พร้อมติดตั้งระบบสายดิน (Ground System) ตามมาตรฐานการไฟฟ้าและ วสท.
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
- อุณหภูมิของน้ำในหม้อน้ำสูงกว่าปกติ
- เครื่องยนต์ความเร็วเกินกว่าปกติ

b) Alarm System : ระบบความปลอดภัยแสดงโดยแสงและเสียง

2.2.10 Engine Instrument : เครื่องวัดสำหรับเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต มีรายการดังต่อไปนี้

a) Cooling water temperature gauge

b) Lubricating oil pressure gauge

c) Running time meter

d) Tachometer

e) Emergency stop switch

f) Key switch for manual start

g) Automatic shutdown alarm

2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)

2.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องสามารถผลิตกำลังไฟฟ้ากระแสสลับอย่างต่อเนื่อง (Prime) ได้ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบชนิด 3 เฟส 4 สาย 400/230 โวลท์ 50 เฮิรตซ์ เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที

2.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์ของทวีปอเมริกา, ทวีปยุโรป หรือเทียบเท่า

2.3.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นชนิดไม่มีแปรงถ่านระบายความร้อนด้วยพัดลม ซึ่งติดบนแกนเดียวกับ ROTOR ตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ BS

2.3.4 การควบคุมแรงเคลื่อนเป็นแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULATION ต้องไม่เกินกว่า ± 0.5 % จาก NOLOAD ถึง FULL LOAD ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8 ถึง 1

2.3.5 ฉนวนของ ROTOR และ STATOR จะต้องได้มาตรฐาน CLASS H หรือดีกว่า

2.3.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีระบบป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนวิทยุ และระบบอื่น ๆ ตามมาตรฐาน VDE หรือ BS

2.3.7 EXCITATION SYSTEM เป็นแบบ SELF EXCITED หรือ PMG หรือ PMI

2.3.8 ต้องทนต่อการใช้ LOAD เกินเกณฑ์สำหรับ MOTOR STARTING ซึ่งทนได้ไม่น้อยกว่า 250 % ของกระแส FULL LOAD ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

2.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด จะต้องเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์ ไมโครโปรเซสเซอร์ (ELECTRONIC MICROPROCESSOR) ควบคุมกับการแสดงผล การเตือนด้วยเสียง หรือการสื่อสารระยะไกลเชื่อมต่อกับระบบ BAS ได้ ระบบแผงควบคุมต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นดังต่อไปนี้

a) GENERATOR CIRCUIT BREAKER
b) AC VOLTMETER WITH PHASE SELECTOR SWITCH
c) AC AMPMETER (3 phase)
d) FREQUENCY METER
e) KILOWATMETER หรือ KVA. METER
f) POWER FACTOR METER
g) SIGNEL LAMP FOR OPERATE AND ALARM

2.5 ระบบเตือน

มีการแสดงผลเตือนที่หน้าจอ และเสียงเตือน

2.6 การประกอบ

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและแผงควบคุม จะต้องประกอบและมีผลผ่านการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิต ในรุ่นที่นำเสนอ และจะต้องระบุหมายเลขรุ่น (Model) ของเครื่องก่อนส่งเข้าสู่หน่วยงานให้ตรงกับรุ่นที่ผ่านการอนุมัติ โดยมีรายละเอียดของเอกสารการนำเข้าที่ถูกต้องตามกฎหมายและระเบียบของกรมศุลกากร

3. Execution

3.1 การตรวจสอบ

3.1.1 ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ตามในแบบที่กำหนด ก่อนที่จะรับมอบงาน

3.1.2 ตรวจสอบสาธารณูปโภคที่จำเป็นมีอยู่ในสถานที่ที่เหมาะสมและพร้อมใช้งาน เช่น การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าและระบบสายดิน

3.2 การติดตั้ง

3.2.1 ให้ติดตั้งในหน่วยงานตามรายละเอียดในสัญญากำหนด และต้องส่งแบบจริงทั้งหมดเพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

3.2.2 ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตามมาตรฐานของผู้ผลิต และรายละเอียดที่กำหนดในสัญญาก่อสร้างและมาตรฐานตามหลักวิศวกรรม (วสท.)

3.3 การทดสอบ

3.3.1 ต้องทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้งานต่อเนื่อง โดยขณะทดสอบแรงดันไฟฟ้าและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ต้องเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 4 % โดยทำการทดสอบดังนี้

(1) LOAD 50 % ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 15 นาที

(2) LOAD 75 % ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 30 นาที

(3) LOAD 100 % ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 120 นาที

(4) LOAD 110 % ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 15 นาที

อุปกรณ์ในการทดสอบต้องจัดหามาให้ครบตามรายการ

3.3.2 การส่งมอบงานต้องส่งวิศวกรมาร่วมทดสอบการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไข พร้อมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์เครื่องใช้ทุกอย่างที่จำเป็นในการทดสอบ ตลอดจนต้องแนะนำและฝึกสอนเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้สามารถ OPERATE เครื่องได้เองโดยไม่คิดมูลค่าใด ๆ ทั้งสิ้น

3.3.3 ทดสอบกรณีไฟฟ้าขัดข้อง รวมทั้งการดำเนินการสับเปลี่ยนของออโตเมติกทรานเฟอร์สวิทช์ ทั้งในระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมด้วยมือ (Manual)

3.3.4 ในระหว่างการทดสอบจะต้องบันทึกต่อไปนี้

(1) Kilowatts

(2) Amperes

(3) Voltage

(4) Coolant temperature

(5) Room temperature

(6) Frequency

3.3.5 การรับประกัน ต้องรับประกันเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นเวลา 2 ปี หลังจากวันส่งมอบ หากเกิดการขัดข้องในระหว่างประกันเนื่องจากการใช้งาน จะต้องดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

3.3.6 ต้องมีทีมงานผู้ชำนาญในงานติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งชุดและเครื่องยนต์ ที่ผ่านการอบรมด้านเทคนิคต่าง ๆ มาอย่างดีจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง โดยส่งเอกสารรับรอง (CERTIFICATE LEVEL) มาประกอบการพิจารณาด้วย

3.3.7 จะต้องทำเครื่องหมายในรายละเอียดของเอกสารที่นำเสนอตามหัวข้อที่กำหนดให้ชัดเจน

6. สวิทช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ

AIR CIRCUIT BREAKER (ACB)

ข้อกำหนดทั่วไป

- Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-1 และ IEC 60947-2, และเป็นเบรคเกอร์ Category B
- การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือ Draw out ตามที่แบบกำหนด

โครงสร้างและส่วนประกอบ

- Main Contacts ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว
- Arc chutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด – ประกอบ ที่หน้างานได้สะดวก และที่ Arc Chutes ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (Metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault
- กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรคเกอร์ เข้า – ออก จะต้องมี 3 ตำแหน่ง คือ Connect – Test – Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของ เบรคเกอร์
- Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)
- Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ 0.5 – 3 วินาที
- Under voltage ,Shunt Trip ,Closing Coil, Motor operated ,Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ 800 – 6300 A เพื่อความสะดวกในเรื่อง Spare part
- Built in ground fault protection
- Phase protection with shunt trip
- Closing coil
- Motor operated
- Auxiliary contact

ทริปยูนิต(TRIP UNITS)

- CT(Current Transformer) ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟ ภายในตัวเบรคเกอร์ ต้องเป็นแบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (Accuracy) ในการวัดค่ากระแส
- ทริปยูนิตต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS ได้
- ทริปยูนิตต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์โหลดหลายครั้งติดๆกัน
- ฟังก์ชั่นการป้องกันกระแสเกิน (overcurrent protection) TRIP UNIT ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้.
  1. Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 ของRated 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 Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้
  4. Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
     - มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT,ST,GF)
     - ค่ากระแส Pick – up และการหน่วงเวลาที่ผู้ใช้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้าจอแสดงผล ในหน่วย แอมแปร์ และวินาที เพื่อง่ายต่อการอ่าน
     - มีแอมมิเตอร์พร้อมจอแบบดิจิตอล แสดงค่า RMS ของกระแสของแต่ละเฟส
     - มี Bar graph แบบ LED หรือ LCD (มี backlight) แสดงค่ากระแส 3 เฟส พร้อมๆกัน
     - มี Maxi meter เก็บค่ากระแส RMS สูงสุดของแต่ละเฟส ไว้ในหน่วยความจำภายใน และสามารถแสดงค่าทางจอแสดงผลของ trip unit ได้

MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER(MCCB)

Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947-2 Category A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น THERMAL-MAGNETIC TRIP สามารถปรับค่ากระแส THERMAL ได้ตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ของ Rated Current (In)

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

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95 % ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา

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)

CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดมากกว่า 225 A.ให้ใช้ TERMINAL ชนิด Bus Bar Connection Type สำหรับขนาดเล็กกว่า 225A. ให้ใช้ชนิด Feeder Connection Type ได้ ขนาดของ Miniature CB. ที่ระบุในแบบ Panel Schedule ขนาด 100 AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ 63 AF. แทนได้แต่ค่า KA IC ให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

7. ตู้เมนไฟฟ้า(M.D.B. : MAIN DISTRIBUTION BOARD)

ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและและผลิตตู้เมนสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยเมนสวิตช์ไฟฟ้าประธาน (Main Distribution Board, MDB),เมนสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน(Emergency Distribution Panel, EDP) และเมนสวิตช์ไฟฟ้าย่อย(Sub Distribution Board : SDB)

การผลิตตู้เมนสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำตู้เมนสวิทช์ฯมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1(FULLY TYPE-TESTED) ชนิด LICENSEE FACTORY และตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย(มอก.1436-2540) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และผู้ผลิตตู้เมนสวิตช์ ฯ ต้องได้การรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001:2008 หรือ 9001:_ _ _ _ (ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ)

ก่อนประกอบติดตั้งตู้เมนสวิตช์ ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการที่ระบุในแบบ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

พิกัดของแผงสวิตช์ ฯ

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตู้เมนสวิตช์ ฯ ที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการผลิตตามมาตรฐานNEMA หรือ IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานการไฟฟ้า โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	: 415 / 220 VOLT.
SYSTEM WIRING	: 3 PHASES , 4 WIRES SOLID GROUND.
RATED FREQUENCY	: 50 HZ.
RATED CURRENT	: ตามระบุในแบบ
RATED SHORT- TIME WITHSTAND ICW	: ไม่น้อยกว่า RATED SHORT CURRENT ที่ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	: 1,000 VOLT.
CONTROL VOLTAGE	: 220 – 240 VAC.
FINISHING OF CABINET	: ELECTRO GALVANIZED STEEL SHEET WITH EPOXY–POLYESTERPOWDERPAINT COTING
TYPICAL FORMS	: FORM 2B หรือ ตามที่ระบุในแบบ

ลักษณะโครงสร้างและการผลิตตู้เมนสวิตซ์ ฯ

ตู้เมนสวิตซ์ฯ ประกอบเป็นโครงตู้ (COMPARTMENT) รูปแบบ FORM 2B หรือตามที่ระบุในแบบ และมีการป้องกัน (DEGREE OF PROTECTION) ไม่ต่ำกว่า IP 30 หรือระบุในแบบ ตาม IEC 60439-1

การประกอบตู้เมนสวิตซ์ฯ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้นต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่างดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข.ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด(Degreasing)

การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่ / โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตซ์ ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามมาตรฐาน IEC 60439-1

การจัดเรียงบัสบาร์ในตู้เมนสวิตซ์ ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ เฟสบี เฟสซี โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของตู้เมนสวิตซ์ ฯ ให้มีลักษณะเรียงตามแนวนอนจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอนรวมทั้งบัสบาร์เส้นดิน และบัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของตู้เมนสวิตซ์ ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของตู้เมนสวิตซ์ฯ ทุก ๆส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์

BUSBAR และ HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ได้ไม่น้อยกว่า 50 KA หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมภายในตู้เมนสวิตซ์ ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากันอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED ให้ใช้ชนิดทแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลท์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ Asbuilt ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานของ วสท. และเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในตู้เมนสวิตช์ฯ ช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

MIMIC BUS และ NAMEPLATE

ที่หน้าตู้เมนสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับตู้เมนสวิตช์ ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน หรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับตู้เมนสวิตช์ ฯ

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกัน MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่ตู้เมนสวิตช์ด้านนอกตรงที่ๆเห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิตจะต้องทำการทดสอบ (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 ดังต่อไปนี้

1. ทดสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
2. ทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
3. ทดสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
4. ทดสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

8. Automatic Transfer Switch : ATS

คุณสมบัติทั่วไป

- ATS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิทช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ
- ATS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่ใช้กับ ATS ทุกตัวต้องผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐาน
  - UL 1008 – Standard for Transfer Switch Equipment
  - IEC 60947 - 6-1 Low-voltage switch and control gear; Multifunction equipment; Automatic Transfer Switch Equipment

รายละเอียดกลไกของตัวสวิทช์ (Transfer Switch)

- ตัวสวิทช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้า และมีการล็อคตำแหน่งและกดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที
- สวิทช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง
- ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) สำหรับอาคารที่มีห้องผ่าตัด และห้องผู้ป่วยวิกฤต(ICU,CCU)หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัด โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer And Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกันจนกว่าการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านเสร็จสิ้นลง (Overlapping Neutral) การเชื่อมกันของสายศูนย์นี้ต้องเกิดขึ้นไม่นานเกินกว่า 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิทช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

แผงวงจรควบคุมสวิทช์ (Control Panel)

- แผงวงจรควบคุมสวิทช์ทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยใส่รหัสผ่าน
- แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ In-phase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้า ปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิทช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว

การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิทช์มีดังนี้

การตรวจจับแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ

- Normal Source Voltage Drop -Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน
- Normal Source Voltage Pick -Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน
- Emergency Source Voltage Drop - Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98% ของพิกัดแรงดันใช้งาน
- Emergency Source Voltage Pick – up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งาน
- Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-6 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง
- Normal - To - Emergency Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน
- Emergency - To - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ
- Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว
- Engine Exerciser
    - สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์
    - สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม
    - เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด(Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้

- ATS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐาน UL1008 ซึ่งระบุเวลาในการทนกระแสลัดวงจรได้ 1 1/2 และ 3 ไซเคิล ไม่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ผ่านการทดสอบดังกล่าว
- โรงงานผู้ผลิต ATS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO9001 International Quality Standard)

9. บัสดัก(BUSDUCT) หรือ บัสเวย์

มาตรฐาน

บัสเวย์และอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439-2 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. และการไฟฟ้าฯ

ข้อกำหนดทั่วไป

1. บัสเวย์แบบ Feeder และ Plug-in เป็นแบบทองแดงหรืออลูมิเนียม(ตามที่กำหนดในแบบ) บัสเวย์ต้องถูกหุ้มปิด (Totally enclosed housing) ใช้ติดตั้งได้ทุกตำแหน่งโดยไม่ทำให้กระแสไฟที่รับได้ลดลง ติดตั้งต่อกันหรือสลับกันได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวนอนต้องมีที่แขวนทุกช่วงระยะไม่เกิน 3 ม. บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวตั้งต้องมีการยึดด้วย Adjustable vertical hanger ทุกช่วงระยะไม่เกิน 4.80 ม.

2. บัสเวย์ที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นแบบกันน้ำ(IP 65)สำหรับใช้ภายนอกอาคาร

3. ปลายของบัสเวย์ต้องติดตั้งฝาครอบปิด (End closer)

4. บัสเวย์ที่กำหนดให้มีตัวนำสายดินต้องใช้ตัวนำสายดินที่มีขนาดทนกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 50% ของบัสบาร์ที่มีกระแสไฟ

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งทุกชิ้นต้องผลิตโดยผู้ผลิตบัสเวย์หรือตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

6. บัสเวย์ทุกชนิดจะต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรตามที่กำหนดในแบบ

7. คุณสมบัติในระหว่างการใช้งานบัสเวย์ต้องออกแบบและทดสอบที่พิกัดกระแส โดยในขณะที่บัสเวย์รับกระแสไฟฟ้าเต็มพิกัด (Rated load current) อุณหภูมิจะต้องสูงขึ้นไม่เกิน 55 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส และบัสเวย์จะต้องจะทนแรงดันไฟฟ้า

8. ฉนวนของบัสบาร์ภายในโครงสร้างบัสเวย์จะต้องเป็นชนิด Class B 130 องศาเซลเซียส

9. กล่องหุ้มของบัสเวย์เป็นแบบหุ้มมิดชิด ทำด้วยแผ่นโลหะป้องกันการเกิดสนิม หนาตามมาตรฐานของผู้ผลิต บัสเวย์ชนิด Plug-in จะต้องจัดเตรียมช่องเปิดไว้ทุกช่วงระยะ

10. จุดต่อ (Joint) ทุกจุดจะต้องต่อโดยใช้จุดต่อแบบสลักเกลียว การรื้อถอนบัสเวย์ในแต่ละช่วงออกภายหลังจากที่ติดตั้งไปแล้วจะต้องสามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องรื้อถอนบัสเวย์ช่วงอื่นๆ ด้วย

11. Pug-in unit สำหรับใช้กับบัสเวย์แบบ Plug-in ต้องใช้ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ

12. ฝาเปิดของ Plug-in Unit จะต้องมีอุปกรณ์สำหรับอินเตอร์ล็อคตัวฝาเพื่อป้องกันการเปิดฝาในขณะที่สวิตซ์หรือเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง On และป้องกันการสับสวิตซ์หรือเบรกเกอร์ให้อยู่ในตำแหน่ง On ได้ขณะที่ฝาของ Plug-in unit ยังปิดไม่สนิทหรือเปิดค้างอยู่ ตัวกล่องและตัวนำสายดินของ Plug-in unit ต้องต่อลงดินกับกล่องหุ้มของบัสเวย์ กล่องต้องสามารถใส่กุญแจได้ในขณะที่ฝาปิดหรือสวิตซ์หรือเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง Off

10. AUTOMATIC CAPACITOR BANK

เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (AUTOMATIC CAPACITOR BANK) สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์อย่างอัตโนมัติ

พิกัดของ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- TYPE INDOOR (NONFLAMMABLEDRY TYPE POLYPROPYLENE FILM OR METALLIZED POLY PROPYLENE IMPREGNATED WITH NON-PCB LIQUID, SELF HEAING
- NUMBER OF PHASE 3 เฟส 220/380 V
- RATED VOLTAGE 400 V (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)
- RATED FREQUENCY 50 Hz.
- RATED OUTPUT ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- SWITCHING STEPS CYCLIC OPERATION (6 or12 STEPS)
- POWER LOSS ไม่เกิน 1 W/KVAR
- OPERATING - 10/+45^{o}C

CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลายๆตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศอย่างดี(แผ่นเหล็กเจาะรูพรุน) และการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

- FUSE PROTECTION ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 เท่าของ CAPACITOR และมีพิกัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลดกระแสพุ่งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุด ต้องมีระบบอัตโนมัติตัดทั้ง 3 FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง 1 ชุด
- CONTACTOR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลดกระแสพุ่งเข้า (ชนิด RESISTANCE)
- มี DISCHARGE RESISTANCE (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
- KVAR CONTROLLER เป็นแบบ ELECTRONIC CONTROL 220 V., CYCLIC OPERATION.
- มี POWER FACTOR METER.
- มี INDICATING LAMP
- มี AUTOMATIC AND MANUAL SWITCH
- มี TARGET P.F. ADJUSTABLE

- มี STARTING CURRENT SETTING(C/K)

อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถเพิ่มเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบ ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ดังแสดงไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ

11. ISOLATING POWER SYSTEM PANEL

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นแผงควบคุมระบบจ่ายไฟฟ้า เพื่อใช้งานเป็นเมนจ่ายระบบแบบ Isolating Power System สำหรับอุปกรณ์เครื่องมือและเครื่องวัดที่ใช้ในการแพทย์ ที่ใช้ในห้องผ่าตัดหรือห้อง ICU, CCU ห้องคลอด เป็นต้น หรือห้องที่จัดเป็น Essential Sensitive Instruments ทั้งนี้ Isolating Power System Panel เป็นต้น ตามมาตรฐาน IEC 60364 – 7 – 710 : 2002 – 11 หรือ DIN VDE 0107

รายละเอียดทางด้านเทคนิค

1. Technical Specification

   Rated System : 230 Volt, 50 – 60Hz. 1 phase, 2 wires and ground

   Rated Capacity : KVA. (ตามแบบกำหนด)

   ตัวตู้ประกอบด้วย Outgoing feeder circuit สองส่วนคือ ส่วนที่เป็น TNS system และ IT system

2. Isolating Transformer

   2.1 มาตรฐานการออกแบบและการผลิต

   – IEC 61558 – 2 – 15

   2.2 เป็นแบบ Dry type

   2.3 Primary และ secondary windings เป็นแบบ galvanically isolated

   2.4 มี Galvanic screen เพื่อลดการรบกวนจาก Radio Frequency Interference (RFI) ตามมาตรฐาน IEC 61000 – 6 – 2 และ – 3 (Electromagnetic compatibility)

   2.5 มี Built – in thermistor ฝังอยู่ใน Transformer winding เพื่อวัดอุณหภูมิและส่งสัญญาณเตือนในกรณีอุณหภูมิสูงเกินกำหนด

3. Insulation, load and Temperature Monitoring Device เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน (Insulation) อุณหภูมิของ Transformer winding และสภาวะ Load ในอุปกรณ์ตัวเดียว และใช้สำหรับสถานพยาบาลตามมาตรฐาน IEC 60364 – 7 – 710 : 2002 – 11 โดยเฉพาะ

   3.1 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน

   – IEC 61557 – 8

   3.2 System Voltage to be monitored : IT system, phase to phase voltage $<$760V, 50 – 60Hz

   3.3 Test voltage 24 VDC.

3.4 Maximum current injected 240 microamp

3.5 Impedance 100 kOhm

3.6 Fault signaling threshold 50kOhm

3.7 สามารถตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของระบบได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถส่งสัญญาณเตือนที่มองเห็นได้และที่เป็นเสียงที่ความดัง 80 dB (สามารถปรับระดับได้) เมื่อค่าความเป็นฉนวนต่ำกว่าค่า Fault signaling threshold ที่ 50kOhm ตามที่มาตรฐาน IEC กำหนด

3.8 บอกค่าสภาวะ Load transformer ของ Rated capacity ของ Transformer และสามารถส่งสัญญาณเตือนได้เมื่อสภาวะ Load เกินค่าที่ตั้งไว้

3.9 ส่งสัญญาณเตือนได้เมื่ออุณหภูมิของ Transformer winding สูงเกินปกติ

3.10 มี Test button เพื่อทดสอบ function การตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน

3.11 มีดวงไฟแสดงสถานะว่าอุปกรณ์ทำงานเป็นปกติอยู่

ข้อกำหนดมาตรฐานการผลิตและจำหน่าย

1. Isolated Panel เป็นแบบ Dead Front ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60364 – 7 – 710, IEC 439 – 1 ได้รับการรับรองมาตรฐานใช้งานสำหรับโรงพยาบาล หรือโดยเฉพาะกับ Isolating Power System โดยหลักแล้วระบบรวมจนถึงแผงไฟฟ้าประกอบสำเร็จโดยใช้ Two pole circuit breaker
2. จะต้องแนบหนังสือรับรองว่า Isolated Transformer ที่เสนอนั้นได้ผ่านการทดสอบมาตรฐาน IEC หรือ DIN
3. จะต้องมีเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือนำเข้าอย่างเป็นทางการ
4. มีช่างประจำบริษัทสำหรับบริการ และมีอะไหล่สำรองตลอดอายุการใช้งาน
5. การรับประกันตามเงื่อนไขในสัญญา

12. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

(Fire Alarm System)

1. **ความต้องการทั่วไป**

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เป็นแบบ Presignal Non Code System, 2 – Wire Loop with End of Line Resistance ระบบและอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ National Fire Protection Association หรือ Japanese Fire Service Law หรือข้อกำหนดของสถาบันอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ รวมทั้งการติดตั้งเป็นตามกฎของสถาบันดังกล่าว, การไฟฟ้าและ NEC Article 760

2. **การทำงานของระบบ**

2.1 เมื่อมีสัญญาณเพลิงไหม้ส่งมาจากโซนใด Digital Zone Indicator ของโซนนั้นที่ Fire Alarm Control Panel (FCP) จะติด ขณะเดียวกัน FCP จะตรวจสอบว่าเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริงหรือไม่ โดยจะหน่วงเวลาไว้ 10 นาที สำหรับ Heat Detector และ 60 วินาที สำหรับ Smoke Detector ภายในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าไม่ใช่สัญญาณเพลิงไหม้จริง FCP จะ Reset ตัวเองโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริง Zone Lamp ของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ FCP และ Fire Annunciator จะติดตั้งพร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณดังขึ้นที่ FCP และ Fire Annunciator

2.2 หากผู้ควบคุมต้องการส่งเสียงสัญญาณไปยังโซนที่เกิดเพลิงไหม้ หรือทุกโซนพร้อมกันหมดก็สามารถเลือกทำได้โดยการเปิดสวิทช์ Local Alarm Silencing SW. และ All Local Alarm Operating SW. ที่ FCP ตามลำดับ

2.3 ผู้ควบคุมปิดเสียงสัญญาณในข้อ 2.1 และ 2.2 ได้ แต่หลอดไฟ Zone Lamp, Local Alarm Silencing Lamp จะยังติดอยู่ จนกว่าจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ และกด Reset SW.

2.4 ระบบต้องมี Portable Telephone สำหรับติดต่อกันระหว่าง Manual Alarm Box หรือ Fire Annunciator กับ FCP

2.5 ระบบสามารถแยกการแจ้งเตือนเพลิงไหม้ระหว่างอุปกรณ์ Detector กับอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Alarm Box) โดยแสดงที่ Manual Alarm Lamp ที่หน้าตู้ควบคุม

2.6 ระบบจะต้องมี Spare Indicator Lamp อย่างน้อย 3 ชุด เพื่อรับสัญญาณจากระบบภายนอกอื่น ๆ และแสดงเสียงเตือนและไฟสัญญาณที่ตู้ควบคุมฯ

2.7 ระบบต้องสามารถยกเลิกฟังก์ชั่นการหน่วงเวลาด้วยการกดปุ่ม Alarm Verification Release และถ้าต้องการกลับไปฟังก์ชั่นการหน่วงเวลาให้กดปุ่มเดิมอีกครั้ง

2.8 ระบบสามารถตั้งโปรแกรมในการกำหนดโซนอุปกรณ์ตรวจจับที่ไม่ใช้งานและโซนอุปกรณ์ตรวจจับที่ไม่ต้องการหน่วงเวลาได้

2.9 ระบบสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานของโซนเสียงสัญญาณแจ้งเตือนทำงานสัมพันธ์กับโซนอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ ได้

3. **อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วย**

Fire Alarm Control Panel (FCP)

Fire Annunciator

Signal Initiating Devices

Audible Alarm Devices

3.1 Fire Alarm Control Panel (FCP)

ต้องมีจำนวนโซนไม่ต่ำกว่าที่ระบุในแบบ ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน

3.1.1 FCP จะต้องมีสัญญาณไฟสำหรับแสดงสภาวะต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- Zone Lamp แสดงโซนที่เกิดเพลิงไหม้ พร้อม Nameplate สำหรับติดต่อชื่อโซน
- Digital Zone Indicator สำหรับแสดงโซนที่ได้รับสัญญาณเพลิงไหม้และเหตุขัดข้องของระบบ
- Manual Alarm Lamp แสดงการแจ้งเตือนเกิดจากอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ
- Switch Position Warning Lamp แสดงว่ามีสวิทช์ควบคุมไม่อยู่ในตำแหน่งปกติ
- Alarm Verfication Lamp แสดงว่ากำลังตรวจสอบสัญญาณเพลิงไหม้
- Auxiliary Power Test Lamp แสดงการทดสอบทำงานของ Battery
- Telephone Lamp แสดงว่ามีการเรียกทางโทรศัพท์
- Trouble Lamp แสดงเหตุขัดข้องของระบบ เช่น สายขาดหรือหลุดจากวงจร, Battery ไม่ได้ต่อเข้ากับระบบ, ไฟ AC ดับ, วงจรภายในขัดข้อง เป็นต้น
- Spare Indicator Lamp ไม่น้อยกว่า 3 จุด เพื่อแสดงสถานะอุปกรณ์แจ้งเตือนจากระบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

3.1.2 FCP จะต้องมีสวิทช์ควบคุมการทำงานอย่างน้อย ดังนี้

- Main Alarm / Local Alarm Silencing SW.
- Alarm Reset SW.
- All Local Alarm Operating SW.
- Auxiliary Power Test SW.
- Alarm Signal Cut – off SW.
- Automatic / Test Reset SW.
- Zone Selection SW.
- Zone Selection Clear SW.
- Execution SW.

3.1.3 ต้องมี Battery สำรองชนิด Ni – Cd 24 V. DC เพื่อใช้จ่ายไฟในกรณีที่ Main ขัดข้อง

3.2 Fire Annunciator

เป็นแผนภูมิสำหรับบอกตำแหน่งที่เกิดเพลิงไหม้ โดยแสดงผลเป็นโซนจะเป็นแผนผังอาคารมีหลอดไฟ LED แสดงตำแหน่งชั้นหรือโซนที่เกิดเหตุนั้น ๆ ซึ่ง Annunciator นี้จะอยู่ตามตำแหน่งที่ระบุในแบบนั้น มีสวิทช์สำหรับทดสอบ Lamp และสวิทช์สำหรับตัดเสียงเตือนประกอบหน้าตู้

3.3 Signal Initiating Devices

3.3.1 Smoke Detector เป็นชนิด Plotoelectric มี Response Lamp สำหรับแสดงสภาวะเมื่อ Detector ทำงานพื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 150 ตารางเมตร Ambient Temperature – 15^{0}C to 55^{0}C

3.3.2 Smoke Detector ตรวจจับระยะไกลชนิด Project Beam Type ประกอบด้วยชุดส่งและรับสัญญาณแสง สามารถตรวจจับได้ระยะทางตั้งแต่ 5 ถึง 100 เมตร Ambient Temperature – 10^{0} to 55^{0}C

3.3.3 Heat Detector ชนิด Rate – of – Rise Temperature ใช้สำหรับตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเกินกว่าอัตรา 10^{0}C ต่อนาที มี Response Lamp สำหรับแสดงสภาวะเมื่อ Detector ทำงานพื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 90 ตารางเมตร Ambient Temperature – 10^{0} to 55^{0}C

3.3.4 Heat Detector ชนิด Fixed Temperature ทำงานที่อุณหภูมิ 65^{0}C มี Response Lamp สำหรับแสดงสถานะเมื่อ Detector ทำงาน พื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 60 ตารางเมตร Ambient Temperature – 15^{0} to 45^{0}C

3.3.5 Manual Alarm Box แบบกลมทำด้วยโลหะ ปุ่มกดอยู่ใต้แผ่น Acrylic Plastic ไม่คมไม่เป็นอันตรายต่อผู้กด สามารถ Reset ได้โดยไม่ต้องถอดฝามี Response Lamp และ Telephone Jack สำหรับติดต่อกับ FCP

3.4 Audible Alarm Devices

เป็นกระดิ่ง (Bell) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 ซม. ชนิด Motor – Driven Method ตัวกระดิ่งสีแดง ใช้กับแรงดัน 24 V.DC. 10mA. ระดับความดังไม่น้อยกว่า 90 dB ที่ระยะ 1 เมตร

4. **การติดตั้ง**

4.1 สายไฟฟ้า ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FR) ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 มม.^{2} สำหรับวงจร Signal Initiating Devices และขนาด 2.5 มม.^{2} สำหรับวงจร Audible Alarm Devices สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC หรือตามที่กำหนดในแบบ

4.2 เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้วต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วนตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยมีตัวแทนผู้ว่าจ้างเข้ามาร่วมด้วย

13. ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดต่าง ๆ ต่อไปนี้ กำหนดขึ้นสำหรับตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติอิเล็คทรอนิค (SPC, PABX) สำหรับใช้ในงานของโครงการ เกี่ยวเนื่องกับข่ายสายขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

1.1.1 ผู้เสนอราคาจะต้องเสนอตู้สาขาโทรศัพท์ฯ รุ่นใหม่ล่าสุด และจะต้องมีเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย ซึ่งได้รับการรับรองจากบริษัทผู้ผลิตอย่างเป็นทางการในการมอบหมายให้เป็นตัวแทน

1.1.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาตรฐานสากล CCITT และสามารถใช้กับระบบโทรศัพท์ในประเทศไทยได้

1.2 การเตรียมข้อเสนอทางเทคนิค

ผู้เสนอราคาที่ไม่ได้ทำรายละเอียดตามข้อกำหนดในข้างต้น หรือเสนออุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติผิดไปจากข้อกำหนดมาก ทางคณะกรรมการสงวนสิทธิ์ที่จะไม่พิจารณาข้อเสนอนั้นก็ได้

2. คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบโทรศัพท์

2.1 ชุดควบคุมของ IP Telephony Server ประกอบด้วย Micro Processor ความเร็วไม่ต่ำกว่า 600 MHz มีหน่วยความจำหลัก (Main Memory) ขนาดไม่ต่ำกว่า 256 MB และระบบการจัดเก็บข้อมูลจะต้องเป็นชนิด Flash Memory ขนาดไม่ต่ำกว่า 64 MB เพื่อความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล

2.2 สามารถเพิ่มชุด CPU เพื่อควบคุมการทำงานเป็นแบบ Distributed Architecture ในกรณีที่ต้องการเชื่อมโยงตู้สาขาต่าง ๆ ให้เป็นระบบเน็ตเวิร์คเดียวกัน

2.3 ระบบที่เสนอต้องสามารถขยายโดยไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างหลักของระบบ และการขยายต้องเป็นระบบเดียวกันกับระบบเดิม

2.4 ระบบจะต้องมีพอร์ทเชื่อมต่อแบบ TCP/IP 10/100 MBps อย่างน้อย 1 port และ RS – 232 อย่างน้อย 2 port

2.5 ข้อมูลที่ถาวรหรือกึ่งถาวรของระบบ เช่น โปรแกรมคำสั่งการทำงานของระบบหรือข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับหมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น จะต้องมีการป้องกันการสูญหายของข้อมูลซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีไฟฟ้าดับ โดยระบบจะต้องสามารถอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำรองและทำงานได้ทันที หลังจากที่มีไฟฟ้าจ่ายให้ระบบ

2.6 ระบบจะต้องเป็นแบบ Modularity ในลักษณะของ Universal Slot กล่าวคือ สามารถขยายระบบโดยการเพิ่มแผงวงจร หรือ Module เข้าไปในระบบ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนโครงสร้างหลักของระบบ

2.7 ระบบ IP Telephony จะต้องสามารถเพิ่มเติมอุปกรณ์ Gateway เพื่อที่จะสามารถต่อกับเครื่องโทรศัพท์แบบอนาล็อก Fax และสายนอกแบบต่าง ๆ ได้

2.8 มีค่า Traffic Handing Capacity ไม่น้อยกว่า 0.2 Erlang/Extension พร้อมแสดงการคำนวณอย่างชัดเจน

2.9 ระบบ IP Telephony จะต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบ Analog Trunk, ISDN, Mobile Trunk ของผู้ให้บริการรายต่าง ๆ ได้

2.10 สามารถต่อเชื่อมกับ PABX หรือ IP Telephony ระบบอื่นได้ด้วย โดยผ่านระบบชุมสายโทรศัพท์ธรรมดา หรือเชื่อมผ่านสัญญาณดิจิตอลความเร็วสูง (E1) ด้วยมาตรฐาน CCITT แบบ Q – Sig, ISDN เป็นต้น

2.11 ในกรณีที่มีระบบ IP Telephony อยู่หลาย ๆ ที่ สามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกันแล้วระบบโทรศัพท์ทั้งหมดจะเสมือนเป็นระบบเดียวกัน โดยเมื่อเวลาแก้ไขโปรแกรมสามารถแก้ไขได้จากจุด ๆ เดียว โดยผ่าน IP และสามารถใช้งาน Feature ต่าง ๆ ของโทรศัพท์ได้ แม้ว่าเลขหมายภายในนั้นจะอยู่ต่างที่กัน รวมทั้งสามารถดูรายงานการใช้งานโทรศัพท์ของตู้สาขาโทรศัพท์ทั้งหมดภายในโครงข่ายได้จากจุด ๆ เดียว

2.12 สามารถเชื่อมต่อกับระบบ เปลี่ยนแปลงข้อมูลของระบบ (I/O Maintenance) ได้ผ่านทาง IP Network ได้

2.13 ระบบ IP Telephony จะต้องสามารถรองรับการขยายจำนวน IP Endpoint ได้สูงสุดถึง 1,000 เครื่องต่อหนึ่ง Server เพื่อที่จะรองรับเทคโนโลยีในอนาคต

2.14 ระบบ IP Telephony ที่เสนอต้องสามารถรองรับ IP Telephone โดยทำงานลักษณะแบบ Peer To Peer ได้

2.15 ระบบ IP Telephony และ IP Endpoint สามารถเชื่อมโยงเข้าด้วยกันผ่านโครงข่ายข้อมูลคอมพิวเตอร์ (VoIP) โดยที่สามารถบีบอัดสัญญาณเสียงได้ตามมาตรฐาน G.711, G723.1 และ G.729a

2.16 ระบบสามารถแสดงผลรายงานความผิดพลาด (Alarm Indication) โดยสามารถดูได้จากแผงแสดง Alarm ที่ตัว IP Telephony Server หรือดูผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมทั้งสามารถส่งข้อมูลความผิดพลาดผ่านทาง SNMP Protocol ไปยังอุปกรณ์ Network Management ได้

2.17 ระบบ IP Telephony สามารถรองรับการใช้งานแบบ Wireless Telephone ได้

2.18 ระบบ IP Telephony สามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 0 – 40 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 90 %

3. ขนาดของตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ

	ความต้องการใช้งาน	และขยาย สูงสุด (ตามแบบกำหนด)
• จำนวนคู่สายภายนอก (C.O.LINE) พร้อมแสดงหมายเลขเรียกเข้า	..... คู่สาย	..... คู่สาย
• จำนวนคู่สายภายนอกชนิด ISDN "PRI"	..... ลิงค์	..... ลิงค์
• จำนวนคู่สายภายในชนิดอนาล็อค (ANALOG)	..... คู่สาย	..... คู่สาย
• จำนวนคู่สายภายในชนิดดิจิตอล (DIGITAL)	..... คู่สาย	..... คู่สาย
• ชุดพนักงานรับสายโทรศัพท์ (OPERATOR)	..... ชุด	..... ชุด
• ระบบต่อสายภายในอัตโนมัติ (AUTOMATED ATTENDANT)	..... วงจร	..... วงจร
• ระบบคำนวณค่าใช้จ่ายโทรศัพท์ (BILLING SYSTEM)	..... ระบบ	
• เครื่องรับโทรศัพท์แบบอนาล็อค	..... เครื่อง	
• เครื่องรับโทรศัพท์แบบดิจิตอล	..... เครื่อง	
• เครื่องรับโทรศัพท์แบบ IP	..... เครื่อง	

4. คุณลักษณะเลขหมายภายใน (Extension Feature)

4.1 สามารถกำหนดเลขหมายภายในได้ 3 – 5 หลัก

4.2 Class of Service สามารถจัดแบ่งกลุ่มหรือระดับสำหรับเลขหมายภายใน ให้มีขีดความสามารถในการติดต่อออกไปภายนอกได้ไม่น้อยกว่า 7 ระดับ ตามตาราง

Class of Service	Oversea	Domestic	Mobile	Local	
Extension					
Unrestricting	✓	✓	✓	✓	✓
Restriction I		✓	✓	✓	✓

Restriction II	✓	✓	✓
Restriction III		✓	✓
Restriction IV			✓
Restriction V (Operator)			✓
Restriction VI (Receive Only)			✓

4.3 สามารถใช้หมายเลขย่อ (Abbreviated) สำหรับเรียกโทรศัพท์ที่มีการติดต่อประจำได้

4.4 Distinctive Ringing มีสัญญาณเรียกที่แตกต่างกันจากการเรียกโดยคู่สายภายในและคู่สายภายนอก

4.5 Dynamic Dial Pad เครื่องโทรศัพท์แบบดิจิตอลสามารถกดหมายเลขโทรออกได้โดยไม่ต้องกดปุ่มยกหูโทรศัพท์

4.6 DID (Direct Inward Dialing) สามารถใช้งานโทรศัพท์ได้เสมือนสายตรง โดยใช้งานร่วมกับวงจร ISDN PRI

4.7 Remote Access to system โทรศัพท์ภายนอกสามารถติดต่อเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ภายในโดยไม่ต้องผ่าน Operator ได้

4.8 Extension Hunting สายที่เรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ภายใน ซึ่งกำลังไม่ว่างจะถูกโอนไปยังเครื่องโทรศัพท์เครื่องอื่น ๆ ในกลุ่มนั้นตามลำดับที่จัดได้ การจัดเป็นแบบ Circular Hunting, Secretarial Hunting หรือ Terminal Hunting ก็ได้

4.9 Call Waiting ในขณะที่เครื่องโทรศัพท์กำลังถูกใช้อยู่ หากมีสายเรียกเข้ามาจะมีเสียงสัญญาณแจ้งให้ทราบว่าสายรออยู่ โดยที่ผู้ใช้ซึ่งเรียกเข้ามาทีหลังไม่สามารถฟังเสียงพูดหรือพูดแทรกเข้ามาในสายได้

4.10 Executive Right of Way ผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายใน (เฉพาะเครื่องที่กำหนดไว้) จะสามารถพูดแทรกเข้าไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายในอื่น ๆ ได้ แต่ก่อนที่จะพูดแทรกเข้าไปได้จะมีสัญญาณเตือนให้ผู้กำลังใช้โทรศัพท์อยู่ทราบว่าจะมีผู้พูดแทรกเข้ามา

4.11 Conference ต้องสามารถทำการประชุมสายใน/นอกได้ไม่น้อยกว่า 3 คู่สาย และสามารถขยายจำนวนผู้เข้าประชุมทางโทรศัพท์ได้สูงสุดถึง 32 คู่สาย ทั้งสายในและสายนอกได้

4.12 Call Forwarding ผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในจะสามารถจัดให้สายที่เรียกเข้ามานั้นถูกโอนไปยังเครื่องอื่น ๆ ในที่กำหนดไว้ ในกรณีที่สายไม่ว่างและไม่มีผู้รับสาย

4.13 Call Transfer เครื่องโทรศัพท์ภายในที่ถูกเรียกจากเครื่องภายนอกจะสามารถทำการโอนไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่นได้โดยไม่สามารถฟังเสียงหรือพูดแทรกได้หลังจากโอนไปแล้ว

4.14 Call Back on busy เมื่อผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในเรียกสายภายในสายใดหากสายนั้นไม่ว่างสามารถสั่งการ ให้เรียกกลับโดยอัตโนมัติ โดยการหมุนหมายเลขที่กำหนด

4.15 Call Pick Up Group ผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์สามารถรับสายแทนกันได้ภายในกลุ่มที่กำหนดไว้

4.16 Call Hold ผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในสามารถพักสายได้

4.17 Music on Hold ขณะพักสายผู้ใช้โทรศัพท์จะต้องสามารถได้ยินเสียงดนตรีขณะรอสายได้

4.18 Internal Zone Paging ผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์สามารถกดปุ่มเพื่อส่งสัญญาณเสียงประกาศออกไปยังเครื่อง IP Phone ในกลุ่มได้ทันทีโดยไม่ต้องรอให้ปลายทางรับสาย

4.19 มีสัญญาณเสียงร้องเตือนเมื่อผู้ใช้โทรศัพท์วางหูโทรศัพท์ไม่สนิท (Howler Tone Sending)

5. เครื่องโทรศัพท์แบบ Analog Telephone

5.1 สามารถใช้งานโดยการเลือกเป็นระบบหมุน (Pulse) หรือกดปุ่ม (Tone) ได้

5.2 สามารถติดตั้งแบบตั้งโต๊ะ และติดตั้งบนฝาผนัง (Wall Mountable) ได้

5.3 มีข้อกำหนดทางเทคนิคตรงตามข้อกำหนดของบริษัท ทศท คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) โดยจะต้องแสดงเอกสารผ่านการทดสอบด้วย

6. เครื่องโทรศัพท์แบบ Digital Telephone

6.1 จะต้องสามารถใช้งานห่างจากตู้สาขาโทรศัพท์ได้

6.2 มีหน้าจอแสดงผล วัน เดือน ปี และเวลา และหมายเลขที่โทรเข้า – ออก ขนาดของหน้าจอสามารถแสดงผลได้

6.3 สามารถสนทนาได้โดยไม่ต้องยกหู (Hands free Operation)

6.4 มีปุ่ม Memory Key หรือ Function Key

6.5 มีปุ่มสำหรับการโอนสาย (Flash)

6.6 มีปุ่ม Redial สำหรับเรียกใหม่ได้โดยไม่ต้องหมุนซ้ำ (Last Number Redial)

6.7 มีปุ่ม Conference เพื่อใช้ในการประชุมทางโทรศัพท์

6.8 มีปุ่ม Hone ในกรณีที่ต้องการพักสาย

6.9 มีปุ่ม Volume ที่สามารถปรับระดับความดังของ Handset และ Speaker ได้

6.10 มีปุ่ม Soft Key เพื่อใช้เลือกฟังก์ชั่นการทำงานแบบต่าง ๆ ได้

6.11 มี Message Waiting Lamp

6.12 สามารถรองรับการต่ออุปกรณ์ DSS Console

6.13 มีช่องสำหรับต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม (Option Unit) เพื่อต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกได้

7. เครื่องโทรศัพท์แบบ IP Phone

7.1 เป็นเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อเข้ากับ LAN (Ethernet Connectivity) แบบ 10/100 Base Tx โดยมีช่องต่อ RJ45 อย่างน้อย 2 ช่อง

7.2 ใช้มาตรฐาน G.711, G.723.1, G.729a ในการบีบอัดสัญญาณเสียง (Voice)

7.3 สามารถสนทนาได้โดยไม่ต้องยกหู (Hands free Operation)

7.4 เป็นเครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าจอแสดงชื่อและหมายเลขภายในของเครื่องที่กำลังสนทนาอยู่ได้ (Name Display Extension Number)

7.5 มีปุ่ม Memory Key หรือ Function Key

7.6 มีปุ่ม Soft Key เพื่อใช้เลือกฟังก์ชั่นการทำงานแบบต่าง ๆ ได้

7.7 เครื่องโทรศัพท์ IP Phone สามารถใช้ความสามารถ Features ต่าง ๆ ของระบบได้เป็นอย่างดี เช่น สามารถทำการประชุม (Conference Call) ร่วมกับเครื่องโทรศัพท์ IP Phone หรือเครื่องโทรศัพท์อนาล็อกได้

8. เครื่องโทรศัพท์แบบ Soft Phone

8.1 สามารถใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows 2000 หรือ XP ได้

8.2 จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการเข้ารหัสชนิด G.711, G729a ได้ เป็นอย่างน้อย

8.3 สามารถรองรับการใช้งานร่วมกับ DHCP ได้

8.4 สามารถรองรับการใช้งานแบบ Qos ได้ทั้งแบบ TOS, IP Precedence และ Diffserve

8.5 จะต้องใช้งานแบบ SMS ได้โดยการส่ง Message ระหว่างการสนทนากันได้

8.6 สามารถรองรับกับการต่อกับอุปกรณ์กล้อง Web Cam ที่คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้งานเป็น 2 Way Video Conference ได้

8.7 สามารถใช้งานในลักษณะของ Call log โดยสามารถแสดงการโทรเข้า – โทรออก หรือสายที่ไม่ได้รับได้

8.8 สามารถใช้งานในลักษณะของ Application Sharing โดยสามารถแสดงหน้าจอให้ไปแสดงที่เครื่องของสายปลายทางได้

8.9 สามารถใช้งานร่วมกับคุณลักษณะของเลขหมายภายใน (Extension Feature) ได้เป็นอย่างดี

9. ระบบบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ (Billing Record System)

ระบบต้องติดตั้งระบบบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ (Billing Record System) ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ที่สามารถบันทึกการใช้งานในการต่อออกภายนอกของเครื่องโทรศัพท์ โดยสามารถพิมพ์ออกดูรายละเอียดได้เมื่อต้องการ เช่น

- วัน เดือน ปี ที่โทรออก (Date)
- เลขหมายโทรศัพท์ที่โทรออก (Extension Number)
- เลขหมายที่โทรไป (Destination Number)
- ระยะเวลาที่ใช้ (Duration Time)
- คำนวณค่าใช้จ่ายของแต่ละเลขหมายที่โทรออก (Extension Expense)

นอกจากนี้ ยังสามารถรวมค่าใช้จ่ายของแต่ละแผนก รวมถึงยอดรวมของทั้งหมดได้ด้วย อนึ่ง หากต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้ ก็ย่อยทำได้ด้วย คือ

- มีเลขหมายโทรศัพท์ใดบ้าง ที่ติดต่อไปยังเลขหมายปลายทางเลขหมายใดเลขหมายหนึ่งที่ต้องการ
- มีเลขหมายโทรศัพท์ใดบ้าง ที่ติดต่อภายนอกแต่ละครั้งเกินกว่าเวลาที่กำหนดไว้ เช่น สนทนาเกิน 30 นาที (Long Time Report)
- มีเลขหมายโทรศัพท์ใดบ้าง ที่ติดต่อภายนอกแต่ละครั้ง ค่าใช้จ่ายสูงกว่าที่กำหนดไว้ เช่น ค่าใช้จ่ายเกิน 30 บาทต่อครั้ง (Most Expensive Report)

10. การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้เสนอราคาจะต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ ต่อหน้าคณะกรรมการตรวจรับที่รับมอบหมายแต่งตั้งมา

11. การรับประกัน

ผู้เสนอราคาจะต้องให้การรับประกันอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้เสนอมา เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 12 เดือน นับจากวันที่คณะกรรมการได้รับมอบงานแล้ว

12. การให้บริการ

ผู้เสนอราคาจะต้องจัดให้มีการบริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพื่อการบำรุงรักษาตู้สาขาอย่างสม่ำเสมอ เป็นระยะเวลา 12 เดือน

13. การฝึกอบรม (Training)

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้เสนอราคาจะต้องจัดการอบรมวิธีการใช้งานให้แก่บุคลากรที่จะปฏิบัติงานจนสามารถปฏิบัติงานได้

14.ระบบสัญญาณเรียกพยาบาล

(Nurse Call System)

1. ความต้องการทั่วไป

   ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบสัญญาณเรียกพยาบาลตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างห้องผู้ป่วยหรือเตียงผู้ป่วยกับพยาบาล หรือแจ้งเหตุฉุกเฉินจากห้องน้ำของผู้ป่วยที่ต้องการความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน การเรียกสามารถทำได้ทั้งสัญญาณแสงและสัญญาณเสียงหรือสามารถพูดติดต่อกันได้

2. การทำงาน

   2.1 พยาบาลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจะรับทราบสัญญาณการเรียกพยาบาลจากเตียงผู้ป่วยหรือห้องน้ำของผู้ป่วยได้จาก Master Station ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ทำงานของพยาบาล เมื่อมีผู้กดเรียกจาก Wall Unit ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ห้องผู้ป่วย สัญญาณไฟที่ Corridor Lamp หน้าห้อง, Call Lamp ที่ Master Station จะติด และสัญญาณเสียงที่ Master Station จะดัง หากพยาบาลต้องการพูดติดต่อกับผู้ป่วยก็สามารถกระทำได้โดยการกด Channel Select Button และยก Telephone Handset พูดติดต่อกับห้องผู้ป่วยที่เรียกมา

   2.2 ขณะที่มีสัญญาณเรียกพยาบาลจากห้องผู้ป่วย หรือห้องอื่น ๆ ก็สามารถเรียกได้โดยปฏิบัติในลักษณะเดียวกันกับข้อ 2.1

   2.3 การ Reset ระบบให้กลับสู่สภาวะปกติ กระทำได้โดยการวาง Telephone Handset เข้าที่เก็บหรือโดยการกด Reset Button ที่ห้องผู้ป่วย

   2.4 การเรียกจาก Master Station ไปยังห้องผู้ป่วยทำได้โดยการยก Telephone Handset และกด Channel Select Button ห้องที่ต้องการแล้วพูดติดต่อทาง Telephone Handset การ Reset ระบบกระทำเหมือนกับข้อ 2.3

   2.5 พยาบาลสามารถที่จะติดต่อไปยังห้องทุกห้องโดยการยก Telephone Handset และกด Button แล้วพูดประกาศผ่านทาง Telephone Handset

3. อุปกรณ์ ประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

   Master Station

   Wall Unit & Hand Set

   Wall Unit & Pear Push Button

   Wall Unit (Including Microphone & Speaker)

   Push Button for Toilet

   Reset Button

   Corridor Lamp

3.1 Master Station มีจำนวนโซนไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ทำงานของพยาบาล มีช่องสำหรับติดชื่อห้องหรือเตียงผู้ป่วย เสียงของสัญญาณเรียกพยาบาลสามารถที่จะปรับระดับความดังได้ ส่วนประกอบที่สำคัญของ Master Station ต้องมีอย่างน้อยดังนี้

- Telephone Handset ใช้สำหรับพูดติดต่อระหว่าง Master Station กับห้องผู้ป่วยแบบ Two – Way Communication
- Channel Select Button (w/Lamp) Lamp จะติดเมื่อมีสัญญาณเรียกพยาบาล หรือมีการพูดติดต่อกันระหว่าง Master Station กับห้องผู้ป่วย ปุ่มกดใช้สำหรับเลือกว่าจะติดต่อห้องผู้ป่วยห้องใด
- Selected Button (w/Lamp) สำหรับการประกาศไปยังห้องผู้ป่วยเฉพาะห้องที่ต้องการ
- Connect Lamp แสดงการทำงานของ Telephone Handset
- Reset Turn Off Button เพื่อกดตัดเสียงเรียกเตือน

3.2 Wall Unit & Pear Push Button ติดตั้งอยู่ที่หัวเตียงผู้ป่วย หรือตำแหน่งอื่นตามที่กำหนดในแบบ ประกอบด้วย Receptacle สำหรับเสียบกับ Hand Set ทำหน้าที่กดเรียกพยาบาลและใช้พูดโต้ตอบ, Reset Button สำหรับให้พยาบาลกดเพื่อยกเลิกการทำงานในกรณีที่พยาบาลมาที่ห้องคนไข้แล้ว

3.3 Wall Unit & Pear Push Button ติดตั้งอยู่ที่หัวเตียงผู้ป่วย หรือตำแหน่งอื่นตามที่กำหนดในแบบ ประกอบด้วย Receptacle สำหรับเสียบกับ Pear Push Button ทำหน้าที่กดเรียกพยาบาล, Reset Button สำหรับให้พยาบาลกดเพื่อยกเลิกการทำงาน

3.4 Push Button for Toilet ติดตั้งในห้องสุขาหรือห้องอาบน้ำมีปุ่มกดและสายดึงสำหรับเรียกพยาบาล แสดงการเรียกพยาบาล อุปกรณ์เป็นชนิดกันน้ำได้

3.5 Reset Button ติดตั้งในห้องผู้ป่วย ประกอบด้วย Reset Button ทำหน้าที่ยกเลิกการทำงานในกรณีที่พูดคุยเรียบร้อยแล้ว

3.6 Corridor Lamp ติดตั้งอยู่หน้าห้องผู้ป่วย เป็นหลอดไฟแสดงการกดเรียกพยาบาล สามารถมองเห็นได้ชัดเจนทุก ๆ ด้าน

3.7 อุปกรณ์ต่อพ่วงพิเศษ (ถ้าในแบบกำหนด) ในกรณีมีห้องที่ผู้ป่วยไม่สามารถกดปุ่มเรียกพยาบาลด้วยมือได้ ต้องมีอุปกรณ์ต่อพ่วงพิเศษเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถสื่อสารเรียกพยาบาลได้อย่างเหมาะสม โดยต่อเข้ากับ Wall Unit มาตรฐาน ในรายการที่ 3.3 ตัวอย่างอุปกรณ์ดังกล่าว เช่น

3.7.1 ชุดอุปกรณ์เป่า – แตะ เรียกพยาบาล

3.7.2 ชุดอุปกรณ์สัมผัสอย่างเบา เรียกพยาบาล

3.7.3 ชุดอุปกรณ์ก้านบิด เรียกพยาบาล

4. ให้ผู้รับจ้างจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ให้ผู้ว่าจ้างดำเนินการอนุมัติก่อนการติดตั้ง ทั้งนี้ บริษัทผู้แทนจำหน่ายต้องตรวจสอบและทดสอบการใช้งานต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนก่อนส่งมอบงาน
5. การติดตั้ง

   การติดตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิต สายไฟฟ้าที่ใช้กับระบบมีขนาดไม่เล็กกว่า 1 มม.^{2} THW, VFF หรือ 0.65 TIEV เดินในท่อ EMT Conduit
6. การรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของอุปกรณ์และการติดตั้งมีกำหนดตามระยะเวลาในสัญญาก่อสร้าง นับจากวันที่ส่งมอบงาน