2.3.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นชนิดไม่มีแปรงถ่านระบายความร้อนด้วยพัดลม ซึ่งติดบนแกนเดียวกับ ROTOR ตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ BS

2.3.4 การควบคุมแรงเคลื่อนเป็นแบบ SOLID STATE ค่า VOLTAGE REGULATION ต้องไม่เกินกว่า $\pm$ 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 จะต้องเป็นแบบอิเลคทรอนิกส์ไมโครโปรเซสเซอร์ (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 รวมทั้งการดำเนินการสับเปลี่ยนของออโตเมติกทรานเฟอร์สวิทซ์ 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

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและและผลิตตู้เมนสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยเมนสวิตซ์ไฟฟ้าประธาน (Main Distribution Board, MDB),เมนสวิตซ์ไฟฟ้าฉุกเฉิน(Emergency Distribution Panel, EDP) และเมนสวิตซ์ไฟฟ้าย่อย(Sub Distribution Board : SDB)

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

ก่อนประกอบติดตั้งตู้เมนสวิตซ์ ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการที่ระบุในแบบ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน พิกัดของแผงสวิตซ์ ฯ

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตู้เมนสวิตซ์ 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