ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 1500 KVA พร้อมติดตั้ง

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 1500 KVA พร้อมติดตั้ง จำนวน 1 เครื่อง

1. ขอบเขตงาน

1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ใช้สำหรับเป็นเครื่องสำรองจ่ายไฟฟ้า ขณะที่ไฟฟ้าดับหรือผิดปกติโดยให้กำลังไฟฟ้าแบบ PRIME RATING โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 1500 KVA. ที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 LAGGING 400 V/230, 3 PHASE, 4 Wire, 50Hz. ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องสามารถรับโหลดได้ไม่น้อยกว่ากำลังสูงสุดที่ระบุในครั้งเดียว (Single Step Load 100%) โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลง ของแรงดันความถี่อุณหภูมิเครื่องและอุณหภูมิน้ำมัน

1.3 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและชุดแผงควบคุมต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน และเป็นของผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเองเพื่อความสะดวกในการจัดหาอะไหล่และการบริการหลังการขาย

1.4 ตู้ควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จรูปโดยตรงจากผู้ผลิต

1.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ติดตั้ง เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่เก่าเก็บและเป็นรุ่นล่าสุดที่ผลิตใช้ในปัจจุบันซึ่งมีจำหน่ายในประเทศไทยโดยผู้แทนจำหน่ายต้องดำเนินการจำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาไม่น้อยกว่า 10 ปี

1.6 หลังจากทำการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบใหม่ทั้งหมดพร้อมเปิดใช้งาน

1.7 จัดหา DUMMY LOAD และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย DUMMY LOAD ที่หน่วยงาน

1.8 การเดินสายไฟฟ้าให้ใช้สายทองแดงที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. TIS 11-2553

1.9 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2556

2. งานระบบไฟฟ้าสำรอง

2.1 ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดไม่ต่ำกว่า 1500 KVA. PRIME RATING จำนวน 1 ชุด

2.2 งานเดินสายไฟฟ้าระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับตู้ไฟฟ้า MDB หรือ ATS จำนวน 1 งาน

3. คุณลักษณะทางเทคนิค

3.1 เครื่องยนต์

3.1.1 เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะชนิด Fast response to load change แบบ V-Type หรือ In-Line จำนวนสูงไม่ต่ำกว่า 12 สูบ มี Turbo Chargerd และ After-Cooled เป็นตัวอัดอากาศเข้าห้องเผาไหม้เพื่อประสิทธิภาพเผาไหม้ที่สมบูรณ์ มีขนาดกำลังม้าเหมาะสมที่ความเร็วรอบ 1500 RPM ตามมาตรฐาน ISO 3046, BS5514 หรือคุณภาพตามมาตรฐาน BS-5514 และ DIN-6271 หรือ ISO-3046

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

3.1.2 ระบบท่อไอเสีย ท่อระงับเสียง (Exhaust Silencer) และท่ออ่อน (Flexible Exhaust Pipe) เป็นแบบที่เหมาะสม ในตำแหน่งที่จำเป็นต้องป้องกันความร้อนต้องหุ้มด้วยฉนวนความร้อนให้เรียบร้อย

3.1.3 ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

3.1.4 มีไส้กรองอากาศแบบ Dry Type

3.1.5 ระบบควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ใช้ Governor แบบ Electric ชนิด Isochronous Operation ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน +/- 0.25% ที่สภาวะ Noload ถึง Full Load ตามมาตรฐาน ISO 8528

3.1.6 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ใช้มอเตอร์สตาร์ทแบบไฟตรง พร้อมแบตเตอรี่ชนิดกรดตะกั่ว (Lead Acid Type) แรงดัน 12 หรือ 24 โวลท์ มี Automatic Battery Tickle Charger สำหรับประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ (ต้องทำรายการคำนวณเพื่อยืนยันการใช้แบตเตอรี่)

3.1.7 มีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่บำรุงรักษาได้สะดวก

3.1.8 มีเครื่องกรองน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อกรองความสกปรกก่อนส่งเข้าหัวฉีด ติดตั้งตามตำแหน่งที่เข้าบำรุงรักษาได้สะดวก

3.1.9 ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงพอที่จะเดินเครื่องยนต์ได้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงที่เต็มพิกัดโหลด หรือไม่น้อยกว่า 2,500 ลิตร

3.1.10 มีอุปกรณ์บอกระดับน้ำมันภายในถัง

3.1.11 มีระบบถ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากถัง

3.1.12 มีระบบควบคุมความเร็วเครื่อง ใช้ ELECTRIC GOVERNOR

3.1.13 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์ ให้มี GEAR-TYPE LUBRICATING OIL PUMP เพื่อส่งน้ำมันไปหล่อลื่นส่วนเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของเครื่องผ่านไส้กรองน้ำมันเครื่อง

3.1.14 ระบบ INLET AIR ใช้ DRY TYPE AIR FILTER พร้อม TURBOCHARGER และ LOW TEMPERATURE AFTER COOL ช่วยอัดอากาศเข้ากระบอกสูบเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

3.1.15 ระบบระบายความร้อน ใช้ CENTRIFUGAL-TYPE WATER CIRCULATING PUMP เพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนยังฝาสูบ หัวฉีด กระบอกสูบ และส่วนอื่น ๆ พร้อมทั้งมี THERMOSTATIC VALVE ช่วยในการรักษาระดับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาวะคงที่ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ การระบายความร้อนของน้ำใช้ RADIATOR และ BLOWER FAN ซึ่งติดตั้งกับเครื่องยนต์ (ENGINE MOUNTED) พร้อมทั้ง GUARD ป้องกันส่วนเคลื่อนไหวด้วย

3.1.16 การสตาร์ทเครื่องยนต์ ใช้ DC MOTOR 24V. โดย POWER SUPPLY จาก LEADACID BATTERIES, HEAVY DUTY และระบบ BATTERY CHARGER ใช้ AUTOMATIC BATTERY CHARGER ซึ่งรับกระแสไฟฟ้า 220V. AC

3.1.17 ท่อไอเสียต้องทำจาก MEDIUM CLASS BLACK STEEL PIPE

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงศ์ พุ่มสุวรรณ)

3.1.18 การลดเสียงจากระบบไอเสียต้องมีหม้อพักเก็บเสียงชนิด RESIDENTIAL ซึ่งเหมาะกับโรงเรือนนี้ พร้อมทั้งมี FLEXIBLE EXHAUST PIPE เป็นตัวต่อเชื่อมระหว่างเครื่องยนต์กับหม้อพักท่อไอเสีย ส่วนที่อยู่ภายในโรงเรือนให้ใช้ฉนวนและอลูมิเนียมหุ้มรอบท่อเพื่อป้องกันความร้อน และส่วนที่ต่อภายนอกโรงเรือนให้ใช้ข้อต่อโค้ง ห้ามใช้ข้อต่อฉากเด็ดขาด

3.1.19 ถังน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบ Day Tank มีความจุไม่น้อยกว่า 2,500 ลิตร สำหรับเครื่องยนต์ต้นกำลังพร้อมอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

3.1.19.1 Value Drain pipe Air vent pipe และมาตรแสดงระดับน้ำมัน

3.1.19.2 Hand Pump และ Motor Pump ติดตั้งเดินท่อร่วมกัน

3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATOR)

3.2.1 ต้องเป็นแบบ BRUSHLESS, REVOLVING FIELD TYPE ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์ต้นกำลังโดยผ่าน FLEXIBLE LAMINATED STEEL DISK หรือวิธีอื่นที่ผู้ผลิตแนะนำ และต้องติดตั้งบนฐานเหล็กอันเดียวกัน

3.2.2 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 400/230V. 50Hz. ที่ 1,500 รอบ/นาที

3.2.3 มีชุด PMG (Permanent Magnet Generator) อยู่ในระบบ Excitation system

3.2.4 ระบบฉนวนได้ตามมาตรฐานของ NEMA ของขดลวดบน Rotor และ Stator เป็นชนิด Class H

3.2.5 มีพัดลมระบายอากาศในตัวเพื่อช่วยระบายความร้อน

3.2.6 ใช้ตัวควบคุมแรงดัน แบบ Digital Voltage Regulator ซึ่งค่าของ Voltage Regulation จะต้องไม่เกิน ±0.50% จากสภาวะไม่มีโหลด (No load) ถึง โหลดเต็มพิกัด (Full load)

3.2.7 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานรับรอง

3.2.8 ได้มาตรฐาน NEMA MG 1 – 22 หรือ BS 5000 หรือ CSAC.22.2 หรือ IEC 34 – 1

3.2.9 มีระบบป้องกัน OVER VOLTAGE PROTECTION และ OVER EXCITATION SHUTDOWN ROTATING EXCITER จะต้องเป็นแบบ 3 เฟส ฟูลเวฟเรคติไฟเออร์ และมี SELENIUM SURGE PROTECTOR

3.2.10 Alternator เป็นแบบ SINGLE BEARING, PRE-LUBRICATED, DOUBLE SHIELD, BALL TYPE, BEARING LIFE ไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง

3.2.11 ALTERNATOR จะต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบเป็นมาตรฐาน MIL-STD-705 และ IEEE-115

4. งานเดินสายไฟฟ้าเชื่อมระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับตู้ไฟฟ้า ATS

4.1 แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Switchboard)

4.1.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตซ์ประธานไฟฟ้าปกติ (Main Distribution Board) , แผงสวิตซ์ประธานไฟฟ้าฉุกเฉิน (Main Essential Distribution Board) และแผงสวิตซ์ไฟฟ้าทั่วไป (Distribution Board) ซึ่งแผงทั้งหลายเหล่านี้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

4.1.2 พิกัดของแผงสวิตซ์

ถ้ามิได้มีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตซ์ไฟฟ้าที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างและทดสอบตาม NEMA,ANSI,IEC,DIN หรือ VED Standard แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าฯ และ มอก. 1436-2540 ที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

Rated System Voltage	:	415/240 Volts
System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Solid Grounded Neutral
Rated Frequency	:	50 Hz.
Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
Rated Short-Time Withstand Current (0.5 Second)	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Peak Withstand Current	:	ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Insulation Level	:	600 Volts (Minimum)
Control Voltage	:	220-240 Volts (AC), (นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น)
Temperature Rise	:	25°C at Ambient Temp 40°C
Finishing	:	Epoxy-Polyester Powder Paint

4.1.3 ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตซ์

4.1.3.1 ลักษณะของแผงสวิตซ์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง	:	ไม่เกิน 2,200 มม.
ความกว้าง	:	ระหว่าง 600-1,300 มม.
ความลึก	:	ระหว่าง 600-1,200 มม.

4.1.3.2 แผงสวิตซ์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 3 ช่อง (Form 3b) กังนี้

ก. Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ

ข. Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับการติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Vertical Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตซ์

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

ค. Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออก จากสวิตช์นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้มีอุปกรณ์ Metering & Control ต้องจัดให้ส่วนของ Metering & Control Compartment อีกช่องหนึ่งสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดอุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้จะจัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผงวัสดุกั้นแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย

4.1.3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ Self - Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ยึดกันอย่างแข็งแรงด้วยการเชื่อมและขันด้วย Bolt ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

ก. ฝาด้านบน ให้แผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชิ้น โดยชิ้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment และฝาอีกชิ้นเป็นฝาปิดส่วนของ Busbar และ Circuit Breaker โดยฝาปิดดังกล่าวต้องยึดติดโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือ น๊อต ขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง

ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชิ้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน

ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือ น๊อต ขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามความต้องการ

ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุงด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง

จ. ฝาด้านหนึ่งให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง

ฉ. Degree of Protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC

4.1.3.4 การประกอบสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

4.1.3.5 การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อน และรหัสสี

4.1.4 Circuit Breaker

4.1.4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA,ANSI,VDE หรือ IEC และขนาดกระแสตั้งแต่ 1000A ขึ้นไป เป็นชนิด Air Circuit Breaker(ACB)

4.1.4.2 Circuit Breaker ที่อยู่ภายใน System เดียวกันและต่อเนื่องกันมีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) สัมพันธ์กัน (Co-Ordination) เพื่อให้ Circuit Breaker ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน Circuit Breaker ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

4.1.4.3 Main Circuit Breaker เป็นชนิด Air Circuit Breaker(ACB) และเป็นแบบ Manual Operate พร้อม Spring-Assisted Closing Mechanism นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ Motor Operated จะต้องมี Motor Operating Mechanism ด้วย Main Circuit Breaker ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบเพื่อทำงานตาม Function ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

ก. Solid State Trip Unit สำหรับการทำงานดังนี้
- Overcurrent Protection
- Ground-Fault Protection
- Instantaneous Trip
- Long Time Delay และ Short Time Delay Setting

ข. Breaker Position Indicating Device สำหรับแสดงสภาวะของ Circuit Breaker ว่าอยู่ในสภาวะ “On”, “Off” หรือ “Isolated”

ค. Local “On”/“Off” Push Button สำหรับ Manual Closing และ Tripping Circuit Breaker

ง. ในกรณีที่ Circuit Breaker เป็นแบบ Draw-Out Type ต้องจัดให้มีการ Interlock ในลักษณะ ดังนี้คือ
- ตัว Circuit Breaker จะต้องไม่สามารถเสียบเข้าหรือดึงออกหาก Circuit Breaker นั้นอยู่ในตำแหน่ง “On” หรือ “Closed”
- ตัว Circuit Breaker จะต้องไม่สามารถสับ “Close” ได้นอกจากตัว Circuit Breaker นั้นจะเสียบเข้าอย่างดีแล้วหรืออยู่ในสภาวะ “Isolated” หรือ“Withdrawn”

จ. Shunt Trip Coil สำหรับการ Tripping ตัว Circuit Breaker และ Trip Circuit Healthy Lamp

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงศ์ พุ่มสุวรรณ)

ฉ. Auxiliary Contacts สำหรับการทำ Interlock, Local Status Indication หรือ Control ทั้งนี้ให้จัดเตรียม Spare ไว้ 50%

ช. ให้จัดเตรียม Key Lock หรือ Pad Lock (ในกรณีที่กำหนดให้มี)

ซ. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่จำเป็นต้องมีสำหรับการทำ Function ต่างๆตามที่กำหนดในข้อกำหนดนี้หรือตามที่ระบุในแบบ

4.1.4 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Type, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make, Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip

4.1.5 ทั้ง Main Circuit Breaker, Feeder Circuit Breaker และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องมีขนาด Rated Continuous Current และขนาด Rated Short Circuit Interrupting Capacity ตามที่กำหนดในแบบ ทั้งนี้ค่า Rated Short Circuit Interrupting Capacity ให้ใช้ค่าที่ระดับแรงดัน 415 VAC ตามมาตรฐาน IEC

4.1.5 Automatic Main Capacitor Bank

4.1.5.1 5Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC

4.1.5.2 พิกัดของ Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

-	Type	:	Indoor (Dry Metallized Film)
-	Number of Phase	:	3
-	Capacitor Rated Voltage	:	ตามที่ระบุในแบบ
-	Rated Frequency	:	50 Hz
-	Rated Output	:	ตามที่ระบุไว้ในแบบ
-	Switching Step	:	ตามที่ระบุไว้ในแบบ
-	Power Loss	:	< 0.5 W/KVAR
-	Control Voltage	:	220V

4.1.5.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อยหลายๆตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

ก. Fuse Protection ทุก Steps ของ Capacitor Bank

ข. Contractor แบบ Heavy Duty

ค. Discharge Coil (หรือเป็นแบบ Built in ใน Capacitor)

ง. KVAR Controller

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชรินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

จ. Power Factor Meter

ฉ. Indicating Lamp

ช. Automatic and Manual Switching Device

4.1.5.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่น ๆ Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง

4.1.5.5 ในกรณีที่ชุด Capacitor Bank ไม่ติดตั้งรวมอยู่ในแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ แต่ติดตั้งแยกอยู่ภายในแผงสวิตซ์ต่างหากโดยเฉพาะข้อกำหนดทางด้านการสร้างตัวแผงสวิตซ์ของชุด Capacitor Bank ให้ถือเป็นเช่นเดียวกับข้อกำหนดการสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ

4.1.6 เครื่องวัดและอุปกรณ์

4.1.6.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ DIN หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ท เป็นแบบ Encapsulated หรือ Moulded Case โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1

4.1.6.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็น Switchboard Mounted ระบบดิจิตอล

4.1.6.3 Kilowattmeter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ระบบดิจิตอล

4.1.6.4 Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ระบบดิจิตอล

4.1.6.5 Kilowatt-Hour Meter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load และ Accuracy, Class II เหมาะ กับการใช้งานกับ Instrument Transformer

4.1.6.6 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp ผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ NEMA เป็นแบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 วัตต์ 6 โวลท์ พร้อม Transformer แปลง แรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลท์เป็น 6 โวลท์ เพื่อใช้กับหลอดไฟหรือเป็นหลอด LED ฝาครอบเป็น พลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

4.1.6.7 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Steps สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Steps สำหรับ AMP-Selector Switch

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงศ์ พุ่มสุวรรณ)

4.1.7 Busbars และฉนวนยึด

4.1.7.1 Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการ รับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) โดยให้ Max. Temperature Rise เท่ากับ 25oC ที่ Ambient Temperature 40oC และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ที่กำหนด แต่ ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

4.1.7.2 การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้าฯ กำหนดให้

4.1.7.3 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบ สองชิ้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุใน ตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด

4.1.7.4 Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทน ต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

4.1.8 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตซ์

4.1.8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และ อุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้.-

Current Circuit	:	4	ตารางมิลลิเมตร
Voltage Circuit	:	2.5	ตารางมิลลิเมตร
Control Circuit	:	1.5	ตารางมิลลิเมตร
Ground สำหรับบานประตู	:	10	ตารางมิลลิเมตร

4.1.8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสาย ไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

4.1.8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

4.1.9 Mimic Bus และ Nameplate

4.1.9.1 ที่หน้าแผงสวิตซ์ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติก สีดำสำหรับแผงสวิตซ์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตซ์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุม งานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผง สวิตซ์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

4.1.9.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็น แผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษร ต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ

4.1.9.3 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตซ์ด้าน นอกตรงตำแหน่งที่เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

4.1.9.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้ทำ Mimic Bus และ Nameplate เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ก่อนการติดตั้ง

4.1.10 การติดตั้ง

4.1.10.1 แผงสวิตซ์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน๊อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

4.1.10.2 ในกรณีที่เป็นพื้นที่คอนกรีต น๊อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

4.1.10.3 ให้จัดเตรียมฐานคอนกรีตขนาดสูงไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

4.1.11 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อย ดังนี้

4.1.11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตซ์ทั้งหมด

4.1.11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆที่ออกตากแผงสวิตซ์

4.1.11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆเพื่อทดสอบความถูกต้อง

4.2 สายไฟแรงต่ำ (Low Voltage Cable)

4.2.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

4.2.2 ชนิดของสายไฟ

a. โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2553

b. สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)

c. สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wire way โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2553, IEC 01

d. สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือ เดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำ

e. แกนเดียวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงศ์ พุ่มสุวรรณ)

f. สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2553

g. สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้นให้ใช้สายทนความร้อน ซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

h. สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคาร ต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด Flame-Retardant และการนำไปใช้งานต้องคำนึกถึงพิกัดกระแส และอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสาย ให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

4.2.3 การติดตั้ง

a. การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะ ต้องกระทำดังต่อไปนี้

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สายช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

ง. การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

b. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 600 โวลท์

ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง

ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดย Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้า แต่ละชนิด

จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

4.2.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนไฟฟ้า ดังนี้

a. สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิทช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆกรณี

b. สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม ในทุกๆกรณี

c. การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 นาทีต่อเนื่องกัน

4.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

4.3.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

4.3.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบ่งออกตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อโลหะต้องเป็นตามมาตรฐาน มอก.770-2533, ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

4.3.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358

4.3.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงและใช้สถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท., NEC Article 342

4.3.2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ ให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท, NEC Article 344

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

4.3.2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท., NEC Article 350 และ NEC Article 360

4.3.2.5 ท่ออโลหะแข็งชนิด High-Density Polyethylene : HDPE ตามมาตรฐาน มอก.982-2533, Class ไม่ต่ำกว่า PN 6.3 มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ฝังดินโดยตรงหรือมีคอนกรีตหุ้มตามที่ระบุในแบบ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 353

4.3.2.6 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน

4.3.2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ของ วสท., NEC

ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆทุกๆระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆไม่เกิน 0.9 เมตร

ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

ฉ. การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

ช. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

ซ. หากไม่ได้ระบุเป็นอื่น ท่อต่างๆจะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในฝ้าเพดาน และห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า

4.3.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

4.3.3.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized หรือเป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบและแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงศ์ พุ่มสุวรรณ)

4.3.3.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขั้นทุกๆระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า

4.3.3.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4.3.4 รางเดินสาย (Wireway)

4.3.4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิม โดนวิธีชุบ Electro-Galvanized หรือแผ่นเหล็ก Aluzinc

4.3.4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 300 และ Article 362 และ ต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4.3.4.3 ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร

4.3.5 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้

4.3.5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

4.3.5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่หว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

4.3.5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

4.3.5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆและขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 312

4.3.5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา

4.3.5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงศ์ พุ่มสุวรรณ)

4.3.6 การติดตั้ง

4.3.6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท., การไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง "ความปลอดภัยทางไฟฟ้า"

4.3.6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบ การต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

4.3.7 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

4.4 ตู้ควบคุม

4.4.1 แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินชนิด Microprocessor based เป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถแสดงผลได้ทั้งส่วนของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อย ดังนี้

4.4.1.1 ระบบควบคุมเครื่องยนต์

- Starting battery voltage
- Engine speed
- Water temperature
- Oil pressure
- Hours run

4.4.1.2 ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- Generator Set Output Current
- Generator Set Output Voltage (L-L,L-N)
- KW,KVA,Kvar meter
- Run-Off-Auto Switch

4.4.2 ตู้ควบคุม จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วงจรควบคุมต้องมีสัญญาณเตือนที่แผงควบคุม เพื่อดับเครื่องยนต์ขณะเกิดข้อบกพร่องในกรณีต่างๆ ดังนี้

4.4.2.1 ส่วนของเครื่องยนต์

- Overspeed (Shutdown)
- Low oil pressure (Warning/Shutdown)
- High engine coolant temperature (Warning/Shutdown)
- Low coolant temperature (Warning)
- Failure to Crank (Shutdown)
- Emergency Stop (Shutdown)
- Low/High Battery Voltage (Warning)
- Battery Alternator Charge Fail (Warning)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

4.4.2.2 ส่วนของ Alternator

- Over Current (Warning/Shutdown)
- Under/Over Voltage (Shutdown)
- Under/Over Frequency (Shutdown)
- Over Load (Warning)

5. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ว่าจะวัดจากด้านใด

5.2 ผนังด้านในทุกด้าน ยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลมให้บุด้วยแผ่นใยหินชนิดแข็ง (Mi-Neral Fiber Mat) ความหนาแน่นอย่างน้อย 80 Kg/M^3 ที่ความหนา 100 มม. แล้วบุด้วยแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Glass Fiber Coated) หนา 0.8 มม. เพื่อป้องกันใยหลุดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดานด้วยหมุดยาวเป็นระยะห่างประมาณ 20 ซม.

5.3 เพดานด้านใน หากไม่มีฝ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 5.2

5.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์ เป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากลเหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้

5.5 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อนแผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ บานประตูบุผนังใยหินชนิดแข็ง ชนิดเดียวกันกับข้อ 5.2 เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านใน

5.6 ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงและระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่อง ต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งชุดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ตามที่ระบุโดยจะต้องจัดทำเพิ่มให้ดีพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่ม

5.7 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E-84 หรือเทียบเท่า

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินพร้อมวัดค่าต่างๆ เปรียบเทียบกับข้อกำหนดและข้อมูลจากผู้ผลิต ก่อนส่งมอบงานดังนี้

6.1 โหลดเสมือน (Dummy load)

6.1.1 ทดสอบการเดินเครื่อง 50% โหลดติดต่อกันเป็นเวลา 30 นาที

6.1.2 ทดสอบการเดินเครื่อง 100% โหลดติดต่อกันเป็นเวลา 120 นาที

6.1.3 ทดสอบการเดินเครื่อง 110% โหลดติดต่อกันเป็นเวลา 30 นาที (กรณี Prime Rating)

6.1.4 ทดสอบการรับโหลดตามข้อกำหนด

6.2 ทดสอบการใช้งานจริงการรับโหลดในครั้งเดียว (Single Step load 100%)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

7. เงื่อนไขทั่วไป

7.1 ให้ติดป้ายแสดงการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง, ผู้ผลิต, ข้อห้าม, ป้ายห้ามสูบบุหรี่ และอื่น ๆ

7.2 ให้ติดป้ายแสดงวิธีการแก้ไขปัญหาในกรณีฉุกเฉินที่ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

7.3 ภายหลังทดสอบและส่งมอบงานต้องเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถัง Day Tank

7.4 ผู้เสนอราคาจะต้องมีวิศวกรสาขาไฟฟ้า และวิศวกรเครื่องกลไม่ต่ำกว่าระดับสามัญซึ่งวิศวกรเป็นวิศวกรประจำบริษัท โดยมีใบประกอบวิชาชีพมาแสดง

7.5 ภายหลังการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเรียบร้อยแล้ว ผู้เสนอราคาจะต้องทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองให้ใช้งานได้ดีก่อนส่งมอบงาน

7.6 เมื่อผู้เสนอราคาได้รับการคัดเลือกแล้ว จะต้องนำหลักฐานการเป็นตัวแทนจำหน่ายแต่เพียงผู้เดียวในประเทศไทย หรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายนั้น ๆ เพื่อความมั่นใจในเรื่องบริการหลังการขายและอะไหล่สำรอง หากไม่สามารถนำหลักฐานการเป็นตัวแทนจำหน่ายมาแสดงได้ มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์พิจารณาผู้เสนอราคารายถัดไป

7.7 ผู้เสนอราคาต้องเสนอราคารวมค่าอุปกรณ์, ค่าติดตั้งแล้วเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนภาษีมูลค่าเพิ่ม ค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ทั้งหมด, พร้อมจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค, แคตตาล็อค, แบบรูปแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.8 ผู้เสนอราคาจะต้องมีหนังสือรับรองผลงานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่สำเร็จแล้ว

8. การฝึกอบรม

ผู้ขายจะต้องส่งผู้เชี่ยวชาญ (มีหลักฐานมาแสดง) มาฝึกอบรมช่างเทคนิคและผู้เกี่ยวกับของผู้ซื้อให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อย 2 ครั้ง

9. หนังสือคู่มือ

ผู้ขายจะต้องจัดหาหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่อง และหนังสือแสดงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ จำนวน 4 ชุด พร้อมชุดเครื่องมือประจำเครื่องมอบให้ผู้ซื้อในวันส่งมอบงาน

10. เงื่อนไขอื่นๆ

10.1 เสนอราคาวิธีการบำรุงรักษาซ่อมหลังการขายหมดประกันแล้ว

10.2 มีอะไหล่สำรองเพื่อซ่อมแซมกี่ปี

10.3 เมื่อผู้เสนอราคาได้รับการคัดเลือกแล้วจะต้องนำหลักฐานแต่งตั้งจากผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทยทั้งเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งชุด

10.4 ผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำ As Built Drawing ในรูปแบบของ File Autocad และ PDF พร้อมสำเนา 3 ชุด และส่งมอบให้ผู้ซื้อ

11. การรับประกันและบำรุงรักษา

11.1 ผู้เสนอราคาจะต้องให้การฝึกอบรมการใช้งาน การดูแลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเบื้องต้นแก่ทางเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลฯ หลังการส่งมอบงานอย่างน้อย 1 ปี หรือตามที่ทางเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลฯ ร้องขอในระหว่างระยะเวลาแห่งการรับประกัน 2 ปี พร้อมจัดส่งคู่มือสำหรับการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย 3 ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)

11.2 ผู้เสนอราคาจะต้องให้บริการบำรุงรักษาทำความสะอาดอย่างน้อยทุก 3 เดือน และซ่อมแซมพร้อมทั้งปรับเครื่องให้ใช้การได้อยู่ตลอดเวลา มีอะไหล่พร้อมเปลี่ยนส่วนที่เสียให้ใหม่โดยไม่คิดมูลค่า ในระหว่างระยะเวลาแห่งการรับประกัน 2 ปี

11.3 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำรายละเอียดการบำรุงรักษาและรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารวม 5 ปี หลังจากสิ้นสุดระยะเวลารับประกัน

12. เงื่อนไขในการเบิกจ่ายเงิน

การเบิกจ่ายเงิน จะเบิกจ่ายดังนี้

12.1 เงินงวดที่ 1 (ร้อยละ 5) เมื่อผู้เสนอราคาส่งมอบแผนการทำงาน พร้อม Shop Drawing ในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ภายในระยะเวลา 15 วัน นับจากวันลงนามในสัญญา

12.2 เงินงวดที่ 2 (ร้อยละ 35) เมื่อผู้เสนอราคานำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าวางในโรงเรือนเก็บเสียงพร้อมบุผนังห้องโรงเรือนเก็บเสียง ภายในระยะเวลา 150 วัน นับจากวันลงนามในสัญญา

12.3 เงินงวดที่ 3 (ร้อยละ 45) เมื่อผู้เสนอราคาติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทดสอบระบบ พร้อมใช้งานและจัดอบรม พร้อมส่ง As built drawing ในรูปแบบ file Autocad และ PDF พร้อมสำเนา 3 ชุด ภายในระยะเวลา 180 วัน นับจากวันลงนามในสัญญา

12.4 เงินงวดที่ 4 (งวดสุดท้าย) เมื่อผู้เสนอราคาได้ส่งมอบครบถ้วนถูกต้อง เรียบร้อยแล้ว ภายในระยะเวลา 200 วัน นับจากวันลงนามในสัญญา

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์ชวินทร์ สุวรรณฉัตรชัย)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ดร.เสฏฐา ศาสนนันทน์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายจีรพงค์ พุ่มสุวรรณ)