

รายละเอียดประกอบแบบ
งานปรับปรุงระบบไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ๑ งาน
วิทยาลัยเพาะช่าง

๑. ความเป็นมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตเพาะช่าง ด้วยเนื่องจากปัจจุบันนี้ อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแรงสูง-แรงต่ำ ของระบบไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่ติดตั้งใช้งานอยู่มีอายุการใช้งานมานานและชำรุด สมควรปรับปรุงให้ดีขึ้นอีกทั้งสมควรที่จะติดตั้งอุปกรณ์ใหม่เพิ่มขึ้นเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย นักศึกษาสามารถใช้อุปกรณ์ที่ลงปฏิบัติได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

๒. วัตถุประสงค์

ปีงบประมาณ ๒๕๕๗ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์วิทยาเขตเพาะช่าง มีความประสงค์ ปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูง-แรงต่ำ ของระบบไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร

๓. ขอบเขตและปริมาณงาน

กำหนดให้มีการ ก่อสร้าง จัดหา ติดตั้ง ดังต่อไปนี้

๓.๑ Main Incoming & HV Routing

- ๓.๑.๑ ติดตั้งฐานรองยกหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน ๑ งาน
- ๓.๑.๒ จัดหาพร้อมติดตั้ง Unit Substation (TR.๑,๒๕๐KVA) จำนวน ๑ งาน
- ๓.๑.๓ ติดตั้งสายไฟฟ้า ด้านแรงสูงเชื่อมต่อเข้ากับ Unit Substation จำนวน ๑ งาน

๓.๒ งานติดตั้งตู้ MDB ๑ (ตู้ใหม่)

- ๓.๒.๑ จัดซื้อแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธาน (MDB๑) พร้อมติดตั้ง จำนวน ๑ ตู้
- ๓.๒.๒ ติดตั้งพื้นคอนกรีตสูง เพื่อเป็นฐานรองตู้ MDB๑ จำนวน ๑ งาน
- ๓.๒.๓ ติดตั้งสายไฟฟ้า จากหม้อแปลงไฟฟ้าถึงตู้ MDB๑ จำนวน ๑ งาน
- ๓.๒.๔ ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า จากหม้อแปลงไฟฟ้าถึงตู้ MDB๑ จำนวน ๑ งาน
- ๓.๒.๕ ขุดแนววางท่อ จากบริเวณหม้อแปลงไฟฟ้าเชื่อมผ่านบ่อพักสาย ถึงตู้ MDB๑ จำนวน ๑ งาน
- ๓.๒.๖ BREAK AND RE-FILL RC CONCRETE จำนวน ๑ งาน

๓.๓ หมวดงานระบบไฟฟ้า อาคาร ๖

๓.๓.ก งานติดตั้งท่อร้อยสาย DB๖ มายัง MDB๑

๓.๓.๑ ติดตั้งสายไฟฟ้าของเดิม จากตู้ DB๖ ถึงตู้ MDB๑ ตีเกลียว จำนวน ๑ งาน

๓.๓.๒ ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า จากตู้ DB๖ ถึงตู้ MDB๑ ตีเกลียว จำนวน ๑ งาน

๓.๓.ข ห้องเตาเผา

๓.๓.๓ จัดซื้อพร้อมเปลี่ยนตู้ DB จำนวน ๑ ตู้

๓.๓.๔ ติดตั้งสายไฟฟ้า จากตู้ MDB๑ ถึงตู้ DB จำนวน ๑ งาน

๓.๓.๕ ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า จากตู้ MDB๑ ถึงตู้ DB จำนวน ๑ งาน

๓.๓.ค ตู้ CB สำหรับมอเตอร์ เครื่องปั้นดิน

๓.๓.๖ จัดซื้อพร้อมติดตั้งตู้ CB จำนวน ๑ ตู้

๓.๓.๗ ติดตั้งสายไฟฟ้า จากตู้ MDB๑ ถึงตู้ CB จำนวน ๑ งาน

๓.๓.๘ ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า จากตู้ MDB๑ ถึงตู้ CB จำนวน ๑ งาน

๔. คุณสมบัติเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ (ส่วนที่สำคัญ)

๔.๑ UNIT SUBSTATION

คุณสมบัติทั่วไปของ Unit Substation

(๑) ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ระบุถึงความต้องการด้านการออกแบบ การผลิตและการติดตั้ง Unit Substation ประกอบด้วยส่วนหลัก ๓ ส่วน คือ ส่วนสวิตช์เกียร์แรงสูง ส่วนหม้อแปลง และส่วนสวิตช์เกียร์แรงต่ำ เป็นชนิด TYPE TESTED ASSEMBLY (TTA) ตามมาตรฐาน IEC ๖๒๒๗๑-๒๐๒

(๒) ความต้องการด้านเทคนิค

๒.๑ อุปกรณ์ในแต่ละส่วนจะอยู่ใน Separate Compartment ที่สามารถกันน้ำ (Weatherproof Enclosure)

๒.๒ การจัดเรียงส่วนแรงสูงและส่วนแรงต่ำอยู่ด้านปลายแต่ละด้านของ Unit Substation มีประตูแยกสำหรับแต่ละส่วนพร้อมกุญแจประตูเป็น Master Key

๒.๓ ตู้ Housing จะต้องทำจาก

- เหล็กแผ่นพ่นสีความหนาไม่น้อยกว่า ๒ mm. พ่นสี
- ฐานทำด้วยเหล็กไม่น้อยกว่า ๔ mm. ชุบกัลป์วาไนท์ (HOT DIP GALVANIZE)
- หลังคาสามารถรับ Load ได้ไม่ต่ำกว่า ๒,๕๐๐ N/m^๒
- ระบบป้องกันแต่ละส่วน

- MV และ LV IP ๔๔
- Transformer IP ๓๓
- ระบายความร้อนจะต้องได้ Class ๑๐

๒.๔ การกำหนดที่ตั้งของสวิตช์เกียร์แรงสูงต้องเตรียมพื้นที่ให้สามารถติดตั้ง Ring Main Unit ได้ ส่วนหม้อแปลงมี ขนาด ตามแบบกำหนด และตามขนาดมาตรฐานของการไฟฟ้า

๒.๕ ตู้ Enclosure ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้

- Common clause for high voltage switchgear and low voltage switchgear IEC ๖๐๖๙๔
- Self – contained medium voltage apparatus IEC ๖๒๒๗๑-๒๐๐
- Ac switches and earthing switches IEC ๖๐๑๒๙
- Switches and disconnector IEC ๖๐๒๖๕
- Combined switch / disconnectors IEC ๖๐๔๒๐
- High voltage fuses IEC ๖๐๔๒๐
- High voltage test procedures IEC ๖๐๐๖๐
- Distribution substation up to ๕๒ kV IEC ๖๑๓๓๐ OR ๖๒๒๗๑-๒๐๒
(๑st edition JUNE,๐๖)
- Classification of degrees of protection for enclosures IEC ๖๐๕๒๙
- Transformer IEC ๖๐๐๗๖-๑
- LV switchboard IEC ๖๐๔๓๙-๑

๒.๖ กรณีที่ตู้ Enclosure ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตที่ได้รับใบอนุญาตการผลิต (License) หรือเป็นบริษัทสาขา (Subsidiary) หรือเป็นบริษัทร่วมทุน (Joint Venture) ของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมี Type Test Report อนุญาตให้นำมาใช้ได้ หากผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นว่าการออกแบบ วิธีการผลิต และการทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนด

(๓) รายละเอียดแต่ละส่วนของ Unit Substation มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑ สวิตช์เกียร์แรงสูงใช้ชนิด ๒๔ SF๖-Insulated Ring Main Unit มีคุณสมบัติดังนี้

Rated Voltage	๒๔ kV.
Number of Phase	๓ phase
Rated Impulse Withstand Voltage	๑๒๕ kV.

Rated Power Frequency Withstand Voltage	๕๐ kV.
For Cable Feeder	
Rated Normal Current	๖๓๐ A
Rated Short Time Current (๑ sec)	๑๖ kA.. At ๒๔ kV.
Rated Short Circuit Making Current	๔๐/๒๐ kA. At ๔๐ kA. At ๒๔ kV.
For transformer Feeder	
Rated Normal Current	CB ๒๕๐ A OR Hrc fuse
Rated Breaking Capacity	๑๖ kA. At ๒๔ kV.

๓.๑.๑ ส่วนไฟฟ้าแรงสูงจะต้องห่อหุ้มโดยมี Protection Class IP ๖๗

๓.๑.๒ 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 ๔๐ kA.Peak พร้อมกัน และมี Padlock ที่สวิตช์ทุกตัวเพื่อให้ล็อกได้ทั้งในตำแหน่งเปิดและปิด

๓.๑.๓ สวิตช์ด้าน Transformer Feeder เป็นชนิด Circuit Breaker Or Fuse Combination จะต้องสามารถป้องกันการ Short Circuit ได้ระบบตัดตอนของ Circuit Breaker จะต้องไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟภายนอก

๓.๑.๔ 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 ๑๒/๒๐ 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 ๑ ชุดมีค่า Trip Current ๘๐๐-๑,๐๐๐A และค่า Time Reset ๔ ชั่วโมง ตัวบอกสถานะจะต้องอยู่นอก Cable Compartment และเห็นได้ง่ายจากด้านหน้าของ Ring Main Unit (กรณีที่ทำระบบ Ring Loop)
- Pressure Gauge หรือเทียบเท่า
- จุดทดสอบ Cable Feeder

- Lifting Facilities
- จุดต่อสายดินอย่างน้อย ๒ จุด

๓.๒ หม้อแปลงใช้ชนิด Outdoor Sealed Tank Type ฉนวนน้ำมัน โดยต้องจัดทำ Sump สำหรับ รับ น้ำมันหรือของเหลวจากหม้อแปลงกรณีที่เกิดการรั่ว ขนาดของ Sump ต้องเหมาะสมกับหม้อแปลง หรือตาม ขนาด ที่แบบกำหนด ส่วนที่ต่อสายแรงสูงและแรงต่ำ หากสัมผัสได้จะต้องหุ้มโดยมี Protection Class ไม่น้อย กว่า IP ๓๑ หม้อแปลงที่ใช้ควรมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

- Cover พร้อมแสดงตำแหน่ง ๑-๕ โดยตำแหน่ง ๑ เป็น Tap Voltage สูงสุด
- Pressure-Vacuum Gauge Provision ประกอบด้วย Inch NPT (American Standard Taper Pipe Threads , ANSI B๒.๑ or equal) Female Opening พร้อมปลั๊กที่ทนการกัดกร่อน
- Manual Pressure Relief Fitting ติดตั้งที่ตัวถังเหนือระดับน้ำมัน
- Pressure Relief Device มีอัตราการไหลอย่างน้อย ๓๕๐ SCFM ที่แรงดัน ๑๕ ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว 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

๓.๓ สวิตช์เกียร์แรงต่ำ ประกอบด้วย

- Main Circuit Breaker มีขนาด Ampere Trip (AT) ใช้ตามขนาดตามระบุในแบบ และสามารถ ปรับค่าหรือถอดเปลี่ยน Tripping Module ได้จนถึงค่า Ampere Frame
- Outgoing Feeder เป็น Circuit Breaker
- Busbar ทองแดงและทุกส่วนที่มีไฟจะต้องหุ้มฉนวนหรือป้องกันการสัมผัสโดยมี IP ๒๐ ระหว่าง การทำงานปกติจะต้องป้องกันมิให้ไปสัมผัสส่วนมีไฟฟ้าโดยบังเอิญ 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 ๑

(๔) การทดสอบ

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

๔.๒ LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION BOARD**๔.๒.๑ ความต้องการทั่วไป**

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board :MDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB) การสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ด้านการทำแผงสวิตช์ฯ มาแล้วไม่น้อยกว่า ๕ ปี ผ่านการผลิตสวิตช์บอร์ด Type-Tested ชนิด Licensee และสามารถประกอบได้ตามมาตรฐาน IEC ๖๑๔๓๙-๒ หรือ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. ๑๔๓๖-๒๕๔๐) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑:๒๐๐๘

ก่อนประกอบแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

๔.๒.๒ พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้า

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	:	๔๑๕/๒๔๐ VOLTS
SYSTEM WIRING	:	๓-PHASE , ๔-WIRE , SOLID GROUND.
RATED FREQUENCY	:	๕๐ HZ.
RATED CURRENT	:	ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND	:	ไม่น้อยกว่า RATED SHORTCIRCUIT CURRENT ที่ระบุในแบบ
RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	:	๑,๐๐๐ VOLTS
CONTROL VOLTAGE	:	๒๒๐-๒๔๐ VAC.

FINISHING	:	Coldroll steel with EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING.
TYPICAL FORMS	:	FORM ๒ A หรือตามที่ระบุในแบบ

๔.๒.๓ ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

แผงสวิตช์ฯประกอบเป็น COMPARTMENT รูปแบบ FORM ๒ A หรือตามที่ระบุในแบบ และมี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP ๓๐ ตาม IEC STANDARD

การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้ โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing) การพ่นสีขึ้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี ๖๐ ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน ๒๐๐ องศาเซลเซียส

๔.๒.๔ บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า ๙๘% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC ๖๑๔๓๙-๒

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ. เฟสบี. และเฟสซี. โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือ จากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน ทั้งบัสบาร์เส้นดิน และ บัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ฯทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริเวณ

Bus bar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ KA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

๔.๒.๕ สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ ๗๕๐ โวลต์ อนุญาตความร้อนได้ไม่น้อยกว่า ๑๐๕ องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง ๒ ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

๔.๒.๖ Mimic Bus และ Nameplate

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า ๓ มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า ๑๐ มิลลิเมตรยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus และเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า ๒๐ มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

๔.๒.๗ การทดสอบ

โรงงานผู้ผลิต จะต้องทำการทดสอบ(Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC ๖๑๔๓๙-๒ ดังต่อไปนี้

- ๑) ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
- ๒) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)

- ๓) ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
- ๔) ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

- ๑) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
- ๒) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
- ๓) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

๔.๒.๘ เครื่องมือบำรุงรักษา

ที่ข้างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า ๑ (หนึ่ง) อัน โดยมีประกับติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ ๑.๘๐ ม. และให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะ ๑ (หนึ่ง) อัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม ๑ (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ ๑ (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

๔.๒.๙ AIR CIRCUIT BREAKER (ใช้สำหรับที่มี RATED CURRENT > ๑,๒๕๐ A.)

ข้อกำหนดทั่วไป

- Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC ๙๔๗-๑ และ IEC ๙๔๗-๒ และเป็นเบรกเกอร์ชนิด Category B
- การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

โครงสร้างและส่วนประกอบ

- Main Contact ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว

- Arc Chutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด – ประกอบ ที่ทำงานได้สะดวก และที่ Arc Chutes ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault
- กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า – ออก จะต้อง มี ๓ ตำแหน่ง คือ Connect – Test – Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของ เบรกเกอร์
- Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน ๒ ชั้น (Double Insulation)
- Rate current ๑๐๐% continuous
- อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)
- Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ ๐.๕ – ๓ วินาที
- Under voltage ,Shunt Trip ,Closing Coil, Motor operated ,Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ ๘๐๐ – ๖,๓๐๐ A เพื่อความสะดวกในเรื่อง Spare part
- Built in ground fault protection
- Phase protection with shunt trip
- Closing coil motor operated
- Auxiliary contact

ทรียูนิต (trip units)

- CT ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟ ภายในตัวเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (accuracy) ในการวัดค่ากระแส
- ทรียูนิตต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS
- ทรียูนิตต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์โหลดหลายครั้งติดๆกัน
- ฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกิน (over current protection)

TRIP UNIT ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้

- ๑) Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสได้ตั้งแต่ ๐.๔ – ๑ เท่าของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้

๒) Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ ๑.๕ – ๑๐ เท่า และสามารถปรับ
 หน่วงเวลาได้ตั้งแต่ ๐.๑ – ๐.๔ วินาที

๓) Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้

๔) Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ ๐.๑ – ๐.๔ วินาที

- มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT, ST, GF)
- ค่ากระแส Pick-up และการหน่วงเวลาที่ใช้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้า
 จอแสดงผล ในหน่วย แอมแปร์ และวินาที เพื่อต่อการอ่านค่า
- มีฟังก์ชันพื้นฐานของการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic measurements function)
- มีแอมมิเตอร์พร้อมจอแบบดิจิทัล แสดงค่า RMS ของกระแสของแต่ละเฟส
- มี Bar graph แบบLEDหรือ LCD (มี backlight) แสดงค่ากระแส ๓ เฟสพร้อมๆกัน
- มี Maxi meter เก็บค่ากระแสRMS สูงสุดของแต่ละเฟส ไว้ในหน่วยความจำภายใน
 และสามารถแสดงค่าทางจอแสดงผลของ trip unit ได้

๔.๒.๑๐ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER

Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC ๙๔๗-๒CAT A
 Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่
 Handle Position

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาด ๑๐๐ AF ถึง ๒๕๐ AF จะต้องเป็น Thermal-magnetic Trip
 สามารถปรับค่ากระแส THERMAL ได้ตั้งแต่ ๐.๗ -๑.๐ ของ Rated Current (In)

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ ๔๐๐ AF ขึ้นไป จะต้องเป็น ELECTRONIC TRIP
 สามารถปรับค่ากระแส OVERLOAD CURRENT ได้ระหว่าง ๐.๔ -๑.๐ ของ Rated Current (In) และ
 สามารถปรับค่ากระแส SHORT CIRCUIT CURRENT ได้ระหว่าง ๒ -๑๐ เท่า

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ ๔๐๐ AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ ๙๕ %
 ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และ ถ้ามีค่าตั้งแต่ ๑๐๕ % ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็น
 สัญญาณกระพริบตลอดเวลา

MCCB ขนาดตั้งแต่ ๑๐๐-๖๓๐ AF ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ
 Ultimate breaking capacity (Icu) คือ $I_{cs} = 100\% I_{cu}$ และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็น
 ฉนวน ๒ ชั้น (Double Insulation) Rate current ๑๐๐ % continuous.

Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า ๒๒๕ A. ให้ใช้ Terminal ชนิด Bus bar Connection Type สำหรับขนาดเล็กกว่า ๒๒๕ A. ให้ใช้ชนิด Feeder Connection Type ได้ ขนาดของ Miniater CB. ที่ระบุในแบบ Panel Schedule ขนาด ๑๐๐ AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ ๖๓ AF. แทนได้แต่ค่า KAIC ให้เป็นไปตามที่ระบุ

๔.๒.๑๑ METERING

ประกอบด้วย CURRENT TRANSFORMER (CT) SECONDARY RATED CURRENT ๕A, PRIMARY RATED CURRENT ตามที่กำหนดในแบบ หรือ เหมาะสมกับ LOAD นั้นๆ ACCURACY CLASS : ๑.๐ หรือดีกว่า TROPICAL PROOF ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ โวลต์ RATED BURDEN ตามความเหมาะสม

AMMETER ใช้ CT TYPE AMMETER เป็นชนิดที่มีสเกลอ่านได้ตามขนาด PRIMARY CURRENT RATING เป็นแบบใช้ต่อกับ CURRENT TRANSFORMER ชนิด ๕A SECONDARY RATED CURRENT, ACCURACY CLASS ๑.๐ หรือ ดีกว่า

AMMETER SELECTOR SWITCH (AS) เป็นชนิดเลือกได้ ๔ ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง ๓ เฟส และมีจังหวะปิด โดยทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า ๑๐ แอมแปร์ VOLTMETER เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ ๐-๕๐๐ V หรือตามแบบ ACCURACY CLASS ๑.๕ หรือดีกว่า

VOLTMETER SELECTOR SWITCH (VS) เป็นชนิดเลือกได้ ๗ ตำแหน่ง สำหรับไฟ ๓ เฟส ๔ สาย เพื่อวัดได้ทั้ง ๓ เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย

KILOWATT HOUR METER (KWH) เป็นชนิดต่อตรง หรือใช้กับ CT แบบธรรมดาหรือ MAXIMUM DEMAND TYPE ตามที่กำหนดใช้กับระบบไฟฟ้า ๓๘๐/๒๒๐ v, ๓ PHASE, ๔ WIRE หรือตามที่กำหนด ACCURACY CLASS ๒.๕ หรือดีกว่า

CONTROL FUSE สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่าง ๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด CARTRIDGE ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า ๒๐KA ที่ ๓๘๐V และจะต้องเตรียม FUSE HANDLE ๑ ชุด ติดตั้งไว้ในตู้

INDICATOR LAMPS ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่ามีเลนส์ด้านหน้าใช้สำหรับกระแสสลับ ๒๒๐ โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ E๑๔ และหลอดนีออน

CONTROL WIRING สายคอนโทรลใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า ๖๐๐ โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ ๗๐ องศาเซลเซียส สายที่ต้องมีการเคลื่อนไหวให้ใช้สายชนิดอ่อน สายให้แยกใช้หลายสี

เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาเดินในรางพลาสติก สายให้ต่อผ่านหัวต่อสายชนิด ๒ ด้าน TERMINAL RAIL ไม่ให้ต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้หางปลาขนาดที่เหมาะสม

MIMIC DIAGRAM ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำประกอบกันเป็น SCHEMATICAL FORM , NAME PLATE ทั้งหมดต้องเป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ, NAME PLATE ต้องทำด้วยพลาสติกสองชั้น โดยชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือทั้งหมดกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือ จะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือทั้งหมดเป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ

๔.๒.๑๒ AUTOMATIC CAPACITOR BANK

เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ (AUTOMATIC CAPACITOR BANK) สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อย่างอัตโนมัติ

พิกัดของ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- TYPE INDOOR (NONFLAMMABLE TYPE POLYPROPYLENE FILM OR METALLIZED POLY PROPYLENE IMPREGNATED WITH NON-PCB LIQUID, SELF HEALING
- NUMBER OF PHASE ๓ เฟส ๒๒๐/๓๘๐ V
- RATED VOLTAGE ๔๐๐ V. (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)
- RATED FREQUENCY ๕๐ Hz.
- RATED OUTPUT ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- SWITCHING STEPS CYCLIC OPERATION (๑๒ STEPS)
- POWER LOSS ไม่เกิน ๑ W/KVAR
- OPERATING - ๑๐/+๔๕°C

CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลายๆ ตัวยัดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศอย่างดี (แผ่นเหล็กเจาะรูพรุน) และการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

- FUSE PROTECTION ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑.๖ เท่าของ CAPACITOR และมีฟิวส์กระแส

ลัดวงจรไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุดต้องมีระบบอัตโนมัติติดตั้ง ๓ FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง ๑ ชุด

- CONTACTOR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE)
- มี DISCHARGE RESISTANCE (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
- KVAR CONTROLLER เป็นแบบ ELECTRONIC CONTROL ๒๒๐ 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 ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และติดตั้งไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย Digital Metering

๔.๓ สายไฟ (Conductor)

สายไฟต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือรายละเอียดที่ได้ระบุไว้ในแบบ

๔.๓.๑ สาย XLPE

๔.๓.๑.๑ ขนาดสายตามแบบที่กำหนด

๔.๓.๑.๒ ได้มาตรฐาน IEC ๖๐๕๒๐-๒

๔.๓.๑.๓ ทนแรงดันได้ ๒๐,๐๐๐ V

๔.๓.๑.๔ XLPE ชนิดสายเดี่ยว สายชนิดนี้เป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนคลอสโพลีเอททีลีน (XLPE) มีชื่อเรียกทางการค้าว่าสาย CV นิยมใช้เป็นสายป้อนหรือสายเมนสำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง สามารถทนแรงดันไฟฟ้าและมีอุณหภูมิใช้งานได้สูง

๔.๓.๒ สาย NYY

๔.๓.๒.๑ ขนาดสายตามแบบที่กำหนด

๔.๓.๒.๒ ได้มาตรฐาน ๖๐๒๒๗ IEC ๑๐

๔.๓.๒.๓ ทนแรงดันได้ ๗๕๐ V

๔.๓.๒.๔ NYY ชนิดสายเดี่ยว สายชนิดนี้เป็นสายที่มีเปลือกเพียงชั้นเดียว ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ ไม่ต้องมีเปลือกชั้นใน

๔.๓.๒.๕ NYY ชนิด ๒ แกน ๓ แกน และ ๔ แกน ซึ่งแล้วแต่ความต้องการของการใช้งาน สายชนิดนี้จะมีเปลือกสองชั้น

๔.๓.๒.๖ NYY ชนิด ๔ แกน มีสายนิวทรัลรวมอยู่ด้วย เรียกว่าเป็นสาย NYY – N คือ มีสายไฟอยู่ ๓ เส้น และมีสายนิวทรัลอยู่หนึ่งเส้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัดอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งของสายไฟจึงเหมาะที่จะใช้ในวงจร ๓ เฟส ๔ สาย

๔.๓.๓ สาย THW

๔.๓.๓.๑ ขนาดสายตามแบบที่กำหนด

๔.๓.๓.๒ ได้มาตรฐาน ๖๐๒๒๗ IEC ๐๑

๔.๓.๓.๓ ทนแรงดันได้ ๗๕๐ V

๔.๓.๓.๔ THW ชนิดสายเดี่ยว สายชนิดนี้เป็นสายที่มีลักษณะเป็นสายกลมแกนเดี่ยวตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน PVC ชั้นเดียว จึงเหมาะสำหรับใช้งานในระบบ ๓ เฟส ๔ สาย

๔.๓.๔ รหัสสีของสายไฟ เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

๔.๓.๔.๑ ระบบไฟฟ้า ๔๐๐/๒๔๐ โวลต์ ๓ เฟส ๔ สาย ให้ใช้รหัสสีดังนี้

สายเส้นกลาง	สีฟ้า
สายเส้นเฟส A	สีน้ำตาล
สายเส้นเฟส B	สีดำ
สายเส้นเฟส C	สีเทา
สายเส้นดิน	สีเขียว/เหลือง หรือทองแดงเปลือย

๔.๓.๔.๒ ระบบไฟฟ้า ๒๔๐ โวลต์ ๑ เฟส ๒ สาย สายให้ใช้สี ดังนี้

สายเส้นกลาง	สีฟ้า
สายเส้นไฟ	สีน้ำตาล

สายขนาดใหญ่และสายชนิดอื่น ที่ผลิตเฉพาะสีเดียว ในกรณีนี้ให้แสดงด้วย Tracer code ที่ปลายทั้งสองข้างระบบสีให้เป็นไปตามที่กล่าวกำหนดไว้ข้างต้น บัสบาร์ ให้แสดงรหัสสีตามที่กล่าวข้างต้น

๔.๓.๕ การเดินสายไฟ

- จำนวนสายไฟสูงสุดในท่อร้อยสายให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย วสท.
- ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดสายก่อนทำการติดตั้งและสายทุกเส้นต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย หากมีการชำรุดของฉนวน ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนสายเส้นนั้นทันที
- สายที่เดินในท่อร้อยสายซึ่งอยู่ในแนวตั้ง และปลายสายยังไม่ได้บรรจุกับอุปกรณ์จะต้องมีอุปกรณ์โยงยึดสายนั้นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

๔.๓.๖ ท่อร้อยสาย และการติดตั้งอุปกรณ์

- ท่อร้อยสายจะต้องเป็นเหล็กอาบสังกะสี และต้องเป็นตาม ANSI และ UL
- ท่อที่เดินลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานให้ใช้ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBE, EMT.) ท่อฝังในดินใต้พื้นถนนคอนกรีต หรือ รับแรงดึง ใช้ท่อโลหะชนิดหนา (INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT, IMC.) และท่อที่ใช้กับสิ่งที่ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวสั่นสะเทือน เช่น MOTOR ต่างๆ ให้ใช้ท่อชนิดอ่อน (FLEXIBLE METALLIC CONDUIT) กรณีอยู่นอกอาคาร ให้ใช้ชนิดแบบกันน้ำ และตามที่กำหนดในแบบ
- การต่อท่อโลหะชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อเดียวเท่านั้น และต้องทาน้ำยาที่เกลียวข้อใส่ข้อต่อทุกครั้งเพื่อกันน้ำ การต่อท่อโลหะชนิดบางใช้ข้อต่อ (COUPLING) แบบ SET SCREW นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น น้ำมันหล่อลื่น (LUBRICANTS) ใช้เพื่อช่วยลดความฝืด ของท่อในการดึงสาย สารนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟ และต้องได้รับการเห็นชอบกับผู้ควบคุมงาน
- ท่อโลหะชนิดบางที่ต่อเข้ากล่องต่อสายและอุปกรณ์จะต้องใช้ข้อต่อ (CONNECTOR) สำหรับกล่องต่อสาย ติดไว้ทุกแห่งสำหรับท่อโลหะชนิดหนาจะต้องใช้ LOCK NUT ยึดทั้งภายในและภายนอกพร้อมทั้งใส่ CONDUIT BUSHING ให้เรียบร้อย ถ้าอยู่นอกอาคาร หรือในที่เปียกชื้นต้องมี SERVICE ENTRANCE FITTING ใส่ไว้สำหรับปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องใส่ฝาครอบ CONDUIT CAP หรือ THREADED CLOSE-UP PLUG ไว้

- ท่อที่ได้ฝังอยู่ในผนังและพื้น ต้องจับยึดด้วยผนังโลหะ (CONDUIT STRAP) และประกอบสำหรับแขวนท่อ (CONDUIT HANGER) ทุกช่วงมีระยะห่างกันไม่เกิน ๑.๕ เมตร จากกล่องต่อสาย หรืออุปกรณ์ และเป็นไปตามบทบัญญัติของ NEC. การยึดประกอบติดกับปูน ต้องใช้สกรูเกลียว CRAWL PLUG AND SCREW หรือสกรูสำหรับยึดกับปูนโดยเฉพาะ เช่น RED HEAD หรือเทียบเท่า
- การติดตั้งท่อโลหะจะต้องวางขนาน หรือตั้งฉากกับพื้นผนัง แนวคานและแบบโครงสร้าง การงอท่อโลหะควรหลีกเลี่ยงนอกจากจำเป็น ถ้ามีการดัดท่อโลหะ CONDUIT จะต้องกระทำให้อยู่ในวิธี เช่น CONDUIT BENDER เป็นต้น โดยไม่ทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ลดลงจากเดิม และให้มีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า ๖ เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง
- การวางท่อจะต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกชำรุด และปลายท่อทั้งสองข้างทุกท่อน ก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้มน โดยใช้ CONDUIT REAMER เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุดขณะร้อยสาย
- การต่อลงดิน หลังจากการวางแนวทาง GROUND ROD หรือ GROUNDING SYSTEM ซึ่งจะแสดงไว้ในแบบวิธีการ และผลของการกระทำ GROUNDING จะเสร็จสมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพให้ใช้ได้ภายหลังจากได้รับการตรวจสอบ และเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน เท่านั้น

๕. ขอบเขตการดำเนินงาน

๕.ก. แบบ (DESIGN DRAWING)

ตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดในแบบ เป็นเพียงตำแหน่งโดยประมาณ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพ และลักษณะโครงสร้างของอาคาร ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่อาจเกิดขึ้น จะต้องได้รับการอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากวิศวกรก่อนทำการติดตั้ง

๕.ข. มาตรฐานการผลิตและติดตั้ง (STANDARD OF PRODUCTION AND INSTALLATION)

อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบ การประกอบ การทดสอบ และวิธีการติดตั้ง มาตรฐาน ดังต่อไปนี้

PEA	- PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY
MEA	- METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
ANSI	- AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE

NEC	- NATIONAL ELECTRICAL CODE
UL	- UNDER WRITER'S LABORATORIES
NEMA	- NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION
IEC	- INTERNATIONAL ELECTRO TECHNICAL COMMISSIONS
มอก.	- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
วสท.	- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
VDE	- VERBAND DEUTSCHER ELECTRO TECHNIKER

๕.ค. วัสดุและอุปกรณ์จะต้องอยู่ในชนิด และมาตรฐานตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดข้อกำหนด

๕.ค.๑ กรณีแบบมีได้ระบุเป็นอย่างอื่น วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลนและรายละเอียดข้อกำหนดจะต้องเป็นของใหม่ ไม่บุบสลาย หรือผ่านการใช้งานมาก่อน ทั้งนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต

๕.ค.๒ วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในแบบ และในรายละเอียดข้อกำหนดที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์หรือแคตตาล็อก พร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน ถ้าผู้รับจ้างสั่งซื้อและ หรือนำวัสดุหรืออุปกรณ์ไปใช้งานโดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้ว ปรากฏว่าวัสดุหรืออุปกรณ์นั้นๆ ไม่ถูกต้องตามแบบและรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการรื้อถอนเพื่อเปลี่ยนวัสดุหรืออุปกรณ์นั่นเอง

๕.ง. การตรวจสอบ และรายละเอียดข้อกำหนด

๕.ง.๑. ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายละเอียดข้อกำหนดต่าง ๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ อย่างชัดเจน

๕.ง.๒. เมื่อมีข้อสงสัยขัดแย้งระหว่างแบบและรายละเอียดข้อกำหนดหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบ และรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ให้สอบถามจากผู้ควบคุมงานโดยตรง และการตีความในข้อขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และครบถ้วนกว่า

๕.ง.๓. ผู้รับจ้างจะต้องศึกษารายละเอียดการติดตั้งจากแบบสถาปัตยกรรมและโครงสร้างพร้อมๆ กันไปกับแบบระบบวิศวกรรม (ปรับอากาศ ไฟฟ้า และสุขาภิบาล) ก่อนดำเนินการต่างๆ เช่น การทำ SHOP DRAWING และการติดตั้ง เป็นต้น ค่าใช้จ่ายในการจัดหาแบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เป็นภาระของผู้รับจ้าง

๕.ง.๔. กรณีมีการเปลี่ยนงานการเพิ่มงานหรือลดงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงานตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วยจะ

คิดโดยวิธีตกลงราคากับผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงานจะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

๕.ง.๕. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงส่วนนอกอาคาร จากหม้อแปลงไฟฟ้า ไปจนถึงเสาไฟฟ้าแรงสูง เพื่อต่อกับระบบไฟฟ้าแรงสูงรวมทั้งการขยายเขตไฟฟ้าแรงสูง ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับการไฟฟ้าฯ และเป็นผู้ดำเนินการ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายก่อนเมื่อระบบไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ให้นำบิลค่าใช้จ่ายมาเบิกกับทางผู้ว่าจ้าง

๕.ง.๖. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแจ้งให้ทางผู้ว่าจ้างทราบ หากมีการตัดต่อหรือดับไฟฟ้าโดยให้แจ้งล่วงหน้า ๗ วันก่อนการตัดต่อหรือดับไฟฟ้า

๕.จ. การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ รายละเอียด ข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์

๕.จ.๑. การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบ และรายละเอียดข้อกำหนดอันเนื่องมาจากความจำเป็นในการปฏิบัติงานหรือด้วยเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานรับทราบ เพื่อขออนุมัติความเห็นชอบก่อนดำเนินการ

๕.จ.๒. ในกรณีที่ผลิตภัณธ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์รายการที่กำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากวิศวกรหรือผู้คุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

๕.จ.๓. ในกรณีที่มีการแก้ไข และเปลี่ยนแปลงแบบจากวิศวกรและหรือผู้ว่าจ้างก่อนที่ผู้รับจ้างจะปฏิบัติงานและติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่องานที่เกี่ยวข้อง และที่อาจดำเนินการไปแล้ว พร้อมทั้งแจ้งผลดังกล่าว (หากมี) ให้วิศวกรผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานทราบทันที มิฉะนั้นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจะเป็นภาระของผู้รับจ้าง

๕.จ.๔. ในกรณีที่มีการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงแบบจากวิศวกรหรือผู้รับจ้าง เพื่อให้งานติดตั้งระบบเหมาะสมกับสภาพหรือสถานที่ก่อสร้างและหรือเป็นการแก้ไขในรายละเอียดปลีกย่อยให้ผู้รับจ้างสามารถจัดทำเป็นแบบ SHOP DRAWING เสนอเพื่อการอนุมัติและติดตั้งต่อไปได้

๕.ฉ. การควบคุมงาน

๕.ฉ.๑. ผู้รับจ้างที่ทำงานในโครงการจะต้องเคยผ่าน และทำงานระบบไฟฟ้าในโครงการที่เป็นลักษณะเดียวกันกับงานในข้อกำหนดนี้ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งงานเสร็จสมบูรณ์ และส่งมอบงานได้

๕.ฉ.๒. ผู้รับจ้างจะต้องให้มีการจัดเสนอรายชื่อวิศวกรควบคุม สาขาไฟฟ้ากำลัง เช่นชื่อควบคุมงานและทำงานควบคุมตามที่กฎกระทรวงหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนดไว้ตลอดระยะเวลาทำงานของโครงการ

๕.๑. Main Incoming & HV Routing

- ๕.๑.๑ สร้างฐานรองยกหม้อแปลงไฟฟ้าขึ้นสูงจากพื้น ๖๐ เซนติเมตร
- ๕.๑.๒ ติดตั้ง Unit Substation (TR.๑,๒๕๐KVA) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
- ๕.๑.๓ เดินสายไฟฟ้า XLPE ขนาด ๒๔๐ Sq.mm. ด้านแรงสูงเชื่อมต่อเข้ากับ Unit Substation XLPE ขนาด ๗๐ Sq.mm.เชื่อมต่อเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าด้านแรงสูง

๕.๒. งานติดตั้งตู้ MDB ๑ (ตู้ใหม่)

- ๕.๒.๑ ทำการติดตั้งแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธาน (MDB ๑) บริเวณด้านหลังอาคาร ๔
- ๕.๒.๒ ทำการเทพื้นคอนกรีตสูงจากพื้น ๑ เมตร เพื่อเป็นฐานรองตู้ MDB ๑
- ๕.๒.๓ ทำการติดตั้งสายไฟฟ้า NYY ๑C ขนาด ๑๘๕ Sq.mm. ๔ เส้น/GROUP จำนวน ๕ GROUP จากหม้อแปลงไฟฟ้าถึงตู้ MDB ๑ ระยะทาง ๒๐๐ เมตร
- ๕.๒.๔ งานติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า
 - ๕.๒.๔.๑ วางท่อ HDPE ขนาด Ø ๑๔๐ ม.ม. จำนวน ๘ เส้น วางฐานคอนกรีต เพื่อยึดแนวท่อ ทุกๆ ระยะ ๒ เมตร ฝัง-กลบทรายและบดอัดพื้นผิวให้แน่น เพื่อป้องกันการทรุดตัวและปรับแต่ง พื้นผิว จาก บริเวณหม้อแปลงถึงจุดบ่อกักสาย M๑ ระยะทาง ๑๐๕ เมตร
 - ๕.๒.๔.๒ วางท่อ HDPE ขนาด Ø ๑๔๐ ม.ม. จำนวน ๕ เส้น วางฐานคอนกรีต เพื่อยึดแนวท่อ ทุกๆ ระยะ ๒ เมตร ฝัง-กลบทรายและบดอัดพื้นผิวให้แน่น เพื่อป้องกันการทรุดตัวและปรับแต่ง พื้นผิว จาก บริเวณจุดบ่อกักสาย M๑ ถึงตู้ MDB๑ ระยะทาง ๔๒ เมตร
 - ๕.๒.๔.๓ ทำการติดตั้ง RISER ท่อ HDPE ขนาด Ø ๑๔๐ ม.ม. จำนวน ๕ เส้น เชื่อมต่อกับท่อ HDPE ก่อนเข้าตู้ MDB๑
 - ๕.๒.๔.๔ ติดตั้งท่อ IMC ขนาด Ø ๔ นิ้ว จำนวน ๕ เส้น เชื่อมต่อกับ RISER เดินเกาะผนังอาคาร ๔ ไปถึงตู้ MDB ๑ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์จับยึดท่อจุดละ ๑.๕ เมตร ระยะทาง ๔๘ เมตร
- ๕.๒.๕ งานขุดวางท่อ
 - ๕.๒.๕.๑ ทำการขุดแนววางท่อ ลึก ๒ X กว้าง ๑.๒ เมตร จากบริเวณหม้อแปลงไฟฟ้าเชื่อม ผ่านบ่อกักสาย ถึงตู้ MDB๑ ระยะทาง ๑๔๗ เมตร พร้อมขนย้ายดินและเศษวัสดุอื่นๆโดยรอบพื้นที่ไปทิ้ง ภายนอก
 - ๕.๒.๖ BREAK AND RE-FILL RC CONCRETE

๕.๒.๖.๑ ทำการทาบตู้รื้อถอนโครงสร้างพื้นถนน คสล. เดิม เพื่อทำการขุดเพื่อวางท่อ จากบริเวณหม้อแปลงไฟฟ้าเชื่อมผ่านบ่อพักสาย ถึงตู้ MDB๑ ๑๗๖.๔๐ ตารางเมตร พร้อมขนย้ายพื้น ถนน เดิมไปทิ้งภายนอก

๕.๒.๖.๒ ทำการสร้างพื้นถนน คสล. หน้า ๐.๒ เมตร ๑๗๖.๔๐ ตารางเมตร คืบของเดิม พร้อมติดตั้งบ่อพักสาย จำนวน ๔ บ่อ ขนาด ๑.๒ เมตร พร้อมฝาเหล็กบ่อพัก ขนาด ๐.๗๕ x ๐.๗๕ เมตร

๕.๓. งานอาคาร ๖

๕.๓.ก เดินสายไฟฟ้าของเดิมจากตู้ DB๖ ไปยัง MDB ๑ อาคาร ๖ ตึกเรียน

๕.๓.๑ สายไฟฟ้า

๕.๓.๑.๑ ทำการเดินสายไฟฟ้าของเดิมจากตู้ DB๖ ไปยัง MDB ๑ อาคาร ๖ ตึกเรียน

๕.๓.๒ ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๕.๓.๒.๑ ติดตั้งท่อ IMC ขนาด ๑ ๔ นิ้ว จำนวน ๒ เส้น เดินเกาะเพดานจากตู้ MDB ๑ ไปถึงตู้ DB ๖ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์จับยึดท่อจุดละ ๑.๕ เมตร ระยะทาง ๒๖ เมตร

๕.๓.ข เดินสายเมนใหม่จากตู้ MDB ๖ ไปยังอาคาร ๖ ห้องเตาเผา

๕.๓.๓ ตู้ distribution board (DB)

๕.๓.๓.๑ ทำการเปลี่ยนพร้อมติดตั้งตู้ DB ขนาด ๘๐๐ x ๑๒๐๐ x ๒๕๐ มม. อาคาร ๖ ห้องเตาเผา

๕.๓.๔ สายไฟฟ้า

๕.๓.๔.๑ ทำการเดินสายไฟฟ้า จากถึงตู้ MDB ๑ ถึงตู้ DB ห้องเตาเผา ระยะทาง ๔๕ เมตร

๕.๓.๕ ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๕.๓.๕.๑ ติดตั้งท่อ IMC ขนาด ๑ ๔ นิ้ว จำนวน ๑ เส้น เพื่อใช้ร้อยสายไฟฟ้าเดินเกาะผนังอาคาร พร้อมติดตั้งอุปกรณ์จับยึดท่อ จุดละ ๑.๕ เมตร ระยะทาง ๔๕ เมตร

๕.๓.ค เดินสายเมนจากตู้ MDB ๑ ไปยังตู้ CB สำหรับมอเตอร์ บันไดหน้าอาคาร ๖

๕.๓.๖ ตู้สวิตช์บอร์ดกันฝุ่นกันน้ำ ๕๗๐x๖๙๐x๒๕๐ มม.

๕.๓.๖.๑ ทำการติดตั้งตู้สวิตช์บอร์ดกันฝุ่นกันน้ำ ๕๗๐x๖๙๐x๒๕๐ มม.

๕.๓.๖.๒ ทำการติดตั้ง Main Circuit Breaker และติดตั้งเซฟตี้เบรกเกอร์

๕.๓.๗ สายไฟฟ้า

๕.๓.๗.๑ ทำการเดินสายไฟฟ้า จากถึงตู้ MDB ๑ ถึงตู้สวิตช์บอร์ดระยะทาง ๑๕ เมตร

๕.๓.๘ ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๕.๓.๘.๑ ติดตั้งท่อ IMC เพื่อใช้ร้อยสายไฟฟ้าเดินเกาะผนังอาคาร พร้อมติดตั้งอุปกรณ์จับยึด

ท่อจุดละ ๑.๕ เมตร ระยะทาง ๔๕ เมตร

๖. ข้อกำหนด

๖.๑. การรื้อถอน

ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อถอนโดยมีเครื่องป้องกันอันตรายกับบุคคลหรือบริเวณโดยรอบและทำด้วยความระมัดระวัง โดยไม่ทำให้วัสดุเสียหายเกินความจำเป็นและต้องกองเก็บวัสดุที่รื้อถอนออกไว้ให้เป็นระเบียบในพื้นที่ ที่ทางคณะกรรมการตรวจการจ้างได้จัดไว้ พร้อมทั้งทำบัญชีวัสดุที่รื้อถอนออก ไข่มอบให้คณะกรรมการตรวจการจ้างรับทราบด้วย

๖.๒. จัดทำรายการรื้อถอนและส่งมอบคืนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

๖.๓. วัสดุที่เกิดจากชุดให้นำมาทิ้งที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศาลา

๖.๔. ผู้รับจ้างต้องติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้านครหลวง เขตวัดเลียบ เพื่อขอย้ายเขตเพิ่มขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการขอย้ายเขต ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีทราบ เพื่อมหาวิทยาลัยจะได้ดำเนินการต่อไป
