

รายละเอียดข้อกำหนดรายการประกอบแบบระบบไฟฟ้า
โครงการปรับปรุงระบบไฟฟ้าห้องศูนย์ข้อมูลกลาง
สำนักบริการเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ขอบเขตงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายการตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึง แรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บของไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังชั่วคราว นั่งร้านชั่วคราวที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์
- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบ และรายการประกอบแบบนี้ทั้งหมด ในกรณีที่แบบหรือรายการประกอบแบบนี้ไม่ได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและสอดคล้องต่อเนื่อง ที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วย เพื่อให้ระบบใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ถูกต้องตามมาตรฐานผู้รับจ้างจะต้องทำให้ถูกต้อง และครบถ้วน โดยไม่มีเงื่อนไข
- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบการต่อลงดิน รวมทั้งการเชื่อมสายนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) เข้ากับโครงสร้าง และอุปกรณ์อื่น ๆ ของอาคารที่จำเป็น ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้
- จัดหาและติดตั้ง ดวงโคมไฟฟ้า, สวิตช์ไฟฟ้า, เต้ารับไฟฟ้า, อุปกรณ์งานระบบไฟฟ้าอื่นๆตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้สมบูรณ์
- จัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุด (หรือตามที่รายการประกอบแบบกำหนด) เพื่อใช้ในการควบคุมงาน
- จัดทำแบบตามที่สร้างจริง (ASBUILT DRAWING) พร้อมทั้งหนังสือคู่มือการใช้งาน ให้กับผู้ว่าจ้าง ภายใน 30 วัน จำนวน 3 ชุด หลังจากงานติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด
- ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นระยะเวลา 2 ปี (ยกเว้นหลอดไฟรับประกัน 1 ปี)
- การติดตั้งให้ปฏิบัติตามกฎและมาตรฐานฉบับล่าสุด ที่อ้างอิงฉบับใดฉบับหนึ่ง ในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย

กพภ. กฎการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ทศท. กฎขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

วศท. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

มอก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

NEMA. NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURER ASSOCIATION.

UL. UNDERWRITERS LABORATORIES.

ANSI. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE.

NEC. NATIONAL ELECTRICAL CODE.

นอกจากนี้ยังรวมถึงมาตรฐานต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป หรือเป็นมาตรฐานของผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์ ซึ่งวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ มีคุณภาพเทียบเท่ากับมาตรฐานข้างต้น

รายการประกอบแบบระบบไฟฟ้า

1. Main Distribution Board

1.1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วย แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Distribution Board,DB)
- 1.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ฯ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในห้อง และ/หรือสถานที่ที่จัดเตรียมไว้
- 1.1.3 การจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีมาตรการการรับรองโดยมาตรฐานสากล (ISO 9002), มาตรฐานอุตสาหกรรม 1436-2540 โดยผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกร ไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์
- 1.1.4 การจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่าคุณสมบัติที่ จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์ฯ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนดนี้
- 1.1.5 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Molded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ฯ จะต้องผลิตโดย ผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง
- 1.1.6 ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 1.1.7 ขนาดของแผงสวิตช์ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและ/หรือในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำแต่ถ้าหากสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าให้ขยายขนาดของแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมที่จะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

1.2 พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรการไฟฟ้าที่กำหนดไว้ โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

Rated System Voltage	: 400/ 230 Volt.
System Wiring	: 3 Phases, 4 Wires Solidly Grounded
Rated Frequency	: 50 Hz.
Rated Current	: ตามระบุในแบบ
Rated Short-Time Withstand	: ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit ระบุในแบบ
Rated Peak Withstand	: 1,000 Volt.
Control Voltage	: 220 – 240 VAC.
Temperature Rise	: 600C from 400C Ambient Temperature
Finishing of Cabinet	: Electrogalvanized to BS 1706 and Epoxy-Polyester Powder Paint Coating
Typical Forms	: Form 2b หรือ Form 3b ตาม IEC 60439-1
Type of Cabinet	: Dead Front With Rotary Handles.

1.3 ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

1.3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ฯ ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Verticle Section) อย่างสมบูรณ์ สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง	: ไม่เกิน 2,400 มม.
ความกว้าง	: ระหว่าง 1,000 – 2,500 มม.
ความลึก	: ระหว่าง 800 – 1,200 มม.

1.3.2 ภายในของแผงสวิตช์ฯ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้

- Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
- Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดฯ, อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ฯ
- Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Verticle Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์ฯ
- Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออกจากแผงสวิตช์ฯ แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกันแยกกันไว้เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย แต่ละส่วนของแผงสวิตช์ฯ มีแผ่นโลหะกันแยกส่วนภายในออกจากกัน (Sheet Metal Safety Partition) แผ่นกั้นช่องและแยกส่วนของแผงสวิตช์ฯ ต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.

- 1.3.3 ฝาด้านหน้าเป็นแผ่นเหล็ก โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย removable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้าน หนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด/ ปิด ถอดฝาได้ง่าย บานประตู ต้องแข็งแรงไม่บิดงอ ฝาสำหรับ metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาด้านหนึ่ง
- 1.3.4 ฝาด้านหลังทั้งหมดให้ใช้เป็นแบบถอดได้ ยึดด้วยสกรู (Screw) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝา เปิด/ปิดได้ง่าย โดยต้องได้รับการพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip – Proff Louver) โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Perforated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาด้านข้างและที่ฝาด้านหลัง
- 1.3.5 ฝาด้านข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้าง แผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือสลักและแป้นเกลียว ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์ฯ หลายส่วนเรียงต่อกันให้ใช้ฉากกั้นระหว่างส่วน (Sheet Metal Safety Partition) ต้องเป็นแผ่นเหล็กเรียบหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. โดยมีช่องเจาะทะลุ ถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- 1.3.6 ฝาด้านบนให้เป็นแผ่นเหล็กยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือสลักและแป้นเกลียวขนาดจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง
- 1.3.7 การประกอบแผงสวิทช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านข้างที่เพียงพอพร้อมติดตั้ง ชตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

1.4 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิทช์ฯ

- 1.4.1 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้งานไฟฟ้าโดยเฉพาะโดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 1.4.2 บัสบาร์มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ และมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือ IEC 60439-1 โดยให้คิดแบบพ่นสี/ ทาสี (Coated/ Painted)หรือหุ้มด้วย Heat Shrink และ ได้รับการยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนดตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาด Circuit Breaker ที่กำหนดในแบบโดยทาสีแสดงเฟสเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 10 ซม. โดยกำหนดดังนี้
- | | |
|---------|------------------|
| Line 1 | สีน้ำตาล |
| Line 2 | สีดำ |
| Line 3 | สีเทา |
| Neutral | สีฟ้า |
| Ground | สีเขียวแถบเหลือง |
- 1.4.3 ขนาดของบัสบาร์เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนด ขนาดของบัสบาร์เส้นดิน (Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 25% ของเส้นเฟส

- 1.4.4 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุกๆ ส่วน และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของ บริเวณ
- 1.4.5 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy-Resin แบบสองชั้น ประกับ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้าห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 1.4.6 Busbar และ Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

1.5 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์

- 1.5.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโยกย้าย ต้องระบุไว้ในแบบ (As-Built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนด ดังนี้
- | | |
|-----------------------|----------------------|
| Current Circuit | : 4.0 ตารางมิลลิเมตร |
| Voltage Circuit | : 2.5 ตารางมิลลิเมตร |
| Control Circuit | : 1.5 ตารางมิลลิเมตร |
| Ground สำหรับบานประตู | : 1.0 ตารางมิลลิเมตร |
- 1.5.2 ต้องวงจรเพื่อการกำลัง การต่อวงจรเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่น ระหว่างบัสบาร์กับสวิตช์ตัดตอน เป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าฉนวนของสายไฟฟ้าของขนาดของสายไฟฟ้าหรือบัสบาร์ ต้องมีขนาดพอที่จะรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาดเฟรม (Frame Size) ที่ 40 องศาเซลเซียส ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ
- 1.5.3 การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ ให้เดินในท่อร้อยสายหรือพลาสติกช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยใน ท่อพลาสติกอ่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ให้ต่อผ่าน ขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวนและเปลือกนอก
- 1.5.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายเส้นทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การหลุดหาย
- 1.5.5 ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง

- 1.5.6 สลักเกลียว แบนเกลียวและแหวน (Bolts, Nuts & Washers) สำหรับต่อบัสบาร์ ให้ใช้ชนิด High-Tensile, Electro-Galvanized or Chrome-Plated ให้ใช้จำนวน สลักและแบนเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วย Torque Wrench ให้เพียงพอตามที่ กำหนดไว้
- 1.5.7 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วสายกับบัสบาร์หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ให้ ใช้สลักและแบนเกลียวพร้อมแหวนสปริงก่อนต่อต้องทำ ความสะอาดบริเวณผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

1.6 Mimic Bus และ Nameplate

แผงสวิตช์ฯ ต้องมีข้อมูลขั้นต้นแสดงไว้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน และบำรุงรักษาอย่างน้อย ดังนี้

- 1.6.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ฯต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสี ดำ สำหรับแผงสวิตช์ฯระบบไฟฟ้าปกติ หรือสีที่ผู้ว่าจ้าง เห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับ แผงสวิตช์ฯ
- 1.6.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็น ตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่ น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ
- 1.6.3 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่าย ติด ไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้าน นอกตรงที่เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ

1.7 Air Circuit Breaker (ใช้สำหรับที่มี Rate Current > 1,000 A)

- 1.7.1 Air Circuit Breaker ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC60947-1, IEC6097-2และเป็น Category B
- 1.7.2 การติดตั้งสามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือ Drawout ตามที่แบบกำหนด
- 1.7.3 Main Contacts ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสี่ยงของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็น ด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว
- 1.7.4 Arc Shutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด-ประกอบที่หน้างานได้สะดวก และที่ Arc Shuted ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (Metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault
- 1.7.5 กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า-ออก จะต้อง มี 3 ตำแหน่งคือ Connect – Test – Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลดในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของเบรก เกอร์
- 1.7.6 Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)
- 1.7.7 อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)
- 1.7.8 Undervoltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay)
- 1.7.9 Built in ground fault
- 1.7.10 Phase protection W/Shunt Trip

1.7.11 Aux contact

1.7.12 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

ต้องสามารถติดตั้งอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ได้ที่หน่วยงาน โดยอุปกรณ์ประกอบให้จัดหาตามที่ระบุไว้ในแบบเท่านั้น

- Under Voltage coil with time delay
- Shunt Trip coil
- Motor Operate
- Ground Fault coil
- Alarm switch
- Auxiliary Switch

1.8 Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

- 1.8.1 Molded Case Circuit Breaker เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-2 CAT A.
- 1.8.2 เป็นแบบ 3 Poles Fixed type.
- 1.8.3 Driving mechanism เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism สับสวิตช์แบบ Quick make – Quick break
- 1.8.4 TRIP UNIT ของ MCCB อนุญาตให้ใช้แบบ THERMAL-MAGNETIC TRIP หรือใช้เป็น ELECTRONIC TRIP ร่วมด้วยได้ เพื่อให้สามารถกำหนดค่ากระแสป้องกันต่างๆ ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ตามหลักการ Co-ordination/Discrimination
- 1.8.5 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)
- 1.8.6 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
- 1.8.7 เพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องมีการแบ่งโดยฉนวนในแต่ละเฟสอย่างชัดเจน จะต้องมียกของตัวตัดวงจรได้ทั้งระบบ 3 เฟส และ เฟสเดียวทั้งแบบระบบ 1สาย หรือ 2สาย ตามที่ระบุในแบบ
- 1.8.8 สามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมปกติที่อุณหภูมิห้อง 40 องศาเซลเซียส
- 1.8.9 สามารถติดตั้งอุปกรณ์ช่วยต่างๆ อาทิเช่น Under voltage ,Shunt Trip, Auxiliary Switches, Alarm Switches,และ อุปกรณ์ Interlock ต่างๆ
- 1.8.10 สามารถที่จะติดตั้ง Handle lock ที่กานโยก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปิดวงจรขณะซ่อมบำรุงหรือในขณะที่ยังเกิดความเสียหายอยู่

1.9 Automatic Transfer Switch (ATS)

- 1.9.1 ผู้รับเหมาต้องจัดหาและติดตั้ง Automatic Transfer Switch และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสับถ่าย ไฟฟ้าเช่น โวลต์มิเตอร์,แอมมิเตอร์พร้อม Current Transformer, Indicating Lamp, ฯลฯ.

- 1.9.2 ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA,ANSI,VDE หรือ IEC ชนิด 3เฟส 50Hz 380/220Vacและต้องมี ค่า Short Circuit Current - Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50kA หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 1.9.3 อุปกรณ์ Automatic Transfer Switch ทั้งชุดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบสำเร็จและผ่านการ ทดสอบใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตแล้ว
- 1.9.4 ลักษณะการทำงานต้องเป็นชนิดเบรกเกอร์ 2 ตัว Mechanically Interlock, Mechanically Held, Electrically Operated และควบคุมการทำงานด้วย Solid state Controller
- 1.9.5 Circuit Breaker เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-2 หรือ NEMA/UL ให้เลือกใช้ตาม ข้อกำหนดของอุปกรณ์ Air Circuit Breaker และ Molded Case Circuit Breaker.
- 1.9.6 Circuit Breaker ต้องได้รับการติดตั้ง Auxiliary Contact ให้เพียงพอต่อการ ควบคุมการทำงานและการ เชื่อมต่อกับระบบอื่นตามที่กำหนดในแบบ
- 1.9.7 ชุดควบคุมการทำงานต้องมีส่วนควบคุมการทำงานของ Automatic Transfer Switch (ATS) ได้ดังนี้
 - Source Monitoring ซึ่งประกอบด้วย Undervoltage – Sensing Devices
 - Time delay on Starting ปรับค่าได้ระหว่าง 0.5-30 วินาที
 - Time delay on Transfer ปรับค่าได้ระหว่าง 0.5-30 วินาที
 - Time delay on Retransfer to Normal Source ปรับค่าได้ระหว่าง 0-4 นาที
 - Time delay on Load shading ปรับค่าได้ระหว่าง 1-30 วินาที
 - Time delay on Engine Shutdown ปรับค่าได้ระหว่าง 1-10 นาที
 - Engine Generator Exercise Timer เพื่อเดินเครื่องโดยไม่สับเปลี่ยนไปจ่ายโหลด โดยตั้งให้ เครื่องเดินครั้งละ 5 นาทีทุก 1 สัปดาห์
- 1.9.8 Selector Switch เพื่อเลือกการทำงานของระบบมีดังนี้
 - “Stop” เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะไม่ทำงานไม่ว่าในกรณีใด
 - “Automatic” ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติ
 - “Test with Transfer” สำหรับทดสอบระบบการทำงานเหมือนจริงทุกประการ
 - “Test without Transfer” สำหรับทดสอบระบบการทำงานเฉพาะวงจร ควบคุมเท่านั้นโดยและ Transfer Switch ไม่มีการสับถ่าย

1.10 Metering

- 1.10.1 Current Transformer (CT) Secondary rated current 5 A, Primary rated current ตามที่กำหนดในแบบ หรือเหมาะสมกับ Load นั้นๆ Accuracy Class: 1.0 หรือดีกว่า Tropical Proof ทนแรงดันไฟฟ้าได้ ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ Rated Burden ตามความเหมาะสม
- 1.10.2 Ammeter ใช้ CT Type Ammeter เป็นชนิดที่มีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Secondary rated current, Accuracy class 1.0 หรือดีกว่า
- 1.10.3 Ammeter selector switch (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิด โดยทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์
- 1.10.4 Voltmeter เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ 0-500 V หรือตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 1.10.5 Voltmeter Selector Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย
- 1.10.6 ฟิวส์ สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ
- 1.10.7 Indicator Lamp ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า มีเลนส์ด้านหน้า ใช้สำหรับแรงเคลื่อน 6 โวลต์
- 1.10.8 Control Wiring สายคอนโทรลใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายที่ต้องมีการเคลื่อนไหวให้ใช้สายชนิดอ่อน สายให้แยกใช้หลายสี เพื่อสะดวก ในการบำรุงรักษาเดินในรางพลาสติก สายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน (Terminal Rail) ไม่ให้ ต่อตรงระหว่างอุปกรณ์จุดที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ใช้หางปลาขนาดที่เหมาะสม
- 1.10.9 Mimic Diagram ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำประกอบกันเป็น Schematic Form
- 1.10.10 Name Plate ทั้งหมดต้องเป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ, Name Plate ต้องทำด้วยพลาสติกสองชั้น โดย ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือทั้งหมดกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือทั้งหมดเป็นไปดั่งแสดงไว้

1.11 อุปกรณ์ Digital Meter

- 1.11.1 รายละเอียดข้อกำหนดของ Digital Meter นี้ให้ใช้กับตู้ MDB
- 1.11.2 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดในระบบ 3 เฟส 4 สาย และ 1 เฟส 2 สาย ได้
- 1.11.3 เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสต่อเฟส, การสแนนิวตรอน, แรงดันต่อเฟส, แรงดันต่อเฟสนิวเตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์ (แยก L และ C), เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิกของกระแสต่อเฟส, , ฮาร์โมนิกของแรงดันแต่ละเฟส (%THD) ฮาร์โมนิกของกระแสและ ฮาร์โมนิกของแรงดันในแต่ละลำดับไม่น้อยกว่า 15 ลำดับ (Individual harmonics)
- 1.11.4 เครื่องวัดจะต้องสามารถบันทึกค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาทีของกิโลวัตต์ (Demand) ได้
- 1.11.5 เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS485 เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลได้ โดยผ่านโปรแกรมช่วย ต่างๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งาน โดยทั่วไปๆ
- 1.11.6 เครื่องวัดจะต้องมีโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์คือ Modbus protocol โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 19,200 Kbps (RS-485) หรือมากกว่า
- 1.11.7 เครื่องวัดจะต้องส่ง Digital Output ได้ไม่น้อยกว่า 1 Output
- 1.11.8 ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ ดังนี้
 - การวัดค่าแรงดัน (Direct)

VL – N	: 28-300 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
VL – L	: 50-520 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
 - ต่อผ่าน PT

Primary	: Up to 900 KV
Secondary	: 60, 100, 110, 120 VAC
 - การวัดความถี่

ความถี่ที่วัดได้	: 45-65 Hz หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
------------------	--------------------------------------
 - วงจรกระแสไฟเข้า

วัดค่ากระแสได้	: (.../ 5A) Programmable
	: ไม่น้อยกว่า 0-9,999 A
 - สภาวะแวดล้อม

Protection Class	: 2 หรือ ดีกว่า
ระดับการป้องกัน (ให้สูงกว่า)	: IP51 (ด้านหน้า) และ IP31 (ด้านข้าง)
อุณหภูมิใช้งาน	: -10 ถึง 50°C หรือดีกว่า
ความชื้นสัมพัทธ์	: 95%
 - ความเที่ยงตรงในการวัด

กระแสและแรงดันแต่ละเฟส	: + 0.5% หรือดีกว่า
Power	: + 1% หรือดีกว่า

- Active Energy : + 1% หรือดีกว่า (ยกเว้นตู้ HV Switchgear ต้องมี Accuracy ของ Active power ไม่เกิน + 0.5%)
- หน่วยความจำประจำตัว : ไม่น้อยกว่า 128 KB (On Board Memory)
 - Communication Port : ชนิด OPTO-150 LATED
- 1.11.9 ผลิตภัณฑ์ต้องมี Real Time Clock และสามารถรับรู้ระบบการจัดการเวลา (Time Management System) จากระบบ RMS หรือ BAS เพื่อให้อุปกรณ์ทุกตัวมีเวลาอ้างอิง เวลาเดียวกันอย่างแท้จริง
- 1.11.10 ให้ผู้ผลิตนำเสนอเรื่องการป้องกันจัดเข้าสายสัญญาณ (Terminal) เพื่อป้องกันในเรื่อง สนามแม่เหล็กไฟฟ้าไปรบกวนการทำงานและการส่งข้อมูลของอุปกรณ์
- 1.11.11 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC664, IEC348, IEC801, IEC571-1, VDE0110 และ UL94 ซึ่งผู้จัดจำหน่ายต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากบริษัทผู้ผลิต เท่านั้น

1.12 Energy Meter Centralization Unit

- 1.12.1 เครื่องวัดจะต้องสามารถเชื่อมต่อ DM ได้ไม่น้อยกว่า 24 Units
- 1.12.2 เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลได้ โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไป
- 1.12.3 เครื่องวัดจะต้องมี Control Voltage ไม่น้อยกว่า 10-30 VDC เพื่อช่วยใน DMR ไม่ต้องมี ไฟเลี้ยงภายนอกมาช่วยในการส่ง Pulse Output
- 1.12.4 เครื่องวัดจะต้องมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้
- ด้านขาเข้า
- Number I/P : 24
 - Type of Input : Opto-coupled voltage free
- การสื่อสาร
- Link : RS-485
 - Type : 2...3 half duplex wires
 - Protocol : Jbus/ Modbus
 - Speed : 4,800-19,200 Bauds
- สถานะแวดล้อม
- Protection Class : 2 หรือดีกว่า
 - ระบบการป้องกัน (ด้านหน้า): IP20 หรือเทียบเท่า
 - อุณหภูมิใช้งาน : -0 ถึง 50°C หรือดีกว่า
- Auxiliary Supply
- Voltage : 230 VAC, 50/60 Hz
 - Consumption : 5 VA

2. Panel Board

2.1 แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)

- 2.1.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัวตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel board Schedule
- 2.1.2 Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยตัวทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิดเปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
- 2.1.3 Bus bar ที่ต่อกันกับ Circuit Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-In หรือ Bolt-On Circuit Breaker
- 2.1.4 Main Circuit Breaker ต้องเป็น Motded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
- 2.1.5 Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating และเป็นแบบ Plug-in หรือ Bolt-On Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panelboard Schedule
- 2.1.6 Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกับแล้วตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
- 2.1.7 ผังวงจร ตัวย่อทุกตัว ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลข วงจรขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกใน การบำรุงรักษา
- 2.1.8 การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่ เหมาะสมโดยระดับความสูง 1.80 ม. จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

3. ระบบกระจายสายแรงต่ำ (Low Voltage Distribution System)

- 3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง และตรวจสอบระบบกระจายสายแรงต่ำ ให้สามารถใช้งานได้ และเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
- 3.2 รายละเอียดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งระบบกระจายสายแรงต่ำ อันประกอบด้วย ท่อร้อยสายไฟ (Conduit), สายไฟฟ้าแรงต่ำ Low Voltage (Cable) และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ
- 3.3 ระบบท่อร้อยสายไฟ (Conduit System) แนวท่อร้อยสายที่ระบุในแบบเป็นเพียงแนวเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตรงกันระหว่างผู้ออกแบบ และผู้รับจ้าง การติดตั้งจริงจะต้องติดตั้งให้เหมาะสมกับสภาพหน้างานจริงและตาม ข้อกำหนด ต่อไปนี้
 - 3.3.1 แนววางท่อร้อยสายจะต้องติดตั้งให้สอดคล้องกับความประหยัด ความสะดวกในการติดตั้งและความสวยงามตามแบบของสถาปนิก
 - 3.3.2 ไม่อนุญาตให้ท่อที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มม. ในงานระบบไฟฟ้า
 - 3.3.3 หากมีงานฝังท่อในผนังหรือพื้นคอนกรีตท่อที่ใช้ต้องเป็นชนิดหนาปานกลาง (IMC)
 - 3.3.4 ท่อร้อยสายที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 50 มม. ให้ใช้แบบ IMC
 - 3.3.5 สามารถใช้ท่อชนิดหนา (RSC) แทนท่อชนิด EMT และ IMC ได้ทุกกรณี
 - 3.3.6 การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ท่อแบบ Flexible ความยาว ไม่เกิน 2 เมตร แต่ไม่น้อยกว่า 0.3 เมตรและต้องเลือกชนิดที่กันน้ำได้กรณีที่มีโอกาสถูกน้ำหรือ บริเวณที่มีความชื้นสูง
 - 3.3.7 ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์จับยึดท่อต้องไม่เกิน 3 เมตรในกรณีใช้ท่อ EMT ,IMC และ RSC ไม่เกิน 1 เมตร ในกรณีของท่อแบบ Flexible และต้องห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.30 เมตร สำหรับท่อทุกประเภทที่กล่าวมา
 - 3.3.8 มุมตัดโค้งระหว่างจุดตีสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา หากเกินต้องใส่ Junction Box เพิ่มเติม เพื่อให้ตีสายได้สะดวก
 - 3.3.9 จำนวนสายสูงสุดที่ใช้ได้ต้องเป็นไปตามตาราง ในหนังสือมาตรฐานการติดตั้งของไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ของ วศท.
 - 3.3.10 ห้ามใช้ท่อเป็นเครื่องแขวนและจัดยึดดวงโคม แนวทางการติดตั้งท่อจะต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับ ตัวอาคารเสมอเว้นแต่มีอุปกรณ์ให้ปรัการวิศวกรผู้ออกแบบเป็นแต่ละกรณีไป
 - 3.3.11 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Couping , Connector, Lock Nut, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน หลังจากติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบดูว่าท่อมีการตันหรือไม่และให้แก้ไขทันทีในกรณีที่พบว่าท่อใดๆ ที่ใช้ร้อยสายมี การตัน
 - 3.3.12 ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อย สายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้นๆ

3.4 กล่องและตู้สายไฟ (Junction, Outlet, Pull Boxes, Wire Way)

- 3.4.1 กล่องต่อสายทั่วไป (Square Box และ Handy Box) ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ผ่านการชุบ Galvanized เพื่อป้องกันสนิม และในกรณีของกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรือ อลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มม.
- 3.4.2 กล่องต่อสายที่ใหญ่กว่า 100 คิวบิกนิ้ว ต้องพับจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. โดยผ่านกรรมวิธี การป้องกันสนิมเช่นเดียวกับกล่องต่อสายทั่วไป
- 3.4.3 กล่องต่อสายทุกชนิดทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม และรอบกล่องต้องไม่มีรู นอกจากที่ ท่อร้อยสายถูก ยึดติดอยู่เท่านั้น
- 3.4.4 การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรและตำแหน่งของกล่องต่อ สายต้องเข้าถึงและทำงานได้สะดวก
- 3.4.5 ให้ใช้ Box สี่เหลี่ยมขนาด 4" x 4" x 1 1/2" ที่มีคุณลักษณะเดียวกับกล่องต่อสายทั่วไปนี้กับ โคมไฟและใช้ Box สี่เหลี่ยม 4" x 2" x 1 1/2" กับสวิทช์ไฟ
- 3.4.6 ต้องสามารถบรรจุตัวนำหรือสายเคเบิลได้ทั้งหมด และถ้าเป็น Pull Boxes ต้องมีขนาดใหญ่กว่า 5 เท่า ของปริมาณสายไฟรวมกันทั้งหมด แต่ไม่น้อยกว่า 100 คิวบิก นิ้ว
- 3.4.7 Boxes ทุกตัว ต้องติดตั้งภายในฝ้าเพดาน, ผนัง, ในเพดาน หรือในพื้นที่ให้พ้นสายตา หากมีความ จำเป็นต้องติดตั้งภายนอกอาคารต้องให้ได้รับความเห็นชอบจากทาง สถาปนิกหรือวิศวกรออกแบบก่อนและจะต้องใช้ Boxes ชนิด Galvanized Cast-Iron
- 3.4.8 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซมผนัง เพดาน ฝ้า พื้น ฯลฯ ที่ชำรุดเนื่องจากการติดตั้ง Box ต่างๆเอง
- 3.4.9 ตำแหน่ง Box ที่เข้าถึงได้ต้องไม่กระทบกระเทือนงานด้านสถาปัตยกรรม ในกรณีที่ ต้องการตรวจ ซ่อมแซมตัว Box หรือสายไฟ
- 3.4.10 การติดตั้ง Box ทุกตัว ให้ระมัดระวังอย่าให้ติดตั้งติดกับท่อน้ำ, ท่อส่งลมเย็นของ ระบบปรับอากาศหรือ สิ่งกีดขวางอื่นใด และจะต้องมีการยึดตรึงอย่างแข็งแรง โดย ไม่อาศัยท่อ Conduit เป็นตัวรับน้ำหนัก ของตัว Box เอง
- 3.4.11 Boxes ที่ติดกลางแจ้งหรือในที่ที่มีความชื้นสูง กำหนดให้ต้องใช้แบบกันน้ำได้และมี หัวต่อกับท่อร้อยสายที่ เป็นแบบเกลียวและใช้ปะเก็นในการปิดฝาให้แผ่นสนิทด้วย สกรูทองเหลือง
- 3.4.12 รู Knock-Out ที่ไม่ได้ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำ หน้าทีนี้โดยเฉพาะหรือ เปลี่ยน Box เสียใหม่

3.4.13 ผู้รับจ้างจะต้องทำสี Box ทั้งภายนอกและภายในทุกจุดตามรหัสสีเดิมของโครงการ และหากไม่ได้ระบุไว้ ให้ใช้รหัสสีดังนี้.

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ใช้สีชมพู	ตัวอักษร LG
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	ใช้สีส้ม	ตัวอักษร E
ระบบเต้ารับไฟฟ้า	ใช้เขียว	ตัวอักษร P
ระบบแอร์	ใช้สีเทา	ตัวอักษร AC
ระบบโทรศัพท์	ใช้เหลือง	ตัวอักษร T
ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย	ใช้สีแดง	ตัวอักษร FA
ระบบ MATV	ใช้สีม่วง	ตัวอักษร M
ระบบเสียง	ใช้สีขาว	ตัวอักษร S
ระบบ Security	ใช้สีน้ำเงิน	ตัวอักษร SE
ระบบ Bas	ใช้สีน้ำตาล	ตัวอักษร BAS

3.4.14 Wire Way และ Support ใช้เหล็กพ่นสีและจะต้องติดตั้งตามกฎการ กพน. กพภ. โดยมีแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.60 มม. โดยมีการพับขอบข้างพร้อมฝาปิด พร้อมสกรูมีความแข็งแรงพอที่จะรับ น้ำหนักสายเมื่อทำ SUPPORT รองรับทุก ระยะ 1.5 ถึง 2.4 เมตร

3.4.15 Wire Way จะต้องเป็นระบบสมบูรณ์โดยมีอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสม ได้แก่

- Coupling
- Below Horizontal or vertical
- T-Joint or Crossing Joint
- Support

3.4.16 Cable Tray และ Support กฎและวิธีการการติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสาย ให้ใช้ตามที่กำหนด ใน NE Code, Article 318, กฎการติดตั้งไฟฟ้าของ กพภ. และ มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับประเทศไทยของ วสท.

3.4.17 รางเดินสายพร้อมฝาปิดรางต้องทำด้วยเหล็กพ่นสี Polyester Powder Paint มีความแข็งแรงพอที่จะรับ น้ำหนักสายได้เต็มที่โดยไม่บิดเบี้ยว ขอบข้างราง และชั้นของรางจะต้องเรียบโดยไม่มีความคมของ ขอบเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายเคเบิล อันเนื่องจากการลากสายติดตั้ง ตัวราง ประกอบพร้อมฝาปิดพร้อม สกรูขนาดรางเดินสายใช้ 1.60/2.00 มม.

3.4.18 การต่อเนื่องถึงกัน (Bonding) การใช้รางเดินสาย สำหรับวางสายไฟฟ้า โดยรางเป็น โลหะจะต้องระวัง เกี่ยวกับการต่อเนื่องถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดิน ไม่ให้มีการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างราง เดินสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท หรือมีสาย ทองแดงขนาดตาม NEC เชื่อมรางเดินสายจะต้องมี ความต้านทานกระแสต่ำตลอด ระยะทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้ อย่างปลอดภัย

3.4.19 การเดินสายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นราง ให้มั่นคง

- 3.4.20 ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางเดินสายต้องจัดสาย สำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมเป็น ชุดๆ โดยแต่ละชุดมีสายไฟแต่ละเฟสสายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้น และสายดิน(หากมี)ครบถ้วนในแต่ละชุด ห้ามเดินเรียงเฟสเดียวกันหลายๆ ชุด
- 3.4.21 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสาย ต้องเป็นไปตาม NE Code ข้อ 318

3.5 สายไฟแรงต่ำ (Low Voltage)

- 3.5.1 สายไฟต้องเป็นสายทองแดง และต้องมีส่วนผสมที่มีทองแดงไม่ต่ำกว่า 98%
- 3.5.2 สายไฟต้องเป็นมาตรฐานของ มอก. รับรอง
- 3.5.3 สายไฟต้องเป็นแบบสายเดี่ยว (Single Conductor) มีฉนวนหุ้มตามที่กำหนดขนาดไว้ใน Load Schedule ฉนวนต้องทนแรงดันไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 750 V.
- 3.5.4 ห้ามใช้สายไฟเล็กกว่าขนาด 2.5 sq.mm ยกเว้นสาย Control ให้ใช้ตามความเหมาะสม
- 3.5.5 ค่า Voltage Drop จาก Main MDB ไปยังแผง Main แต่ละชั้น จะต้องมียก Voltage Drop ไม่เกิน 3% กรณีคิดค่าเกินจะต้องเปลี่ยนขนาด Feeder ให้ใหญ่ขึ้นโดยไม่คิดมูลค่า
- 3.5.6 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียสตาม มอก. 11-2531
- 3.5.7 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 3.5.8 สายไฟจะต้องเป็นเส้นเดี่ยวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อระหว่างแผงไฟ (Panel board) จนถึง Outlet หรือ ระหว่าง Outlet หรือ Switch Board ถึงแผงไฟ การตัดต่อสาย (Splicing) สำหรับ Branch Circuit ให้ กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริง ๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน Junction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ในระหว่างที่ สามารถเข้าไปตรวจสอบและ/หรือซ่อมบำรุงได้
- 3.5.9 ให้ใช้เฉพาะที่ต่อสายแบบ Compression ,Bolt หรือ Screw Type หรือ Wire Nut เท่านั้นข้อต่อสายที่ไม่มี ฉนวน เมื่อต่อสายแล้วต้องพันด้วยเทปฉนวนทับกันโดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 เท่า ของฉนวน สายไฟฟ้านั้นเทปที่ใช้พันสายต้องเป็น VINYL เทปทนอุณหภูมิต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 105°C หนา 7 MILS. ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ การต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นหรือใต้ดิน จะต้อง ใช้เสริมเรซินหล่อลอมหุ้มไว้ด้วยเรซิน ต้องเป็นของที่ใช้งานเช่นนี้ได้ดี ห้ามใช้ที่ต่อสายแบบ Twisted Wire Splice ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ณ แต่ละจุดที่ต่อสาย
- 3.5.10 ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ
- 3.5.11 ให้ใช้ Lubricant เป็นชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้นในการดึงสาย

- 3.5.12 ต้องใช้สีเป็นรหัส (Colour-Coding) ในการเดินสายไฟโดยใช้สีดังนี้
- | | |
|---------|------------------|
| Line 1 | สีน้ำตาล |
| Line 2 | สีดำ |
| Line 3 | สีเทา |
| Neutral | สีฟ้า |
| Ground | สีเขียวแถบเหลือง |
- 3.5.13 สายไฟต้องเดินในคอนดุกท์ทั้งหมด โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
- 3.5.14 ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวรสำหรับสาย Feeder ใน Pull Box ต่าง ๆ ด้วย
- 3.5.15 ยกเว้นแต่ได้รับอนุมัติจากวิศวกรผู้ควบคุมงานเป็นกรณี ๆ ไป ห้ามมิให้ดึงสายไฟในคอนดุกท์จนกว่าจะ ได้วางระบบคอนดุกท์เสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งหมดก่อน และได้รับการตรวจรับแล้ว
- 3.5.16 ภายหลังการติดตั้งสายภายในคอนดุกท์แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการ Test Insulation ของสายไฟด้วย Megger วัดค่าความต้านทานของสายระหว่าง Phase to Phase, Phase to Neutral และ Phase to Ground ของ ทุก Circuit ตั้งแต่ Panel Board ถึงปลาย Load จุดสุดท้าย และจาก MDB ถึง PANEL Board ทุก ๆ แผง โดยผู้รับจ้างจะต้องบันทึกค่าของการตรวจสอบนั้นทุกจุดให้ผู้คุมงาน 2 ชุด ก่อนที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิดเอกสารการ Test ให้รวบรวมเป็นเอกสารส่งมอบงานในงวดสุดท้าย
- 3.5.17 สายไฟที่มีจำนวนหลายชุดใน 1 วงจรที่เดินในราง Cable Tray หรือ Ladder จะต้องเรียงตามลำดับเฟส เช่น R, S, T, N ห้ามวางเรียง Phase เดียวกันเป็นกลุ่มเดียวกัน
- 3.5.18 จำนวนสายสูงสุดที่ใช้ได้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งของไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ของ วศท.

3.6 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable)

- 3.6.1 ลักษณะของสายไฟ สายไฟชนิดอ่อนและติดตั้งได้สะดวก จะต้องมีส่วนนำไส้ทองแดงที่พันหุ้มด้วยเทปใยแก้ว พร้อมไมกาเป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มด้วยฉนวนและเปลือกนอกด้วยคลอสลิงค์ของสาย แร่ฉนวนอ่อนตัว และไม่ละลายเมื่อเกิดอุณหภูมิสูง หรืออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้ง ไม่เกิน 8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น ฉนวนหุ้มสายไฟและวัสดุที่เป็นเปลือกชั้นนอกจะต้อง ไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าภายในต้องนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิสูง 90 องศาเซลเซียส อย่างต่อเนื่องตาม มาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้
- สายนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะเกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. (โดยจะต้องเป็น Standard Test)
 - สายไฟจะต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการติดไฟตามมาตรฐาน IEC 332-3

- ปริมาณควันที่เกิดขึ้นเมื่อสายไฟถูกเผาไหม้โดยตรงวัดตามมาตรฐาน IEC 1034-3
 - ปริมาณ Halogen แก๊สพิษและแก๊สกัดกร่อนสายไฟจะต้องปลอดจากสาร Halogen และไม่ให้เกิดแก๊สที่กัดกร่อนเมื่อถูกไฟ สายไฟจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 754
 - ปริมาณเชื้อเพลิงของวัสดุที่ใช้ทำสายไฟ ไม่ช่วยให้เกิดความร้อนเมื่อไหม้ไฟ วัสดุที่ใช้ทำฉนวน ของสายไฟ และวัสดุที่เป็นเปลือกนอกจะต้องไม่ให้ความร้อนเมื่อเกิดการเผาไหม้ และไม่ มากกว่า 8,500 BTU หรือ 20 KJ/GRAM
 - การทนทานต่อการลัดวงจร และความต้านทานต่อการใช้กระแสเกินพิกัด สายไฟจะต้องทนทาน ต่ออุณหภูมิอื่นเนื่องจากกระแสลัดวงจรได้ที่ 280°C เป็นเวลา 5 วินาที พิกัดอุณหภูมิ 250°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
 - การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตาม มาตรฐานประกัน คุณภาพ ISO 9001
 - อุปกรณ์ขั้วต่อสาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้โดยจะต้องมี คุณสมบัติทนไฟ เหมือนกับสาย
- 3.6.2 สายไฟชนิดทนไฟ ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย Cable Tray หรือ Wire Way หรือเดินในท่อโลหะ การจัดวาง จะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้าลดลงแต่อย่างใด กรณีเดินในรางจะต้องรัดสายด้วย สายรัด ชนิด Stainless การจัดวางสายและระยะห่างของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด
- 3.6.3 สายไฟแรงต่ำชนิดทนไฟ (MI Cable และอุปกรณ์ประกอบ) อนุญาตให้เทียบเท่าได้ โดยไม่ต้องมีท่อร้อยสาย
- 3.6.4 ระบบไฟฟ้า ต้องสามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ ของการ ไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- 3.6.5 มาตรฐานอ้างอิง ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ดังต่อไปนี้
- 3.6.6 วัสดุต้องประกอบด้วย Seamless Copper Sheath, Magnesium Oxide Insulant, และ Solid Copper Conductor
- 3.6.7 การทนไฟ ต้องไม่ทำให้เกิดการกระจายของเปลวไฟ และไม่เกิดควันไฟขึ้น พร้อมทั้งไม่ก่อให้เกิด Toxic และกรดก๊าซในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ จุดหลอมเหลวของ Copper Sheath ต้องไม่ต่ำกว่า 1080 องศาเซลเซียส ส่วน Magnesium oxide insulant ต้องไม่ต่ำกว่า 2700 องศาเซลเซียส
- 3.6.8 อุณหภูมิการทำงาน ต้องทนอุณหภูมิขณะทำงานที่ต่อเนื่องได้ถึง 250 องศาเซลเซียส สำหรับการใช้งานระบบ ไฟฟ้าทั่วไปในกรณี Emergency ต้องสามารถทำงานในช่วงสั้น ๆ ได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1080 องศาเซลเซียส
- 3.6.9 การทนน้ำ ต้องทำงานได้อย่างต่อเนื่องสมบูรณ์แบบเมื่อ MI Cable จุ่มอยู่ในน้ำ ยกเว้นส่วนที่เป็น Fitting ต่าง ๆ ของ MI Cable
- 3.6.10 การทนของแรงกระแทกทางกล ต้องทนทานต่อแรงกระทำทางกลได้ดี โดยไม่ทำให้การทำงานด้านไฟฟ้า เสื่อมคุณภาพลงไป

4. ระบบต่อลงดิน (Grounding System)

4.1 ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ประกอบด้วยการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า (EQUIPMENT Grounding System) ที่เป็นโลหะอันอาจ มีการแสไฟฟ้า เนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลง ดินนี้ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือตามมาตรฐานต่อไปนี้

- 4.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า “หมวด 6 สายดิน และการต่อลงดิน”
- 4.1.2 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TSES, 24-1984 การต่อลงดิน”
- 4.1.3 National Fire Protection Association (NFPA) No.78
- 4.1.4 National Electrical Code (NEC) Article 250
- 4.1.5 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545

4.2 มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

- 4.2.1 แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper-clad steel) หรือแท่งทองแดง (Solid Copper) หรือแท่งเหล็กอาบ สังกะสี (Hot-Dip galvanized steel) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (ขนาดทางการ ค้า-รายละเอียดให้ดูหมายเหตุ) ยาวไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก Low Carbon Steel ที่มี tensile Strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อ ตร.มม.
 - ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9% แบบหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ Molecularly Bonded กับ แกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มม.
 - ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL-476
 - กรณีแท่งเหล็กอาบสังกะสีต้องมีความหนาของสังกะสีไม่น้อยกว่า 80 ไมโครเมตร (0.075 มม.)
- 4.2.2 แผ่นตัวนะชนิดป้องกันการผุกร่อนที่มีพื้นผิวสัมผัสกับดินไม่น้อยกว่า 0.18 ตร.ม. ในกรณีที่แท่งเหล็กอาบ โลหะชนิดกับการผุกร่อนต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. หากเป็นโลหะการผุกร่อนชนิดอื่นที่ไม่ใช่เหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม.
- 4.2.3 ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียม เป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน
- 4.2.4 ยอมให้ใช้อาคารที่เป็นโลหะและมีการต่อลงดินอย่างถูกต้อง โดยมีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

- 4.2.5 ความต้านทานระหว่างหลักดินกับดิน (Resistance to Ground) ต้องไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Earth Testing-Meter หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ หากไม่สามารถติดตั้งให้ได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ ผู้รับจ้าง จะต้องดำเนินการเพิ่มเติมอุปกรณ์หรืออื่นๆ ที่ใช้เพื่อลดความต้านทานลง โดยได้รับความเห็นชอบ จากผู้ควบคุมงานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม
- 4.2.6 หลักดินชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบก่อน หมายเหตุ แท่งหลักดินขนาด 5/8 นิ้ว หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มม. สำหรับ แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดงและ 0.625 นิ้ว หรือ 15.87 มม. สำหรับแท่งเหล็กอาบสังกะสี

4.3 สายต่อหลักดิน

- 4.3.1 สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำทองแดง เป็นชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตัวนำเกลียวหุ้มฉนวนหรือไม่หุ้มฉนวนก็ได้ และต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดโดยไม่มีการต่อ
- 4.3.2 ถึงแม้จะมีได้กำหนดหรือแสดงในแบบไว้ก็ตาม ระบบไฟฟ้าของโครงการนี้ ต้องมีระบบต่อลงดิน สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) โดยให้ดำเนินการดังนี้
- โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าตลอดจนท่อร้อยสายไฟฟ้าและ/ หรือ รางวางสายไฟฟ้า ที่เป็นโลหะต้องถูกต่อลงดินด้วยตัวนำลงดิน
 - วงจรสายป้อน (Feeder Circuit) และวงจรย่อย (Branch Circuit) สำหรับไฟฟ้า กำลังและเต้ารับ ไฟฟ้าต้องมีสายตัวนำลงดิน (Ground Conductor) ควบคู่ไปด้วย
 - วงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง ยอมให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/ หรือ รางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะเป็นตัวนำลงดินได้ ทั้งนี้ต้องมั่นใจได้ว่า ท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ รางวาง สายไฟฟ้านั้นถูกต่อลงดินอย่างต่อเนื่องทางไฟฟ้า
 - ขนาดของสายตัวนำลงดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของวงจรนั้นๆ ตามตารางที่ 1
- 4.3.3 ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.ม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.ม.)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

หมายเหตุ * ต้องติดตั้งในท่อ RSC, IMC, EMT หรือตามที่ระบุในแบบ

* ขนาดสายต่อกับหลักดินให้ยึดถือตามที่กำหนดในแบบเป็นหลัก

4.4 สายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.4.1 สายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เดินสายรวมไปกับสายของวงจรให้ใช้ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน

4.4.2 สายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.ม.)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารผู้ใช้ไฟฟ้า อยู่ห่างจากหม้อแปลง ระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 100 เมตร ในกรณีที่เกิน 100 เมตร จะต้องพิจารณาค่า Earth Fault Loop Impedance ของวงจร ต้องไม่เกินตามที่การไฟฟ้ากำหนด ถ้าเกินจะต้องใช้ขนาดของสายดินเท่ากับขนาดของสายเฟส

5. ดวงโคมไฟฟ้า

- 5.1 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐาน มอก. BS, VDE, NEMA, JIS
- 5.2 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับฝ้าเพดาน หรือปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบ
- 5.3 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (WEATHER PROOF) หรือ IP55 และผลิตตามมาตรฐานของ BS , VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 5.4 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีชนิดและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ ความหนาของเหล็กที่ใช้ทำต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ตัวโคมต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม, ฟันสีกันสนิม โดยใช้แผ่นสะท้อนแสงชนิดALUMINIUM ที่มีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงรวมไม่ต่ำกว่า 95 % ทั้งหมด ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- 5.5 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องมีขั้วหลอดชนิด Heavy Duty, Spring Loaded หรือ Rotary Lockedตามมาตรฐานของ NEMA , VDE , JIS ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ใช้
- 5.6 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้หลอดชนิด PREHEAT , DAY LIGHT ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก.
- 5.7 คาปาซิเตอร์ สำหรับการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ต้องเป็นชนิด DRY METALLIZED PLASTIC ตามมาตรฐานVDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ
- 5.8 สำหรับดวงโคมฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม, แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์เปิดปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ ดวงโคมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 9 วัตต์ จำนวน 2 หลอด แบตเตอรี่ใช้เป็นแบบ SEALED LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชม. รวมทั้งสามารถตรวจสอบ และซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ทางด้านหน้า โดยไม่ต้องรื้อถอนชุดดวงโคมหรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกจากตำแหน่ง
- 5.9 ดวงโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม , แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ แบตเตอรี่ใช้เป็นแบบ SEALED LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง

6. สวิตช์และปลั๊ก (SWITCH & RECEPTACLE)

- 6.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL, JIS หรือ VDE
- 6.2 สวิตช์และปลั๊กไฟทุกตัวจะต้องติดอยู่ภายใน OUTLET BOX
- 6.3 รายละเอียดทางเทคนิค
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัว ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 AMPS. 250 VOLTS หรือมีขนาดไม่น้อยกว่า 125 % ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กทุกตัว ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 16 AMPS. 250 VOLTS. เป็นแบบที่ใช้ขาเสียบ กลมและแบน (UNIVERSAL TYPE) และมีรูกลมที่ 3 สำหรับสาย GROUND

6.4 ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX ดังนี้

- 1.30 เมตร สำหรับ สวิตช์
- 0.30 เมตร สำหรับ ปลั๊กติดผนังทั่วไป

บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน

MATERIAL LIST	BRAND
1. TRANSFORMER (OIL TYPE)	: เจริญชัยหม้อแปลง, เอกรัฐ, คว๊อต อิเลคทริก จำกัด
2. MAIN DISTRIBUTION BOARD AND DISTRIBUTION BOARD	: TIC, ASEFA, SPE
3. CIRCUIT BREAKER	: SCHNEIDER, ABB, SIEMENS
4. PANEL BOARD	: SCHNEIDER, ABB, SIEMENS
5. CABLE AND WIRE	: BANGKOK CABLE, THAI YAZAKI, PHELPS DODGE
6. CONDUIT	: PAT, MATSUSHITA, ARROW PIPE
7. LIGHTING FIXTURE	: EVE, PHILIPS, SYLVANIA
- โคมที่ใช้กับหลอด FLUORESCENTและโคม DOWN LIGHT	: EVE, PHILIPS, SYLVANIA
- โคม HIGH BAY , FLOOD LIGHT , STREET LIGHT	: EVE, PHILIPS, SYLVANIA
- ขาหลอดและขา STARTER	: PHILIPS, NATIONAL
- STARTER	: EVE, PHILIPS, SYLVANIA
- หลอดไฟ	: EVE, PHILIPS, SYLVANIA
- BALLAST	: PHILIPS, VOSSLOH, ARMSTRONG
- CAPACITOR	: ELECTRONICONS, PED, CAMBRIDGE
- EMERGENCY LIGHT AND EXIT SIGN	: EML, SUNNY, CEE
8. SWITCH, RECEPTACLE & OTHERS OUTLET	: SCHNEIDER, PANASONIC, HACO
9. TELEPHONE TERMINAL	: KRONE, 3M, POUYET
10. METERING	: MITSUBISHI, FUJI, NITECH
11. FIRE ALARM SYSTEM	: MIRTONE, GAMEWELL, EST, NORMI
12. TELEPHONE SYSTEM	: PHONIX, LG, ERICSON, FORTH
13. AIR CONDITION	: LG, SAMSUNG, DAIKIN, MITSUBISHI
14. VENTILATION FAN	: PANASONIC, MITSUBISHI
15. ELECTRIC FAN	: MITSUBISHI, HITACHI, HATARI
16. ELEVATOR	: SCHNEIDER, KONE, SCHINDLER