

รายละเอียดประกอบการปรับปรุง ติดตั้ง ตู้จ่ายไฟประจำอาคาร

1. ทัวไป

1.1. มาตรฐานและกฎข้อบังคับ

1.1.1. วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานไฟฟ้าจะต้องเป็นของใหม่อยู่ในสภาพดี และเป็นแบบล่าสุดของบริษัทผู้ผลิต ต้องได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ถ้าวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้ในงานไฟฟ้านี้ไม่มีกำหนดในมาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมอนุญาตให้ถือมาตรฐานดังต่อไปนี้

- NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- VDE (German Electrical Regulation)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- BS (British Standard)
- UL (Underwriter 's Laboratories Inc.)
- มาตรฐานเทียบเท่าซึ่งได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

1.2.2. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ส่วนประกอบอื่นๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า
- กฎข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ
- มาตรฐานควบคุมการก่อสร้างและติดตั้งไฟฟ้าของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

1.2. วิศวกรไฟฟ้า

ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องมีวิศวกรไฟฟ้า สาขาไฟฟ้ากำลังพร้อมทั้งหลักฐานใบ ก.ว. แจงให้ผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อให้ผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบแปลน และรายการประกอบแบบรวมทั้งประสานงานกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3. แบบแปลนไฟฟ้า

แบบแปลนไฟฟ้าจะแสดงตำแหน่งโดยประมาณของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องตรวจแบบทางสถาปัตยกรรม แบบของผู้รับจ้างอื่นๆ และแบบของรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อให้งานติดตั้งถูกต้องตามตำแหน่งที่ใช้งานจริง ๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง ผู้รับจ้างจะอ้างขอเพิ่มค่าใช้จ่ายมิได้

1.4. เทียบเท่า

วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานไฟฟ้าเมื่อมีการระบุชื่อบริษัทผู้ทำ ในรายการประกอบผู้รับจ้างไฟฟ้า จะต้องถือเป็นรากฐานของการประมูลนี้ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีได้ระบุชื่อบริษัทผู้ทำ จะต้องได้ตามมาตรฐานหนึ่งตามข้อ 1.1.1.

ระหว่างการก่อสร้างถ้าผู้รับจ้างไฟฟ้ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ นอกเหนือจากที่มีการระบุชื่อบริษัทผู้ทำ ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องเสนอเรื่องการขอเปลี่ยนเป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมทั้งแสดงค่าความแตกต่างของคุณสมบัติและราคาของวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนทำการจัดซื้อ

1.5. ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องจัดหาตัวอย่างของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการติดตั้ง เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง ในกรณีวัสดุและอุปกรณ์ไม่สามารถ นำตัวอย่างมาให้พิจารณาได้ ให้แนบบทจากผู้ผลิตพร้อมกับแคตตาล็อกส่งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา เห็นชอบก่อนจะทำการติดตั้ง หากผู้รับจ้างไฟฟ้าทำการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ยังไม่ได้ผ่านการเห็นชอบหรือผิดไปจากตัวอย่างหรือผิดไปจากแบบของผู้ผลิต ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบในการรื้อถอนออก เพื่อทำการติดตั้งใหม่ตามแต่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร ค่าใช้จ่ายการแก้ไขทั้งหมดผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

1.6. แบบแสดงการติดตั้ง

ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องเสนอแบบแสดงการติดตั้งให้กับผู้ว่าจ้างภายในสามสิบ (30) วันก่อนทำการติดตั้ง แบบแสดงการติดตั้งจะต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งระบบไฟฟ้าพร้อมทั้งอุปกรณ์ หากผู้ว่าจ้างไม่เห็นชอบด้วย ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องแก้ไขแบบดังกล่าวให้เสร็จภายในสิบ (10) วัน หลังจากวันที่ผู้ว่าจ้างได้แจ้งไป การที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบกับแบบแสดงการติดตั้งมิได้หมายความว่าผู้รับจ้างไฟฟ้าจะพ้นจากความรับผิดชอบในการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้ใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ของแบบ

1.7. การให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างอื่น

ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องให้ความร่วมมือ ประสานงานให้สอดคล้องกับผู้รับจ้างอื่นๆ เพื่อให้งานติดตั้งทั้งหมดเสร็จเรียบร้อย โดยผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องศึกษาแบบแปลนและความต้องการไฟฟ้าของอุปกรณ์นั้นๆ ทำงานได้สมบูรณ์การติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงหรือเกี่ยวข้องกับงานผู้รับจ้างอื่นๆ ให้ผู้รับจ้างไฟฟ้าประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ นั้น เพื่อจะได้ทำการติดตั้งได้ถูกต้อง เรียบร้อย ถ้าผู้รับจ้างไฟฟ้าติดตั้งโดยไม่ประสาน หรือไม่ให้ความร่วมมือกับผู้รับจ้างอื่นๆ ก่อน หากมีความจำเป็นต้องแก้ไขรื้อถอนเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดหาโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

1.8. แบบแบบปรับปรุงระบบไฟฟ้าจริง

ระหว่างการติดตั้งระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องบันทึกตำแหน่งที่แท้จริงของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เมื่อการติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องทำแบบจริงโดยเขียนตามขนาด และมาตราส่วนของผู้ออกแบบและมอบต้นฉบับพร้อมแบบพิมพ์อีกสาม (3) ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนที่จะมีการตรวจรับมอบงาน

2. ระบบไฟฟ้า

2.1. ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

ใช้ไฟฟ้าระบบ 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย / ความถี่ 50 Hz ในการปรับปรุงตู้ MDB ในอาคาร หรือ สำนักงานต่างๆ

2.2. ระบบสีของสายไฟฟ้าและบัสบาร์

2.2.1. ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย ให้สีดังนี้

สายไฟฟ้า เฟส A	ใช้สีแดง
สายไฟฟ้า เฟส B	ใช้สีเหลือง
สายไฟฟ้า เฟส C	ใช้สีน้ำเงิน

สายไฟฟ้าเส้นศูนย์ ใช้สีเทาอ่อน หรือ สีขาว
 สายไฟฟ้าเส้นสายดิน ใช้สีเขียว หรือ เขียวแถบเหลือง
 สายไฟฟ้าที่ผลิตแต่เพียงสีเขียวให้ทำสีหรือพันเทปทั้งสองข้างด้วยสีที่กำหนดให้

2.2.2.ระบบไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้สีดังต่อไปนี้

สายไฟฟ้าเส้นไฟ ใช้สีดำ
 สายไฟฟ้าเส้นศูนย์ ใช้สีเทาอ่อน หรือ สีขาว
 สายไฟฟ้าเส้นสายดิน ใช้สีเขียว หรือ สีเขียวแถบสีเหลือง

2.2.3.บัสบาร์ ให้ทำสีหรือติดเทปสีตามระบบสีข้อ 2.3.1. หรือ 2.3.2.

3. วิธีต่อลงดิน

3.1. สิ่งที่ต้องลงดิน

- 3.1.1.สายศูนย์ของระบบไฟฟ้าต้องต่อลงดินที่แผงสวิตช์จ่ายไฟใหญ่ (MDB)
- 3.1.2.ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดิน โดยต่อเข้ากับตัวนำสายดิน
- 3.1.3.ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดิน

3.2. ชั้นดิน (Grounding Electrode)

ชั้นดินให้ใช้แท่งเหล็กหุ้มทองแดง (Copper Encased) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 19 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 3000 มม.

3.3. ตัวนำชั้นดิน (Grounding Conductor)

- 3.3.1.ตัวนำชั้นดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) ให้มีขนาดตามมาตรฐานที่กำหนด
- 3.3.2.ตัวนำสายดินอุปกรณ์ (Equipment Ground) ให้มีขนาดตามมาตรฐานที่กำหนด
- 3.3.3.ในการเดินสายไฟฟ้าในท่อ ให้เดินตัวนำสายดินเพิ่มอีก 1 เส้นนอกเหนือจากจำนวนสาย ไฟฟ้า

3.4.กราวด์บัส (Ground Bus)

กราวด์บัสให้ใช้แผ่นทองแดงมีขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าและ ติดไว้อย่างน้อย 2 ชุด ในตู้ MDB โดยชุดหนึ่งสำหรับต่อลงดินของสายศูนย์ อีกชุดหนึ่งสำหรับต่อลงดินอุปกรณ์

3.5.การติดตั้งระบบการต่อลงดิน

ให้ตอกชั้นดินอย่างน้อย 3 ต้น เป็นรูปสามเหลี่ยม ห่างกันอย่างน้อย 3000 มม. แล้วใช้ตัวนำเข้าด้วยกัน และฝังลึกไม่น้อยกว่า 500 มม. จากระดับ การต่อตัวนำสายดินเข้ากับชั้นดินให้ใช้วิธีเชื่อมติด (Exothermic Welding)

4. วัสดุพื้นฐานและการติดตั้ง

4.1. ท่อร้อยสาย

- 4.1.1. ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องจัดหา และติดตั้งระบบร้อยสายให้สมบูรณ์ตามแสดงในแบบไฟฟ้าและรายการประกอบแบบวัสดุทั้งหมดที่ใช้ในการทำระบบท่อร้อยสาย ต้องเป็นของใหม่ และเหมาะสำหรับงานท่อร้อยสายและข้อต่อต่าง ๆ ต้องเป็นของที่ใช้กับงานไฟฟ้า โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ของ TAS , PAT , MATSUSHITA หรือเทียบเท่า
- 4.1.2. ท่อร้อยสายจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะร้อยสาย และดึงสายออกสะดวกโดยไม่ทำลายฉนวนของสายไฟฟ้า พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต้องไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อร้อยสาย ตามมาตรฐานการติดตั้งที่กำหนด
- 4.1.3. รายละเอียด
 - ก. Electrical Metallic Tubing (EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบางชุบสังกะสี (Hot dip galvanize) สามารถใช้ติดกับเพดานซ่อนเหนือฝ้าเพดานฝังในผนัง
 - ข. Intermediate Metal Conduit (IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กแข็งชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี (Hot dip galvanize) มาแล้ว
 - ค. Rigid Steel Conduit (RSC) ต้องติดตั้งในกรณีดังนี้ คือ ที่ Service entrance ที่ต้องการมีฝังใต้ดิน หรือในคอนกรีตที่เดินนอกอาคาร หรือขึ้นตามข้อกำหนดของ NEC
 - ง. ท่ออ่อน (Flexible conduit) ท่ออ่อนต้องทำจาก Galvanized steel ท่ออ่อนที่ใช้ในที่ชื้น ต้องเป็นแบบกันน้ำ
- 4.1.4. การต่อท่อร้อยสายชนิดบางที่อยู่ในบริเวณเปียกชื้น ให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ (Raintight) อยู่ในปูน ต้องใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำปูน (Concretetight) ท่อร้อยสายชนิดหนาใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และต้องทา Permatex ที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อกันน้ำ
- 4.1.5. ท่อร้อยสายที่ต่อเข้ากับกล่องที่ต่อสายและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด ต้องมีข้อต่อสำหรับกล่องต่อสาย (Box connector) ติดไว้ทุกแห่ง
- 4.1.6. ปลายท่อร้อยสายที่มีการร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อ ถ้าอยู่ในอาคารต้องมี Conduit bushing ใส่ไว้ ถ้าอยู่นอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมี Service fitting ใส่ไว้ปลายท่อร้อยสายที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องใส่ฝาครอบ (Cap)
- 4.1.7. ท่อร้อยสายที่ไม่ได้ฝังในผนังและพื้น ต้องยึดด้วยประกับโลหะ (Conduit strap) และประกับสำหรับแขวนท่อ (Conduit Hanger) อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3 ฟุต จากกล่องต่อสายหรือแผงไฟ และระหว่างประกับไม่เกิน 10 ฟุต ตามมาตรฐานการติดตั้งที่กำหนด
- 4.1.8. การติดตั้งท่อร้อยสายจะต้องจัดวางให้ขนาน และตั้งฉากกับพื้นผนัง และแบบโครงสร้าง การวางท่อร้อยสายต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อร้อยสาย จำนวนครั้งที่โค้งระหว่างกล่องต่อสายกับแผงจ่ายได้ต้องไม่เกิน 4 โค้ง หรือรวมไม่เกิน 360 องศา (การติดตั้งท่อหนา ท่อบาง และท่ออ่อน ให้ดำเนินการตาม NEC หัวข้อที่ 346 , 348 และ 350 ตามลำดับ)
- 4.1.9. ท่อร้อยสายที่ฝังใต้ดิน ต้องฝังลึกลงไม่น้อยกว่า 500 มม. จากระดับพื้นดินและต้องมีบ่อพักสำหรับใช้ในการดึงสายไฟฟ้า และตัดต่อสายไฟฟ้า และตัดต่อสายไฟฟ้าตามที่จำเป็น
- 4.1.10. การวางท่อร้อยสายจะต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกชำรุด และปลายท่อร้อยสายทั้งสองข้าง ทุกท่อนจะต้องทำให้หมดความคม โดยใช้ Conduit Reamer

4.2. กล้องต่อสาย

4.2.1. กล้องต่อสายและฝาครอบทุกชนิดให้ใช้แบบที่ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี ไม่น้อยกว่า 1.2 มม.

4.2.2. กล้องต่อสายสำหรับภายนอกอาคาร หรือที่เปียกชื้นให้ใช้แบบกันฝนได้ทำด้วยโลหะ (Die - Cast Steel) หรือ Alluminium ฟันสี่ฝาครอบมีขอบยางเพื่อกันน้ำซึม

4.2.3. กล้องต่อสายสำหรับดวงโคม และอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ใช้ชนิดทกเหลี่ยมหรือ แปดเหลี่ยม

ตารางที่ 1 จำนวนสายไฟฟ้าที่มากที่สุดในห้องร้อยสาย

ขนาดสาย (ตร.มม.)	จำนวนเส้นของสายไฟฟ้าที่มากที่สุดในห้องร้อยสายขนาดเป็นนิ้ว									
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ¾	4
1.06	6	10	18	31	45	-	-	-	-	-
1.5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-
2.5	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-
4	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-
6	2	4	5	10	14	23	36	48	-	-
10	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50
16	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37
25	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28
35	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23
50	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16
70	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13
95	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
120	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10
150	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
185	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7
240	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6
300	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5
400	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4
500	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3

ตารางที่ 2 การยึดท่อร้อยสาย

ชนิดท่อร้อยสาย (นิ้ว)	ระยะห่างสุดระหว่างตัวยึด (ฟุต)
1/2 - 3/4	10
1	12
1 1/4 - 1 1/2	14
2 - 2 1/2	16
3 หรือโตกว่า	20

ตารางที่ 3 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10 (หมายเหตุ)
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

ตารางที่ 4 ขนาดต่ำสุดของสายดินเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกัน กระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
6 - 16	1.5
20 - 25	4
30 - 63	6
80 - 100	10
125 - 200	16
225 - 400	25
500	35
600 - 800	50
1,000	70
1,200 - 1,250	95
1,600 - 2,000	120
2,500	185
3,000 - 4,000	240
5,000 - 6,000	400

ตารางที่ 5 รางร้อยสาย (Wire Way)

แบบที่	ขนาดรางร้อยสาย (มม.)
1	50 x 50
2	75 x 50
3	100 x 75
4	100 x 100
5	150 x 75
6	150 x 150
7	150 x 150
8	200 x 200

4.3. รังร้อยสายและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

4.3.1. รังร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากผู้ผลิต ซึ่งได้ผลิตรังร้อยสายอยู่เป็นประจำ และผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรังร้อยสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อ และเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิต ไว้ในที่ๆ เห็นได้หลังการติดตั้งแล้ว รังร้อยสายต้องทำและติดตั้งตาม NEC ข้อ 362

4.3.2. รังร้อยสายเป็นทางเดินสายไฟมีช่องหน้าต่างเป็นรูสี่เหลี่ยมทำด้วยโลหะมีฝาเปิด - ปิด ทำเป็นแบบมีบานพับเป็นแบบถอดออกได้มี Knockouts ทำไว้ทุกกระยะ 300 มม. สำหรับท่อร้อยสาย โดยทำไว้ที่ผนังทั้งสองข้าง ของรังร้อยสาย และที่พื้นรัง รังร้อยสายมีความยาวมาตรฐาน 2400 มม.

4.3.3. รังร้อยสายทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.6 มม. รังร้อยสายและวัสดุที่ใช้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมดเกลียว / สลัก เกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรังร้อยสาย ไม่มีส่วนคมอันจะเป็นอันตรายต่อสายไฟในระหว่างติดตั้ง

4.3.4. รังร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมีลักษณะกันน้ำได้และผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรังร้อยสาย

4.3.5. ขนาดของรังร้อยสายเป็นไปตามมาตรฐาน รังร้อยสายมาตรฐานใช้เหล็กหนา 1.6 มม. ความยาวมาตรฐาน 2400 มม.

4.4 สายไฟฟ้า

4.4.1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาสายไฟฟ้าและทำการเดินสายระบบไฟฟ้าทั้งหมดตามที่แสดงในแบบแปลนไฟฟ้า และรายการประกอบแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซี และได้ตาม มอก. 11 - 2531 เว้นแต่จะระบุเป็นอย่างอื่น

4.4.2. การเดินสายไฟฟ้าจะต้องเดินในท่อร้อยสายหรือรางเดินสาย เว้นแต่จะระบุเป็นอย่างอื่น การร้อยสายในท่อสายจะต้องวางท่อให้เสร็จเรียบร้อยก่อน และต้องทำความสะอาดท่อไม่ให้มีดินทราย หรือเศษปูนติดอยู่ในท่อ แล้วจึงร้อยสาย และต้องใช้สารหล่อลื่นชนิดผงซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า เช่น ผงกราไฟต์ทาสายไฟฟ้าก่อนทำการร้อยสาย

4.4.3. การเดินสายฝังดินโดยตรงต้องใช้สายชนิดที่มีฉนวนหุ้มอย่างน้อยสองชั้น และใช้ทรายกลบแล้ววางแผ่นคอนกรีตหรือแผ่นอิฐทับตลอดสายก่อนใช้ดินกลบตอนที่สายโผล่จากพื้นดิน จะป้องกันโดยการร้อยผ่านท่อร้อยสาย

4.4.4. การเดินสายโดยใช้เข็มขัดรัดสาย ต้องใช้สายไฟฟ้าที่มีฉนวนหุ้มสองชั้น และยึดด้วยเข็มขัดรัดสายให้มั่นคง โดยมีระยะระหว่างเข็มขัดรัดสายไม่เกิน 100 มม.

4.4.5. การตัดต่อสายไฟฟ้าทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย กล่องเต้ารับ กล่องสวิทช์ และบ่อพักสายเท่านั้น

4.4.6. สายขนาด 10 ตารางมิลลิเมตร หรือเล็กกว่าให้ทำการต่อสายโดยใช้ Insulated Solderless Wire Connector แบบเกลียวขันขนาดให้ถือตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.4.7. สายขนาด 16 ตารางมิลลิเมตร หรือโตกว่าให้ทำการต่อสายโดยใช้ Insulated Connector ชนิดใช้เครื่องมือกลบีบหรือขัน

4.4.8. การต่อสายเข้ากับบัสบาร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้ Solderless Lug

4.5. การเจาะและซ่อมแซม

- 4.5.1. ในงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องทำแบบแสดงติดตั้งเพื่อแสดงตำแหน่งที่ต้องมีการวางสลีฟ (Sleeves and Inserts) ซึ่งเป็นในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าเป็นไปด้วยความเรียบร้อย
- 4.5.2. ก่อนทำการเจาะหรือตัดส่วนโครงสร้างของอาคาร ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องรับอนุญาตจากวิศวกรโครงสร้าง และสถาปนิกเสียก่อน

4.6. การป้องกันน้ำซึม

ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องทำการ Flashing Caulking และ Sleeves เมื่อมีส่วนของงานไฟฟ้าจากภายนอกอาคารเข้ามาในอาคารผ่านผนังพื้น หรือ หลังคา ส่วนที่เปิด (Opening) จะต้องทำให้น้ำไม่สามารถเข้ามาได้อย่างเด็ดขาด

4.7. ฐานรับและตัวยึดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องจัดหาและทำฐานรับและตัวยึดต่างๆ เท่าที่จำเป็นสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีในแบบแปลน เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตู้ไฟฟ้าแรงสูง รางเดิน สายท่อร้อยสาย เป็นต้น และต้องส่งแบบของฐานและตัวยึดให้วิศวกรพิจารณาเสียก่อน

4.8. กรรมวิธีการป้องกันสนิมและพ่นสีโลหะ

- 4.8.1. ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชั้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับ ตามวิธีข้างล่าง
- 4.8.2. ชั้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ๆ ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสี ก็ให้ใช้วิธีเดียวกันกับที่กำหนด แต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยาล้างสนิม
 - 4.8.2.1. วิธีการทำความสะอาด
 - ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด
 - ข. ทำการล้างแผ่นโลหะ เพื่อล้างไขมันหรือน้ำมันออกจนแผ่นโลหะสะอาด
 - ค. เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของสนิม และไม่ใช่แผ่นเหล็กใหม่ ๆ ต้องล้างด้วยน้ำยาล้างสนิม เพื่อให้สนิมที่เหลืออยู่หลุดออกทั้งหมด น้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของ ICI " DEOXIDINE " หรือเทียบเท่า
 - 4.8.2.2. การพ่นสีรองพื้น
 - ก. สีรองพื้นให้ใช้ Zinc Phosphate หรือ Etching Primer ถ้าใช้ Etching Primer ให้ใช้ของ ICI NO. F565 - 5023 หรือเทียบเท่า
 - ข. สีรองพื้นให้ใช้วิธีพ่นให้ทั่วทุกด้าน แล้วอบที่อุณหภูมิประมาณ 110 - 125 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 นาที หรือใช้วิธีตากแดดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
 - 4.8.2.3. การพ่นสีชั้นนอก สีชั้นนอกให้ใช้สีชนิดอบ (Stove - Enameled Paint) อย่างดี พ่นให้ทั่วอย่างน้อยสองชั้น ทับลงบนสีรองพื้น แต่ละชั้นต้องอบตามวิธีเดียวกันกับสีรองพื้น

5. อุปกรณ์ไฟฟ้า

5.1. แผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำ (MDB)

5.1.1. ผู้รับจ้างไฟฟ้าจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าแรงต่ำตามแบบและรายการประกอบแบบแผงสวิตช์เป็นแบบ Factory Built Assemblies, Modularized Design System ซึ่งประกอบด้วย Cubicles มาตรฐานหลายตู้ประกอบกันเข้าตามจำนวนอุปกรณ์ เช่น แผงสวิตช์ ทั้งชุดทำได้ตามมาตรฐาน IEC เช่นแบบ VMG 6 ของ ASEA หรือเทียบเท่า ซึ่งมี Type Test Report และมีพิกัดโดยทั่วไปดังนี้

- Rated Insulation Voltage	660	V(AC)
- Rated Short – Time withstand Current (1S)	50	kA(RMS)
- Rated withstand Current	105	kA(RMS)
- Degree of Protection	IP 21	
- Rated Thermal Current		ตามแบบ

5.1.2. ตัวตู้ Cubical ทำด้วยวัสดุซึ่งแข็งแรงและดีพอที่จะทนต่อ Mechanical Electric Thermal Stress และความชื้นตามมาตรฐานที่กล่าวมาแล้ว ในการใช้งานตามปกติ ตัวตู้ แบ่งเป็นส่วนๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต เช่น Circuit Breaker Cubicle คือตู้สำหรับใส่ Breaker

5.1.3. อุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติ

- (ก) Main Circuit Breaker เป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker (MCCB) ที่มี Ampere Trip , Ampere Frame และ Interrupting Capacity ตามค่าที่เหมาะสม
- (ข) MCCB จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของ Square – D , Westinghouse หรือเทียบเท่า
- (ค) Feeder Circuit Breaker ให้มี Ampere Trip , Ampere Frame และ Interrupting Capacity ตามที่กำหนดในแบบ และใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker

6. อุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ ถือเป็นที่สุด อย่างไรก็ดี หากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการทั้งสิ้น

1. สายไฟฟ้า Thai Yazaki, Bangkok Cable หรือเทียบเท่า
2. ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ Matsushita, TAS, PAT หรือเทียบเท่า
3. แผงไฟฟ้าแรงต่ำ MDB ของ Square – D , Westinghouse หรือเทียบเท่า
4. แผงสวิตช์ย่อย ของ Square – D , Westinghouse หรือเทียบเท่า

ลงชื่อ.....

(นายธงชัย คล้ายคลึง)

ผู้กำหนดคุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ผู้ตรวจสอบคุณสมบัติ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ อมตฉายา)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

คำสั่ง

อนุมัติ

ไม่อนุมัติ

.....

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. วินิจ โชติสว่าง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี