

บทที่ 5

งานระบบไฟฟ้า (ELECTRICAL WORK)

5.1 ขอบเขตของงานและข้อกำหนดทั่วไป

5.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องและอุปกรณ์ทั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอก และภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์ และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

5.1.2 ระบบไฟฟ้า ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- ระบบจ่าย และควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า
- ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าแสงสว่าง

ทั้งนี้ การเดินสายไฟ ให้ร้อยในท่อโลหะฝัง ซ่อนในผนังคอนกรีต หรือในฝ้าแล้วแต่กรณี เว้นแต่แบบจะมีระบุไว้เป็นอย่างอื่น

5.1.3 สำหรับการรื้อถอนทางไฟฟ้า ผู้รับจ้างต้องรื้อถอนและปรับปรุงให้เหมาะสม สมบูรณ์ตามที่ระบุในแบบและข้อกำหนดในแต่ละหมวด

5.1.4 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- กฎและระเบียบกระทรวงอุตสาหกรรม
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- กฎและระเบียบ การไฟฟ้านครหลวง
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society of Testing Material (ASTM)
- Deutsche Industrienorm (DIN)
- International Electrotechnical Commission (IEC)

- Japanese Industrial Standard (JIS)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- National Electrical Safety Code (NESC)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Underwriters Laboratories, Inc. (UL)
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)
- British Standards (BS)

5.1.5 การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกับภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้ง และเสริมเพิ่มเติมวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้การทำเรืออน്ุമติก่อนดำเนินการใด ๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

5.1.6 ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่องวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อยผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของการทำเรือฯ

5.1.7 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อเครื่องและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีต ไม่มีเหลี่ยมคม อันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องได้รับการอน്ุമติจากการทำเรือฯก่อนดำเนินการยึด แขนงใด ๆ ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของน้ำหนักใช้งาน (Safety Factor = 3)

การยึด แขนงกับโครงสร้างอาคารต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือกีดขวางงานของระบบอื่น ๆ

Expansion Bolt ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะ และได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้พุกไม้หรือพลาสติกโดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

5.1.8 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์ เสนอการทำเรือฯ เพื่ออน്ุമติก่อนการสั่งซื้ออย่างน้อย 14 วัน รายการใดที่ไม่อน്ุമติ ห้ามนำเข้ามายังบริเวณหน่วยงานทั้งนี้

รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ แต่ละอย่างให้เสนอแยกกันโดยรวบรวมข้อมูลเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แคตตาล็อกชุดต้นฉบับของบริษัทผู้ผลิตวัสดุอุปกรณ์นั้น ๆ และมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด ความสามารถ และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ทั้งหมดโดยละเอียด เพื่อประกอบการพิจารณา

5.1.9 ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบัน ดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
- สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป และได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

5.1.10 ผู้รับจ้างต้องยอมรับ และดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไข ข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากการทำเรือฯ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา

5.1.11 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแทน ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถรับการสั่นสะเทือนขณะใช้งานได้เป็นอย่างดี

5.1.12 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุ อุปกรณ์ ที่ผิดไปจากข้อกำหนด และเงื่อนไขตามสัญญา ด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้างโดยชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ที่เสนอใช้ทดแทน พร้อมแสดงหลักฐาน ข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ว่าจ้าง

5.1.13 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากการทำเรือฯ ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ของแบบและข้อกำหนด โดยชี้แจงแสดงผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

- 5.1.14** ทันทีที่ได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop Drawing) ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่องอุปกรณ์ พร้อมตำแหน่งและวิธีการที่จะดำเนินการติดตั้งยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อการทำงานตามจำนวน และภายในระยะเวลาที่ระบุในเงื่อนไขของสัญญา หรือก่อนเริ่มทำการติดตั้งในส่วนนั้น ๆ อย่างน้อย 1 เดือน โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้
- 5.1.14.1 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
 - 5.1.14.2 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่างและใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้น ๆ กำกับ
 - 5.1.14.3 ผู้รับจ้างต้องศึกษา ทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันรวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้องและไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
 - 5.1.14.4 แบบใช้งาน ต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจน และทำความเข้าใจได้ถูกต้องให้ใช้ขนาด และมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของการทำเรือฯ
 - 5.1.14.5 การทำเรือฯ มีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยาย แสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
 - 5.1.14.6 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใด ๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากการทำเรือฯ มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 - 5.1.14.7 แบบใช้งานที่ได้อนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากการทำเรือฯ ตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องโดยค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

- 5.1.14.8 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ การทำเรือฯ จะแจ้งให้ทราบ และส่งคืน โดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องครบถ้วน และเสนอให้พิจารณาอนุมัติอีกครั้ง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่ได้รับแบบคืน
- 5.1.15 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง (As-built Drawing) แสดงตำแหน่งของเครื่องอุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในระหว่างการติดตั้ง ส่งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะ ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้
- 5.1.15.1 แบบสร้างจริง ต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 5.1.15.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝาเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน หรือก่อนกำหนดการทดสอบเครื่อง หรือก่อนการใช้งานของระบบ
- 5.1.15.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบแบบสร้างจริงแก่ผู้ว่าจ้างตามจำนวน และภายในระยะเวลาที่ระบุในเงื่อนไขของสัญญา
- 5.1.16 หนังสือคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเย็บเล่มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างตามจำนวนและภายในระยะเวลาที่ระบุในเงื่อนไขของสัญญา
- 5.1.17 หากมีความจำเป็นในโครงการ ให้ผู้รับจ้างติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงานรวมถึงค่าธรรมเนียม และค่าดำเนินการโดยหน่วยงานของรัฐที่ถูกเรียกเก็บจากผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 5.1.18 หากผู้ว่าจ้างประสงค์ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และบำรุงรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษา เครื่องนั้น ๆ เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน ติดต่อกันก่อน ส่งมอบงาน
- 5.1.19 ในการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งานเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถ ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน และ/หรือทำการทดสอบเครื่องอุปกรณ์ และระบบตามที่การ

ทำเรือฯ จะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าการทำงานของระบบถูกต้องตามความประสงค์ พร้อมเอกสารประกอบและรายการสิ่งของที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ

- แบบสร้างจริงกระดาษไข
- แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว (แบบขาว-ดำ)
- หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์
- เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้
- อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด

5.1.20 หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของเครื่องอุปกรณ์ทั้งหมดยกเว้นหลอดไฟฟ้า และการติดตั้งว่าใช้งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันลงนามในเอกสาร รับมอบงานแล้ว และในระหว่างเวลารับประกัน หากผู้ว่าจ้างตรวจพบว่า ผู้รับจ้างจัดนำวัสดุ อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง หรือคุณภาพต่ำมาติดตั้งตลอดจนงานติดตั้งไม่ถูกต้องหรือไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องโดยทันที มิฉะนั้น ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการ โดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

5.2 รหัสและป้ายชื่อ

เพื่อความสะดวกแก่การซ่อมบำรุงระบบในอนาคต จึงกำหนดให้จัดทำรหัสและป้ายชื่อกำกับวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และสื่อสารตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1 ระบบไฟฟ้า ทั้งแรงสูงและแรงต่ำ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีรหัสดังต่อไปนี้

สีแดง	สำหรับสายไฟฟ้า เฟส A
สีเหลือง	สำหรับสายไฟฟ้า เฟส B
สีน้ำเงิน	สำหรับสายไฟฟ้า เฟส C
สีเทา หรือ สีขาว	สำหรับสายศูนย์ (Neutral)
สีเขียว หรือ เขียวคาดเหลือง	สำหรับสายดิน (Ground)

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานผลิตเป็นสีเดียว ให้ใช้ปลอกหรือเทป พีวีซี สีตามกำหนดสวมหรือคาดไว้ที่ปลายสายไฟฟ้านั้นทั้ง 2 ด้าน

- 5.2.2 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีดังต่อไปนี้
- | | |
|----------|-----------------------------------|
| สีแดง | สำหรับไฟฟ้าปกติ |
| สีเหลือง | สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน |
| สีเขียว | สำหรับระบบโทรศัพท์ |
| สีส้ม | สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ |
| สีดำ | สำหรับระบบท่อสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ |
| สีฟ้า | สำหรับระบบไฟฟ้าควบคุม |

โดยให้พ่นสีคาดท่อร้อยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2 เมตร หรือพ่นที่อุปกรณ์ ยึดจับท่อ (Clamp) ทุกอัน ส่วนกล่องต่อสาย พักสายต่าง ๆ ให้พ่นสีที่ฝากล่องทุกกล่อง รวมทั้งใน BOX. ของสวิทช์และเต้ารับต่าง ๆ ทั้งหมดด้วย

- 5.2.3 ให้ทำป้ายชื่อแสดงชื่อ Feeder หรือ Branch Circuit ด้วยป้ายพลาสติกที่มีพื้นสีดำ และแกะสลักเป็นตัวอักษรสีขาวติดไว้อย่างแน่นหนาที่สายไฟฟ้า เมื่อเดินผ่านในบ่อพักสายไฟ หรือกล่องพักสายไฟ หรือในแผงควบคุม ส่วนขนาดของป้ายให้เหมาะสมกับวัสดุ อุปกรณ์ นั้น ๆ ตามความเห็นชอบของการทำเรือฯ

- 5.2.4 เครื่องหมาย "ไฟฟ้าแรงสูง" ให้ใช้สีแดงพ่นบนแผงสวิทช์ และท่อร้อยสายไฟฟ้าแรงสูง ด้วยขนาดที่เหมาะสมและเห็นได้ชัดเจน

5.3 การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป

- 5.3.1 การทดสอบระบบไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับกฎที่กำหนดโดยการไฟฟ้าฯ เมื่อติดตั้งระบบต่าง ๆ เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งภายนอกและภายในอาคาร และส่วนที่รับผิดชอบต่อหน้าผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องคิดรวมอยู่ในรายการเสนอราคา
- 5.3.2 System Test ระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ก่อนถูกใช้งาน ต้องเตรียมเครื่อง และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ Relay หรือ Circuit Breakers จะต้อง Set Up ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่ามีอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที

- 5.3.3 Equipment Test อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องถูก Energized ตรวจสอบหน้าที่ และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติ ความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 5.3.4 Lamp Test ดวงโคมไฟฟ้าทั้งหมด ต้องถูกทดสอบโดยการเปิดไฟทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิดหากพบว่ามี ความเสียหาย จะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 5.3.5 Feeder หรือ Sub-Feeder ปลดปลายสายออกทั้งสองข้าง เพื่อทำการทดสอบป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 500 โวลต์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาทีค่าความต้านทานจนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับดิน ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์ม เช่นกัน

5.4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

5.4.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Distribution Board) ซึ่งเป็นแบบตั้งพื้น

5.4.2 พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างและทดสอบตาม NEMA-, DIN-, หรือ VDE-STANDARD แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบ และมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนดโดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

- Rated System Voltage : 416/240 Volts
- System Wiring : 3-Phase, 4-Wire,
: Solid Grounded Neutral
- Rated Frequency : 50 HZ.
- Rated Current : ตามระบุในแบบ
- Rated Insulation Level : 1,000 Volts
- Finishing : Enamel Paint

5.4.3.1 โครงสร้างของแผงสวิทช์ ต้องเป็น แบบตั้งพื้น ฝาทุก ๆ ด้านต้องเป็นแผ่น เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. และโลหะต้องเป็นชนิด Galvanized Steel หรือ Resistance Steel ทั้งนี้ฝาของแผงสวิทช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนด ดังนี้.-

- ก. ฝาด้านหน้า ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดย ชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Control Compartment และอีกชั้นหนึ่งเป็น ฝาเฉพาะส่วน Power compartment
- ข. ฝาด้านอื่น ๆ ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึด ติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่ เหมาะสมให้มีความแข็งแรง

5.4.3.2 การประกอบแผงสวิทช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจาก อุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติทั้งนี้อาจเจาะเกล็ด ระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้ง ตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)

5.4.3.3 การป้องกันสนิมต้องผ่านกรรมวิธีเคลือบผิวตู้ พ่นสีฝุ่น ผ่านการอบ

5.4.4 Circuit Breaker

5.4.4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน BS, IEC, NEMA, ANSI, หรือ VDE

5.4.4.2 Circuit Breaker ที่อยู่ภายใน System เดียวกันและต่อเนื่องกันมีการทำงานต่อ วงจร (Time - Curve) สัมพันธ์กัน (Coordination) เพื่อให้ Circuit Breaker ที่ อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน Circuit Breaker ทั้งหมด จึงควรเป็น ผลิตภัณฑ์เดียวกัน

5.4.4.3 Main Circuit Breaker ต้องประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้.-

- Undervoltage Protection
- Phase Failure Protection
- Overcurrent Protection
- Instantaneous Trip

5.4.4.4 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Molded Case Type, Toggle Operation Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make, Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip Continuous Current Rating และ Interrupting Current Rating ตามกำหนดในแบบ

5.4.5 เครื่องวัดและอุปกรณ์

5.4.5.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน หรือสำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1

5.4.5.2 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 วัตต์ 6 โวลต์ พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝากรอบเป็นพลาสติก แบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

5.4.5.3 Digital display meter ต้องเป็นแบบ Switchboard mounted สามารถวัดค่าจำนวนและแสดงผลผ่านหน้าจอเป็นตัวเลข และ /หรือ ตัวอักษร ได้ตามข้อกำหนดข้างต้นนี้เป็นอย่างน้อย

- ค่าแรงดันไฟฟ้า ทั้งแบบ line-to-line และ line-to-neutral ทั้ง 3 เฟส รวมทั้งค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส
- ค่ากระแสไฟฟ้า ทั้ง 3 เฟส รวมทั้งค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า 3 เฟส
- ค่ากำลังไฟฟ้า เป็นกิโลวัตต์ แบบ 3 เฟส โหลดไม่สมดุล
- ค่าพลังงานไฟฟ้า เป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง แบบ 3 เฟส โหลดไม่สมดุล

โดยจะต้องมี Port สำหรับติดต่อสื่อสารได้ในระบบ RS-485 Serial port

5.4.6 Busbar และฉนวนยึด

5.4.6.1 Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดตามที่กำหนด ความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ ที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral-, และ Ground-bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าตามที่กำหนดในแบบ

- 5.4.6.2 การจัด Busbars ทั้ง Phase - to - Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้ากำหนดให้
- 5.4.6.3 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin
- 5.4.6.4 Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณ เพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรสูงสุดได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ

5.4.7 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

- 5.4.7.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้ชนิด Flexible Annealed Copper 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้ :-
- Current Circuit : 4 ตารางมิลลิเมตร
 - Voltage Circuit : 2.5 ตารางมิลลิเมตร
 - Control Circuit : 1.5 ตารางมิลลิเมตร
 - Ground สำหรับประตุ : 10 ตารางมิลลิเมตร
- 5.4.7.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 5.4.7.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวม ขากแก่การลอกหลุดหาย

5.4.8 Mimic Bus และ Nameplate

- 5.4.8.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงว่าการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ หรือสีที่การทำเรือฯ เห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และความกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

- 5.4.8.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นพลาสติกพื้นสีเดียวเช่นเดียวกับ Mimic Bus และเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่การทำเรือฯ เห็นชอบ

5.4.9 การติดตั้ง

- 5.4.9.1 ให้ติดตั้งในลักษณะตามแบบแปลนหรืออาจเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการติดตั้งให้เหมาะสมได้ตามความจำเป็นหรือสะดวกต่อการใช้งานและการบำรุงรักษา
- 5.4.9.2 ก่อนดำเนินการใด ๆ ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารระบุขนาด และรายการข้อมูลพร้อมรูปแบบในการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์โดยละเอียดเพื่อขออนุมัติ ทั้งนี้เพื่อความเหมาะสมกับการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะต้องมีส่วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม
- 5.4.9.3 แผงสวิทช์ แบบตั้งพื้น ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดผนังด้วย Expansion bolt จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา

5.4.11 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของการทำเรือฯ แล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

- 5.4.11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิทช์ทั้งหมด
- 5.4.11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิทช์
- 5.4.11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

- 5.4.12 อุปกรณ์ ตู้ MDB ชุด Control, PLC ชนิดต่าง ๆ ที่เลือกใช้จะต้องนำเสนอก่อนดำเนินการ รวมถึงผ่านข้อระบุต่าง ๆ ที่กำหนดและผ่านความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเท่านั้น

5.5 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

5.5.1 ความต้องการทั่วไป

- 5.5.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของ แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) และสวิตช์ตัววงจรอื่น ๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งบนผนัง (Wall Mounted)
- 5.5.1.2 ในกรณีตู้ Post Refer แบบตั้งพื้น และ Power Plug 3 Phase ให้ผู้รับจ้างทำแบบ Shop Drawing พร้อมระบุค่า IP (การป้องกัน) เป็นชนิด Out Door ตามมาตรฐานการไฟฟ้าและมาตรฐานการทำเรือฯ พร้อมให้การทำเรือฯ อนุมัติก่อนการผลิต

5.5.2 แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard)

- 5.5.2.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่าง ๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
- 5.5.2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
- ก. Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ VDE, DIN, BS, IEC, JIS หรือ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 416/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 240 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบ และ Panelboard Schedule
 - ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิด ด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
 - ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-in หรือ Bolt-on Circuit Breaker
 - ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี Amp Trip ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Overcurrent Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Coordination)
 - จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, thermal Magnetic and Trip Indicating และเป็นแบบ Plug-in หรือ Bolt-on Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panelboard Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker

- ฉ. Nameplate แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปได้แสดงไว้ในแบบ
- ช. ฟังวงจร ผู้ย่อยทุกผู้ต้องมีฟังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

- 5.5.2.3 การติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

5.6 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

5.6.1 ความต้องการทั่วไป

- 5.6.1.1 ให้จัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งที่บริเวณสถานีสูบน้ำ
- 5.6.1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลัสต์ รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือมาตรฐานต่างประเทศรับรอง
- 5.6.1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

5.6.2 รายละเอียดวัสดุ

- 5.6.2.1 ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้.-
 - ก. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA กรณีที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ชนิด Rotary lock
 - ข. ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะ โดยผ่านกรรมวิธีหุบป้องกันสนิมอย่างดี
 - ค. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้พับจากแผ่นชุบ Electro-Galvanized หรือ เหล็กพอสเฟด และพันเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

ง. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

- 5.6.2.2 หลอดไฟต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้
สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอด Coolwhite หรือตามที่ระบุในแบบ
- 5.6.2.3 บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นแบบ Low loss ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือมาตรฐานจากต่างประเทศต่อพ่วงกับ Capacitor เพื่อให้ค่า power factor ไม่ต่ำกว่า 0.90
- 5.6.2.4 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) หุ้มฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 หรือ 75 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
- 5.6.2.5 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

5.7 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

5.7.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุนครอคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

5.7.2 ชนิดของสายไฟฟ้า

- 5.7.2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Poly Vinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70°C ตาม มอก. 11-2531
- 5.7.2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 5.7.2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4
- 5.7.2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยว และตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 6,7,8 หรือ 14 ชนิด NYY,NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

- 5.7.2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอก ไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ทำเรือเห็นชอบให้ใช้ สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวน พีวีซี สองชั้น ตาม มอก . 11-2531 ตารางที่ 9 หรือตารางที่ 15

5.7.3 การติดตั้ง

- 5.7.3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้.-
- ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
 - การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบมาให้ใช้เฉพาะงาน ดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้น จะต้องเป็นสารพิเศษที่ได้รับการรับรองจากสถาบัน UL
 - การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- 5.7.3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า
- การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยก สายไฟฟ้า เฉพาะกรณีที่จำเป็นเท่านั้น ห้ามต่อในช่วงท่อโดยเด็ดขาด
 - การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตาราง มิลลิเมตรให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทน แรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
 - การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตาราง มิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้ แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและ เทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
 - การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนด ข้างต้นให้ต่อโดยใช้ (Split Bolt Connector) ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
 - ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อ การต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของ สายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

จ. สายไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เป็น Feeder หรือ Sub-Feeder จะต้องเป็นสายเส้นเดียวระหว่างจุดต่อหัวท้าย ห้ามมิให้มีการตัดต่อสาย

5.7.4 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้:-

- 5.7.4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุก ๆ กรณี
- 5.7.4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุก ๆ กรณี
- 5.7.4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

5.8 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

5.8.1 ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

5.8.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI หรือ มอก. 770-2533 ขุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้.-

- 5.8.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย
- 5.8.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้

- 5.8.2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินโดยตรง
- 5.8.2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ขึ้นและลงนอกอาคาร ต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ
- 5.8.2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector
- 5.8.2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้:-
- ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การตัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีความโค้งของการดัดงอ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกันแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ฉ. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าว ให้ปรึกษากับการทำเรือเป็นแต่ละกรณีไป
 - ช. ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 1 1/2 นิ้ว ให้ใช้ Elbow ตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - ซ. ปลายท่อจะต้องได้รับการลบลมก่อนการติดตั้ง และหลังจากการทำเกลียว
 - ณ. ปลายท่อที่ประกอบเข้ากับกล่องต่อสายจะต้องยึดด้วย Locknuts และ Bushing อย่างแน่นหนา

5.8.3 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสาย ในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเด้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้:-

- 5.8.3.1 กล่องต่อสายมาตรฐานทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มม.
- 5.8.3.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีป้องกันน้ำที่ดี
- 5.8.3.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- 5.8.3.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาด จำนวน ท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
- 5.8.3.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 5.8.3.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

5.8.4 Sleeves

Sleeves ที่ฝังในพื้น หรือคานสำหรับท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องทำจาก Galvanized Steel ยึดติดอย่างแน่นหนาตามตำแหน่ง Sleeves ที่ฝัง ในพื้น จะต้องโผล่จากพื้นขึ้นมาอย่างน้อย 2 นิ้ว Sleeves ที่ฝังในคานจะต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดยื่นออกมาจากผิวคาน ปลายทั้งสองข้างของ Sleeves และ Sleeves ที่ไม่ได้ใช้งาน จะต้องอุดไว้ด้วยวัสดุที่ได้รับความเห็นชอบ จากการทำเรือฯ ให้เป็น Fire Barrier

5.8.5 การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นหนาและสมบูรณ์

5.8.6 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วงตามความเห็นชอบของการทำเรือฯ

5.9 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

5.9.1 ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตาม กฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้:-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES. 24-1984 การต่อลงดิน"
- National Electrical Code (NEC) Article 250

5.9.2 หลักระสายดิน (Ground Rod)

5.9.2.1 หลักระสายดินให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ความต้านทานของการลงดิน (Grounding Resistance) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Earth Tester ประมาณ 3.00 เมตร เท่า ๆ กันโดยหลักระสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร และการเชื่อมต่อทั้งหมดให้ใช้วิธี Exothermic Welding

5.9.3 สายดิน (Ground Conductor)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ต้องเป็นดังนี้:-

- 5.9.3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Grounding) เพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดินขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดสายเมนของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน

ขนาดสายเมน....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดิน....ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
35 หรือเล็กกว่า	10
ไม่เกิน 50	16
ไม่เกิน 70	25
ไม่เกิน 150	35
ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

- 5.9.3.2 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่ควรจะเป็นส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหล และเป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ ให้มีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้นโดยขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรนั้น ๆ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนต่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
20	4
30 ถึง 60	6
100	10
200	16
400	35
600	50
800 ถึง 1,000	70
1,200	95
1,600	120
2,000	150
2,500	185
3,000	240
4,000	300
5,000	400
6,000	500

5.9.4 การติดตั้งและการทดสอบ

- 5.9.4.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดิน ให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับความเห็นชอบจากการทำเรือฯ
- 5.9.4.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่นสายดินที่อยู่ในช่องชาร์ป สายดินที่เป็นสายเมน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้
- 5.9.4.3 สายดินที่ไม่ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร

5.10 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงสูง

5.10.1 ความต้องการเบื้องต้น

- 1) อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผลิตตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูงระดับที่จ่ายให้โครงการชนิด 3 เฟส 3 สาย 50 เฮิร์ตซ์ โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด
- 2) DEGREE OF PROTECTION ของกล่องพักสายแรงสูงอย่างน้อยต้องเป็นประเภท IP31 ตามมาตรฐาน IEC สำหรับติดตั้งภายในอาคารและ IP54 ตามมาตรฐาน IEC สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร
- 3) Man Hold ให้ผู้รับจ้างจัดทำ Shop Drawing ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง เพื่อเสนอต่อการทำเรือฯ ก่อนการก่อสร้าง

5.10.2 อุปกรณ์ป้องกัน

- 1) LIGHTNING ARRESTER หรือ SURGE ARRESTER เป็น DISTRIBUTION-VALVE TYPE ผลิตตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด
- 2) ลูกถ้วยแท่งก้านตรง มอก. แบบ 56/57-2 ส่วน SUSPENSION INSULATOR มอก. แบบ 52-2 หรือตามที่ต้องการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด
- 3) STRAIN INSULATOR สำหรับ GUY WIRE แรงสูงใช้ชนิดที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า มอก. แบบ 54-4 หรือ ตามที่ต้องการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด
- 4) DROP FUSE CUTOUT ใช้ชนิด SINGLE VENT 12 KV โดยมีค่า RATING CURRENT ตามพิกัดที่การทำเรือแห่งประเทศไทยใช้งาน

5.10.3 สายไฟฟ้าแรงสูง

- 1) Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR) ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมตารางที่ 86-2522 (TIS56-2522) โดยที่เส้นลวดตัวนำเป็น Hard Drawn Aluminium พันรอบแกนกลางซึ่งเป็น Galvanized Steel Wire สายไฟฟ้าชนิดนี้ไม่หุ้มฉนวน เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Aerial Power Transmission and Distribution Line
- 2) Partial Insulated Cable (PIC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยติดตั้งพาดยึดกับ Pin Insulator ผลิตตามมาตรฐาน Insulated Cable Engineers Association (ICEA) S-66-524 ประกอบด้วย
 - เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Standard Hard Drawn Aluminium

- โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross-Linked Polyethylene
 - ฉนวนหุ้มชั้นนอกเป็น Track Resistant Cross-Linked Polyethylene
- 3) Spaced Aerial Cable (SAC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยพาดยึดบน Cable Spacer ผลิตตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้
- เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Standards Hard Drawn Aluminium
 - โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross-Linked Polyethylene
 - ฉนวนหุ้มชั้นใน (Insulation) เป็น Natural Cross-Linked Polyethylene
 - เปลือกหุ้มชั้นนอก (Sheath) เป็น Track Resistant Cross-Linked Polyethylene
- 4) High Voltage Cross-Linked Polyethylene Power Cable (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Main Circuit Feeder โดยวางในรางวางสาย (Wireway, Cable Tray or Cable Trench) และร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้า ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 และ IEC 502 มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้
- ลวดตัวนำเป็น Compact Standard Copper
 - โดยรอบตัวนำพันด้วย Conducting Cross-Linked Polyethylene
 - ฉนวนหุ้มตัวนำเป็น Cross-Linked Polyethylene
 - โดยรอบตัวนำมี Insulation Shield เป็น Semi-Conducting Cross-Linked Polyethylene ก่อนมี Shield ชั้นนอกอีกชั้นหนึ่งเป็น Annealed Copper Tape
 - เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น Polyvinyl Chloride (PVC)

5.10.4 การติดตั้ง

- 1) การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสายแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำและมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
- 2) การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะที่เป็นไปได้ การติดตั้งจริงต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากการไฟฟ้านครหลวง

5.10.5 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต และจากการไฟฟ้านครหลวงแล้วเมื่อมีการติดตั้งแผงสวิทช์ไฟฟ้าในที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบ และทดลองอย่างน้อยตามกำหนดดังนี้

- 1) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 2) ตรวจสอบตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
- 3) ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานทางของความเป็นฉนวนไฟฟ้า ของสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง เพื่อให้แน่ใจว่าปลอดภัย และอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้านครหลวงยอมรับ

5.11 ระบบโทรศัพท์และสื่อสาร

5.11.1 ความต้องการทั่วไป (General Requirements)

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน วัสดุ อุปกรณ์ และอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้งานติดตั้งระบบโทรศัพท์มีความสมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ตามแบบและข้อกำหนด
- 2) วัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งระบบโทรศัพท์ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน และข้อกำหนดขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (TOT)
- 3) สายเคเบิลภายในอาคาร หรือภายนอกอาคาร สายเคเบิลร้อยในท่อหรือติดตั้งลอยแบบจิ้งจิกจะต้องใช้ผลิตภัณฑ์มาตรฐานตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้
- 4) สายเคเบิลทั้งหมดให้ใช้สาย UTP (Unshielded Twist Pair) ระดับ 4 หรือ 5 (หากไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่น)
- 5) ท่อร้อยสายเคเบิลชนิดการใช้งานให้ ปฏิบัติตามข้อกำหนดเดียวกันกับท่อร้อยสายไฟฟ้า ส่วนขนาดของท่อร้อยสายโทรศัพท์ให้ได้มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

5.11.2 วัสดุอุปกรณ์ทั่วไป

- 1) เสารับโทรศัพท์ (Telephone Outlets) ชนิด RJ-45 จะต้องเป็นชนิดฝังในผนังหรือพื้นยึดติดกับ Outlet Boxes ตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบก่อนที่จะทำการติดตั้ง Outlet Boxes ให้ปรึกษาตำแหน่งที่จะติดตั้งกับผู้ควบคุมงานก่อน
- 2) กล่องต่อสาย (Telephone Connection Cabinet)
 - กล่องต่อสายจะต้องมีจำนวนหัวต่อ (Terminals) ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบทำด้วยเหล็กผ่านกรรมวิธีการกันสนิม และทาสีให้เหมาะสม
 - ด้านหน้ากล่องต่อสายจะต้องพิมพ์ตัวอักษรให้ชื่อประจำตัวตามแบบด้วยอักษรขนาดไม่ต่ำกว่า 2 ซม.

- จัดทำตารางแสดงจุดต่อสายโทรศัพท์ใน Terminal Box ทุกจุด
- Terminals ต้องเป็นแบบ Cross Connection และไม่ใช่อุปกรณ์ปลอกสาย 2.3

3) สายเคเบิล (Communication Cable)

3.1 สายเคเบิล จะต้องใช้มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำไม่น้อยกว่า 0.65 มม. และมีจำนวนคู่สายตามที่ระบุในแบบประเภทของสายให้ใช้ดังนี้

- เดินภายในท่อใต้ดิน Alpheth Double Sheathed Cable ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.65 มม.
- เดินภายในท่ออาคาร ใช้ TPEV หรือ TIEV Cable ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.65 มม. (หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่น)
- เดินภายในท่อในอาคารใช้สาย Unshielded Twisted Pair (UTP) ระดับ 4 หรือ 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.65 มม. (หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่น)
- สายเคเบิลและ Telephone Outlet ให้ใช้สาย 4 Core สำหรับสื่อสารเฉพาะเสียงและ 8 Core สำหรับการสื่อสารข้อมูลและเสียง

3.2 การต่อสายเคเบิล ห้ามต่อสายโดยเด็ดขาด หากจำเป็นจริง ๆ ให้ต่อสายภายใน Terminal Box เท่านั้น โดยให้ใช้ UY Connectors ผลิตภัณฑ์ของ 3M หรือเทียบเท่า

5.11.3 การติดตั้ง

- 1) ให้เดินสายเคเบิลตามจำนวนคู่สายที่ปรากฏไว้ในแบบแปลนจาก TC ไปยัง Terminal Box และไปยัง Outlets ต่าง ๆ อย่างเป็นระเบียบใน Raceway เท่านั้น
- 2) ปลายสายเคเบิลของ Outlets ที่ Terminal Boxes และที่ TC จะต้องมียุทธการใช้งานทนทานไม่หลุดออก และมีขนาดเล็กพร้อมตารางหมายเลขจุดต่อทั้งหมด

5.11.4 ตู้ Main Distribution Frame (MDF)

- 1) ให้เป็นไปตามข้อกำหนด 5.11.2 ข้อ 2) กล่องต่อสาย
- 2) ตู้ TC ระบบโทรศัพท์ จะต้องมียุทธการที่กำหนดตามแบบ

5.11.5 การทดสอบ (Test)

จะต้องมีการทดสอบตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 1) Cable Insulation Test
- 2) Cable Connection and Splicing Test
- 3) Operational Test of the System

5.12 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง (Terminal 1)

5.12.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการปรับระดับพื้นแผงสวิตช์แรงสูงบริเวณ Terminal 1 ที่มีการปรับระดับพื้น

5.12.2 พิกัดของแผงสวิตช์แรงสูง

- 1) พิกัดอุปกรณ์แรงสูงให้ใช้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าและพิกัดแรงดันให้ใช้ตามการทำเรือ
- 2) พิกัดอุปกรณ์ต่อสายแรงสูง ให้ใช้ตามมาตรฐานการไฟฟ้าและพิกัดแรงดันให้ใช้ตามการทำเรือ

5.12.3 การปรับระดับพื้นแผงสวิตช์แรงสูง

- 1) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทำ Shop Drawing แบบก่อสร้างการกำหนดราคาสำหรับการปรับระดับแผงสวิตช์แรงสูง เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการก่อสร้าง
- 2) ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทำ Shop Drawing Single Line Diagram แผงสวิตช์แรงสูง เพื่อแสดงการต่อสายแรงสูงและขออนุมัติก่อนดำเนินการก่อสร้าง

5.12.4 การทดสอบ

การทดสอบให้ทดสอบระบบแรงสูงตามมาตรฐานการไฟฟ้า ทั้งระหว่างปฏิบัติงานและหลังปฏิบัติงาน

5.12.5 การปฏิบัติงาน

ระหว่างปฏิบัติงานให้ทางผู้รับจ้างทำแผนอนุมัติการดับไฟฟ้า/ต่อไฟฟ้าพร้อมวิธีปฏิบัติงานจากการทำเรือฯ โดยความเสียหายอันใดที่เกิดขึ้นทั้งอุปกรณ์และผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งทางผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ