



รายการประกอบแบบก่อสร้าง งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้า
และสื่อสาร

- โครงการ : ออกแบบปรับปรุงอาคารเกษตรสุขภาวะ
พร้อมครุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
- สถานที่ก่อสร้าง : มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
- ผู้ออกแบบ : บริษัท กู๊ด สเปส จำกัด

จัดทำโดย

**Good
space**

รายการประกอบแบบ งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้า สื่อสาร

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 นิยาม

- 1.1.1 “ผู้ว่าจ้าง” หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการจ้างในนามของ “เจ้าของงาน” และมีความหมายรวมถึงตัวแทนของผู้ว่าจ้าง คือ สถาปนิก วิศวกร ผู้ตรวจงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนของตน
- 1.1.2 “ผู้รับจ้าง” หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการรับจ้างในนามของ “ผู้รับงาน” และมีความหมายรวมถึงพนักงานผู้แทนของผู้รับจ้าง ซึ่งได้รับการแต่งตั้งจากผู้รับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้
- 1.1.3 “งาน” หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญา
- 1.1.4 “แบบ” หมายถึง แบบแปลนที่แนบท้ายสัญญานี้ รวมถึงแบบที่จัดทำเพิ่มเติมและรายการประกอบแบบนี้โดยผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ผู้รับจ้าง จัดทำขึ้นเพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมให้ชัดเจน เพื่อใช้ประกอบในการปฏิบัติงานตามสัญญานี้
- 1.1.5 “มาตรฐาน” หมายถึง มาตรฐานต่าง ๆ ที่อ้างอิงหรือกำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้ โดยให้ยึดถือตามมาตรฐานฉบับล่าสุดในวันที่ยกลงนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง

1.2 หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดตามกฎหมายและมาตรฐานฉบับล่าสุดที่อ้างอิงถึงฉบับใดฉบับหนึ่งในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

กพน.	กฎของการไฟฟ้านครหลวง
กพภ.	กฎของการไฟฟ้าภูมิภาค
ทศท.	กฎของการโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
วสท.	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด
มอก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ANSI	American National Standard Institute
DIN	Deutsche Industries Norm
IEC	International Electrotechnical Commission
NEC	National Electrical Code
NFPA	National Fire Protection Association
NEMA	National Electrical Manufactures Association
UL	Underwriter’s Laboratories, Inc.
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker

1.3 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้ง

จะต้องเป็นของใหม่ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต

1.4 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่ทำงานทั้งหมดหรืองานส่วนใดส่วนหนึ่งให้ผู้รับจ้างช่วง

โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง และการอนุญาตจากผู้ว่าจ้างให้ถือว่าผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบงานที่ได้จ้างผู้รับจ้างช่วงไปนั้นทุกประการ

1.5 การเปลี่ยนงาน การเพิ่ม หรือลดงาน

1.5.1 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงาน หรือลดงานลงจากที่ได้กำหนดตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วยจะพิจารณาโดยวิธีตกลงราคาระหว่างผู้ว่าจ้างกับผู้รับจ้าง การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน จะทำได้เมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

1.5.2 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงดำเนินการได้

1.6 ผู้ปฏิบัติงานและพนักงานของผู้รับจ้าง

1.6.1 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการ และรายชื่อผู้ร่วมปฏิบัติงาน ให้ผู้ว่าจ้าง พิจารณานุมัติก่อนปฏิบัติงานเสมอ

1.6.2 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าในสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้ตามอำนาจหน้าที่ ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติวิศวกร เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานได้เป็นไปตามแบบและรายละเอียดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และวิศวกรไฟฟ้าต้องลงนามรับรองในเอกสารส่งมอบงานด้วย

1.6.3 ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงานทางไฟฟ้าในแต่ละระบบ

1.6.4 ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงานและพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง

1.6.5 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใด ๆ อันเกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงาน และพนักงานของผู้รับจ้างเอง

1.7 การปฏิบัติงาน

1.7.1 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และ/หรือ ในรายละเอียดประกอบแบบนี้ ถึงแม้ว่าบางรายการได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์แต่ไม่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ หรือมีกำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบแต่ไม่แสดงไว้ในแบบพิมพ์ก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานนั้น เสมือนกับว่าได้มีการแสดงและกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง ทั้งนี้รวมถึงงานและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และจำเป็นต้องทำหรือจัดหาเพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้อง และปลอดภัยตามมาตรฐานต่าง ๆ ที่นำมาอ้างอิง ถึงแม้ว่าจะไม่ได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ รายละเอียดประกอบแบบก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานนั้นให้ถูกต้องและครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น

- 1.7.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงในแบบพิมพ์ และกำหนดในรายการละเอียดประกอบแบบนี้ หากต้องมีการเปลี่ยนและแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานเพื่อให้วัสดุอุปกรณ์ และงานเป็นไปตามแบบและข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและติดตั้งเพิ่มเติมในระหว่างระยะเวลา รับประกันโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น
- 1.7.3 ผู้รับจ้างต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน ให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้าวันหลังจากลงนามในสัญญา โดยแผนงาน ที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานที่จะปฏิบัติให้ชัดเจน เหมาะสม และละเอียดตามสมควร รวมทั้งแจ้งจำนวนพนักงาน ของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน และ/หรือ แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับไว้ด้วย และในระหว่างการปฏิบัติงาน หากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรืองานทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่าสิบห้าวัน เพื่อขอความเห็นชอบก่อน และการเปลี่ยนแปลงแผนงานนี้จะทำได้เมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
- 1.7.4 ผู้รับจ้างต้องทำการนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง ให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้าวันหลังจากลงนามในสัญญาโดยกำหนดการดังกล่าวต้องสอดคล้องกับแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานด้วย
- 1.7.5 ก่อนที่ผู้รับจ้างจะนำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้าอย่างน้อยเจ็ดวัน และผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

1.8 แบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบ

- 1.8.1 แบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบทั้งหมดนี้เป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบ ห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใด ๆ และ/หรือ นำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นใด นอกจากจะได้รับการอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น
- 1.8.2 ในกรณีที่แบบพิมพ์และรายละเอียดขัดแย้งกัน และ/หรือ กรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้อง เปลี่ยนแปลงจากแบบและรายละเอียด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขงานนั้น ๆ ให้ถูกต้องโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด อนึ่ง หากแบบพิมพ์และรายละเอียดกำหนดไว้ไม่ตรงกันให้ถืออันที่ถูกต้องกว่าดีกว่าเป็นหลัก
- 1.8.3 ตำแหน่งของดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับโทรทัศน์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่แสดงในแบบพิมพ์เป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมโดยปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

1.9 มาตรฐานของวัสดุอุปกรณ์

- 1.9.1 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องผ่านการรับรองจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น มอก., UL, F.M.L. เป็นต้น และต้องมีมาตรฐานเดียวกันกับที่อ้างอิงถึงในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 1.9.2 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องส่งตัวอย่าง หรือแคตตาล็อกพร้อมทั้งรายละเอียดที่สมบูรณ์ให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนพิจารณาก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงสามารถนำมาใช้ได้
- 1.9.3 การกำหนดรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในแบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบนี้ อาจกล่าวอ้างถึงเครื่องหมายการค้าของผลิตภัณฑ์ และ/หรือ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก็ดี มิได้หมายความว่าผู้รับจ้างจะต้อง

ใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการ ใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าอุปกรณ์ที่กล่าวอ้างถึงหรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุไว้ ผู้รับจ้างจะต้อง พิสูจน์และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน

- 1.9.4 กรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบนี้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันทีและต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ทั้งหมด

1.10 การเห็นชอบ การให้ความยินยอม หรือการอนุมัติใด ๆ

เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ วิธีและแนวทางการ ติดตั้ง และ/หรือ ตำแหน่งการติดตั้ง หรือข้อเสนอใด ๆ ของผู้รับจ้าง ให้ถือว่าเป็นการรับรู้ของผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นเท่านั้น ผู้รับจ้างยังคงต้องรับภาระและความรับผิดชอบเต็มที่ ในเรื่องถูกต้องตามหลักวิชาการ ความสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์ และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อบุคคลหรือทรัพย์สิน ถึงแม้ว่าผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างได้มีการกระทำตามนัยดังกล่าวแล้วข้างต้น จนกว่าจะส่งมอบงาน และ/หรือ พ้นระยะเวลาการรับประกันคุณภาพ

1.11 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จแล้วถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น

และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือ ความเสียหายใด ๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ

1.12 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์เข้ามาจนถึงสถานที่ติดตั้งใช้งาน

โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบชำระค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด รวมทั้งรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือ ความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์นั้นทุกประการ

1.13 การป้องกันไฟและควันลาม

- 1.13.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุป้องกันการลุกลามของไฟและควัน ตามช่องเปิดของท่อร้อย สายไฟ สายไฟฟ้า และบัสเวย์ ฯลฯ ซึ่งผ่านผนังห้องหรือพื้นห้อง โดยวัสดุอุปกรณ์และวิธีการติดตั้ง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEC หัวข้อที่ 300-21
- 1.13.2 วัสดุป้องกันไฟ และควันลามต้องได้รับการรับรองจาก UL เช่น ผลิตภัณฑ์ของ 3M, GE หรือเทียบเท่า
- 1.13.3 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 1.13.4 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้ และสามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 1.13.5 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องทนต่อการสันสะเทือนได้ดีและติดตั้งได้ง่าย
- 1.13.6 วัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้
- 1.13.7 ช่องเปิดสำหรับท่อร้อยสายหรือบัสเวย์ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตต้องปิดด้วยป้องกันไฟและควันลาม
- 1.13.8 การติดตั้งวัสดุเพื่อการป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

1.14 แบบสำหรับก่อสร้าง (Shop Drawing)

- 1.14.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบสำหรับก่อสร้างอย่างน้อย 3 ชุดให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 15 วัน
- 1.14.2 แบบสำหรับก่อสร้างต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้า และรายละเอียดอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคารหรือผู้รับจ้างรายอื่น ๆ
- 1.14.3 แบบสำหรับก่อสร้างต้องใช้มาตรฐานกระดาษเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกันกับต้นแบบ
- 1.14.4 แบบสำหรับก่อสร้างต้องมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลงไฟฟ้า
 - การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด
 - การติดตั้งสายไฟฟ้า ท่อร้อยสาย รางเดินสาย ฯลฯ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ
 - การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้าทั้งหมด
 - รายละเอียดของวงจรต่าง ๆ ตามความจำเป็น เช่น วงจรระบบควบคุมอัตโนมัติต่าง ๆ เป็นต้น
 - รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของการติดตั้ง หรือคุณสมบัติอื่น ๆ
 - รายละเอียดอุปกรณ์และการติดตั้งของระบบการต่อลงดิน
 - รายละเอียดอุปกรณ์และการติดตั้งของระบบโทรศัพท์ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบสายอากาศ โทรศัพท์รวม และระบบอื่นๆ ที่มีการแสดงไว้ในแบบพิมพ์และรายละเอียดประกอบแบบนี้

1.15 แบบตามทีสร้างจริง (As built Drawing)

- 1.15.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามทีสร้างจริง โดยจัดส่งเป็นแบบพิมพ์เขียว 2 ชุด และแบบพิมพ์ในกระดาษไข 1 ชุด รวมทั้งแบบที่เขียนบันทึกลงในแผ่นบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์อีก 1 ชุด โดยเป็นแบบแสดงแผนผัง ตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ วิธีการติดตั้ง และแนวการติดตั้งตามที่ก่อสร้างจริง รวมทั้งงานในส่วนที่ได้แก้ไขเปลี่ยนแปลงจากแบบก่อสร้าง ซึ่งได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างในระหว่างการก่อสร้างและติดตั้งจริง
- 1.15.2 แบบตามทีสร้างจริงต้องใช้มาตรฐานกระดาษเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกันกับแบบก่อสร้าง
- 1.15.3 แบบตามทีสร้างจริงต้องมีรายละเอียดการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ลักษณะเดียวกันกับแบบก่อสร้าง
- 1.15.4 แบบตามทีสร้างจริงต้องมีวิศวกรผู้ควบคุมงานลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบงาน และผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามทีสร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันที่งานนั้น ๆ แล้วเสร็จ

1.16 การใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราวและอุปกรณ์ชั่วคราวอื่น ๆ

- 1.16.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์
- 1.16.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวสำหรับการก่อสร้าง รวมทั้งติดตั้งโคมไฟฟ้าชั่วคราวตามจุดต่าง ๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ตามความจำเป็นในการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง หรือความจำเป็นในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวและดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวนี้ด้วย

- 1.16.3 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการรื้อถอนระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวทั้งหมดในวันส่งมอบงาน หรือตามความจำเป็นในการปฏิบัติงานโดยส่วนรวม โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรื้อถอนระบบไฟฟ้าและดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราวทั้งหมด

1.17 การฝึกอบรม

- 1.17.1 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมและรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน
- 1.17.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบมาช่วยเดินเครื่องและควบคุมเครื่อง เป็นระยะเวลา 15 วันติดต่อกันหลังจากวันส่งมอบงาน

1.18 การบริการ

- 1.18.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ สำหรับการตรวจซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือนในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
- 1.18.2 ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบเครื่องและอุปกรณ์เสนอต่อผู้ว่าจ้างทุกครั้งที่ให้บริการ
- 1.18.3 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน กรณีที่ผู้ว่าจ้างจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาปกติ ผู้รับจ้างต้องรับบริการ โดยไม่ชักช้า

1.19 การทดสอบ

- 1.19.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารทั้งหมด โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบนี้ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาหรือติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบทั้งหมด
- 1.19.2 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ควบคุมการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพการฉนวน (Insulation) ของแรงดันไฟฟ้า และขนาดกระแสไฟฟ้าของแต่ละวงจร พร้อมทั้งลงนามรับรองผลการทดสอบ และถือว่ารายงานผลการทดสอบนี้เป็นเอกสารการส่งมอบงานด้วย
- 1.19.3 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ควบคุมการทดสอบ และจัดทำรายงานผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพสัญญาณ (Noise Level) ขนาดสัญญาณ ฯลฯ ของอุปกรณ์ระบบสื่อสารแต่ละจุด พร้อมทั้งลงนามรับรองผลการทดสอบ และถือว่ารายงานผลการทดสอบนี้เป็นเอกสารการส่งมอบงานด้วย
- 1.19.4 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้ากำลัง โดยการป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร ขณะที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดรวมทั้งรีเลย์ และอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติต่าง ๆ ถูกปรับแต่งและติดตั้งให้เหมือนกับสภาพการใช้งานตามปกติ โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำงานได้ตามปกติเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง
- 1.19.5 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบดวงโคมไฟฟ้าโดยการเปิดไฟทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 36 ชั่วโมง และทำการทดสอบเต้ารับไฟฟ้าทุกจุดโดยใช้โหลดแสงสว่างขนาด 60 วัตต์ ต่อกับเต้ารับไฟฟ้านั้น ๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที
- 1.19.6 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบฉนวนไฟฟ้าของสายป้อนและสายไฟของวงจรย่อยทุกวงจร โดยปลดปลายสายทั้งสองข้างออกจากโหลดและแหล่งจ่ายไฟฟ้าแล้ววัดค่าฉนวน ด้วยเครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าแบบกระแสตรง 1,000 โวลต์ นานต่อเนื่องกัน 30 วินาที โดยค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และ

- สายกับสายดินต้องไม่น้อยกว่า 1.0 เมกะโอห์ม และรายงานผลการวัดเป็นตารางบันทึกผลการทดสอบ พร้อมให้วิศวกรไฟฟ้า ลงลายมือชื่อและแนบใบประกอบวิชาชีพ ให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.19.7 ผู้รับจ้างต้องทำการวัดค่ากระแสของสายป้อนและสายไฟของวงจรย่อย โดยจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดทั้งหมดของวงจรและวัดค่ากระแสด้วยเครื่องวัดกระแสแบบคล็อง (Clamp on Ammeter) และรายงานผลการวัดเป็นตารางบันทึกผลการทดสอบ พร้อมให้วิศวกรไฟฟ้า ลงลายมือชื่อและแนบใบประกอบวิชาชีพ ให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.19.8 ผู้รับจ้างต้องทำการวัดค่าความต้านทานของระบบต่อลงดิน ของระบบรากสายดินของตู้ MDB ระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยค่าความต้านทาน ไม่เกิน 5 โอห์ม และรายงานผลการวัดเป็นตารางบันทึกผลการทดสอบ พร้อมให้วิศวกรไฟฟ้า ลงลายมือชื่อและแนบใบประกอบวิชาชีพให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.19.9 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบสายอากาศโทรทัศนรวม โดยการวัดค่าสัญญาณที่เข้ารับโทรทัศน์ทั้งหมดและบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานผู้ว่าจ้าง
- 1.19.10 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบโทรศัพท์ และระบบสื่อสารอื่น ๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

1.20 การส่งมอบงาน

- 1.20.1 ผู้รับจ้างต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเดินเครื่องและทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในสภาพการใช้งานเต็มที่ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 36 ชั่วโมงติดต่อกัน
- 1.20.2 ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารให้เหมาะสมกับการใช้งาน สถานที่ และความต้องการ ได้แก่ การปรับแต่งความสมดุลของโหลด การปรับแต่งแรงดันของระบบ การปรับแต่งอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและลัดวงจร การปรับแต่งคุณภาพของสัญญาณสื่อสารต่าง ๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 1.20.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจและแน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามแบบและข้อกำหนดทุกประการ
- 1.20.4 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง ฯลฯ เพื่อการตรวจรับมอบงาน
- 1.20.5 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารและสิ่งของดังต่อไปนี้ในวันส่งมอบงาน
- แบบสร้างจริง
 - รายงานผลการตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลัง
 - รายงานผลการตรวจสอบระบบสื่อสาร
 - หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์
 - เครื่องมือพิเศษที่จำเป็นสำหรับการปรับแต่ง และซ่อมบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ ซึ่งได้จากผู้ผลิตเครื่องและอุปกรณ์นั้น ๆ

1.21 การรับประกัน

- 1.21.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย สำหรับโหลดไฟฟ้าแบบมีไส้ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 90 วัน ส่วนโหลดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาของ Average Life Time
- 1.21.2 ในระยะเวลาประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้โดยถูกต้องตามหลักวิชา โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

- 1.21.3 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์สินวางค้ำประกันในจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธินำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

2. ขอบเขตของงาน

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้านี้ รวมถึงแรงงานเครื่องมือ สถานที่เก็บของ นั่งร้านชั่วคราว ระบบไฟฟ้าชั่วคราวและดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราว เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้านี้เสร็จสมบูรณ์
- 2.2 ผู้รับจ้างต้องติดต่อและประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นให้ดำเนินการปักเสาพาดสาย และติดตั้งสายเคเบิลแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า มิเตอร์ไฟฟ้าทั้งแรงสูง และมิเตอร์ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น โดยผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ของการไฟฟ้า ฯ เอง
- 2.3 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการประสานงานกับการไฟฟ้า ฯ และจัดทำแบบพิมพ์ตามที่ต้องการไฟฟ้า ฯ ต้องการ เพื่อใช้ในการตรวจสอบและขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคาร โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการประสานงานกับการไฟฟ้า ฯ ทั้งหมด
- 2.4 ผู้รับจ้างต้องติดต่อและประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบโทรศัพท์ ให้ดำเนินการออกแบบท่อร้อยสายและกล่องดึงสาย พร้อมทั้งจัดทำแบบมาตรฐานสำหรับการติดตั้งและเดินสายโทรศัพท์พร้อมท่อร้อยสายเข้าไปถึงแผงกระจายสายหลัก (Main Distribution Frame, MDF.) ของอาคาร โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมา ไม่มีการเพิ่มราคาจากที่ได้เคยเสนอราคาไว้ โดยผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเอง
- 2.5 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างและผู้รับจ้างงานอื่น ๆ โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการเจาะช่อง ซ่อมช่องที่เจาะและงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและเกิดความล่าช้าขึ้น
- 2.6 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายป้อนไปยังอุปกรณ์ของระบบสุขาภิบาล และระบบอื่น ๆ ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อให้ระบบต่าง ๆ สามารถใช้งานได้
- 2.7 ผู้รับจ้างต้องจัดทำฐานคอนกรีตสำหรับแผงสวิตช์เกียร์แรงต่ำ (Main Distribution Board, MDB.) ตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- 2.8 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย สายป้อน ท่อร้อยสาย รางเดินสาย พร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน ตามที่กำหนดไว้ในแบบและตามที่ได้ขออนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมจากแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.9 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตซ์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับโทรทัศน์ เต้ารับสัญญาณระบบสื่อสารอื่น ๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของอาคารตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.10 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX.) แผงกระจายสายหลัก (MDF.) ตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC.) ท่อร้อยสายโทรศัพท์ รางเดินสายโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ เต้ารับโทรศัพท์ รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบโทรศัพท์ของอาคารจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.11 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม (MATV. System) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.12 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทั้งหมดของอาคารตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

- 2.13 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดิน ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 2.14 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟป้ายทางออกฉุกเฉินทั้งหมดของอาคาร
- 2.15 ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.16 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ รวมทั้งระบบสื่อสาร ที่ได้กำหนดไว้ในแบบและตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งจัดทำรายงานการทดสอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง
- 2.17 ผู้รับจ้างต้องทำแบบสำหรับก่อสร้าง (Shop Drawing) ตามขนาดและมาตราส่วนของแบบของผู้ว่าจ้าง ยกเว้นกรณีที่ต้องการแสดงรายละเอียดให้ชัดเจนขึ้น เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมายภายใน 15 วันก่อนดำเนินการติดตั้ง เมื่อผู้ควบคุมงานรับทราบและอนุมัติแล้ว ผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุดเพื่อใช้ในการควบคุมงาน
- 2.18 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่สร้างจริง (As built Drawing) ตามขนาดและมาตราส่วนของแบบสำหรับก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมาย ภายใน 30 วัน นับจากวันทำงานนั้น ๆ แล้วเสร็จ และให้ผู้รับจ้างส่งแบบตามที่สร้างจริงให้ผู้ว่าจ้างอีกจำนวน 3 ชุด หลังจากติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและระบบอื่น ๆ เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน
- 2.19 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดเป็นระยะเวลา 1 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย และในระยะเวลาประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้และถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมดสำหรับหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 90 วัน ส่วนหลอดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาเฉลี่ยของอายุอุปกรณ์ (Average Life Time)
- 2.20 ในระหว่างระยะเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกัน ในจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างตั้งแต่วันที่ลงนามในสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

3. ระบบไฟฟ้า

- 3.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูงเป็นระบบ 3 Phase 3 Wires 22,000 V.
- 3.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็นระบบ 3 Phase 4 Wires 380/220 V 50 Hz. Y Connection System Solid Ground
- 3.3 ระบบควบคุมต่าง ๆ ให้เป็นไปตามที่แสดงในแบบและที่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 3.4 ระบบสีของบัสบาร์ให้ใช้ดังนี้.-
- | | | |
|-------|-----|----------------------------|
| Phase | A | สีน้ำตาล |
| Phase | B | สีดำ |
| Phase | C | สีเทา |
| Phase | N | สีฟ้า |
| Phase | Gr. | สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง |
- 3.5 ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ดังนี้.-
- | | | |
|-------|-----|----------------------------|
| Phase | A | สีน้ำตาล |
| Phase | B | สีดำ |
| Phase | C | สีเทา |
| Phase | N | สีฟ้า |
| Phase | Gr. | สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง |

สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้ทาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุกแห่งที่มีการต่อสายและต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น

3.6 ระบบสีของอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบต่าง ๆ ให้ใช้ดังนี้-

ระบบไฟฟ้าปกติ	สีแดง หรือ สีเดิมของท่อเหล็ก
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟฟ้าสำรอง	สีเหลือง
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	สีส้ม
ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบโทรทัศน์	สีขาว
ระบบเสียง	สีน้ำตาล
ระบบคอมพิวเตอร์	สีดำ
ระบบกล้องวงจรปิด	สีฟ้า

4. หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)

4.1 ทัวไป

ข้อกำหนดในตอนนี้อยู่ครอบคลุมรายละเอียดการจัดการจัดหา และติดตั้งของหม้อแปลงไฟฟ้าประเภทที่ใช้งานในกลางแจ้ง และให้ปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของการไฟฟ้าภูมิภาค IEC, VDE, TIS และในรายการประกอบแบบ

4.2 ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ชนิด Oil Immersed Natural Self Cool Type และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้และในแบบ และตามข้อกำหนด/มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกประการ ผู้ผลิตต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

4.3 อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละลูก จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Arcing horns corrosion proved
- Name Plate with wiring diagram
- Oil drain, filter press sampling valve
- Sludge drain plug
- Lifting Lugs
- Tank grounding provision (2 Point)
- Oil level gauge
- Pressure relief device (spring resettable type)
- Thermometer dial type with alarm and trip contacts
- H.T. and L.T. bushings with terminal connectors
- อื่น ๆ ตามที่ระบุในแบบ และตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.4 การติดตั้ง และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

4.4.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้ในแบบ ตามคำแนะนำของผู้ผลิตและตามข้อกำหนดทางปฏิบัติของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

4.4.2 หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต พร้อมทั้งมีเอกสาร แสดงและรับรองผลการทดสอบ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ

รายการทดสอบที่โรงงานอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Ratio test
- Resistant measurement
- Polarity and phase relation test
- No-load test
- Excitation current test
- Oil test
- Leakage test
- Insulation resistance test

4.4.3 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองให้ใช้งานได้จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเมื่อจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงแล้ว ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแรงดันทางด้านแรงต่ำก่อน จึงจะจ่ายไฟไปสู่อุปกรณ์ภายนอกได้

4.4.4 สายศูนย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องต่อลงดินใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้านั้น ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5. ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

5.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า และการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

5.2 สายดินต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนหรือสายทองแดงเปลือย ตามที่ได้กำหนดในแบบพิมพ์หรือรายละเอียดประกอบแบบ มีขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์หรือรายละเอียดประกอบแบบ และมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ตามตารางที่ 4-1 และ 4-2 สำหรับสายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจเสียหายชำรุดได้หรืออยู่ในท่อโลหะ

5.3 แท่งหลักดิน (Ground Rod) ให้ใช้เหล็กกล้าหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาวไม่ต่ำกว่า 10 ฟุต หรือตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ จำนวนและระยะห่างระหว่างหลักดินทั้งหมดให้ยึดถือตามแบบพิมพ์ สำหรับกรณีที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ สายนำลงดินทุกชุดต้องประกอบด้วยแท่งหลักดิน 3 แท่ง ต่อกันลงดินระยะห่าง 3.00 เมตร ในแนวตรงหรือในแนวสามเหลี่ยมด้านเท่า

5.4 สายเชื่อมหลักดิน (Ground Grid) ให้ใช้ตาม วสท.2556 ตารางที่ 4-1 หรือตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ เชื่อมต่อกันระหว่างหลักดินทั้งหมดทุกหลักหรือตามที่แสดงไว้ในแบบพิมพ์

5.5 หลักดิน (Ground Electrode) ประกอบด้วยแท่งหลักดิน (Ground rod) และสายเชื่อมหลักดิน (Ground grid) ซึ่งฝังลึกลงไปในดินไม่ต่ำกว่า 0.30 เมตร โดยทำการติดตั้งตามแนวทางที่กำหนดไว้ในแบบ และเมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว ให้ทำการวัดค่าความต้านทาน ถ้ามีค่าสูงกว่า 5 โอห์ม (ในภาวะดินแห้ง) ต้องตอกแท่งสลักดินเพิ่มขึ้นในแนวของสายเชื่อมหลักดิน โดยระยะห่างระหว่างแท่งสลักดินต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตร

- 5.6 การเชื่อมต่อสายเชื่อมหลักดินกับสายเชื่อมหลักดิน หรือสายเชื่อมหลักดินกับแท่งหลักดิน ให้ทำการเชื่อมด้วยความร้อน (Exothermic Welding) ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ซึ่งการเชื่อมต่องดกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้
- 5.7 ชิ้นส่วนโลหะทุกชิ้นของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน เช่น ดวงโคมไฟฟ้า เตาไฟฟ้า กล่องต่อสายฝาครอบ และกรอบของเตาไฟฟ้าและสวิตช์ที่เป็นโลหะ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกหุ้มภายนอกเป็นโลหะ ส่วนของแผงสวิตช์ที่เป็นโลหะ และชิ้นส่วนโลหะที่อาจมีกระแสไฟฟ้า ต้องต่อลงดินที่แผงสวิตช์จ่ายไฟตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ในกรณีที่ใช้ท่อร้อยสายโลหะให้ต่อลงดินโดยใช้สายดินเชื่อมต่อเข้ากับระบบดินอย่างสมบูรณ์
- 5.8 การต่อสายดินเข้ากับแผงสวิตช์ให้ใช้หัวต่อแบบบีบ ประกับจับสาย หรือสิ่งอื่นที่ระบุให้ใช้เพื่อการนี้ ห้ามต่อโดยใช้การบัดกรีเป็นหลัก
- 5.9 ห้ามใช้สายศูนย์เป็นสายดิน หรือใช้สายดินเป็นสายศูนย์
- 5.10 สายศูนย์ของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องต่อลงดินใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้านั้น
- 5.11 การต่อลงดินของอุปกรณ์ระบบสื่อสารให้ต่อถึงกันที่ BUS BAR GROUND หลักของอาคาร หรือต่อถึงกันได้ดินกับระบบรากสายดินของระบบไฟฟ้าและระบบล่อฟ้าโดยใช้สายดินที่มีขนาดและชนิดตามที่กำหนดไว้ในแบบ และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564
- 5.12 วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบและจัดทำรายงานผลการวัดค่าความต้านทานของระบบดิน โดยวิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างต้องลงนามในรายงานผลการทดสอบ และส่งให้กับผู้ว่าจ้าง และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้ทันทีโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

6. สายไฟฟ้า

- 6.1 สายไฟฟ้าที่นำมาใช้ติดตั้งต้องมีตัวนำเป็นทองแดงและเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. ผลิตขึ้นโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและยอมรับ โดยทั่วไปให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิเกิน 70 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)
- 6.2 ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้ทำสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้า ทุกแห่งที่มีการต่อสายและต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วย สีที่กำหนดข้างต้น
- 6.3 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินใต้ดินไม่ว่าจะโดยการร้อยท่อหรือฝังดินโดยตรง ต้องเป็นสายที่มีเปลือกนอกหนาเป็นพิเศษ ผลิตขึ้นสำหรับเดินใต้ดินโดยเฉพาะ (มีชื่อทางการค้าว่า NYY) ยกเว้นในกรณีที่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)
- 6.4 สายเคเบิลแรงสูงต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอดห้ามตัดต่อสายระหว่างทาง
- 6.5 ห้ามตัดต่อสายไฟฟ้าภายในท่อร้อยสาย และภายในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 6.6 การตัดต่อสายไฟฟ้าอนุญาตให้ทำในกล่องต่อสายเท่านั้น และต้องพันทับด้วยเทปพันสายให้มีฉนวนเทียบเท่าสายไฟฟ้า สำหรับสายขนาด 10 ตร.มม. หรือเล็กกว่า ต้องต่อสายโดยใช้ไวร์นัท (Wire Nut) สำหรับสายขนาด 16 ตร.มม. หรือ ใหญ่กว่า ต้องต่อสายโดยใช้ตัวต่อสายแบบบีบ และใช้ท่อหด (Heat Shrink Tube) หุ้มรอยต่อสาย
- 6.7 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้หัวต่อแบบมีหัวสกรูยึดสาย ต้องใช้หัวต่อแบบบีบและหุ้มด้วยท่อหด

- 6.8 การติดตั้งสายไฟฟ้าผ่านท่อร้อยสายต้องทำหลังจากที่วางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามไม่ให้เตรียมโดยร้อยสายไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- 6.9 การติดตั้งสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายควรใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบและผลิตขึ้นสำหรับใช้ดึงสายไฟฟ้า โดยเฉพาะ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 6.10 ในการดึงสายไฟฟ้าอาจใช้สารหล่อลื่นเพื่อช่วยลดความฝืดได้ โดยทั้งนี้อนุญาตให้ใช้เฉพาะสารหล่อลื่นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำเท่านั้น
- 6.11 การตัดโค้งสายไฟฟ้าทุกขนาดต้องกระทำอย่างระมัดระวัง และรัศมีการตัดโค้งของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หรือ NEC หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า
- 6.12 สายไฟฟ้าในช่องเดินสายแนวดิ่งต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่ปลายบนของช่องเดินสาย และต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าเป็นช่วง ๆ โดยระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในแนวดิ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 6.13 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรเต้ารับไฟฟ้าและสายที่ต่อแยกเข้าเต้ารับไฟฟ้า ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่าสายไฟฟ้าของวงจรร้อยยอนั้น ๆ และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)
- 6.14 สายไฟฟ้าสำหรับต่อแยกไปยังดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่าสายไฟฟ้าของวงจรร้อยยอนั้น ๆ และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์หรือตารางโหลด (Load Schedule)
- 6.15 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.0 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- 6.16 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าไปในแผงสวิตช์ตัดตอน แผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ จะต้องจัดให้เป็นระเบียบโดยใช้เคเบิลไทร์ (Cable Tie) ผูกมัดสายไฟฟ้าให้เป็นหมวดหมู่ และสายไฟฟ้าจะต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายเปลี่ยนวงจรได้ภายในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 6.17 ที่ปลายสายไฟฟ้าทั้งหมดในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติและแผงสวิตช์ควบคุมต่าง ๆ ต้องมีเครื่องหมายแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า (Wire Marker) ชนิดที่มีความคงทนถาวรกำกับไว้ เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 6.18 การเดินสายไฟฟ้าภายในช่องเดินสายที่เป็นโลหะต้องทำให้ไม่เกิดความร้อนแก่โลหะที่ล้อมรอบ เนื่องจากผลของการเหนี่ยวนำ เช่น การรวมสายเส้นไฟทุกเฟสและสายนิวทรัล รวมทั้งสายดินของวงจรไว้ในช่องเดินสายหรือเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน
- 6.19 สายไฟฟ้าแรงสูง
 - 6.19.1 ชนิดของสายไฟฟ้า
 - Aluminum Conductor Steel Reinforced (ACSR) ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ตารางที่ 6-2522 (TES 86-2522) โดยที่เส้นลวดตัวนำเป็น Hard Drawn Aluminum พันรอบแกนกลาง ซึ่งเป็น Galvanized Steel Wire สายไฟฟ้าชนิดนี้ไม่หุ้มฉนวน เหมาะสมกับการใช้ งานเป็น Aerial Power Transmission And Distribution Line
 - Partial Insulated Cable (PIC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยติดตั้งพาดยึดกับ Pin Insulator ผลิตตามมาตรฐาน Insulated Cable Engineers Association (ICEA) S-66-524 ประกอบด้วย
 - ก. เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Standard Hard Drawn Aluminum

- ข. โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross- Linked Polyethylene
- ค. ฉนวนหุ้มชั้นนอกเป็น Track Resistant Cross-linked Polyethylene
- Spaced Aerial Cable (SAC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยพาดยึดบน Cable Spacer ผลิตตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้
 - ก. เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Standard Hard Drawn Aluminum
 - ข. โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross-Linked Polyethylene
 - ค. ฉนวนหุ้มชั้นใน (Insulation) เป็น Natural Cross-Linked Polyethylene
 - ง. เปลือกหุ้มชั้นนอก (Sheath) เป็น Track Resistant Cross-Linked Polyethylene
- High Voltage cross-Linked Polyethylene Power Cable (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Main Circuit Feeder โดยวางในรางวางสาย (Wire way, Cable Tray or Cable Trench) และร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้า ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ICEA S-6-524 และ IEC 502 มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้
 - จ. ลวดตัวนำเป็น Compact Standard copper
 - ฉ. โดยรอบตัวนำพันด้วย Conducting Cross-Linked Polyethylene
 - ช. ฉนวนหุ้มตัวนำเป็น Cross-Linked Polyethylene
 - ซ. โดยรอบตัวนำมี Insulation Shield เป็น Semi-Conducting Cross-linked Polyethylene ก่อนมี Shield ชั้นนอกอีกชั้นหนึ่งเป็น Annealed Copper Tape
 - ฅ. เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น Polyvinyl Chloride (PVC)

6.19.2 การติดตั้ง

- การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสายแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (voltage) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำและมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะที่เป็นไปได้ การติดตั้งจริง ต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากการไฟฟ้าท้องถิ่น

6.19.3 การทดสอบ

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูงเพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

7. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 7.1 ท่อร้อยไฟฟ้าโลหะต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก. และท่อร้อยสายโลหะแบบพีวีซี. แข็ง ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก. สำหรับท่อร้อยสายโลหะแบบเอชดีพีอีแข็ง (HDPE) ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตาม มอก.
- 7.2 ห้ามเปลี่ยนทางเดินสายไฟฟ้าจากท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็น รางเดินสาย (Wire ways) หรือรางเคเบิล (Cable tray) โดยเด็ดขาด ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- 7.3 ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบโลหะต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสีโดยกรรมวิธี Hot-dipped ผิวภายในเรียบปราศจากตะเข็บ ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- 7.4 ท่อร้อยสายซึ่งฝังในดิน ฝังในคอนกรีต หรือติดตั้งในบริเวณที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Metallic Conduit, RSC.) หรือท่อโลหะหนานปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit, IMC.) ตามที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด ท่อร้อยสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานให้ใช้ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT.) ท่อร้อยสายที่ฝังในผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีตให้ใช้ท่อโลหะหนานปานกลาง สำหรับ

- บริเวณที่ไม่สามารถใช้ท่อร้อยสายดังกล่าวข้างต้นได้อนุญาตให้ใช้ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal conduit) และให้ใช้ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว (Liquid tight Flexible Metal Conduit) กรณีที่ติดตั้งในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสถูกน้ำ ส่วนท่อร้อยสายอโลหะอนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะกรณีที่ระบุไว้ในแบบ หรือในกรณีที่ได้รับการยืนยันจากผู้ออกแบบว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ
- 7.5 ท่อร้อยสายซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีความสิ้นสะเทือน และช่วงต่อสายเข้าบริเวณที่ไฟฟ้า ให้ใช้ท่อโลหะอ่อนหรือท่อโลหะอ่อนกันของเหลว หรือใช้วิธีการอื่นตามที่เหมาะสม
 - 7.6 ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ติดตั้งจากตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (MDB.) ไปยังแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Panel Board) ของแต่ละชั้น ให้ใช้วิธีเดินท่อร้อยสายลอยเกาะผนังของอาคารภายในช่องเดินระบบไฟฟ้าด้วยท่อร้อยสายแบบบาง (EMT.) หรือท่อร้อยสายแบบหนา (IMC.) ตามที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด
 - 7.7 การต่อท่อโลหะบางต้องใช้ข้อต่อแบบอัด (Compression Coupling) สำหรับท่อโลหะหนาและท่อโลหะหนานปานกลางให้ใช้ข้อต่อมีเกลียว และใช้ Electrical Pipe Joint Compound ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อ เพื่อให้ระบบท่อร้อยสายมีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า
 - 7.8 กรณีที่ใช้ข้อต่อ (Coupling) และข้อต่อยึด (connector) ชนิดไม่มีเกลียวจะต้องต่อให้แน่น เมื่อฝังในอิฐก่อหรือคอนกรีตต้องใช้ชนิดฝังในคอนกรีต (Concrete tight) เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกต้องใช้ชนิดกันฝน (Raintight)
 - 7.9 ท่อร้อยสายต้องทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนติดตั้ง ปลายท่อร้อยสายที่ถูกตัดออกต้องลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดเจ็บของสายไฟฟ้า และการทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียบ
 - 7.10 การตัดโค้งท่อร้อยสายต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อทำการตัดโค้งท่อร้อยสายโดยเฉพาะ รัศมีการตัดโค้งท่อร้อยสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และ NEC ท่อร้อยสายที่บุบและเสียรูปหรือไม่เป็นไปตามที่ระบุห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
 - 7.11 การติดตั้งท่อร้อยสายต้องพยายามติดตั้งให้ขนาน หรือตั้งฉากกับผนังและตัวอาคาร และต้องติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้เสร็จก่อนจึงทำการร้อยสายไฟฟ้า
 - 7.12 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดภายในท่อร้อยสาย ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
 - 7.13 ระหว่างจุดดึงสายไฟฟ้าใด ๆ มุมตัดโค้งของท่อร้อยสายรวมกันทั้งหมดต้องไม่เกิน 360 องศา
 - 7.14 ท่อร้อยสายต้องยึดกับที่ให้มีน้ำหนักด้วยอุปกรณ์จับยึดที่เหมาะสม โดยมีระยะห่างระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 3.00 เมตร และห่างจากกล่องต่อสาย หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เกิน 0.90 เมตร สำหรับท่อโลหะอ่อนระยะห่างระหว่างจุดจับยึดต้องไม่เกิน 1.50 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เกิน 0.30 เมตร
 - 7.15 ตัวยึด (Support) และตัวแขวน (Hanger) ของท่อร้อยสาย รางเดินสาย หรืออื่น ๆ ให้ใช้แบบเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel) ทั้งหมด
 - 7.16 ท่อร้อยสายต้องยึดติดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และแผงสวิตช์อัตโนมัติ หรือเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องจัดให้มีบูชิ่ง (Bushing) และน็อตกันหลวม (Lock Nut) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าชำรุด
 - 7.17 ท่อร้อยสายที่เดินทะลุผ่านเพดานและผนังต้องฝังท่อปลอก (Sleeve) ซึ่งทำด้วยวัสดุเดียวกันกับท่อร้อยสายนั้น และท่อปลอกใดไม่ได้ใช้งานต้องอุดด้วยคอนกรีต
 - 7.18 การต่อสายให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวกเท่านั้น ห้ามต่อสายในท่อร้อยสายโดยเด็ดขาด ปริมาตรของสายไฟฟ้าและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้านั้น
 - 7.19 ท่อร้อยสายที่เดินใต้ผิวดินต้องหาค้ำด้วยพินต์โค้ดให้ทั่ว อย่างน้อย 2 เที้ยว และเทพูนกลบ

- 7.20 ท่อร้อยสายซึ่งความชันสามารถเข้าไปยังส่วนที่มีไฟฟ้าได้ ต้องอุดที่ปลายใดปลายหนึ่งหรือทั้งสองปลายของท่อร้อยสายตามความเหมาะสม
- 7.21 ท่อร้อยสายที่เดินลอยภายในฝ้าเพดานและเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุกระยะ 1 เมตร ด้วยสีที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 7.22 ขนาดท่อร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อเพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ หากขนาดท่อร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้องผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง โดยทั้งนี้ให้ถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคาสำหรับระบบท่อร้อยสายในราคาเหมา จึงไม่มีการคิดเงินเพิ่มสำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อร้อยสายอีก

8. รางเดินสาย (Wireways)

- 8.1 อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะกรณีที่กำหนดให้ใช้ในแบบพิมพ์ และต้องใช้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่ง (Exposed) เท่านั้น ยกเว้นในพื้นที่ปิดที่สามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดความยาวของรางเดินสาย ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (Raintight) และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้ง
- 8.2 รางเดินสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ผลิตขึ้นโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตให้เห็นได้ชัดเจน
- 8.3 รางเดินสายต้องทำจากแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เคลือบน้ำยาซิงค์ฟอสเฟต (Zinc Phosphate) และพ่นทับด้วยสีฝุ่น หรือทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี รางเดินสายและอุปกรณ์ประกอบต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยที่หมุดเกลียวหรือสลักเกลียวต่าง ๆ ต้องเรียบกับผนังของรางเดินสาย และไม่มีส่วนมีคมที่จะทำให้ฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย
- 8.4 รางเดินสายที่มีขนาดกว้างไม่เกิน 50 มม. ต้องทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.0 มม. สำหรับรางเดินสายที่มีขนาดกว้างไม่เกิน 150 มม. ต้องทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.2 มม. ส่วนรางเดินสายที่มีขนาดกว้างกว่า 150 มม. จะต้องทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.6 มม.
- 8.5 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้าและฉนวนทั้งหมดรวมกันภายในรางเดินสายทุกส่วน ต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสายนั้น
- 8.6 ภายในรางเดินสายต้องมีสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายไฟฟ้าของวงจรสัญญาณหรือวงจรควบคุมที่มีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้นและสายดิน
- 8.7 กรณีที่ภายในรางเดินสายมีสายไฟฟ้าที่มีกระแสไหลรวมกันมากกว่า 30 เส้น สายไฟฟ้าทั้งหมดภายในรางเดินสายนั้น ต้องมีขนาดกระแสที่เหมาะสมกับขนาดของวงจรร้อย โดยต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเนื่องจากจำนวนของสายไฟฟ้าหลายเส้นในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกัน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยด้วย
- 8.8 จุดปลายของรางเดินสายต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายรางเดินสายซึ่งผลิตโดยผู้ผลิตเดินสายนั้น
- 8.9 รางเดินสายในแนวนอนต้องจับยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยมีจุดจับยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร โดยยอมให้มีรอยต่อของรางเดินสายได้ไม่เกิน 1 จุด ในแต่ละช่วงการจับยึด และห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนัง ทั้งนี้ท่อร้อยสายหรือทางเดินสายอื่น ๆ ที่ต่อกับรางเดินสายไม่ถือว่าเป็นตัวจับยึดรางเดินสาย
- 8.10 รางเดินสายในแนวตั้งต้องจับยึดให้มั่นคงแข็งแรง โดยมีจุดจับยึดทุกระยะห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร โดยยอมให้มีรอยต่อของรางเดินสายได้ไม่เกิน 1 จุดในแต่ละช่วงการจับยึด และห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านพื้นรวมทั้งจุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 เมตร

- 8.11 สายไฟฟ้าในรางเดินสายในแนวตั้งต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่ปลายบนของรางเดินสาย และต้องมีการจับยึดสายไฟฟ้าเป็นช่วง ๆ โดยระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟฟ้าในรางเดินสายในแนวตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 8.12 หากจะต่อสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และอนุญาตให้ต่อสายไฟฟ้าเฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออกและเข้าถึงได้โดยสะดวกตลอดเวลาเท่านั้น โดยพื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย
- 8.13 รางเดินสายต้องเป็นของที่มีสภาพดีไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยรางเดินสายที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 8.14 รางเดินสายต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และต้องต่อลงดินทุกจุดที่มีการต่อรางเดินสาย โดยใช้สายดินทองแดงเชื่อมระหว่างรางเดินสายทุกท่อนที่นำมาเชื่อมต่อกัน ทางเดินสายที่ต่อออกจากรางเดินสายต้องเป็นโลหะ และต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับรางเดินสาย ถ้าทางเดินสายที่ต่อออกจากรางเดินสายเป็นท่อโลหะ (PVC) ต้องใช้สายดินเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าด้วย
- 8.15 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสาย ต้องจัดให้สายรวมกลุ่มกันอย่างเป็นระเบียบสำหรับโหลดแต่ละกลุ่ม
- 8.16 ขนาดของรางเดินสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดรางเดินสาย เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย หากขนาดรางเดินสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้องผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงและแก้ไขให้ถูกต้อง โดยทั้งนี้ถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคารางเดินสายในราคาเหมาะสม ไม่มีการคิดเงินเพิ่มสำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดของรางเดินสายอีก

9. กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

- 9.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม. และด้วยอบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก กรณีที่ต้องมีระบบกันน้ำให้ใช้กล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ซึ่งทำด้วยอลูมิเนียมหล่อหรือเหล็กหล่ออบสังกะสี และมีเกลียวสำหรับต่อกับท่อร้อยสาย รวมทั้งมีปะเก็นยางรองฝาปิดแบบเกลียว
- 9.2 กล่องต่อสายสำหรับดวงโคมไฟฟ้าต้องใช้กล่องขนาด 4 นิ้วชนิดแปดเหลี่ยม กล่องต่อสายสำหรับเต้ารับและสวิตช์ต้องใช้กล่องขนาด 4 x 2.5 นิ้ว หรือ 4 x 4 นิ้ว โดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเต้ารับและสวิตช์ที่ตำแหน่งนั้นกล่องต่อสายสำหรับสวิตช์จำนวนมาก ต้องใช้ตามที่มีผู้ผลิตสวิตช์แนะนำ
- 9.3 กล่องต่อสายต้องติดตั้งในบริเวณที่เข้าถึงได้โดยไม่ต้องรื้อถอนส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร และต้องมีที่ว่างให้สามารถทำงานได้สะดวก
- 9.4 กล่องต่อสายต้องมีขนาดเหมาะสม สามารถบรรจุสายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลได้ทั้งหมด ปริมาตรของสายไฟฟ้าและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสาย
- 9.5 กล่องต่อสายทุกกล่องต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา
- 9.6 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดาน และติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรง ห้ามใช้ระบบท่อร้อยสายเป็นตัวรับน้ำหนักแทน
- 9.7 รูของกล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย และต้องไม่มีรูหรือช่องที่ใหญ่พอให้วัตถุที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มม. ลอดเข้าไปได้
- 9.8 ต้องมีบุขึงหรือเครื่องประกอบที่มีขอบมนเรียบ ตรงบริเวณที่สายไฟฟ้าหรือสายเคเบิลผ่านผนังของกล่อง

- 9.9 กล้องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารที่ติดตั้งบนพื้นภายในอาคาร ให้ใช้กล้องโลหะหล่อที่ผลิตขึ้นสำหรับงานทางไฟฟ้า โดยมีฝาปิดทำด้วยทองเหลืองหรืออลูมิเนียมแข็ง และมีฝาругกลางแบบเกลียวสำหรับ ใส่ อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ได้ หรือใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์สื่อสารนั้น
- 9.10 กล้องต่อสายที่ภายนอกอาคารต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ ฝาครอบมียางอัตรอบ หรือทำให้สามารถกันน้ำและกันฝน
- 9.11 กล้องต่อสายและกล่องดึงสายทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่มีสนิมเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้าง หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 9.12 กล้องต่อสายและกล่องดึงสายทุกกล่อง ไม่ต้องทาสีทั้งภายนอกและภายใน แต่ให้พ่นสีเฉพาะฝาปิดและมีตัวอักษรย่อกำกับ ของงานแต่ละระบบด้วยรหัสสีที่กำหนดสำหรับอุปกรณ์ การเดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบต่าง ๆ และกล่องต่อสายของระบบไฟฟ้าปกติต้องใช้แยกต่างหากจากกล่องต่อสายระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรอง

10. ดวงโคมไฟฟ้า

- 10.1 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งทำการผลิตและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐาน มอก., BS, VDE, NEMA, JIS และมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 10.2 ดวงโคมแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องมีชนิดและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ ความหนาของเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ตัวโคมต้องผ่านกรรมวิธีล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างไขมัน และกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอย่างน้อย 2 เทียว ในการพ่นสีแต่ละเทียวจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งด้วยเตาอบ และดวงโคมต้องไม่เปลี่ยนสีเองในภายหลัง
- 10.3 แผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียมสำหรับดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มม.
- 10.4 ขั้วหลอดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้แบบ Spring Load หรือ Twist Lock หรือตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ มอก., NEMA, VDE, JIS
- 10.5 บัลลาสต์ต้องเป็นชนิดที่มีพลังงานสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) ได้รับการรับรองจาก มอก. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 10.6 บัลลาสต์ต้องติดตั้งให้เรียบร้อยโดยมองไม่เห็นตัวบัลลาสต์จากด้านล่างของดวงโคมได้ และต้องสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากตัวบัลลาสต์ได้ดี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์สูงเกินขีดจำกัด บัลลาสต์ที่ใช้ต้องไม่มีเสียงรบกวนจากการสั่นของแกนเหล็กของบัลลาสต์
- 10.7 หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้หลอดชนิด Preheat, Day Light ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่นเช่น ให้ใช้หลอด LED ให้ทำตามแบบกำหนด และถ้ากำหนดเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 10.8 คาปาซิเตอร์สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ VDE หรือ IEC หรือเทียบเท่า และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ
- 10.9 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวนชนิดอุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส หรือชนิด IEC01. และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 10.10 ดวงโคมสำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์ต้องมีฐานหลอดเป็นแบบเกลียว และหลอดอินแคนเดสเซนต์ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับแรงดัน 220 โวลต์ หลอดไฟฟ้าเป็นชนิดใส หรือฝ้าตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

- 10.11 สายไฟภายในดวงโคมแบบอินแคนเดสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวนชนิดอุณหภูมิใช้งาน 105 องศาเซลเซียส และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 10.12 ดวงโคมไฟฟ้าถูกฉนวนประกอบด้วย ดวงโคม แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัดโนมิตี และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ ดวงโคมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 วัตต์ จำนวน 2 หลอด และ 3 หลอด ตามที่กำหนดในแบบ แบตเตอรี่เป็นแบบ Seal Lead Acid มีขนาดไม่เล็กกว่า 25 แอมแปร์-ชั่วโมง และสามารถตรวจสอบและซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ทางด้านหน้า โดยไม่ต้องรื้อถอนชุดดวงโคม หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกจากตำแหน่ง
- 10.13 ดวงโคมไฟฟ้าแสดงทางออกฉุกเฉินเป็นแบบที่สามารถส่องสว่างได้ตลอดเวลา ประกอบด้วย
- 10.13.1 ป้ายพลาสติกชนิด Acrylic มีตัวอักษรภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ สามารถส่องให้เข้าใจและสามารถมองเห็นได้ชัดเจน (เรืองแสง) มีจำนวนหน้าของป้ายพลาสติกแสดงทางออก ตามความจำเป็นของสถานที่ติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
- 10.13.2 ชุดโคมไฟฟ้าทำด้วยเหล็กแผ่นพับผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นทับด้วยสีฝุ่น 2 ชั้น (สีขาว) มีช่องสำหรับระบายอากาศและมีช่องเสียบแผ่นป้ายเพื่อให้แสงสว่างส่องลงมาในป้าย หลอดไฟฟ้าเป็นหลอดแบบคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 10 หรือ 11 วัตต์ จำนวน 2 หลอดต่อโคม พร้อมบัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่แบบอัดโนมิตี แบตเตอรี่ใช้เป็นแบบ Seal Lead Acid มีขนาดไม่เล็กกว่า 4 แอมแปร์-ชั่วโมง
- 10.13.3 ดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามใช้ดวงโคมเป็นทางเดินสายของวงจรย่อยเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปยังจุดอื่น ๆ
- 10.13.4 ดวงโคมแบบติดตั้งฝังในฝ้าให้ใช้ท่อร้อยสายแบบโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit) ต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงโคมแต่ละดวง และใช้ก้านเหล็กแบบปรับระดับได้เป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม โดยยึดก้านเหล็กปรับระดับกับเพดานที่เป็นปูน ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้าหรือแผ่นฝ้าเพดานอย่างเด็ดขาด
- 10.13.5 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (Weather Proof) หรือ IP 55 และผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 10.13.6 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น ห้องเก็บเชื้อเพลิง เป็นต้น ต้องเป็นดวงโคมที่ผลิตขึ้นสำหรับติดตั้งในสถานที่อันตรายเท่านั้น ซึ่งผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ JIS รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับดวงโคม โดยต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตแล้วเท่านั้น
- 10.13.7 ดวงโคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องสามารถหาซื้อได้ง่ายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 10.13.8 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูนต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรงด้วย Lead Anchor และสกรู และในกรณีที่ดวงโคมมีน้ำหนักมากให้ยึดด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม
- 10.13.9 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับฝ้าเพดาน และปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขตำแหน่งจากแบบหรือส่วนที่ดำเนินการติดตั้งไปแล้วได้ตามสมควรโดยไม่มีภาระคิดค่าจ้างเพิ่ม

11. สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

- 11.1 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมดทั้งอาคาร มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก., IEC หรือ VDE และเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหามาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 11.2 ฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปต้องเป็นแบบและชนิดเดียวกันทั้งอาคาร ยกเว้นฝาครอบพิเศษโดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 11.3 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อแรงกระแทก (Impact Resistance) มีความคงทนของไดอิเล็กตริก (Dielectric Strength) สูง ทนต่อสภาพบรรยากาศและต้านทานการกัดกร่อน (Corrosion Resistance) ได้เป็นอย่างดี
- 11.4 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งบริเวณที่จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ฝาครอบแบบมีสปริงและมีปะเก็นกันน้ำ อัดรอบฝาครอบ รวมทั้งกล่องต่อสายต้องเป็นชนิดโลหะหล่อ
- 11.5 ขั้วต่อสายของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องมีรูสำหรับสอดสายและมีสกรูขันอัดสายโดยตรง หรือเป็นแบบยึดแน่นโดยอัตโนมัติ (Automatically Lock)
- 11.6 เต้ารับไฟฟ้าโดยทั่วไปต้องเป็นชนิดที่มีขั้วเสียบสายดิน สามารถใช้ได้กับเต้าเสียบทั้งแบบขากลมและขาแบน (Universal Type, 2-Poles, 3-Wires) ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 โวลต์ 10 แอมแปร์
- 11.7 เต้ารับไฟฟ้าให้ติดตั้งในกล่องโลหะฝังในผนังที่มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนเต้ารับ และถ้าในแบบพิมพ์มีตัวอักษรกำกับว่า “A” ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 ม. ถ้ามีตัวอักษรกำกับว่า “BW” ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.50 ม. ถ้ามีตัวอักษรกำกับว่า “C” ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.90 ม. ถ้ามีตัวอักษรกำกับว่า “D” ให้ติดตั้งต่ำจากระดับฝ้าเพดาน 0.30 ม. ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งสูงจากพื้น 0.30 ม. นอกจากบริเวณที่ไม่สามารถติดตั้งในระดับนี้ได้ให้เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
- 11.8 เต้ารับไฟฟ้าแบบติดกับพื้นหรือฝังพื้นต้องมีฝาปิดซึ่งเปิด-ปิดด้วยการกดสลัก (Pop-Up) การติดตั้งต้องป้องกันหรือหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพเนื่องจากการทำความสะอาดพื้นและการทำงาน
- 11.9 เต้ารับไฟฟ้าทุกตัวต้องต่อกับสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.
- 11.10 สวิตช์ไฟฟ้าต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 15 แอมป์ 250 โวลต์ ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีการกดส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ต้องทำด้วยเงินโดยไม่ผสมโลหะอื่น
- 11.11 สวิตช์ไฟฟ้าให้ติดตั้งในกล่องต่อสายแบบโลหะฝังในผนังที่มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนของสวิตช์ ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งสูงจากพื้น 1.50 ม. นอกจากบริเวณที่ไม่สามารถติดตั้งในระดับนี้ได้ให้เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
- 11.12 สวิตช์ไฟฟ้าทุกตัวต้องต่อเข้ากับสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม.
- 11.13 สวิตช์หรี่ไฟ (Dimmer Switch) ให้ติดตั้งในกล่องต่อสายแบบโลหะฝังในผนัง โดยใช้ชนิดโซลิด สเตต (Solid State) แบบมีสวิตช์ตัดไฟได้ ใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ มีวงจรป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุที่ดี การหรี่แสงทำได้โดยการเลื่อนก้านควบคุม (Slide Control) หรือเป็นแบบปุ่มหมุน (Rotary Dimmer) โดยผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างเป็นฝ่ายเลือกใช้งาน
- 11.14 สวิตช์ควบคุมระยะไกลแบบ 2 สาย (2-Wire Remote Control Switch) ประกอบด้วย สวิตช์ หม้อแปลง และรีเลย์ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด โดย-
 - สวิตช์เป็นแบบกดปุ่มขนาด 1.5 A. 24 VAC. มีหลอด LED 2 หลอด สีเขียว และสีแดง แสดงสถานะเปิดและปิดตามลำดับ

- ฝาครอบให้ใช้ชนิดเดียวกันกับฝาครอบของสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
- รีเลย์ต้องใช้ได้กับโหลดทุกชนิดขนาดไม่ต่ำกว่า 20 A. 250 VAC. แรงดันคอยล์ 24 VAC. มีขั้วเสียบกับฐาน เพื่อให้สามารถถอดเปลี่ยนรีเลย์ได้โดยง่าย
- รีเลย์และหม้อแปลงไฟฟ้าให้ติดตั้งในกล่องต่อสายที่มีขนาดที่เหมาะสม และติดตั้งข้างแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยของวงจรที่ควบคุมนั้น ๆ

12. ตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (Main Distribution Board, MDB.&EMDB.)

- 12.1 ตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำให้ประกอบในประเทศไทย โดยผู้ผลิตที่ผ่านงานด้านการจัดทำและประกอบตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี สามารถประกอบได้มาตรฐานเทียบเท่าต่างประเทศ ผู้ผลิตตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังประเภทสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นผู้ควบคุมและอำนวยความสะดวก
- 12.2 อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำทั้งหมดต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL, NEMA, ANLI, IEC, VDE, DIN, TIS โดยผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำทั้งหมด เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น
- 12.3 ผู้รับจ้างต้องทำแบบสำหรับก่อสร้าง (Shop Drawing) ของตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ แสดงวิธีการติดตั้ง ขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น
- 12.4 ขนาดและวัสดุที่ใช้ในการประกอบตัวตู้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC, VDE หรือ NEMA
- 12.5 โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากยึดติดกันด้วยน็อตและสกรู เหล็กแผ่นประกอบตัวตู้ต้องหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. ตัวตู้ทั้งหมดที่เป็นโลหะจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นด้วยสีที่ทนไฟ ส่วนที่เป็นโลหะอื่น ๆ ภายในตู้ต้องผ่านกรรมวิธีอบสังกะสี ถ้าตัวตู้มีหลายส่วนเรียงติดต่อกันต้องยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียว พร้อมกับมีแผ่นโลหะแยกส่วนภายในตู้ออกจากกันตามที่จำเป็น
- 12.6 ตัวตู้ต้องมีระดับ IP Class Protection เป็น IP 30 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นภายในตู้ต้องไม่เกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในตู้
- 12.7 ตัวตู้ต้องเปิดจากด้านหน้าโดยใช้บานพับชนิดซ่อนและใช้กุญแจแบบหกเหลี่ยม ฝาด้านหลังตู้ให้มีด้านหนึ่งยึดติดกับโครงตู้ด้วย Removable Pin Hinge เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝาดู ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Screw Lock ตัวตู้ต้องมีรูระบายอากาศ (Drip Proof) อย่างเพียงพอและติดตั้งลงด้านล่างของรูระบายอากาศ
- 12.8 ฝาด้านหน้าของตู้สวิตช์เกียร์ต้องมีแถบสีแสดงแผนภาพจำลอง (Mimic Diagram) ซึ่งเห็นได้ง่ายและติดแน่นที่ด้านหน้าของตัวตู้ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของวงจรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามแผนภาพเส้นเดียว (Single Line Diagram) พร้อมทั้งป้ายชื่อวงจรหรือโหลด ติดไว้ที่สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแต่ละตัวด้วย
- 12.9 บัสบาร์ต้องทำด้วยทองแดง พ่นสี/ทาสี หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ มีขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 แอมแปร์ต่อพื้นที่หน้าตัดหนึ่งตารางนิ้ว และต้องสามารถจ่ายกระแสได้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 12.10 บัสบาร์ทุกเส้นที่ติดตั้งตามแนวนอน รวมทั้งบัสนิวทรัล (Neutral Bus) และบัสดิน (Earthing Bus) ต้องยาวตลอดเท่ากับความยาวของตู้ และห้ามลดขนาดของบัสบาร์ลงตลอดช่วงความยาวของตู้
- 12.11 บัสดิน (Earthing Bus) ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 3 x 50 มม² หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ อุปกรณ์ ต่าง ๆ ที่เป็นโลหะรวมทั้งตัวตู้และโครงตู้จะต้องลงดินที่บัสดินนี้
- 12.12 บัสบาร์ทุกเส้นต้องติดตั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 50 มม

- 12.13 บัสบาร์ต้องทาสีทนความร้อน โดยกำหนดให้ใช้ สีน้ำตาล สำหรับเฟสเอ สีดำสำหรับเฟสบี สีเทาสำหรับเฟสซี สีฟ้าสำหรับเส้นศูนย์ และสีเขียวสำหรับเส้นดิน การจัดเรียงบัสบาร์ภายในตู้ให้จัดเรียงตามเฟส เอ บี และ ซี ตามลำดับ โดยเรียงจากด้านหน้าตู้ไปด้านหลังตู้ หรือจากด้านบนลงมาด้านล่างของตู้ หรือจากด้านซ้ายมือไปด้านขวามือ
- 12.14 ตัวนำและบัสบาร์ต้องติดตั้งอย่างมั่นคงในตำแหน่งที่ปลอดภัยจากความเสียหายทางกายภาพ ตัวนำทุกเส้นที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งติดตั้งอยู่ในช่องใดต้องเดินอยู่ในช่องนั้นเท่านั้น นอกจากนี้จะเป็นการต่อเชื่อมระหว่างช่องและสายไฟในวงจรควบคุม บัสบาร์และขั้วต่อสายต้องมีสิ่งปิดกั้นแยก (Barrier) ออกจากส่วนอื่น ๆ
- 12.15 การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับบัสบาร์ต้องใช้ขั้วต่อสายแบบบิ๊ปซึ่งทำด้วยทองแดง ถ้าใช้แบบที่ทำด้วยอลูมิเนียมต้องเป็นแบบที่สามารถใช้ต่อกับทองแดงได้ โดยต้องทำความสะอาดขั้วต่อสายและทาด้วยสารป้องกันการเกิดออกไซด์ (Oxide Inhibiting compound for Electrical Grade Aluminum)
- 12.16 การต่อขั้วต่อสายเข้ากับบัสบาร์ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง
- 12.17 สายควบคุมและสายสำหรับเครื่องวัดต่าง ๆ ต้องเดินในรางพลาสติกทั้งหมด การต่อสายให้ใช้ขั้วต่อสาย ห้ามต่อโดยตรงกับจุดเข้าสายของอุปกรณ์ต่าง ๆ และห้ามตัดต่อสายที่เชื่อมระหว่างจุดต่อสายต่าง ๆ ที่ปลายสายทั้งหมด ต้องมีเครื่องหมายแสดงเลขวงจรไฟฟ้า (Wire Marker) ชนิดที่มีความคงทนถาวรกำกับไว้ เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 12.18 ฟิวส์สำหรับป้องกันระบบควบคุมและเครื่องวัดต่าง ๆ ให้ใช้คาร์ทริดจ์ฟิวส์ (Cartridge Fuse) ตามมาตรฐาน DIN 49360 และ 9515, VDE 0635 และฐานฟิวส์ต้องเป็นแบบติดฝังเรียบ (Flush Mounting)
- 12.19 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด เพื่อให้มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination) โดยพิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลดของรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 12.20 สวิตช์ตัดตอนประธาน (Main Breaker) เป็นแบบ Air Circuit Breaker (ACB) มี Amp Trip และ Amp Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วยการทำงาน และอุปกรณ์อย่างน้อย ดังต่อไปนี้
- Instantaneous Trip
 - Over Current Protection
 - Ground Fault Protection
 - Long time delay setting (adjustable)
 - Short time delay setting (adjustable)
 - Over current through ground delay setting (adjustable)
 - Motor operated
 - Shunt trip
 - มีค่า Interrupting Current Rating (1 sec) ตามกำหนดในแบบ
 - มี Auxiliary alarm contact สำหรับ ส่งสัญญาณเตือนไปยัง Alarm panel
- 12.21 Feeder และ Sub-feeder Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Molded Case Type Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make, Quick-Breaker พร้อม Individual Thermal Magnetic Trip and Trip Indicating ขนาด Continuous Current Rating และ Interrupting Current Rating ตามกำหนดในแบบ

- 12.22 ในกรณีที่กำหนดให้ใช้สวิตช์ตัดตอนแบบชักเข้าออกได้ (Drawn-out Type) ให้ติดตั้งสวิตช์ตัดตอนชักเข้าออกได้บนรางเลื่อนเป็น 2 ช่วง โดยชักออกช่วงแรกเพื่อแยกส่วนระบบกำลังออก แต่ส่วนระบบควบคุมยังต่ออยู่เพื่อทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้ ทั้งนี้สายควบคุมต้องต่อสายโดยใช้เต้ารับและเต้าเสียบ
- 12.23 ผู้รับจ้างต้องส่งมอบเครื่องมือบำรุงรักษาตู้สวิตช์เกียร์ต่ำ เช่น เครื่องมือถอดและใส่ฟิวส์ เป็นต้น ให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานด้วย
- 12.24 ขนาดของตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำตามที่กำหนดไว้ในแบบ (ถ้ามี) ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ หากสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่นำมาใช้มีขนาดใหญ่กว่าให้ขยายขนาดตู้ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากที่ได้เคยเสนอไว้

13. แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย (Panel Board)

- 13.1 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานซึ่งเป็นผู้ผลิตสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker) ที่ใช้ในงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของโครงการนี้
- 13.2 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA และผ่านการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test) โดยมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต
- 13.3 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยที่ฝาด้านหน้าติดบานพับเพื่อให้เปิดออกได้โดยง่าย ตัวแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องมีการระบายอากาศ และต้องป้องกันไม่ให้ฝุ่น แมลง หรือหนูเข้าไปข้างในได้ ตลอดจนสามารถป้องกันความชื้นแก่อุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- 13.4 อุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยจะต้องเป็นชนิดหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องเป็นชนิดและผลิตภัณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ เพื่อให้มีการทำงานที่สัมพันธ์ (Co-ordination) กันเป็นระบบได้ดี
- 13.5 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยเป็นแบบมีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker Type) หรือเป็นแบบไม่มีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Lug Type) โดยจำนวนเฟส จำนวนช่อง พิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT.) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC.) ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์ และ/หรือ ที่ได้กำหนดไว้ในตารางโหลด
- 13.6 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องพันสีเทาอ่อนหรือสีที่กำหนดไว้ในแบบและอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน อย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้ว
- 13.7 ด้านในของฝาด้านหน้าของแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยต้องมีตารางแสดงรายละเอียดของวงจรติดไว้ภายใน และต้องมีป้ายชื่อของแผงสวิตช์ชนิดติดอย่างแน่นหนาที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ทุกแผง โดยป้ายชื่อให้ทำจากแผ่นพลาสติก ซึ่งเมื่อทำการแกะสลักตัวอักษรตามชื่อของแผงสวิตช์แล้วจะเห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม
- 13.8 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้แบบกล่องหุ้มหล่อ (Molded Case) สามารถตัดกระแสเกินเนื่องจากความร้อน (Thermal Over Current Trip) และตัดกระแสลัดวงจรทันที (Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip) ได้ มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF.) กระแสตัด (AT.) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC.) ไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดในแบบพิมพ์ และ/หรือ ที่กำหนดไว้ในตารางโหลด
- 13.9 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้แบบเสียบเข้า (Plug-in) หรือขันเกลียวเข้า (Bolt-on) และต้องสามารถใส่หรือถอดแต่ละตัวออกได้โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออก สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติทุกตัวต้องสามารถแสดงสถานะเปิด (On) ปิด (Off) และตัด (Trip) ได้อย่างชัดเจน

- 13.10 ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยลอยกับผนัง โดยใช้สลักเกลียวแบบปลอกเหล็ก (Expansion Bolt) ยึดติดกับผนัง และติดตั้งสูงจากพื้น 1.40 ม. (วัดจากกึ่งกลางถึงระดับพื้น)
- 13.11 การติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยในสถานที่เปียกชื้นต้องมีการป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือน้ำเข้าไปในแผงได้ และต้องติดตั้งห่างจากผนังหรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มม. ถ้าติดตั้งในสถานที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weather Proof)
- 13.12 ส่วนที่เป็นโลหะของแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อยที่ไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าต้องต่อลงดิน
- 13.13 การประกอบและการติดตั้งแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย ตลอดจนการเข้าสายต้องทำโดยช่างผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 13.14 ผู้รับจ้างจะต้องหาวิธีป้องกันแผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย ไม่ให้ผิวและสีลอกเสียหายระหว่างการติดตั้งและก่อนการส่งมอบงาน ถ้าเกิดความเสียหายผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้เหมือนสภาพเดิม หรือตามที่ผู้ว่าจ้างพอใจ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

14. เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor controller)

- 14.1 เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงาน ผลิตและทดสอบตามมาตรฐานของ UL, IEC หรือ VDE มีขนาดความสามารถในการแก้ไขปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบพิมพ์ และเป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 14.2 เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - 14.2.1 ชุดคาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank) สำหรับแก้ไขปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์
 - ทำด้วยไดอิเล็กทริก (Dielectric) แบบแห้ง ชนิด Metallized polypropylene Film
 - มีจำนวนและขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - มีความต้านทานที่ใช้ปล่อยประจุ (Discharge Resistance) เพื่อให้แรงดันของคาปาซิเตอร์มีค่าต่ำกว่า 50 โวลต์ภายในเวลา 1 นาทีหลังจากปิดสวิตช์
 - ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 400 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ
 - มีกำลังงานสูญเสีย (รวมความต้านทานที่ใช้ปล่อยประจุ) ต่ำกว่า 1 W./KVAR.
 - สามารถใช้ได้ให้อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า
 - 14.2.2 เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor Controller)
 - สามารถสับคาปาซิเตอร์เข้า – ออก ได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชั้นหรือตามที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
 - สามารถควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้เป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติ
 - สามารถควบคุมค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ด้วยมือ (Manual)
 - มีสวิตช์เลือกการควบคุมด้วยมือหรืออัตโนมัติ (Manual / Automatic Switch)
 - มีสวิตช์กดเปิด (On) และสวิตช์กดปิด (Off) จำนวนเท่าระดับชั้นที่ควบคุม
 - มีหลอดไฟชี้บอกสถานะ (Status Indicating Lamp) จำนวนเท่าระดับชั้นที่ควบคุม และหลอดไฟจะสว่างเมื่อสับคาปาซิเตอร์เข้า
 - มีฟิวส์แบบ HRC ป้องกันทุกชั้นที่ควบคุม โดยมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
 - มีตัวสัมผัสแบบแม่เหล็ก (Magnetic Contactor) จำนวนเท่ากับระดับชั้นที่ควบคุม และมีขนาดที่เหมาะสมกับคาปาซิเตอร์ที่ควบคุม หรือตามที่ระบุไว้ในแบบพิมพ์
 - มีฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุมทั้งหมด

15. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

- 15.1 ระบบโทรศัพท์ ประกอบด้วย ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) แผงกระจายสายหลัก (Main Distribution Frame, MDF) ตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (Telephone Terminal Cabinet, TC) สายโทรศัพท์ เ้ารับโทรศัพท์ และอุปกรณ์อื่น ๆ การติดตั้งระบบโทรศัพท์ให้เป็นไปตามข้อแนะนำขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- 15.2 ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX) จะต้องมีความจุสายภายในและภายนอกไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ มีจำนวนคู่สายที่สามารถใช้สนทนากันภายในได้ไม่น้อยกว่า 5 คู่สาย มีความสามารถ รวมทั้งรายละเอียดพิเศษอื่น ๆ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ตู้สาขาอัตโนมัตินี้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดซื้อเองไม่รวมอยู่ในราคาเหมาของผู้รับจ้าง และผู้รับจ้างต้องทำการเตรียมการทั้งหมดสำหรับการติดตั้งตู้สาขาอัตโนมัติ เช่น การเดินสายโทรศัพท์ การเดินสายไฟฟ้า และจ่ายไฟฟ้าให้กับตู้สาขาอัตโนมัติ เป็นต้น
- 15.3 แผงกระจายหลัก (MDF) ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. หรือตามมาตรฐานของผู้ผลิตซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้ว่าจ้าง มีฝาบานพับถอดได้พร้อมกุญแจปิดล็อกได้ ในกรณีที่ทำด้วยเหล็กต้องผ่านกรรมวิธีกันสนิมและพ่นสีขาวอย่างน้อย 3 ชั้น
- 15.4 ให้ติดตั้งกับดักฟ้าผ่า (Lighting Arrester) ที่แผงกระจายหลัก (MDF) สำหรับป้องกันสายภายนอกทุกคู่สาย โดยจะต้องมีแผงสำหรับติดตั้งกับดักฟ้าผ่าแยกต่างหาก เพื่อต่อเข้ากับคู่สายใดก็ได้ กับดักฟ้าผ่าที่ใช้แบบ 3 Electrode Gas Tube (หรือแบบ 2 Electrode Gas Tube) ตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ ฯ โดยมีจำนวนเท่ากับจำนวนสายภายนอกทั้งหมดตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์
- 15.5 ขั้วต่อสายโทรศัพท์ในแผงกระจายหลัก (MDF) และตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ต้องใช้ชนิด Modular, Cross connect Type ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือเข้าสายได้โดยไม่ต้องปลอกสาย จำนวนขั้วต่อสายภายในแผงกระจายหลักและตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทางต้องเพียงพอต่อจำนวนสายโทรศัพท์ที่ต่อเข้าและต่อออก โดยมีจำนวนไม่น้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์
- 15.6 สายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อจากตู้ปลายทาง (Terminal Box) ภายนอกอาคาร มายังแผงกระจายหลัก (MDF) ภายในอาคาร ให้เดินในท่อร้อยสายโลหะหนาปานกลาง (IMC) โดยใช้สายโทรศัพท์ชนิด Alpeth Double Sheath Cable โดยมีขนาดท่อร้อยสาย ขนาดสายโทรศัพท์และจำนวนคู่สาย ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์
- 15.7 สายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อจากแผงกระจายหลัก (MDF) ไปยังตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทาง (TC) ประจำชั้น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TPEV ขนาดไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 ตร.มม. มีจำนวนคู่สายตามที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และมีสายดินที่เหมาะสมต่อไปที่แผงกระจายหลัก
- 15.8 ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ผ่านเข้าไปในท่อร้อยสาย และกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า
- 15.9 สายโทรศัพท์ และการเข้าสายโทรศัพท์ให้เป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ฯ โดยใช้สายโทรศัพท์ที่มีรหัสติดตั้งตารางต่อไปนี้

หมายเลข คู่สาย	สี		หมายเลข คู่สาย	สี	
	Tip +	Ring -		Tip +	Ring -
1	ขาว	น้ำเงิน	14	ดำ	น้ำตาล
2	ขาว	ส้ม	15	ดำ	เทาดำ(Slate)
3	ขาว	เขียว	16	เหลือง	น้ำเงิน
4	ขาว	น้ำตาล	17	เหลือง	ส้ม
5	ขาว	เทาดำ(Slate)	18	เหลือง	เขียว

6	แดง	น้ำเงิน	19	เหลือง	น้ำตาล
7	แดง	ส้ม	20	เหลือง	เทาดำ(Slate)
8	แดง	เขียว	21	ม่วง	น้ำเงิน
9	แดง	น้ำตาล	22	ม่วง	ส้ม
10	แดง	เทาดำ (Slate)	23	ม่วง	เขียว
11	ดำ	น้ำเงิน	24	ม่วง	น้ำตาล
12	ดำ	ส้ม	25	ม่วง	เทาดำ(Slate)
13	ดำ	เขียว			

- 15.10 สายโทรศัพท์ที่ใช้ต่อจากตู้ต่อสายโทรศัพท์ปลายทางประจำชั้นไปยังเต้ารับโทรศัพท์ ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TIEV. ขนาดไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 ตร.มม. จำนวน 1 คู่สายต่อหนึ่งเต้ารับเดินในท่อร้อยสายแบบโลหะที่มีขนาดเหมาะสม ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบพิมพ์
- 15.11 เต้ารับโทรศัพท์เป็นชนิดฝังเรียบในผนังตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ (ซึ่งเป็นตำแหน่งโดยประมาณ)
- 15.12 เต้ารับโทรศัพท์ที่ใช้ชนิด 4 Wire, Modular Jack ตามมาตรฐาน FCC ของสหรัฐอเมริกา และต้องมีฝาปิดเมื่อไม่ใช้งานเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเข้าไปได้ง่าย
- 15.13 ฝาครอบของเต้ารับโทรศัพท์ที่ใช้ทั่วไปต้องเป็นแบบและชนิดเดียวกันทั้งอาคาร โดยผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

16. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

- 16.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการทำงานเป็นแบบ Cascade Pre-signal Non-coded General Alarm
- 16.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องได้รับการรับรองจาก UL และ FML การติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของ วสท. และ NFPA
- 16.3 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วย แผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel, FCP.) อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Devices) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) อุปกรณ์แจ้งเหตุ (Alarm Devices) แผงแสดงผลแบบกราฟฟิก (Graphic Annunciator) แบตเตอรี่และเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ ท่อร้อยสายและสายไฟฟ้า รวมทั้งส่วนประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์
- 16.4 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มีการทำงานดังนี้
เมื่อเกิดเพลิงไหม้อุปกรณ์ตรวจจับ หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือจะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุม ทำให้ออดไฟฟ้า (Buzzer) ที่แผงควบคุมและที่แผงแสดงผลระยะไกลดังขึ้นพร้อมกัน พร้อมทั้งมีแสงแสดงโซนที่เกิดเหตุที่แผงแสดงผลแบบกราฟฟิก (ซึ่งอาจจัดให้แสดงเป็นชั้นหรือเป็นโซน ตามที่กำหนดไว้ในแบบ) เพื่อแจ้งเหตุให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ ผู้ที่เกี่ยวข้องจะเข้าไปสำรวจบริเวณดังกล่าว ถ้าเห็นว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้นและไม่สามารถสกัดเพลิงไหม้ได้ก็จะทำการไขสวิตช์กุญแจ (Key Switch) ที่อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ หรือเสียบเครื่องโทรศัพท์ที่อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ เพื่อให้อุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ทำงานทั่วทั้งอาคารหรือเฉพาะโซนที่จัดแบ่งไว้ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ ออดไฟฟ้าและอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) จะหยุดดังก็ต่อเมื่อมีการปิดสวิตช์ที่แผงควบคุมเท่านั้น กรณีที่ออดไฟฟ้าทำงานแล้วไม่มีผู้ใดไปตรวจสอบ หรือดำเนินการยกเลิกการแจ้งเหตุที่แผงควบคุม ต้องจัดให้มีเครื่องตั้ง

เวลาแบบใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC. Timer) ซึ่งตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 0-15 นาที (ตั้งไว้ที่เวลา 5 นาที) เพื่อให้อุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ทำงานโดยอัตโนมัติ

16.5 แผงควบคุม (FCP) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังต่อไปนี้

- มีการแบ่งโซนเป็น โซนตรวจจับ (Detector Zone, DZ0 และโซนแจ้งเหตุ (Alarm Zone, AZ) ตามที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์
- ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 V จ่ายให้กับอุปกรณ์ในแต่ละโซน
- ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz และ /หรือ จากแบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่สำรองไฟได้นานไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง และ/หรือ ใช้ส่งสัญญาณให้อุปกรณ์แจ้งเหตุทุกตัวทำงานพร้อมกันได้ไม่ต่ำกว่า 20 นาที ในกรณีไฟปกติขัดข้อง
- มีหลอดไฟสัญญาณเพื่อแสดงว่ามีไฟฟ้าปกติจ่ายให้กับระบบ (AC Power On) มีการแจ้งเหตุ (Alarm) มีเหตุขัดข้อง (Trouble) ไฟฟ้าปกติขัดข้อง (AC Power Failure) แรงดันของแบตเตอรี่ต่ำ (Battery Low Voltage) มีการผิดปกติลงดิน (Ground Fault) เป็นต้น
- แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบแห้งอัดประจุแบตเตอรี่ได้เองจากเครื่องอัดประจุภายในแผงควบคุมโดยอัตโนมัติ

16.6 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้

- เป็นแบบที่มีกระจกด้านหน้าซึ่งทำงานโดยการกดหรือทุบให้กระจกแตก และเมื่อเริ่มการทำงานแล้วจะค้างอยู่ในลักษณะนั้นไม่สามารถดันกลับเข้าที่ได้ จนกว่าจะบิดสวิทช์ภายในให้เข้าที่
- ด้านหน้ามีช่องกุญแจสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง เมื่อไขกุญแจแล้วอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) จะเริ่มทำงาน โดยไม่สามารถหยุดได้จนกว่าจะบิดสวิทช์กุญแจกลับ หรือทำการยกเลิกการแจ้งเหตุที่แผงควบคุม

16.7 อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Devices) ซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติประกอบด้วย

16.7.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้

- เป็นแบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature Detector) หรือเป็นแบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิพร้อมกัน (Combination Rated of Rised and Fixed Temperature Detector) ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- อุปกรณ์แบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่และอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิพร้อมกัน (Combination Rated of Rised and Fixed Temperature Detector) จะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 135 องศาฟาห์เรนไฮต์ หรือมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมากกว่า 15 องศาฟาห์เรนไฮต์ต่อนาที สามารถตรวจจับความร้อนในพื้นที่ได้ไม่น้อยกว่า 80 ตร.ม. ที่ความสูงไม่เกิน 5 ม.
- อุปกรณ์แบบตรวจจับอุณหภูมิคงที่ (fixed Temperature Detector) จะส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 135 หรือ 300 องศาฟาห์เรนไฮต์ (ให้เลือกอุณหภูมิตามความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้ง) สามารถตรวจความร้อนในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 80 ตร.ม. ที่ความสูงไม่เกิน 5 ม.

16.8 อุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้ .-

- เป็นกระดิ่งรูปครึ่งทรงกลมสีแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม.
- เป็นแบบโพลาไรซ์ (Polarized) ทำงานด้วยโซลินอยด์ (Solenoid)
- ระดับความดังต้องไม่น้อยกว่า 85 dB วัดที่ระยะห่าง 10 ฟุต
- ใช้กับระบบไฟตรง 24 V จากแผงควบคุม โดยใช้กระแสไฟฟ้าไม่เกิน 14 mA.

16.9 การเดินสายไฟฟ้าของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

16.9.1 ให้ใช้แบบ 2 สาย (Class B) ที่ปลายสายมีความต้านทานต่ออยู่ (End of Line Resistor) เพื่อสามารถตรวจสอบ (Supervised) สถานะต่าง ๆ ของระบบได้ เช่น สายไฟขาด หรือรั่วลงดิน เป็นต้น

16.9.2 สายไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้ทั้งหมดให้เดินในท่อร้อยสายที่มีขนาดที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบสายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ตรวจสอบต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. และสายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุ (กระดิ่ง) ต้องใช้สายท่อนไฟมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

17. ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna Television System, MATV)

17.1 ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมประกอบด้วย ชุดสายอากาศ เครื่องขยายสัญญาณ สายสัญญาณ อุปกรณ์แยกสัญญาณ และตัวรับโทรทัศน์ รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นทั้งหมด เพื่อให้งานติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมนี้เสร็จและใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

17.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่เชื่อถือได้ ตามมาตรฐานของ IEC หรือ DIN และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง

17.3 อุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม ต้องมีคุณลักษณะและรายละเอียดดังต่อไปนี้

17.3.1 ชุดสายอากาศ (Antenna Set) มีคุณลักษณะและรายละเอียดดังนี้.-

- เป็นสายอากาศ Folded Dipole, Half-Wave length, YAGI Array Antenna มีรายละเอียดดังนี้

ช่องสัญญาณ	อัตราขยาย (dB)	อิมพีแดนซ์ (โอห์ม)
3	4	75
5	9.5-11.5	75
7	9.5-11.5	75
9	9.5-11.5	75
11	9.5-11.5	75
ITV	9.5-11.5	75
FM.		75

17.3.2 เครื่องขยายสัญญาณทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่มีระดับต่ำให้ใช้ชนิด Multiband Amplifier ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ มีรายละเอียดดังนี้

Input Signal	VHF. 5 Channel + UHF. 12 Channel
Frequency Range	TV Channel 3,5,7,9,11, ITV & UHF.
Output Level	> 105 dB μ V.
Gain (Max)	24 dB. Each Channel
Noise Figure	< 10 dB. At Max. Gain

17.3.3 อุปกรณ์แยกสัญญาณประกอบด้วยตัวแยก (Splitter) และตัวต่อแยก (Tap-off) ให้ใช้แบบมีทิศทาง (Directional) มีค่าตัวประกอบการชีลด์ (Shielding Factor) ไม่ต่ำกว่า 65 dB. และมีค่าลดทอนกระจาย (Distribution Attenuator) ไม่เกิน 8 dB.

- 17.3.4 เตารับโทรทัศน์ใช้แบบฝังเรียบกับผนัง โดยจัดให้มีทั้งเตารับโทรทัศน์และเตารับวิทยุอยู่คู่กัน มีค่าตัวประกอบการชีลด์ (Shielding Factor) ไม่ต่ำกว่า 55 dB.
- 17.4 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม โดยให้มีสัญญาณที่เตารับโทรทัศน์ทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 60 dB μ V. และไม่เกิน 80 dB μ V.
- 17.5 ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมที่ติดตั้งเสร็จแล้ว ต้องวัดค่าอัตราส่วนคลื่นนิ่งของแรงดัน (Voltage Standing Wave Ratio, VSWR) ได้ไม่ต่ำกว่า 20 dB. วัดค่าการแยก (Isolate) สัญญาณระหว่างเตารับโทรทัศน์แต่ละชุดได้ไม่ต่ำกว่า 20 dB. รวมทั้งวัดค่าอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio) ได้ไม่ต่ำกว่า 25 dB.
- 17.6 วัสดุอุปกรณ์ของระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมทั้งหมด ต้องสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีควมบกพร่องที่อุณหภูมิโดยรอบไม่ต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส และใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
- 17.7 ปีกรับสัญญาณและเสารับสัญญาณโทรทัศน์ ต้องติดตั้งให้สามารถแยกรับสัญญาณแต่ละช่องได้อย่างชัดเจนโดยไม่รบกวนกัน จำนวนช่องที่รับสัญญาณให้ขึ้นอยู่กับจำนวนช่องของสถานีโทรทัศน์ในท้องถิ่นในขณะที่ทำสัญญาว่าจ้าง หรือตามจำนวนที่ระบุไว้ในแบบ
- 17.8 ปีกรับสัญญาณและเสารับสัญญาณโทรทัศน์ จะต้องติดตั้งบนหลังคาของอาคารในตำแหน่งที่สามารถแยกรับสัญญาณแต่ละช่องได้ดีที่สุด ปีกรับสัญญาณและเสารับสัญญาณโทรทัศน์ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น สลักเกลียวและอุปกรณ์ยึดเสาทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม โดยอาจทำจากอลูมิเนียมอัลลอยแบบเบา ทั้งนี้อุปกรณ์ทั้งหมดควรทำจากวัสดุชนิดเดียวกัน
- 17.9 ที่เสารับสัญญาณโทรทัศน์ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม และต้องติดตั้งด้วยวิธีการที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าได้อย่างสมบูรณ์ด้วย
- 17.10 ขั้วต่อสายอากาศต้องมีการหุ้มให้มิดชิดไม่ให้หยดน้ำเข้าไปได้ เพื่อป้องกันการเกิดสนิมและการสูญเสียสภาพแมทซิ่งที่ดีที่สุด
- 17.11 สายสัญญาณให้ใช้แบบ Coaxial cable มี Impedance 75 โอห์มทั้งหมด ขนาดไม่ต่ำกว่า RG-6 และมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ สำหรับสายสัญญาณที่ต่อจากปีกรับสัญญาณไปยังเครื่องขยายสัญญาณและสายสัญญาณภายนอกอาคารต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า RG-11
- 17.12 เตารับโทรทัศน์ให้ติดตั้งสูงระดับเดียวกันกับเตารับไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กัน ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น

18. ระบบป้องกันและล่อฟ้า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)

18.1 ความต้องการทั่วไป

หากมิได้มีการระบุเป็นอย่างอื่นในแบบให้ใช้ชนิดกรงฟาราเดย์ และให้ยึดกฎของ NFPA NO 78 เป็นหลักในการเลือกและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า

18.2 วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง

18.2.1 หลักรดิน (Grounding Electrode)

- ใช้ Copper Clad Steel Ground ลักษณะกลมตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต หรือตามที่ระบุในแบบ
- หลักรดินฝังอยู่ห่างจากของอาคารไม่น้อยกว่า 60 ซม. และส่วนบนของ Ground Rod อยู่ต่ำกว่าระดับดินไม่น้อยกว่า 30 ซม.

- ความต้านทานการต่อลงดินจะต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม และจะต้องปักหลักดินเพิ่มขึ้นหากค่าความต้านทานไม่ได้ตามกำหนด

18.2.2 สายดิน (Grounding Conductor)

- สายนำลงดิน (Down Conductor) ใช้สายทองแดงเปลือยขนาดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. หรือตามที่ระบุในแบบ
- Down Conductor จะต้องไม่น้อยกว่า 2 จุด และมีเพิ่มขึ้นอีก 1 จุด ทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร ตามความยาวของเส้นรอบอาคาร
- สำหรับสายดินที่เดินไปพร้อมกับเหล็กโครงสร้างจะต้องมีการเชื่อมติดกับเหล็กโครงสร้างด้วยวิธี Exothermic welding ทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร ตามแนวระดับและไม่เกิน 60 เมตร ตามแนวตั้ง หรือตามที่ระบุในแบบ
- วัสดุหรืออุปกรณ์ทุกชนิดที่มีส่วนประกอบเป็นโลหะที่อยู่บนหลังคาของอาคารหรืออยู่ใกล้กับ Down Conductor ในระยะ 6 ฟุต จะต้องต่อเชื่อมเข้ากับระบบป้องกันฟ้าผ่าด้วยตัวนำทองแดง ขนาดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.
- การเปลี่ยนแนวทางเดินของสายนำกระแสฟ้าผ่า จะยินยอมให้มีการหักโค้งได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และรัศมีมีความโค้งไม่น้อยกว่า 20 ซม.
- สายนำบนหลังคา (Roof Conductor) ใช้ตัวนำทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมหลักล่อฟ้าให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าถึงกันทุกต้น
- สำหรับสายล่อฟ้าส่วนที่เดินสายร้อยในท่อโลหะจะต้องเชื่อมสายล่อฟ้าที่เข้ากับท่อโลหะ ณ จุดที่สายเข้าและออกจากท่อ
- ให้ติดตั้ง Ground Test Box ที่ผนังอาคารชั้น 1 ทุกจุดที่มีสายนำลงดินก่อนไปที่หลักดิน

18.2.3 หลักล่อฟ้า

- หลักล่อฟ้าทำด้วยทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 1 ฟุต หรือ ตามที่ระบุในแบบ
- จะต้องมียางเดินกระแสฟ้าผ่าออกจากหลักล่อฟ้าทุกต้นไม่น้อยกว่า 2 เส้นทาง แต่อาจยกเว้นได้ ตามเงื่อนไขในข้อกำหนด NFPA NO.78

18.2.4 การเชื่อม (Welding)

- การเชื่อมระหว่างสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน สายดินกับหลักล่อฟ้าให้ใช้วิธี Exothermic Welding เท่านั้น เว้นแต่ในกรณีที่เป็นให้ใช้วิธีต่อโดย Compressed Connection ตามความเห็นของผู้ควบคุมงาน
- การเชื่อมระหว่างสายดินกับเหล็กโครงสร้างให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่กรณีที่เป็นสามารถใช้วิธีเชื่อมกับทองแดงโดยใช้แก๊ส (Blazing) ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

18.3 การทดสอบ

ต้องทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ว่าระบบป้องกันฟ้าผ่ามีความสมบูรณ์ถูกต้องโดยจะต้องทดสอบว่า หลักล่อฟ้าทุกหลักมีการต่อลงดินที่ดี ถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่อ้างถึง และวิธีการทดสอบให้ปฏิบัติตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน และจัดทำรายงานผลการทดสอบส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

19. ระบบอินเทอร์เน็ต

19.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch POE) ขนาด 24 ช่อง

Model Name: RG-NBS3100-24GT4SFP-P V2 หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานบน Layer2 ของ OSI Model
2. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
3. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย แบบ SFPจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
4. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 56Gbps
5. มี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 41Mpps
6. สามารถทำงานจ่ายไฟฟ้า แบบ PoE/PoE+ ได้อย่างน้อย 24 ช่องและมี PoE power budget ไม่น้อยกว่า 370 วัตต์
7. รองรับจำนวน Mac Address ไม่น้อยกว่า 8K Mac Address
8. รองรับจำนวน VLAN ไม่น้อยกว่า 4,094 VLAN
9. สามารถรองรับ Access Control List (ACLs) แบบIP Standard ACL, MAC-based extended ACL, IP-based extended ACL ได้เป็นอย่างดี
10. สามารถรองรับ IEEE 802.1d (STP) และIEEE 802.1w (RSTP)ได้เป็นอย่างดี
11. รองรับ Energy saving ตามมาตรฐาน Energy-Efficient Ethernet (EEE)
12. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่าน Web UI, Cloud Management และCloud Application ได้
13. สามารถรองรับ Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Snoopingและ DHCP Clientได้เป็นอย่างดี
14. มีระบบป้องกันไฟกระชาก (Surge Protection) ขนาด 6KV มาในตัวอุปกรณ์
15. สามารถรองรับการทำงานที่อุณหภูมิ (Operating Temperature) 0°C ถึง50°C
16. เป็นอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน CE และ FCC ได้

19.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access point)

Model Name: RG-RAP2200(E) หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. สามารถทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz
2. สามารถใช้งานตามมาตรฐาน802.11ac wave2/wave1, 802.11nและ 802.11a/b/g
3. สามารถรับสัญญาณขาเข้าไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ และส่งสัญญาณขาออกไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ (2x2MIMO) ที่คลื่นความถี่2.4GHz และ5GHz)
4. รองรับMax Throughput สูงสุดที่ 1.267Gbps
5. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ 10/100/1000M Base-T จำนวน2ช่อง
6. มี LED Indicator เพื่อแสดงสถานะของเครื่อง
7. รองรับการทำ Authentication แบบ PSK
8. สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐานWPA (TKIP), WPA2 (AES), และ WPA-PSK Data Encryption

9. รองรับการทำให้ Roaming แบบ Layer 2 และ Layer3
10. รองรับการทำให้ Routing แบบ Static IPAddress, DHCP, PPPoE Dial Up เป็นอย่างน้อย
11. สามารถบริหารจัดการผ่าน Web Management และ Cloud Mobile Application
12. สามารถทำงานได้ภายใต้อุณหภูมิ 0°C ~ 40°C
13. สามารถทำงานได้ภายใต้ความชื้นสัมพัทธ์ 5% ถึง 95% (non-condensing)
14. ติดตั้งอุปกรณ์ Power Injectors สำหรับใช้งานร่วมกัน

19.3. อุปกรณ์ค้นหาเส้นทางเครือข่าย (Router)

Model Name: RG-EG710XS หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. มีช่องเชื่อมต่อแบบ LAN10/100/1000BASE-T ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
2. มีช่องเชื่อมต่อแบบ WAN 10/100/1000Base-T ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
3. สามารถรองรับการสลับเปลี่ยนระหว่างช่องเชื่อมต่อแบบ LAN และ WAN ได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
4. รองรับ Throughput สูงสุด 3000Mbps
5. สามารถรองรับ Clients สูงสุด 700
6. มีหน่วยความจำแบบ SDRAM/RAM ไม่น้อยกว่า 2GB มีหน่วยความจำแบบ Flash ไม่น้อยกว่า 256MB
7. รองรับ VLAN
8. สามารถรองรับการพิสูจน์ตัวตนด้วยวิธี Local Authentication แบบ Portal Authen, Password Authen ได้เป็นอย่างน้อย
9. สามารถจัดการพฤติกรรมการใช้งาน (Behavior Management) ได้ด้วยวิธี Application Block แบบ Time/IP-based Policy โดยสามารถระบุได้ไม่น้อยกว่า 100 Application รวมถึงการจัดทำ Application Priority และสามารถทำ Website Filtering ได้เป็นอย่างน้อย
10. สามารถรองรับการทำให้ VPN แบบ L2TP VPN, PPTP VPN, Open VPN และ IPsec VPN
11. สามารถค้นหาเส้นทางเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล (Routing Protocol) แบบ Static Routing, RIP/RIPing และ Policy-Based Routing (PBR)
12. สามารถรองรับการทำให้ WAN Load Balancing ได้
13. มีระบบป้องกันไฟกระชาก (Port Surge) ขนาด 6KV
14. เป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำงาน (Operating Temperature) ได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส
15. สามารถจัดการผ่าน Cloud Management Platform โดยบริหารจัดการได้ตลอดอายุการใช้งาน (Lifetime)

20 ระบบเครื่องเสียง

20.1 เครื่องขยายเสียงขนาด 240 วัตต์ ยี่ห้อ TOA รุ่น A-2240D หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. เป็นเครื่องขยายเสียงและผสมสัญญาณเสียงกำลังขยายไม่น้อยกว่า 240 วัตต์
2. สามารถต่อไมโครโฟนได้ไม่น้อยกว่า 3 ช่องและ AUX ได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
3. ช่องสัญญาณใช้ MIC (Input mic 1-3 : -60 dB, 600 Ω), balanced phone jack
4. ช่องสัญญาณใช้ AUX 1-2 : -20 dB, 10 k Ω, unbalanced, RCA jack

5. มีวอลลุ่มปรับระดับเสียงอิสระแต่ละช่อง
6. สามารถปรับเสียงทึ่ม ± 10 dB ที่ 100Hz และเสียงแหลมที่ ± 10 dB ที่ 10 kHz
7. ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50 - 20,000 Hz
8. สามารถต่อบันทึกเทปได้ Record : 0dB,600 ohms,Unbalanced, RCA jack
9. ช่องต่อกับลำโพง High Impedance 100V (42 Ω)
10. อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน 60 dB
11. มีค่าความเพี้ยน (Distortion) Under 1% ที่ 1 kHz
12. มีระบบตัดสัญญาณเสียงที่ช่อง Mic 1 ซึ่งจะตัดสัญญาณ Input ตัวอื่นเมื่อระบบทำงาน และปรับสัญญาณ Mute ได้ตั้งแต่ 0 -30 dB
13. ช่อง Mic 1 สามารถเลือกใช้ Phantom Power (+21 V) สำหรับใช้กับไมโครโฟนชนิด Condenser ได้
14. มีไฟแสดงสถานะการทำงานอยู่ที่หน้าเครื่องสามารถใช้ได้กับไฟ AC 220 – 240 V

20.1 เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบอนาล็อก

Model: AMX-14 หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบอนาล็อกขนาดไม่น้อยกว่า 14 ช่อง
2. มีช่องต่อ USB สำหรับเล่นและบันทึกเสียงได้
3. มีดิจิตอลเอฟเฟ็คให้ปรับได้ไม่น้อยกว่า 24 แบบ
4. มีช่องสัญญาณขาเข้าแบบ Mono ไม่น้อยกว่า 10 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ Combo XLR, Stereo ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ 6.3mm และแบบ REC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ RCA
5. มีช่องสัญญาณขาออกแบบ AUX ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ 6.3mm, แบบ Master out ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ XLR 2 ช่อง และแบบ 6.3mm 2 ช่อง, Phones out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ 6.3mm และแบบ REC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง โดยเชื่อมต่อแบบ RCA
6. มีการปรับตั้งค่าเสียงสัญญาณขาเข้าไม่น้อยกว่า 3 ย่านความถี่
7. สามารถตอบสนองความถี่ 20Hz – 20KHz ได้
8. มีไฟ Phantom 48V ให้แต่ละช่องใช้งานได้
9. มีค่าความผิดเพี้ยนน้อยกว่า 0.1 %
10. การใช้พลังงานไม่เกินกว่า 30 วัตต์

20.2 ไมโครโฟนพร้อมสาย

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. ไมโครโฟนพร้อมสายแบบมือถือประเภท ไดนามิก
2. มีทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid
3. ตอบสนองความถี่ 40Hz – 16kHz
4. มีความไว -65dB
5. มีค่าความต้านทาน 600 โอห์ม

6. มีสวิทช์เปิด-ปิด แบบ Magnetic lock
7. มีด้ามจับแบบ Zinc die-cast
8. มีช่องต่อสัญญาณแบบ XLR
9. มีสายสัญญาณยาวไม่น้อยกว่า 4.5 เมตร

20.3 ไมโครโฟนไร้สายชนิดมือถือ

1. อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้ไมโครโฟนไร้สายสามารถใช้งานย่านความถี่ UHF ระหว่าง 694.5 – 702.7 MHz หรือตามที่ กสทช. อนุญาตให้ใช้งาน
2. สามารถตอบสนองความถี่ 30 Hz – 20 kHz
3. สามารถตั้งค่า Pre – Set ได้ไม่น้อยกว่า 156 ช่อง (2 x 78CH) ให้เลือกใช้งาน
4. มีระบบ IR Sync เพื่อจับคู่ความถี่จากเครื่องรับสัญญาณได้
5. มีช่องการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงแบบ Balance Out ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง Mix Out 6.3mm ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และเสาสัญญาณไม่น้อยกว่า 2 เสา
6. มีระบบค้นหาคลื่นความถี่อัตโนมัติ และแสดงผลแบบ Spectrum ได้
7. มีหน้าจอ TFT LCD แสดงสถานะการตั้งค่าของเมนู, สถานะคลื่นความถี่ AF, RF และอื่นๆ ได้เป็นอย่างดีน้อย
8. มีค่าความเพี้ยนรวม (THD.) น้อยกว่า 0.5%
9. มีค่า Dynamic Range ไม่เกินกว่า 90dB
10. สามารถใช้งานในระยะไม่น้อยกว่า 100 เมตร
11. มีระบบปิดเสียงอัตโนมัติเมื่อวางไมโครโฟนในแนวระนาบ
12. ไมโครโฟนเป็นแบบมือถือชนิด Dynamic ทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid Directional
13. ไมโครโฟนมีความแรงสัญญาณไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30mW
14. ไมโครโฟนใช้แบตเตอรี่แบบ AA จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ก้อน และสามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 7 ชั่วโมง
15. ได้รับการรับรองการใช้ความถี่จากสถาบัน NBTC และได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยจาก CE, RoHS

20.4 ลำโพงยี่ห้อ TOA รุ่น F-08BT หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. เป็นลำโพงชนิดสองทาง (Bass-reflex type)
2. ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
3. ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
4. Frequency Response (-10dB) ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50Hz-20,000Hz
5. Sensitivity (SPL @ 1w/1m) ระดับความดังของเสียงวัดที่ 1 วัดต่อ 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 91 dB
6. ทนกำลังขยายไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
7. สามารถต่อลำโพงได้ แบบ 100V,70V ได้
8. ลำโพงทำด้วยวัสดุ Enclosure :HIPS
9. Input Terminal ช่องต่อสายลำโพงแบบ Push-in terminal

20.5 ลำโพงติดเพดานยี่ห้อ TOA รุ่น PC-2852 หรือเทียบเท่า

อุปกรณ์มีคุณลักษณะพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. เป็นลำโพงติดเพดานขนาดไม่น้อยกว่า 15 วัตต์
2. ค่าความต้านทาน 100 V. LINE เท่ากับ 670 ohms (15w.)
3. ความดังเสียงวัตต์ที่ 1 วัตต์ / 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 96 dB
4. ตอบสนองความถี่เสียงตั้งแต่ 45-20,000 Hz
5. ใช้ดอกลำโพงขนาด 20 CM (8 นิ้ว) แบบ COAXIAL CONE-TYPE
6. ใช้ขาสปริงเป็นตัวยึดกับฝ้า

21. บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน (VENDER LIST)

รายชื่อผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ วัสดุและอุปกรณ์ตามรายการข้างล่างนี้ เป็นที่ถือว่าได้รับการยอมรับให้นำมาใช้ในงานติดตั้ง ทางไฟฟ้าในครั้งนี้ได้ โดยที่คุณสมบัติของวัสดุและอุปกรณ์นั้น ๆ จะต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดข้อกำหนดที่ได้กล่าวมาแล้ว สำหรับวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในงานนี้ ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา โดยให้ยึดถือการพิจารณาของผู้ว่าจ้างเป็นที่สิ้นสุด และหากว่าผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบวัสดุอุปกรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติกับข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเองทั้งสิ้น

21.1 สายไฟฟ้า เป็นผลิตภัณฑ์ของ BANGKOK CABLE, THAI YAZAKI, PHELP DODGE หรือ ได้รับ มอก.2553

21.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

21.2.1 ท่อร้อยสายแบบโลหะเป็นผลิตภัณฑ์ของ TAS, PAT, Panasonic, Arrow หรือ ได้รับ มอก.

21.2.2 ท่อร้อยสายแบบอโลหะเป็นผลิตภัณฑ์ของ ท่อน้ำไทย (THAI PIPE), SCG, CLIPSAL, TAP, SAP หรือได้รับ มอก.

21.3 อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fitting) เป็นผลิตภัณฑ์ของ STEEL CITY , SC , ABSO, CLIPSAL

21.4 ดวงโคมไฟฟ้า

21.4.1 ดวงโคมภายในอาคารเป็นผลิตภัณฑ์ของ Spec light, L&E, EVE, Philips, Racer, Lamptan, Iwachi, Bewon, Savelight, sztlamp, Lightmost, CARINI, Luzino, SL Light, Lamp&Light, Chicintouch, EVE Deco, BEC, Vintech, Bestthailed

21.4.2 ดวงโคมภายนอกอาคารเป็นผลิตภัณฑ์ของ Spec light, L&E, Racer, Philips, Lamptan, EVE, BEC

21.4.3 ดวงโคมในสถานที่อันตรายหรือโคมไฟทางอากาศยานเป็นผลิตภัณฑ์ของ , ADB, Safe guard , ROYALTECH

21.4.4 ชุดดวงโคมแสงสว่างฉุกเฉินเป็นผลิตภัณฑ์ของ EML, SUNNY, DELIGHT, L&E, CEE, SAFEGUARD, LUMAX, ENDO,MAXBRIGHT

21.4.5 ชุดดวงโคมแสดงทางออกฉุกเฉินเป็นผลิตภัณฑ์ของ EML, SUNNY, DELIGHT, L&E,CEE, MAXBRIGHT

21.4.6 ขาหลอดเป็นผลิตภัณฑ์ของ BJB, THORN, PHILLIPS, VOSSLOH, NATIONAL, L&E

21.4.7 หลอดไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ของ PHILLIPS, OSRAM, SYLVANIA, GE, L&E, TOSHIBA, LUMAX

21.4.8 บาลาสต์เป็นผลิตภัณฑ์ ของ PHILLIPS , ECONO-WATD , VOSSLOH , ARMSTRONG , OSRAM , SCHWABE, L&E

21.4.9 สตาร์ทเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ของ PHILLIPS, OSRAM, SYLVANIA, L&E

21.4.10 คาปาซิเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ของ BOSCH, ABB, RFT, ELECTRONICON, PED, RIFA, L&E

-
- 21.5 สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า เป็นผลิตภัณฑ์ของ PANASONIC , SCHNEIDER , SIEMEN , BTICINO, PHILIPS
- 21.6 อุปกรณ์ล่อฟ้าและดินเป็นผลิตภัณฑ์ของ FURSE, SC, ABSO, RL ALLOY, DYNASPHERE, OR LOCAL
- 21.7 หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นผลิตภัณฑ์ของ เอกรัฐ, ไทยแมกซ์เวล, เจริญชัย, ไทยทราฟ, TROFO-UNION, QTC
- 21.8 รายนามผู้ผลิตตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ (MDB) ได้แก่ KJL , SIM , PMK , B.GRIMM , ASEFA , TIC
- 21.9 อุปกรณ์และเครื่องมือวัดภายในตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ เป็นผลิตภัณฑ์ของ TELEMECHANIQUE , SIEMENS , GE , AEG , MITSUBISHI , MKS
- 21.10 เซอร์กิตเบรกเกอร์ของตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ เป็นผลิตภัณฑ์ของ SCHNEIDER , ABB , GE , MELIN GERIN
- 21.11 แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของตู้สวิตช์เกียร์แรงต่ำ
- 21.12 เครื่องควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์อัตโนมัติ (Automatic Power Factor Controller) เป็นผลิตภัณฑ์ของ ABB, MKS, SIEMENS, KAPSCH, MICAFIL , SECOVER,
- 21.13 ชุดคาปาซิเตอร์ (Capacitor Bank) เป็นผลิตภัณฑ์ของ ABB, MKS, KAPSCH, MICAFIL, NOKIA, BOSCH, MERLIN GERIN
- 21.14 รางเคเบิลและรางเคเบิลแบบบันได (Cable Tray & Cable Ladder) เป็นผลิตภัณฑ์ของ KJL , SIM, ASEFA, TIC หรือได้รับ มอก.
- 21.15 รางเดินสาย (Wire way) เป็นผลิตภัณฑ์ของ KJL , SIM, ASEFA, TIC หรือได้รับ มอก.
- 21.16 TELEPHONE (MDF , TC & Telephone Terminal) เป็นผลิตภัณฑ์ของ KRONE, POUYET, NORTHERN TELECOM, Year star , NEC, Avaya, Yealink , Grand stream , Fan vil, Cyberpower, Ruijie
- 21.17 SOUND SYSTEM เป็นผลิตภัณฑ์ของ TOA, PHILLIPS, SYNADOARD, BOSCH, ITC, AEX, Microtech, Soundvision
- 21.18 CCTV เป็นผลิตภัณฑ์ของ HIKVISION, PHILLIPS, SMART, DAHUA, WATASHI, TP-LINK
- 21.19 ระบบป้องกันฟ้าผ่า แบบ FARADAY เป็นผลิตภัณฑ์ของ STEEL CITY, KUMWELL, AP หรือได้รับ มอก.
- 21.20 FIRE ALARM SYSTEM เป็นผลิตภัณฑ์ของ NOTIFIER , SIMPLEX , FIRE-LITE , WILL , HONEYWELL , NOHMI, SYSTEM SENSOR หรือ ได้รับ มอก.
- 21.21 ระบบคอมพิวเตอร์ เป็นผลิตภัณฑ์ของ RUIJIE หรือ ได้รับ มอก.
- 21.22 ระบบภาพและเสียง เป็นผลิตภัณฑ์ของ Boss LED, P Solution, All Educare, Hight Solution

