



บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด
AERONAUTICAL RADIO OF THAILAND LTD.

รายละเอียดประกอบแบบ
งานระบบไฟฟ้า-สื่อสาร

โครงการจัดสร้างอาคารหอบังคับการบินแห่งใหม่
ณ ท่าอากาศยานแม่สอด

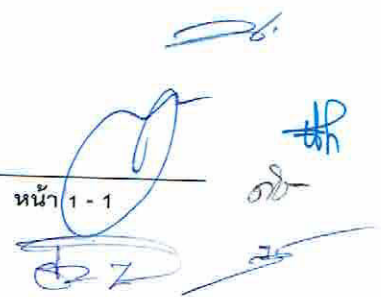
หมวดที่ 1 ขอบเขตและข้อกำหนดทั่วไป

1. **บทนำ**

- 1.1 เจ้าของโครงการมีความประสงค์จะจัดหาพร้อมติดตั้ง เครื่องวัดและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าและสื่อสาร อุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่น ๆ อย่างสมบูรณ์ ตามรายละเอียดระบุในแบบและข้อกำหนดที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ สำหรับใช้งานในโครงการ "อาคารหอบังคับการบินแห่งใหม่ ณ ท่าอากาศยานแม่สอด"
- 1.2 วัดอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่าง ๆ ตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้-
- ก. ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%
 - ข. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 55%
 - ค. อุณหภูมิสูงสุด 40°C
 - ง. อุณหภูมิเฉลี่ย ตลอดปี 30°C
 - จ. ความสูงอยู่ในระดับใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง

2. **ขอบเขตงาน**

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสารและระบบอื่น ๆ ซึ่งติดตั้งภายนอกและภายในอาคาร ตามที่แสดงในแบบ และข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ระบบนี้ใช้งานได้สมบูรณ์
- 2.2 ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร และระบบอื่น ๆ จะประกอบด้วยรายการดังนี้-
- ก. ระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ
 - ข. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
 - ค. ระบบป้องกันฟ้าผ่า
 - ง. ระบบต่อลงดิน
 - จ. ระบบโทรศัพท์ / สายคอมพิวเตอร์
 - ฉ. ระบบเสียงและประกาศเรียก
 - ช. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
 - ซ. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
 - ฅ. ระบบรักษาความปลอดภัย
 - ญ. ระบบและอุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่แสดงในแบบและระบุไว้ในข้อกำหนดนี้



3. สถาบันมาตรฐาน

เครื่องวัดอุปกรณ์ ตลอดจนงานการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารทั้งหมดนี้ ให้ยึดถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้-

- ก. กฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ
- ข. กฎและประกาศของกระทรวงมหาดไทย
- ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- ง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- จ. NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)
- ฉ. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)
- ช. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
- ซ. BRITISH STANDARD
- ณ. กฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- ญ. มาตรฐานอื่นๆ ตามที่ระบุ

4. การสำรวจบริเวณก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงลักษณะ และสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้มีความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

5. การติดต่อและค่าธรรมเนียม

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ ในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบประกอบอาคารนั้น สำหรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงานติดต่อกับหน่วยงานของรัฐ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น ผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามระเบียบของหน่วยงานของรัฐ ตามหลักฐานใบประมาณการชำระเงินของหน่วยงานรัฐ โดยให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการติดต่อเรื่องที่เกี่ยวข้องในการทั้งหมดแทนผู้ว่าจ้าง

6. การเสนอรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดหรือตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ ในระบบไฟฟ้าทุกชนิดเสนอต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ การเสนอรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่าง ต้องมีเครื่องหมายชี้บอกรุ่น ขนาด และความสามารถ เพื่อประกอบการพิจารณา หากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน ตรวจสอบพบว่าวัสดุหรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่ได้ติดตั้งไปแล้ว ไม่ถูกต้องตามรายละเอียดที่ได้อนุมัติไปแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการถอดถอน ขนย้าย และนำมาเปลี่ยนให้โดยเร็วที่สุด โดยค่าใช้จ่ายในการนี้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

7. การประชุมโครงการ

ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการในหน่วยงาน ซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้รับจ้างที่เป็นผู้เข้าร่วมประชุม ต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

8. การประสานงาน

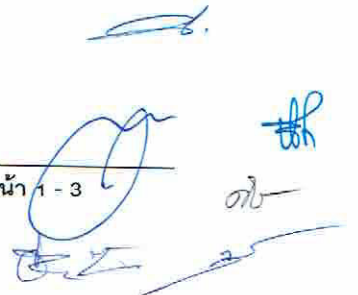
ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ ในขณะปฏิบัติงาน เพื่อให้การเตรียมงานเป็นไปโดยถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ และไม่ทำให้การปฏิบัติงานด้านไฟฟ้าเป็นเหตุให้งานด้านอื่นเกิดความล่าช้า

9. รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก้ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้น

10. เครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดที่นำมาใช้ติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน โดยที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดนี้และได้มาตรฐาน หรือเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้า นอกจากนี้อุปกรณ์อื่นใดที่เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของระบบเพื่อให้การทำงานของระบบนั้น ๆ มีความสมบูรณ์ถูกต้องตามที่กำหนด หากมิได้มีการแสดงไว้ในแบบหรือระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้ระบบนั้น ๆ ทำงานได้โดยสมบูรณ์



11. การเก็บรักษาเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้ เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดยังเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างซึ่งต้องรับผิดชอบต่อการสูญหาย เสื่อมสภาพ หรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานแล้ว

12. ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

12.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานต้องการ

12.2 ในกรณีที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน มีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือเพื่อความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติแล้ว จึงให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

13. การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุ และอุปกรณ์

13.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติ เป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อ หรือทำการติดตั้ง

13.2 ในกรณีที่ผู้ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่วิศวกรกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยหรือละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากวิศวกรในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

13.3 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

14. รหัส ป้ายชื่อ และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส ป้ายชื่อ และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งในโครงการเพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ยากจะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

15. การป้องกันน้ำเข้าอาคาร

การติดตั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใกล้ชิดกับบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือเชื่อมโยงกันภายนอกอาคาร ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการติดตั้ง และเสริมเพิ่มเติมวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการใด ๆ เพื่อให้การป้องกันน้ำเข้าอาคารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

16. การป้องกันการผุกร่อน

ผิวงานเหล็กทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อน หรือการทาสีก่อนนำไปใช้งาน เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และการทาสีมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต หากตรวจพบว่าการทาสีไม่เรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยจนเป็นที่ยอมรับของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

17. การชุบสังกะสี

การชุบสังกะสีที่ระบุไว้ในข้อกำหนด แบบ หรือรายการแบบให้หมายถึงการชุบด้วยวิธี HOT-DIP หรือการชุบด้วยวิธี ELECTRO-DEPOSIT เท่านั้น การวัดความหนาของสังกะสีที่ชุบจะใช้วิธีวัดโดยการชั่งน้ำหนัก โดยที่จะต้องได้ความหนาที่ทำให้ได้น้ำหนักไม่น้อยกว่า 300 กรัมต่อพื้นที่ชุบ 1 ตารางเมตร (1 ออนซ์ต่อพื้นที่ชุบ 1 ตารางฟุต) และให้ใช้ ZINCRICH PAINT หรือ POLYMERIZED RESIN PAINT ทาสีขอบบริเวณที่สังกะสีหลุดลอกในระหว่างที่ทำการขึ้นรูป

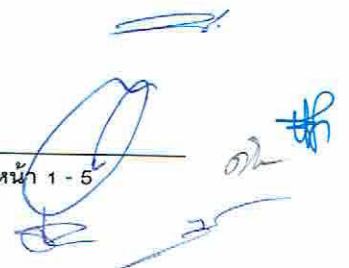
18. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และการป้องกัน

ผู้รับจ้างต้องจัดให้การปฏิบัติงานมีสภาพที่ปลอดภัย และหมั่นตรวจตราให้มีการป้องกันการสูญเสีย บาดเจ็บ และเสียหายซึ่งอาจเกิดขึ้นกับ

- ก. พนักงาน และบุคคลอื่นที่เข้ามายังหน่วยงาน
- ข. วัสดุ อุปกรณ์ที่เก็บรักษาไว้ ณ สถานที่ก่อสร้าง
- ค. อาคารวัตถุอื่น ๆ ในบริเวณก่อสร้างและข้างเคียง เช่น ถนน ทางเดิน สิ่งปลูกสร้าง และสาธารณูปโภคต่าง ๆ

18.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อการบาดเจ็บกับบุคคลใด ๆ ก็ตามอันเนื่องมาจากผลของการทำงานของผู้รับจ้าง

18.2 ในสถานที่ทำงานที่มีโอกาสเกิดเพลิงไหม้ จะต้องจัดเตรียมให้มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงไหม้ที่เหมาะสม เช่น ถังเครื่องดับเพลิงเคมี เป็นต้น



19. การตัด เจาะ

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะ ฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เท่าที่จำเป็นในการติดตั้งงานระบบ การตัด เจาะต่าง ๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวัง และรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้าง และความเรียบร้อยของงานสถาปัตยกรรม การตัด เจาะต้องแจ้งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่น ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ภายหลังจาก การ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้งอุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนของอาคารดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

20. การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่าง ๆ บนฝาผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา โดยใช้ช่างผู้ชำนาญงานด้านนั้น ๆ เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งช่อง ซาฟท์ ซึ่งทำงานโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของสถาปนิกหรือผู้ควบคุม ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ หรือผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่ที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

21. การจัดทำแทนเครื่อง

21.1 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแทน ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเปิดใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องจัดทำรายละเอียด เสนอต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำแทน เครื่อง ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

21.2 ข้อมูลต่าง ๆ ของแทนเครื่อง เช่น รายละเอียด ขนาด ตำแหน่ง และน้ำหนัก ต้องแจ้งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแทนคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาด หรือไม่ครบถ้วนอันก่อให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

22. การยึดท่อ และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

22.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อ เครื่อง และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครง เหล็กต้องทำด้วยความประณีต ไม่มีเหลี่ยมคมอันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ และผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติ จากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการยึด แขนงใด ๆ

หมวดที่ 1 ขอบเขตของงานและข้อกำหนดทั่วไป

- 22.2 ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีค่าความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่า ของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)
- 22.3 การยึดแขนงกับโครงสร้างอาคาร ต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานของระบบอื่น ๆ
- 22.4 EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะและได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้ปีกไม้โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

23. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

- 23.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแทนเครื่องต่าง ๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร
- 23.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

24. ช่องเปิดในการติดตั้ง และซ่อมบำรุงเครื่อง และอุปกรณ์

- 24.1 ช่องเปิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ซาฟท์ ช่องระหว่างผนัง ฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนด ขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่าง ๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 24.2 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝ้าผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

25. การกำจัดสิ่งปฏิกูล

ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวัน ภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้น ๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง ก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

26. การรับประกัน

- 26.1 ถ้าหากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถ ของเครื่อง อุปกรณ์และการติดตั้งว่าใช้งานได้เป็นเวลา 1 ปี นับจากวันลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว
- 26.2 ในกรณีที่เครื่อง วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เช่นเดิมโดยมิชักช้า
- 26.3 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้เปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตามสัญญารับประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการแทนโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

27. รหัส และระบบไฟฟ้า

- 27.1 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็นระบบ 3 PHASE 4 WIRE 380 V/220V 50 Hz
- 27.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบสี สำหรับสายไฟและ BUSBAR ดังนี้-
- สีน้ำตาล สำหรับ PHASE A
 - สีดำ สำหรับ PHASE B
 - สีเทา สำหรับ PHASE C
 - สีฟ้า สำหรับ NEUTRAL
 - สีเขียวหรือเขียวคาดเหลือง สำหรับ GROUND
- 27.3 ในกรณีที่สายไฟที่ใช้ มีการผลิตเป็นสีเดียวให้ผู้รับจ้างใช้ปลอก พีวีซี หรือเทปพันสายไฟสีต่าง ๆ ตามที่กำหนดข้างต้น พันสายไฟที่ไว้ที่หัว และปลายสายไฟแต่ละช่วง
- 27.4 ท่อร้อยสาย, WIREWAY หรือ CABLE TRAY สำหรับการเดินสายไฟฟ้าระบบต่าง ๆ ต้องทาสีหรือพ่นสี ดังนี้
- 27.4.1 ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย หรือทาหรือพ่นสีที่ WIREWAY หรือ CABLE TRAY
 - 27.4.2 รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 10 ซม. ในตำแหน่งใกล้กับกล่องต่อสาย
 - 27.4.3 ที่ฝากล่องต่อสาย ให้ทาหรือพ่นสีตามรหัสสี และมีอักษรสัญลักษณ์กำกับ

27.4.4 กำหนดรหัสสี และอักษรสัญลักษณ์ ดังนี้

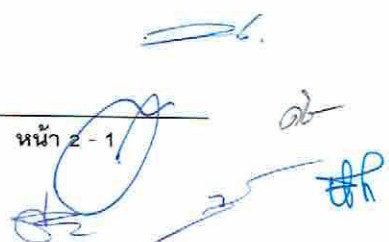
ระบบ	อักษร	รหัสสี
ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	เขียว
ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง
ท่อ-ราง สายไฟฟ้า UPS	U	เหลือง
ท่อ-ราง สายระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	FA	แดง
ท่อ-ราง สายระบบเสียง	S	ขาว
ท่อ-ราง ไทรท์คนวงจรมัด	CC	ขาว
ท่อ-ราง ระบบรักษาความปลอดภัย	SE	ขาว
ท่อ-ราง สายโทรศัพท์	T	น้ำเงิน

กรณีมีข้อขัดแย้งระหว่างรูปแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ให้ถือเอารูปแบบและวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นหลักทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงรายการอื่นใดหรือเปลี่ยนข้อกำหนดวัสดุต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

หมวดที่ 2 แบบ,หนังสือคู่มือ,การปฏิบัติและการส่งมอบงาน

1. แบบใช้งาน (SHOP DRAWING)

- 1.1 เมื่อได้รับการว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดของเครื่อง อุปกรณ์ และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้ง ยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการติดตั้ง
- 1.2 ในกรณีที่มียรายละเอียดขัดกับแบบแปลนหรือถ้าผู้รับจ้างจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบแปลนและรายละเอียดประการใด ๆ ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน และให้ได้รับความเห็นชอบอนุมัติจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานก่อนจึงดำเนินการได้ ถ้าผู้รับจ้างดำเนินการไปโดยพลการ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้ โดยที่ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งสิ้น
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายใน และงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบใช้งานเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
- 1.4 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใด ๆ ก่อนที่แบบใช้งานจะได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน มิฉะนั้น ค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมดหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น
- 1.5 วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบใช้งานให้ถูกต้องตามความต้องการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิต พร้อมทั้งลงนามรับรองและลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
- 1.6 ในกรณีที่แบบใช้งานของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่ในการแก้ไขครั้งนั้น ๆ กำกับ
- 1.7 แบบใช้งานต้องมีขนาด และมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน
- 1.8 สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานมีอำนาจ และหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น



หมวดที่ 2 แบบ,หนังสือคู่มือ,การปฏิบัติและการส่งมอบงาน

1.9 แบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติแล้วมิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างยังคงต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

1.10 แบบใช้งานที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานจะแจ้งให้ผู้รับจ้างทราบ และส่งคืนโดยไม่มี การพิจารณาแต่ประการใด

1.11 แบบใช้งานที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้วผู้รับจ้างต้องส่ง แบบพิมพ์เขียวให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานอีก 4 ชุด และอาจขอให้ผู้รับจ้างส่งเพิ่มเติมให้อีกตามความจำเป็น

2. การจัดการน้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ เพื่อใช้ระหว่างการก่อสร้าง

2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา น้ำประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานระบบ ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามโครงการ

2.2 ผู้รับจ้าง ต้องประสานงานกับผู้รับจ้างงานอาคารเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ระหว่างการก่อสร้างซึ่งอยู่ในความ รับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2.3 การติดตั้งท่อ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับ การใช้บริการซึ่งอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ให้ ผู้รับจ้างดำเนินการเอง

3. การจัดทำตารางแผนงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงาน แสดงรายละเอียดจำนวนพนักงาน การขนส่งเครื่องอุปกรณ์เข้าสถานที่ติดตั้ง การ ติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานแต่ละขั้นตอน เพื่อประกอบการประสานงาน เสนอต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเป็น ระยะเวลา ๆ ตารางแผนงานนี้จะต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างอยู่เสมอ

4. การจัดทำรายการผลความคืบหน้าของงาน

4.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการปฏิบัติงานประจำวัน และสรุปผลเป็นรายเดือนส่งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน งานจำนวน 2 ชุด สำหรับรายงานประจำวัน และ 4 ชุดสำหรับรายงานประจำเดือน ทุกสัปดาห์แรกของเดือน ตั้งแต่เริ่มเข้าปฏิบัติงานจนถึงวันส่งมอบงาน

- 4.2 รายงานดังกล่าว ต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
- ก. จำนวนและตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานทั้งหมดที่เข้าปฏิบัติงาน
 - ข. จำนวนวัสดุ อุปกรณ์ที่นำเข้ามายังหน่วยงาน
 - ค. รายละเอียดที่ปฏิบัติ
 - ง. วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานจากสถาปนิก
 - จ. เหตุการณ์พิเศษอื่น ๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

5. การประชุมโครงการ

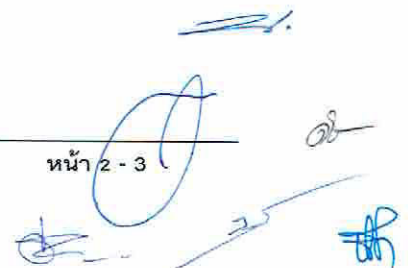
ผู้รับจ้างต้องเข้าร่วมประชุมโครงการ และการประชุมในหน่วยงานซึ่งจัดให้มีขึ้นเป็นระยะ ๆ โดยผู้รับจ้างหรือตัวแทนของผู้รับจ้างที่เข้าร่วมประชุม ต้องมีอำนาจในการตัดสินใจสั่งการ และทราบรายละเอียดของโครงการเป็นอย่างดี

6. แบบก่อสร้างจริง (AS-BUILT DRAWING)

- 6.1 แบบก่อสร้างจริงต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบใช้งานที่ได้รับอนุมัติ
- 6.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้างจริงให้แล้วเสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อผนังปิดหรือถมดิน
- 6.3 แบบสร้างจริงทั้งหมดต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้างและส่งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน 1 ชุดเพื่อตรวจสอบก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบอย่างน้อย 30 วัน
- 6.4 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่ติดตั้งจริง แสดงตำแหน่งเครื่องอุปกรณ์รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้งให้ผู้คุมงานตรวจสอบเป็นระยะ ๆ

7. หนังสือ คู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์

- 7.1 หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเข้าแฟ้มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงาน
- 7.2 หนังสือคู่มือ จะแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ.-
ภาคที่ 1 ประกอบด้วยเอกสาร รายละเอียด ข้อมูลของเครื่อง อุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (SUBMITTAL DATA)



หมวดที่ 2 แบบ,หนังสือคู่มือ,การปฏิบัติและการส่งมอบงาน

ภาคที่ 2 ประกอบด้วยแค็ตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแบบมาด้วย (INSTALLATION, OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL) รวมทั้งรายชื่อบริษัทผู้แทนจำหน่ายเครื่องและอุปกรณ์นั้นๆ

ภาคที่ 3 ประกอบด้วยรายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง (TEST REPORT)

ภาคที่ 4 ประกอบด้วยรายการเครื่อง อะไหล่ และข้อเสนอแนะชิ้นส่วนอะไหล่ที่ควรมีสำรองไว้ขณะใช้งาน (RECOMMEND SPARE PARTS LIST)

ภาคที่ 5 ประกอบด้วยรายการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น รายเดือน, ทุก 3 เดือน, ทุก 6 เดือน และรายปี

7.3 หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง

8. การทดสอบเครื่อง และระบบ

8.1 ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำตารางแผนงานแสดงกำหนดการทดสอบเครื่องและระบบ รวมทั้งจัดเตรียมเอกสารแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบ (OPERATION MANUAL) เสนอสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ

8.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมด

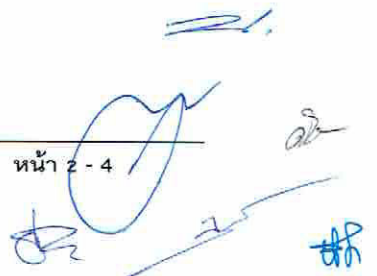
8.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่อง และระบบตามหลักวิชาการและข้อกำหนด โดยมีผู้แทนเจ้าของโครงการ และ/หรือ สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานอยู่ร่วมขณะทดสอบด้วย

8.4 รายงานข้อมูลในการทดสอบ (TEST REPORT) ให้ทำเป็นแบบฟอร์มเสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ หลังการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องกรอกข้อมูลตามที่ได้จากการทดสอบจริงส่งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

8.5 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า น้ำประปา แรงงาน ฯลฯ ในระหว่างการทดสอบเครื่องและระบบ ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

9. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องของเจ้าของโครงการให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่อง จนกว่าเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องของเจ้าของโครงการสามารถใช้เครื่องได้ด้วย ตนเอง

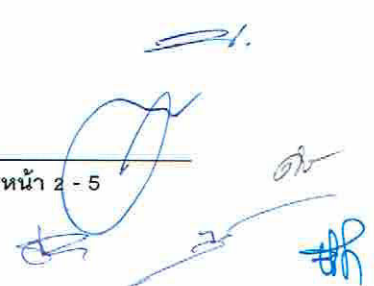


10. การส่งมอบงาน

- 10.1 ผู้รับจ้างจะต้องเปิดใช้งานเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพหรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วง 24 ชั่วโมงติดต่อกัน ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 10.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบ เครื่อง อุปกรณ์และระบบตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ
- 10.3รายการสิ่งของต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่เจ้าของโครงการในวันส่งมอบงานซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ
- ก. แบบสร้างจริง กระดาษไซ้ จำนวน 1 ชุด
 - ข. แบบสร้างจริง พิมพ์เขียว จำนวน 4 ชุด
 - ค. หนังสือคู่มือ การใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
 - ง. เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้
 - จ. อะไหล่ต่าง ๆ ตามข้อกำหนด
 - ฉ. หนังสือคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ทั้งระบบ จำนวน 4 ชุด
- 10.4การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษร อย่างน้อยประกอบด้วยเจ้าของโครงการหรือผู้รับมอบอำนาจ สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้าง

11. ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบ

ระยะ ขนาด และตำแหน่งที่ปรากฏในแบบประกอบสัญญา ให้ถือตัวเลขเป็นสำคัญ ห้ามใช้วิธีวัดจากแบบโดยตรง ในส่วนที่ไม่ได้ระบุตัวเลขไว้เป็นการแสดงให้ทราบเป็นแนวทางที่ควรจะเป็นไปได้เท่านั้น ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบจากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ในโครงการและสถานที่ติดตั้งจริง



12. ข้อขัดแย้งของแบบ

ในกรณีที่เกิดมีความคลาดเคลื่อน ขัดแย้ง หรือไม่ชัดเจน หรือความไม่เหมาะสมของการออกแบบในแบบประกอบสัญญา รายการเครื่อง วัสดุอุปกรณ์และเอกสารสัญญา ผู้รับจ้างต้องรีบแจ้งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อขอคำวินิจฉัยทันที โดยสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานจะถือเอาส่วนที่ดีกว่า ถูกต้องกว่าเป็นเกณฑ์ หากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานยังไม่แจ้งผลการพิจารณา ห้ามผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนั้น มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานอาจจะเปลี่ยนแปลงงานส่วนนั้นได้ตามความเหมาะสม ในกรณีนี้ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไข โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มหรือจะขอต่อสัญญาไม่ได้ ทั้งนี้ สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานจะแจ้งผลการพิจารณากลับให้ทราบภายใน 7 วันนับจากวันได้รับแจ้งจากผู้รับจ้าง

13. แบบประกอบสัญญา

ที่ราช ๒๕๖.๖๖

แบบประกอบสัญญาจ้างเหมาเป็นเพียงแผนผัง เพื่อให้ผู้รับจ้างทราบเป็นแนวทาง และหลักการของระบบตามความต้องการของเจ้าของโครงการเท่านั้น ในการติดตั้งจริง ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบกับแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้างและงานระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกันไปด้วย ทั้งนี้หากจะต้องทำการปรับปรุงงานบางส่วนจากแบบที่ได้แสดงไว้โดยที่เห็นว่าเป็นความจำเป็นที่จะทำให้การติดตั้งงานระบบถูกต้องได้คุณภาพตามความต้องการแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

กรณีมีข้อขัดแย้งระหว่างรูปแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ให้ถือเอารูปแบบและวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นหลักทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงรายการอื่นใดหรือเปลี่ยนข้อกำหนดวัสดุต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

Handwritten signatures and initials at the bottom right of the page.

หมวดที่ 3 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบ ด้วยแผงเมนไฟฟ้า ทั้งชนิด ไฟฟ้าปกติ, ไฟฟ้าฉุกเฉิน (MAIN DISTRIBUTION BOARD, MAIN ESSENTIAL DISTRIBUTION BOARD) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (DISTRIBUTION BOARD) ซึ่งลักษณะการติดตั้งของแผงเป็นแบบตั้งพื้น (FLOOR MOUNTED)

2. พิกัด (RATING)

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบประกอบ และทดสอบให้เป็นไปตาม IEC 439-1 หรือ NEMA หรือ ANSI หรือ DIN หรือ VDE STANDARD แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบ และมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น และต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิค อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 415/240 V
- SYSTEM WIRING : 3-PHASE, 4-WIRE SOLIDLY GROUND NEUTRAL
- RATED FREQUENCY : 50 Hz
- RATED NORMAL CURRENT (BUSBAR) : ตามที่ระบุในแบบ
- RATED SHORT-TIME CURRENT : ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-CIRCUIT (0.5 SECOND) CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- RATED PEAKED WITHSTAND CURRENT : ไม่น้อยกว่า 2.8 เท่าของ RATED SHORT CIRCUIT CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- RATED INSULATION LEVEL : 1000 VOLTS
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VOLTS (AC)
- TEMPERATURE RISE OF BUSBAR : 30 °C
- CUBICLE FINISHING : ENAMEL PAINT
- ENCLOSURE'S DEGREE OF PROTECTION : IP 31 (MIN)

3. โครงสร้างของแผงสวิตช์

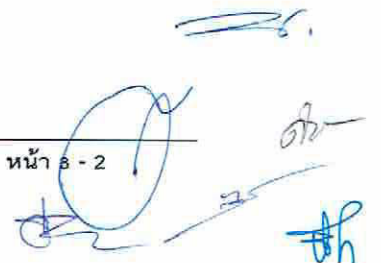
3.1 ลักษณะโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น ส่วน ๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์สามารถแยก ออกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย และได้รับการรับรองจากการไฟฟ้าท้องถิ่น โดยมีขนาดของแผงสวิตช์ อยู่ในช่วงที่กำหนดนี้

- ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มิลลิเมตร
- ความกว้าง : ระหว่าง 600-1000 มิลลิเมตร
- ความลึก : ระหว่าง 600-1000 มิลลิเมตร

- 3.2 แผงสวิตช์ต้องมีการจัดแบ่งพื้นที่ภายในเป็นส่วนๆ (COMPARTMENT) ตามมาตรฐาน IEC FORM 3a
- 3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ SELF-STANDING METAL STRUCTURE ทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ส่วนฝาทุกด้านและแผ่นกันช่องต่าง ๆ ต้องเป็นแผ่นเหล็ก มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และ 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- 3.4 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายที่ฝาด้านใด ด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN) และเจาะเกร็ดระบายความร้อนนี้จะต้องยังคง DEGREE OF PROTECTION ของแผงสวิตช์ไว้ให้ได้ตามที่กำหนด
- 3.5 เหล็กและแผ่นเหล็กที่ใช้ประกอบเป็นแผงสวิตช์ทุกชิ้น ต้องเป็น ELECTROGALVANIZED STEEL SHEET หรือผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า และทาหรือพ่นสีเคลือบด้วยสีรองพื้นอย่างน้อย 1 ชั้น แล้วจึงพ่นเคลือบชั้นนอกด้วย EPOXY POWDER PAINT

4. CIRCUIT BREAKER

- 4.1 CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA, ANSI VDE หรือ IEC ต้องเป็น AIR CIRCUIT BREAKER หรือ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER โดยมี CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามกำหนดในแบบ
- 4.2 CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ภายใน SYSTEM เดียวกันและต่อเนื่องกัน ต้องมีการทำงานตัดวงจร สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATING) เพื่อให้ CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ใกล้จุด FAULT ทำงานตัดวงจรก่อน CIRCUIT BREAKER อื่นทั้งหมด
- 4.3 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องใช้ระบบ SOLID STATE TRIP ประกอบด้วยระบบทำงานดังนี้
- GROUND FAULT PROTECTION
 - OVERCURRENT PROTECTION
 - INSTANTANEOUS TRIP
 - LONG TIME DELAY AND SHORT TIME DELAY SETTING
 - PUSH BUTTON TO TRIP
 - FAULT INDICATOR



4.4 FEEDER และ SUB FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER FIXED TYPE, TOGGLE OPERATING MACHANISM ทำงานด้วยระบบ MANUAL OPERATION TRIP FREE, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK พร้อมด้วย THERMAL TRIP, ELECTROMAGNETIC TRIP, PUSH BUTTON TO TRIP และ ON-OFF INDICATOR

5. BUSBAR และฉนวนยึด (INSULATOR SUPPORT)

5.1 BUSBAR ต้องเป็นตัวนำทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 98% มีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้า (CONTINUOUS CURRENT CARRYING CAPACITY) ที่ BARE RATING ตามมาตรฐาน DIN 43671 และเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่ทั้งนี้ขนาดพื้นที่หน้าตัดของ BUSBAR ต้องไม่น้อยกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

5.2 การจัด BUSBAR ภายในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องให้ได้ระยะห่างของ PHASE TO PHASE และ PHASE TO GROUND เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5.3 BUSBAR INSULATOR SUPPORT ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCE POLYESTER หรือ EPOXY RASIN ชนิดใช้ติดตั้งภายในแผงสวิตช์ไฟฟ้า

5.4 ผู้รับจ้างต้องมีข้อมูลทางเทคนิคของ BUSBAR INSULATOR SUPPORT ตลอดจนผลการคำนวณเพื่อแสดงให้เห็นว่า การวางตำแหน่ง, ระยะห่างของ BUSBAR ตลอดจนตัว BOLT และ NUTS ที่ใช้จะต้องแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดขึ้นจากการ SHORT CIRCUIT ภายในแผงสวิตช์ไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้โดยไม่เกิดความเสียหาย

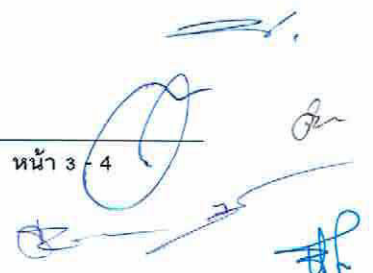
6. เครื่องมือ และอุปกรณ์ (METERING EQUIPMENT)

6.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC, VDE, หรือ BS สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิรท์ โดยมี SECONDARY CURRENT 5 A และ ACCURACY เป็น CLASS 1

6.2 METERING อุปกรณ์เครื่องมือวัดต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED TYPE มีขนาดหน้าปัทม์ ไม่เล็กกว่า 96 มม. x 96 มม. และเป็นชนิดที่ใช้งานร่วมกับ CT หรืออุปกรณ์อื่นที่กำหนดไว้ อย่างเหมาะสม
ก. VOLTMETER และ AMMETER ต้องมี ACCURACY CLASS 1.5 มี SCALE RANGE ตามที่ระบุในแบบ
ข. POWER FACTOR METER ต้องเป็นชนิด 3-PHASE, 4-WIRE และมี ACCURACY CLASS 1.5 มี SCALE RANGE ตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING

- ค. KILOWATT METER ใช้ชนิด 3-PHASE, 4-WIRE UNBALANCE LOAD และมี ACCURACY CLASS 1.5 มี SCALE RANGE ชนิด WIRE ANGLE พร้อม MAXIMUM DEMAND INDICATOR
- ง. KILOWATT-HOUR METER ใช้ชนิด 3-PHASE, 4-WIRE UNBALANCE LOAD และมี ACCURACY CLASS 2
- จ. DIGITAL POWER METER เป็นมิเตอร์แบบ DIGITAL มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ :-
- มีหน้าปัดแสดงผลขนาดใหญ่ แบบ LED หรือ LCD
 - สามารถวัดและแสดงผลค่าทางไฟฟ้าได้ อย่างน้อย ดังนี้
 - กระแสไฟฟ้า (A) ทั้งกระแสเฟส และนิวทรัล
 - แรงดันไฟฟ้า (V) ทั้งแรงดันเฟส-เฟส และ เฟส-นิวทรัล
 - ความถี่ไฟฟ้า (Hz)
 - POWER FACTOR ทั้ง POWER FACTOR รวม และ POWER FACTOR แต่ละเฟส
 - ACTIVE POWER (WATT)
 - REACTIVE POWER (VAR)
 - APPARENT POWER (VA)
 - ACTIVE ENERGY (WATT-HOUR)
 - REACTIVE ENERGY (VAR-HOUR)
 - APPARENT ENERGY (VA-HOUR)
 - PEAK DEMAND ทั้ง ACTIVE POWER, REACTIVE POWER และ APPARENT POWER
 - TOTAL HARMONIC DISTORSION (THD) ทั้งกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า
 - มี COMMUNICATION PORT แบบ MODBUS-RS485
 - สามารถติดตั้ง I/O MODULE เพิ่มเติมได้ (เช่น ALARM, PULSE ฯลฯ) อย่างน้อย 3 MODULE
 - ใช้งานกับระบบไฟ 220 VAC 50 Hz

6.3 PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP เป็นชนิด SWITCHBOARD MOUNTED TYPE ใช้หลอด INCANDESCENT 0.6 WATT. 6 VOLT (พร้อมหม้อแปลงแรงดันในตัวจาก 220 โวลต์เป็น 6 โวลต์) ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ LENS ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร และสามารถถอดเปลี่ยนตัวหลอดได้จากด้านหน้า สีของฝาครอบให้ใช้ สีแดง, สีเหลือง, สีน้ำเงิน, สีเขียว, สีขาว ทั้งนี้ความหมายของแต่ละสีให้ใช้ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ



7. AUTOMATIC MAIN CAPACITOR BANK

7.1 AUTOMATIC KVAR CONTROLLER สำหรับปรับค่า POWER FACTOR ของระบบไฟฟ้าต้องประกอบสำเร็จ และทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งและต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- CONTROL SYSTEM : SOLID STATE
- RATED FREQUENCY : 50 Hz
- AMBIENT TEMPERATURE : 40 °C
- CAPACITOR STEP SWITCHING: ตามที่ระบุในแบบ พร้อม INDICATOR LAMP
- METERING : POWER FACTOR METER
- MOUNTED : SWITCHBOARD MOUNTED TYPE
- OPERATION MODE : AUTOMATIC AND MANUAL

7.2 CAPACITOR BANK ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC 70-70A. และต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 70-70A. ด้วย โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- TYPE : INDOOR (DRY METALLIZED FILM)
- NUMBER OF PHASE : 3
- RATED VOLTAGE : 415 V
- RATED FREQUENCY : 50 Hz
- RATED OUTPUT : ตามที่ระบุในแบบ
- SWITCHING STEP : ตามที่ระบุในแบบ
- POWER LOSS : 1W/KVAR

7.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลายๆ ตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะ พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้ เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมสำหรับแต่ละ STEP ประกอบด้วย

ก. FUSE PROTECTION

ข. CONTACTOR

ค. DISCHARGE COIL RESISTANT (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR BANK)

7.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของ CAPACITOR BANK และ CAPACITOR BANK COMPARTMENT ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่น

8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

- 8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องมือวัด ซึ่งเดินระหว่างตัวอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER WIRE, PVC INSULATED, 750 VOLTS, 70°C โดยที่ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าต้องสามารถรับ LOAD ในวงจรได้แต่ทั้งนี้ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร
- 8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดนี้ ต้องจัดวางอยู่ในรางวางสาย (CONTROL WIRE TRUNKING) ซึ่งทำด้วยพลาสติก หรือ PVC หรือเดินในท่ออ่อน
- 8.3 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องมือวัดนี้ ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 8.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมที่แน่นอน ยากแก่การหลุดออก
- 8.5 TERMINAL BLOCK ที่ใช้ต้องเป็นแบบ MOLDED-BLOCK ทนแรงดันได้ที่ 600 VOLTS หรือแบบอื่น ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบที่ TERMINAL BLOCK แต่ละตัวต้องมี REMOVABLE MARKING STRIP สำหรับระบุหมายเลข (CIRCUIT DESCRIPTION) ได้

9. NAMEPLATE และ MIMIC BUS

- 9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ NAMEPLATE เพื่อแสดงถึงชื่อของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือแผงสวิตช์ไฟฟ้า โดยมี ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกสีดำ แกะเจาะร่องเป็นตัวอักษรสีขาว โดยส่วนสูงของตัวอักษรต้องไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ
- 9.2 ที่หน้าแผงสวิตช์ ต้องจัดทำเป็น MIMIC BUS เพื่อแสดงถึงแนวการจ่ายกระแสไฟฟ้าโดยมีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหรือแผ่น PVC ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรยึดติดแน่นกับด้านหน้าของแผงสวิตช์ไฟฟ้า โดยให้ใช้สีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

10. การติดตั้ง

การติดตั้งแผงสวิตช์ ต้องยึดติดกับฐานด้วย BOLT และ NUT จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแข็งแรง ในกรณีที่พื้นคอนกรีตให้ใช้เป็น EXPANSION BOLT

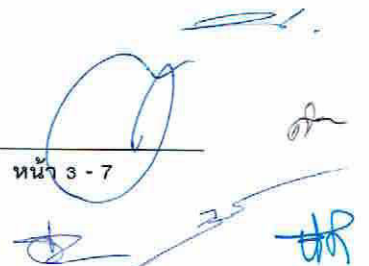
11. การทดสอบ

11.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการทดสอบจากโรงงานผลิต

11.2 เมื่อมีการติดตั้งแผงสวิตช์ไฟฟ้าในสถานที่ใช้งานจริง ต้องทำการตรวจสอบอย่างน้อยตามกำหนดดังนี้

- ก. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการทดสอบความถูกต้องของการทำงาน
- ข. ตรวจสอบค่าความเป็นอนวนของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- ค. ตรวจสอบค่าความเป็นอนวนของสายป้อน (FEEDER) ทั้งหมดที่ออกจากแผงสวิตช์

กรณีมีข้อขัดแย้งระหว่างรูปแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ให้ถือเอารูปแบบและวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นหลักทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงรายการอื่นใดหรือเปลี่ยนข้อกำหนดวัสดุต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ



หมวดที่ 4 แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION BOARD

ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการออกแบบและสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตซ์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board :MDB),แผงสวิตซ์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board : EMDB) และแผงสวิตซ์ไฟฟารองประธาน (Sub Distribution Board : SDB)

การสร้างแผงสวิตซ์ไฟฟ้าที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีใบรับรองตามมาตรฐาน IEC 60439 – 1 : TTA แบบ LICENSEE อย่างต่อเนื่องมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (มอก. 1436 : TTA) และผู้ผลิตต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังระดับสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตซ์ฯ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2008 และได้รับรองว่าเป็นโรงงานสีเขียว (Green Factory)

ก่อนประกอบแผงสวิตซ์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อน

พิกัดของแผงสวิตซ์ไฟฟ้า

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตซ์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการสร้างตาม IEC STANDARD และไม่ขัดต่อมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

RATED SYSTEM VOLTAGE	:	230/400 VOLTS
SYSTEM WIRING	:	3PHASE ,4WIRE ,SOLIDGROUND.
RATED FREQUENCY	:	50 HZ.
RATED CURRENT	:	ตามระบุในแบบ
RATED SHORT-TIME WITHSTAND	:	ไม่น้อยกว่าRATEDSHORTCIRCUIT CURRENT ที่ระบุ

ในแบบ

RATED PEAK WITHSTAND VOLTS	:	1,000 VOLTS
CONTROL VOLTAGE	:	220-240 VAC.
FINISHING	:	ELECTROGALVANIZED STEEL SHEET with EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT COATING.
TEMPERATURE RISE	:	70°C (AMBIANT 35°C)
TYPICAL FORMS	:	FORM 2B หรือตามที่ระบุในแบบ

ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

แผงสวิตช์ฯ ประกอบเป็น COMPARTMENT รูปแบบ FORM 2 B หรือตามที่ระบุในแบบ และมี DEGREE OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP 30 หรือระบุในแบบ ตาม IEC STANDARD

การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้ โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย

กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด

ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)

การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส

บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ และผลิตขนาดบัสบาร์ตามตารางมาตรฐาน IEC 60439-1

การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ, เฟสบี, และเฟสซี, โดยเมื่อมองเข้ามาจากด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียง จากหน้าไปหลัง หรือ จากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างเป็นระเบียบ

บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน ทั้งบัสบาร์เส้นดิน และ บัสบาร์เส้นศูนย์ ต้องมีความยาวตลอดเท่ากับ ความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งชุด บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ฯ ทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท

Bus bar และ Holder ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. หรือตามระบุในแบบ โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolt และ Nut ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ

สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และ อุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกัน และระบุไว้ในแบบ As Built ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางมาตรฐานและเหมาะสมกับแต่ละอุปกรณ์

การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ฯ ช่วงเข้าอุปกรณ์ ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ เปลือกนอกของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบ ปกคลุม ยากแก่การลอกหลุดหาย

Mimic Bus และ Nameplate

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus แกะเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

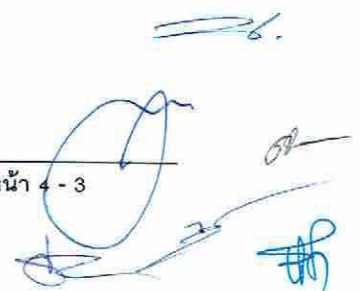
AIR CIRCUIT BREAKER (ใช้สำหรับที่มี RATED CURENT > 1,250 A.)

ข้อกำหนดทั่วไป

- Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-1 และ IEC 60947-2 และในส่วนใหญ่ที่เป็นเมนเบรกเกอร์ต้องใช้ชนิด Category B ACB ทั้งหมด ต้องมีค่า $I_{cs}=I_{cu} \geq 100kA$ ที่ 400Vac.
- การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือแบบ Draw out ตามที่แบบกำหนด

โครงสร้างและส่วนประกอบ

- Main Contact ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว
- Arc Chutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด - ประกอบ ที่หน้างานได้สะดวก และที่ Arc Chutes ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault
- กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า - ออก จะต้อง มี 3 ตำแหน่ง คือ Connect - Test - Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button) ที่ด้านหน้าของ เบรกเกอร์
- Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)
- Rate current 100% continuous
- อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)
- Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ 0.5 - 3 วินาที
- Under voltage ,Shunt Trip ,Closing Coil, Motor operated ,Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ 800 - 6300 A เพื่อความสะดวกในเรื่อง Spare part
- Built in ground fault protection
- Phase protection with shunt trip



- Closing coil motor operated
- Auxiliary contact

ทรียูนิต (trip units)

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

TRIP UNIT ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้

1. Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสได้ตั้งแต่ 0.4 – 1 เท่าของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
2. Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่า และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
3. Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้
4. Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที

หมายเหตุ : ACB ,MCCB ,MCB และ Load center รวมถึง แผงสวิตช์ (MDB : TTA-Licensee) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน

MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER

Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal- magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส THERMAL ได้ตั้งแต่ 0.8 -1.0 ของ Rated Current (In)

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น ELECTRONIC TRIP สามารถปรับค่ากระแส OVERLOAD CURRENT ได้ระหว่าง 0.4 -1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส SHORT CIRCUIT CURRENT ได้ระหว่าง 2 -10 เท่า

TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไป จะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา

MCCB ขนาดตั้งแต่ 100-630 AF ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate breaking capacity (Icu) คือ $Ics = 100\% Icu$ และเพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate current 100 % continuous.

Circuit Breaker ที่มีขนาดมากกว่า 225 A. ให้ใช้ Terminal ชนิด Bus bar Connection Type

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

สำหรับขนาดเล็กกว่า 225 A. ให้ใช้ชนิด Feeder Connection Type ได้ ขนาดของ Miniature CB. ที่ระบุในแบบ Panel Schedule ขนาด 100 AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ 63 AF. แทนได้แต่ค่า kAIC ให้เป็นไปตามที่ระบุ

เอกสารรับรองประสิทธิภาพ และเอกสารประกอบที่ต้องส่งอนุมัติก่อน มีดังต่อไปนี้

1. โรงงานผู้ผลิต จะต้องส่งเอกสารหรือจดหมายที่ทาง Licensor รับรองว่าได้เป็น Licensee ตาม IEC60439-1 แบบ TTA อย่างต่อเนื่องมากกว่า 10 ปี
2. ใบรับรองการทดสอบ IEC60439-1 แบบ TTA จาก Third party test โดยเห็นชอบจากผู้ออกแบบ โดยมีใบรับรองการทดสอบตามพิกัดกระแสใช้งาน ตามพิกัดการป้องกันของแข็งและของเหลว (IP : IEC60529) ตาม Form โดยต้องให้ตรงกับการใช้งานจริงตามแบบทั้ง 7 หัวข้อ เพื่อการอนุมัติก่อนการผลิต โดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้
 - Temperature rise limits
 - Dielectric properties
 - Short circuit withstand strength
 - Effectiveness of the protective circuit
 - Clearances and creepage distances
 - Mechanical operation
 - Degree of protection
3. โรงงานผู้ผลิต จะต้องมิใบรับรองการทดสอบเรื่อง Internal arc test ตามมาตรฐาน AS3439-1 เพื่อ

ความ

ปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานต่อแผงสวิตช์

4. ทำการทดสอบ(Routine Test) การทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61439-2 มีดังต่อไปนี้
 1. ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
 2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
 3. ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
 4. ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้างแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องตรวจสอบอีกครั้งอย่างน้อยดังนี้

1. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
2. ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายบ่อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
3. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบทั้งที่โรงงานและสถานที่ใช้งานจริง พร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

5. ผู้ผลิตต้องมีพนักงานที่ผ่านการทดสอบช่างไฟฟ้าอุตสาหกรรม ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน และหากผู้ผลิตต้องมีการติดตั้ง ประกอบหน้างาน ผู้ผลิตต้องมีพนักงานที่ได้รับหนังสือรับรองความรู้ความสามารถ ช่างไฟฟ้าภายในอาคาร และต้องมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม สาขาไฟฟ้ากำลัง สามัญ

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

วิศวกรหรือสูงกว่า ไม่น้อยกว่า 10 ใบอนุญาต รวมถึงต้องขึ้นทะเบียนใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรม
ประเภทนิติบุคคลกับทางสภาวิศวกร โดยต้องยื่นเอกสารดังกล่าวทั้งสามส่วนประกอบการอนุมัติ

เครื่องมือบำรุงรักษา

ที่ข้างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 (หนึ่ง) อัน โดยมี
มีประกับติดรัดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ 1.80 ม. และให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วย
เครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะ 1 (หนึ่ง) อัน Torque Wrench
ขนาดที่เหมาะสม 1 (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนา
ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ 1 (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษา
ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

Automatic Transfer Switch:

คุณสมบัติทั่วไป

- ATS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ
- ATS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่ใช้กับ ATS ทุกตัวต้องผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐาน โดยผู้ขายและ/หรือผู้ประกอบกับตู้สวิตช์บอร์ดต้องมีประสบการณ์ในการขายและประกอบ ATS มากกว่า 10 ปี
- ATS ที่เลือกใช้ ต้องเป็นชนิด By pass ได้ เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงขณะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้อย่างปกติ
- เป็นโรงงานที่ประกอบในประเทศไทย ที่ต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO9001 International Quality Standard) และได้รับรองว่าเป็นโรงงานสีเขียว (Green Factory)

ความต้องการของอุปกรณ์ ATSE .

ทั่วไป:

1. อุปกรณ์ ATSE เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60947-6-1 ว่าด้วยอุปกรณ์โอนถ่ายไฟฟ้าและ 60947-3 ว่าด้วยเรื่องสวิตช์และตัวตัดวงจร
2. อุปกรณ์ ATSE ประกอบด้วยโหลดเบรกสวิตช์สองชุด มีการอินเทอร์ล็อกทางกลระหว่างสวิตช์ มีอุปกรณ์สั่งการเคลื่อนที่สวิตช์ และชุดควบคุมและตรวจจับทางไฟฟ้า
3. อุปกรณ์ ATSE ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต โดยผู้ใช้งานอาจต้องเข้าสายในส่วนของไฟเลี้ยงและ แรงดันไฟฟ้าเท่านั้น

พิกัด การทดสอบ:

1. พิกัด:

- a. อุปกรณ์มีจำนวนเฟส แรงดัน กระแสพิกัด จำนวนโพล การทนกระแส ตามที่แสดงในแบบ พิกัดกระแสต้องออกแบบสำหรับโหลดต่อเนื่องและเท่ากันทั้งเฟสและนิวทรัล
- b. หน้าสัมผัส ต้องไม่ละลายระหว่างการทดสอบการทนกระแส และ ปิดเปิดวงจร

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

2. การทดสอบ:

- a. อุปกรณ์ ATSE ต้องผ่านการทดสอบจากโรงงาน ในแต่ละชิ้นส่วน และการทำงานทั้งหมด การทดสอบเป็นการรับประกัน ความเร็วในการโอนถ่าย การปรับตั้งค่าแรงดัน ความถี่ และค่าหน่วงเวลา ให้เป็นไปตามคุณสมบัติที่ระบุไว้.

ความต้องการในการออกแบบ:

1. อุปกรณ์ ATSE มีสามตำแหน่ง : I, O and II.
2. อุปกรณ์ ATSE ต้องเป็นชนิดที่สามารถตัดวงจรได้ พร้อมแสดงสถานะของสวิตช์
3. อุปกรณ์ ATSE เป็นชนิดสั่งการทางไฟฟ้า และสามารถคงตำแหน่งทางกลไว้ได้
4. สวิตช์มีการอินเทอร์ล็อกทางกล
5. ชุดสั่งการทางไฟฟ้าเป็นชนิดมอเตอร์
6. อุปกรณ์ ATSE มีจุดแสดงตำแหน่งสวิตช์ทั้งสามตำแหน่ง
7. อุปกรณ์ ATSE สามารถสั่งงานได้ทั้งแบบ แมนวล และ อัตโนมัติ
8. หน้าสัมผัสของสายนิวทรัลต้องมีพิกัดเติมเช่นเฟสอื่น
9. อุปกรณ์ ATSE ไม่ต้องการไฟเลี้ยงขณะที่สวิตช์อยู่ ณ ตำแหน่งใด ๆ ไฟเลี้ยงมีความจำเป็นสำหรับชุดควบคุมเท่านั้น
10. สวิตช์ทุกโพลสามารถสวิตช์ได้อย่างพร้อมเพรียงกัน โดยระยะเวลาไม่แตกต่างกันเกิน 1 ms เพื่อป้องกัน ปัญหานิวทรัลลอยขณะสวิตช์
11. อุปกรณ์ ATSE มีพิกัดทางไฟฟ้า ในการทนแรงดันฉนวน insulation voltage (Ui) ได้ถึง 1000V, และทนแรงดันชั่วขณะ impulse voltage (Uimp) ได้ถึง 12 kV ที่ระดับแรงดันใช้งานถึง 690 Vac

ข้อกำหนดและคุณสมบัติทางด้านความปลอดภัย:

1. การเชื่อมต่อระหว่างด้านแหล่งจ่ายไฟที่ 1 และแหล่งจ่ายไฟที่ 2 ไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม
2. การปิดเปิดของหน้าสัมผัสเป็นอิสระจากความเร็วของแฮนเดิล
3. อุปกรณ์ ATSE จะยังคงตำแหน่งอยู่ได้ แม้หน้าสัมผัสจะละลายก็ตาม
4. อุปกรณ์ ATSE ประกอบด้วยชุด padlock ที่สามารถใส่กุญแจได้ ณ ตำแหน่ง 0 โดยสามารถคล้องกุญแจได้ถึงสามลูก
5. เมื่อทำการกุญแจอยู่ จะไม่สามารถสั่งการได้ทั้งทางไฟฟ้า และ แมนวล
6. สามารถใส่กุญแจได้เมื่ออยู่ในตำแหน่งแมนวลเท่านั้น โหมค้ออัตโนมัติจะไม่ถูกใช้เมื่ออยู่ ณ ตำแหน่งใส่กุญแจ
7. มีการจัดหาแฮนเดิลให้เพื่อสั่งการแบบแมนวล
8. สามารถตั้งค่าให้ สั่งโอนถ่ายกลับด้วยตนเองได้ (ยกเลิกการโอนถ่ายกลับแบบอัตโนมัติ)

การใช้งาน:

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

1. สามารถสั่งการแบบแมนวอลได้ขณะมีโหลด โดยไม่ต้องตัดวงจรด้านบน
2. อุปกรณ์ ATSE สามารถรับไฟเลี้ยงจากแหล่งจ่ายไฟหลักหรือสำรองก็ได้
3. อุปกรณ์ ATSE มีฟังก์ชันการทนกระแสลัดวงจรชั่วขณะสูง (Icw 1s).
4. สามารถตั้งค่าให้ สิ่งโอนถ่ายกลับด้วยตนเองได้ ที่ตัวอุปกรณ์ หรือจากภายนอก (ยกเลิกการโอนถ่ายกลับแบบอัตโนมัติ)
5. สามารถควบคุม ATSE ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ โดยคำสั่งทางไฟฟ้าได้

การใช้งานแบบอัตโนมัติผ่านชุดควบคุม

1. ชุดควบคุม ATSE ควรจะผ่านมาตรฐานต่าง ๆ เหล่านี้ เพื่อรองรับการใช้งาน
 - EN 55022 Conductor Emission
 - EN 55022 Radiated Emission
 - EN 61000-4-2 Electrostatic Discharge (ESD)
 - EN 61000-4-3 Radiated electromagnetic field
 - EN 61000-4-4 Electrical fast transient (EFT)
 - EN 61000-4-5 Surges
 - EN 61000-4-6 Conducted radio frequency field
 - EN 61000-4-8 Power frequency magnetic field
 - EN 61000-4-11 Voltage dips, short interruptions and variations
 - EN 61000-4-13 Harmonics and inter harmonics
 - IEC 61010-1 Electromagnetic compatibility
2. ชุดควบคุมต้องประกอบสำเร็จอยู่กับ ATSE
3. สามารถสั่งการสวิตช์ไปยังตำแหน่งต่างๆ (I, O, II) ที่ตัวอุปกรณ์โดยตรงหรือจากคำสั่งทางไฟฟ้าภายนอก
4. พารามิเตอร์:
 - a. ชุดควบคุมประกอบด้วยการตรวจวัดแรงดัน และความถี่ทั้งสามเฟส.
 - b. ระดับแรงดันสามารถปรับขึ้นลงได้ครั้งละ 1%
 - c. ระดับความถี่สามารถปรับขึ้นลงได้ครั้งละ 0.1%
 - d. การปรับตั้งค่าทุกอย่างสามารถทำได้โดยตรงที่อุปกรณ์
 - e. ชุดควบคุมสามารถตรวจวัดลำดับเฟสได้
 - f. ชุดควบคุมสามารถตั้งค่าตามระบบไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้
 - g. ชุดควบคุมสามารถตั้งค่าเพื่อเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักได้
5. การเชื่อมต่อ:

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

- a. การปรับตั้งค่าชุดควบคุมทำได้โดยง่ายที่ตัวอุปกรณ์
 - b. มีการแสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟและตำแหน่งสวิตช์ที่ตัวอุปกรณ์
6. อินพุต เอาท์พุต และโมดูลสื่อสาร:
- a. ชุดควบคุมรองรับการต่อเพิ่มเติมได้ 4 อินพุตเอาท์พุต
 - b. รองรับการต่อโมดูลสื่อสารบนโปรโตคอล RS485 (2 or 3 wire RS 485 link with JBus/Modbus protocol) มีความเร็วในการส่งข้อมูล 38,400 baud.
7. การปรับตั้งเวลา:
- a. การปรับตั้งเวลาขณะไฟฟ้าหลักขาด 0 ถึง 60 วินาที (Main Failure Timer, MFT).
 - b. การปรับตั้งเวลาหน่วง หลังจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมก่อนจะทำการโอนถ่าย 0 ถึง 60 วินาที (Delay To Transfer, DTT).
 - c. การปรับตั้งเวลาหน่วงที่ตำแหน่ง 0 ระหว่างโอนถ่ายไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 0 ถึง 20 วินาที (O Main Failure timer, OMF).
 - d. An adjustable timer of การปรับตั้งเวลา เพื่อตรวจสอบสถานะของแหล่งจ่ายไฟหลัก ก่อนจะโอนถ่ายกลับ 0 ถึง 30 นาที (Main Return Timer, MRT).
 - e. การปรับตั้งเวลาหน่วงที่ตำแหน่ง 0 ขณะโอนถ่ายกลับมายังไฟฟ้าหลัก 0 ถึง 20 วินาที (O Main Return timer, OMR).
 - f. An adjustable timer of การปรับตั้งเวลา เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเดินตัวเปล่า หลังจากโอนถ่ายกลับไปยังไฟฟ้าหลัก 0 ถึง 30 นาที (Cool Down Timer, CDT).

การบำรุงรักษา

1. อุปกรณ์สามารถทดสอบการส่งสแตร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบบไม่มีโหลด และ แบบมีโหลดได้
2. อุปกรณ์ ATSE ไม่ต้องการบำรุงรักษาหลังจากการติดตั้ง
3. การเปลี่ยนชุดมอเตอร์ หรือชุดควบคุม ทำได้โดยไม่ต้องตัด ATS ออกจากวงจร
4. สามารถเปลี่ยนมอเตอร์ขณะมีไฟได้

อุปกรณ์บายพาส / สวิตช์แยกวงจร

คุณสมบัติทั่วไป: อุปกรณ์ ATSE สามารถบายพาสออกจากระบบได้

ข้อกำหนดทางการออกแบบ:

1. อุปกรณ์บายพาสควรจะแยกส่วนเฉพาะตามลักษณะการใช้งาน เป็น Automatic Transfer Switch Equipment (ATSE), the Manual Transfer Switch Equipment (MTSE) and the Load Break Switch (LBS).
2. การทำงานในแต่ละส่วนทำงานแยกกัน และไปไปตามลำดับที่ถูกต้อง
3. อุปกรณ์บายพาสประกอบสำเร็จรูปในสวิตช์บอร์ดเดียวกัน ผู้ใช้งานมีต้องนำไปเข้าสามเพิ่มเติมอีก
4. ขณะบายพาส สามารถถอด ATSE ออกจากระบบได้อย่างปลอดภัย โดยมีการสั่งงานไม่เกินสอง ครั้ง และไม่กระทบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ในระบบ
5. สามารถทำการบายพาสได้ไม่ว่า ATSE อยู่ในตำแหน่งใด ๆ ก็ตาม.

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

6. มีแผนเดิมในการสั่งงานแต่ละฟังก์ชันแยกกันอย่างชัดเจน
 - a. เลือกแหล่งจ่ายไฟ
 - b. บายพาส
 - c. ตัด ATSE จากวงจร
7. อุปกรณ์บายพาสสามารถติดตั้งแผนเดิมโดยตรงที่ตัวอุปกรณ์หรือติดตั้งแผนเดิมยังด้านนอกสวิตช์บอร์ด

การใช้งาน:

1. มีโหมดการทำงานสามโหมด: 'Normal', 'By-Pass' and 'Test'.
2. สามารถเลือกแหล่งจ่าย ก่อนหรือหลังบายพาสอุปกรณ์ ATSE ก็ได้
3. อุปกรณ์บายพาสมีคุณสมบัติในการทนกระแสลัดวงจรชั่วขณะได้สูง (Icw 1s).

การสั่งงานอัตโนมัติผ่านชุดควบคุม

1. สามารถปรับตั้งค่าต่าง ๆ By-Pass ATSE ได้ที่ชุดอินเทอร์เฟซหน้าสวิตช์บอร์ด

ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย:

1. ตู้บายพาสมีการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61439-1.
2. สามารถเลือกแหล่งจ่าย ก่อนหรือหลังบายพาสอุปกรณ์ ATSE ก็ได้
3. สามารถเปิดตู้สวิตช์บอร์ดได้เมื่อแผนเดิมอยู่ที่ตำแหน่ง OFF เท่านั้น

กรณีที่ต้องการเปิดตู้สวิตช์บอร์ด ณ ตำแหน่งอื่น ต้องใช้เครื่องมือเพิ่มเติมเท่านั้น

การบำรุงรักษา

1. ส่วนของสวิตช์ By-Pass ATSE ไม่ต้องการบำรุงรักษา
2. ATSE By-Pass enclosure สามารถทนสภาพแวดล้อมการใช้งานได้ดังต่อไปนี้
 - a. อุณหภูมิใช้งาน : -20deg.C to + 70deg.C
 - b. อุณหภูมิในการจัดเก็บ: -20deg.C to + 70deg.C

AUTOMATIC CAPACITOR BANK

เครื่องควบคุมค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (AUTOMATIC CAPACITOR BANK) สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์อย่างอัตโนมัติ

พิกัดของ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- TYPE INDOOR (NONFLAMMABLE TYPE POLYPROPYLENE FILM OR METALLIZED POLYPROPYLENE IMPREGNATED WITH NON-PCB LIQUID, SELF HEALING
- NUMBER OF PHASE 3 เฟส 220/380 V
- RATED VOLTAGE 400 V. (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)
- RATED FREQUENCY 50 Hz.
- RATED OUTPUT ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- SWITCHING STEPS CYCLIC OPERATION (12 STEPS)

หมวดที่ 4 แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

- POWER LOSS ไม่เกิน 1 W/KVAR
- OPERATING - 10/+45°C

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

- FUSE PROTECTION ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 เท่าของ CAPACITOR และมีฟิวส์กระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุดต้องมีระบบอัตโนมัติตัดทั้ง 3 FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง 1 ชุด
- CONTACTOR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE)
- มี DISCHARGE RESISTANCE (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
- KVAR CONTROLLER เป็นแบบ ELECTRONIC CONTROL 220 V., CYCLIC OPERATION.
- มี POWER FACTOR METER.
- มี INDICATING LAMP
- มี AUTOMATIC AND MANUAL SWITCH
- มี TARGET P.F. ADJUSTABLE
- มี STARTING CURRENT SETTING(C/K)

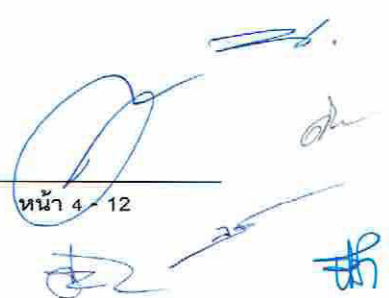
อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถตัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และติดตั้งไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

Vendor List

1. L.V Switch Board IEC60439-1-TTA Licensee :
ASEFA : BLOKSET ,ABB : MNS ,EATON : MODAN ,SCHNEIDER : BLOKSET ,TIC : MODAN
2. Circuit breaker : CUTLER HAMMER , GE , SCHNEIDER ,WESTING HOUSE
3. ATS :_ASCO ,KOHLER ,RUSSELECTRIC ,SOCOMEK
4. CAPACITOR AND CONTROLLER :_SCHNEIDER ,CIRCUTOR ,SOCOMEK
5. Digital Metering : SCHNEIDER ELECTRIC ,CIRCUTOR ,CHINT

6. Metering & Current Transformer : CIRCUTOR ,LOVATO ,AMPTRON ,CHINT

กรณีค่าพิกัด ข้อกำหนดอื่นใดไม่ตรงตามนี้ ต้องได้รับอนุมัติให้ใช้งานได้จากวิศวกรผู้ออกแบบ กรณีมีข้อขัดแย้งระหว่างรูปแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ให้ถือเอารูปแบบและวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นหลักทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงรายการอื่นใดหรือเปลี่ยนข้อกำหนดวัสดุต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature, a checkmark, and several smaller initials.

หมวดที่ 5 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้งานในโครงการนี้

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 โดยทั่วไปให้ใช้สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่มีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2531

2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STANDARD WIRE)

2.3 สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อโลหะ หรือ WIREWAY โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2531 ชนิด THW

2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน UNDERGROUND DUCT ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยวและตัวนำหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พีวีซี อย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2531 ชนิด NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้านชนิด FLEXIBLE CABLE หุ้มฉนวนพีวีซี 2 ชั้น ตาม มอก.11-2531

2.6 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP), HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMP (HID) เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน ASBESTOS หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า ซึ่งทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส

3. การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้-

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ต่อเมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า การดัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, ชนิด PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกดอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าความต้านทานของฉนวนที่กล่าวมา แล้วต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงอย่างน้อย 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน
- 5 กรณีมีข้อขัดแย้งระหว่างรูปแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ให้ถือเอารูปแบบและวัตถุประสงค์การใช้งานเป็นหลัก ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงรายการอื่นใดหรือเปลี่ยนข้อกำหนดวัสดุต้องได้รับการเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

หมวดที่ 6 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ
(FIRE RESISTANCE CABLE)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ใช้ระบุดูแลและจัดการจัดหาและการติดตั้งใช้งาน สำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE, LOW SMOKE - ZERO HALOGEN) ตามที่ระบุในแบบ และรายละเอียดนี้

2. มาตรฐาน

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นซึ่งเป็นที่ยอมรับ แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

3. เทคนิคการผลิต

3.1 สำหรับสายที่มีขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (STRANDED WIRE)

3.2 ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (FIRE RESISTANCE TAPE) เช่น MICA TAPE หรือวัสดุทนไฟอื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท CROSS LINKED POLYETHYLENE (XLPE) ชนิดพิเศษ มีความหนาตาม IEC 502

3.3 ในกรณีที่ เป็นสายตัวนำหลายแกน (MULTICORE CABLE) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี FILLER เพื่อความแข็งแรงของสาย

เปลือกหุ้มภายนอก (OUTER SHEATH) เป็นวัสดุประเภท POLYOLEFINE หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น LOW SMOKE - ZERO HALOGEN มีความหนาตาม IEC 502

3.4 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมี RATED VOLTAGE 600/1000 V มี MAXIMUM CONDUCTOR OPERATING TEMPERATURE ที่ 90°C สำหรับ CONTINUOUS DUTY และ 250°C ภายใต้สภาวะ SHORT-CIRCUIT

3.5 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องไม่ทำให้เกิด CORROSIVE GASES ขณะเกิดเพลิงไหม้

4. คุณสมบัติ และมาตรฐานการทดสอบ

4.1 คุณสมบัติในการทนไฟ (FIRE RESISTANCE) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้.-

- IEC 331
- IEEE 383
- VDE 0472 PART 814

4.2 คุณสมบัติในการต้านไฟ (FIRE RETARDANT) ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้.-

- IEC 332-3
- IEEE 383
- VDE 0472 PART 804/C
- NBN-C 30-004 CAT F2
- BS 4066 PART 3

4.3 คุณสมบัติด้าน FLAME RETARDANT ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้.-

- IEC 332-1
- NBN-C 30-004 CAT F1
- BS 4066 PART 1

4.4 คุณสมบัติด้าน LOW SMOKE AND FUMES (LSF) และ LOW SMOKE AND ZERO HALOGEN (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- | | | |
|-----------------------|---|----------------------------|
| ก. SMOKE; TEST METHOD | - | 27 m3 CABLE CHAMBER |
| | - | NBS CHAMBER |
| TEST STANDARD | - | ASTM D2843 |
| | - | UITP/APTA TEST E4 |
| | - | LONDON UNDERGROUND LIMITED |
| | - | BS 6724 |

ข. HALOGEN ACID CONTENT MEASURED (LESS THAN 5% HALOGEN ACID)

- IEC 754
- BS 6425 PART 1

4.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ ให้สถาปนิก หรือผู้ควบคุมงานพิจารณา ประกอบการขออนุมัติด้วย

5. การติดตั้ง

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสาย หรือเดินใน CABLE TRAY หรือ WIREWAY

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค เช่น CURRENT AMPERE RATING ตลอดจน TEST REPORT หรือ รายละเอียดอื่น ๆ ตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเรียกขอ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

6.
ดิ
2
#

หมวดที่ 7 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่น ๆ ด้วย) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้ง เป็นไปตาม ข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสาย

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยทั่วไปท่อทุกชนิดต้อง เป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ทูบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อย สายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้-

2.1 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องอุปกรณ์ ไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะและภายนอกอาคารต้องให้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไป ให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้ง ทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ

2.2 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้ งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อ เสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ

2.3 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อ EMT และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตรายตาม กำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วิศวกรรมสถานฯ

2.4 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อ IMC ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ การไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ

หมวดที่ 7 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพ และสถานที่ใช้งาน เช่น ในที่เปียกหรือชื้นแฉะ ต้องใช้เป็นชนิด WATER TIGHT การเดินท่อในพื้นที่หรือผนังคอนกรีต ต้องใช้เป็นชนิด CONCRETE TIGHT
- 2.6 ในกรณีระบุให้ใช้ท่อร้อยสายเป็นชนิด HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) ต้องเป็นท่อ HDPE ชนิด CLASS I/PN6 สำหรับท่อ MAIN หรือเป็น HDPE ชนิด CLASS II/PN4 สำหรับข้อต่อ ELBOW และท่อเดินลอย หรือเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า
- 2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดนี้.-
- ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การติดตั้งท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ
 - ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะ ต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3. CABLE TRAY

- 3.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 3.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- 3.3 การติดตั้งและการใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. WIREWAY

- 4.1 WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบ และผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ ELECTRO GALVANIZED หรือแผ่นเหล็กพอสเฟต และพ่นเคลือบด้วยสีป้องกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4.3 WIREWAY ที่มีความกว้างตั้งแต่ 30 เซนติเมตรเป็นต้นไป หรือ WIREWAY ที่มีลักษณะการติดตั้งอยู่ในแนวตั้ง (VERTICAL) ต้องมี CABLE SUPPORT ภายใน WIREWAY ทุก ๆ ระยะ 50 เซนติเมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเด้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้-

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อสายการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดีในการป้องกันน้ำ
- 5.3 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ
- 5.4 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS-LABORATORY) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสทาสีภายในที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึง และทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม การติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ในทุก ๆ ช่วง ต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 8 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่จำเป็นซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร ตามที่ระบุในแบบ
- 1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลัสต์ และสตาร์ทเตอร์รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่เป็นที่ยอมรับ
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

2. รายละเอียดวัสดุ

- 2.1 โคมไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้.-
 - ก. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก., VDE, หรือ NEMA
 - ข. ตัวโคม (HOUSING) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะโดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี
 - ค. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบ ELECTRO-GALVANIZED หรือเหล็กพอสเฟต และพันเคลือบด้วยสีอบความร้อน
 - ง. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตั้งแต่ 2 หลอดขึ้นไป ให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.80 มิลลิเมตร
 - จ. สำหรับดวงโคม DOWN LIGHT ให้ใช้ REFLECTOR ชนิดผิวลัมหรือให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ
- 2.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในดวงโคม ต้องเป็นไปตามกำหนดนี้.-
 - ก. สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอด ขนาด 18 และ 36 W., PRE - HEAT START, COOL WHITE COLOR (APPROX, 2900-3500 K), ~ 1300 Lumen สำหรับหลอด 18 W, ~ 3000 Lumen สำหรับหลอด 36 W ขั้วหลอดเป็นแบบ ROTARY LOCK ตามมาตรฐาน VDE
 - ข. สำหรับหลอด INCANDESCENT LAMP โดยทั่วไปให้ใช้หลอดผิวแก้วชั้น INSIDE-FROSTED GLASS RATED 220 โวลต์ ขาหลอดเป็นแบบเกลียว (E 27 BASE)
 - ค. หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไฟ INCANDESCENT ต้องเป็นไปตาม มาตรฐานของ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 2.3 บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดชนิด DISCHARGE ต้องเป็นแบบแกนเหล็ก ชนิด LOW POWER LOSS และ HIGH POWER FACTOR ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อาจใช้ LOW POWER FACTOR BALLAST ต่อกับ CAPACITOR เพื่อ IMPROVE POWER FACTOR ให้ได้อย่างน้อย 0.85 LAGGING) หรือใช้ชนิด ELECTRONIC BALLAST โดยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-

- ก. บัลลาสต์แกนเหล็ก ชนิด LOW POWER LOSS และ HIGH POWER FACTOR (สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์)
- ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 23-2521
 - มีค่า RATED MAXIMUM OPERATING TEMPERATURE OF BALLAST WINDING ไม่ต่ำกว่า 130 องศาเซลเซียส (t_w 130)
 - มีค่า BALLAST LOSS ไม่เกิน 6 วัตต์ และ RATED TEMPERATURE RISE OF BALLAST WINDING ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (Δt 30)
- ข. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (ELECTRONIC BALLAST)
- เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ \pm 10% ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
 - ผ่านการทดสอบรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน มอก. 885-2532 มอก.1506-2541
 - มีค่าฮาร์โมนิกรวมของกระแสไฟฟ้าด้านเข้า (THD, TOTAL HARMONIC DISTORTION OF INPUT CURRENT) ไม่เกิน 25% ตามมาตรฐาน IEC 61000-3-2 หรือ VDE 0712 Part 23/25 หรือ ANSI หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า และค่าฮาร์โมนิกแต่ละอันดับไม่สูงกว่าที่กำหนดใน มอก.1506-2541
 - มีค่าตัวประกอบกำลังของวงจร (CIRCUIT POWER FACTOR, λ) ไม่น้อยกว่า 0.95
 - กำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (INPUT POWER, P_{in}) เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มอก.1506-2541 หรือ IEC 60929 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ต้องมีค่าดังนี้.-
 - ไม่เกิน 37 วัตต์ / หลอด กรณีใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์
 - ไม่เกิน 19 วัตต์ / หลอด กรณีใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์
 - รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าทำงานของหลอด มีค่าตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสไฟฟ้าผ่านหลอด (LAMP CURRENT CREST FACTOR) ไม่เกิน 1.7 หรือ ตามมาตรฐาน มอก.1506-2541 หรือ IEC 60929 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - ขณะทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ บัลลาสต์จะต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดส่องสว่าง มีค่าตัวประกอบการส่องสว่างของบัลลาสต์ (BALLAST LUMEN FACTOR) ไม่น้อยกว่า 94% ของค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่กำหนดของหลอด ตามมาตรฐาน มอก.236-2533 หรือ IEC 60081 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - มีวงจรป้องกันการเสียหายเมื่อบัลลาสต์ถูกทดสอบตามภาวะบกพร่อง (FAULT CONDITION) หรือภาวะผิดปกติ เช่น ไม่ได้ต่อหลอด, ใส้หลอดขาด, ใส้หลอดเสื่อม และผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 885-2532 หรือ IEC 60928 หรือ UL 935 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - ผ่านการทดสอบความทนทาน ตามมาตรฐาน มอก.1506-2541 หรือ IEC 60929 โดยทดสอบที่อุณหภูมิบนตัวกล่องบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ขณะทดสอบมีค่าอุณหภูมิ (T_c) 90°C
 - มีวงจรป้องกันการรบกวนจากการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นวิทยุรบกวน (EMI, EMC, RFI SUPPRESSION)

- 2.4 สตาร์ทเตอร์และ CAPACITOR ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้
- 2.5 โคมไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบมีแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียม ต้องเป็นแบบประสิทธิภาพสูง โดยแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียมต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงรวม (TOTAL REFLECTANCE) ไม่น้อยกว่า 95% ตามมาตรฐาน ASTM หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าพื้ขึ้นรูปให้ได้การสะท้อนแสงที่ดี
- 2.6 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้สายอ่อน (FLEXIBLE WIRE) หุ้มฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด INCANDESCENT หรือ หลอด HID ให้ใช้สายหุ้มฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 90 °C เช่น หุ้มฉนวนใยหิน เป็นต้น
- 2.7 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่ทั้งหมดไม่เคยถูกใช้งานในโครงการอื่นมาก่อน
3. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (SELF-CONTAINED BATTERY EMERGENCY LIGHT)
- 3.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะตัดตัววงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 3.2 หลอดไฟฟ้าให้ใช้หลอด HALOGEN 55 วัตต์ 12 โวลต์ จำนวน 2 หลอด
- 3.3 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นชนิด SEALED LEAD ACID BATTERY 12 โวลต์ DC ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่าขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 3.4 ให้มี INDICATING LAMP และอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้.-
- ก. หลอดไฟแสดงสถานะการประจุแบตเตอรี่ (CHARGE และ FULL CHARGE)
 - ข. หลอดไฟแสดงสถานะของ AC LINE
 - ค. AC FUSE และ DC FUSE
 - ง. SWITCH ON-OFF
 - จ. TEST BUTTON
- 3.5 TEST BUTTON มีไว้เพื่อทดสอบแบตเตอรี่ และชุด REMOTE LAMP (กรณีที่กำหนดให้มี) ต้องมี REMOTE TEST BUTTON และ INDICATING LAMP แสดงสถานะภาพการประจุแบตเตอรี่ และ INPUT LINE ด้วย

- 3.6 HOUSING สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.80 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี EPOXY ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนเพียงพอ
- 3.7 การติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบโดยระดับของหลอดไฟฟ้าต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุด REMOTE LAMP (กรณีที่กำหนดให้มี) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

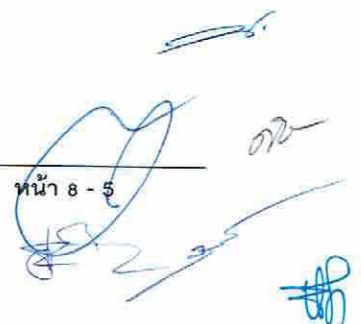
4. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (EXIT LIGHT, FIRE EXIT LIGHT)

- 4.1 ตัวโคมให้พบขึ้นรูป มีขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบโดยใช้แผ่นเหล็กเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.80 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี EPOXY
- 4.2 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสงแบบ ACRYLIC DIFFUSER ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 เมตร โดยป้ายนี้อาจมีเพียงด้านเดียวหรือทั้ง 2 ด้านของตัวโคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ติดตั้ง
- 4.3 หลอดไฟฟ้าให้ความแสงสว่างให้เป็นไปตามระบุในแบบ
- 4.4 การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือ ตามความเหมาะสม ตามกฎข้อบังคับของกรมตำรวจดับเพลิง และกรุงเทพมหานคร
- 4.5 โคมแสงสว่างป้ายทางออกต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ SOLID STATE ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้ต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 4.6 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็น SEALED LEAD ACID BATTERY ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่าขีดแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 4.7 ให้มี INDICATING LAMP และอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้.-
- ก. หลอดไฟแสดงสถานะการประจุแบตเตอรี่ (CHARGE และ FULL CHARGE)
 - ข. หลอดไฟแสดงสถานะของ INPUT LINE
 - ค. AC FUSE และ DC FUSE
 - ง. SWITCH ON-OFF
 - จ. TEST BUTTON
- 4.8 TEST BUTTON มีไว้เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่

5. การขออนุมัติ

ก่อนการติดตั้งโคมไฟฟ้า ต้องเสนอขออนุมัติจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานก่อน โดยจัดส่งแคตตาล็อก ระบุรายละเอียดของ ผู้ผลิต, รุ่น, วัสดุที่ใช้, หลอดไฟฟ้า ฯลฯ ให้ชัดเจน ทั้งนี้อาจจำเป็นต้องจัดส่งตัวอย่างโคมไฟเพื่อประกอบการอนุมัติหากมีการร้องขอ

การติดตั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสม และตามความเห็นชอบของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน



หมวดที่ 9 สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

2. สวิตช์ไฟฟ้า

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE, QUIET TYPE แบบฝังกับผนังบนกล่องโลหะขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์ โดยใช้จำนวนไฟฟ้าที่ดี ซึ่งทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้ง่าย
- 2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด ILLUMINATED LAMP ในตัว และไฟติดเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงาน
- 2.4 COVERPLATE ต้องเป็น STAINLESS PLATE (ถ้าไม่ระบุในแบบเป็นอย่างอื่น)
- 2.5 SWITCH BOX สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุปป้องกันสนิมอย่างดีโดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร
- 2.6 การติดตั้ง SWITCH BOX ให้ฝังในผนัง กำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร หรือตามที่ระบุ

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน (UNIVERSAL TYPE) รูเสียบสำหรับสายเส้นไฟต้องมีม่านนิรภัย (SAFETY SHUTTER) ใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสาแล้วแต่กรณี ตามที่กำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 ต้องมีจำนวนไฟฟ้าที่ดี โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 3.3 เต้ารับไฟฟ้าชนิดพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

- 3.4 CONVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด
- 3.5 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามที่ระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.30 เมตร หรือตามที่ระบุ
- 3.6 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องจัดเตรียมเต้าเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนเต้ารับ นั้น ๆ ด้วย

4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับโดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบ ฉนวนของสายไฟฟ้า

หมวดที่ 10 ระบบต่อลงดิน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) อุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะซึ่งอาจมีกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า การวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎ และมาตรฐานดังต่อไปนี้.-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า " หมวด 6 สายดิน และการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัย ทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- กฎการเดินสาย และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า พ.ศ. 2538 ของการไฟฟ้านครหลวง
- มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

2. หลักดิน

2.1 หลักดินให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตามที่ระบุในแบบ เพื่อให้ได้ความต้านทานการลงดิน (GROUNDING RESISTANCE) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย GROUND METER หรือ EARTH TESTER

2.2 การปักหลักดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างกันประมาณ 3.00 เมตร โดยหลักดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุในแบบ และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDING

3. สายดิน (GROUND CONDUCTOR)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินสำหรับวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ต้องเป็นดังนี้.-

3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (SYSTEM GROUND)

เพื่อต่อสายศูนย์ (NEUTRAL) ด้านทุติยภูมิ (SECONDARY) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายเมนของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางนี้

ขนาดต่ำสุดของสายดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10 (ควรเดินในท่อ)
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

3.2 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND)

โครงสร้างโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่ควรจะเป็นส่วนที่มีกระแสไหล และเป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ ให้มีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดขึ้นโดยขนาดของสายดิน ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกัน สำหรับวงจรนั้น ๆ ตามตารางนี้

ขนาดต่ำสุดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัด หรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
6-16	1.5
20-25	4
30-63	6
80-100	10
125-200	16
225-400	25
500	35
600-800	50
1000	70
1200-1250	95
1600-2000	120
2500	185
3000-4000	240
5000-6000	400

หมายเหตุ กรณีต้องต่อลงดิน ท่อสาย (Raceway) ให้ใช้ขนาดของสายดินตามตารางนี้ด้วย

4. ระบบต่อลงดิน แยกอิสระ (ISOLATED GROUND)

4.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้มีสายดินแยกจากสายดินทั่วไป ตามที่กล่าวมาในข้อ 3

4.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี หรือตามที่ระบุในแบบ โดยมีขนาดตามที่ระบุในแบบ สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักดินโดยตรง และสามารถเข้าร่วมกับหลักดินของระบบไฟฟ้าทั่วไปหรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

5. การติดตั้ง และการทดสอบ

- 5.1 สายดินกรณีหุ้มฉนวน สีของฉนวนต้องเป็นสีเขียว หรือเขียวสลับเหลือง
- 5.2 สายดินเส้นเดียวของสายวงจรที่เดินในท่อโลหะ สายดินดังกล่าวต้องร้อยในท่อเดียวกับสายวงจรมันด้วย ห้ามเดินนอกท่อ
- 5.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกนอกเป็นโลหะ และอยู่ในระยะที่บุคคลทั่วไปสามารถสัมผัสได้ จำเป็นต้องมีสายดิน ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่เกินเอื้อม คือ ระยะห่างมากกว่า 2.4 เมตร ในแนวดิ่ง และระยะห่างกว่า 1.5 เมตร ในแนวระดับ ไม่ต้องมีสายดิน
- 5.4 แผงสวิตช์ย่อยที่ไม่ใช้ตู้เมนสวิตช์ ต้องแยกขั้วต่อสายดิน และขั้วต่อสายศูนย์ เป็นคนละชุด และห้ามต่อกัน (ขั้วต่อสายศูนย์ต้องมีฉนวนทับกับท่อตู้โลหะ)
- 5.5 แผงสวิตช์ในห้องอาคารชุดให้ถือว่าเป็นแผงสวิตช์ย่อย ดังนั้นสายศูนย์ และสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าห้ามต่อกัน
- 5.6 สายศูนย์ และสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อกันได้แห่งเดียว คือภายในตู้เมนสวิตช์
- 5.7 จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องอยู่ด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจรตัวแรกของตู้เมนสวิตช์
- 5.8 ภายในอาคารหลังเดียวกัน ไม่ควรมีจุดต่อลงดินมากกว่า 1 จุด
- 5.9 ท่อสาย เครื่องห่อหุ้ม โครงโลหะ และส่วนโลหะอื่น ๆ ของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ได้เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้า ต้องมีระยะห่างจากสายล่อฟ้าไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร หรือต้องต่อฝากเข้ากับสายล่อฟ้า
- 5.10 ห้ามใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน
- 5.11 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ทุกๆระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 5.12 การตรวจสอบให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

หมวดที่ 11 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. ความต้องการทั่วไป

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (CONVENTIONAL SYSTEM) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดตามที่ระบุในแบบ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
" TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร และสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร "
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78
- BRITISH STANDARD INSTITUTION (BS6651 : 1985)

2. ความต้องการด้านเทคนิค

- 2.1 หลักระสายดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไปจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด
- 2.2 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด
- 2.3 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักสายล่อฟ้าให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ในกรณีที่ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด TAPE ให้เป็น ANNEALED BARE COPPER TAPE
- 2.4 หลักระล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ยาว 2 ฟุต ติดตั้งที่สูงที่สุดของอาคาร หรือตามระบุในแบบ
- 2.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนวให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ตามแนวและระดับที่กำหนดในแบบ

2.6 การเชื่อม (WELDING) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า มีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี EXOTHERMIC WELDING เว้นแต่ในกรณีจำเป็น อาจจะใช้วิธีอื่น แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

ตัวนำลงดินควรเดินห่างจากท่อสาย และอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ส่วนการติดตั้งโดยทั่วไป ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อ้างอิงข้างต้น โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณา

หมวดที่ 12 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ
(SURGE PROTECTIVE DEVICES)

1. **ข้อกำหนดทั่วไป**

การป้องกันแรงดันเสิร์จให้มีการป้องกันเป็นระบบครอบคลุมทั้งระบบ POWER SUPPLY อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จจากฟ้าผ่า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันกระแสไฟฟ้า และแรงดันเสิร์จเนื่องจากฟ้าผ่า และการสวิตซ์ซึ่ง

2. **มาตรฐาน**

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 1024-1, IEC1312-1, VDE0675

3. **รายละเอียดอุปกรณ์**

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จแต่ละแบบขึ้นอยู่กับตำแหน่งของการติดตั้ง มีรายละเอียดดังนี้.-

3.1 **SPD1 (LIGHTNING CURRENT ARRESTER)**

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสฟ้าผ่า (COARSE PROTECTION : LPZ0 – LPZ1) ใช้ติดตั้งที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD : MDB มีลักษณะอุปกรณ์เป็น ARC QUENCHING SPARK GAP ที่หน้าตู้ดับก และกำจัดกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทน และสามารถดับกระแสไหลตาม (LINE-FOLLOW CURRENT) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้

TECHNICAL DATA

Arrester Class	:	B
Nominal Voltage	:	230 Vac/50 Hz
Arrester Voltage	:	≥ 330 Vac/50 Hz
Lightning test current (10/350 μ s) acc to IEC 1024-1	:	50 kA per phase
Quenching Short Circuit at U_n without backup fuse	:	50 kA _{rms}
Protection level	:	≤ 2.5 kV
Response time	:	≤ 1 μ s
Protection	:	IP 20

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง LIGHTNING ARRESTER ระหว่าง L-G และ N-G ที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) และให้มี BACK UP FUSE ขนาดเท่ากับขนาดของกระแส MAIN CB/1.6 แต่ไม่เกิน 250A gL (หรือขนาดระบุตามแบบ) ระหว่างสายเฟส (L) และ ARRESTER

3.2 SPD2 (SURGE VOLTAGE ARRESTER)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันระดับกลาง (MEDIUM PROTECTION : LPZ 1-LPZ 2) ใช้ติดตั้งที่ SUB DISTRIBUTION BOARD ทำหน้าที่ดักแรงดันลึร์จที่หลงเหลือจาก SPD 1 โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.2.1 ส่วน BASE ELEMENT

3.2.2 ส่วน PLUG UNIT

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

- MOV ติดตั้งระหว่าง L1, L2, L3-N
- SPARK GAP ติดตั้งระหว่าง N-G

ส่วน BASE ELEMENT เป็นส่วนที่เป็นชุดฐาน 4 POLE เพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้ง ชุด PLUG UNIT และจะต้องมีการ CODE อุปกรณ์เพื่อป้องกันการใส่ PLUG UNIT ที่เป็นระดับแรงดันอื่น ส่วน PLUG UNIT เป็นส่วนที่ใช้เป็น SURGE VOLTAGE ARRESTER มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV สำหรับ L-N และ SPARK GAP สำหรับ N-G ชุด PLUG UNIT จะต้องมีการ INDICATOR แสดงว่าอุปกรณ์มีอยู่ในสภาพใช้งานได้ กรณีที่ PLUG UNIT ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ INDICATOR จะแสดงคำว่า "DEFECT" หรืออื่น ๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า PLUG UNIT นั้น ไม่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน ARRESTER จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการลัดวงจร

TECHNICAL DATA ของส่วน BASE ELEMENT

Arrester Class	:	C
Nominal Voltage Un	:	230 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	:	275 Vac
Nominal discharge Surge Current Isn (8/20 μs)	:	20 kA per phase
Max discharge Surge Current Imax (8/20 μs)	:	40 kA per phase
Leakage Current	:	≤ 0.3 mA
Response time	:	25 ns
Protection Level (5 kA)	:	≤ 1000 V
Protection Level with Isn (20 kA)	:	≤ 1350 V
Protection type	:	IP 20

TECHNICAL DATA ของส่วน PLUG UNIT

Arrester Class	:	II/C
Nominal DC. Spark Over Voltage	:	500 V \pm 20%
Arrester Rated Voltage U_c	:	\geq 260 Vac
Lightning Test Current (10/350)	:	\geq 12 kA/6As
Nominal discharge Surge Current I_{sn} (8/20 μ s)	:	20 kA per phase
Max discharge Surge Current I_{max} (8/20 μ s)	:	40 kA per phase
Quenching short circuit without backup fuse	:	\geq 200 A rms
Response time	:	\leq 100 ns
Protection Level	:	\leq 1 kV
Protection type	:	IP 20

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง SURGE VOLTAGE ARRESTER 4 POLE ขนาดระหว่าง L-N และ N-G ที่ SUB DISTRIBUTION BOARD ให้มี BACK UP FUSE ขนาด 125 A gL ในกรณีที่ MAIN CB มีขนาดมากกว่า 125 A ระหว่างสายเฟส และ ARRESTER

ทั้งนี้ระยะระหว่าง SPD1 และ SPD2 จะต้องมากกว่า หรือเท่ากับ 10 เมตร

3.3 SPD3 (COMBINE SPD1 และ SPD2)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันระดับสนาม และระดับกลาง (COARSE AND MEDIUM PROTECTION : LPZ 0-LPZ 2) ใช้ติดตั้งที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD ลักษณะของอุปกรณ์เป็นการรวม SPD1 และ SPD2 เข้าด้วยกัน กรณีที่ระยะทางระหว่าง SPD1 และ SPD2 มีระยะทางสั้นกว่า 10 เมตร โดยเมื่อรวมอุปกรณ์แล้ว PROTECTION LEVEL จะต้องไม่เกิน 1500 V โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.3.1 LIGHTNING CURRENT ARRESTER

TECHNICAL DATA

Arrester Class	:	B
Nominal Voltage	:	230 Vac/50 Hz
Arrester Voltage	:	\geq 440 V, 50 Hz
Lightning Test Current (10/350 μ s) acc. to IEC 1024-1	:	50 kA per phase
Quenching short circuit at U_n without backup fuse	:	50 kA _{rms}

Protection level	: ≤ 1.5 kV
Response time	: < 1 μ s
Protection	: IP 20

3.3.2 SURGE VOLTAGE ARRESTER

TECHNICAL DATA

Arrester Class	: C
Nominal Voltage Un	: 400 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	: 440 Vac
Nominal discharge Surge Current Isn (8/20 μ s)	: 20 kA per phase
Max discharge Surge Current Imax (8/20 μ s)	: 40 kA per phase
Response time	: 25 ns
Protection level (5 kA)	: 1.75 kV
Protection Level with Isn	: ≤ 2.2 kV
Protection type	: IP 20

3.4 SPD4 (DEVICE PROTECTION)

เป็นการป้องกันในระดับอุปกรณ์ เช่น PLC, COMPUTER, FIRE ALARM, BAS, โทรศัพท์ หรืออื่น ๆ อุปกรณ์ป้องกันจะต้องมีการป้องกันทั้ง COMMON MODE และ NORMAL MODE การเลือกใช้อุปกรณ์ให้เป็นไปตามลักษณะดังนี้.-

3.4.1 อุปกรณ์ที่มี POWER SUPPLY ด้านเข้า 24 Vdc

TECHNICAL DATA

Arrester Class	: D
Rate Voltage	: 24-34 Vdc
Arrester Rated Voltage	: > 34 Vdc
Nominal Current	: 20 A
Max. Surge discharge current (8/20) sym/asym	: 2/2 kA
Protection level sym/asym	: 0.22/0.2 kV
Response time sym/asym	: 25/100 ns

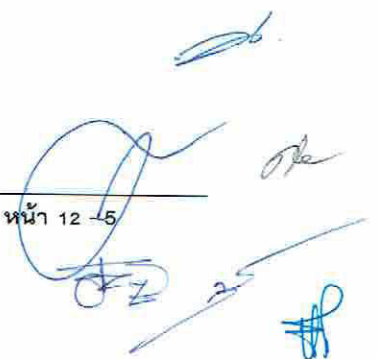
3.4.2 อุปกรณ์ที่มี POWER SUPPLY ด้านเข้า 230 Vac

TECHNICAL DATA

Arrester Class	:	D
Rate Voltage	:	230 Vac
Arrester Rated Voltage	:	250 Vac
Nominal Current	:	≥ 16 A
Max. Surge discharge current (8/20) sym/asym	:	2.5/6.5 kA
Protection level sym/asym	:	1.2/1.2 kV
Response time sym/asym	:	25/100 ns

NOTE : กรณีพิเศษสำหรับระดับแรงดัน 230 Vac

- 1) กรณีติดตั้งนอกอาคารให้ติดตั้ง SPD2 เพิ่มเติม เพื่อป้องกัน SURGE ขนาดใหญ่ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำจากการเกิดฟ้าผ่า
- 2) กรณีที่มีการติดตั้งระบบกราวด์เพิ่มเติมเป็นพิเศษที่อุปกรณ์ ให้ติดตั้ง SPD3 แทน SPD4



หมวดที่ 13 ระบบเสียง
(PAGING SYSTEM)

1. **ความต้องการทั่วไป**

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมการจัดหาระบบเสียง ซึ่งประกอบด้วย ระบบประกาศเรียกทั่วไป (PUBLIC ADDRESS) และระบบเสียงเพลง (BACK GROUND MUSIC) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ และข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2. **อุปกรณ์ในระบบเสียง**

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ในระบบเสียงดังนี้-

- 2.1 MICROPHONE และ ELECTRONIC CHIME
- 2.2 เครื่องขยายเสียง (POWER AMPLIFIER & PRE-AMPLIFIER)
- 2.3 ลำโพง และอุปกรณ์ควบคุมระดับเสียง (VOLUMN CONTROL)
- 2.4 อุปกรณ์ประกอบ
- 2.5 การติดตั้ง และการเดินสาย

3. **ไมโครโฟน (MICROPHONE)**

ไมโครโฟน ต้องเป็นชนิด "DYMAMIC" และเป็นแบบติดตั้งบนโต๊ะ มีก้านเป็นคอห่านสามารถปรับได้ทุกทิศทาง มีสวิทช์ ปิด-เปิด และมี REMOTE ZONE SELECTOR SWITCH สามารถเลือกประกาศเรียกได้ตามที่ต้องการ จำนวน ZONE ในการประกาศเรียกให้ดูจากแบบ

นอกจากนี้ไมโครโฟนมี รูปแบบการรับสัญญาณเป็นลักษณะ UNI-DIRECTIONAL และมีคุณสมบัติอื่น ๆ ดังนี้-

- SENSITIVITY : 2.2 mV/Pa±4dB
- FREQUENCY RESPONSE : 270-11000 Hz
- IMPEDANCE (LOAD) : 600 โอห์ม
- PRIORITY CONTACT : YES.

4. **เครื่องขยายเสียง**

4.1 เครื่อง PRE-AMPLIFIER (ถ้ามี)

เครื่อง PRE-AMPLIFIER ต้องสามารถรับสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน, เครื่องเล่นเทป, วิทยุ และ CD ได้ สามารถรวมสัญญาณจากแหล่งสัญญาณเสียงต่าง ๆ แล้วกำหนดลำดับความสำคัญก่อนหลังในการออกอากาศได้ โดยผ่านเครื่อง POWER AMPLIFIER เครื่อง PRE-AMPLIFIER ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้-

- สัญญาณรับ (INPUT) : สามารถรับได้ 5 สัญญาณ (MICROPHON OR LINE)
- สัญญาณส่ง (OUTPUT) : สามารถส่งได้ 5 สัญญาณ, MASTER, HEAD PHONE, TAPE OUT
- OUTPUT SIGNAL : $1 V \pm 1 \text{ dB}$
- LED VU INDICATOR : YES.
- FREQUENCY RESPONSE : 60-18000 Hz
- PRIORITY FUNCTION : BUILT IN
- MAIN POWER SUPPLY : 220 VAC 50 Hz

ระบบควบคุมลำดับความสำคัญก่อน และหลัง (PRIDRITY MODE) จะทำงานดังนี้.-

- ก. สัญญาณจากช่องแรกจะมีความสำคัญที่สุด สามารถออกอากาศได้ก่อนสัญญาณจากช่องอื่น
- ข. ดังนั้นสัญญาณช่องที่ 1 จะมีความสำคัญกว่าสัญญาณช่องที่ 2 ถึงช่องที่ 5 และสัญญาณจากช่องที่ 2 จะมีความสำคัญมากกว่าสัญญาณช่องที่ 3 ถึง 5 เป็นต้น
- ค. ช่องสัญญาณส่วนที่ส่งออกอากาศ จะเป็นการร่วมสัญญาณจากช่องสัญญาณที่เลือกไว้แล้ว

หมายเหตุ ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่อง PRE AMPLIFIER ในกรณีที่เครื่อง POWER AMPLIFIER ไม่สามารถทำงานร่วมกับสัญญาณเสียงหลายสัญญาณได้

4.2 เครื่อง POWER AMPLIFIER

เครื่อง POWER AMPLIFIER ต้องเป็นเครื่องขยายเสียงที่มีคุณภาพสูง สามารถรับสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน, เครื่องเล่นเทป, วิทยุ และ CD ได้ และสามารถใช้งานประกาศเรียก ทั้งขนาดกลาง และขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดี เครื่อง POWER AMPLIFIER ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-

- มาตรฐาน : IEC, DIN หรือเทียบเท่า
- กำลังขยาย : ระบุไว้ในแบบ
- OUTPUT VOLTAGE : 100 V
- TOTAL HARMONIC DISTORTION : น้อยกว่า 1%
- FREQUENCY RESPONSE : 60-18000 Hz
- SIGNAL TO NOISE RATIO : ไม่น้อยกว่า 60 dB
- อุปกรณ์ประกอบ : SINGLE MASTER VOLUME CONTROL, ELECTRONIC CHIME, LED VU METER
- MAIN POWER SUPPLY : 220 VAC 50 Hz

5. ลำโพง และอุปกรณ์ควบคุมระดับเสียง

5.1 ลำโพงแบบติดเพดาน (CEILING LOUD SPEAKER)

ลำโพงแบบติดเพดาน ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-

- ชนิด : ชนิดติดเพดาน ใช้ในบริเวณสำนักงาน และพื้นที่สาธารณะทั่วไปในอาคาร มีลักษณะกลมขนาด 6 นิ้ว แบบติดฝังบนฝ้าเพดาน พร้อมมีหน้ากาก (GRILLE) แบบสวยงาม ลำโพงจะประกอบด้วย MATCHING TRANSFORMER 100 V. LINE
- POWER CAPACITY : 6 W. สามารถเลือกต่อเป็น 3 W. และ 1.5 W. ได้
- MAX. POWER CAPACITY : 9 W.
- INPUT LINE VOLTAGE : 100 V.
- SOUND PRESSURE LEVEL AT 1 m./1 W./1 kHz. : 90 dB
- FREQUENCY RESPONSE : 80-18000 Hz.

5.2 ลำโพงแบบ SOUND PROJECTOR (ถ้ามี)

ลำโพงแบบ SOUND PROJECTOR จะใช้ในบริเวณพื้นที่ที่มีความยาวมากกว่าปกติ เช่น ทางเดิน, ศูนย์การค้า, อาคารจอดรถ ซึ่งใช้ได้ทั้งภายนอก และภายในอาคารได้ และติดตั้งได้ทั้งผนังหรือเพดาน ลำโพง SOUND PROJECTOR ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-

- POWER CAPACITY : ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- SOUND PRESSURE LEVEL AT 1 m./1 W./1 kHz. : 92 dB
- SOUND PRESSURE LEVEL : 102 dB
- EFFECTIVE FREQUENCY : 140 Hz – 13 kHz
- INPUT VOLTAGE : 100 V.
- RATED IMPEDANCE : 1000 Ω
- ACCESSORIES : STEEL MOUNTING BRACKET
: SPLASH-PROOF HOUSING

5.3 ลำโพงแบบ HORN (HORN LOUD SPEAKER) (ถ้ามี)

ลำโพงแบบ HORN จะใช้ภายนอกอาคาร หรือในที่โล่งภายในอาคาร ลำโพงต้องมีน้ำหนักเบา กันน้ำ และฝุ่นได้ดี สามารถปรับทิศทางการกระจายเสียงได้ โดยมี WALL MOUNTING BRACKET ชนิดปรับได้ ลำโพงแบบ HORN ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-

- RATED POWER : 20 W. (หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ)
- SOUND PRESSURE LEVEL : 110 dB
AT 1 m./1 W./1 kHz.
- MAX SOUND PRESSURE : 120 dB
- EFFECTIVE FREQUENCY : 350 Hz – 5500 Hz
- INPUT VOLTAGE : 100 V.
- RATED IMPEDANCE : 500 โอห์ม
- มุมในการกระจายเสียง แนวนอน : 35° ถึง 85°
แนวตั้ง : 35° ถึง 85°
- อุปกรณ์ประกอบ : MOUNTING BRACKET

5.4 อุปกรณ์ ควบคุมระดับเสียง (VOLUMN CONTROL)

อุปกรณ์ควบคุมระดับเสียง จะติดตั้งบริเวณใด ๆ ที่ต้องการปิด หรือเปิด หรือปรับระดับของเสียงได้ตามต้องการ เช่น ห้องทำงาน ห้องประชุม เป็นต้น สามารถปรับระดับเสียงได้ในช่วง ปิดเสียงจนถึงระดับเสียงดังสูงสุด อุปกรณ์ดังกล่าวเป็นชนิดติดตั้งในผนัง สูงจากระดับพื้น 1.20 เมตร ตำแหน่งหรือพื้นที่ที่ติดตั้งให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

6. การติดตั้ง

- 6.1 การติดตั้งให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 6.2 การ WIRING ให้เป็นไปตามลักษณะเดียวกันกับ WIRING ระบบไฟฟ้า
- 6.3 สายสัญญาณ ให้ใช้สายตัวนำไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร พันเกลียวเป็นคู่ ๆ เดินร้อยในท่อร้อยสาย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ½ นิ้ว
- 6.4 ลำโพง, อุปกรณ์ ควบคุมระดับเสียง, เครื่องขยายเสียง และไมโครโฟน ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ

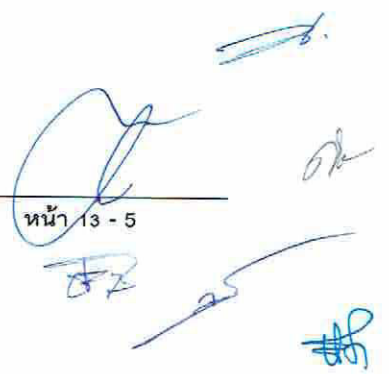
7. การทดสอบ

การทดสอบต้องประกอบด้วยอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 7.1 วัดค่าฉนวนของสายไฟ หรือสายสัญญาณต่าง ๆ
- 7.2 ตรวจสอบจุดต่อสายไฟต่าง ๆ
- 7.3 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้คุณสมบัติตามข้อกำหนดหรือไม่

8. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของผู้ว่าจ้าง วิธีการใช้งาน และบำรุงรักษาอุปกรณ์ทางด้านระบบเสียง พร้อมส่งมอบคู่มือการใช้งานแก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 5 ชุด



หมวดที่ 14 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ MULTIPLEX ตามที่ระบุไว้ในแบบ และเป็นระบบ NON-CODE, PRESIGNAL ตามมาตรฐาน NFPA โดยที่วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ ต้องได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL LISTED)

1.2 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ อย่างน้อยที่สุดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้-

- ก. แผงควบคุม (FIRE ALARM CONTROL PANEL : FCP)
- ข. แผงแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (LOCAL AND REMOTE ANNUNCIATOR : ANN AND RANN)
- ค. สวิตช์แจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ (MANUAL STATION)
- ง. ตัวตรวจจับควัน (SMOKE DETECTOR)
- จ. ตัวตรวจจับความร้อน (HEAT DETECTOR)
- ฉ. อุปกรณ์ส่งเสียง ALARM (ALARM BELL)
- ช. โทรศัพท์ติดต่อ (FIRE MAN TELEPHONE)
- ซ. รีเลย์ควบคุมระบบต่าง ๆ (CONTROL RELAY)
- ณ. เครื่องอัดไฟฟ้าแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ BACK UP

2. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบเป็นแบบ PRESIGNAL เมื่อมีการแจ้งเหตุโดย MANUAL STATION หรือ DETECTOR ที่ชั้นใดหรือโซนใด ๆ ระบบจะแจ้งสัญญาณไปที่ FCP หลอด LED ที่ ANNUNCIATOR และ REMOTE ANNUNCIATOR (ถ้ามี) จะติดสว่าง พร้อมทั้งมีเสียงสัญญาณเตือนเพื่อให้เจ้าหน้าที่รับทราบจนกว่าจะกด SILENCE SWITCH เสียงสัญญาณจะเงียบ แต่หลอดไฟฟ้ายังคงติดสว่างอยู่นานกว่าเจ้าหน้าที่จะเข้าแก้ไขจนระบบสัญญาณกลับสู่สภาวะปกติ แต่ถ้าไม่มีผู้ใดกด SILENCE SWITCH ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ (สามารถโปรแกรมได้) ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเหตุไปที่โซนนั้น และ/หรือโซนใกล้เคียง (โดยสามารถโปรแกรมได้เช่นกัน) และภายในเวลา 5-10 นาทีต่อไปก็จะส่งสัญญาณแจ้งเหตุทั่วทั้งอาคาร (GENERAL ALARM) การส่งสัญญาณ GENERAL ALARM นี้สามารถทำได้โดยตรงโดยใช้ KEY SWITCH ที่ MANUAL STATION ด้วย

เมื่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน ต้องมี ALARM RELAY CONTACT อย่างน้อย 1 SPDT (สามารถเพิ่มเติมได้ภายหลัง) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ LIFT เป็นต้น

เมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้นในระบบ เช่น สายสัญญาณขาด หรืออุปกรณ์ถูกถอด จะต้องมียุติสัญญาณไฟ LED TROUBLE และข้อความบนจอ LCD แสดงจุดที่เกิด TROUBLE พร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุม

3. ความต้องการทางด้านเทคนิค

3.1 แผงควบคุม(FIRE ALARM CONTROL PANEL : FCP)

ทำด้วยแผ่นเหล็กหนา ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต ภายในประกอบด้วยวงจรรีเลย์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด MODULAR UNIT ต่าง ๆ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์ โดยแปลงไฟมาจากวงจรไฟสลัป 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- ก. หลอดไฟแสดงสถานะต่าง ๆ ดังนี้.-
- AC POWER ON
 - สถานะเกิดเพลิงไหม้ (ALARM)
 - สถานะสายสัญญาณขัดข้อง (TROUBLE)
 - AC POWER FAILURE
 - แรงดันแบตเตอรี่ต่ำ (LOW BATTERY VOLTAGE)
 - วงจรรั่วลงดิน (GROUND FAULT)
- ข. สวิตช์ควบคุม (CONTROL SWITCH) สำหรับรับทราบเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังนี้.-
- สวิตช์ตัดเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (ALARM ACKNOWLEDGE)
 - สวิตช์ยกเลิกสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (SYSTEM RESET)
 - สวิตช์ส่งเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (GENERAL ALARM)
 - สวิตช์ทดสอบหลอดไฟสัญญาณ (LAMP TEST SWITCH)

3.2 แผงแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (LOCAL และ REMOTE ANNUNCIATOR : ANN / RANN)

เป็นแผงแสดงพื้นที่หรือโซนของสถานที่ที่เกิดเหตุต่าง ๆ โดยใช้หลอดไฟสัญญาณแสดงตำแหน่งของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ได้แบ่งไว้ตามแผนผังของอาคาร(GRAPHIC ANNUNCIATOR) และที่ REMOTE ANNUNCIATOR (ถ้ามี) ต้องประกอบไปด้วยสวิตช์ต่าง ๆ ดังนี้.-

- ACKNOWLEDGE SWITCH
- SYSTEM RESET SWITCH
- GENERAL ALARM SWITCH
- LAMP TEST SWITCH

ตัวแผงทำจาก STAINLESS STEEL ชนิดด้าน (HAIR LINE FINISHED) กัดเจาะร่องเป็นรูปภาพสถานที่ หรือผังอาคาร (GRAPHIC) พร้อมติดไฟสัญญาณเป็นหลอด LED

การติดตั้ง LOCAL และ REMOTE ANNUNCIATOR ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

3.3 เครื่องอัดไฟแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ BACK UP(BATTERY CHARGER AND BATTERY BACK UP)

- ก. เครื่องอัดไฟแบตเตอรี่ (BATTERY CHARGER) ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต และแปลงเป็นแรงดันไฟตรง 24 โวลต์ และต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานดังกล่าว และต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้-
- วงจรควบคุมเป็น วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด
 - โวลต์มิเตอร์
 - แอมมิเตอร์
 - หลอดไฟแสดงการทำงานต่าง ๆ
 - ระบบป้องกันกระแสเกิน
 - ระบบป้องกันการลัดวงจร
- ข. แบตเตอรี่ (BATTERY BACK UP) ต้องเป็นชนิด SEAL LEAD ACID และได้มีการรับรองจาก UL LISTED ซึ่งมีกำลังพอใช้งานในขณะที่ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้เกิดขัดข้องได้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง สำหรับสถานะปกติ และ 5 นาที สำหรับการเกิด ALARM ในสถานะเกิดเพลิงไหม้
- 3.4 โทรศัพท์ติดต่อ (FIRE MAN TELEPHONE) สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นการติดต่อระหว่างจุดต่าง ๆ กับแผงควบคุมตามที่ระบุไว้ในแบบ และต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้-
- ก. ระบบการติดต่อต้องเป็นชนิด TWO-WAY COMMUNICATION
- ข. FIRE MAN TELEPHONE JACK ให้ติดตั้งที่ตัว MANUAL STATION หรือเป็นแผง STAINLESS STEEL แยกต่างหากแต่ติดอยู่ข้าง MANUAL STATION ตามที่ระบุในแบบ
- ค. MASTER FIRE MAN TELEPHONE เป็นแบบติดข้างผนังอยู่ที่แผงควบคุม และที่ REMOTE ANNUNCIATOR (ถ้ามี) ตามที่ระบุในแบบ
- ง. อุปกรณ์ของ FIRE MAN TELEPHONE ให้จัดเตรียมดังนี้-
- MASTER FIRE MAN TELEPHONE 1 ชุด
 - FIRE MAN TELEPHONE HAND SET (PORTABLE) 2 ชุด
 - FIRE MAN TELEPHONE JACK ตามที่ระบุในแบบ
- 3.5 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (INITIATING DEVICES) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้
- ก. สวิตช์แจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ (MANUAL STATION) เป็นชนิดดึงหรือกดปุ่ม โดยมีแท่งแก้วหรือกระจกป้องกันการดึงหรือกดในภาวะปกติ และมีสวิตช์กุญแจ (KEY SWITCH) สำหรับไขเพื่อส่งสัญญาณ GENERAL ALARM โครงสร้างเป็นโลหะหล่อ พันสีแดง และมีตัวอักษร " FIRE " เห็นได้ชัดเจน
- ข. ตัวตรวจจับควัน (SMOKE DETECTOR) เป็นแบบ IONIZATION ชนิด DUAL CHAMBER โดยใช้ AMERICIUM 241 และจะต้องมี STAINLESS SCREEN เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปใน CHAMBER ได้ SMOKE DETECTOR ต้องสามารถตรวจจับควันได้ดีในระดับเพดานเรียบ สูงไม่เกิน 4.6 เมตร โดยติดตั้งให้ห่างกันไม่เกิน 9.2 เมตร

- ค. ตัวตรวจจับความร้อน (HEAT DETECTOR) เป็นแบบผสมคือ RATE-OF-RISE และ FIXED TEMPERATURE โดยที่ RATE-OF-RISE จะทำงานเมื่อตรวจจับสัญญาณอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิมากกว่า 15 องศาฟาเรนไฮต์ ต่อนาที ส่วน FIXED TEMPERATURE โดยทั่วไปจะทำงานเมื่อตรวจจับอุณหภูมิได้ 135 องศาฟาเรนไฮต์ (หรือ 194 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วแต่ที่กำหนดในแบบ) และต้องสามารถตรวจจับ สัญญาณได้ในพื้นที่ที่มีเพดานเรียบ สูงไม่เกิน 4.8 เมตร โดยติดตั้งห่างกันไม่เกิน 15.2 เมตร
- ง. WATER FLOW SWITCH จะจัดหาโดยผู้ยื่น แต่ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าจะต้องทำการต่อสายสัญญาณเข้ากับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อให้ทราบว่า WATER FLOW SWITCH ของระบบดับเพลิงได้ทำงานแล้ว

3.6 DETECTOR MODULE, ALARM MODULE, CONTROL MODULE

เป็นอุปกรณ์การแปลงสัญญาณ (หรือเพื่อการ INTERFACE) ระหว่างการเดินสายแบบ HARD WIRE จากอุปกรณ์ DETECTOR ประเภทต่าง ๆ เพื่อแปลงเป็นสัญญาณระบบ MULTIPLEX เพื่อให้เดินสายสัญญาณด้วยจำนวนที่น้อยลง หรือ เป็นสาย MAIN ชนิด 2 CORE 1.5 mm² ชนิดตีเกลียวพร้อมด้วย SHIELD โดยรอบเพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณ หรือตามระบุในแบบ

4. อุปกรณ์ส่งเสียง ALARM (ALARM BELL)

อุปกรณ์ส่งเสียง ALARM จะเป็นกระดิ่ง (BELL) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์เป็นชนิดติดลอย มีความดังไม่ต่ำกว่า 85 dBA ที่ความสูง 10 ft.

5. รีเลย์ควบคุมระบบต่าง ๆ (CONTROL RELAY) ถ้ามีระบุไว้ในแบบ

จะถูกสั่งงานพร้อมกับการเกิด GENERAL ALARM โดยจะส่งสัญญาณ 1 NO + 1 NC ไปควบคุมอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

5.1 ควบคุมให้ลิฟท์ทุกตัวลงมาถึงชั้นล่างสุดของอาคาร

6. ระบบการเดินสาย และการติดตั้ง

6.1 ระบบการเดินสายต้องเป็นระบบ 2 สาย (CLASS-B) โดยที่ปลายสายมีความต้านทานต่ออยู่ ซึ่งสามารถตรวจสอบ (SUPERVISED) สภาวะต่าง ๆ ในวงจรของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ เช่น สายขาด (OPEN CIRCUIT) สายรั่วลงดิน (SHORT CIRCUIT) เป็นต้น

6.2 การเดินสายสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (INITIATING DEVICE) ให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตาราง มิลลิเมตร THW หรือ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

หมวดที่ 15 ระบบโทรศัพท์

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ และการติดตั้งระบบโทรศัพท์ทั้งหมดเพื่อให้การใช้งานโทรศัพท์ที่มีความสมบูรณ์ ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ โดยมีขอบเขตงานเป็นดังต่อไปนี้.-

- 1.1 แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)
- 1.2 กล่องพักสายโทรศัพท์ (TELEPHONE TERMINAL CABINET : TC)
- 1.3 เดินสายโทรศัพท์ทั้งหมด ตลอดจนอุปกรณ์การเดินสาย ตามกำหนดในแบบ
- 1.4 จัดหาและติดตั้งเด้ารับโทรศัพท์ทั้งหมด
- 1.5 ทดสอบระบบกระจายสายโทรศัพท์ภายในโครงการร่วมกับผู้ติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์อื่น ๆ

2. แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)

2.1 แผงกระจายสายรวมสามารถแยกออกได้ 2 ตอน ดังนี้.-

- ก. แผงกระจายสายตอนที่หนึ่ง
เป็นอุปกรณ์สำหรับพักสายโทรศัพท์ทั้งหมด ที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และสายของเครื่องภายในทั้งหมด อุปกรณ์ต่อสายต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING ARRESTER) เมื่อใดก็ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สายโดยมีจำนวนตามระบุในแบบ
- ข. แผงกระจายสายตอนที่สอง
เป็นอุปกรณ์สำหรับพักสายทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX) และอุปกรณ์ต่อสายต้องเป็นชนิดที่สามารถเสียบปลั๊กเพื่อแยกสายออกได้ทุกคู่สาย

2.2 อุปกรณ์ประกอบภายในต้องเป็นดังนี้

- ก. อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นชนิดหลอดบรรจุก๊าซ สามารถนำกระแสไฟฟ้าลงดินได้เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่า 230 โวลต์ หรือเกินกว่าที่ตู้สาขาโทรศัพท์จะรับได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ทั้ง COMMON MODE และ DIFFERENTIAL MODE) และต้องมี FUSE สำหรับป้องกัน OVER CURRENT โดยอุปกรณ์นี้ ต้องเตรียมไว้สำหรับป้องกันสายด้านที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยตามระบุในแบบ
- ข. แผงกระจายสายต้องเป็นชนิดกระทัดรัด และมีความแข็งแรง การเข้าสายและถอดสาย สามารถกระทำได้ง่ายโดยเครื่องมือพิเศษ ห้ามใช้แบบสกรูยึด แผงกระจายสายนี้ต้องยึดอยู่บนฐานเฉพาะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- ค. เครื่องมือพิเศษที่ต้องเตรียมไว้เพื่อส่งมอบต้องมียังน้อย ดังนี้.-
 - (1.) เครื่องมือ เข้าสาย-ถอดสาย
 - (2.) ปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบสาย

หน้า 15/1

3. กล่องพักสายโทรศัพท์ (TELEPHONE TERMINAL CABINET : TC)

- 3.1 อุปกรณ์ต่อสายต้องสามารถเข้าสายและถอดสายได้ง่ายโดยเครื่องมือพิเศษห้ามใช้แบบสกูบี้ด (QUICK CONNECTION)
- 3.2 กล่องพักสายโทรศัพท์ต้องเป็นชนิดกระทัดรัด และมีความแข็งแรง ติดตั้งบนผนัง หรือกำแพงที่กำหนด

4. เด้ารับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)

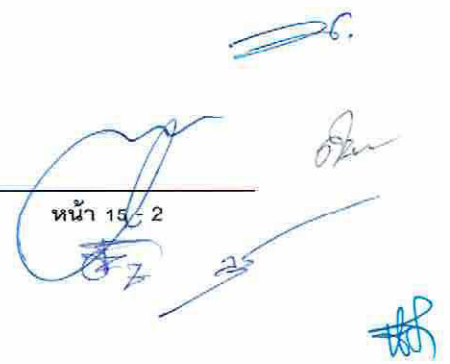
เด้ารับโทรศัพท์ต้องเป็นแบบ MODULAR JACK TYPE ชนิด 4 POLE (RJ11) ตามมาตรฐาน FCC ของสหรัฐอเมริกา ชนิดติดตั้งในผนัง พร้อมหน้ากาก STAINLESS ที่ระดับ +0.30 m จากพื้น ยกเว้นระบุไว้เป็นอย่างอื่น

5. สายโทรศัพท์ และการติดตั้ง

- 5.1 สายโทรศัพท์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร
- 5.2 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)
- ก. สาย ALPHETH SHEATHED CABLE ให้เดินใน UNDERGROUND DUCT ร้อยในท่อ หรือในรางเดินสาย เพื่อติดตั้งนอกอาคาร
 - ข. สาย TPEV หรือ TPUEV ให้เดินระหว่าง MDF และ TERMINAL BOX ใน WIREWAY หรือ LADDER หรือ ท่อร้อยสายภายในอาคาร
 - ค. สาย TIEV ให้เดินระหว่าง TERMINAL BOX และ เด้ารับโทรศัพท์
- 5.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

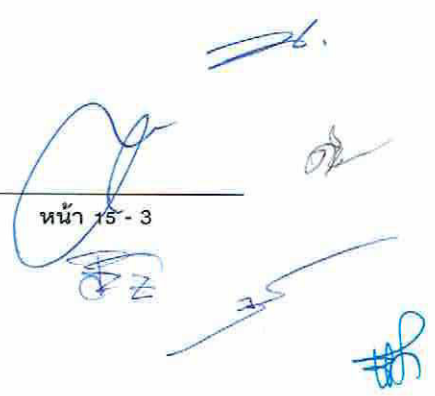
6. การทดสอบ และการให้บริการ

- 6.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งมีความเห็นชอบ



7. การฝึกอบรม

ต้องจัดให้มีการอบรมกับพนักงานรับสาย, เจ้าหน้าที่บำรุงรักษา หรือคณะบุคคลที่ได้รับการแต่งตั้งขึ้นให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



หมวดที่ 16 ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์

1. ความต้องการทั่วไป

อุปกรณ์สาย UTP, เต้ารับคอมพิวเตอร์ และหัวต่อสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน โดยมีรายละเอียด และคุณสมบัติอื่น ๆ ดังนี้

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 สาย UTP (UNSHIELDED TWISTED PAIR)

- ก. เป็นสายคู่ตีเกลียว ชนิด CATEGORY 6 มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่ามาตรฐาน Draft EIA/TIA-568x รองรับการทำงานในการส่งผ่านข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 250 MHz
- ข. เป็นสาย UTP ชนิด 4 คู่สาย ขนาด 24 AWG ชนิด SOLID COPPER CONDUCTOR มีฉนวน (INSULATION) เป็น PE หรือ PVC และมีฉนวนภายนอก (JACKET) เป็น PVC

2.2 เต้ารับข้อมูล (DATA OUTLET)

- ก. เป็นชนิด RJ-45 MODULAR TYPE ที่ออกแบบมาสำหรับสาย CATEGORY 6 UTP 4 คู่ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA/TIA 568x
- ข. WIRING TYPE แบบ EIA-TIA 568B, CONTACT RESISTANCE ไม่มากกว่า 20 MILLI-OHM
- ค. ทุกเต้ารับจะต้องมี FACE PLATE สำหรับติดตั้ง RJ-45 CONNECTOR ให้เรียบร้อยสวยงาม

3. การติดตั้ง

ในการติดตั้งระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ให้ทำตามมาตรฐาน EIA/TIA 568, EIA/TIA 569, EIA/TIA 606 และต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน NEC

3.1 การติดตั้งสาย UTP

- ก. สาย UTP จะต้องทำการติดตั้งให้ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งสายสัญญาณหรือมาตรฐานของผู้ผลิต โดยทำการเดินสาย UTP จากแผงกระจายสาย UTP หรือจุดรวมสายในแต่ละพื้นที่ไปยังเต้ารับต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ซึ่งการติดตั้งจะมีลักษณะกระจาย (STAR) โดยติดตั้งร้อยสาย UTP ในท่อร้อยสาย, รางเดินสาย (WIREWAY) หรือ FLOOR DUCT ที่กำหนดไว้
- ข. ในกรณีที่ต้องมีการเดินสาย UTP ไปยังที่ไม่ได้เตรียมรางเดินสายไว้ให้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุป้องกันสายที่เหมาะสม ถูกต้องตามมาตรฐาน และผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมโครงการ
- ค. ความยาวของสาย UTP ในแนวราบ นับจากแผงกระจายหรือจุดรวมสาย ต้องยาวไม่เกิน 90 เมตร
- ง. ไม่ว่ากรณีใด ๆ ไม่อนุญาตให้ทำการต่อสาย UTP

- จ. ปลายสาย UTP แต่ละเส้นจะต้องทำ LABEL ติดไว้ (ตัว LABEL ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ลบเลือน หรือชั่วคราวได้ง่าย)
- ฉ. จะต้องหลีกเลี่ยงการวางสาย UTP ใกล้แหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน เช่น มอเตอร์, หม้อแปลงไฟฟ้า, เครื่องถ่ายเอกสาร, สายไฟฟ้า, ชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

3.2 การติดตั้งตู้กระจายสาย (ถ้ามี) ต้องเว้นพื้นที่ด้านหน้าและด้านข้างตู้ให้สามารถ SERVICE ได้ภายหลัง ตู้กระจายสายทุกตู้จะต้องมีการต่อสายกราวด์ และลงกราวด์ให้เรียบร้อย และต้องติดตั้งแผงจัดสาย PATCH CORD เมื่อมีการติดตั้งแผงกระจายสายไฟเบอร์ออปติก หรือแผงกระจายสาย UTP ทุก 1 แผง และต้องจัดทำ LABEL ติดบนแผงกระจายสายให้เรียบร้อย

3.3 การติดตั้งตู้รับคอมพิวเตอร์ จำนวนตู้รับคอมพิวเตอร์ที่จะต้องทำการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามแบบ โดยทำการติดตั้งตู้รับคอมพิวเตอร์เข้ากับ FACE PLATE และจัดทำ LABEL ให้เรียบร้อย LABEL ที่ปรากฏที่ FACE PLATE และที่แผงกระจายสาย (PATCH PANEL) ของจุดเดียวกันจะต้องเหมือนกัน

4. การทดสอบ

4.1 การทดสอบสาย UTP ชนิด 4 คู่สาย ที่ติดตั้งทั้งหมด จะต้องทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบสาย UTP CATEGORY 6 ที่ได้มาตรฐาน เช่น MICROTEST รุ่น PENTA SCANNER หรือ WAVETEX รุ่น LANTHCH 100 และจะต้องทำการทดสอบทั้ง 4 คู่สาย ค่าที่จะต้องทำการทดสอบมีดังนี้

- ก. WIRE MAP TEST
- ข. LENGTH
- ค. IMPEDANCE
- ง. RESISTANCE
- จ. CAPACITANCE
- ฉ. ATTENUATION
- ช. NEXT LOSS (NEAR END CROSSTALK)
- ซ. ACTIVE ACR (ATTENUATION TO CROSSTALK RATIO)

4.2 การทดสอบสาย UTP มีมากกว่า 4 คู่สาย ให้ทดสอบว่า สายมีการลัดวงจร หรือสายขาดหรือไม่ (SHORT/OPEN CIRCUIT TEST) และต้องมีเอกสารจากทางผู้ผลิตยืนยันคุณสมบัติดังนี้

- ก. MAXIMUM ATTENUATION dB/100 m ที่ 10 MHz, 16 MHz, 25 MHz และ 100 MHz เป็นอย่างน้อย
- ข. WOST PAIR POWER SUMNATION OF NEXT ที่ 10 MHz, 16 MHz, 25 MHz และ 100 MHz เป็นอย่างน้อย

4.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบสายทั้งหมดให้กับสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานพิจารณา

หมวดที่ 17 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ ให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง โดยระบบต่าง ๆ ต้องสามารถเข้ากับไฟฟ้า 220 VAC และ 50 เฮิร์ตได้ ใช้งานในสภาวะแวดล้อม ตามที่ระบุไว้ในบทที่ 1

2. ขอบข่าย

ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ในระบบอย่างน้อยดังนี้-

- 2.1 กล้องพร้อมฐานติดตั้ง (TV CAMERAS WITH BASES)
- 2.2 จอภาพ (MONITORS)
- 2.3 ชุดควบคุม (VIDEO MATRIX SWITCHER)
- 2.4 ชุดบันทึกเทป (VIDEO TAPE RECORDER)
- 2.5 แหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY UNIT)
- 2.6 โต๊ะควบคุมระบบ (CONTROL CONSOLE TABLE)

3. ความต้องการทางด้านเทคนิค

ระบบบริหารควบคุมการบันทึกและแสดงภาพ (IP Video Surveillance System) ประกอบด้วย

ซอฟต์แวร์บริหารควบคุมการบันทึกภาพ (VMS) จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- สามารถจัดวางโครงสร้างระบบได้ทั้งแบบรวมศูนย์และกระจายเครื่องแม่ข่ายคอมพิวเตอร์ได้
- สามารถรองรับการบันทึกภาพจากกล้องได้ไม่น้อยกว่า 300 กล้องต่อ 1 เครื่องแม่ข่ายคอมพิวเตอร์ โดยจำนวนของกล้องขึ้นอยู่กับขนาดของภาพที่บันทึก
- สามารถรองรับการเพิ่มเสถียรภาพการทำงานของโปรแกรมแบบ Failover ได้
- สามารถทำลายน้ำ (Watermark) บนวิดีโอที่บันทึกเพื่อป้องกันการปลอมแปลงข้อมูลได้
- สามารถโปรแกรมกล้องโทรทัศน์วงจรปิดผ่านซอฟต์แวร์ โดยไม่ต้องติดต่อผ่านหน้าจาวเซอร์ของกล้อง เช่น ปรับขนาด Resolution ของกล้อง ปรับค่า Frame Rate ของกล้อง กำหนดค่า Motion Detection และสั่ง Reboot กล้องได้ เป็นต้น
- สามารถรองรับวิธีการบีบอัดข้อมูลแบบ MJPEG, MPEG-4, H.264 และ H.265 ได้
- สามารถทำงานแบบ Multi-Streaming ได้ไม่น้อยกว่า 6 Stream ต่อกล้อง

- สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกภาพก่อนเกิดเหตุการณ์ ได้ไม่น้อยกว่า 300 วินาที
- สามารถกำหนดตารางเวลาในการทำงานต่างๆได้ เช่น การบันทึกภาพ คุณภาพของภาพที่บันทึก และเวลาที่เจ้าหน้าที่สามารถ Login เข้าระบบได้ เป็นต้น
- สามารถกำหนดสิทธิการใช้งานของผู้ใช้งานได้หลากหลาย เช่น กำหนดสิทธิโดยจัดกลุ่มผู้ใช้งาน และกำหนดสิทธิแต่ละคนได้
- สามารถกำหนดการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Video Motion Detection) และทำงานร่วมกับ Alarm ในระบบได้
- เมื่อเกิดเหตุการณ์หรือ Alarm ในระบบ ต้องสามารถส่ง Email พร้อมรูปถ่าย Snapshot ของกล้องวงจรปิดที่กำหนดไว้ได้
- สามารถกำหนดสีของ Alarm ที่แสดงให้เห็นแตกต่างกันอย่างน้อย 10 สี เพื่อความสะดวกในการแยกเหตุการณ์ Alarm ได้
- สามารถตรวจสอบได้ทันทีว่ามีผู้ใช้งาน Login เข้ามาในระบบเป็นจำนวนเท่าใด
- ระบบต้องมีรายงานการเปลี่ยนแปลงค่าในระบบ (Audit Trail) รายงานการแจ้งเตือน (Alarm) และรายงานเหตุการณ์ย้อนหลัง (Event) เป็นต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ
- ระบบต้องมีเครื่องมือในการตรวจสอบการเชื่อมต่อกล้องวงจรปิด (Ping) โดยไม่ต้องเปิดโปรแกรมอื่น เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ปัญหา
- ระบบจะต้องมี Macro และสามารถเขียนโปรแกรม ภาษา C# เพิ่มเติม เพื่อเพิ่มฟังก์ชันในการทำงานในระบบ
- รองรับการเชื่อมต่อกับ Intercom มาตรฐาน SIP ในระบบได้
- รองรับการดูภาพผ่านโทรศัพท์มือถือ iPhone, iPad และ Android ได้
- รองรับการเชื่อมต่อกับระบบ Access Control ภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกันกับซอฟต์แวร์บริหารจัดการควบคุมการบันทึกภาพได้
- ระบบต้องทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server
- สามารถเปลี่ยนเมนูได้อย่างน้อย 20 ภาษาและต้องมีเมนูภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นอย่างน้อย
- สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 10, Windows Server 2012, Windows Server 2016 หรือใหม่กว่า
- ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ

ซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการแสดงภาพ จะต้องมีความสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- โปรแกรมควบคุมการแสดงภาพต้องเป็นโปรแกรมภายใต้ผลิตภัณฑ์เดียวกันกับโปรแกรมบันทึกภาพ เพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการทำงาน
- สามารถแสดงภาพสดและภาพย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 64 กล้องพร้อมกันบนหน้าจอเดียวกัน
- สามารถใช้งาน Digital Zoom ได้ทั้งภาพสดและภาพย้อนหลัง รวมถึงสามารถจดจำตำแหน่งของการ Digital Zoom ได้ไม่น้อยกว่า 8 ตำแหน่ง
- สามารถแสดงกล้องวนและสามารถขยายกล้องวนเพื่อดูภาพทั้งหมดได้ในเวลาเดียวกันได้
- ภาพที่แสดงบนจอสามารถทำ Dynamic Stream Switching ได้ โดยใช้ Stream ที่ต่ำในกรณีที่ดูภาพสดขนาดเล็กเพื่อลดปริมาณ Bandwidth และ CPU ในขณะที่ดูภาพสดจากกล้องหลายๆกล้องในเวลาเดียวกัน และเมื่อขยายภาพสดขนาดใหญ่ก็จะใช้ Stream ที่สูงได้เองโดยอัตโนมัติเพื่อความคมชัดของภาพที่แสดง
- สามารถปรับเปลี่ยน Stream ในการดูภาพสดได้ทันที สำหรับกล้องที่มีหลาย Stream
- สามารถกำหนดตำแหน่ง Preset ของกล้อง PTZ แต่ละตัวได้ไม่น้อยกว่า 64 ตำแหน่ง และสามารถควบคุมความเร็วการทำ Pan-Tilt-Zoom ได้
- สามารถเพิ่มข้อความบันทึกช่วยจำเข้าไปได้ทันที (Marking) ระหว่างดูภาพสดหรือภาพย้อนหลังเพื่อใช้ในการค้นหาภาพย้อนหลังได้อย่างรวดเร็ว
- สามารถเก็บภาพนิ่ง Snapshot จากหน้าจอที่ใช้งานอยู่ได้ทั้งจากภาพสดและจากภาพย้อนหลัง
- สามารถแต่งภาพนิ่ง Snapshot ในซอฟต์แวร์ โดยต้องสามารถปิดบังและ Blur ภาพบางส่วนได้ เพื่อสิทธิความเป็นส่วนตัวของผู้ไม่เกี่ยวข้อง เช่น ใบหน้าคน และป้ายทะเบียนรถ เป็นต้น
- สามารถดูภาพสดและภาพย้อนหลังได้จากแผนที่ รวมถึงสามารถแสดง Alarm บนแผนที่ได้
- สามารถสร้าง Link ของกล้องตัวใกล้เคียงบนภาพของกล้องเป็นแถบสีใส เพื่อให้การดูภาพจากกล้องตัวถัดไปเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถใช้ได้ทั้งการดูภาพสดและภาพย้อนหลัง
- สามารถรองรับการทำงานในลักษณะ Multi-Screen ได้ไม่น้อยกว่า 8 จอต่อ 1 เครื่อง
- สามารถปรับความเร็วในการเดินหน้าและถอยหลังในการดูภาพย้อนหลังได้อย่างน้อย 96 เท่า
- สามารถขยายช่วงเวลา Time Line ในการดูภาพย้อนหลังได้ตั้งแต่ 1 วันถึง 1 นาที เพื่อความสะดวกในการระบุช่วงเวลาในดูภาพได้
- สามารถแสดงภาพ Thumbnail เพื่อความสะดวกในการเลือกช่วงเวลาในการดูภาพย้อนหลังได้
- สามารถกำหนดช่วงเวลาในการดูภาพซ้ำ (Loop Playback) ในการดูภาพย้อนหลังได้
- ผู้ดูแลระบบสามารถส่งหน้าจอที่สร้างขึ้นไปแสดงยังหน้าจอที่เครื่องอื่นๆในระบบได้
- สามารถค้นหาภาพจาก Marking และ Alarm ในระบบได้
- สามารถแสดงภาพย้อนหลังในเวลาเดียวกัน (Synchronize Time) ได้อย่างน้อย 64 กล้อง
- สามารถ Export Video File ในรูปแบบที่สามารถเล่นบน Windows Media Player ได้

- สามารถทำ Video Protection ป้องกันไม่ให้ระบบลบไฟล์ภาพที่ต้องการได้
- สามารถเปลี่ยนเมนูได้อย่างน้อย 20 ภาษาและต้องมีเมนูภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นอย่างน้อย
- สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือใหม่กว่า

อุปกรณ์ควบคุมการบันทึกภาพ (Server) จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

มีหน่วยประมวลผลกลาง Intel® Xeon® Processor E5-2620 ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 2.10GHz และมีหน่วยความจำ Cache ไม่น้อยกว่า 20MB หรือดีกว่า

มีหน่วยความจำหลัก 16GB และรองรับการขยายสูงสุดได้อย่างน้อย 64GB

มี Hard disk จำนวน 2 หน่วย ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 300GB ที่มีความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที และรองรับการทำงานแบบ Hot Plug ได้

มีการ์ดควบคุมในการจัดการ RAID ที่รองรับการทำ RAID 0, 1 และ 5 ได้

มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ Gigabit NIC ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

มี Power Supply ภายในเครื่องเป็นแบบ Hot Plug จำนวน 2 หน่วย

มี DVD-RW สามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงแผ่น DVD ได้

ตัวเครื่องต้องติดตั้งบนตู้ Rack 19 นิ้วได้

ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server 2012 หรือใหม่กว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE และ UL

อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลและภาพ จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- เป็นอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภาพแบบ iSCSI RAID System และสามารถติดตั้งบนตู้ Rack 19 นิ้วได้
- มีช่องสำหรับใส่ Hard Disk แบบ Hot Swap จำนวนไม่น้อยกว่า 12/16/24 ช่อง
- รองรับการขยาย Hard Disk ได้ไม่น้อยกว่า 300 ช่อง
- มีพอร์ตแบบ iSCSI Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- มี Cache Memory ขนาดไม่ต่ำกว่า 2GB หรือดีกว่า
- มี Hard disk แบบ Near-line SAS ขนาด 4 TB ที่มีความเร็ว 7,200 รอบต่อนาที จำนวน 12/16/24 ลูก
- สามารถทำ RAID 0, 1, 3, 5, 6, 10, 50, 60 ได้ และกำหนด Hot-Spare ได้
- มี Power Supply แบบ Redundant Hot Swappable จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- สามารถใช้งาน Snapshot ได้ไม่น้อยกว่า 128 Snapshot ต่อ System
- สามารถทำ Volume Copy และ Volume Mirror ได้
- สามารถทำ Thin Provisioning ได้
- รองรับ LUN ไม่ต่ำกว่า 2048 LUN
- รองรับการทำงานแบบ Automated Tiring ได้

- สามารถบริหารจัดการได้ผ่าน Web Browser และ Telnet ได้
- สามารถแจ้งเตือนได้ผ่านทาง Email และ SNMP ได้
- สามารถทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ได้
- ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE และ UL
- ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ

เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการแสดงผลภาพ จะต้องมีความสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลางไม่น้อยกว่า Intel® Core™ i7-7700 ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.60GHz หรือดีกว่า
- มีหน่วยความจำหลัก 8GB
- มี Hard disk ความจุ 1TB ที่มีความเร็ว 7,200 รอบต่อนาที
- มีการ์ดแสดงผลที่มีสถาปัตยกรรมแบบ CUDA ที่มีหน่วยความจำแบบ DDR3 ไม่น้อยกว่า 2GB
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ Gigabit NIC ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีการ์ดประมวลผลเสียง
- มี DVD-RW สามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงแผ่น DVD ได้
- มี Keyboard และ Mouse ยี่ห้อเดียวกับผลิตภัณฑ์
- มีจอ Monitor แบบ LED 19 นิ้ว
- ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 Professional หรือใหม่กว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE และ UL

กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดอินฟราเรด แบบปรับมุมคงที่ (IR LED Day/Night Fixed Camera) มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

- ใช้หน่วยรับภาพ ชนิด CCD หรือ CMOS หรือ MOS ขนาด 1/3 นิ้ว หรือดีกว่า
- รองรับการบีบอัดสัญญาณภาพแบบ H.265, H.264 และ JPEG โดยสามารถส่งสัญญาณอย่างน้อยสองชนิดได้พร้อมกัน
- รองรับการส่งสัญญาณภาพความละเอียด 1,280 x 720 ที่ 60 fps หรือดีกว่า
- ใช้เทคโนโลยี IR-Cut filter แบบ Infrared Cut-off Removeble (ICR) สำหรับการบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืนโดยอัตโนมัติ
- มีค่าความไวแสง 0.008 Lux ในโหมดสี 0.004 Lux ในโหมดขาวดำ และ 0 Lux ที่โหมดขาวดำ LED เปิด




- มีผลต่างค่าความยาวโฟกัสต่ำสุดกับค่าความยาวโฟกัสสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.5 มิลลิเมตร โดยเลนส์ติดตั้งมาพร้อมกับตัวกล้อง
- มีระยะการฉายแสงอินฟราเรดไม่ต่ำกว่า 40 เมตร
- ปรับโฟกัสโดยอัตโนมัติ เมื่อแสงเปลี่ยนจากกลางวันเป็นกลางคืน เพื่อให้ภาพคมชัดตลอดเวลา และมีปุ่มช่วยปรับโฟกัสโดยไม่ต้องปรับที่เลนส์ (Auto Back Focus)
- รองรับการตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ในตัวกล้อง (Motion Detection) ไม่น้อยกว่า 4 พื้นที่
- สามารถตรวจสอบการเคลื่อนไหวของวัตถุ เพื่อการแสดงความละเอียดภาพสำหรับพื้นที่ทั่วไป และพื้นที่สำคัญให้แตกต่างกันได้แบบอัตโนมัติ
- สามารถแสดงรายละเอียดของภาพที่มีความแตกต่างของแสงมาก (Wide Dynamic Range หรือ Super Dynamic Range) ได้และมีค่า ไม่น้อยกว่า 140 dB
- มีระบบลดการสั่นไหวของภาพ (Image Stabilizer)
- มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ Micro SD Card หรือ Mini SD Card รองรับความจุของหน่วยความจำ (memory card) ไม่น้อยกว่า 256 GB
- สามารถเชื่อมต่อ Audio Input / output โดยมีการบีบอัดของเสียงแบบ G.726, G.711 และ AAC-LC
- สามารถเชื่อมต่อสัญญาณ Alarm Input / Output ได้
- มีช่องต่อ Monitor Output ชนิด Composite
- ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum)
- สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 หรือ IPv6 ได้
- รองรับการทำงานที่อุณหภูมิ 0 ถึง 60 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 10 - 100%
- ตัวกล้องได้มาตรฐาน IP66 และ NEMA 4X หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับหุ้มกล้อง (Housing) ที่ได้มาตรฐาน IP66 และ NEMA 4X หรือดีกว่า
- ตัวกล้องต้องทนแรงกระแทกและป้องกันการรบกวน โดยได้รับมาตรฐาน IK10 หรือดีกว่า
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกัน
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการบริหารจัดการหรือบริหารงานที่มีคุณภาพ สิ่งแวดล้อม และเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศในกลุ่มประเทศอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น ที่ได้รับมาตรฐาน CE หรือ UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย
- รองรับมาตรฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบความปลอดภัยคอมพิวเตอร์ (FIPS 140-2) เป็นอย่างน้อย
- ผลิตภัณฑ์ที่นำมาเสนอต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่อย่างน้อย 5 ปี โดยมีเอกสารแนบในวันยื่นซองเสนอราคา

อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Access Switch) 24 พอร์ต

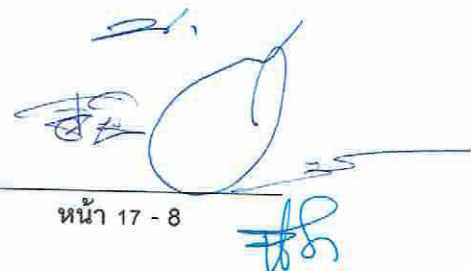
- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานของช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีพอร์ตที่เป็น 10/100/1000 Base-T RJ45 ไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

- อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีพอร์ต 1GBASE-X SFP ไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต พร้อมเสนาขุด Transceiver Module ที่มีคุณสมบัติความเร็ว 1Gbps, LC SFP ที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการใช้งาน
- พอร์ต 1GBASE-X SFP รองรับการ upgrade เป็น 10GBASE-X SFP+ ได้ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต หรือเสนออุปกรณ์เพิ่มให้มี 10GBASE-X SFP+ ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- จะต้องมีหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 1GB และ eMMC Flash 4GB และมี CPU แบบ Single Core ความเร็วสัญญาณนาฬิกา ไม่น้อยกว่า 1GHz แบบ 64 bit และ สามารถทำ Stack ได้สูงสุด 8 อุปกรณ์
- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดของ Switching Bandwidth ไม่น้อยกว่า 125Gbps และ Frame Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 95Mpps และ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Address
- ผู้ใช้งานสามารถโปรแกรม VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,092 VLANs และ รองรับ LACP Group หรือ Load Sharing Trunk ไม่น้อยกว่า 128 Group
- สามารถทำ Policy ได้ไม่น้อยกว่า 62 Profiles และต้องมีอย่างน้อย 432 Rules/Profile
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องรองรับ Redundant Power Supply
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการตรวจสอบความปลอดภัย (Safety Standard) จากหน่วยงาน FCC, ICE และ EN เป็นอย่างน้อย
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้เป็นอย่างน้อย
- ต้องรองรับ Dual Stack ทั้ง IPv4 และ IPv6
- ต้องสามารถทำ IGMP v1/v2/v3 และ SNMP v1/v2c/v3 ได้
- ต้องสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE802.1D, IEEE802.1w, IEEE802.1Q, IEEE802.3ad, IEEE802.1AB, IEEE802.1ag และ RFC 3619 EAPS
- รองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.1Audio Video Bridging AVB Standard หรือเสนออุปกรณ์เพิ่มเติม
- รองรับการทำงานของ SDN OpenFlow, OSPF และ VRRP
- อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องทำ PVST+ (Per VLAN Spanning tree Protocol Plus) ได้
- ผู้เสนอราคาจะต้องมีหนังสือรับรองการขายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่แต่งตั้งโดยตรง

อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Access Switch PoE+ 24 Ports

- มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 3 ของ OSI Model
- อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีพอร์ต 10/100/1000BASE-T PoE+ ไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และ 100/1000BASE-X SFP ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต พร้อมเสนาขุด Transceiver Module ที่มีคุณสมบัติความเร็ว 1Gbps, LC SFP ที่สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อการใช้งานในการเชื่อมต่อกับ Core Switch
- มี PoE Power ไม่น้อยกว่า 195W

- ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดของ Switching Bandwidth ไม่น้อยกว่า 52Gbps และ Frame Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 38Mpps และ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Address
 - ผู้ใช้งานสามารถโปรแกรม VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 255 VLANs
 - สามารถแจ้ง Alert ไปยัง Email Address ของผู้ดูแลระบบได้ Email Alerting and Mail Server Commands
 - สามารถบริหารจัดการได้ โดย SNMP v1, V2 และ V3 และ CLI และ Web
 - รองรับการเขียน Script ลงบนอุปกรณ์ได้ หากต้องการบริหารจัดการหรือใช้คำสั่งต่าง ๆ แบบอัตโนมัติ
 - อุปกรณ์ที่เสนอต้องได้รับการตรวจสอบความปลอดภัย (Safety Standard) จากหน่วยงาน FCC, ICE และ EN เป็นอย่างน้อย
 - เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน อุปกรณ์ที่เสนอต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกันกับ Core Switch
- ต้องมีหนังสือรับรองการขยายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่แต่งตั้งโดยตรง



หมวดที่ 18 ACCESS CONTROL

1. ทั่วไป

ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าต้องจัดหาและติดตั้งระบบ ACCESS CONTROL ณ ตำแหน่งตามที่ระบุในแบบ โดยมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดนี้

2. อุปกรณ์ระบบ ACCESS CONTROL

อุปกรณ์ในระบบ ACCESS CONTROL จะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่น้อยกว่ารายละเอียดดังต่อไปนี้.-

- 2.1 ACCESS CONTROLLERS
- 2.2 PROXIMITY CARD READER UNIT
- 2.3 MAGNETIC DOOR LOCK
- 2.4 DOOR CONTROLLER WITH BATTERY BACK UP
- 2.5 CARD
- 2.6 SYSTEM SOFTWARE

3. ACCESS CONTROLLER

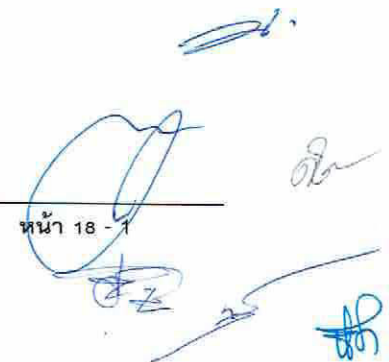
ACCESS CONTROLLERS ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้.-

- ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุม
- LASER PRINTER SIZE A4
- DOOR CONTROLLER

3.1 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุม

ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุม มีคุณสมบัติดังนี้.-

- 1 GHz Pentium IV processor with 256 MB RAM
- 1 serial ports, 1 parallel ports, 2 USB ports
- 20 GB Hard disk
- 3 ½" diskette drive
- CD-ROM drive
- SVGA compatible 15" monitor



- Mouse
- Full function keyboard
- Window 2000 operation system for supporting all operation

3.2 DOOR CONTROLLER UNIT

อุปกรณ์ DOOR CONTROLLER ประกอบไปด้วยรายละเอียดดังนี้.-

- INPUT / OUTPUT : 8/4
- READER TYPE : PROXIMITY CARD READER
- FIRMWARE FLASH MEMORY : 128 K.
- RMA MEMORY : 128 K. (PROTECTED BY LITHIUM BATTERY)
- COMMUNICATION PORTS : RS 232, RS 485
- COMMUNICATION SPEED : UP TO 115, 200 BAUD (AUTOMATIC DETECTION)
- BATTERY BACK-UP : 12 HR 12 VDC
- POWER SUPPLY : 1 ϕ 220 V AC
- ALAMING & INDICATING LAMP FOR INVALID ACCESS
- รายงานทุกเหตุการณ์ไปยังชุดควบคุมได้
- สามารถ UP DATE ข้อมูลต่าง ๆ จากชุดควบคุมหลักได้

อุปกรณ์หลักสำหรับแต่ละประตู

- ENTRY PROXIMITY CARD READER
- EXIT PUSH BUTTON
- ELECTROMAGNETIC DOOR LOCK
- ALARM DEVICE
- EMERGENCY EXIT BUTTON

3.3 ความสามารถพื้นฐานของอุปกรณ์ต้องทำได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดดังนี้.-

- STANDALONE / NETWORKING CAPABILITY
- PROXIMITY CARD OPERATION
- TIME ZONES
- ANTI-PASS BACK
- ACCESS LEVELS
- ALARM INPUT LINKAGE TO RELAY OUTPUT
- HOLIDAY / EVENT HISTORY RETENTION
- TIME EXPIRING
- VISITOR / TEMPORARY CARD

- BUILT-IN SELF- ESTS
- SUPPORTS INTERFACE TO CAMERA CONTROLLER
- DATA BASE OF ALL EVENT AND ALARM

นอกจากนี้ระบบต้องสามารถรองรับการใช้งานของพนักงานได้ไม่น้อยกว่า 5,000 คน และสามารถตั้งระดับการรักษาความปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ระดับ ซึ่งจะกำหนดเงื่อนไขการใช้งานโดยเจ้าของโครงการต่อไป

4. PROXIMITY READER UNIT

ต้องเป็นชนิดติดตั้งในผนัง และมีความแข็งแรง ทนต่อแรงกระแทกได้โดยไม่แตกหัก PROXIMITY READER UNIT ต้องมีที่อ่านบัตรซึ่งสามารถอ่าน CODE จาก MEGNETIC TAPE ที่ติดกับบัตรได้ และเมื่อได้รับ ACCESS CODE ที่ถูกต้องจึงจะไปสั่งให้ ELECTROMAGNETIC DOOR LOCK ถูกปลดได้ ที่ตัว CARD READER UNIT ต้องสามารถยกเลิก CODE ที่อยู่บนบัตร เฉพาะบัตรที่หายสาบสูญได้ โดยไม่จำเป็นต้องยกเลิกบัตรอื่น ๆ เพื่อป้องกันบุคคลซึ่งนำบัตรนั้นกลับมาใช้ใหม่ได้ ทั้งนี้ระยะในการอ่าน (READING RANGE) ต้องมากกว่า 4 นิ้ว และเป็นชนิด STAND ALONE ซึ่งสามารถทำงานได้แม้ในขณะที่สูญเสียสัญญาณไป

5. CARD

บัตรจะเป็นชนิดแม่เหล็กตรงตาม ISO-7801 โครงสร้างของบัตรจะเป็นโพลีเอสเตอร์เคลือบด้วยไวนิล และมีแถบแม่เหล็กที่มีกำลังสูง หรือมีแรงบีบบังคับสูง ซึ่งจะปฏิเสธการแก้ไขดัดแปลง หรือลบข้อมูลที่ทำการบันทึกไว้ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ ขนาดของบัตรจะเป็นขนาดมาตรฐานเดียวกันกับบัตรเครดิต

CARD ต้องมี MAGNETIC TAPE ซึ่งมี CODE บันทึกอยู่และเป็น CODE เฉพาะตัวซึ่งสามารถเสียบเข้าที่อ่านบัตรได้ โดยสะดวก CARD ต้องสามารถป้องกันการ COPY จากผู้ไม่เกี่ยวข้องได้ จำนวนบัตรที่ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าต้องจัดเตรียม มีจำนวน 1,000 บัตร พร้อม CODE เฉพาะตัว

6. ELECTROMAGNETIC DOOR LOCK

ELECTROMAGNETIC DOOR LOCK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.-

- 6.1 MAGNETIC DOOR LOCK ต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 600 lbs. (HOLDING FORCE)
- 6.2 เมื่อ MAGNETIC DOOR LOCK ถูกสั่งให้อยู่ในสภาวะ UNLOCK หากไม่มีการเปิดประตู ระบบจะต้องสั่งให้ LOCK ประตูโดยอัตโนมัติ ภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยช่วงเวลาสามารถปรับตั้งได้ในช่วง 2-15 วินาที
- 6.3 เมื่อประตูถูกเปิดออก และปิดลงเองโดยอัตโนมัติแล้ว MAGNETIC DOOR LOCK ต้องถูกสั่งให้ LOCK ด้วย MAGNETIC SENSOR

7. SYSTEM SOFTWARE

SOFTWARE ของระบบต้องสามารถรองรับการรับ-ส่งข้อมูลของ CONTROLLER ได้ไม่น้อยกว่าจำนวน CONTROLLER ที่กำหนดในแบบ และต้องมีความสามารถอย่างน้อยดังนี้ -

7.1 ความสามารถในการควบคุมการเข้า-ออก

- สามารถกำหนดเวลาในการผ่านเข้า-ออก ประตูแต่ละประตูให้กับผู้ถือบัตรได้เป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มบุคคล
- ควบคุมการผ่านเข้า-ออก โดยสามารถบังคับได้ว่าหากไม่มีการผ่านเข้าก่อน ก็จะไม่สามารถผ่านออกได้ และหากมีการผ่านเข้าแล้วไม่มีการผ่านออกก็จะไม่สามารถจะเข้าได้อีกด้วย (Entry-Egree)
- ควบคุมการผ่านเข้า-ออก โดยสามารถบังคับได้ว่าหากมีการผ่านเข้าแล้วก็จะมีการกำหนดเวลาว่าไม่สามารถที่จะแสดงบัตรเพื่อผ่านเข้าอีกได้ภายในระยะเวลาเท่าไร เช่น 2 นาที (Anti pass back) เพื่อเป็นการป้องกันการให้ผู้อื่นยืมบัตรของผู้ถือบัตรใช้ได้
- สามารถตั้งเวลาในการปลดล็อคประตู โดยตั้งตารางเวลา (Door Schedule) ให้กับประตูหรือกลุ่มประตูได้
- สามารถปลดล็อคประตูหรือล็อคประตูใด ๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น เมื่อเกิดสัญญาณ Fire Alarm เป็นต้น

7.2 ความสามารถในการแสดงการเกิด ALARM

- แสดงการเกิด Alarm แบบ Text Message ที่บริเวณ Alarm Message Line เมื่อเกิด Alarm และข้อความเหล่านี้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงตามความต้องการได้ และสามารถแสดงข้อความที่แตกต่างกันได้เมื่อเกิด Alarm และเมื่อตอนที่การ Alarm หยุดแล้ว
- สามารถแสดงผลการเกิด Alarm ออกที่เครื่องพิมพ์ได้
- สามารถสร้างรายงานการเกิด Alarm ออกที่เครื่องพิมพ์ได้
- สามารถแสดงหน้าต่าง Active alarm ขึ้นมาโดยอัตโนมัติเมื่อเกิด Alarm เพื่อให้ผู้ดูแลระบบตอนสนองต่อการเกิด Alarm นี้ได้ทันที
- ส่งเสียงเตือนในแบบของเสียง Beep เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าขณะนี้เกิด Alarm ขึ้นในระบบแล้ว
- แสดงการเกิด Alarm ด้วยการส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ไปยังบุคคลที่ได้มีการโปรแกรมเอาไว้ล่วงหน้าแล้วได้ โดยสามารถส่งได้ทั้ง Internet และ Intranet ระบบสามารถใช้โปรแกรมจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เช่น Microsoft exchange ที่มีมาพร้อมกับ Windows ได้ในทันที

เมื่อระบบสามารถแสดง Alarm ได้หลายรูปแบบแล้วระบบก็ยังสามารถกำหนดเงื่อนไขเพื่อทำให้เกิด Alarm ได้ อีกด้วย ดังรายละเอียดดังนี้-

- แสดงการเกิด Alarm ในกรณีที่ประตูที่ระบบควบคุมถูกเปิดค้างไว้เกินกว่าเวลาที่กำหนด (Door Ajar)
- แสดงการเกิด Alarm ในกรณีที่ประตูที่ระบบควบคุมมีการพยายามแสดงบัตรผ่านเพื่อผ่านเข้า แต่บัตรนั้น ๆ ไม่ได้รับการอนุญาตให้ผ่านเข้าประตูที่เกิดเหตุ (Invalid Attempt)

- แสดงการเกิด Alarm เมื่ออุปกรณ์ควบคุมการอ่านบัตร (Controller) เกิดความผิดปกติ
- แสดงการเกิด Alarm เมื่อเครื่องอ่านบัตร (Card Reader) ถูกถอดหรือติดตั้ง

7.3 ความสามารถในการบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบ

- สามารถบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบ (Event Log) ได้ โดยสามารถบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้มากถึง 500,000 Records.
- สามารถบันทึกได้ว่ามีการแสดงบัตรผ่านประตูที่ประตูไหน, เวลาอะไร, ผู้ถือบัตรใช้บัตรหมายเลขอะไร, ใครเป็นผู้ถือบัตร, ผลของการแสดงบัตรว่าอนุญาตให้ผ่านหรือไม่ และสามารถเลือกรายการที่ต้องการให้แสดงเหล่านี้ได้เองว่าต้องการให้แสดงรายการไหนบ้างหรือต้องการยกเลิกการแสดงผลรายการที่ต้องการได้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถดูรายละเอียดตามที่ต้องการได้อย่างแท้จริง และนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการติดตามการเคลื่อนไหวของผู้ถือบัตรได้เป็นอย่างดี
- สามารถบันทึกการเกิดปัญหาของระบบ เช่น เครื่องควบคุมเครื่องอ่านบัตร (Controller) ทำงานผิดปกติอะไรบ้าง เพื่อใช้มาเป็นข้อมูลในการซ่อมบำรุงต่อไป ซึ่งการบันทึกในลักษณะนี้จะไม่มีการใช้เนื้อที่ในการบันทึก Event Log แต่จะใช้การเก็บไว้ใน Alarm Log แทน นั่นก็หมายความว่าไม่เป็นการสิ้นเปลืองจำนวน Event Log ที่ระบบสามารถบันทึกได้
- สามารถบันทึกการเกิด Alarm ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบไว้ได้ทั้งหมด เช่น เกิดปัญหาเกี่ยวกับ Door Switch, การพยายามลักลอบตัดต่อสายของ Door Switch, เกิดปัญหาเกี่ยวกับ Exit Push Button, ประตูถูกเปิดโดยไม่มีการ์ดแสดงบัตรผ่าน (Intrusion), การเกิดปัญหาของเครื่องอ่านบัตรหรือ Keypad เช่น การถูกตัดสายหรือสายไฟเกิดการลัดวงจร
- สามารถบันทึกการทำงานของผู้อนุญาตและระบบว่าเข้ามาทำอะไรในระบบบ้าง, เวลาที่ทำ ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการติดตามผลการทำงานของผู้อนุญาตและระบบและสามารถใช้ประโยชน์ตรวจสอบการโปรแกรมเพื่ออนุญาตให้ผู้ถือบัตรผ่านเข้า-ออก ว่าใครเป็นผู้ทำการโปรแกรม ซึ่งการบันทึกในลักษณะนี้จะไม่มีการใช้เนื้อที่ในการบันทึก Event Log แต่จะใช้การเก็บไว้ใน Activity Log แทน นั่นก็หมายความว่าไม่เป็นการสิ้นเปลืองจำนวน Event Log ที่ระบบสามารถบันทึกได้
- สามารถแสดงผลการบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น บนจอคอมพิวเตอร์ได้ ในรูปแบบของตารางแสดงผล และสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ด้วย

8. การติดตั้ง

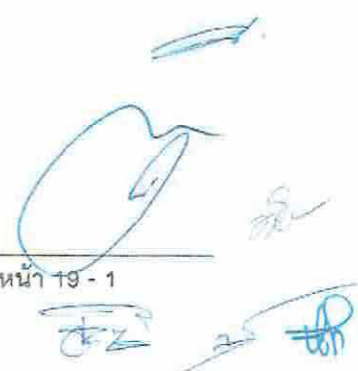
ให้เป็นไปตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต และตามกำหนดในแบบ

9. การทดสอบ

ต้องทดสอบอุปกรณ์ตามหน้าที่ของแต่ละระบบเพื่อให้แน่ใจว่าระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ตามต้องการ

หมวดที่ 19 BUSDUCT

ดูหมวดที่ 23

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature, a smaller signature, and several initials.

หมวดที่ 20 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในมืงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนั้นทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่า มีรอยดลอก ชุดขีด รอยครามสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดถู และทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากสถาปนิกและผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเป็นต้นต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือ โลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมัน หรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้ น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานนั้นสะอาด พร้อมกับเช็ด หรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสี โดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อน ต้องขุดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

- 2.2 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี
ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้

- 3.2 สีที่ใช้ทำ ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสสีของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม



3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง บริเวณที่มีการผุกร่อนสูง
- BLACK STEEL PIP OR ROP - BLACK STEEL HANGER & SUPPORT - BLACK STEEL SHEET - SWITCH BOARD, PANEL BOARD ที่ ทำจาก BLACK STEEL	ชั้นที่ 1 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 2 RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD
- GALVANIZED STEEL PIPE - GALVANIZED STEEL HANGER & SUPPORT - GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้า เป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 ZINC CHROMATE PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า ALKYD ชั้นที่ 4 สีทับหน้า ALKYD	ชั้นที่ 1 WASH PRIMER ชั้นที่ 2 EPOXY RED LEAD PRIMER ชั้นที่ 3 สีทับหน้า EPOXY ชั้นที่ 4 สีทับหน้า EPOXY

หมายเหตุ ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะ การขีดหรือการทำเกลียว ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสี และสีสัญลักษณ์

5.1 การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อ ยกเว้นถ้าท่อ นั้น ๆ มีการหุ้มฉนวน ให้ทาท่อเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น

5.2 ท่อร้อยสาย, WIREWAY หรือ CABLE TRAY สำหรับการเดินสายไฟฟ้าระบบต่าง ๆ ต้องทาสีหรือพ่นสีดังนี้

- ก. ให้แสดงรหัสสีที่ CLAMP ของท่อร้อยสาย หรือทาหรือพ่นสีที่ WIREWAY หรือ CABLE TRAY
- ข. สีสัญลักษณ์ที่ท่อร้อยสาย, WIREWAY, CABLE TRAY ต้องทำเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 10 ซม. ในตำแหน่งใกล้กับกล่องต่อสาย
- ค. ที่ฝากล่องต่อสาย ให้ทาหรือพ่นสีตามรหัสสี และมีอักษรสัญลักษณ์กำกับ

หมวดที่ 21 เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า1. ข้อกำหนดทั่วไปรายละเอียดเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองระบบอัตโนมัติ
ขนาดไม่น้อยกว่า 250 KVA. และอุปกรณ์ประกอบจุดประสงค์

ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองระบบอัตโนมัติ ขนาดไม่น้อยกว่า 250 KVA. PRIME RATED POWER OUTPUT รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH, ISOLATING SWITCH, และอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด ตามรายละเอียดในแบบแปลนที่แนบ เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองพร้อมอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมาจากต่างประเทศ หรือถ้าประกอบในประเทศไทยต้องมีหนังสือรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาแสดงด้วย โดยสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน BS5514 หรือ DIN 6271 หรือ ISO-3046 หรือ UL-508 หรือ CSA หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้ มี ส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้ :-

1. เครื่องยนต์

- 1.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ สูบเรียง มี PRIME POWER RATING BRAKE HORSE POWER ไม่น้อยกว่า 350 BHP. ที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที
- 1.2 ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- 1.3 ระบบอัดอากาศให้ระบบ TURBOCHARGED และ AFTER COOLED หรือ CHARGE AIR COOLED
- 1.4 มีระบบควบคุมความเร็วให้คงที่ชนิด ELECTRONIC หรือ DIGITAL GOVERNING ที่สามารถควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ให้คงที่แบบ ISOCHRONOUS OPERATION และมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm 0.25\%$ ที่ STEADY STATE
- 1.5 ระบบไอเสียมี EXHAUST SILENCER พร้อม FLEXIBLE CONNECTION ระบบท่อไอเสียต้องหุ้มด้วยฉนวนป้องกันความร้อนชนิด CALCIUM SILICATE สามารถทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 1000°C ปิดทับด้วย ALUMINIUM JACKET
- 1.6 ระบบป้องกันการสั่นสะเทือนใช้ VIBRATION ISOLATOR ชนิด SPRING ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 1.7 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ ใช้ไฟจากแบตเตอรี่ โดยมีแบตเตอรี่ขนาดที่เหมาะสมในการใช้งาน พร้อมขาตั้งและสายไฟให้มีความยาวขนาดที่เหมาะสม
- 1.8 มีถังน้ำมันประจำเครื่อง (DAY TANK) ขนาดไม่น้อยกว่า 400 ลิตร อยู่ในอาคารพร้อมระบบสูบน้ำมันอัตโนมัติ และระบบมีอหมุนที่ใช้งานแทนกันได้ เพื่อสูบน้ำมันจากถังน้ำมันสำรองขนาด 3,000 ลิตร ภายนอกอาคารเข้า DAY TANK ตามแบบ

2. ALTERNATOR

- 2.1 แบบกระแสสลับ ไม่มีแปรงถ่าน
- 2.2 ขนาดให้กำลังไฟฟ้า PRIME POWER RATING ไม่น้อยกว่า 250 KVA. 380/220 V.3 เฟส, 4 สาย
- 2.3 เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8
- 2.4 ความถี่ 50 ไซเคิล/วินาที
- 2.5 EXCITER เป็นชนิด PERMANENT MAGNET EXCITATION SYSTER โดยมีชุดแปลงกระแสไฟฟ้าสลับให้เป็นกระแสไฟฟ้าตรงไปเลี้ยงขดลวดของอัลเทอร์เนเตอร์
- 2.6 จำนวนของ ROTOR และ STATOR ต้องได้ตามมาตรฐาน NEMA CLASS H. หรือดีกว่า
- 2.7 มีพัดลมในตัวเพื่อช่วยระบายความร้อนของอัลเทอร์เนเตอร์และความร้อนจากเครื่องยนต์
- 2.8 โครงสร้างต้องแข็งแรงเป็นชนิด DRIP PROOF CONSTRUCTION หรือ IP 23
- 2.9 ใช้ ADAPTOR สำหรับต่อกับ FLY WHEEL ชนิด FLEXIBLE DRIVE DISC ซึ่งยึดหยุ่นโดยต่อตรงในแนวเดียวกัน และติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกันมีฝาครอบป้องกันอันตรายในขณะเครื่องทำงาน
- 2.10 AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR เป็นแบบ DIGITAL OUTPUT VOLTAGE REGULATION ซึ่งสามารถควบคุมให้ค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้า (% VOLTAGE REGULATION) ไม่เกิน $\pm 1\%$ จาก NO LOAD ถึง FULL LOAD

3 ระบบควบคุมเครื่องยนต์

ระบบควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE STATUS MONITORING) เป็นแบบดิจิตอล (DIGITAL STATUS PANEL) หรือแบบเข็ม (ANALOG METERS) หรือดีกว่าตามมาตรฐานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีความสามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้อย่างน้อยดังนี้ :-

- 3.1 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ENGINE TEMPERATURE)
- 3.2 แรงดันน้ำมันหล่อลื่น (ENGINE OIL PRESSURE)
- 3.3 ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (ENGINE SPEED)
- 3.4 เวลารวมที่เครื่องยนต์ทำงาน (ENGINE RUN TIME)
- 3.5 จำนวนครั้งที่เครื่องยนต์สตาร์ท (NUMBER OF START ATTEMPTS)
- 3.6 ค่าแรงดันของแบตเตอรี่ (BATTERY VOLTAGE)
- 3.7 ระบบควบคุมเครื่องยนต์ฯ จะต้องมียระบบอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ของเครื่องยนต์ และ ALTERNATOR วงจรควบคุมต้องมีเสียงหรือแสงไฟเตือนที่แผงควบคุม หรือดับเครื่องยนต์ฯ ขณะเกิดข้อบกพร่องในกรณีต่างๆ ดังนี้ :-
 - 3.7.1 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ ดับ ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องยนต์ฯ ต่ำ
 - 3.7.2 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ ดับ ในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อน สูงเกิน
 - 3.7.3 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ ดับ ในกรณีความเร็วรอบสูงเกิน

- 3.7.4 เครื่องควบคุมให้ตัดการจ่าย LOAD ของ ALTERNATOR ในกรณีจ่าย LOAD เกินพิกัด
 - 3.7.5 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ หยุดการสตาร์ท เมื่อเกิดอาการ OVER CRANK
 - 3.7.6 สัญญาณเตือน กรณี SENDER FAILURE หรือ SENSOR FAILURE INDICATION
 - 3.7.7 EMERGENCY STOP
- 4 อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ประกอบ และมาตรวัดค่าต่างๆ ที่แผงควบคุม
- 4.1 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบ MICROPROCESSOR แสดงผลด้วย LCD หรือ LED หรือดีกว่ามาตรฐานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วย มาตรวัดแบบ DIGITAL หรือ ANALOG และอุปกรณ์ ประกอบสามารถแสดงค่าได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้ :-
 - 4.1.1 แรงดันไฟฟ้า (AC VOLTAGE 3 PHASE)
 - 4.1.2 กระแสไฟฟ้า (AC CURRENT 3 PHASE)
 - 4.1.3 เพาเวอร์แฟคเตอร์ (POWER FACTOR)
 - 4.1.4 กิโลวัตต์ (AC KILOWATTS)
 - 4.1.5 ค่าหน่วยไฟฟ้า (AC KILOWATT - HOURS)
 - 4.1.6 ความถี่ (AC FREQUENCY)
 - 4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์ฯ อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับสตาร์ทเครื่องต้องทำให้ให้หมุนเครื่องยนต์และพักสลับกัน โดยสามารถตั้งจำนวนการสตาร์ทอัตโนมัติได้ 1 ถึง 7 รอบ และระยะเวลาการ CRANK และช่วงพักระหว่างการ CRANK (รอบหนึ่งประกอบด้วยการหมุนประมาณ 10 วินาที พัก ประมาณ 10 วินาที) ถ้าเครื่องยนต์ไม่ติดระบบควบคุมจะต้องตัดไม่ให้หมุนครั้งต่อไป พร้อมมีไฟแสดง จนกว่าจะมีการ RESET
 - 4.3 ระบบติดเครื่องยนต์ฯ อัตโนมัติ ในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุมต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งานอย่างน้อย 3 ตำแหน่งคือ RUN/OFF/AUTO เพื่อการทำงานแต่ละหน้าที่ตามต้องการ
 - 4.4 อุปกรณ์ป้องกันเมื่อ OVERLOAD หรือ FAULT เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ ทำงานด้วยระบบ MECHANIC จัดหาให้พร้อมเสร็จ เพื่อตัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากวงจรในกรณีที่เกิด OVERLOAD หรือ FAULT พร้อมทั้งต้องมีระบบป้องกัน เมื่อเกิด OVER CURRENT, SHORT CIRCUIT และ OVERLOAD ติดตั้งมาด้วย
 - 4.5 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับ ชุดเครื่องต้นกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกันกับชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าไปแทนไฟปกติได้ตามเวลาที่กำหนดพร้อมกับทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ
 - 4.6 ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายให้เหมาะสมสำหรับวงจรควบคุมและเครื่องวัดต่างๆ เช่น ใช้ฟิวส์

4.7 สัญญาณเตือน และดับเครื่องโดยอัตโนมัตินอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่นๆ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณและหรือตัดวงจรไฟฟ้า หรือดับเครื่องยนต์อย่างน้อยดังนี้ :-

- 4.7.1 HIGH AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
- 4.7.2 LOW AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
- 4.7.3 UNDER FREQUENCY (SHUTDOWN)
- 4.7.4 OVER FREQUENCY (SHUTDOWN)
- 4.7.5 OVER CURRENT (WARNING)
- 4.7.6 OVER CURRENT (SHUTDOWN)

5 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS.)

5.1 เป็นแบบใช้งานได้ดีกับ LOAD ทุกประเภท โดยอุปกรณ์ทั้งหมดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบ สำเร็จ และผ่านการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตแล้ว แต่ละชุดประกอบด้วย สวิตช์กำลังแบบ DOUBLE – THROW และชุดควบคุมเพื่อใช้ในการทำงานแบบอัตโนมัติ

5.2 สามารถทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าทางด้าน NORMAL SOURCE ขัดข้อง ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS.) จะต้องสามารถกลับไปรับกระแสไฟฟ้าทางด้าน EMERGENCY SOURCE ได้โดยอัตโนมัติ และสามารถสลับเปลี่ยนกลับมาทาง NORMAL SOURCE ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อกระแสไฟฟ้าด้านดังกล่าวกลับคืนเป็นปกติตามเวลาที่กำหนด

5.3 เป็นแบบ SINGLE SOLENOID OPERATE มีพิกัดกระแสต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 400 Amp., 3 PHASE, 3 ขั้ว (POLES), 380/220 VOLTS, 50 Hz จำนวน 1 ชุด

5.4 สวิตช์ถ่ายโอน LOAD จะต้องทำงานด้วยไฟฟ้า และล็อกทางกล (ELECTRICALLY OPERATED, MECHANICALLY HELD)

5.5 ระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ DIGITAL MICROPROCESSOR CONTROL มีคุณสมบัติ IN - PHASE MONITOR เพื่อป้องกันการ กระชากของกระแส ขณะสับเปลี่ยนทิศทางของกระแสไฟฟ้า จอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้ โดยมีรหัสผ่าน (PASSWORD PROTECTION) เพื่อปรับตั้งค่า

5.6 มีการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า โดยจะสั่งให้ EMERGENCY SOURCE ทำงานหากพบว่ากระแสไฟฟ้าทางด้าน NORMAL SOURCE ตกลงต่ำกว่า 80% หรือสูงขึ้นเกินกว่า 110% ของแรงดันปกติ

5.7 มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY – ENGINE START ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 6 วินาที

5.8 มีตัวหน่วงเวลาเพื่อการถ่ายโอน LOAD จากด้าน NORMAL SOURCE ไปด้าน EMERGENCY SOURCE ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 – 5 วินาที

5.9 มีตัวหน่วงเวลาเพื่อถ่ายโอน LOAD จากด้าน EMERGENCY SOURCE ไปด้าน NORMAL SOURCE ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 30 นาที

- 5.10 มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY FOR ENGINE COOL DOWN ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 – 60 นาที
- 5.11 มี WEEKLY EXERCISE สำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติครั้งละ 0 – 30 นาที (ปรับค่าได้) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- 5.12 TRANSFER TIME ไม่เกิน 1/6 วินาที
- 5.13 ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS.) จะต้องติดตั้งภายในกล่องหุ้มแบบ NEMA TYPE หรือ UL TYPE สำหรับใช้งานภายในอาคาร
- 5.14 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันทุกตัวต้องผ่านการทดสอบและยอมรับตามมาตรฐาน :-
- ก. UL 1008 STANDARD FOR TRANSFER SWITCH EQUIPMENT
 - ข. IEC 947 – 6 -1 LOW – VOLTAGE SWITCH AND CONTROL GEAR ; MULTIFUNCTION EQUIPMENT ; AUTOMATIC TRANSFER SWITCH EQUIPMENT

6 ISOLATING SWITCH มีคุณสมบัติดังนี้ :-

- 6.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 400 Amp, 380/220 V., 3 เฟส , 3 ขั้ว (POLES)
- 6.2 สามารถที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าจากไฟหลวงผ่านไปโหลดโดยตรงโดยไม่ผ่าน AUTOMATIC TRANSFER SWITCH เพื่อทำการซ่อมเครื่องยนต์หรือระบบควบคุมอัตโนมัติ
- 6.3 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้าหลวงผ่าน AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และระบบควบคุมต่างๆ ของเครื่องยนต์เมื่ออุปกรณ์ปกติ
- 6.4 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าจากเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าไปยังโหลดได้เมื่ออยู่ในตำแหน่ง NORMAL
- 6.5 มีระบบป้องกันมิให้ไฟหลวง และไฟจากเครื่องยนต์จ่ายโหลดพร้อมกัน
- 6.6 คันโยกเป็นแบบด้ามเดียว โดยโยกครั้งเดียวสามารถเปลี่ยนตำแหน่ง NORMAL เป็น BYPASS หรือจาก BYPASS-OFF-NORMAL ได้
- 6.7 การทำงานต้องเป็นไปตามวงจรในแบบแปลน
- 6.8 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947 – 3

7 ระบบประจุแบตเตอรี่

- 7.1 สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ทั้งจากไฟฟ้าปกติและไฟเครื่องยนต์ แบตเตอรี่จะต้องมีขนาด 12 V. หรือ 24 V. สามารถจัดหาในประเทศเพื่อทดแทนได้ ซึ่งต้องมีความจุพอที่จะใช้ สตาร์ท เครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยไม่ต้องประจุใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และระบบอื่นๆ ถ้าออกแบบไว้ให้ใช้ไฟจากแบตเตอรี่

- 7.2 มีระบบประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่อัตโนมัติใช้วงจร SOLID STATE ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่เป็นแบบใช้ไฟ 220 V. 1 PH. 50 Hz.
- 7.3 มีระบบป้องกัน ดัดการประจุแบตเตอรี่ขณะเครื่องยนต์สตาร์ท
- 7.4 ชุดประจุไฟแบตเตอรี่จะต้องติดตั้งในตู้โลหะให้เรียบร้อยประกอบด้วย DC – A (มิเตอร์วัดกระแสไฟตรง) DC – V (มิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง) และมีสวิตช์ปิด – เปิด มีฟิวส์ป้องกันขนาดเหมาะสมและไฟแสดงการชาร์จ และอื่นๆ ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 7.5 เดินสายไฟจากระบบประจุไฟแบตเตอรี่ถึงจุดต่อเข้าแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย (ห้ามใช้ขั้วต่อแบบคียบที่ขั้วต่อ แบตเตอรี่)

8. การเดินสายไฟ และสายคอนโทรล เดินให้ถูกต้องตามแบบแปลน

- 8.1 สายคอนโทรลต่างๆ ต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายทุกเส้น และมีเครื่องหมายตรงตามวงจรของเครื่อง
- 8.2 สายไฟและสายคอนโทรลที่เดินเชื่อมต่อระหว่างตู้หรือเดินสายนอกตู้ต้องเดินในท่อหรือรางสายไฟ ต้องมี ขนาดตามรายละเอียดในแบบแปลน
- 8.3 ขนาดสายไฟต้องได้มาตรฐานและรับแรงดันและกระแสได้ไม่น้อยกว่ามาตรฐานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 8.4 การติดตั้งระบบไฟฟ้าให้ได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

9. ระบบป้องกันเสียง (SOUNDPROOF SYSTEM)

ผู้ขายจะต้องติดตั้งระบบป้องกันเสียง (SOUNDPROOF SYSTEM) ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อม AIR INLET & AIR OUTLET SOUND ATTENUATOR ตามแบบโดยหลังจากติดตั้งระบบป้องกันเสียงแล้วระดับเสียงที่ระยะห่าง 1 เมตรจากผนังห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าภายนอกห้อง และช่องเปิดใดๆ จะต้องมิระดับไม่เกิน 85 dBA. ผู้เสนอราคาจะต้องแนบแบบแสดงการติดตั้งและรายการคำนวณค่าระดับเสียงหลังจากติดตั้งระบบป้องกันเสียงและกำหนดวัสดุที่ใช้ป้องกันเสียงมาพร้อมกับใบเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย

10. หนังสือคู่มือ

ผู้ขายต้องจัดหาหนังสือคู่มือเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างน้อย 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

- 10.1 การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ การถอดและปรับตั้งชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (TECHNICAL SERVICE MANUAL) และรายละเอียดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (PART LISTS)
 - 10.2 การใช้งาน การถอด และปรับตั้ง GENERATOR
 - 10.3 รายละเอียดแผนควบคุมอัตโนมัติ
 - 10.4 รายละเอียดวงจรของ ISOLATING SWITCH
 - 10.5 รายละเอียดและวงจรของ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และระบบอัตโนมัติที่ทำงานร่วมกัน
- พร้อมคำอธิบายการทำงานและบำรุงรักษา

11. เงื่อนไข

- ผู้รับจ้างต้องแนบแคตตาล็อก รูปแบบรายละเอียดแสดงคุณสมบัติของเครื่องยนต์ อัลเทอร์เนเตอร์, ISOLATING SWITCH, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH, และ THIRD PARTY CERTIFICATE แสดงว่า ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐานที่กำหนด มาเพื่อให้คณะกรรมการพิจารณาด้วย โดยต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนว่าต้องการเสนอยี่ห้อใด รุ่นใด ทั้งนี้ คณะกรรมการจะไม่พิจารณา เอกสารรับรองคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ไม่ตรงตามแคตตาล็อกที่นำเสนอ
- เพื่อป้องกันการนำเครื่องเก่า (SECOND HAND) มาติดตั้งใช้งาน ดังนั้นรายการนี้ต้องเป็นผู้ผลิตหรือ ตัวแทน จำหน่ายเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และ ISOLATING SWITCH ที่เสนอ หรือได้รับมอบหมายจากผู้ผลิต หรือตัวแทน จำหน่ายให้เข้าเสนอรราคา โดยต้องแนบหนังสือ รับรอง การจัดหาอะไหล่ภายในระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 5 ปี นับจากวันตรวจรับไว้ใช้งานเป็นต้นไป-
- ในวันส่งมอบอุปกรณ์ตามประกาศนี้ ผู้รับจ้างจะต้องแนบสำเนาใบอินวอยซ์ (INVOICE) โดยมีหนังสือจาก ผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศรับรองว่าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และ ISOLATING SWITCH ที่ผลิตขึ้นใหม่ไม่เคยใช้งานที่ใดมาก่อน มามอบให้คณะกรรมการฯ โดยระบุวัน เดือน ปี ที่ผลิตอุปกรณ์ที่ส่งมอบทั้งหมดมาด้วย
- ผู้รับจ้างจะต้องเสนอ SHOP DRAWING แผนงานการดำเนินการก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองให้ผู้ออกแบบอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 15 วันทำการ และหลังดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วให้จัดทำ ASBUILT DRAWING มามอบให้คณะกรรมการฯ ในวันส่งมอบงานด้วย
- ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์มีกำหนดไม่น้อยกว่า 1 ปี (หนึ่งปี) นับจากวันที่ส่งมอบสิ่งของให้ บริษัท วิสาหกิจการบินแห่งประเทศไทย จำกัด และคณะกรรมการตรวจรับได้ทำการตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

หมวดที่ 22 หม้อแปลงไฟฟ้า

1. ข้อกำหนดทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

ข้อกำหนดนี้ใช้กับหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Distribution Transformer) ชนิดขดลวดจุ่มอยู่ในน้ำมัน (Oil immersed) สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร หม้อแปลงไฟฟ้าต้องมีคุณสมบัติ และสมรรถนะ ดังนี้ -

Rated Primary Voltage	:	22kV
Rated Frequency	:	50Hz
Number of Phase	:	3
Rated Power	:	160 kVA
Vector Group	:	Dyn 11
HV. No – Load Tap Changer	:	±2x2.5% (PEA)
Losses	:	Core losses ไม่เกิน 360 W
	:	Copper losses ไม่เกิน 2100W

เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบหุ้มเชื่อมปิดสนิทปราศจากโพรงก๊าซ (Hermetically sealed tank transformer with out gas cushion) หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานของ TIS, ANIS หรือ IEC ฉบับล่าสุดและต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้า การแสดงพิกัดต่างๆของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องอ้างอิงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 50%

ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

แกนเหล็ก

Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Silicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูงและให้ค่า Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ

ขดลวดและฉนวน

High Voltage Winding และ Low Voltage Winding โลหะตัวนำทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Class A

Tap Changer

ที่ High Voltage Winding ต้องมี Off – Load Tap Changer ตามที่กำหนดในข้อ 1.4 ค่ามहुณของ Tap Changer ต้อง สามารถแสดงให้ทราบได้ว่าในขณะที่นั้นอยู่ในตำแหน่งของ Tap ใด

ขั้วต่อสาย

ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำให้เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิลแรงสูง
ขั้วต่อสายแรงต่ำทำด้วยทองแดง เคลือบทับด้วย High Conductivity Bronze หรือ Hot – Tin dipped จะต้อง
เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิล (โดยให้พิจารณาจากแบบ) Bolts, Nuts และ
Lockwashers ที่ ใช้กับขั้วต่อสายต้องทำด้วย Stainless Steel

ตู้หม้อแปลง

ทำด้วยโลหะมีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพการใช้งาน และการเคลื่อนย้าย สีทาภายนอกตู้ทารองพื้นด้วย
Primer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้นซึ่ง เป็นชนิดที่ทน ต่อสภาวะการใช้งานนอกอาคาร

อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง

หม้อแปลงไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยที่สุดดังนี้

2. Drain Valve
3. Lifting Lugs
4. Earthing Terminal
5. Off Load Tap Changer
6. Pressure relief device

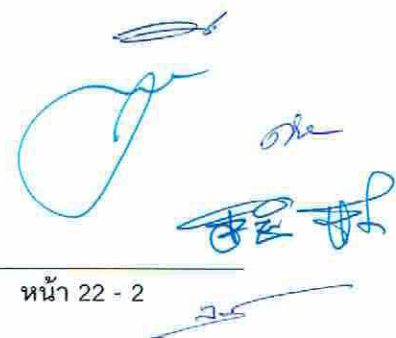
การติดตั้งหม้อแปลง

- ให้ติดตั้งตามลักษณะและตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความ
เห็นชอบจากวิศวกรคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- การเคลื่อนย้ายหม้อแปลงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อหม้อแปลง

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

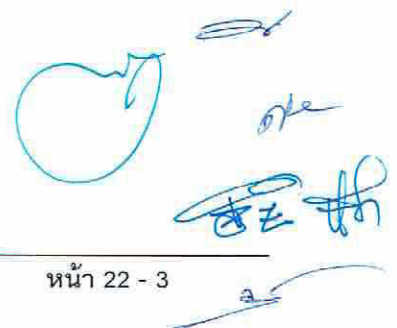
หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการผ่าน Routine Test จากโรงงานผู้ผลิต โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบใน
รายละเอียดต่างๆดังนี้

1. Measurement of Winding Resistance
2. Measurement of Impedance Voltage
3. Measurement of Load Loss
4. Measurement of no Load Loss
5. Measurement of Insulation Resistance
6. Measurement of Voltage Ratio
7. Vector Group
8. Induced Voltage Test
9. Applied Voltage Test



ตู้ครอบหม้อแปลง

ทำด้วยแผ่นเหล็กความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร มีช่องระบายอากาศ ด้านล่าง และด้านบน โดยช่องระบายอากาศ ต้องมีเหล็กซี่กั้นกันแมลงเข้าไป สีทาภายนอกตู้ทาสีรองพื้นด้วย Primer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้น ซึ่งเป็นชนิดที่ ทนต่อสภาวะการใช้งานนอกอาคาร



หมวดที่ 23 BUS DUCT

1. ข้อกำหนดทั่วไป

BUSDUCT

- บัสดัก(BUSDUST) ตามข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุม FEEDER BUSDUCT และ PLUG-IN BUSDUCT ซึ่งได้มาตรฐานการผลิตตาม IEC439-1, IEC439-2, IEC331, BS 5486-2:1990 หรือ มาตรฐานที่เทียบเท่า
- BUSDUCT เป็นชนิดสำหรับแรงดัน 416V/240V 50 Hz, 3 เฟส 4 สาย, 100% NEUTRAL, 50% INTERNAL EARTH, RATING CURRENT ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ ค่าทนต่อกระแสลัดวงจรสมมาตรที่ 1 วินาที ต้องไม่ต่ำกว่าตามที่กำหนดในแบบ
- ตัวนำไฟฟ้าเป็นชนิดทองแดงที่มีความนำ(CONDUCTIVITY)ไม่น้อยกว่า 99.98% ความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 99.95% ขณะจ่ายกำลังไฟฟ้าเต็มพิกัดอุณหภูมิสูงสุดที่จุดใดจุดตลอดตัวนำไฟฟ้าจะมีค่าอุณหภูมิเพิ่ม (TEMPERATURE RISE) ได้ไม่เกิน 55°C ณ. อุณหภูมิห้องสูงสุด 40°Cที่ความชื้นสัมพัทธ์90% จุดสัมผัสหรือจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้าต้องอาบด้วยโลหะดีบุก (TIN PLATED) เพื่อให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่ดี (CONDUCTIVITY)
- บัสดักต้องผ่านการทดสอบทั้งการทดสอบกระแสลัดวงจรและการทดสอบอุณหภูมิเพิ่ม และได้รับรองจากสถาบันที่น่าเชื่อถือในระดับนานาชาติ
- ฉนวนหุ้มตัวนำต้องเป็นชนิด EPOXY และไม่เกิดก๊าซพิษ(HALOGEN FREE)ขณะไหม้ไฟ โดยฉนวนหุ้มตลอดความยาวของแต่ละท่อนยกเว้นบริเวณเชื่อมต่อระหว่างบัสดักและบริเวณที่เป็นหน้าสัมผัส ฉนวนดังกล่าวต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 180°C (class H) และฉนวนต้องเคลือบติดกับตัวนำไฟฟ้าโดยที่ไม่มีปัญหาเรื่องกรอบแตก ไม่มีปัญหาการอ่อนตัวของฉนวน อันเป็นสาเหตุให้ความชื้นเข้าสู่ตัวนำไฟฟ้าได้ในระหว่างการติดตั้งหรือระหว่างการใช้งาน
- HOUSING
 - HOUSINGของBUSDUCT SYSTEMต้องหุ้มปิดสนิท (TOTALLY ENCLOSED, NON-VENTILATED TYPE)เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองภายใน โดยทำจาก ELECTRO-GALVANIZED STEEL และเคลือบสี EPOXY ทับพร้อมส่วนประกอบอื่นๆ ป้องกันการเกิดสนิม
 - BUSDUCTติดตั้งภายในอาคาร ส่วนที่ติดตั้งในแนวตั้งภายในช่องSHAFTให้เป็นแบบIP42 ส่วนที่ติดตั้งในแนวนอนจากเจนเนอเรเตอร์หรือจากตู้ MDB ไปยังช่อง SHAFT ซึ่งอาจเสี่ยงต่อน้ำหยดใสไม่ว่ากรณีใดๆต้องเป็นชนิด IP55 BUSDUCT ที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้เป็น IP66

- จุดต่อ(JOINT)
 - จุดเชื่อมต่อหรือรอยต่อของ BUSDUCT ต้องเป็นแบบ SINGLE-BOLT BRIDGE JOINT ซึ่งประกอบด้วยแหวนสปริง (Belleville Washer) เพื่อช่วยให้กระจายแรงกดให้แน่นทั่วหน้าสัมผัส BUSDUCTจะต้องออกแบบจุดเชื่อมต่อของแต่ละท่อนให้ติดตั้งได้เมื่ออยู่ใกล้กับกำแพงหรือเพดาน
 - เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกต่อการบำรุงรักษา BOLTและNUTที่จุดต่อต้องมีตัวยึดเพื่อป้องกันการคลายตัวในระดับหนึ่ง จุดต่อต้องปลอดภัยต่อพนักงานบำรุงรักษาโดยที่พนักงานสามารถขึ้นประแจเพิ่มความแน่นของจุดต่อโดยไม่ต้องปลดวงจรรอก

- EXPANSION UNIT จะต้องมีเป็นระยะตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตเพื่อรองรับการขยายตัวและหดตัวของบัลด์คัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการขยายตัวและหดตัวของบัลด์คักถูกจำกัด และในกรณีที่จุดเชื่อมของบัลด์คักระหว่างอาคารหนึ่งไปอีกอาคารหนึ่ง

- แรงดันตก(VOLTAGE DROP) ต้องไม่มากกว่า3.5 โวลท์ line-to-line ต่อ30เมตร ณ. 100% โหลด 0.8 Power Factor

- BUSDUCT ส่วนที่เป็น FEEDER จึงจากห้องเครื่องไฟฟ้าไปยังช่อง SHAFT ไฟฟ้าให้เป็นแบบ FEEDER TYPE BUSDUCT, BUSDUCT ส่วนที่เดินภายใน SHAFT ไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้าให้แผงไฟฟ้าต่าง ๆ ให้เป็น PLUG-IN TYPE BUSDUCT

- ระยะห่างของจุดยึด BUSDUCT ในแนวนอนต้องไม่เกิน 2 เมตร อุปกรณ์จับยึด BUSDUCT ทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต การติดตั้งในแนวตั้งต้องใช้อุปกรณ์จับยึดแบบ VERTICAL SPRING HANGER หรือเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ที่สามารถรับน้ำหนัก BUSDUCT อย่างเพียงพอและไม่เป็นเหตุให้บัลด์คักโก่งงอบิดเบี้ยว

- PLUG-IN UNIT
 - PLUG-IN UNIT เป็นชนิด CIRCUIT BREAKER, ที่มี INTERRUPTING CAPACITYตามระบุไว้ในแบบ OPERATING HANDLEต้องเป็นแกนโยกยาวด้านข้างเพื่อให้ง่ายและรวดเร็วต่อการปฏิบัติงาน
 - PLUG-IN UNIT ต้องมีกลไกต่อสัมผัสกับระบบกราวด์ของ BUSDUCTก่อน ขณะที่ถูกติดตั้งเข้าที่ PLUG-IN BUSDUCT เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน
 - PLUG-IN UNIT ต้องมี Mechanical Interlockดังนี้
 2. ในขณะที่ BREAKER อยู่ในตำแหน่งON ฝาPLUG-IN UNITที่ปิดอยู่ ต้องไม่สามารถเปิดได้และจะต้องมี MECHANICAL INTERLOCK ป้องกันไม่ให้ PLUG-IN UNITถูกเสียบเข้าหรือดึงออกมาจากบัลด์คักได้
 3. ในขณะที่ BREAKER อยู่ในตำแหน่งOFF ถ้าฝา PLUG-IN UNITเปิดอยู่ ต้องไม่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในตำแหน่ง ON ได้

- การติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้
 - บัสดักต้องติดตั้งในสถานที่ที่พิจารณาแล้วว่า ไม่เสี่ยงต่อการเสียหายทางกายภาพแก่ บัสดัก จุดต่อและต้องสามารถเข้าไปบำรุงรักษาได้
 - การขันจุดต่อต้องให้ได้แรงTORQUEไม่น้อยกว่าค่ากำหนดจากผู้ผลิตเพื่อให้หน้าสัมผัสระหว่างบัสดักแน่นเพียงพอ โดยให้ยึดค่าที่อ่านได้จากปะแจปอนด์(TORQUE WRECK) ถึงแม้ว่า BOLT จะเป็นชนิดพิเศษใดๆก็ตาม เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากตัววัสดุเอง
 - การวางจุดยึดต่างกันในแนวนอนและแนวตั้งให้ได้ระยะตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
 - เพื่อป้องกันเพลิงและควันไฟลุกลาม ในกรณีที่ติดตั้งผ่านทะลุพื้นหรือผนัง ผู้ติดตั้งต้องจัดให้มี FIRE BARRIER ซึ่งสามารถทนไฟลุกลามได้ 2 ชั่วโมง ติดตั้งในตำแหน่งบริเวณที่บัสดักผ่านกำแพงหรือพื้นโดยให้บรรจุวัสดุกันไฟลามอย่างเหมาะสมและมีแผ่น Wall Flangeปิดผนังหรือกำแพง

VENDOR LIST

1. SIEMENS
2. MEGADUCT
3. SQUARE-D
4. EATON

Handwritten signature and initials in blue ink, including a large circular mark and several scribbles.