



สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา
PRINCESS GALYANI VADHANA
INSTITUTE OF MUSIC

รายการประกอบแบบ

หมวดงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ศูนย์วิทยศึกษาศิลปคลองหลวง

สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา

ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	รายละเอียดข้อกำหนดทั่ว ๆ ไป
2	มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง
3	ขอบเขตของงาน
4	สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์
5	หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน
6	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
7	แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ
8	แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป
9	ระบบท่อร้อยสาย
10	สายไฟฟ้า
11	โคมไฟฟ้า
12	สวิตช์และปลั๊ก
13	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
14	ระบบสายสัญญาณข้อมูล
15	ระบบเสียง
16	ระบบโทรศัพท์
17	ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ
18	ระบบควบคุมการเข้า-ออกอัตโนมัติ
19	ระบบโทรทัศน์วงจรปิด
20	ระบบป้องกันฟ้าผ่า
21	รายการอุปกรณ์มาตรฐานและผู้ผลิต

หมายเหตุ ห้ามมิให้คัดลอกไม่ว่าโดยวิธีใด และห้ามนำไปใช้งานใด ไม่ว่าทั้งหมดหรือแม้แต่บางส่วน เว้นไว้แต่โดยอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

บทที่ 1
รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป
(GENERAL SPECIFICATION)

1. ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (SCOPE OF SPECIFICATION)
 - ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบตามแบบแปลน และตามรายละเอียดข้อกำหนดนี้
 - คำว่า “อนุมัติแล้วว่าเทียบเท่า” ในรายละเอียดข้อกำหนด หรือในแบบแปลนให้ หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรผู้ออกแบบ หรือ ผู้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง
 - คำว่า “วิศวกร” ในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ หมายถึงวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ได้รับมอบอำนาจจากเจ้าของ หรือผู้ว่าจ้าง
 - ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียด ในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ขัดกับแบบแปลนหรือแตกต่างไปจากแบบแปลน ให้ถือว่าการวินิจฉัยของวิศวกรเป็นการชี้ขาด
 - ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบแปลน รายละเอียดข้อกำหนดและรายการประกอบอื่น ๆ ของงานที่ใช้ประกอบในสัญญาอย่างละเอียดถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ ก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้นผู้ว่าจ้าง จะถือว่า ผู้รับจ้าง ได้ศึกษาแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ตลอดจนรายการประกอบแบบอื่น ๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ ใช้งาน ได้อย่างสมบูรณ์ตามสัญญา
 - ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ให้มีรายงานผลการทดสอบสัญญาณแบบ PAIR-TO PAIR DATA ด้วยเครื่องวัด CABLE ANALYZER วัดสายแบบ PORTABLE
2. แบบแปลน (DRAWINGS)

ตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดในแบบแปลนเป็นเพียงตำแหน่งโดยประมาณ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างเล็กน้อย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพ และลักษณะ โครงสร้างของอาคาร ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรเสียก่อน
3. วัสดุและอุปกรณ์ (MATERIAL AND EQUIPMENT)
 - วัสดุ และอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลน และในรายละเอียดข้อกำหนด จะต้องเป็นของใหม่ ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อน ทั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต
 - วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลน และในรายละเอียดข้อกำหนด ที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ หรือแคตตาล็อก พร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ เป็นลายลักษณ์อักษร ก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน หากนำไปใช้ก่อน โดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร แล้วปรากฏว่าวัสดุ หรืออุปกรณ์นั้น ๆ ไม่ถูกต้องตามแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายในการรื้อถอน เปลี่ยนวัสดุ หรืออุปกรณ์นั่นเอง
 - ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำแผนงาน การส่งตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ โดยกำหนดวันส่งขออนุมัติและวันที่ส่งเข้าหน่วยงานก่อสร้างทุกรายการเพื่อขออนุมัติให้สอดคล้องกับแผนงานการดำเนินการก่อสร้าง
4. เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องศึกษาแบบแปลนทางด้านสถาปัตยกรรมประกอบกับงานระบบ เพื่อตรวจสอบว่าส่วนใดของอาคารที่ฝ้าเพดานหรือไม่มี ส่วนใดของผนังเป็นหน้าต่างกระจกหรือเป็นผนังลอย ตลอดจนวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้การติดตั้งงานระบบสามารถติดตั้งได้สอดคล้องกับงาน โครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้หากในภายหลังตรวจพบที่เกิดข้อขัดแย้งขึ้นเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในค่าใช้จ่ายที่จะต้องแก้ไขทั้งสิ้น

5. ในกรณีที่มีแนวท่อหรือมีการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ในบริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดาน หรือบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทาสี วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด รายละเอียดสีและชนิดของสีจะกำหนดให้ภายหลัง
6. การทดสอบระบบและอุปกรณ์ (EQUIPMENT & SYSTEM TEST)
หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบระบบ และอุปกรณ์ของระบบ ต่อหน้าเจ้าของ และวิศวกรตามวิธีการ ในรายละเอียดที่วิศวกรกำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบทั้งหมด
7. การรับประกันคุณภาพ (GUARANTEE)
ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิด และคุณภาพของการติดตั้งระบบนี้เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ลงนามตรวจรับงานงวดสุดท้าย โดยวิศวกร หรือผู้ว่าจ้าง ในระหว่างระยะเวลาประกันดังกล่าว หากมีวัสดุอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนชำรุดใช้งานไม่ได้หรือทำงานไม่สมบูรณ์อันเนื่องมาจากความบกพร่องของวัสดุอุปกรณ์ หรือความบกพร่องในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และ/หรือ เปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนนั้น ๆ โดยไม่คิดราคาจากผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่รับดำเนินการแก้ไข ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงข้อบกพร่อง หรือความเสียหายดังกล่าว ผู้ว่าจ้างทรงสิทธิ์ไว้ในการที่จะว่าจ้างผู้อื่นมากระทำการแทน โดยคิดค่าใช้จ่ายเท่ากับผู้รับจ้าง
8. แบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING)
ให้ผู้รับจ้างจัดส่งแบบรายละเอียดการติดตั้งและการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ทุกชนิดที่จำเป็นหรือตามที่วิศวกรเห็นว่าจำเป็นเสนอต่อวิศวกร เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งไม่น้อยกว่า 21 วัน หากมิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข และส่งใหม่ภายใน 7 วัน หลังจากวันที่ได้รับแจ้ง
9. แผนงานและรายงานความคืบหน้าของงาน (WORKING SCHEDULE AND PROGRESS REPORT) ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานการทำงาน โดยละเอียดทั้งหมดของระยะเวลาในการติดตั้ง และรายงานความคืบหน้าของงานทุก ๆ เดือน ต่อวิศวกร และผู้ควบคุมงานคนละ 1 ชุด ไม่เกินวันที่ 5 ของทุก ๆ เดือน จนกว่างานจะแล้วเสร็จ
10. วิศวกรประจำหน่วยงาน (SITE ENGINEER)
ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพอนุญาต (กว.) ประจำหน่วยงาน ตลอดเวลาทำงานไม่น้อยกว่า 1 ท่าน โดยวิศวกรหรือผู้รับมอบอำนาจ สามารถจะกำหนดตามความจำเป็นได้จนกว่างานจะได้รับมอบโดยผู้ว่าจ้าง
11. การตรวจสอบผลงาน (INSPECTION)
ในระหว่างการติดตั้งระบบ ผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรมีสิทธิ์ที่จะขอตรวจสอบผลงาน โดยผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกตามที่วิศวกรร้องขอ และมีสิทธิ์ที่จะระงับให้ผู้รับจ้างหยุดปฏิบัติงานในหน่วยงานได้ทันที หากพบว่าผลงานการติดตั้ง หรือบุคคลดังกล่าว ไม่มีคุณสมบัติเพียงพอในการปฏิบัติงาน
12. ความรับผิดชอบต่อความเสียหาย
ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อความเสียหายใด ๆ ก็ตาม ที่เกิดขึ้นแก่ทรัพย์สิน และบุคคลอันเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ หรือความประมาทที่เกิดขึ้นจากการกระทำของผู้รับจ้าง และในระหว่างช่วงเวลาก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องทำประกันภัยการก่อสร้างผลกระทบบุคคลที่ 3 และผลกระทบอื่นจากการก่อสร้าง
13. แบบแปลนที่ติดตั้งจริง (REPRODUCIBLE AS BUILT DRAWINGS)
หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จในแต่ละส่วนของงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำสำเนาแบบแปลน ที่ติดตั้งจริงมาตราส่วน 1:100 หรือตามที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน จำนวน 1 ชุด เสนอต่อวิศวกรของผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบทุกครั้ง ตามที่วิศวกรจะร้องขอให้ผู้รับจ้างทำส่ง พร้อมวิศวกรงานระบบเซ็นรับรองความถูกต้อง และภายหลังที่งานติดตั้งทั้งระบบแล้วเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับ

จ้างต้องส่งมอบแบบแปลนที่วิศวกรได้ตรวจสอบแล้วดังกล่าว ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างเป็นพิมพ์เขียว 3 ชุด พร้อมกระดาษไขอีก 1 ชุด และแผ่น DISC / FLASH DRIVE ที่บันทึกข้อมูลแบบแปลนงานระบบด้วยโปรแกรม CAD, PDF อีก 3 ชุด ก่อนการตรวจรับมอบงานเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วัน

14. ป้ายชื่อ (NAME PLATE)
อุปกรณ์หลักทุกตัวหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องติดตั้งป้ายชื่อเพื่อระบุความสามารถหน้าที่ และส่วนงานที่อุปกรณ์นั้น ทำหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่ ให้ติดตั้งป้ายชื่อ หรือเลขหมายชนิดคงทนถาวร ทำด้วยทองเหลือง ทองแดง หรือเหล็กไร้สนิมขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้เป็นอำนาจของวิศวกรที่จะกำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนี้ทั้งหมดตามความเหมาะสม
15. การฝึกอบรม และคำแนะนำช่างให้กับผู้ว่าจ้าง
ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำ และฝึกช่างของผู้ว่าจ้างให้มีความสามารถในการใช้ และควบคุมการทำงาน ตลอดจนบำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์ทั้งหมด จนเป็นที่เข้าใจโดยละเอียด
16. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (INSTRUCTION MANUAL FOR OPERATING AND MAINTENANCE)
17. ผู้รับจ้างจะต้องจัดมอบหนังสือคู่มือการใช้ การซ่อมบำรุง และรายการอะไหล่ อุปกรณ์ (PART LIST) ของอุปกรณ์หลักทั้งหมด แก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน
18. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนภูมิ และ/หรือ แผ่นภาพ
แสดงการทำงาน โดยระบุ ขนาด, ชื่อ และตำแหน่งของอุปกรณ์หลักแต่ละตัวด้วยแผ่นพลาสติก หนา 3 มม.ขนาดเหมาะสม ทั้งนี้ แผนภูมิ และ/หรือ แผ่นภาพดังกล่าว จะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรก่อนดำเนินการจัดทำ

บทที่ 2

มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง

(STANDARD OF PRODUCTION AND INSTALLATION)

1. อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบ ประกอบ และทดสอบ ตลอดจนวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ :

NEC	-	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	-	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
IEC	-	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
UL	-	UNDERWRITERS LABORATORIES
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
ASA	-	AMERICAN STANDARD ASSOCIATION
IEEE	-	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEER
JIS	-	JAPAN INDUSTRIAL STANDARD
DIN	-	DEUTSCHE INDUSTRIE NORM
EIT	-	ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND
MEA	-	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
PEA	-	PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY
NFPA	-	NATIONAL FIRE PROTECTION STANDARD
FM	-	FACTORY MANUAL
IES	-	ILLUMINATION ENGINEERING SOCIETY
TISI	-	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE
TOT	-	TELEPHONE ORGANIZATION OF THAILAND

บทที่ 3

ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

1. หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนช่างฝีมือ แรงงานและเครื่องมือ เครื่องใช้ทั้งหมดที่จำเป็นตามหลักวิชาช่างที่ดี ติดตั้งงานระบบทั้งหมดที่ปรากฏในแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ในกรณีที่แบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็น และสอดคล้องต่อเนื้อที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วย เพื่อให้ระบบใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ หรือในกรณีที่มิขัดแย้งที่ผู้รับจ้างมีอาจดำเนินการได้ และผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้วิศวกรทราบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้า ก่อนการลงนามในสัญญาติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเองทั้งหมดแทนผู้ว่าจ้าง
2. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน โดยศึกษาแบบแปลนของงานสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่ประกอบขึ้น และรวมอยู่ในโครงการนี้ทั้งหมดให้มีความสอดคล้องไม่เกิดการกีดขวางในงานแต่ละระบบซึ่งกันและกัน ไม่ก่อให้เกิดขัดแย้งกับงานระบบอื่น อันมีผลทำให้งานระบบอื่นมีอุปสรรคและเกิดความล่าช้าได้
3. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งงานระบบอำนวยความสะดวกตามแบบทั้งหมด ให้สามารถทำงานได้และมีความสัมพันธ์กับระบบอำนวยความสะดวกเดิมของอาคารได้อย่างสมบูรณ์
4. ท่อร้อยสายในส่วนที่เดินลอยให้ทาสีเดียวกับโครงสร้างให้เรียบร้อยสวยงาม
5. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นเรื่องราวติดต่อ และประสานงานกับการไฟฟ้าฯ ในส่วนงานที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการไฟฟ้าฯ แทนผู้ว่าจ้างทั้งหมด
6. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นเรื่องราวติดต่อ ประสานงานกับการไฟฟ้าฯ โดยทางผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายค่าธรรมเนียมตามที่แจ้งตามใบเสร็จรับเงินของการไฟฟ้าฯ
7. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นเรื่องราวติดต่อ และประสานงานกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยในส่วนงานที่จะต้องเกี่ยวข้องกับองค์การโทรศัพท์ฯ ทั้งหมด โดยผู้ว่าจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดตามใบเสร็จรับเงินขององค์การโทรศัพท์ฯ และค่าใช้จ่ายในส่วนของการตรวจสอบหลังติดตั้งทั้งหมดให้เป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

บทที่ 4

สายไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์

(HIGH VOLTAGE CABLE AND ACCESORIES)

1. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 1.1 Aluminum Conductor Steel Reinforced (ACSR) ผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ตารางที่ 86-2522 (TIS86 – 2522) สายไฟฟ้าชนิดนี้เป็นสายเปลือยไม่หุ้มฉนวน เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Aerial Power Transmission and Distribution Line มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - ลวดแกนกลางเป็น Solid Galvanized Steel Wire หรือ Concentric Stranded Galvanized Steel Wire
 - เส้นลวดตัวนำไฟฟ้าซึ่งพันรอบแกนกลางเป็น Hard Drawn Aluminum
- 1.2 Partial Insulated Cable (PIC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยติดตั้งพาดยึดกับ PIN Insulator ผลิตตามมาตรฐาน Insulated Cable Engineers Association (ICEA) S-66-524 มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Stranded Hard Drawn Aluminum Wire
 - โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross-Linked Polyethylene
 - ฉนวนหุ้มชั้นนอกเป็น Track Resistant Cross-Linked Polyethylene
- 1.3 Spaced Aerial Cable (SAC) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Primary Aerial Distribution Cable โดยพาดยึดบน Cable Spacer ผลิตตามมาตรฐาน Insulated Cable Engineers Association (ICEA) S-66-524 มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - เส้นลวดตัวนำเป็น Compact Stranded Hard Drawn Aluminum Wire
 - โดยรอบตัวนำมี Shield Layer เป็น Extruded Semiconductor Cross-Linked Polyethylene
 - ฉนวนหุ้มชั้นใน (Insulation) เป็น Natural Cross-Linked Polyethylene
 - เปลือกหุ้มชั้นนอก (Sheath) เป็น Track Resistant Cross-Linked Polyethylene
- 1.4 High Voltage Cross-Linked Polyethylene Power Cable (XLPE) เหมาะสมกับการใช้งานเป็น Main Circuit Feeder โดยวางในรางวางสาย (Wire way, Cable Tray หรือ Cable Trench) และร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าทั้งชนิดโลหะและอลูมิเนียม ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ICEA S-66-524 และ IEC 60502 มีโครงสร้างประกอบด้วย
 - ลวดตัวนำเป็น Compact Stranded Copper
 - โดยรอบตัวนำพันด้วย Conducting Cross-Linked Polyethylene
 - ฉนวนหุ้มตัวนำเป็น Cross-Linked Polyethylene
 - โดยรอบตัวนำมี Insulation Sheath เป็น Semi-Conducting Cross-Linked Polyethylene ก่อนมี Sheath ชั้นนอกอีกชั้นหนึ่งเป็น Annealed Copper Tape
 - เปลือกหุ้มชั้นนอกเป็น Polyvinyl Chloride (PVC)

2. อุปกรณ์ต่อสาย (Splice Equipment)

- 2.1 อุปกรณ์ต่อหัวสาย (Terminator) ใช้ชนิด Slip-on, Premolded cold Shrinkable หรือ Heat Shrinkable
- 2.2 อุปกรณ์ต่อสาย (Slice) ใช้ชนิด Slip-on หรือ Premolded cold Shrinkable
- 2.3 Connector ใช้ชนิด Compression

3. ท่อร้อยสาย

- 3.1 ท่อโลหะ (Metal Conduit) ให้ใช้ท่อโลหะชนิด Intermediates Metal Conduit (IMC), Rigid Metal Conduit (RSC) ตาม มอก. 770 หรือตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 3.2 ท่อโลหะ (Non Metallic Conduit) ให้ใช้ท่อโลหะชนิด High Density Polyethylene (HDPE) ตามมาตรฐาน มอก. 982 หรือ Filament – Wound Reinforce Thermosetting Resin Conduit (RTRC)

4. บ่อพักสายใต้ดิน (Manhole)

ให้พิจารณาเลือกให้เหมาะสม โดยระยะห่างของบ่อพักสายใต้ดินในทางตรงไม่ควรเกิน 100 เมตร และเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5. การติดตั้ง

- 5.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าแต่ละชนิดของสาย และแต่ละระดับแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ตลอดจนการใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 และมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 5.2 การติดตั้งสายไฟฟ้าใต้ดิน ต้องเป็นสายหุ้มทองแดงที่เหมาะสม หรือตามที่แบบกำหนด ลักษณะการติดตั้งจะต้องทำป้ายระบุแนวสายใต้ดินและบอกความลึกของสายบนสุด ป้ายต้องเห็นได้ชัดเจน ระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 50 เมตร และต้องมีแผนผังแสดงแนวสายใต้ดินเก็บรักษาไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้
- 5.3 การติดตั้งสายไฟฟ้าใต้ดินต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร ในทุกกรณี ถ้าเป็นสายฝังดินโดยตรงต้องมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ปิดทับอีกชั้นหนึ่งเหนือสายเคเบิลระหว่าง 0.30 ถึง 0.45 เมตร แผ่นคอนกรีตต้องกว้างพอที่จะปิดคลุมออกไปจากแนวสายทั้งสองข้าง อย่างน้อยข้างละ 0.15 เมตร
- 5.4 การติดตั้งตามแนวทางที่ปรากฏในแบบ เป็นเพียงการเสนอแนะแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ การติดตั้งจริงต้องได้รับการพิจารณาอนุมัติจากผู้คุมงาน และเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 และมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น

6. การทดสอบ

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของความเป็นฉนวนไฟฟ้า ของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแรงสูง เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ การพิจารณาเรื่องฉนวน หรือเปลือกนอกที่ไม่ได้ศูนย์ จะพิจารณาจากค่า Percent Eccentricity คือความหนาสูงสุด – ความหนาค่าต่ำสุด x 100 / ความหนาเฉลี่ย หากค่า Percent Eccentricity เกิน 22% สำหรับฉนวน และเกิน 17% สำหรับเปลือกนอก จะไม่อนุญาตให้ใช้ นอกจากจะได้อนุมัติเป็นรายๆ ไป โดยวิศวกร

บทที่ 5
หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน
(Oil-Immersed Type)

1. ความต้องการทั่วไป

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) แบบแช่น้ำมัน (Oil-Immersed Type) ที่ใช้ใน โครงการนี้ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมในการติดตั้งใช้งานได้ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ถึงหม้อแปลงเป็นแบบปิดผนึกแน่นปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน โดยมีพิกัดการใช้งานดังนี้

- NUMBER OF PHASE	:	3
- RATED FREQUENCY	:	50 HZ
- RATED OUTPUT POWER	:	ตามกำหนดในแบบ
- RATED PRIMARY VOLTAGE	:	12 kV. หรือ 22kV. หรือ 12/24kV. หรือ 33kV หรือ ตามกำหนดในแบบ
- RATED SECONDARY VOLTAGE	:	400Y / 230V สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ 416Y / 240V สำหรับการไฟฟ้านครหลวง
- OFF-LOAD TAP CHANGER	:	$\pm 2 \times 2.5\%$ สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ $\pm 4 \times 2.5\%$ สำหรับการไฟฟ้านครหลวง
- BASIC IMPULSE LEVEL (BIL)	:	125 kV ที่ระดับแรงดัน 22 kV และ 170 ของขดลวดที่ระดับแรงดัน 33 kV
- IMPEDANCE VOLTAGE	:	4 – 8%
- VECTOR GROUP	:	DYN 11 หรือตามมาตรฐานที่การไฟฟ้า ท้องถิ่นกำหนดให้
- COOLING SYSTEM	:	NATURAL SELF-COOLED (ONAN)

2. การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบ การผลิต และการทดสอบ หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังตามข้อกำหนดนี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, VDE หรือ IEC โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.1 แกนเหล็ก (Iron Core) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กบางๆ (Thin Lamination) ที่เคลือบผิวหน้าทั้งสองด้านด้วยฉนวนประเภท Bake Enamel หรือ Vanish วางซ้อนอัดแน่นกัน แผ่นเหล็กนี้ต้องทำจาก High Quality, Cold Rolled Grain Oriented, Non-aging, High Permeability Silicon Steel การออกแบบขนาดและรูปร่างของแกนเหล็กต้องเพียงพอกับการรับแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 110% ของพิกัดแรงดันโดยไม่ทำให้สภาพของเหล็กเสียหาย หรือเสื่อมสภาพทางแม่เหล็ก
- 2.2 ขดลวด (Winding) ทั้งด้านไฟฟ้าแรงสูง และไฟฟ้าแรงต่ำต้องเป็นลวดหรือแผ่นตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน การออกแบบขนาดและรูปร่างของขดลวดต้องสามารถให้น้ำมันไหลผ่านได้ดีเพื่อการระบายความร้อน อีกทั้งต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของขดลวดต่อแรงที่อาจเกิดขึ้น เช่น Short Circuit Force, Impulse Voltage Stresses เป็นต้น
- 2.3 Tap Changing Switch เป็นแบบ Off-Load ติดตั้งอยู่ทางขดลวดด้านไฟฟ้าแรงสูง
- 2.4 น้ำมันหม้อแปลง (Transformer Oil) ต้องมีค่า Dielectric Strength ก่อนการเติมลงในถังหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 35 kV. ตาม ASTM D 877 หรือเทียบเท่า น้ำมันหม้อแปลงที่ใช้ต้องเป็นฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ (Nonflammable Fluid - Insulated) ถ้าหากติดตั้งในอาคารต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลง

- 2.5 ถังหม้อแปลง (Transformer Tank) ต้องเป็นเหล็กเติมน้ำมันเต็มไร้โพรงอากาศ และปิดผนึกแน่น (Hermetically Sealed Without Gas Cushion) ตัวถังทำเป็นรูปคลื่น (Corrugated) พร้อมครีบริบายความร้อน (Cooling Fin) มีความยืดหยุ่นและคงทนต่อแรงดันน้ำมันที่มีการขยายตัวเมื่อมีความร้อนสูง และต้องปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน
- 2.6 อุปกรณ์ประกอบที่ต้องการอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- High Voltage and Low Voltage Bushing
 - Arcing Horns, Corrosion Proved
 - Upper Filter Press Connection
 - Oil Drain, Filter Press Sampling Valve
 - Dial Type Thermometer with Alarm and Trip Contacts
 - Tank Grounding Terminal
 - Lifting Lug
 - Bi-Direction Wheels
 - Nameplate

3. การติดตั้ง

สำหรับการติดตั้งตามกำหนดในแบบเป็นเพียงข้อเสนอแนะ และเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้คุมงานและไม่ขัดต่อระเบียบมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4. การตรวจสอบและทดสอบ

- 4.1 ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ผลิตตามที่กำหนดในมาตรฐาน โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบดังกล่าว จำนวนรวมสาม (3) ชุด
- 4.2 ต้องผ่านการตรวจสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งสิ้น หากการไฟฟ้าท้องถิ่นไม่ยอมให้ใช้หม้อแปลงที่ส่งมอบ ผู้รับจ้างจะต้องนำหม้อแปลงใหม่ที่ถูกต้องมาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น
- 4.3 ต้องตรวจสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งานเรียบร้อยแล้วดังนี้
- วัดค่าความต้านทานของฉนวนต่างๆ อย่างครบถ้วน
 - ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ
 - ตรวจสอบและทดสอบว่าแรงดันด้านแรงต่ำมีค่าตามที่กำหนด ถ้ายังไม่ได้ตามที่กำหนดต้องเปลี่ยนแท็ป (Tap) เพื่อปรับแรงดันให้ได้ก่อน จึงจะจ่ายไฟไปสู่วงจรภายนอกได้
- 4.4 ต้องส่งหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้ และการบำรุงรักษา พร้อมทั้งแบบการติดตั้งแปลนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ใช้หน่วย " เอสไอ " แสดงขนาดมิติโดยละเอียดวงจรต่อสาย รายละเอียดและรายการอะไหล่ จำนวนรวมสาม (3) ชุด

5. การรับประกัน

- 5.1 ต้องรับประกันว่าหม้อแปลงที่ติดตั้งเป็นของใหม่แบบล่าสุด ทำจากโรงงานนานไม่เกินสอง (2) ปี ยังไม่เคยติดตั้งใช้งานที่ใด หากไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องนำหม้อแปลงใหม่มาเปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้น
- 5.2 ต้องรับประกันหม้อแปลงในกรณีที่มีการเสียหายเนื่องจากข้อผิดพลาดในการทำให้โรงงาน การขนส่ง และการติดตั้ง โดยต้องรับซ่อมหรือเปลี่ยนให้ใหม่ ภายในระยะเวลาสอง (2) ปี นับแต่วันที่การไฟฟ้าท้องถิ่นจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงแล้วและเริ่มใช้งานประจำโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
- 5.3 เมื่อครบกำหนดการรับประกัน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจพินิจและทำการขันรอยต่อทุกจุด

บทที่ 6

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

(GENERATOR SET : Standby Rate)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียด คุณสมบัติ และการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม และผู้ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 1.2 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องจ่ายไฟได้ตามพิกัดที่ต้องการ ทั้งในแบบทำงานชั่วคราวและทำงานติดต่อกันตลอดเวลา และทั้งนี้ต้องออกแบบและสร้างให้สามารถใช้งานได้ที่ 110% ของพิกัดกำลังที่ระบุไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ในทุกๆ 12 ชั่วโมง ที่เดินเครื่อง
- 1.3 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ควบคุม ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ ล่าสุดของ IEC, BS, DIN, NEMA, SAE หรืออื่นๆ ที่เทียบเท่า
- 1.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ต้องประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแหล่งเดียวกันเท่านั้น
- 1.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นรุ่นล่าสุดที่ผู้ผลิตทำขึ้นจำหน่าย เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ ต้องผลิตโดยผู้ผลิตเครื่องยนต์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีตัวแทนจำหน่ายผู้มีอะไหล่เก็บไว้เพียงพอตลอดเวลา พร้อมทั้งมีช่างซ่อมและบำรุงรักษาประจำพร้อม
- 1.6 ติดต่อและยื่นขอใบอนุญาตมีและใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล จากการพลังงานแห่งชาติในนามของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมต่างๆ ให้แก่การพลังงานแห่งชาติเอง
- 1.7 ติดต่อขออนุญาตเก็บน้ำมันดีเซล จากหน่วยงานที่มีอำนาจควบคุมโดยผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าธรรมเนียมเอง

2. ความต้องการด้านโครงสร้าง

- 2.1 เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกัน (COMMON SKID BASE) และต่อกันแบบ DIRECT COUPLING
- 2.2 ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ซึ่งสามารถรับน้ำหนักและความสั่นสะเทือนได้เพียงพอสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องยนต์ หม้อน้ำเครื่องสูบน้ำมัน ถังน้ำมัน และแผงควบคุม (ถ้าเป็นแบบตั้งพื้น) ฐานให้ทาสีชนิดกันน้ำมัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองและเครื่องยนต์ต้องยึดติดกับฐานคอนกรีตผ่านวัสดุป้องกันการสั่นสะเทือน

3. เครื่องยนต์ (DIESEL ENGINE)

- 3.1 เครื่องยนต์เป็นแบบทำงานสี่จังหวะ (FOUR STROKE) ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แรงม้าของเครื่องยนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 แรงม้าต่อกิโลวัตต์ ที่สถานที่ติดตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่กำหนด โดยต้องส่ง Curve แสดงลักษณะการทำงานที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์รับรองแล้วว่าใช้สำหรับการใช้งานสำรองของเครื่องยนต์นั้นๆ มาด้วย
- 3.2 ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะจ่าย Load เต็มพิกัด ต้องอยู่ระหว่าง 1000 - 1500 RPM
- 3.3 ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) ต้องเป็นแบบ Electrical Load Sensing (Electronic control with electrical actuator) โดยวงจรไฟฟ้าที่ใช้เป็นแบบ Solid State ทำงานแบบ Isochronous Governing ทั้งนี้ต้องควบคุมรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออก อยู่ระหว่าง 50 เฮิร์ตซ์ \pm 0.25%
- 3.4 ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่เข้าบำรุงรักษาได้สะดวก ระบบเชื้อเพลิงต้องมีอุปกรณ์สำหรับกักน้ำ ที่อาจจะปนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์นี้ต้องถ่ายน้ำที่กักไว้ทิ้งได้

- 3.5 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์ (LUBRICATING SYSTEM) ใช้ GEAR TYPE LUBRICATING OIL PUMP พร้อมไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น ในระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่ๆ บำรุงรักษาได้สะดวก เครื่องกรองต้องมี Bypass ทำงานด้วยสปริง เพื่อให้หล่อลื่นไหลผ่านได้ ถ้าไส้กรองตัน
- 3.6 ระบบระบายความร้อน (COOLING SYSTEM) ใช้ ENGINE DRIVE PUMP เพื่อส่งผ่านน้ำไประบายความร้อนไปยังเครื่องยนต์ พร้อมทั้งมี THERMOSTAT VALVE ช่วยในการรักษาระดับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาวะคงที่ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ การระบายความร้อนเป็นแบบ COOLING TOWER พร้อมอุปกรณ์ประกอบ HEAT EXCHANGER และ EXPANSION TANK
- 3.7 ระบบอากาศดี (AIR INLET SYSTEM) ต้องติดตั้งด้วย กรองอากาศชนิด DRY TYPE AIR CLEANER พร้อม TURBOCHARGER ช่วยอัดอากาศเข้ากระบอกสูบ
- 3.8 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ (STARTING SYSTEM) ใช้ 24 VDC MOTOR เป็นตัวขับเคลื่อนโดยรับไฟฟ้ากระแสตรงจาก LEAD ACID BATTERIES SET ที่มีระบบ BATTERY CHARGER ในการประจุไฟเลี้ยง BATTERIES
- 3.9 ระบบไอเสีย (EXHAUST SYSTEM) จากการสันดาปเครื่องยนต์จะถูกส่งไประบายออกด้านนอกด้วยท่อไอเสีย ท่อไอเสียทำจาก BLACK STEEL PIPE และหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน ROCK WOOL พร้อมด้วยแผ่น ALUMINIUM JACKET หุ้มอีกชั้น การลดเสียงจากไอเสียให้มี SILENCER ชนิด RESIDENTIAL TYPE พร้อมอุปกรณ์ข้ออ่อนท่อไอเสีย FLEXIBLE FITTING มีความยาวตาม มาตรฐานผู้ผลิต
- 3.10 ระบบอุปกรณ์วัด และป้องกันเครื่องยนต์ (INSTRUMENT ENGINE PANEL) อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
 - TACHOMETER
 - ENGINE RUNNING HOURMETER
 - ENGINE OIL PRESSURE GUAGE
 - ENGINE WATER TEMPERATURE GUAGE
- 3.11 ระบบควบคุมป้องกัน ซึ่งจะทำการดับเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติ (AUTOMATIC SHUTDOWN) ประกอบด้วย
 - LOW OIL PRESSURE
 - HIGH WATER TEMPERATURE
 - ENGINE OVER SPEED
 - ENGINE OVER CRANK

4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)

- 4.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA MG1-22 แบบ BRUSHLESS GENERATOR, PERMANENT MAGNET EXCITATION SYSTEM
- 4.2 ฉนวนของขดลวดมี INSULATION CLASS H, TEMPERATURE RISE CLASS F
- 4.3 การควบคุมแรงดันไฟฟ้ามี AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR ชนิด SOLID STATE หรือ DIGITAL มี VOLTAGE REGULATION น้อยกว่า +/-0.5%
- 4.4 มีความสามารถทน OVER SPEED ได้ 150%
- 4.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชุด ต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติ (POWER CIRCUIT BREAKER) เพื่อเป็นอุปกรณ์ป้องกันการจ่ายกระแสไฟฟ้าเกิน และให้เป็นแบบ MOTOR OPERATED

5. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- 5.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dB วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดตั้งพัดลมขนาดไม่

เล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องขณะเดินเครื่อง ไม่ให้เกินประมาณ 45 องศาเซลเซียส

- 5.2 ผนังด้านในทุกด้านให้บุด้วยวัสดุ Rock Wool ความหนาไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว แล้วบุด้วย Fiber Glass Coated with Neoprene หนา 0.08 มม. เพื่อป้องกันโยหุลดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดานด้วยหมุดยาวเป็นระยะห่างกันประมาณ 20 ซม.
- 5.3 เพดานด้านใน หากไม่มีฝ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง
- 5.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้
- 5.5 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน แผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองด้าน ใส่ใยหินชนิดแข็ง เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านในใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)
- 5.6 ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตูและระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบ ให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่อง ต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ค้ำพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม
- 5.7 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E-84 หรือเทียบเท่า ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ ตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

6. ระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM)

- 6.1 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR CONTROL PANEL)
 - อุปกรณ์เครื่องวัด และการควบคุม อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
 - GEN AC VOLTMETER WITH VOLTMETER SELECTOR SWITCH
 - GEN AC AMMETER WITH AMMETER SELECTOR SWITCH
 - FREQUENCY METER
 - WATT METER
 - POWER FACTOR METER
 - VAR METER
 - ALARM AND STATUS WINDOW
 - LAMP TEST PUSH BUTTON
 - ALARM RESET PUSH BUTTON
 - EMERGENCY STOP PUSH BUTTON
 - ENGINE CONTROL SWITCH
 - GENERATOR CIRCUIT BREAKER SWITCH
 - VOLTAGE ADJUST POTENTIOMETER
 - SPEED ADJUST POTENTIOMETER
 - อุปกรณ์ป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
 - OVER VOLTAGE RELAY
 - OVER CURRENT RELAY
 - UNDER FREQUENCY RELAY
 - REVERSE POWER RELAY

- REVERSE REACTIVE POWER RELAY
 - GROUND FAULT RELAY
 - อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างน้อยต้องประกอบด้วย
 - ELECTRONIC GOVERNOR
 - POWER FACTOR CONTROLLER
 - AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR
 - AUTOMATIC GENERATOR LOADING CONTROLLER
- 6.2 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารวม (MASTER CONTROL PANEL–MCP) ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์เครื่องวัด และการควบคุมอย่างน้อยดังนี้ :
- GEN AC VOLTMETER WITH VOLTMETER SELECTOR SWITCH
 - GEN AC AMMETER WITH AMMETER SELECTOR SWITCH
 - BUS AC VOLTMETER
 - BUS FREQUENCY METER
 - SYNCHROSCOPE & SYNCHROZING LIGHT
 - DUTY SELECTOR SWITCH (Incoming Line)
 - DUTY SELECTOR SWITCH (Outgoing Line)
 - LOAD SHED SWITCH
- 6.3 แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมและวงจรควบคุม เพื่อทำให้เกิดเสียง และ / หรือ ไฟเตือนที่แผงควบคุมเครื่อง หรือที่แผงอื่นตามที่กำหนด และ / หรือเพื่อดับเครื่องยนต์ตามที่กำหนดในกรณีต่างๆ ดังนี้
- เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงเกิน (ถ้าเป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำ) หรือปริมาณน้ำสำหรับระบายความร้อนน้อยกว่าปกติ และ / หรือสายพานขาด
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์สูงกว่าปกติ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีความเร็วของเครื่องยนต์สูงเกิน
 - เครื่องควบคุมส่งสัญญาณเตือนในกรณีระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าที่กำหนด และ / หรือหมดถัง
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีระบบ Over crank
- 6.4 สัญญาณเตือน นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณเตือนเป็นเสียงหรือให้เห็นได้ อย่างน้อยดังนี้
- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน
 - ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองกำลังจ่าย load
 - เครื่องประจุแบตเตอรี่ไม่ทำงาน
 - อุปกรณ์สำหรับติดเครื่องยนต์ไม่ทำงาน
- 6.5 ขั้นตอนการทำงาน
- ระบบควบคุมต้องสามารถทำงานได้ทั้งในสภาวะ AUTO และ MANUAL
- NORMAL TO EMERGENCY MODE WITH LOAD PRIORITY FUNCTION
- เมื่อกระแสไฟฟ้าปกติ จากการไฟฟ้าท้องถิ่นขัดข้อง ไม่ว่าจะป็นสายป้อน (FEEDER) ใด หรือทั้ง 3 สายป้อน ระบบควบคุมจะตั้งปลด (OPEN) MAIN CIRCUIT BREAKER ของสายป้อน ที่เกิดการขัดข้องนั้น หรือทั้ง 3 สายป้อนแล้วแต่กรณี จากนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมดจะรับสัญญาณตั้ง START เครื่องยนต์ และจ่ายไฟฟ้าเข้า

GENERATOR COMMON BUS ขณะเดียวกันจะทำการสั่งปิดวงจร (CLOSE OUTGOING FEEDER CB) ที่ได้กำหนด FIRST PRIORITY ไว้เพื่อจ่าย LOAD ที่มี FIRST PRIORITY ก่อน

- EMERGENCY TO NORMAL MODE WITH BACK SYNCHRONIZING FUNCTION

หลังจากการที่ไฟฟ้ากลับคืนมาเป็นปกติ ระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องสามารถทำการ BACK SYNCHRONIZING เข้ากับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ได้ โดยจะทำการ BACK SYNCHRONIZING ที่ละสายป้อน เพื่อป้องกันการขนานหม้อแปลง

- WEEKLY EXERCISE

ในสภาวะปกติ ระบบควบคุมจะต้องสามารถสั่งสตาร์ทเครื่องยนต์เพื่อทำการอุ่นเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติทุก ๆ 7 วัน ครั้งละ 30 วินาที (สามารถปรับค่าได้) ทั้งนี้จะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง LOAD ยกเว้นแต่ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าขัดข้องให้สามารถจ่าย LOAD ได้ทันที

7. การติดตั้ง / ปรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

การติดตั้งและการปรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ให้ทำตามที่กำหนดในแบบและตามที่คุณผลิตแนะนำ ในกรณีที่จะต้องมีการปรับตำแหน่งในการติดตั้งบ้างเล็กน้อยจากแบบ เพื่อให้ได้ลักษณะการใช้งานที่ดีที่สุด อุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งไว้เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา เช่น รอกให้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบ และผู้รับจ้างต้องติดตั้งด้วย โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม

7.1 ถังน้ำมันทุกชนิดที่กำหนดให้ใช้ ต้องสามารถบรรจุน้ำมันดีเซลมีขนาดความจุสำรองการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเต็มพิกัดได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง หรือได้ตามปริมาตรที่กำหนดในแบบ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และต้องมีปริมาณถึงเหลือพอสำหรับการขยายตัวของน้ำมันทุกระดับอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้นด้วย

- ถังน้ำมันใต้ดิน ในการทำถังให้ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นทราย ก่อนการพ่นสีรองพื้น และพ่นสีอีพ็อกซีทั้งด้านในและนอก
- ถังน้ำมันภายนอกอาคาร การทำความสะอาดและการพ่นสีให้ใช้วิธีตามข้อ (ก.)
- ถังน้ำมันภายในอาคาร การทำความสะอาดและการพ่นสีให้ใช้วิธีตามข้อ (ก.) ให้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำมันทั้งแบบใช้มือหมุน หรือโยกและแบบใช้ไฟฟ้า ดังที่กำหนดในแบบ

7.2 ท่อน้ำมัน ให้ใช้ท่อเหล็กดำ ด้านนอกทาสีกันสนิม ถ้าหากฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous แบบเสริมแรง ทำสำหรับใช้เป็นท่อน้ำมัน ท่อน้ำมันต้องห่างไม่น้อยกว่า 50 มม. จากพื้นผิวที่ร้อนเกิน 220 องศาเซลเซียส ส่วนของท่อน้ำมันที่เป็นท่ออ่อนต้องทำด้วยวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานได้อุณหภูมิสูงถึง 220 องศาเซลเซียส

7.3 แบตเตอรี่และระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่

- แบตเตอรี่ให้ใช้แบบ Lead - Acid ขนาด 24 โวลต์ เป็นแบบที่จัดหาในประเทศไทยได้ แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยสามารถสตาร์ทแต่ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 7 วินาที โดยไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และ / หรือระบบอื่นๆ ถ้าออกแบบไว้ ให้ใช้ไฟจากแบตเตอรี่
- ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ ต้องเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้วงจร Solid State ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่ สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ และต้องมีโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตช์และฟิวส์ ติดตั้งมาด้วย

7.4 ขนาดและความโค้งงอของท่อไอเสีย ต้องคำนวณโดยเมื่อติดตั้งแล้ว แรงดันไอเสียที่สะท้อนกลับไปสู่เครื่องยนต์จะต้องไม่เกินที่คุณทำเครื่องยนต์กำหนด ท่อไอเสียให้ใช้ท่อเหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า หม้อเก็บเสียงและท่อไอเสียส่วนที่อยู่ในอาคาร และที่ตำแหน่งที่อาจสัมผัสได้ ทั้งในและนอกอาคารให้หุ้มด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาสชนิดแข็งหรือ Rock Wool แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. ตลอด ส่วนที่อยู่นอกอาคารต้องกันน้ำเข้าได้ดี การติดตั้งท่อไอเสียต้องทำเพื่อการยึดและหดของท่อไอเสียที่จะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 600 องศาเซลเซียส การต่อหม้อเก็บเสียงกับท่อไอ

เสียงให้ต่อผ่านท่ออ่อนยาวอย่างน้อย 300 มม. หม้อเก็บเสียงให้ติดตั้งใกล้เครื่องยนต์เท่าที่จะทำได้ และเมื่อช่องระบายไอเสียงอยู่ไกลออกไปมาก จะต้องติดตั้งหม้อเก็บเสียงตามที่สูงๆ ของท่อไอเสียอีก โดยต้องทำให้ลดระดับเสียงลงได้จนถึงระดับที่เหมาะสมกับบริเวณที่อยู่อาศัย การออกแบบและเลือกใช้วัสดุในส่วนที่มีการสัมผัสเสียดสี และ / หรือมีการยึดตัว เนื่องจากความร้อน ต้องใช้วัสดุที่ป้องกัน หรือลดการสัมผัสเสียดสี และต้องมีวิธีการป้องกันการเสียหายของระบบไอเสีย นอกจากนั้นต้องมีจุดเปิดระบายน้ำที่กั้นตัวออกจากระบบไอเสียด้วย

- 7.5 ท่อน้ำ สำหรับใช้ติดตั้งหม้อน้ำแบบตั้งแยกนอกอาคาร ให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีตาม มอก. 26 - 2526 ประเภทที่ 1 หรือดีกว่า ส่วนที่ฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous
- 7.6 ท่อลมสำหรับเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ ต้องมีท่อลมเข้า - ออก มีขนาดตามที่จำเป็น ปลายท่อลมต้องมีมุ้งลวดกันแมลง ท่อให้ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีขนาดหนาที่ปิด / เปิดช่องทางเข้า และ / หรือออกจะเป็นแบบ Balanced หรือ Solenoid Operated ได้
- 7.7 การติดตั้งหม้อน้ำ แบบติดกับตัวเครื่องหรือแบบติดแยกข้างผนัง ด้านนอกต้องมีตะแกรงกันนก และมีบานเกล็ดอัตโนมัติหรือกล่องเหล็กครอบช่อง เพื่อกันน้ำฝนเข้าได้ ในกรณีหม้อน้ำและพัดลมที่ติดตั้งแยกจากเครื่องยนต์ ถ้าหากเครื่องสูบน้ำในเครื่องยนต์มีขนาดไม่เพียงพอ จะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วยเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดเพียงพอมาด้วย และพัดลมต้องขับด้วยมอเตอร์แบบ Totally Enclosed ใช้ไฟ 380 โวลต์ 3 เฟส ให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือแนะนำ น้ำยาที่ใช้เดิมในน้ำระบายความร้อน เพื่อป้องกันการผุกร่อนมาด้วย ระบบจ่ายน้ำสำหรับระบายความร้อน ต้องเป็นระบบอิสระไม่ขึ้นกับการส่งน้ำหรือการใช้น้ำของสถานที่ๆ ติดตั้งเครื่องยนต์
- 7.8 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อน้ำ รางเหล็ก ถังน้ำมัน เครื่องสูบน้ำ ท่อน้ำมัน ท่อน้ำ ตู้แผงควบคุม เครื่องอัดแบตเตอรี่ และชิ้นส่วนโลหะอื่นๆ ที่ไม่มีกระแสไฟต้องต่อลงดินโดยใช้สายทองแดงขนาดตามที่กำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545
- 7.9 สายไฟฟ้าและการติดตั้ง
 - สายแบตเตอรี่ ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนขนาดใหญ่พอสำหรับกันกระแสไฟตกขณะสตาร์ทเครื่อง
 - สายไฟฟ้าอื่นๆ ให้ใช้สายชนิด 70 องศาเซลเซียส หรือตามที่กำหนด การติดตั้งต้องร้อยในท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดเหล็กอบสังกะสีชนิดบาง หนา และอ่อน ชนิดกันน้ำ ตามความจำเป็น และตามที่กำหนดท่อและสายไฟที่ต่อโดยตรงเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นท่อและสายอ่อน เพื่อลดการสัมผัสเสียดสี ทั้งนี้อาจจะจัดให้เฉพาะบางส่วนก็ได้

8. การทดสอบ

การทดสอบ ก่อนติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ผู้รับจ้างต้องส่งใบรับรองการทดสอบการจากโรงงานผู้ผลิตให้แก่ผู้ว่าจ้าง หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทดสอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองตามรายละเอียดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ถ้าในสัญญาไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะทำตามข้อกำหนดและวิธีการดังนี้ เพื่อรับรองว่าสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนด

- 8.1 การเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ให้ทำตามลำดับติดต่อกันไป ดังนี้
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟประมาณ 10% Rated Load 2 ชั่วโมง ระหว่างเวลา 2 ชั่วโมงนี้ ให้ปรับอุปกรณ์ เครื่องวัด เครื่องควบคุม ทุกอย่าง และตรวจดูให้แน่ใจว่าทำงานปกติ
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 50% Rated Load 4 ชั่วโมง
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 100% Rated Load 4 ชั่วโมง
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 110% Rated Load 1 ชั่วโมง
- 8.2 ตลอดการทดสอบ ให้บันทึกข้อมูลต่อไปนี้ไว้ ทุกๆ 15 นาที ในช่วงการทดสอบ
 - อัตราการจ่ายไฟ (กิโลวัตต์)
 - แรงดันไฟ (โวลต์)

- ความเร็วของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)
 - อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออก (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิของไอเสียของแต่ละกระบอกสูบ (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิห้อง (องศาเซลเซียส)
- 8.3 หลังจากเดินเครื่องทดลองจ่ายไฟแล้ว ให้ทดสอบระบบที่ใช้เพื่อการเตือนหรือเพื่อป้องกันเครื่องยนต์
- 8.4 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดหาและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายสำหรับ น้ำมันเชื้อเพลิง, น้ำมันหล่อลื่น, แรงงาน, เครื่องมือ, อุปกรณ์ และ / หรือวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ในการทดสอบได้ตามที่กำหนด
- 8.5 ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดวันและเวลา ที่จะทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ในการทดสอบอนุญาตให้ใช้ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้วเป็น Load ได้ หากมีเพียงพอและหากไม่พอ ให้ผู้รับจ้างจัดหา Dummy Load ขนาด 110% ของ Rated Load มาใช้ในการทดสอบ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ จากผู้ว่าจ้าง

9. การบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวน 3 ชุด และ CD ROM (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ว่าจ้าง และต้องจัดเครื่องมือที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาให้ครบ 1 ชุด หนังสือคู่มือต้องแยกกล่าวถึง เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุมระบบเตือน และอุปกรณ์ประกอบ โดยแต่ละหัวข้อต้องมีข้อมูลหรือรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

- 9.1 ข้อมูลและคำบรรยาย
- 9.2 คำเตือนในการติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษา
- 9.3 การติดตั้งและเริ่มใช้งาน
- 9.4 คำแนะนำในการใช้งาน
- 9.5 การบำรุงรักษา และคำแนะนำในการหาจุดที่เสีย
- 9.6 ข้อมูลและคำแนะนำในการสั่งอะไหล่
- 9.7 แบบและวงจรไฟฟ้า

10. อะไหล่

อะไหล่บำรุงรักษาที่จำเป็นมีดังนี้

- 10.1 ใส้กรองอากาศ จำนวน 1 ชุด ต่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 10.2 ใส้กรองน้ำมันหล่อลื่น จำนวน 1 ชุด ต่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 10.3 ใส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 1 ชุด ต่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 10.4 น้ำมันเครื่องปริมาณเท่ากับที่ต้องใช้ในการเปลี่ยน 1 ครั้ง ต่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 10.5 สายพานทุกชนิด จำนวน 1 ชุด ต่อ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 10.6 น้ำมันเชื้อเพลิงเต็มขนาดความจุถังเก็บในวันส่งมอบงาน

11. การรับประกันผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่จัดหานี้ เป็นของใหม่และมีการประกันต่อการเสียหายตามหลักเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ผลิตกระทำอยู่ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2 ปี หรือตามอายุการใช้งาน 7200 ชั่วโมง นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองแล้วแต่จะถึงเวลาใดก่อน ผู้รับจ้างต้องรับประกันการติดตั้งด้วย เป็นเวลา 2 ปี ว่าจะไม่มีการเสียหายทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ และมีมือช่าง โดยถ้ามีการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องซ่อม หรือแก้ไข และรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ ค่าแรง ค่าเดินทางและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทั้งสิ้น งานใดๆ ที่ผู้รับจ้างต้องทำในระหว่างช่วงการรับประกัน จะต้องทำโดยไม่คิดค่าจ้างจากผู้ว่าจ้าง

แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ
(MAIN DISTRIBUTION BOARD)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ (Main Distribution Board), แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าฉุกเฉิน (Main Essential Distribution Board) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (Distribution Board) ซึ่งแผงทั้งหลายเหล่านี้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing)
- 1.2 แผงสวิตช์จ่ายไฟต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60439-1 โดยมีเอกสารรับรองการทดสอบเฉพาะแบบแบบ สำหรับระบบไฟฟ้า 220 / 380 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ แผงสวิตช์จ่ายไฟต้องเป็นชนิด Partial type test assemblies (PTTA) และมีคุณสมบัติ / ลักษณะที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมให้ใช้ได้
- 1.3 การจัดสร้างแผงสวิตช์แรงต่ำที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ที่จะต้องมีประสบการณ์ผ่านงานด้านการทำแผงสวิตช์แรงต่ำมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี สามารถประกอบเท่าต่างประเทศ และจะต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม ผู้ทำต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง เป็นผู้ควบคุมและอำนวยความสะดวก
 - การจัดสร้างแผงสวิตช์จ่ายไฟต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่าคุณสมบัติดังที่จะกล่าวในบทนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์จ่ายไฟต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนดนี้
 - สวิตช์หรือ Circuit Breaker ทุกอันที่ใช้ในแผงสวิตช์จ่ายไฟ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น Main Switch, Main and Tie Circuit Breaker หรือ Automatic Transfer Switch (ATS) จากผู้ผลิตรายอื่นได้ แต่ให้ขออนุมัติจากผู้ว่าจ้าง
 - ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์จ่ายไฟ ผู้รับจ้างต้องส่งแบบใช้งาน และรายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์ ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อน
 - ขนาดตู้แผงสวิตช์ตามที่กำหนดในแบบ เป็นขนาดขั้นต่ำ หากสวิตช์ตัดตอนฯ และอุปกรณ์อื่นที่ใช้ มีขนาดใหญ่กว่า ให้ขยายตู้ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมจะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้
 - สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในแผงสวิตช์เมนแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดสามารถทนกระแสไฟลัดวงจรได้ ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ ขนาดทรูปคอยล์ที่กำหนดในแบบอาจมีการเปลี่ยนแปลง ฉะนั้นผู้รับจ้างต้องสอบถามขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการยืนยันก่อนสั่งของจากโรงงาน
 - ผู้รับจ้างต้องรับประกันแผงสวิตช์จ่ายไฟเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับแต่วันที่รับมอบงานและเริ่มใช้งานเป็นประจำ ถ้าเกิดการเสียหายหรือใช้งานไม่ได้เต็มที่ตามความประสงค์ เนื่องจากฝีมือช่าง วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้ ผู้รับจ้าง ต้องแก้ไขให้ใช้งานได้ภายใน 7 วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างแจ้งให้ทราบ

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง มีการออกแบบสร้างและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, IEC, หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 240 / 415Y VAC หรือตามระบุในแบบ
- SYSTEM WIRING : 3-Phase, 4-Wire, Solid Grounded, Solid Neutral
- RATED FREQUENCY : 50 Hz.
- RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ

- RATED SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT (0.5 Second) : ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit Capacity (IC) ของ Main Circuit Breaker ตามระบุในแบบ
- RATED INSULATION LEVEL : 1,000 V (Minimum)
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VAC หรือตามระบุในแบบ
- TEMPERATURE RISE : 25 °C
- FINISHING : Enamel Paint

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้ โดยง่ายและอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

- ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.
- ความกว้าง : ระหว่าง 600-1,000 มม.
- ความลึก : ระหว่าง 600-1,200 มม.

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อย 3 ช่องดังนี้

- Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้ง อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
- Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์ และมีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม.
- Bus bars and Cable Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Bus bars ทั้ง Horizontal และ Vertical Bus bars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์ และสำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออกจากแผงสวิตช์

แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้ากันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่ง โดยง่าย

3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

- ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
- ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และ การยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
- ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือ น็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน เป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบมีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลัง ให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง

- ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock ฝาด้านสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาด้านหนึ่ง
 - ฝาดูทุกด้าน ต้องมีสายดินทองแดงชุบแบบดักเบน ต่อลงดินที่โครงตู้
- 3.4 ด้านหลังของช่องใส่อุปกรณ์ (Apparatus Chambers) ทุกช่องระหว่างอุปกรณ์และช่องของบัสบาร์ หลังตู้ และด้านล่างของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในช่องใส่อุปกรณ์อันบน ต้องมีแผ่นโลหะป้องกันอาร์ค (Sheet metal barriers) แผ่นโลหะป้องกันอาร์ค และแผ่นโลหะระหว่างตู้ที่ตั้งชิดกัน ต้องใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. เป็นลักษณะการกันแบบ Form 2b ตามมาตรฐาน IEC 60439 - 1 ระดับการป้องกันไม่ต่ำกว่า IP31 ตาม มอก. 513
- 3.5 ตู้โลหะสำหรับใช้ติดตั้งกะเปาเซเตอร์ ต้องใช้แผ่นโลหะด้านบน ด้านหน้าช่วงล่างและด้านหลังช่วงบน เป็นชนิดมีรูพรุนสำหรับระบายอากาศ (Perforated sheet metal)
- 3.6 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insert Screen)
- 3.7 ชั้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชั้นต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม และการพ่นสี หรือป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า ชั้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมไม่ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแต่ต้องพ่นสี และการป้องกันการผุกร่อนและร้าวสี
- การทำความสะอาดผิวโลหะเพื่อป้องกันสนิม ให้ขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาดแล้วล้างไขมันหรือคราบน้ำมันออก ถ้ามีร่องรอยของการมีสนิม ให้ล้างด้วยน้ำยาล้างสนิมของ ICI หรือเทียบเท่าตามวิธีการที่ผู้ผลิตน้ำยาล้างสนิมแนะนำ
 - การพ่นสี ให้พ่นสีรองพื้นก่อนด้วย Zinc Phosphate หรือ Etching Primer ของ ICI หรือเทียบเท่า โดยพ่นให้ทั่วทุกด้านแล้วอบที่อุณหภูมิประมาณ 125 องศาเซลเซียสใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นให้พ่นสีชั้นนอก 2 ครั้ง แต่ละครั้งต้องอบด้วยวิธีเดียวกับสีรองพื้น แล้วขัดด้วยขี้ผึ้งขัดสี สีชั้นนอกให้ใช้สีน้ำมันชนิดอบ (Stove-Enamelled Paint) หรือสีอีพ็อกซีผง และใช้สีเทา (ANSI No. 61) หรือตามที่กำหนด

4. สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker)

- 4.1 สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของ NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC 60947-2
- 4.2 สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ที่อยู่ภายในระบบเดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) สัมพันธ์กัน (Co-ordination) เพื่อให้ สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน สวิตช์ตัดตอน (Circuit Breaker) ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 4.3 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker) เป็นชนิดผลิตตามมาตรฐาน IEC 60947 - 2 สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 220 / 380 โวลต์ แต่ต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับชนิด 1 เฟส และ 480 โวลต์ สำหรับชนิด 2 เฟส และ 3 เฟส และเป็นชนิด Tropicalized มีคุณสมบัติและลักษณะดังนี้
- CASE
 - ขนาดเฟรม (Frame Size) ขึ้น ไปถึง 400 แอมแปร์ ต้องเป็นชนิด Molded Case ทำด้วยฉนวน
 - ขนาดเฟรมเกิน 400 แอมแปร์ เป็นชนิด Molded Case or Open Frame
 - ขนาด Interrupting Current ต้องเป็นไปตาม IEC 60947 - 2 และตามที่กำหนดในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด
 - Mounting เป็นชนิดติดตั้งแบบ Fixed, Plug-in หรือ Draw-out ตามที่กำหนดในแบบ
 - Fixed Type เป็นแบบติดตั้งถาวร ยึดติดกับโครงโลหะในตู้ด้วยสลักและแป้นเกลียว

- Plug-in Type สำหรับขนาดเฟรมไม่เกิน 400 แอมแปร์ มี Plug Terminal ติดอยู่ด้านหลังของสวิตช์ ส่วน Sockets นั้นติดตั้งกับโครงโลหะในตัว
- Draw-out Type สำหรับขนาดเฟรมเกิน 400 แอมแปร์ ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี Hand crank เพื่อช่วยผ่อนแรง Plug and Sockets ต้องเป็นแบบ 2 จังหวะ คือสามารถดึงออกมาช่วงหนึ่ง โดยยังไม่ตัดขาด เพื่อให้สามารถทำการทดสอบขณะมีไฟอยู่ได้ต้องมีสายคอนโทรลชนิดอ่อน และ Plug and Socket สำหรับต่อสายคอนโทรล
- Drives มีชนิดต่างๆ ดังนี้
 - Manual Drive เป็นแบบสับเข้าและออกได้ด้วยมือ โดยวิธีบิดหรือสับขึ้นลง อาจจะเป็นแบบมีสปริง (Spring Loaded) ก็ได้
 - Motor or Solenoid Drive เป็นแบบสับเข้าด้วยมอเตอร์หรือโซลินอยด์ ซึ่งสามารถบังคับได้โดยการกดปุ่ม และมี Cut-Out Switch ซึ่งจะตัดไฟจากมอเตอร์หรือโซลินอยด์โดยอัตโนมัติ เมื่อสับเข้าแล้ว มอเตอร์หรือโซลินอยด์ให้ใช้ชนิดสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดในแบบ และต้องมีปุ่มกดสำหรับบังคับการสับเข้าและออกที่แผงสวิตช์ และตามตำแหน่งอื่นที่กำหนดในแบบ
- Terminals ขั้วต่อสายของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ใช้สองแบบดังนี้
 - สำหรับขนาดเฟรมขึ้นไปถึง 250 แอมแปร์ ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือแบบต่อบัสบาร์เข้าได้
 - สำหรับขนาดเฟรม 320 แอมแปร์ และใหญ่กว่า ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์
 - ขั้วต่อสายต้องเป็นแบบใช้ได้ทั้งทองแดงและอลูมิเนียม ถ้าหากใช้กับอลูมิเนียมโดยตรงไม่ได้ ต้องมีแผ่นรอง (Copal Insert) ให้มาด้วย หรือทำสายทองแดงต่อออกมาพร้อมขั้วต่อสายสำหรับสายอลูมิเนียมและทองแดง
- Releases สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องมี Releases สำหรับตัดไฟโดยอัตโนมัติดังนี้
 - Over Current Releases ต้องเป็นชนิด Adjustable Thermal Overload Releases, Ambient Temperature Compensated ให้ตั้งกระแสไฟสำหรับโอเวอร์โหลด ตามที่กำหนดในแบบ (นอกจากอนุญาตไว้เป็นพิเศษในแบบ จึงใช้ชนิด Fixed type Overload Release ได้)
 - Short - Circuit Release ต้องเป็นชนิด Adjustable Instantaneous Magnetic Short Circuit Release (นอกจากอนุญาตไว้เป็นพิเศษในแบบ จึงใช้ชนิด Fixed Type Magnetic Short Circuit Release)
- Accessories ให้ติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ
 - Under Voltage Release เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิตช์เมื่อแรงดันไฟฟ้าตก โดยต้องมีการหน่วงเวลาประมาณ 1.5 วินาที กรณีไฟกระพริบ เบรกเกอร์ต้องไม่ทริป (Trip) และจะป้องกันไม่ให้อุปกรณ์สับสวิตช์เข้าได้ ถ้าแรงดันไฟฟ้ายังสูงไม่พอ สามารถใช้สำหรับ Interlocks, Remote Release เป็นต้น คอยล์ใช้ชนิด 380 หรือ 220 โวลต์ ตามที่กำหนด
 - Shunt Trip เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิตช์ โดยใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบคอนโทรล คอยล์ใช้ชนิดกระแสไฟฟ้าสลับ หรือกระแสไฟฟ้าตรง ตามชนิดและแรงดันไฟฟ้าของระบบคอนโทรล
 - Auxiliary Switches เป็นสวิตช์ที่สับเข้าออกตามสวิตช์อัตโนมัติ สำหรับใช้ในการ Interlocks, Signaling และอื่นๆ สามารถทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 380 โวลต์ เอชดีติดตั้งตามที่จำเป็นและตามที่กำหนดในแบบ
 - Alarm Switch เป็นสวิตช์ที่จะทำงานเมื่อสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติตก เพราะกระแสไฟเกิน กระแสไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าตก หรือถูกบังคับให้ตก โดยผ่าน Under Voltage Release หรือ Shunt Trip สวิตช์นี้ต้องสามารถทนกระแสไฟได้ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 380 โวลต์

- Electrical Tripping Time - Lag Device ประกอบด้วยความต้านทาน (Resistor) และแคปาซิเตอร์ สำหรับถ่วงระยะเวลาการทำงานของ Under Voltage Release ต้องสามารถถ่วงระยะเวลาได้ไม่น้อยกว่า 1.5 วินาที หรืออาจใช้แบบ Mechanical Delay ก็ได้
 - ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบคอนโทรลสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ให้ใช้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายจากสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติในตัวอุปกรณ์เอง ถ้าจะใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอกให้ผู้รับจ้างเสนอขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 4.4 Asymmetrical Relay เป็นรีเลย์ชนิด Solid State สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสแตกต่างกัน โดยสามารถตั้งจุดที่ทำงานได้ระหว่าง 5% ถึง 15% Asymmetry มีคอนแทกชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็น Tropicalized ชนิด Plug - in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมา มี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งคู่
- 4.5 Under Voltage Relay เป็นรีเลย์ชนิด Solid State สำหรับใช้กับไฟฟ้า 380 โวลต์ แต่ต้องสามารถตั้งให้ Cut - out point อยู่ที่ 342 โวลต์ได้ และต้องมีการหน่วงเวลาประมาณ 1.5 วินาที เพื่อไม่ให้เบรกเกอร์ทริป ปรณิเกิดไฟกระพริบ มีคอนแทกชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug - in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมา มี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งคู่
- 4.6 Ground Fault Protection System สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดเฟรม 1,000 แอมแปร์และใหญ่กว่า ต้องมี Ground Fault Sensor ที่จะตัดสวิตช์ออกโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ดังนี้
- Ground Fault Clearing Time ของเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องช้ากว่าของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของสายป้อน (Feeder)
 - Ground Fault Current Pickup อย่างต่ำไม่เกิน 200 แอมแปร์ สามารถปรับได้ง่ายขึ้นไปถึงไม่น้อยกว่า 1,200 แอมแปร์
 - ต้องสามารถเลือกตั้งระยะเวลาถ่วง (Time Delay) ได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3, 0.5 วินาที
- 4.7 Load-Break Switch หรือ Molded Case Switch เป็นสวิตช์แบบเดียวกันกับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ แต่ไม่มี Over current release และไม่มี Short - Circuit Release แต่มี Arc Chambers ส่วนคุณสมบัติอื่นๆ เหมือนกันทุกประการ
- 4.8 Tie Circuit Breaker เป็นสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติที่มีคุณสมบัติเหมือนที่กำหนดเหมือนตัวเมน และมี Key Interlock กับเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ 2 ชุด ที่มีสวิตช์ตัวนี้เชื่อมโยงถึงกัน สวิตช์ตัวนี้จะสับเข้าไม่ได้ ถ้าหากว่าเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสับเข้าอยู่ทั้ง 2 อัน จะสับเข้าได้เฉพาะเมื่อเมนสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งสับออกแล้วเท่านั้น
- 4.9 Tie Bus Duct เป็นบัสดักที่ทำขึ้นสำหรับเชื่อมโยงยูนิตซับสเตชัน 2 ชุด ใช้บัสบาร์ชนิดและขนาดตามแบบ ติดตั้งบนฉนวนชนิด Cast Resin Brackets หรือ Sectional Glass Reinforced Polyester Brackets และต้องทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. และต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด แผ่นโลหะที่ใช้ครอบนอกต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. หรือแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. มีโครงโลหะตามวิธีที่จำเป็น แล้วพ่นสีตามกรรมวิธีที่กำหนด บัสดักต้องยึดให้แข็งแรงพอที่จะไม่บิดงอได้ ถ้าเป็นช่วงยาวต้องยึดกับเพดานด้วย และต้องสามารถรับการขยายตัวและหดตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ด้วย
- 4.10 Manual Transfer Switch (MTS) เป็นสวิตช์สับเลือกสองทาง (Double - Throw) แบบ Load - Break และมี Arc Chambers ขั้วต่อสายเป็นแบบสำหรับใช้กับบัสบาร์ และมี Auxiliary Switches สำหรับใช้กับ Indicating Lights เพื่อแสดงตำแหน่งของสวิตช์ เป็นแบบ 3 Poles (3P)

4.11 Automatic Transfer Switch (ATS)

- เป็นแบบใช้กับไฟ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ 380 โวลต์ ชนิด 4 Poles หรือตามที่ระบุในแบบ มีฟังก์ชันกระแสใช้งานต่อเนื่องได้ตามที่กำหนด ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีกับโหลดทุกประเภท โดยอุปกรณ์ทั้งหมดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกัน ที่ได้ประกอบสำเร็จและผ่านการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตแล้วเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่มีจำหน่ายทั่วไป (ห้ามนำสวิตช์ตัดตอน คอนแทกเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุมมาประกอบขึ้นเองเป็น ATS เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นกรณีพิเศษ) และต้องเป็น Mechanically Interlock, Mechanically Held, Electrically Operated, Solid State Control ซึ่งทำงานได้ครบถ้วนตามข้อกำหนดมาตรฐาน ในกรณีที่ระบุให้มีชุด Bypass-Isolation Switch อุปกรณ์ชุดนี้ต้องมีส่วนที่สามารถ Bypass และแยกโหลดเพื่อใช้ในการทดสอบหรือบำรุงรักษา Automatic Transfer Switch และชุดควบคุมได้ แต่ต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดการจ่ายไฟขนานกัน การ Bypass นี้จะไม่ทำให้การจ่ายไฟขาดตอนไม่ว่าขณะนั้นจะใช้ไฟจากกรณีปกติ หรือกรณีฉุกเฉิน
- ชุดควบคุมการทำงานเป็นแบบ Solid State ซึ่งควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติ และมีอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ดังนี้
 - Engine Start / Stop Relay สำหรับสตาร์ทและหยุดเครื่อง มีคอนแทก 1 อัน ซึ่งจะสตาร์ทเครื่องเมื่อปิด และดับเครื่องเมื่อเปิด
 - Normal Differential Voltage Sensing Relay ตั้งได้ระหว่างร้อยละ 75 - 98 ของแรงดันปกติ ต้องทำงานไม่ว่าไฟในเฟสหนึ่งเฟสใดตกต่ำกว่าร้อยละ 85 ของแรงดันปกติ (380 / 220 โวลต์)
 - Engine Starting Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0 - 30 วินาที สำหรับถ่วงระยะเวลาที่จะเริ่ม สตาร์ทเครื่อง หลังจาก Voltage Sensing Relay ทำงานแล้ว
 - Normal - to - Emergency Time Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0 - 30 วินาที สำหรับถ่วงระยะเวลาก่อนที่จะสวิตช์จะสับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งแรงดันและความถี่อยู่ในระดับที่ใช้งานได้แล้ว
 - Emergency Voltage Relay ตั้งได้ระหว่างร้อยละ 85 - 100 ของแรงดันปกติ สำหรับป้องกันสวิตช์สับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จนกว่าแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเป็นร้อยละ 90 ของแรงดันปกติ
 - Frequency Relay ตั้งได้ระหว่างร้อยละ 90 - 100 ของความถี่ปกติ สำหรับป้องกันสวิตช์สับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จนกว่าความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะอยู่ระหว่าง 48 ถึง 52 เฮิร์ตซ์ แล้วจึงจะทำงาน
 - Emergency - to - Normal Time Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0 - 4 นาที สำหรับถ่วงระยะเวลาก่อนที่จะสวิตช์จะสับกลับไปใช้ไปปกติ
 - Engine Cool - off Timer ตั้งได้ระหว่าง 0 - 5 นาที สำหรับถ่วงระยะเวลาการดับเครื่องหลังจากสวิตช์สับกลับไปใช้ไฟปกติแล้ว
 - Function Selector Switch สำหรับเลือกการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสวิตช์สับเปลี่ยนมี 3 จังหวะ ดังนี้
 - " ENG OFF " เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะไม่ทำงานไม่ว่าในกรณีใด
 - " AUTO " ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติตามปกติ
 - " Test with Transfer " สำหรับทดสอบระบบการทำงาน โดยสมมุติว่าไฟปกติเสียและสวิตช์จะทำงานเหมือนกับจังหวะ " AUTO " ทุกประการ
 - " Test Without Transfer " สำหรับทดสอบระบบการทำงานโดยสมมุติว่าไฟปกติเสีย และสวิตช์จะไม่มีการสับเปลี่ยน

- Auxiliary Contact ชนิด DPDT อย่างน้อย 2 ชุด ติดที่ " NORMAL " 1 ชุด " EMERGENCY " 1 ชุด เพื่อทำงานร่วมกับ Transfer Switch ส่วนจำนวนที่แท้จริงจะระบุ ในแบบ
- Engine - Generator Exercise Timer เพื่อเดินเครื่องโดยไม่สับเปลี่ยนไปจ่ายโหลด ตั้งให้เครื่องเดินทุกสัปดาห์ ครั้งละ 0 - 15 นาที

5. Automatic Main Capacitor Bank

- 5.1 Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องผลิตตามมาตรฐานของ IEC 60831, UL810, VDE หรือ NEMA
- 5.2 พิกัดของ Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้
- TYPE : Indoor (Dry Metalized Film)
 - NUMBER OF PHASE : 3
 - RATED VOLTAGE : 400V หรือ ตามที่ระบุในแบบ
 - RATED FREQUENCY : 50 Hz.
 - RATED OUTPUT : ตามที่ระบุในแบบ
 - SWITCHING STEP : ตามที่ระบุในแบบ
 - POWER LOSS : 1 W/kVAR (Maximum)
 - CONTROL VOLTAGE : 220V
- 5.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อย หลากๆ ตัว ยึดรวมกันเข้าบนฐานที่แข็งแรง พร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน ประกอบด้วย
- Fuse Protection ทุก Steps ของ Capacitor Bank
 - Contractor ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC/EN 60947 –4–1 CATEGORY AC–6b ขนาดมีความเหมาะสมกับขนาดกำลังของ Capacitor ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยอุปกรณ์ภายใน เช่น Holding Coil, Moving Contact จะต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
 - Discharge Coil, Reactors and Resistors เป็นแบบ Built-in ใน Capacitor
 - KVAR Controller (หรือ Reactive Power Regulator)
 - Power Factor Meter
 - Indicating Lamp
 - Automatic and Manual Switching Device
- 5.4 ฟิวส์สำหรับป้องกันสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติและสวิตช์อื่นๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน IEC ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 kA. ที่ 380 โวลต์ ฐานฟิวส์ให้ใช้ชนิด Triple - Pole ติดชิดกัน 3 อัน โดยมี Phase Barriers สำหรับฟิวส์ขนาด 20 แอมแปร์ ขึ้นไป
- 5.5 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้ โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ
- 5.6 Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง

6. เครื่องมือวัดและอุปกรณ์

- 6.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1 หรือดีกว่า Tropical Proof, ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ Rated Burden ตามที่จำเป็นต้องใช้
- 6.2 Amp meter (A) มีใช้ 2 ชนิด ดังต่อไปนี้
 - ชนิดต่อตรง Direct Connection Amp meter ขนาดและจำนวนตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
 - ชนิด CT Type Amp meter เป็นชนิดมีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5 แอมแปร์ Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 6.3 Volt meter (V) เป็นชนิดต่อตรง Direct Connection Volt meter มีสเกลอ่านได้ 0 - 500 โวลต์ แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. สเกลชนิด Wide Angle (135 องศา) และ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 6.4 Amp meter Switch (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิดด้วย (O – R – S – T) ทนกระแสไฟได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ สำหรับใช้กับแอมป์มิเตอร์แบบใช้ CT
- 6.5 Volt meter Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS – ST – TR – O – RO – SO – TO) สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ซึ่งมีจังหวะปิดด้วย หรือใช้ชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ (RS – ST – TR – O) สำหรับเฉพาะไฟ 3 เฟส 3 สาย
- 6.6 Watt meter (W) และ VAR meter (VAR) ใช้ชนิด 3-Phase Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. สเกลชนิด Angle 90 องศา และ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 6.7 Power-Factor meter (PF) ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม. สเกลตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 6.8 Kilowatt-hour meter (kWh) เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส แบบธรรมดา หรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนด สำหรับต่อตรงหรือใช้กับ CT ระบบไฟฟ้า 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย หรือตามที่กำหนด Accuracy 2.5% หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 6.9 Frequency meter (Hz) เป็นชนิด Vibrating Type (13 Reeds) สำหรับต่อเข้ากับระบบไฟ 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ วัดได้ระหว่าง 47 - 53 Hz, Accuracy ± 0.5 Hz. (Accuracy Class 0.5)
- 6.10 Digital Power meter (DM) เป็นเครื่องวัดชนิด Digital 3 Phase โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิทัลในลักษณะ LCD ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน IEC หรือ UL พร้อมสามารถติดต่อสื่อสาร โดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้ เครื่องวัดจะต้องสามารถแสดงค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - Base Parameter Voltage, Current Volt Unbalance, Current Unbalance, Real Power, Reactive Power, Apparent Power, Power Factor, Frequency Phase Reversal
 - Energy Real Energy, Reactive Energy, Apparent Energy
 - Harmonic Distortion Harmonic Distortion Are Determined For All Voltage and Current Input, Individual Harmonics (Hd1 to Hd15), Thd, Total Even Hd. Total Odd Hd. K - Factor
 - Thermal Demand Voltage, Current, Real Power, Reactive Power, Apparent Power, Power Factor, Frequency, Auxiliary Voltage Harmonic Distortion
 - Sliding Window Demand And Predicated Demand
 - Minimum And Maximum
 - ค่าเฉลี่ยสูงสุด ในช่วงเวลา 15 นาที ของกิโลวัตต์ (Demand)

- เครื่องวัดจะต้องมี Protocol ที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ Mod bus Protocol โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 19,200 Kbps (RS-485) หรือมากกว่า
- เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลได้ โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไป

- 6.11 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp แบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อใช้กับหลอดไฟ LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 6.12 พิวส์สำหรับระบบคอนโทรล และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้พิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน IEC ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. ที่ 380 โวลต์ ฐานพิวส์ใช้ชนิด Flush - Mounting สำหรับพิวส์ที่ติดกับฝาตู้ และชนิดธรรมดาสำหรับพิวส์ที่ติดในตัว

7. บัสบาร์ (Bus bars) และฉนวนยึด

- 7.1 บัสบาร์ (Bus bars) ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60439-1 (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่ทั้งนี้ ขนาดของบัสบาร์เส้นศูนย์ศกเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนด ขนาดของบัสบาร์เส้นดินถ้าใช้ทองแดง ต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 95 ตร.มม. สำหรับแผงสวิทช์จ่ายไฟที่ใช้ Main Switch หรือ Main Breaker ขนาดไม่เกิน 800 แอมแปร์ และพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 120 ตร.มม. สำหรับแผงสวิทช์จ่ายไฟที่ใช้ Main Switch หรือ Main Breaker เกิน 800 แอมแปร์
- 7.2 การจัดบัสบาร์ (Bus bars) ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกต้องแบบให้ใช้หุ้ม Bus bar โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ Bus bar ที่กำหนดทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ Bus bar ที่อาจลดลง
- 7.3 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับตู้ทุกตู้ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ศกต้องมีที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดิน
- 7.4 ที่รองรับและยึด (Bracket) บัสบาร์กับตัวตู้ทำจากฉนวน Cast Resin หรือ Sectional Glass Reinforced Polyester แบบสองชั้นประกบ Bus bar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือ ตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด ทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์ หรือตามที่กำหนดในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด
- 7.5 บัสบาร์ Bus bars และ ที่รองรับและยึด (Bracket) บัสบาร์ ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องมือวัดภายในแผงสวิทช์

- 8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องมือวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper 750V, 70 °C, PVC Insulated ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตาม ต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้
- | | | | |
|-------------------|---|-----|----------------|
| - CURRENT CIRCUIT | : | 4 | ตารางมิลลิเมตร |
| - VOLTAGE CIRCUIT | : | 2.5 | ตารางมิลลิเมตร |

- CONTROL CIRCUIT : 1.5 ตารางมิลลิเมตร
- GROUND สำหรับบานประตู : 10 ตารางมิลลิเมตร

- 8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย
- 8.4 สลักเกลียว เป็นเกลียวและแหวน (Bolts, Nut & Washer) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High - Tensile Steel, Electro - Galvanized or Chrome - Plated ให้ใช้จำนวนสลักและเป็นเกลียวให้เพียงพอ แล้วขันด้วย Torque wrench เพื่อให้มีแรงกดบนผิวที่ต่อกันอย่างสม่ำเสมอ และได้แรงกด 50 กก. / ตร.ซม.
- 8.5 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์ หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ให้ใช้สลักและเป็นเกลียวพร้อมแหวนสปริง (ถ้าใช้แหวนทรงฉิ่งได้จะดีกว่า) ก่อนต่อต้องทำความสะอาดผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ
- 8.6 การต่อทองแดงกับอลูมิเนียม ต้องต่อผ่านตัวกลางที่มีผิวสัมผัสด้านหนึ่งใช้กับทองแดง และอีกด้านหนึ่งใช้กับอลูมิเนียม (Copal Insert) การต่อให้ใช้สลักเป็นเกลียวและแหวนทรงฉิ่ง ก่อนต่อต้องทำความสะอาดผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะและทาสารกันการเกิด Oxide ทางด้านที่เป็นอลูมิเนียม
- 8.7 ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายสำหรับสายอลูมิเนียมต้องเป็นแบบที่ใช้ต่อกับท่อทองแดง และอลูมิเนียมได้ ก่อนต่อสายอลูมิเนียมกับขั้วต่อสาย ต้องทำความสะอาดสายอลูมิเนียมก่อน และทาด้วยสารกันการเกิด Oxide (Oxide Inhibiting Compound for Electrical Grade Aluminum) นอกจากนี้มีสารนี้อยู่ในขั้วต่อสายอยู่แล้ว

8 Mimic Bus และ Nameplate

- 9.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
- 9.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใดหรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus และเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ

10 การติดตั้ง

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- 10.1 ระหว่างที่ทำการติดตั้งหรือก่อนจ่ายไฟเข้าแผงสวิตช์จ่ายไฟ ต้องตรวจดูว่า มิติของแผงสวิตช์จ่ายไฟถูกต้องตามแบบ ขนาดและจำนวนของอุปกรณ์ที่อยู่ในแผงสวิตช์จ่ายไฟทุกอย่างถูกต้องตามแบบ การต่อวงจรถูกต้องและที่ต่อทุกแห่งแน่นและมั่นคง ถ้ามีสิ่งใดไม่ถูกต้อง ต้องแก้ไขหรือแจ้งให้ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบตามสัญญา มาแก้ไขให้ถูกต้องเสียก่อน
- 10.2 ต้องทำฐานสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟ โดยทำเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กตรงที่ๆ กำหนดในแบบ สูงจากพื้นห้องที่ตั้งแผงสวิตช์จ่ายไฟขึ้นมามีอีก 50 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้โลหะทุกด้านๆ ละ 30 มม. ด้านข้างของฐานทุกด้านต้องเรียบและตรง ผิวของฐานด้านบนทำเป็นแบบคอนกรีตขัดมัน เมื่อทำฐานเสร็จแล้ว ให้ทาด้วยสีน้ำมันชนิดที่ใช้สำหรับทาพื้นคอนกรีตให้ทั่วทุกด้าน ให้ยึดแผงสวิตช์จ่ายไฟกับฐานคอนกรีตด้วย Expansion Bolts

- 10.3 สำหรับสวิตช์แบบมีขั้วสำหรับต่อสายไฟเข้าได้โดยตรงหรือ โดยใช้ขั้วต่อสาย ให้เจาะช่องไว้ที่แผ่น โลหะด้านหลัง สวิตช์ สำหรับใช้ร้อยสายเข้าไปต่อกับสวิตช์ ให้ใส่ยางรอบขอบแผ่นโลหะเพื่อกันบาดสายขนาดและตำแหน่งของช่อง ต้องให้เหมาะสมและสามารถร้อยสายเข้าไปได้ง่าย โดยไม่ต้องโค้งงอสายเกินควร
- 10.4 สำหรับสวิตช์แบบมีขั้ว แบบใช้ต่อกับบัสบาร์ ให้ใช้บัสบาร์ต่อออกไปสำหรับใช้นำสายไฟเข้ามาต่อ โดยให้เจาะรูไว้ สำหรับใส่สลักและแป้นเกลียวได้ ปลายบัสบาร์ในช่องด้านหลังต้องมีแผ่นฉนวนยึดให้มั่นคง ส่วนของบัสบาร์ที่จะไม่มีสิ่งใดเข้ามาต่อ ให้หุ้มฉนวนขนาดของบัสบาร์และการหุ้มฉนวน
- 10.5 จากจุดที่แผงสวิตช์จ่ายไฟที่ทำเตรียมไว้สำหรับต่อลงดินและจากบัสบาร์เส้นศูนย์ของแผงสวิตช์จ่ายไฟให้ต่อลงดินที่หลักดิน ในแต่ละกรณีต้องใช้สายดินแยกกัน สายดินให้ใช้สายทองแดงขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556
- 10.6 อุปกรณ์ต่างๆ ในแผงสวิตช์จ่ายไฟที่จะต้องมีการปรับค่า เมื่อเริ่มทดลองจ่ายไฟ เช่น การปรับค่า Ampere Trip ของ สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ปรับจนได้ค่าตามต้องการ

11 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจ ทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- 11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 11.4 ตรวจสอบช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิตช์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสม หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

12 เครื่องมือบำรุงรักษา

- 12.1 ต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ วิธีใช้ และบำรุงรักษา (Specifications, Instruction and Maintenance Manuals) เป็นภาษาไทย และ / หรือภาษาอังกฤษ สาม (3) ชุด มอบแก่ผู้ว่าจ้างก่อนรับเงินงวดสุดท้าย
- 12.2 ที่ช่างตู้แผงสวิตช์จ่ายไฟแต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าไว้ให้หนึ่ง (1) อัน โดยมีประกับติด รัศไว้กับตู้ให้สูงประมาณ 1,800 มม.
- 12.3 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่ง (1) อัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่น โลหะหนึ่ง (1) อัน กุญแจปากตายสำหรับขันสลัก และเป็นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์มีให้ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ ขนาดละ หนึ่ง (1) อัน Torque wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่ง (1) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและเป็นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์ และสวิตช์ตัดตอนครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่ง (1) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือ บำรุงรักษานี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ
- 12.4 เครื่องมือดึงฟิวส์ทุกสถานที่ที่มีฟิวส์แรงต่ำ (HRC Fuse) ต้องมีเครื่องมือดึงฟิวส์แรงต่ำ สำหรับใช้จับดึงได้ทุกขนาดให้ ไว้เป็นประจำหนึ่ง (1) ชุด

บทที่ 8
แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป
(PANEL BOARD)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ และการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำ (Distribution Board) แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) และสวิตช์ตัวจอร์อื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (Wall Mounted)

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ตำแหน่งการติดตั้งตลอดจนการจัดแนวท่อร้อยสาย หรือรางเดินสายอื่น ๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 2.2 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของโหลดแต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ (Normal Power Supply) และระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (Essential Power Supply) ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้
- 2.3 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้างการติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนัง โดย Expansion Bolts ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์
 - การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA, IEC หรือ DIN เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต
 - Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังตามที่ระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet With Gray-Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิด ด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วย และต้องมี Circuit Directory With Clear Plastic Covering บอกรวงจร (Circuit) ต่างๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน
 - Bus bar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type
 - Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี Ampere Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination)
 - Branch Circuit Breaker ใช้ Circuit Breaker ชนิด Molded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
 - Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
 - ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และโหลดชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

3. แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board)

- 3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ โหลดไฟฟ้าต่างๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม โหลดแต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel Board Schedule
- 3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- Panel Board ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel Board นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 415Y/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 240 โวลท์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ Panel Board Schedule
- Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet With Gray-Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิด ด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
- Bus bar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-On หรือ Bolt-On Circuit Breaker
- Main Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker มี Ampere Trip และ Interrupting Current Capacity ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination)
- Branch Circuit Breaker ใช้ Circuit Breaker ชนิด Molded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker
- Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ
- ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ตั้งกล่าวคือไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และโหลดชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolts ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

4. Disconnecting Switch หรือ Safety Switch

- 4.1 Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC Heavy Duty Type
- 4.2 สวิตช์ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 4.3 Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไปและตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคารให้มีบานประตูเปิดด้านหน้าซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง OFF เท่านั้น
- 4.4 ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือไม่น้อยกว่าขนาดของ Protecting Equipment ที่ต้นทาง
- 4.5 ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับ ข้อ 4.4
- 4.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของ สวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

5. Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

- 5.1 ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
- 5.2 Enclosed เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA มีลักษณะการใช้ดังนี้

- NEMA 1 พับจาก Sheet Steel With Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่วไป
 - NEMA 3 R พับจาก Zinc Coated Steel With Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร
- 5.3 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flushed Mounting หรือ Semi-Flushed Mounting สำหรับในอาคาร และ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

6 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้:-

- 6.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 6.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 6.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- 6.4 ตรวจสอบช่องทางเข้าออกของสายไฟฟ้า ต้องปิดป้องกันสัตว์ และแมลงเข้าไปภายในแผงสวิตช์ โดยใช้วัสดุที่เหมาะสม หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม

บทที่ 9
ระบบท่อร้อยสาย
(CONDUIT SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า- สื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ – โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING: EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการลอดหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ โดยไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT: IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT: RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 2.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้างเช่น มอเตอร์ โคมไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - การติดตั้งท่อร้อยสายให้เลื่อขนาดและชนิด ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 นอกจากได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือข้อกำหนด
 - ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - การค้ำท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการค้ำท่อต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 - แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ปฏิบัติงานเป็นแต่ละกรณีไป

- ปลายท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (Reamer) ท่อต่อเข้ากล่องต่อสายและกล่องอื่นต้องมีข้อต่อเข้ากล่องได้ไว้ จุดจ่ายไฟทุกจุดและสวิตช์ต้องมีกล่องต่อสายเหล็กอบสังกะสี (Outlet Box) ขนาดที่เหมาะสม
- ท่อเปล่าที่กำหนดให้ติดตั้งเพื่อไว้ที่แสดงในแบบด้วยอักษร " CO " ให้ร้อยลวดดึงสายไว้ให้พร้อม
- ตัวยึดและตัวแขวน ให้ใช้เหล็กอบสังกะสีทั้งหมด
- ข้อต่อท่อที่อยู่นอกอาคารหรือฝังในคอนกรีตใช้ชนิดกันน้ำ

2.7 รหัสสีของท่องานระบบต่างๆ ให้พ่นสีที่ประทับยึดท่อทุก ๆ จุด และที่ฝากล่องต่อสายทุก ๆ อัน กรณีที่เป็นรางเดินสาย (Wire Way) ให้ทำการพ่นสีเพื่อบอกรหัสทุก ๆ ระยะ 3.5 เมตร และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- ระบบไฟฟ้ากำลังปกติ - สีแดง และตัวอักษรสีดำ เช่น N = Normal Feeder, LTG = วงจรแสงสว่าง และ RC = วงจรเด้ารับไฟฟ้า เป็นต้น กำกับที่ฝา BOX
- ระบบไฟฟ้ากำลังฉุกเฉิน - สีเหลือง และตัวอักษรสีแดง เช่น E = Emergency Feeder และ Ex = Exit and Emergency Light เป็นต้น กำกับที่ฝา BOX
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ - สีส้ม และตัวอักษร FA สีดำ กำกับที่ฝา BOX
- ระบบโทรทัศน์ - สีขาว และตัวอักษร TV สีดำ กำกับที่ฝา BOX
- ระบบเสียงประกาศ - สีฟ้า และตัวอักษร PA สีดำ กำกับที่ฝา BOX
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด - สีน้ำเงิน และตัวอักษร CTV สีดำ กำกับที่ฝา BOX
- ระบบโทรศัพท์ - สีเขียว และตัวอักษร TEL สีดำ กำกับที่ฝา BOX
- ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ - สีดำ และตัวอักษร COM สีขาว กำกับที่ฝา BOX

3 CABLE TRAY

- 3.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และพื้นเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 3.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- 3.3 การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4 WIREWAY

- 4.1 รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.2 มม. โดยความหนาขึ้นอยู่กับขนาดของรางอย่างน้อยตามมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้า พ.ศ.2556 รางร้อยสายและวัสดุที่ใช้ประกอบ ต้องทำขึ้นโดยวิธีป้องกันสนิม ฉาบสีแล้วอบแห้งหรืออบด้วยสังกะสีหนา รางร้อยสายและวัสดุที่ใช้ประกอบ ต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยที่หมดเกลียว / สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรางร้อยสาย ไม่มีส่วนคมอันจะเป็นอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง
- 4.2 รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมีการป้องกันการสึกกร่อน เช่น Hot Dip Galvanize และมีลักษณะกันน้ำได้ และผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย
- 4.3 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4.4 รางร้อยสาย ต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่ดี
- 4.5 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

5 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิทช์ กล่องเข้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐาน โดยทั่วไป (SQUARE BOX และ HANDY BOX) ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาณใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม ด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)
- 5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC ARTICLE 373
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
- 5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทากายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6 การติดตั้ง

- 6.1 ให้ผู้รับจ้างจัดทำ SHOP DRAWINGS การจัดวางแนวและขนาดของท่อร้อยสายอย่างละเอียด เพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง
- 6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำ สำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วง ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์
- 6.3 การอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลาม (Fire Seal) วัสดุป้องกันไฟลาม เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จจากต่างประเทศ ที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL, NFPA Life Safety Code no.101 และ ASTM โดยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
 - เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต โลหะ ไม้ พลาสติก และฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี
 - สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว ทนการสั่นสะเทือนได้ดี
 - สามารถขยายตัวแทนที่ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า เมื่อเกิดเพลิงไหม้
 - สามารถทนความร้อนได้ถึง 1000 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
 - ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้

7 การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

บทที่ 10
สายไฟฟ้า
(CONDUCTOR)

1. ความต้องการทั่วไป

สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่ใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าระบบ (SYSTEM VOLTAGE) ไม่เกิน 416Y/240 โวลต์ โดยทั่วไปต้องมีคุณสมบัติตาม มอก.11-2553 และตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 บทที่ 2 เว้นแต่จะมีกฎ-ระเบียบ หรือ ข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่นให้เป็นอย่างอื่น

2. ชนิดของสาย

- 2.1 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สายไฟฟ้าโดยทั่วไปทั้งชนิดแกนเดี่ยว (Single-Core) และหลายแกน (Multi-Core) และถ้ามีเปลือก (Sheathed) ต้องเป็น Polyvinyl Chloride (PVC) เช่นกัน ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้า 300 ถึง 750 โวลต์ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 11-2553
- 2.2 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Cross Linked Polyethylene (XLPE) ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ที่พิกัดแรงดันไฟฟ้า 600/1000 โวลต์ ตามมาตรฐาน IEC 60502-1 การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเป็นสายไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง ตามมาตรฐาน IEC 60332-3 Category C
- 2.3 สายไฟฟ้านิรภัย (Fire Resistant Cable) ข้อกำหนดนี้ได้ครอบคลุมถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้านิรภัย (Low Smoke, Zero Halogen, Fire Resistance Cable) ตามที่ระบุในแบบ และรายละเอียดต่อไปนี้
 - สำหรับสายที่มีขนาดไม่เกินขนาด 4 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
 - ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือ วัสดุทนไฟอื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Flexible FRMI ตามมาตรฐาน IEC 60331-21
 - ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multi Core Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filter เพื่อความแข็งแรงของสายเปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Ppolyolefin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตามมาตรฐาน IEC 60331-21
 - สายไฟฟ้านิรภัยนี้ต้องมีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 600/1000 โวลต์ที่อุณหภูมิของตัวนำไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส สำหรับ Continuous Duty และ 250 องศาเซลเซียสภายใต้สภาวะ Short - Circuit
 - ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้
 - คุณสมบัติ Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
 - IEC 60331
 - VDE 0472 Part 814
 - BS 6387 Category CWZ
 - คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
 - IEC 60332 Part 3
 - IEEE 383
 - VDE 0472 Part 804/C
 - BS 4066 Part 3
 - คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้
 - IEC 60332 Part 3

- BS 4066 Part 1
 - คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้
 - Smoke test
 - ASTM D2843
 - UITP/APTA Test E4
 - London Underground Limited
 - BS 6724
 - IEC 61034-2
 - Halogen Acid Content Measured test (Less Than 5% Halogen Acid)
 - IEC 60754-1,2
 - BS 6425 Part 1
- 2.4 สายไฟฟ้าชนิดเอ็มไอ (Mineral Insulated Cable) เป็นสายไฟฟ้าเปลือกโลหะที่ตัวนำไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนแร่ที่ผลิตจากโรงงาน ประกอบด้วยตัวนำเดี่ยวหรือมากกว่า มีฉนวนที่เป็นแร่ที่อัดแรงอย่างสูงมีระยะห่างที่เหมาะสม และหุ้มด้วยปลอกทองแดงที่มีโครงสร้างต่อเนื่องเพื่อป้องกันแรงกล, ของเหลว, ก๊าซ และเพียงพอต่อวัตถุประสงค์ในการต่อลงดิน มีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังรายละเอียดต่อไปนี้
- BS 6207: Specifications for Mineral Insulated Copper Sheathed Cables with Copper Conductor
 - IEC 60702: Mineral Insulated Cables with a Rated Voltage not Exceeding 750V
 - AS 3187: Mineral Insulated Metal Sheathed Cables

3. ข้อกำหนดทั่วไป

- 3.1 ในกรณีที่ระบุให้เดินสายไฟฟ้าโดยไม่มีท่อร้อยสาย ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีเปลือกนอก (Non metallic Sheathed Cable) ในกรณีสายขนาดเล็กอาจจะใช้เข็มขัดอะลูมิเนียมยึดสายได้ โดยเข็มขัดต้องห่างกันไม่เกิน 150 มม. สายที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 10 มม. ต้องยึดด้วยประกบพลาสติก (Plastic Saddle) ในการติดตั้งต้องยึดสายไฟฟ้าให้มั่นคงพอที่จะไม่หลุดได้ การเดินสายหุ้มฉนวนด้วยวิธีเดินลอยบนลูกถ้วยฉนวน ให้ทำตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 บทที่ 5 สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนที่เดินสูงจากพื้นไม่เกิน 2,500 มม. ต้องเดินโดยร้อยในท่อร้อยสายหรือในรางร้อยสาย (Wire way) หรือต้องปิดด้วยรางโลหะเพื่อป้องกันจากความเสียหาย การต่อสายไฟฟ้าที่มีเปลือกนอกให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสายที่ไม่ใช่โลหะหรือกล่องต่อสายที่เป็นโลหะซึ่งต่อลงดินด้วยสายดินหรือในบ่อพักสาย กล่องต่อสายและบ่อพักสายต้องมีฝาปิดให้เรียบร้อย
- 3.2 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้
- สายไฟที่ติดตั้งจะต้องยึดให้มั่นคงโดยทำตามความต้องการในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 บทที่ 5
 - สายไฟที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟ หรืออุปกรณ์อื่น จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ ใช้เข็มขัดรัดสาย ผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่ สายต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงจ่ายไฟหรือในกรณีสายจุดที่ต่อเข้าเสียจำเป็นต้องตัดทิ้งไป แต่อย่างน้อยต้องเหลือสายไม่น้อยกว่า 50 มม.
 - สายไฟแต่ละเส้นจะต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจรและหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สาย ตรงที่อยู่ใกล้กล่องดึงสายกล่องต่อสาย และ / หรือในบ่อพักสายและตรงปลายที่ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ ถ้าในแบบได้ระบุชื่อหรือเครื่องหมายที่แสดงถึงวงจรหรือหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ ไว้ ให้ทำเครื่องหมายให้ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบ

- ท่อและรางร้อยสายไฟฟ้าต้องอยู่ห่างจากท่อและรางร้อยสายโทรศัพท์ไม่น้อยกว่า 305 มม. ห้ามร้อยสายโทรศัพท์หรือสายแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า
- ให้อร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)
- สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงเช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp), GAS Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนขงที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (Asbestos) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง
- เมนสวิทช์และสวิทช์ต่างๆ, ท่อไฟฟ้า, รางร้อยสายไฟฟ้า และกล่องต่อสายไฟฟ้า สำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต จะต้องแยกเป็นอิสระเด็ดขาดจากระบบไฟฟ้าปกติและระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉินอื่นที่ไม่ใช่วงจรช่วยชีวิต
- การต่อสายไฟให้ใช้อุปกรณ์ซึ่งผลิตขึ้น เพื่อการนี้โดยเฉพาะ เช่น แบบ COMPRESSION BOLT, SCREW TYPE, WIRE NUT ทั้งนี้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
- ห้ามมิให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสาย จนกว่าจะได้มีการวางท่อร้อยสายเสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งหมดก่อน และจะต้องได้รับการอนุมัติ จากวิศวกร ให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสายได้
- สายไฟทั้งหมดจะต้องเดินอยู่ภายในท่อร้อยสาย หรือภายในช่องเดินสายเท่านั้น โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
- ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวร ภายในแผงสวิทช์บอร์ดทุก ๆ วงจร รวมทั้ง สายเมนไฟฟ้าหลัก และ สายเมนไฟฟ้าย่อย
- สายไฟที่ใช้ทั้งหมด ต้องใช้สีเป็นรหัส (Colour Code) ในกรณีที่เป็นสายเมนขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถที่จะทำเป็น Colour Code ได้ ให้ใช้เทปสี พันทับสายไฟ ณ จุด ที่มีการเชื่อมต่อสายไฟ หรือภายในกล่องต่อสาย ทั้งนี้ให้ใช้รหัสสีสำหรับสายไฟดังนี้
 - Phase (L1) สีน้ำตาล
 - Phase (L2) สีดำ
 - Phase (L3) สีเทา
 - Neutral (N) สีฟ้า
 - Ground (E) สีเขียว

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิทช์ต่างๆ อยู่ใน ตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี
- 4.2 สำหรับสายตัวนำประธาน (Feeder) และสายป้อน (Sub-Feeder) ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่า ความต้านทานของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุกๆ กรณี

- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน
- 4.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางวัดค่าความเป็นฉนวนของสายไฟ (Insulation Test Report) ทั้งหมดทุกวงจร เสนอต่อวิศวกร เพื่อขออนุมัติจำนวน 2 ชุด ก่อนทำการติดตั้งอุปกรณ์ โดยวัดค่าความเป็นฉนวนด้วย Megger Meter ขนาดไม่น้อยกว่า 500 Volts ตามรายละเอียดดังนี้
- Phase to Phase
 - Phase to Neutral
 - Phase to Ground

บทที่ 11

โคมไฟฟ้า

(LIGHTING FIXTURE)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 โคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ โดยทั่วไปเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดัน 220 V 50 Hz
- 1.2 วัสดุ-อุปกรณ์ ต้องมีกรรมวิธีการผลิต และ/หรือ มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ และไม่ขัดต่อมาตรฐานอุตสาหกรรม ที่เกี่ยวข้องดังนี้
 - มอก. 23-2521 : บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 673-2530 : บัลลาสต์สำหรับหลอดไอปรอทความดันสูง
 - มอก. 885-2532 : บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย
 - มอก. 344-2530 : ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์
 - มอก. 819-2531 : ขั้วรับหลอดไฟฟ้าแบบเกลียว
 - มอก. 183-2528 : สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 191-2531 : ตัวเก็บประจุสำหรับใช้ในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดปล่อยประจุอื่น
 - มอก. 4 เล่ม 1-2522 : หลอดไฟฟ้า
 - มอก. 236-2520 : หลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 902-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป
 - มอก. 903-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าฝัง
 - มอก. 904-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าสำหรับให้แสงสว่างบนถนน
 - มอก. 906-2532 : ดวงโคมไฟฟ้าเสาแสง
- 1.3 โคมไฟฟ้าที่กำหนดในรายละเอียดหมวดนี้ ครอบคลุมเฉพาะโคมที่ใช้ให้แสงสว่างทั่วไป ส่วนโคมไฟประดับ เช่น โคมห้อยระย้า (Chandelier) เป็นต้น ให้ครอบคลุมเฉพาะอุปกรณ์ประกอบเพื่อความปลอดภัย และการประหยัดพลังงาน และ/หรือ ให้เป็นไปตามรายละเอียดที่ระบุเพิ่มเติมในแบบและรายการประกอบแบบของงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2. รายละเอียดวัสดุ - อุปกรณ์ประกอบ

- 2.1 ขั้วหลอด (Lamp Holder) และ ขั้วยึดสตาร์ทเตอร์ (Starter Holder) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้า ทำด้วยทองแดง หรือ ทองแดงชุบโลหะอื่น เช่น เงิน ดีบุก เป็นต้น เพื่อผลทางด้านการสัมผัสทางไฟฟ้า และการป้องกันสนิมทองแดง ส่วนฉนวนไฟฟ้าที่หุ้มรอบนอก (Body) และ/หรือ ส่วนที่เป็นฉนวนอื่นๆ ต้องเป็นสาร Poly Carbonate หรือสารอื่นที่มีความทนทานไม่กรอบหรือเปราะง่าย
- 2.2 ขั้วหลอดสำหรับหลอดชนิดที่เกิดความร้อนสูงขณะใช้งาน เช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp) หลอดความดันไอ (Gas Discharge Lamp) เป็นต้น ให้ขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดงหรือทองแดงชุบโลหะอื่นที่เหมาะสม เพื่อผลทางไฟฟ้า และป้องกันสนิมทองแดง ส่วนตัวฉนวนหุ้ม (Body) ต้องเป็นวัสดุกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) หรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนสูง (ทนไฟ)
- 2.3 บาลาสต์ (Ballast) ที่กำหนดเป็นชนิดแกนเหล็กสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดชนิดอื่นที่ต้องการ ต้องมีแกนเหล็ก (Core) ทำด้วย High Grade Silicon Steel Laminated ส่วนขดลวดเป็นทองแดงหุ้มฉนวน (Enameled Copper Wire) สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 130 องศาเซลเซียส (Insulation Class "H") เมื่อประกอบสำเร็จ ให้พบ

เคลื่อนด้วยสีทนความร้อน นอกจากนี้คุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูง (High Power Factor Ballast) หรือ กรณีเป็นชนิดเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ การประกอบใช้งานต้องมี Capacitor เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 0.85 บาลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไปให้ใช้แบบความสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast) และมีค่าความสูญเสียไม่สูงเกิน 5.5 วัตต์ ต่อบาลาสต์ 1 ชุด

2.4 อิเล็กทรอนิกส์บาลาสต์ ที่กำหนดให้ใช้ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามกำหนดดังนี้

- Input Voltage : 220V. \pm 15%
- Power Factor : \geq 95%
- Total Harmonics Distortion : \leq 20%

นอกจากนี้ต้องมีวงจรป้องกันการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนต่อระบบสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ (Electromagnetic Interference: EMI/Electromagnetic Compatibility: EMC)

2.5 สตาร์ทเตอร์ (Starter) สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่จำเป็นต้องเป็นแบบ Glow-Switch พร้อมด้วยตัวเก็บประจุเพื่อป้องกันการรบกวนคลื่นวิทยุ (Radio-Interference Suppression Capacitor) โดยทั้งหมดบรรจุอยู่ในหลอดที่ทำด้วยสาร Poly Carbonate หรือวัสดุที่มีคุณสมบัติเท่าเทียมกัน หรือดีกว่า

2.6 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) สำหรับใช้กับบาลาสต์ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ เพื่อปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้สูงขึ้น ต้องเป็นแบบแห้ง Hermetically Epoxy Sealed ที่ออกแบบสร้างขึ้นเพื่อใช้กับอุปกรณ์ควบคุมหลอดไฟฟ้า มี Internal Discharge Resistor บรรจุภายในกล่อง หรือ หลอดพลาสติกชนิด Polypropylene หรือวัสดุที่คุณภาพเทียบเท่า และมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้

- Operating Temperature : - 20 °C to + 85 °C
- Operating Voltage : 250 V.
- Frequency : 50 - 60 Hz.

2.7 สายไฟฟ้าภายใน และ/หรือสายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.เว้นแต่กรณีมีข้อจำกัดในการยึดสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้าหรือ ขั้วต่อ สายใดๆ จะยอมให้ใช้สายที่มีขนาดเล็กกว่ากำหนดนี้ได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. โดยชนิดของสายต้องมีฉนวนทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 300 โวลต์ และทนอุณหภูมิใช้งานของตัวนำไม่น้อยกว่า

- 70 องศาเซลเซียส สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
- 105 องศาเซลเซียส หรือ สายทนความร้อน สำหรับดวงโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp) และหลอดที่มีความร้อนสูง เช่น Gas Discharge Lamp เป็นต้น

2.8 ขั้วต่อสาย (Terminal Block) ซึ่งใช้สำหรับต่อสายไฟฟ้าจากภายนอกเข้าดวงโคมต้องมีตัวนำเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Polythene หรือ Polyamide สำหรับโคมไฟฟ้าทั่วไป และหุ้มด้วยฉนวนกระเบื้องเคลือบ (Porcelain) Block Type สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดมีความร้อนสูงขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม

2.9 คุณสมบัติด้านเทคนิคของโคมไฟแสงชนิดหลอด LED

- คุณสมบัติด้านเทคนิคของโคมไฟ
 - ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมขึ้นรูปด้วยความดันสูง (High Pressure Die-Cast) สามารถทนการกัดกร่อน มีความแข็งแรง และสามารถติดตั้งได้อย่างเหมาะสม
 - ตัวโคมมีพื้นที่ผิวเพียงพอต่อการระบายความร้อนออกได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสมต่อการใช้งานในอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด 40 องศาเซลเซียส โดยไม่อนุญาตให้ใช้การระบายความร้อนเสริมอื่นใด นอกเหนือจากวิธีระบายความร้อนบนตัวโคม

- ถ้ามีการใช้แผ่นปิดหน้าโคมไฟ แผ่นปิดจะต้องเป็นวัสดุที่ทนความร้อน มีความโปร่งแสง และทนแรงกระแทก
 - โคมไฟจะต้องมีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ ไม่น้อยกว่า IP65 โดยห้ามใช้กาวในการป้องกันฝุ่นและน้ำ ให้ใช้วัสดุประเภทที่เป็นซิลิโคนคุณภาพสูง
 - โคมไฟจะต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ LED รุ่นใหม่ในอนาคตได้ โดยจะต้องออกแบบเป็น module ที่รองรับการปรับเปลี่ยนด้วยอุปกรณ์ชุดใหม่ของ LED Driver หรือ LED Drivers ในสถานที่ใช้งาน ได้โดยง่าย
 - ส่วนของ LED Module จะต้องถูกออกแบบเป็นพิเศษ โดยแผงวงจรและส่วนระบายความร้อนต้องสัมผัสกันอย่างสมบูรณ์ เพื่อการระบายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ใช้แผงวงจรแบบ Metal Core PCBs หรือวัสดุที่ดีกว่า ซึ่งต้องมีความแข็งแรงและสามารถระบายความร้อนได้ดี
 - โคมไฟจะต้องมีระบบป้องกัน Surge ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อป้องกันอุปกรณ์ขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์และระบบ LED โดยโคมไฟต้องมีระดับความทนทานต่อ Surge ไม่น้อยกว่า 6 kV (L-N)
 - ต้องออกแบบโคมไฟ ให้มีค่าดำรงลูเมนไม่น้อยกว่า 70% ณ สิ้นอายุการใช้งาน (L70) ที่อุณหภูมิแวดล้อม 35 องศาเซลเซียส
 - โคมไฟต้องมีดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 70
 - ประสิทธิภาพทั้งระบบของโคมไฟ ต้องไม่น้อยกว่า 110 lumen/W
 - โคมไฟต้องมี Total Harmonic Current Distortion (THDi) สูงสุดไม่เกิน 15% ที่กำลังไฟฟ้าด้านเข้าเต็มพิกัด
 - หากเม็ด LED เม็ดใดเม็ดหนึ่ง หรืออุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่งชำรุด ต้องไม่ส่งผลทำให้ Uniformity เปลี่ยนแปลง
 - โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานบริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจำกัดสัญญาฉบับรทวทวิ (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
 - โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015
- คุณสมบัติด้านเทคนิคของ LED หรือ LED Module ต้องประกอบด้วย
 - LED ต้องเป็นผลผลิตจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ ได้แก่ CREE / PHILIPS LUMILEDS / NICHIA
 - LED ต้องมีค่าดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 70)
 - ต้องมีรายงานผลการทดสอบค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (LM-80 Test Report) ที่กระแสดำเนินการตามพิกัดของอุปกรณ์ขับเคลื่อนที่ใช้ โดย LED ต้องมีอายุใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ด้วยค่าดำรงลูเมน 70% ที่อุณหภูมิตัวถัง (Ts) 85 องศาเซลเซียส (คำนวณอายุตามมาตรฐาน IES TM-21)
 - คุณสมบัติด้านเทคนิคของ อุปกรณ์ขับเคลื่อน ต้องประกอบด้วย
 - อุปกรณ์ขับเคลื่อนต้องถูกออกแบบให้ทำงานร่วมกับชุดของ LED กำลังสูง (Array of High Power LEDs) ด้วยกระแสควบคุมด้านออก
 - อุปกรณ์ขับเคลื่อนของชุดโคม LED ต้องเหมาะสมกับการใช้งาน ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟ ที่มีแรงดันไฟฟ้า 100 – 277 V_{AC}, 50 Hz

- อุปกรณ์ขับเคลื่อนกระแสของชุดโคม LED ต้องมีอายุใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิตัวเรือน (Tc) ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส
- อุปกรณ์ขับเคลื่อนต้องมีตัวประกอบกำลังอย่างน้อย 0.90 (Power Factor) ที่กำลังไฟฟ้าด้านเข้าเต็มพิกัด
- อุปกรณ์ขับเคลื่อนจะต้องติดตั้งอยู่ภายใน โคม LED

2.10 คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ T8 Tube ชนิดหลอด LED

- คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ

- LED ต้องเป็นผลผลิตจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ ได้แก่ CREE / PHILIPS LUMILEDS / NICHIA หรือเทียบเท่า
- สามารถใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ และหลอด T8 ขนาด 18 วัตต์ได้ทันที
- ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอดไฟ LED ไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 230 โวลต์ \pm 10%, ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิร์ตซ์
- หลอดไฟมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.9
- ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion: THDi) ด้านเข้า ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15
- มุมกระจายแสงของหลอดไฟไม่น้อยกว่า 150 องศา (วัดมุมกระจายแสงที่ C=0 Degree)
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra
- ขั้วหลอดเป็นชนิด G13
- ตัวหลอดต้องทำจาก Polycarbonate และมีสีขาวยุ่น
- ชุดขับหลอด LED (LED Driver Board) ติดตั้งอยู่ภายในหลอด LED โดยมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระชาก (Surge Protection) ต้องทนแรงดันไฟฟ้ากระชากได้มากกว่าหรือเท่ากับ 1 kV
- เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50000 ชั่วโมง โดยที่ยังคงความส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบการคงค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (Approved Method: measuring lumen maintenance of light sources) จากผู้ผลิตเม็ด LED ที่จะนำมาใช้
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานบริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจำกัดสัญญาณรบกวนวิฑู (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศและโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015

2.11 คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ T5 Tube ชนิดหลอด LED

- คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ

- LED ต้องเป็นผลผลิตจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ ได้แก่ CREE / PHILIPS LUMILEDS / NICHIA หรือเทียบเท่า
- สามารถใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ขนาด 28 วัตต์ และหลอด T5 ขนาด 14 วัตต์ได้ทันที
- ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอดไฟ LED ไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 230 โวลต์ \pm 10%, ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิร์ตซ์
- หลอดไฟมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.9

- ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion: THDi) ด้านเข้า ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15
- มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 120 องศา (วัดมุมกระจายแสงที่ C=0 Degree)
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra
- ขั้วหลอดเป็นชนิด G5
- ฝาครอบต้องทำจาก Polycarbonate และมีสีขาวขุ่น
- ส่วนของแผงหลอด (LED Board) จะต้องถูกออกแบบเป็นพิเศษ โดยแผงวงจรและส่วนระบายความร้อนต้องสัมผัสกันอย่างสมบูรณ์ เพื่อการระบายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ใช้แผงวงจรแบบ Metal Core PCBs หรือวัสดุที่ดีกว่า ซึ่งต้องมีความแข็งแรงและสามารถระบายความร้อนได้ดี
- ส่วนระบายความร้อนของหลอด ต้องมีพื้นที่ผิวเพียงพอต่อการระบายความร้อนออกได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสมต่อการใช้งานในอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด 40 องศาเซลเซียส
- ชุดขับหลอด LED (LED Driver Board) ติดตั้งอยู่ภายนอกหลอด LED โดยมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระชาก (Surge Protection) ต้องทนแรงดันไฟฟ้ากระชากได้มากกว่าหรือเท่ากับ 1 kV
- เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง โดยที่ยังคงความส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบการคงค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (Approved Method: measuring lumen maintenance of light sources) จากผู้ผลิตเม็ด LED ที่จะนำมาใช้
- หลอดไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานบริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจำกัดสัญญาบรรณวาทวิทย์ (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
- หลอดไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015

2.12 คุณสมบัติด้านเทคนิคของโคมไฟ Downlight ชนิดหลอด LED

• คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ

- LED ต้องเป็นผลผลิตจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ ได้แก่ CREE / PHILIPS LUMILEDS / NICHIA หรือเทียบเท่า
- สามารถใช้ทดแทนโคมไฟ Downlight ขนาดเดิมได้
- ค่าประสิทธิภาพความส่องสว่างของหลอดไฟ LED ไม่น้อยกว่า 100 ลูเมนต่อวัตต์
- สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 230 โวลต์ \pm 10%, ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิร์ตซ์
- หลอดไฟมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.9
- ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion: THDi) ด้านเข้า ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15
- มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 120 องศา (วัดมุมกระจายแสงที่ C=0 Degree)
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra
- ตัวโคมและฝาครอบต้องทำจาก Polycarbonate โดยฝาครอบต้องมีสีขาวขุ่น

- เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง โดยที่ยังคงความส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบการคงค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (Approved Method: measuring lumen maintenance of light sources) จากผู้ผลิตเม็ด LED ที่จะนำมาใช้
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานบริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจำกัดสัญญาฉบับกวนวิฑู (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และ โรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015

2.13 ข้อกำหนดทางเทคนิคของแต่ละอุปกรณ์

1 หลอด LED T8 18 W(4 feet)

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ไม่เกิน 18 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 Volt
- ค่า flux การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 1800 lumen
- มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 150 องศา
- Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
- ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 500 K
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra

2 หลอด LED T8 9 W(2 feet)

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ไม่เกิน 9 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 Volt
- ค่า flux การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 900 lumen
- มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 150 องศา
- Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
- ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 500 K
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra

3 หลอด LED T5 18 W (4 feet)

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ไม่เกิน 18 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 Volt
- ค่า flux การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 1800 lumen
 - มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 120 องศา
 - Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
 - ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 500 K
 - ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra

4 หลอด LED T5 9W (2 feet)

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ไม่เกิน 9 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 Volt
- ค่า flux การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 900 lumen
 - มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 120 องศา
 - Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
 - ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 500 K
 - ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra

5 โคมไฟ Flood Light LED 90 w

กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ไม่เกิน 90 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 Volt

- ค่า flux การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 9900 lumen
Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
- ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 500 K
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 70 Ra

6 โคมไฟ Down light 12 W

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย ไม่เกิน 12 วัตต์ ที่แรงดันไฟฟ้า 220 Volt
- ค่า flux การส่องสว่าง (Luminous Flux) ไม่น้อยกว่า 1200 lumen
- มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 120 องศา
- Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
- ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 500 K
- ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra

3. วัสดุ, และการสร้างโคมไฟ

โคมไฟที่ติดตั้งเพื่อให้แสงสว่างทั่วไป ต้องใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิต ตามข้อกำหนดในรายละเอียดนี้ เว้นแต่จะมีข้อกำหนดในแบบให้เป็นอย่างอื่น

3.1 โคมไฟภายในอาคารที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้เป็นไปตามกำหนด ดังนี้

- ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด Electro – Galvanized หรือ แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิมด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น
- แผ่นเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร สำหรับโคมที่ติดตั้งหลอดไฟฟ้า ได้ไม่เกิน 2 หลอด นอกนั้นให้ใช้เหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง
- โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (Diffuser) ต้องเป็นชนิด Prismatic ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม
- โคมไฟที่ใช้หน้ากากตะแกรง (Louver) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminum Reflector) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอลิก (Parabolic Mirror Aluminum Louver) และครีบบตามขวางทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมมีลายเส้น (Profiled Lamellae) เพื่อลด Glare โดยแผ่นสะท้อนแสงต้องมีประสิทธิภาพการสะท้อนแสงได้ไม่น้อยกว่า 95%
- หลอดไฟฟ้าโดยทั่วไป เป็นแบบประหยัดพลังงานชนิด Switch-Start ขนาด 36 วัตต์ หรือ 18 วัตต์ แล้วแต่กรณี และสีของแสงเป็น Warm White

3.2 โคมไฟชนิดใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp) แบบติดตั้งฝังภายในอาคาร (Down light) ให้มีตัวโครง (Body) เป็นโลหะ โดยถ้าเป็นเหล็กต้องป้องกันสนิมโดยชุบ Galvanized พร้อมงานสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมผิวขัดเงา (Mirror Aluminum Reflector) โคมตามรายละเอียดนี้ให้รวมถึงโคมที่ใช้หลอดชนิดอื่นที่สามารถใช้ทดแทนได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.3 โคมไฟชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ต้องเป็นโคมที่ออกแบบเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าภายในตัวโคม และน้ำเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าผ่าน โดยมี Degree of Protection "IP43" ตาม IEC-529 ทั้งนี้โคมที่พับขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นต้องใช้เหล็ก Electro Galvanized

4. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

- 4.1 ผลิตตาม มอก.1102 หรือ IEC 598 ดวงโคมต้องเปิดโดยอัตโนมัติ เมื่อไฟเมนที่ป้อนเครื่องดับ เมื่อไฟเมนติดกลับดังเดิม ดวงโคมจะดับเอง และเครื่องจะอัตโนมัติเองโดยอัตโนมัติ จนแบตเตอรี่เต็ม
- 4.2 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุม อัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้า โดยสามารถอัดแบตเตอรี่ที่ไฟหมดให้เต็มได้ ในระยะเวลาประมาณ 15 ชั่วโมงและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้า ที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 4.3 หลอดไฟฟ้า ให้ใช้หลอด LED 9 วัตต์ จำนวน 2 หลอด หรือ จำนวนตามระบุในแบบ
- 4.4 แบตเตอรี่ใช้ Sealed Lead Acid Battery ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- 4.5 ให้มี Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้
 - สถานะการประจุแบตเตอรี่ Charge (ขณะประจุไฟฟ้า) และ Full Charge (ขณะประจุเต็ม)
 - สถานะของ Input Line, Standby
- 4.6 ให้มี Test Button เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่ และชุด Remote Lamp ต้องมี Remote Test Button ด้วย
- 4.7 ให้มีการป้องกันการใช้ประจุและแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (Low Voltage Cut – Off) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่
- 4.8 Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
- 4.9 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟ ต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

5. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light)

- 5.1 ผลิตตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 2004 - 44 มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางออกฉุกเฉิน ป้ายทำด้วยพลาสติก สัญลักษณ์หรืออักษรสูงไม่น้อยกว่า 100 มม. สีเรืองแสง คำไทยและอังกฤษตามที่กำหนด
- 5.2 ตัวดวงโคม ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นอย่างดี พ่นสีขาวแล้วอบ มีที่ยึดป้าย ตัวดวงโคมต้องมีการระบายอากาศดีพอ เพื่อไม่ให้แบตเตอรี่ร้อนจัดเกินขีด ขนาดดวงโคมสูงประมาณ 240 มม. ยาวตามความเหมาะสม
- 5.3 หลอดไฟฉุกเฉินต้องเปิดโดยอัตโนมัติ เมื่อไฟเมนที่ป้อนเครื่องดับ เมื่อไฟเมนติดกลับดังเดิม หลอดนี้จะดับเอง และเครื่องจะอัตโนมัติเองโดยอัตโนมัติ จนแบตเตอรี่เต็ม
- 5.4 แบตเตอรี่ใช้ Sealed Lead Acid Battery ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
- 5.5 เครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่พร้อมอุปกรณ์ ต้องติดตั้งอยู่ในดวงโคม อยู่บนภาคต่างหาก ซึ่งทำให้ถอดออกได้ง่าย
- 5.6 การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือ ตามข้อบังคับของกระทรวงมหาดไทยและหน่วยราชการท้องถิ่น

6. การติดตั้ง

- 6.1 ดวงโคมแบบแขวนชนิดมีก้านหรือสายห้อย ให้ติดตั้งจากพื้น 2.50 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 6.2 ดวงโคมแบบติดข้างผนัง ให้ติดตั้งจากพื้น 2.20 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 6.3 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูนต้องยึดให้รับน้ำหนักดวงโคมได้ และต้องทำให้แข็งแรงพอ การยึดให้ใช้ Lead Anchor and Screw หรือในกรณีที่โคมมีน้ำหนักมากต้องใช้ Expansion Bolt การยึดกับกล่องต่อสาย ต้องทำให้กล่องและเหล็กยึดรับน้ำหนักได้เพียงพอ ในทุกกรณีต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 23 กิโลกรัม

- 6.4 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องวัดและกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมกับสถานที่ และเพื่อให้ได้คุณภาพของแสงตามต้องการ โดยทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบเล็กน้อยได้ตามสมควร โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างแต่ประการใด
- 6.5 การติดตั้งดวงโคมบนฝ้าที่บาร์ ดวงโคมที่มีน้ำหนักมาก เช่น หรือแบบอื่นที่คล้ายคลึงกัน (Suspended Ceiling) ต้องติดตั้งโดยมีก้านโลหะหรือโซ่รับน้ำหนักยึดกับโครงสร้างของอาคาร โดยตรง และต้องสามารถปรับระดับได้ง่าย ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้าโดยตรง
- 6.6 การติดตั้ง Floodlight โครงของ Floodlight ต้องต่อลงดินเมื่อติดตั้งแล้วต้องปรับทิศทางของแสงให้ได้ตามต้องการ แล้วยึดไว้ที่ตำแหน่งนั้น โคมที่ติดตั้งระดับพื้นดินต้องมีฐานคอนกรีตรองรับตัวโคม
- 6.7 เสาไฟถนนชนิดท่อเหล็ก
- ท่อเหล็ก ความหนา และค่า Tensile Strength ของเนื้อเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS.SS41 และท่อเหล็กหลังจากการพับแล้วต้องผ่านกรรมวิธีการชุบสังกะสีตลอดทั้งด้านในและด้านนอก โดยกรรมวิธีการชุบสังกะสีให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASTM A 526-76 ถ้ากำหนดให้พ่นสีทับ ต้องใช้สีสำหรับพ่นสังกะสีโดยเฉพาะ โดยไม่ลอกหลุดได้ง่าย
 - ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสาย มีฝาปิด/เปิดได้ ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ยึดโดยใช้สลักเกลียว
 - ในช่องต่อสาย ให้ติดตั้งฟิวส์กระปุกทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 5 กิโลแอมแปร์ ขนาด 2 แอมแปร์ หรือใหญ่กว่าตามความจำเป็น ติดไว้ต้นละ 1 ชุด และมีขั้วต่อสายที่เหมาะสมรวมทั้งขั้วต่อสายดิน ติดไว้สำหรับต่อสายเข้าและพ่วงออกไปด้านอื่นได้สะดวก
 - เสาไฟต้องต่อลงดิน โดยมีหลักดินและสายดิน หรือมีสายดินต่อไปจนถึงแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย
 - ฐานรากของเสา ให้ใช้ฐานคอนกรีตซึ่งสามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง เสาเหล็กให้มีเป็นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลักและเป็นเกลียวขนาดที่เหมาะสม

7. การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อ โคมไฟฟ้าทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณา ดังนี้

- 7.1 รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งกรรมวิธีการป้องกันสนิม หรือตามที่ผู้คุมงาน และ/หรือ ผู้ออกแบบเรียกขอ
- 7.2 ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน
- 7.3 ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ/อุปกรณ์ ตามที่ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้คุมงานเรียกขอ
- 7.4 ทั้งนี้เมื่อได้รับการอนุมัติ และได้ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว หากผู้คุมงานพบว่าโคมไฟฟ้าที่ได้นำเข้าติดตั้งนั้น ไม่ตรงตามที่ได้ขออนุมัติไว้ หรือไม่ตรงตามข้อกำหนดต้องนำมาเปลี่ยน หรือทดแทนให้ถูกต้อง

บทที่ 12

สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

(SWITCHES & RECEPTACLE)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดผนังกับผนังบน ก่อเองเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาดพิกัดกระแส (Ampere Rating) ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 2.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะและมีหน้าสัมผัส เป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 2.4 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 2.5 Cover plate ต้องเป็น Anodized Aluminum หรือ High Grade Plastic
- 2.6 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็ก ต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 2.7 การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ Cover plate ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.25 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป (Receptacle)

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้ง ฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และขั้วสัมผัสต้องมีพิกัดกระแส (Ampere Rating) ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์
- 3.3 ตัวนำไฟฟ้า ต้องทำด้วยโลหะ และมีหน้าสัมผัสเป็นโลหะทองแดงชุบด้วยโลหะเงิน
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาดพิกัดกระแส (Ampere Rating) ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 Cover plate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด ในข้อ 2
- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูง จากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.3 เมตร
- 3.7 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนเต้ารับ นั้นๆ

4. การติดตั้ง

- 4.1 การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสม และ ตามความเห็นชอบของผู้ปฏิบัติงาน
- 4.2 ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1.25 เมตร สำหรับสวิตช์
 - 0.30 เมตร สำหรับปลั๊กติดผนังทั่วไป
 - 0.90 เมตร สำหรับปลั๊ก Counter

5 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะที่ทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

6 การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อวัสดุ อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณาดังนี้

- 6.1 รายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ ตามที่ผู้คุมงาน และ/หรือ ผู้ออกแบบเรียกขอ
- 6.2 ส่งรายละเอียดวิธีการติดตั้ง เพื่อประกอบการพิจารณาความเหมาะสมกับสภาพที่ติดตั้งใช้งาน
- 6.3 ต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ/อุปกรณ์ ตามที่ผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้คุมงานเรียกขอ
- 6.4 ผู้รับจ้างจะต้องสำรองปลั๊กและสวิตช์ ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานอย่างละ 5 ชุด

บทที่ 13
ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
(FIRE ALARM SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดในหมวดนี้ครอบคลุมถึงรายละเอียดของวัสดุ-อุปกรณ์การติดตั้งตลอดจนการปรับตั้ง (Programming) และทดสอบการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 1.1 National Electrical Code (NEC), Article 760
- 1.2 National Fire Alarm Code, NFPA 72
- 1.3 Life Safety Code, NFPA 101
- 1.4 Underwriters Laboratories Inc. (UL)
- 1.5 มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้, ว.ส.ท. 2002/48

2. ลักษณะของระบบ

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ CONVENTIONAL (HARD WIRE) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของ NFPA และวัสดุอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NATION FIRE PROTECTION ASSOCIATION. หรือ UL (UL LISTED) หรือ FM APPROVED

3. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ซึ่งประกอบด้วย

- FIRE ALARM CONTROL PANEL
- GRAPHIC ANNUNCIATOR
- POWER SUPPLY
- SIGNAL INITIATING DEVICE
- AUDIBLE ALARM DEVICE
- CONDUIT AND WIRING SYSTEM

4. รายละเอียดอุปกรณ์

4.1 แผงควบคุมรวม (FIRE ALARM CONTROL, FCP) ทำด้วยแผ่นโลหะพับขึ้นรูป ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต มีความแข็งแรงไม่ผุกร่อนหรือเป็นสนิมได้ง่าย ซึ่งประกอบด้วยโซนต่าง ๆ ของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ภายในแผงควบคุมประกอบด้วย SILID STATE CIRCUIT MODULES ที่มีหน้าที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ และทำงานด้วยไฟตรง 24V โดยแปลงไฟจากวงจรไฟสลับ 220 V. 50 Hz. นอกจากนี้ใน CONTROL PANEL จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- หลอดไฟสัญญาณ (LED TYPED) ที่จะต้องแสดงให้เห็น เช่น หลอดแสดง AC POWER ON หลอดแสดงการเกิดเพลิงไหม้ (ZONE ALARM) หลอดแสดงเหตุขัดข้อง (TROUBLE) หลอดแสดงสาเหตุของการขัดข้องไฟเมนเสีย (AC POWER FAILURE) แรงดันของแบตเตอรี่ต่ำ (LOW BATTERY VOLTAGE) และอื่น ๆ เป็นต้น
- สวิตช์ควบคุม (CONTROL SWITCH) ซึ่งจะต้องมี เช่น สวิตช์ตัดเสียงสัญญาณ (ALARM SILENCE AC KNOWLEDGE) สวิตช์ยกเลิกสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (SYSTEM RESET SWITCH) เมื่อเหตุการณ์ปกติ สวิตช์ส่งเสียงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (GENERAL ALARM) สวิตช์ทดสอบหลอดไฟสัญญาณ (LAMP TEST SWITCH) สวิตช์ตัดเสียงเหตุขัดข้อง (TROUBLE SILENCE) และอื่น ๆ เป็นต้น

4.2 GRAPHIC ANNUNCIATOR การแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (ANNUNCIATOR) เป็นทั้ง VISIBLE และ AUDIBLE ALARM เป็น LIGHT EMITTING DIODE (LED) เป็นแผนภูมิแสดงตำแหน่งของโซนที่เกิดเพลิงไหม้ที่ได้แบ่งไว้บน GRAPHIC BOARD สำหรับ REMOTE ANNUNCIATOR มีจำนวนและตำแหน่งติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ ในระดับความสูงที่มองเห็นได้ชัดเจน

4.2.1 เครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ (BATTERY CHARGE และ BATTERY) เครื่องอัดแบตเตอรี่ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าสลับ 200 V. 50 Hz และแปลงเป็นแรงดันไฟตรง 24 V ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ และหลอดไฟแสดงการทำงาน เช่น แสดงการทำงานในสภาวะปกติ พร้อมทั้งมีระบบป้องกันต่าง ๆ เช่น OVERLOAD หรือ SHORT CIRCUIT ฯลฯ เป็นต้น แบตเตอรี่เป็นชนิดกรดกัมมะถันตะกั่ว (SEAL LEAD ACID) หรือชนิดแคดเมียม โดยที่เครื่องอัดแบตเตอรี่ต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานดังกล่าวด้วย

4.2.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (INITIATING DEVICE) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงในแบบอย่างนี้

- Manual Pull Station เป็น Break Glass, Non-coded, Single Action Type พร้อม General Alarm Key Switch ใช้ติดตั้งกับผนังแบบ Semi Flush Mounting สามารถใช้งานได้ทั้งระบบที่เป็น Pre-signal System และ General Alarm System
- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับและแจ้งเหตุการเกิดความร้อน สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 49 ตารางเมตร ในระดับความสูงไม่เกิน 4 เมตร แบ่งออกเป็น 2 ประเภทเพื่อความเหมาะสมในการติดตั้งในแต่ละพื้นที่ดังนี้
- Fixed Temperature Type เหมาะสำหรับติดตั้งภายในบริเวณที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้องอยู่เสมอ จะทำงานเมื่ออุณหภูมิภายในพื้นที่สูงถึงขีดที่กำหนดดังนี้
 - 135 °F (57 °C) สำหรับบริเวณทั่วไป
 - 194 °F (88 °C) สำหรับบริเวณหรือห้องที่ติดตั้งอุปกรณ์-เครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความร้อนสูง
- Combination Fixed Temperature/Rate-of-Rise Type เหมาะสำหรับติดตั้งภายในบริเวณที่อุณหภูมิปกติอยู่ในเกณฑ์สม่ำเสมอ จะทำงานเมื่อเกิดกรณีที่อุณหภูมิภายในบริเวณมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น (Rate-of-Rise) เกินกว่า 15 °F (9 °C) ต่อนาที หรือเกิดกรณีที่อุณหภูมิภายในบริเวณเพิ่มสูงขึ้นเกินกว่าขีดจำกัดที่ 135 °F หรือ 194 °F ตามชนิดของตัวตรวจจับ (Detector) ที่เลือก

4.2.3 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับและแจ้งเหตุการเกิดควัน แบ่งออกเป็น 3 ประเภทเพื่อความเหมาะสมในการติดตั้งในแต่ละพื้นที่ดังนี้

- อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอออนไนเซชัน (Ionization Type) เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับหาอนุภาคของควันทั้งชนิดที่มองเห็น และไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible and Invisible Products of Combustion) โดยอาศัยคุณสมบัติของสาร Radio Active ทำให้อากาศแตกตัวภายใน Unipolar Ionization Chamber สามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วลมผ่านตัวตรวจจับ (Detector) ไม่เกิน 10.0 เมตรต่อนาที โดยสามารถปรับตั้งความไวในการตรวจจับควันได้ (Field Adjustable Sensitivity) ที่ตัวตรวจจับ (Detector) ต้องมีหลอดไฟสีแดงแบบ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับควันได้ไม่น้อยกว่า 80 ตารางเมตร ในระดับความสูงไม่เกิน 10.50 เมตร
- อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดโฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric Type) เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติในการตรวจจับอนุภาคของควันที่สามารถมองเห็นได้ (Visible Product of Combustion) การออกแบบเป็นระบบ Solid-State ประกอบด้วย Infrared Light Emitting Diode และ High Speed Light Sensing Diode บรรจุอยู่ใน Sensing Chamber ซึ่งความไวในการตรวจจับควันได้ตั้งค่าจากโรงงานผู้ผลิต และมีวงจร Self-

- Compensating เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับอันเนื่องมาจากคราบฝุ่นที่เกาะภายใน Chamber ที่ตัวตรวจจับ (Detector) ต้องมีหลอดไฟสีแดงแบบ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับควันทึ้นไม่น้อยกว่า 80 ตารางเมตร ในระดับความสูงไม่เกิน 10.50 เมตร
- อุปกรณ์ตรวจจับควันทึ้นชนิดลำแสง (Beam Type) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเกิดควันทึ้นไฟอัตโนมัติในพื้นที่โล่ง กว้าง หรือห้องที่มีระดับเพดานสูง ชุดตรวจจับ (Detector) ประกอบด้วย ตัว Transmitter และตัว Receiver ซึ่งจะส่งสัญญาณการเกิดควันทึ้นเมื่อมีอนุภาคของควันทึ้นไฟอยู่ระหว่าง Transmitter และ Receiver ชุดตรวจจับ (Detector) แต่ละชุดต้องมีระบบ Automatic Gain Control เพื่อ แก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนของการ ตรวจจับควันทึ้นอันเนื่องมาจากการเกิดคราบฝุ่นละออง ระยะห่างของอุปกรณ์ตรวจจับแต่ละชุดไม่เกิน 14.00 เมตร ติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 25.00 เมตร หากสูงเกิน 25.00 เมตร สามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ หลายระดับ

5. อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน (Notification Appliance)

ในระบบเดียวกัน อาจมีการใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือนหลายชนิดควบคู่กัน หรือติดตั้งในแต่ละตำแหน่งต่างชนิดกัน ทั้งนี้ เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ และอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้นต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดดัง รายละเอียดต่อไปนี้

- 5.1 Strobe Light กำหนดเป็น Self-Synchronized ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมอื่นใดจากภายนอกให้แสงสว่างกะพริบ เป็นจังหวะ 1 ครั้งต่อวินาที และมีความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) ไม่น้อยกว่า 60 Candela ที่พิคค แรงดัน 24 VDC.
- 5.2 Bell เป็นชนิด Low Current, Vibrating, Under-Dome Type ใช้กับไฟ 24 VDC สามารถใช้ติดตั้งทั้งภายใน และภายนอก อาคาร โดยมีอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งที่เหมาะสม มีให้เลือกใช้ 3 ขนาดดังนี้
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 83 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 84 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร
 - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ให้ความดังไม่น้อยกว่า 86 dB. ที่ระยะ 3.0 เมตร

โดยขนาดที่ใช้ในแต่ละตำแหน่ง ให้เป็นไปตามระบุในแบบ หากไม่มีการกำหนด หรือระบุในแบบ ให้ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

- 5.3 แตร (Buzzer) เป็นชนิด Vibrating horn กรอบทำด้วยอลูมิเนียมหล่อ แผ่น Diaphragm เป็นเหล็กสแตนเลส ตั้งระดับความ ดังได้ ความดังสูงสุดประมาณ 104 dB ที่ระยะ 25 เมตร ใช้กับไฟ 24 VDC

6. การติดตั้งและทดสอบ

- 6.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบ ซึ่งเป็นมาตรฐานของผู้ผลิต หรือ ผู้ผลิตแนะนำ
- 6.2 การเดินสายสัญญาณต่างๆ ให้ร้อยในท่อโลหะ
- 6.3 ชนิดของสายสัญญาณต่างๆ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต แต่ต้องมีมาตรฐานในการส่งสัญญาณทางไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่ากำหนดในแบบ
- 6.4 ให้ใช้สายลิตตามระบบลิตที่เหมาะสม และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง เมื่อติดตั้ง แล้วต้องมีการทดสอบสายขาดและสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้สมบูรณ์
- 6.5 การต่อสายให้ใช้ Insulated compression connector เท่านั้น การต่อสายเข้าขั้วต่อสายแบบหัว สกรูให้ใช้ Insulated compression spade lug ยกเว้นขั้วต่อสายแบบใช้สำหรับต่อสายเข้าโดยตรงได้อย่างเดียว
- 6.6 เมื่อการติดตั้งระบบเสร็จสมบูรณ์ ต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในกรณีต่างๆ เพื่อแสดงว่ามีการทำงานที่ ถูกต้องและสมบูรณ์ จนเป็นที่พอใจของผู้คุมงาน

- 6.7 ต้องทำการอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง และพนักงานดับเพลิงของกองตำรวจดับเพลิงให้รู้ถึงวิธีใช้ระบบ และอบรมวิธีบำรุงรักษาให้แก่พนักงานของผู้ว่าจ้างด้วย
- 6.8 ต้องรับประกันอุปกรณ์และผลงานการติดตั้งเป็นระยะเวลา 1 ปี หรือตามกำหนดในสัญญา นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบระบบมาใช้งาน

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินสายใต้ดิน (Underground Duct) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดการเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามมาตรฐานและคุณลักษณะของสาย โดยจัดเก็บภายใน Fire Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet

3.2 Indoor Fiber Optic Cable มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด Multimode 50 / 125 micron มีจำนวนใยแก้วนำแสง (Cores) ตามที่แสดงในแบบ
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO / IEC 11801 และ EIA / TIA – 568B
- ผิวค้ำนอกของสายเคเบิลที่ใช้ติดตั้งภายในอาคารต้องทำด้วยวัสดุชนิด LSZH (Low Smoke Zero Halogen) เพื่อป้องกันภัยจากควันและก๊าซพิษเมื่อเกิดไฟไหม้
- มีรหัสสีเพื่อใช้จำแนกสายใยแก้วแต่ละเส้นเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน
- สายเคเบิลใยแก้วต้องมีโครงสร้างแบบ Semi - Loose Tube มีชั้นของ Aramid Yarn แทรกอยู่ระหว่างสายใยแก้วแต่ละเส้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของสาย
- มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้
 - Maximum Pulling Force : 700 N
 - Minimum Bending Radius : 75 mm.
 - Typical Attenuation : 3.5 dB / kM at 850 nM.
1.5 dB / kM at 1,300 nM.
 - Typical Bandwidth : 500 Mhz. kM. at 850 nM.
800 Mhz. kM. at 1,300 nM.

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อหรือวางร้อยสายในอาคารจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดการเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อย ตามมาตรฐานและคุณลักษณะของสาย โดยจัดเก็บภายใน Fiber Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet

3.3 Unshielded Twisted Pair (UTP) Cable มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- สามารถรองรับคุณสมบัติของสายชนิด Enhanced Category 6 บนมาตรฐาน EIA / TIA – 568B หรือ ISO / IEC 11801 (2002) และผิวค้ำนอกเป็น FR / PVC (Frame Retardant PVC)
- สามารถรับส่งข้อมูลได้ในช่วงความกว้างของสัญญาณ (Bandwidth) ไม่น้อยกว่า 250 MHz โดยมีค่าลดทอนสัญญาณ (Attenuation) ไม่เกิน 29.1dB / 100 m ค่า Next (Near End Crosstalk) ไม่น้อยกว่า 42dB ค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 25dB ค่า ELFEXT ไม่น้อยกว่า 32DB และ Coupling Atten.
- ค่าความต้านทานของสาย (Impedance) ต้องมีค่าเท่ากับ 100 ± 15 โอห์ม
- ผู้รับจ้างต้องดำเนินการ Terminated ปลายสาย UTP ทั้ง 2 ด้านเข้ากับ UTP Patch Panel และ Outlet ด้วยเครื่องมือพิเศษ พร้อมทั้งจัดเก็บความเรียบร้อยของสายที่ติดตั้งไปตามแนวต่าง ๆ โดยใช้ท่อ (Conduit) ราง (Wireway) หรือรางครอบสายอื่น ๆ ตามความเหมาะสมและสภาพแวดล้อม

4. การติดตั้ง

4.1 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง Fiber Optic มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- สายสายทุกแกน (Core) ของ Fiber Optic Cable ทุกเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างอาคารหรือภายในอาคารจะต้องเข้าหัวสาย (Terminate) ด้วยหัวต่อชนิด SC Connector แบบ Multimode 50 / 125 micron โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษเฉพาะแต่ละชนิดของ Fiber Optic Cable

- สายทุกเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างอาคารหรือภายในอาคาร จะต้องถูกพักไว้ที่แผงพักและกระจายสาย (Fiber Optic Patch Panel) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างเป็น Shelf เป็นลิ้นชักเลื่อนเข้าออกได้ สามารถติดตั้งใน Standard Rack ขนาด 19 นิ้ว และสามารถรองรับการติดตั้งหัวต่อชนิด SC Connector ได้ไม่น้อยกว่า 24 Connectors ต่อ 1 HU

4.2 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง UTP Cable มีคุณลักษณะทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

- แผงพักและกระจายสาย (UTP Patch Panel) ที่เสนอจะต้องมีลักษณะเป็น Modular มีอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยจัดความเป็นระเบียบของสาย (Cable Management) ติดมาพร้อมกับแผงพักและกระจายสาย มีจำนวนช่อง RJ45 Jack ไม่น้อยกว่า 24 Port ต่อชุด (1 HU) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA / TIA 568B Cat 6 และรหัสสีตามมาตรฐาน T568B สามารถติดตั้งบน Standard Rack ขนาด 19 นิ้ว เมื่อติดตั้ง Patch Panel นี้บน Standard Rack ผู้ปฏิบัติงานจะต้องสามารถทำการเข้าสาย โดยใช้เครื่องมือได้ทั้งหมด 110 และ LSA พร้อมทั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม UTP Patch Panel ให้เพียงพอ สำหรับระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์และระบบ โทรศัพท์ โดยแยก Patch Panel ของทั้งสองระบบ ออกจากกันเป็นส่วน ๆ
- เต้ารับ (Modular Outlet) ที่เสนอจะต้องเป็นแบบ Modular RJ45 8 Pins ตามมาตรฐาน EIA / TIA568B Cat 6 บน T568B โดยใช้เครื่องมือได้ทั้งหมด 110 และ LSA
- สายเชื่อมต่อ UTP Patch Cord ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน Cat 6 โดยมีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 4 ฟุต สำหรับสายเชื่อมต่อ Patch Panel กับอุปกรณ์ระบบเครือข่าย ทั้งนี้จำนวนรวมต้องเพียงพอกับจำนวนของ Outlet ทั้งหมด
- สายเชื่อมต่อ UTP Patch Cord ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน Cat 6 โดยมีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต สำหรับสายเชื่อมต่อ Outlet กับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้จำนวนรวมต้องเพียงพอกับจำนวนของ Outlet ทั้งหมด
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตู้ 19 นิ้ว ตามมาตรฐาน EIA สำหรับใส่อุปกรณ์ระบบสายสัญญาณและระบบเครือข่าย โดยแต่ละชุดต้องมีคุณลักษณะดังนี้
 - มีฝาปิดด้านหน้าโปร่งใสสามารถมองเห็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในได้ ฝาปิดด้านข้างทึบ และฝาปิดด้านหลังมีช่องระบบอากาศ พร้อมกุญแจสำหรับล็อกป้องกันด้านหน้าและหลัง
 - ภายในตู้มีรางเต้ารับไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชุด หรือ 12 จุด พร้อมทั้งติดตั้งพัดลม ระบบความร้อนไม่น้อยกว่า 2 ชุดต่อตู้
 - ตู้ Rack ทุกตู้ต้องต่อระบบสายดิน โดยระบบสายดินต้องแยกออกจากระบบสายดินของระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องทำ Shop Drawing และแสดงรายละเอียดการติดตั้งที่จำเป็นให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่เลือกใช้ส่งให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนติดตั้ง

5. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสายที่ได้มาตรฐาน และดำเนินการทดสอบ UTP และ Fiber Optic Cable หลังการติดตั้ง และรายงานผลการทดสอบให้กับผู้ว่าจ้างทราบ ผลการทดสอบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

5.1 ระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable)

- ความยาวของสายสัญญาณ (Length)
- ความลดทอนของสายสัญญาณ (Attenuation) ทั้งสองความยาวคลื่นและสองทิศทาง

5.2 ระบบสายสัญญาณ UTP

- ความยาวของสายสัญญาณ (Length)
- แผนผังการต่อเชื่อมของสายสัญญาณ (Wire Map)

- ค่าลดทอนของสายสัญญาณ (Attenuation)
- ค่า Near End Cross Talk (NEXT)
- ค่า Attenuation to Cross Talk (ACR)
- ค่า Equal Level – Far End Cross Talk (EL – FEXY)
- ค่า Impedance, Capacitance และ Loop Resistance
- ค่า Return Loss
- ค่า Parameter อื่น ๆ ที่จำเป็น

6. การรับประกันระบบสายสัญญาณ (System Warranty)

ภายหลังจากติดตั้งและส่งมอบงานแล้วเสร็จ จะต้องจัดให้มีการรับประกันระบบสายสัญญาณ โดยแบ่งเป็นลักษณะการรับประกัน ดังนี้

6.1 การรับประกันผลิตภัณฑ์ (Product Warranty)

ผลิตภัณฑ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันผลิตภัณฑ์ (Product Warranty) บริษัทผู้ผลิตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

6.2 การรับประกันคุณสมบัติการเชื่อมต่อ (Link Performance Certificate Warranty)

ผลิตภัณฑ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันในด้านคุณสมบัติของการต่อเชื่อม (Link Performance Certificate) ซึ่งจะต้องไม่ขัดติดกับการทำงานบน Application ชนิดใดชนิดหนึ่ง (ในส่วนของ Cabling System) โดยจะต้องรับประกันคุณสมบัติของการต่อเชื่อม (Link Performance Certificate) ตามข้อกำหนดของผู้ผลิตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

บทที่ 15
ระบบเสียง
(SOUND SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบเสียงประกาศ (Public Address System: PA) ตามข้อกำหนดนี้ ใช้เพื่อเปิดเสียงเพลงทั่วไป (Background Music : BGM) และเพื่อการประชาสัมพันธ์ หรือประกาศเรียก (Paging) โดยที่ลักษณะการทำงานของระบบต้องเป็น Sound Management System การควบคุมและผสมสัญญาณเสียงแบบ Microprocessor Base
- 1.2 อุปกรณ์สำหรับระบบเสียงประกาศ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ DIN โดยอุปกรณ์หลักในห้องควบคุมติดตั้งคู่ แบ่งเป็นชั้นตามมาตรฐานของ Electronic Industries Alliance: EIA ขนาด 19 นิ้ว (19" Rack)

2. การออกแบบ

ระบบเสียงตามแผนผังที่แสดงในแบบเป็นแบบแสดงชนิดและจำนวนชั้นต่ำอุปกรณ์ระบบเสียงและเป็นเพียงแนวทางเพื่อกำหนดวิธีการในการออกแบบรายละเอียดและเลือกอุปกรณ์เพื่อการเสนอราคาเท่านั้น ผู้เสนอราคาจะต้องออกแบบรายละเอียดแสดงรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ส่งพร้อมใบเสนอราคา

3. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ในระบบเสียงประกาศตามต้องการที่ระบุในแบบต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้ :-

- 3.1 เครื่องรับวิทยุ AM/FM (AM/FM Tuner) ต้องเป็นแบบดิจิทัล ใช้สำหรับเปิดข่าวสาร หรือ BGM ต้องเป็นเครื่องที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน สัญญาณ Output ต้องเป็นแบบที่ใช้งานได้กับเครื่องผสมสัญญาณเสียง และมีโปรแกรมล๊อคสัญญาณคลื่นสถานีไม่น้อยกว่า 6 สถานี
- 3.2 เครื่องเล่นแผ่นบันทึกเสียง (Blu-Ray Player) ใช้สำหรับเปิดเสียงเพลงต้องเป็นเครื่องที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน สัญญาณ Output ต้องเป็นแบบที่ใช้งานได้กับเครื่องผสมสัญญาณเสียง
- 3.3 เครื่องบันทึกข้อความแบบดิจิทัล (Digital message manager) ใช้บันทึกข้อความต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประกาศเหตุฉุกเฉิน สำหรับใช้ในระบบ Evacuation หรือใช้บันทึกและประกาศข้อความในเวลาปกติได้เช่นกัน และสามารถตั้งระดับความสำคัญในการประกาศได้ด้วยโปรแกรม Software โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้
 - Input Volt/Max Input Volt : 775mV/0dB μ – 3.8 V/+14dB μ V
 - Data Format A/D/DA Conversion : 16 Bit Linear
 - DSP Internal : 24 Bit
 - Signal – to Noise (S/N) Ratio : 108 dBA (In – Output)
 - Sampling rate : 35KHz
 - Frequency response in/output : 20 Hz – 20KHz
 - Output/Max output voltage : 0.75 mV/0dB μ - 3.8 V/+14dB μ V
 - Distortion : \leq 0.03% (1KHz)
- 3.4 ดิจิตอลไมโครโฟน เป็นไมโครโฟนประกาศแบบ Microprocessor สามารถเลือกโซนได้ตามจำนวนโซนของลำโพง และสามารถโปรแกรมข้อมูลสำหรับการใช้งานต่างๆ ได้โดยใช้โปรแกรม Software จากตัวเครื่องผสม
- 3.5 สัญญาณเสียง และกำหนดให้มีปุ่มสำหรับโปรแกรมข้อมูลอื่นอีกไม่ต่ำกว่า 8 ปุ่ม โดยไม่รวมกับปุ่มเลือกโซนลำโพง มีระบบ Password protection โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- Transducer Back-Electrets-Condenser : Cardioids Microphone
- LF Input Microphone : - 52 dB μ V
- LF Input Line : 0 dB μ V
- LF Output (Electronically Balanced) : + 6 dB μ V
- LC Display : 2 x 16 Characters
- Interface : RS 485
- Frequency Response : 200 – 20,000 Hz/-3 dB
- Voltage Supply : 24 V.DC

3.6 เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล (Digital Matrix Mixer) เป็นเครื่องมิกซ์เสียงแบบดิจิทัล โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงจาก Analogue ให้เป็น Digital (A/D Signal Converter) และมี Module สำหรับเลือกผสมสัญญาณ Input และ Output ได้โดยควบคุมสัญญาณดังกล่าวด้วยระบบ Software เฉพาะ ซึ่งมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นแบบดิจิทัล 4 x 4 Matrix Mixing With Volume Control In All In/out puts
 - มี Parametric 3 Band Eq สำหรับทั้ง 4 Inputs
 - มี Port ต่อ RS – 232 และ RS – 485
 - Audio Input / Output แบบ Electronically Balanced
- Input Level
 - DPC 775 mV + 0 dB μ V
 - Mic/Line 1.5 mV – 5 V
 - Aux 250 mV – 3 V
- Input Impedance
 - DPC 20 k Ω
 - Mic/Line 10 k Ω
 - Aux 10 k Ω
- Output Level
 - 775 mV/0dB μ V or 1.55V/+6dB μ V
- Output Impedance
 - 115 Ω
- Frequency Response
 - 20 – 20kHz \pm 0.5 dB
- Distortion
 - \leq 0.01 %
- Temperature Range
 - + 5 $^{\circ}$ C to + 40 $^{\circ}$ C
- Operation Voltage
 - 24 V DC, – 1 / + 30% By External Power Supply Unit

3.7 เครื่องขยายเสียง (Power amplifier) ต้องเป็นเครื่องขยายเสียงแบบ Heavy Duty ใช้งานในระบบ PA โดยเฉพาะมีช่อง Input แบบ 2 Channel เพื่อใช้งาน Channel ที่ 1 เป็นเสียงเพลง (BGM) และ Channel ที่ 2 เป็นเสียงประกาศ (Paging)

เพื่อการใช้งานประกาศสามารถที่จะปรับระดับความดังของสัญญาณให้มากกว่าเสียงเพลง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้

- กำลังขยาย : ตามขนาดของโหลดทั้งหมด (โดยให้สำรองกำลังไว้ 20% ของโหลดทั้งหมด)
- Input / Output : Electronically Balanced
- Input Level : 775 mV / 0 dB μ V
- Input Impedance : 20 k Ω
- Output : 25 – 70 – 100 Volts
- Load Impedance : 28.5 ohm at 100 Volts
- Frequency Response : 45 Hz – 22 KHz (-3dB)
- Distortion at 1 KHz : \pm 0.1 %
- Protection Circuit : Audio Limiter, Thermal Overload, DC, HF, Back EMF, Peak Current Limiter, Initial Current Inrush Limiter, Power-On Delay And Saturation Limitation Circuit for Output Transformer
- Temperature Range : + 5 degree C to + 40 degree C
- Main Power Supply : 230 VAC / 50 – 60 Hz

3.8 เครื่องแบ่งโซนลำโพง (Speaker zone selector) เป็นแบบรับสัญญาณ RS485 จากชุด Digital Microphone และทำงานควบคุมการเลือกโซนต่างๆ โดยมีส่วนประกอบเป็น Control Module และ Relay Board โดยผู้รับเหมาต้องจัดเตรียมให้สำหรับเพียงพอต่อจำนวนโซนลำโพง

3.9 มอนิเตอร์เช็คสัญญาณ (Monitoring panel) ใช้สำหรับเป็นมอนิเตอร์ตรวจสอบสัญญาณเสียงในระบบว่าทำงานตามปกติ หรือไม่ โดย Interface กับระบบ RS485 จากเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล

3.10 ลำโพงติดเพดาน (Ceiling Loud Speaker) พร้อมหน้ากาก จำนวนและตำแหน่งตามที่แสดงในแบบ โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทั่วไป

- ลำโพงติดเพดานชนิดฝังฝ้าเพดานขนาดดอกลำโพง 12 ซม.
- ตัวกล่องลำโพงทำด้วยพลาสติกไม่ติดไฟ
- ติดตั้งสะดวกรวดเร็วโดยใช้สปริงยึดลำโพงในการติดตั้ง
- หน้ากากลำโพงขนาด 18 ซม.
- ขอบหน้ากากทำด้วยพลาสติกและตะแกรงเหล็ก สีขาว

คุณสมบัติทางเทคนิค

- กำลังขับสูงสุด 6 W
- กำลังขับขาออก 6W, 3W, 1.5W, 0.8W
- ความไวในการรับ 90dB / W / m
- ความถี่ตอบสนอง 100~16,000 Hz
- Speaker Mounting Hole Spring Catch

3.11 ลำโพง HORN มีจำนวนและตำแหน่งตามที่แสดงในแบบโดยติดตั้งติดผนังหรือเพดาน ใช้ได้ทั้งภายในหรือภายนอกอาคาร (Weather Proof Type) ขนาด 15 และ 30 วัตต์ 8 Ω พร้อมทั้งหม้อแปลงแมชชีนที่เหมาะสม โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทั่วไป

- ตัวยึดลำโพงทำด้วยสแตนเลสสตีลป้องกันสนิม

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีความถี่ตอบสนอง 280 - 12,500 Hz
- ระดับความดังของเสียง 112dB
- กำลังขับ 15, 30 วัตต์

3.12 ตัวปรับระดับเสียงสัญญาณ 6 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถตั้งระดับเสียงได้ 5 ระดับ (ปิด , 0/6/-12/-16 dB)
- สำหรับอินพุตตั้งแต่ 0.5W - 6W
- เชื่อมต่อสายด้วยตัวต่อสายชนิด Push-in

3.13 ปรับระดับเสียงสัญญาณ 30 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถตั้งระดับเสียงได้ 5 ระดับ (ปิด , 0/6/-12/-16 dB)
- สำหรับอินพุตตั้งแต่ 0.5W - 30W
- เชื่อมต่อสายด้วยตัวต่อสายชนิด Push-in

3.14 ตัวปรับระดับเสียงสัญญาณ 60 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถตั้งระดับเสียงได้ 5 ระดับ (ปิด , 0/6/-12/-16 dB)
- สำหรับอินพุตตั้งแต่ 0.5W - 60W
- เชื่อมต่อสายด้วยตัวต่อสายชนิด Push-in

3.15 ลำโพง HORN

คุณสมบัติทั่วไป

- ตัวยึดลำโพงทำด้วยสแตนเลสสตีลป้องกันสนิม

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีความถี่ตอบสนอง 280 - 12,500 Hz
- ระดับความดังของเสียง 112dB
- กำลังขับ 15 วัตต์

4 การเดินสายสัญญาณ

- 4.1 สายสัญญาณสำหรับ Remote Microphone ให้ใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 4.2 สายสัญญาณเสียงสำหรับลำโพงให้ใช้สายตัวนำทองแดง ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตรหุ้มฉนวน P.V.C. หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตเพื่อให้สัญญาณเสียงมีคุณภาพที่ดี
- 4.3 สัญญาณอื่นๆ ที่จำเป็นให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 4.4 สายสัญญาณต่างๆ ที่อยู่ภายนอกห้องควบคุมต้องร้อยในท่อโลหะ หรือตามระบุในแบบ

บทที่ 16
ระบบโทรศัพท์
(TELEPHONE SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ระบุครอบคลุมถึง การจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ ให้เป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานของ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย
- ตู้ชุมสายอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange : PABX)
 - แผงกระจายสายรวม (Main Distribution Frame : MDF)
 - สายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายรวม (MDF) ไปยังภายนอกอาคารเชื่อมต่อกับสายขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
 - สายโทรศัพท์จากแผงกระจายสายรวม (MDF) ไปยังตู้สาขาประจำชั้น (Telephone Cabinet : TC) ต่าง ๆ
 - สายโทรศัพท์จากตู้สาขาประจำชั้น (TC) ไปได้รับโทรศัพท์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
 - เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

2. รายละเอียดตู้ชุมสายอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange : PABX)

- 2.1 ระบบควบคุม และระบบสวิตซ์ซึ่ง ต้องเป็นระบบ Stored Program Controlled , ระบบ Fully Electronic ควบคุมการดำเนินงานด้วย Microprocessor
- 2.2 ขนาดของตู้สาขา (System Capacity) รายละเอียดตามที่ระบุในแบบ
- | | | |
|-----------------------------------|-----|--------|
| - Telephone service provider line | ... | คู่สาย |
| - Extension line | ... | คู่สาย |
| - Operator Console | ... | ชุด |
- 2.3 คุณสมบัติทางด้านทราฟฟิก (Traffic Function)
- การเรียกภายใน (Internal Calls)
การสนทนาระหว่างเครื่องภายใน สามารถทำได้โดยการหมุนเลขหมายภายใน เบอร์ภายในที่วางหูก่อน ต้องถูกตัดสายจากระบบโดยทันที เบอร์ภายในคู่สนทนาที่ยังคงถือสายค้างอยู่ ต้องถูกตัดจากระบบในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และเลขหมายนั้น ต้องอยู่ใน Line lock out condition ในกรณีที่เลขหมายภายในถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกต้องได้รับสัญญาณไม่ว่างทันที
 - การเรียกสายนอก (Extension Calls)
ตู้สาขาต้องสามารถแบ่ง Extension ภายในออกเป็นกลุ่มตามขนาดทราฟฟิก ออกเป็น Class of service ต่างๆ กันให้ระบุลักษณะ และจำนวน Class of service ที่มี ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไข โปรแกรม Software ที่ควบคุมได้ง่าย และสะดวก ซึ่งแบ่งการ ควบคุมของเลขหมายภายใน ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้
 - Un restriction เครื่องภายใน สามารถเรียกสายนอกได้ทุกประเภท และสามารถรับสายที่เรียกเข้ามาได้ด้วยตนเอง
 - Restriction I เครื่องภายในที่สามารถเรียกออกสายนอกได้ ยกเว้น โทรทางไกล และรับสายที่เรียกเข้ามาได้
 - Restriction II เครื่องภายในที่สามารถเรียกจากภายนอกได้โดยผ่าน โอเปอเรเตอร์ และรับสายที่เรียกเข้ามาได้
 - Restriction III เครื่องภายในที่ใช้เรียกเครื่องภายในด้วยกัน เท่านั้น

- สายเรียกเข้า
 - เมื่อมีสัญญาณเรียกขนาดแรงดัน 70-80 โวลท์ 20-25 เฮิรตซ์ และความยาวของสัญญาณมากกว่า 0.1 วินาที เครื่องพนักงานรับสายต้องได้รับสัญญาณเรียก
 - เมื่อใดก็ตามที่โอปะเรเตอร์ ไม่อยู่ในหน้าที่ ก็สามารถกำหนดให้สัญญาณเรียกเข้ามาไปดั่งยังเครื่องที่ต้องการได้ ซึ่งเครื่องนั้นๆ สามารถโอนสายไปยังจุดที่ต้องการได้
- การโอนสาย
 - เครื่องภายในต้องสามารถโอนสายได้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสายเรียกภายใน หรือภายนอก หรือผ่านไทไลน์ ไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่น หรือเครื่องพนักงาน รับสาย ได้ด้วยตนเอง
 - ก่อนที่พนักงานรับสาย จะโอนสายต่าง ๆ ไปยังเครื่องภายในที่ต้องการ พนักงานรับสาย สามารถสนทนากับเครื่องภายในที่ต้องการโอน โดยสายที่พักคอยอยู่ไม่สามารถได้ยินได้
 - ในกรณีที่เครื่องภายในที่พนักงานรับสาย ต้องการโอนสายให้ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (Camp - on) ซึ่งในขณะที่ทำการ Camp - on อยู่ นั้น เครื่องภายใน นั้นๆ จะได้ยินสัญญาณรอสายบอกให้ทราบ เมื่อใดก็ตามที่เครื่องต้องการโอนสายให้ว่างลง สายที่พักคอย ก็จะถูกโอนไปโดยอัตโนมัติ หรือเครื่องภายในอาจพักสายเพื่อรับสายจากพนักงานรับสายก่อนก็ได้
 - ในกรณีที่เครื่องภายในโทรหาเครื่องภายในด้วยกันที่ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (Camp - on) ซึ่งในขณะที่ทำการ Camp - on อยู่ นั้นเครื่องภายในที่ไม่ว่างก็จะได้ยินสัญญาณรอสายเช่นกัน โดยที่สัญญาณรอสายนี้จะต้องแตกต่างไปจากรอสายที่ได้จากเครื่องพนักงานรับสาย
 - เครื่องพนักงานรับสาย ต้องสามารถพักสายหนึ่งไว้เพื่อรับสายอื่นที่เรียกเข้ามาได้ และสามารถกลับไปรับสายที่พักไว้ได้เมื่อต้องการ
 - พนักงานรับสายต้องสามารถพูดแทรกเข้าไปในกลุ่มสนทนาใดๆ ก็ได้ในกรณีจำเป็นเร่งด่วน

2.4 คุณสมบัติทางด้าน Trunk line (Trunk line characters) ผู้สาขาต้องสามารถที่จะเชื่อมต่อวงจรภายนอกได้ดังต่อไปนี้

- Both way trunk circuit
- One - way Incoming trunk circuit
- One - way Outgoing trunk circuit
- Private trunk circuit
- Trunk CCT ต้องสามารถ Convert จากระบบ DTMF Push Button Signaling ไปเป็นแบบ Dial-Pulses (DECADIC) Signaling หรือในทางกลับกันได้
- การเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้สาขา และสายของกิจการโทรศัพท์ ให้ทำที่แผงกระจายสายรวม MDF (Main distribution frame)

2.5 คุณสมบัติด้าน EXTENSION LINE (EXTENSION CHARACTER)

- ด้าน Extension circuit ต้องสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ทั้งชนิด DTMF (DTMF Push button telephone) และชนิด DECADIC (Rotary dial or dial pulse telephone)
- เมื่อใช้โทรศัพท์แบบ DTMF อุปกรณ์ด้าน LINE CIRCUIT ต้องสามารถใช้งานได้เมื่อใช้โทรศัพท์ DTMF ซึ่งมี signaling เป็นตาม CCITT Recommendations 0.23
- ผู้สาขา ต้องสามารถใช้งานได้ดีที่ความต้านทานของวงจร เครื่องฟ่วงภายใน (D.C. Loop Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1,800 โอห์ม และ Leakage Resistance ระหว่างสายสัญญาณต่าง ๆ มีค่าไม่ต่ำกว่า 20,000 โอห์ม
- การเชื่อมต่อวงจรระหว่างผู้สาขา และ Extension Wire ให้ทำที่ MDF

3 เครื่องพนักงานรับสาย (Operator console)

ต้องเป็นแบบสวิตช์คู่ฟ ใช้คู่สายเคเบิลจำนวนน้อย มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 3.1 การแสดงผล (Display) อย่างน้อยต้องจัดให้มีข้อมูลดังต่อไปนี้
 - Date and time
 - Caller ID of incoming call
 - Waiting calls
 - Called number
 - Name and extension number of internal call
- 3.2 สายเรียกเข้าทุกสายจะต้องถูกส่งมาที่เครื่องพนักงานรับสาย
- 3.3 พนักงานรับสายจะสามารถรับสายภายนอกและภายในโดยไม่จำกัดจำนวนการเรียกใช้
- 3.4 จะต้องสามารถโปรแกรมตอบรับอัตโนมัติเมื่อพนักงานรับสายไม่ว่างรับสาย
- 3.5 จัดเตรียมเป็นพิมพ์ตามตัวอักษรเพื่อให้พนักงานรับสายต่อสายโดยใช้ชื่อ
- 3.6 เครื่องพนักงานรับสายจะสามารถปรับตั้งค่าได้ดังต่อไปนี้
 - Wake up
 - Message waiting
 - Do not disturb
 - Room cut off
- 3.7 เครื่องพนักงานรับสายให้รวมไปถึงอุปกรณ์ดังต่อไปนี้
 - Night service
 - Automatic recall
 - Attendant call intrusion
 - Call queuing and distribution
 - Parking and retrieval of parked call
 - Position lockout or busy
 - Centralized attendant console of networking
 - Conference
 - Call hold
 - Calling extension number and trunk display
 - Outgoing trunk group selection
 - Automatic camp on busy
 - Called extension status indication
 - Serial call
 - Trunk group busy indication
 - Trunk group reservation
 - Inter - position calls and attendant transfer
 - Outgoing call assistance

4. ระบบไฟอุปกรณ์ขุมสาย

- 4.1 ระบบไฟกระแสสลับที่ใช้ ต้องเป็นขนาด 3 เฟส 380/220 โวลต์ 50 เฮิทซ์ หรือ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิทซ์
- 4.2 ระบบจ่ายไฟกระแสตรงต้องประกอบด้วยเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ ซึ่งจะถูกระบุไฟให้เต็มอยู่ตลอดเวลา โดยเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ต้องมีคุณสมบัติ และข้อกำหนดทางเทคนิค ดังต่อไปนี้
- แบตเตอรี่ที่ใช้ชนิด Sealed Lead-Acid มีขนาดความจุของแบตเตอรี่ที่เสนอมา ต้องพอเพียงที่จ่ายกระแสไฟให้แก่ผู้สาขา ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงในสภาพใช้งานอย่างต่อเนื่อง หลังจากที่ย้ายกระแสไฟฟ้าสลับดับลง
 - แบตเตอรี่ต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 ปี ภายใต้การใช้งานในสภาพปกติ
 - เครื่องประจุแบตเตอรี่ คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ต้องเป็นดังนี้
 - ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันปฐมภูมิ 380 V 3 ϕ หรือ 220V 1 ϕ
 - ความถี่กระแสสลับ 50 Hz.
 - แรงดัน ไฟตรง ตามกำหนดผู้ผลิต
 - Ripple Voltage น้อยกว่า 5 mV (เมื่อต่อแบตเตอรี่)
 - Output Current ไม่ต่ำกว่าค่าพิกัดที่คำนวณ
 - สวิตช์ปรับแรงดัน Float Charge มี ตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - สวิตช์ปรับแรงดัน Equalized Charge มี ตามมาตรฐานผู้ผลิต
 - อุปกรณ์ป้องกัน Over Discharge มี ตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 4.3 ต้องมีระบบการต่อลงดิน (Ground) เฉพาะ และสามารถป้องกันไฟฟ้ารั่ว, ไฟฟ้า และสัญญาณรบกวน อื่นๆ ได้
- 4.4 ต้องมีระบบป้องกันไม่น้อยไปกว่าหัวข้อดังต่อไปนี้
- Surge arrester
 - Over - charging voltage
 - Under - charging voltage
 - Over - charging current
- 4.5 ต้องมีเครื่องมือเครื่องวัดไม่น้อยไปกว่าหัวข้อดังต่อไปนี้
- Charging - rate ammeter
 - Input voltmeter (AC)
 - Output voltmeter (DC)

5. Main Distribution Frame: MDF ต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 5.1 MDF แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกสำหรับพักสายทั้งหมดที่มาจากผู้สาขา สายภายนอกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของตอนที่สอง สำหรับพักสายที่มาจากเครื่องภายใน จำนวนแผงกระจายสายสำหรับสายนอก จากองค์การโทรศัพท์แต่ละคู่สาย ต้องสามารถใส่อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าได้เมื่อใดก็ตามที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย
- 5.2 แผงกระจายสายต้องประกอบด้วยแผงตัวสายย่อยเป็นชุดๆ การเข้าสายและถอดสาย สามารถทำได้โดยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือ บัดกรี
- 5.3 อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นชนิดหลอดแก้วบรรจุแก๊ส (Gas Tube Lightning Arrester) ที่สามารถนำกระแสลงดินได้เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกิน 200–250 โวลต์ หรือตามที่ผู้ผลิตผู้สาขากำหนดไว้

6. กล่องพักสายโทรศัพท์

ให้ใช้ขั้วพักสาย ต้องเป็นแบบแผงละ 10 คู่สาย ชนิดที่ทำการเข้าสายและถอดสายต้องกระทำด้วยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดชั้นสกปรก หรือบดกรี เช่นเดียวกับ MDF ขั้วพักสายนี้ต้องติดตั้งภายในกล่องโลหะขนาดที่เหมาะสม โดยมีจำนวนแผงครบถ้วนตามคู่สายที่กำหนดในแบบ

7. เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

เต้ารับโทรศัพท์เป็นแบบ Plug-in 4Pin หรือ 8Pin Miniature Type (Modular Jack) หรือ RJ45 ตามที่ระบุไว้ในแบบ และบางกรณีต้องเหมาะสมกับเครื่องรับโทรศัพท์ หน้าสัมผัสทำด้วยแผ่นทอง ทนการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี

8. เครื่องรับโทรศัพท์ (Telephone Handset)

เครื่องรับโทรศัพท์ทั่วไป เป็นแบบตั้งโต๊ะ จัดหาโดยเจ้าของโครงการ

9. การติดตั้ง

- 9.1 สายโทรศัพท์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร จำนวนคู่สายตามระบุในแบบ
- 9.2 ถ้าในแบบมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ ในสถานที่ต่างๆ ดังนี้
 - Alpeh Double Sheathed Cable หรือเทียบเท่า ให้เดินในระบบใต้ดิน ร้อยในท่อหรือรางเดินสายเพื่อติดตั้งนอกอาคาร
 - สายชนิด TPEV หรือเทียบเท่า ให้เดินระหว่างแผงกระจายสายรวม (MDF) กับตู้สาขาประจำชั้น ร้อยในท่อหรือรางเดินสายเพื่อติดตั้งภายในอาคาร
 - สายชนิด TIEV หรือเทียบเท่า ให้เดินระหว่าง ตู้สาขาประจำชั้น กับเต้ารับโทรศัพท์ เป็นชนิด 2-Twisted Pair
- 9.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- 9.4 ผู้เสนอราคาจะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับต่อสายปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบ อย่างละ 1 ชุด ส่งมอบพร้อมกับตู้สาขา

10. การตรวจสอบ

- 10.1 เมื่อติดตั้งทั้งอุปกรณ์ และเดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดเป็นที่เรียบร้อย ต้องตรวจสอบค่าความต้านทานสายโทรศัพท์ทั้งหมด ให้ถูกต้องตามขีดความต้องการของ PABX รวมทั้งตรวจสอบสัญญาณโทรศัพท์ที่จุดเต้ารับต่างๆ ว่าสามารถใช้งานได้ และถูกต้องตรงกับหมายเลขของสายภายในที่กำหนดไว้
- 10.2 วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ผู้รับจ้างจัดหาต้องอยู่ภายใต้การทดสอบและยอมรับจากกองการโทรศัพท์และเจ้าของโครงการ หรือตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งจากเจ้าของโครงการ
- 10.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการทดสอบตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PABX) โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น
- 10.4 ผู้รับจ้างต้องอธิบายในรายละเอียดขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการใช้งานตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PABX) ที่เสนอ
- 10.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมหัวหน้างาน / วิศวกรผู้ควบคุมงานร่วมทำการทดสอบกับหน่วยงานขององค์การโทรศัพท์และตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งจากเจ้าของโครงการ
- 10.6 การทดสอบมีรายละเอียดไม่น้อยไปกว่าหัวข้อดังต่อไปนี้
 - ทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PABX) และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ สามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องกับข้อกำหนดและมาตรฐานประกอบแบบ รวมไปถึงมาตรฐานสากลและองค์การโทรศัพท์

- ทดสอบการทำงานของตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PABX) และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ มีรายละเอียดไม่น้อยไปกว่าหัวข้อดังต่อไปนี้
 - การทำงานของตู้ชุมสายอัตโนมัติ (PABX) ตามข้อกำหนด
 - คุณภาพของอุปกรณ์จากการจัดส่ง
 - คุณสมบัติทางด้านทราฟฟิก (Traffic Function)

บทที่ 17

ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ

(Lighting Control System)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.2 ระบบนี้ใช้สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง และ/หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยวิธีการใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ และ รีโมทสายสัญญาณ 2 เส้นนั้น มายังแผงสวิตช์ควบคุมกลาง
- 1.3 สามารถเปิด-ปิดไฟแสงสว่างได้จากสวิตช์ตามจุดต่างๆที่กำหนด หรือ จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ เพื่อการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ และการประหยัดพลังงาน (หากกำหนดให้มี)
- 1.4 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหาและติดตั้งตัวอุปกรณ์ระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อให้สามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
- 1.5 กรณีถ้ากำหนดให้ต้องเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ เช่น ระบบ SCADA , BAS , Fire Alarm System หรือ Security Sensor ต่างๆ โดยผ่านทางหน้าสัมผัส (Dry Contact) ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม Auxiliary Input Unit ไว้ 8 Point (หากในแบบกำหนดให้มี)
- 1.6 กรณีถ้ากำหนดให้ต้องเชื่อมต่อกับระบบ BAS โดยผ่าน Protocol Standard เช่น BACnet เพื่อให้ระบบ BAS สามารถสั่งงานระบบนี้ได้ ขอบเขตการเขียนโปรแกรมทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อของส่วนนี้เป็นหน้าที่ของระบบ BAS (หากในแบบกำหนดให้มี)
- 1.7 อุปกรณ์ Hardware และ Software ของระบบนี้ต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกันเท่านั้น และ ไม่นอนุญาติให้ใช้ Software ที่เขียนหรือ ประยุกต์ ขึ้นมาเอง

2 ขอบเขต

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่แสดงในแบบ และ/หรือ ที่ระบุตามข้อกำหนดนี้
- 2.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบดังกล่าวจนสามารถใช้งานได้ตรงตามข้อกำหนดนี้
- 2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนี้ให้กับผู้ว่าจ้างจำนวน 5 ชุด
- 2.4 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ดูแลระบบนี้ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา

3 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของระบบ (แสดงไว้เพื่อเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิค โดยมีได้หมายถึงต้องจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมด การจัดหาและติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้เท่านั้น)

- 3.1 ชุด Master Switch ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - ต้องมีปุ่มกดสำหรับควบคุมการ เปิด-ปิด ในแต่ละวงจรได้ทุกวงจร
 - สามารถกำหนดปุ่มกดสำหรับเปิด-ปิด เป็นกลุ่มวงจร (Group Switch) ได้ไม่น้อยกว่า 10 กลุ่ม
 - สามารถกำหนดรูปแบบการเปิด-ปิด อัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลาภายใน 1 วัน
 - สามารถกำหนดรหัสผ่าน (Password) สำหรับผู้ที่มาจะใช้งานได้
- 3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(หากในแบบกำหนดให้มี) ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด หรือ ที่ดีกว่าได้ ดังนี้
 - CPU : Corei5 โดยมีความเร็วไม่น้อยกว่า 3.0 GHz
 - HDD : 1 TB
 - RAM : 2 GB

- DVD+/- RW : HP 16x
 - Port : 1 x RS-232 , 2 x USB , 1 x LAN
 - Monitor : LCD ขนาด 21.5 นิ้ว
 - OS Software : Windows 10
- 3.3 ชุดซอฟต์แวร์สำหรับใช้ควบคุม ต้องสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
- สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (Time Schedule) ได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลาในแต่ละวัน
 - สามารถกำหนดปุ่มสำหรับใช้ในการเปิด-ปิด อุปกรณ์ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group / Pattern Control)
 - สามารถกำหนดรหัสผ่าน (Password) สำหรับผู้ใช้งานได้
- 3.4 สวิตช์ตามจุด (Local Switch)
- สวิตช์ทุกตัวของระบบต้องมีหลอดไฟ LED เพื่อใช้สำหรับแสดงสถานะการเปิด-ปิด ของอุปกรณ์
 - สวิตช์ต้องมีวงจรที่ออกแบบให้ทำงานที่แรงดันไฟ 36VDC หรือ 24 VAC.
 - การรับ-ส่งสัญญาณระหว่างสวิตช์กับระบบควบคุม ให้ใช้สายสัญญาณ UTP หรือ THW
- 3.5 รีเลย์ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสที่ทนกระแสไฟได้ไม่ต่ำกว่า 10A. หรือ 20 A. (โดยขึ้นอยู่กับโหลดที่ใช้งาน)
- 3.6 ชุดตรวจวัดความเข้มของแสง (Light Level Sensor หรือ Photo Sensor) ถ้ากำหนดให้มี
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับระบบนี้
 - สามารถปรับตั้งค่าในการตรวจวัดแสง (ค่า Lux.) ได้
- 3.7 สายสัญญาณควบคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง ชุดสวิตช์ ชุดรีเลย์ หรือ อุปกรณ์อื่นๆ ของระบบนี้ อนุญาตให้ใช้สาย Unshielded Twisted Pairs (UTP) Cat.6 หรือ THW
- 3.8 ผู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จะต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม
- 3.9 กล่องสำหรับติดตั้งสวิตช์ตามจุดต่างๆ (Wall Box) อาจมีทั้งแบบ Handy Box หรือ Euro Box ขึ้นอยู่กับรุ่นของสวิตช์ที่เลือกใช้ในโครงการ โดยผู้รับเหมาต้องประสานงานกับตัวแทนผลิตภัณฑ์

4 การติดตั้งและทดสอบ

- 5.1 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบนี้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในกรณีอุปกรณ์ประกอบหรือการติดตั้งอื่นใดที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในรายละเอียด ให้ยึดถือแบบอุปกรณ์ประกอบของระบบเป็นหลัก
- 5.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบสายสัญญาณทุกจุดว่าเดินถูกต้องหรือไม่ และต้องแน่ใจว่าไม่มีการช็อต หรือ ลงดิน ก่อนทำการเข้าสายสัญญาณที่ตัวอุปกรณ์
- 5.3 ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามที่วิศวกรควบคุมงานเห็นสมควร โดยต้องมีวิศวกรหรือตัวแทนของผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการทดสอบ

ระบบควบคุมการเข้า-ออกอัตโนมัติ
(ACCESS CONTROL SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะและการติดตั้งระบบควบคุมการเข้าออกลิฟท์รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ทั้งหมด เพื่อให้การใช้งานระบบควบคุมประตูมีความสมบูรณ์ครบถ้วน ตามรายละเอียดและคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1.1 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน Access Control เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญ ในการออกแบบและผลิตระบบดังกล่าวมาเป็นเวลานานปี มีผลงานอยู่ทั่วโลก
- 1.2 ผู้จำหน่ายและติดตั้ง จะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต มีผลงานในการติดตั้งในประเทศไทยให้แก่หน่วยงานภาครัฐ, ภาคเอกชนมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยมีขอบข่ายครอบคลุม ดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 2

2. รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์

ระบบ ACCESS CONTROL ที่จัดหาจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน ต้องมีผลงานการติดตั้งซึ่งได้รับการยอมรับจากหน่วยงานราชการไม่ต่ำกว่า 25 เครื่องอ่านบัตรต่อระบบ และจะต้องมีมาตรฐาน UL และ/หรือ CE รองรับผลิตภัณฑ์ด้วยอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ประกอบ SECURITY CONSOLE

ระบบ ACCESS CONTROL จะต้องสามารถควบคุม, ตรวจสอบและรับรู้เหตุการณ์ได้ที่ SECURITY CONSOLE โดยประกอบด้วย

- FILE SERVER (ถ้าระบุให้มี) Intel Core i5 1.8 GHz Processor (CPU Upgradable is Preferable)
4 Gbit RAM
1 Tbit Hard Disk
DVD+/-RW-ROM 16X
19" LCD Color 1024*768 Monitor (Non Interlace, Low Radiation)
1024*768 32-bit True Color minimum display resolution
Windows 10 Operating System
- RS232-to-RS485 Converter
- เครื่องพิมพ์ แบบ DOT Matrix (ถ้าระบุให้มี)

2.2 SYSTEM SOFTWARE

จะต้องเป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้กับระบบ ACCESS CONTROL โดยเฉพาะ มีลักษณะการติดต่อกับผู้ใช้งานแบบ GUI (GRAPHIC USER INTERFACE) และเพื่อประโยชน์ด้านความปลอดภัยสูงสุดโปรแกรมระบบ ACCESS CONTROL จะต้องไม่ได้เป็นส่วนประกอบของโปรแกรมจัดการระบบอื่น เช่น โปรแกรมจัดการระบบอาคาร (Building Automation System) และมีวัตถุประสงค์จัดการเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยโดยเฉพาะ

- สามารถกำหนดผู้ควบคุมระบบ (SET UP) ใช้กำหนดรหัสลับของระบบ และสามารถแบ่งระดับความสำคัญของผู้ใช้เครื่องได้ไม่น้อยกว่า 99 ระดับ โดยแต่ละระดับสามารถตั้งรหัสลับได้ด้วย โดยประกอบด้วยตัวเลขและตัวอักษรต่างๆ กันได้ 13 หลัก

- สามารถกำหนดช่วงเวลาในการเข้า-ออกของแต่ละผู้ถือบัตร และสามารถกำหนด alternate ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาในการเข้า-ออกของผู้ถือบัตรนั้นๆ ตามตารางเวลาที่กำหนด
- สามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิดประตูสำหรับผู้ถือบัตรแต่ละคนได้อย่างน้อยดังนี้ Standard Door Time, Door Open Time, Door Pre-held Time และ Extended Time และกรณีผู้ถือบัตรไม่ได้ใช้บัตรภายในเวลาที่กำหนด ระบบสามารถยกเลิกการเข้าประตูของบัตรนั้นได้ โดยอัตโนมัติ
- สามารถกำหนดรายละเอียดต่างๆของผู้ถือบัตร เช่น ทะเบียนรถ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ได้ไม่ต่ำกว่า 10 ชนิด
- โปรแกรมจะต้องสามารถแสดงบริเวณล่าสุดที่ผู้ถือบัตรได้ผ่าน ได้ต่ำกว่า 5 จุด
- โปรแกรมระบบจะต้องสามารถใช้งานร่วมกับแบบ Multi company
- การโปรแกรมชุดอ่านบัตร จะต้องสามารถกำหนด ชื่อ หมายเลข ชนิด เวลาที่เปิด ประตู และ เวลาแจ้งเหตุ หรือ ระดับความปลอดภัย พร้อมทั้งสามารถเลือกที่จะให้ข้อมูลแสดงที่เครื่องพิมพ์, เก็บไว้ในแฟ้มทะเบียนบัตรก็ได้ และ/หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แบบ Real time ได้
- ระบบต้องสามารถโปรแกรมให้ผู้ถือบัตรสามารถสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ภายนอกได้จากชุดปุ่มกดที่เครื่องอ่านบัตรได้โดยตรง
- โปรแกรมสามารถกำหนดให้ผู้ถือบัตรสามารถเข้าประตูได้โดยใช้เพียงการกรหัสที่เครื่องอ่านบัตร
- โปรแกรมสามารถออกบัตรให้ผู้ติดต่อชั่วคราว (visitor) โดยกำหนดจากเครื่อง client ได้ทั้งแบบ standard client และ web client
- จะต้องสามารถโปรแกรมให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานตามวันและเวลาที่ต้องการได้ (Scheduling) ไม่น้อยกว่า 99 TIME CODE ใน 1 ปี
- การรายงานจะต้องสามารถแสดงผลทางหน้าจอ หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ ได้ตามกำหนดหรือตาม schedule ได้ โดยแสดง
 - หมายเลขบัตร, วัน, เวลา ที่ผ่านเข้าออกตามปกติ
 - วัน, เวลา, ตำแหน่งประตูที่เปลี่ยนสถานะ
 - แจ้งเหตุ เมื่อเกิดการเข้าออกบริเวณที่ไม่อนุญาต
- โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลการเข้า-ออกของพนักงานทุกครั้งที่มี การผ่านเข้า-ออก ZONE ต่างๆ และสามารถจัดการข้อมูลให้เรียกออกมาดูได้ใน ลักษณะต่างๆ เช่น
 - เรียงตามลำดับชื่อ และรายละเอียดเฉพาะบุคคล
 - แผนกงาน
 - ช่วงเวลา
 - GROUP ZONE
- โปรแกรมสามารถเลือกเจาะจงเวลาในการเข้าออกของผู้ถือบัตรในแต่ละ ZONE ได้ ไม่น้อยกว่า 99 รูปแบบ
- สามารถใช้เป็นระบบบันทึกเวลาของยาม (Guard Tour) ในการตรวจสอบอาคาร และตั้งเวลา เข้าออกของแต่ละ ZONE ได้ตามความต้องการ
- โปรแกรมสามารถรับข้อมูลติดต่อกับระบบ ALARM หรือ DETECTOR ของระบบอื่น เพื่อการบันทึกและแจ้งผ่าน MONITOR ของ PC
- สามารถตรวจเช็คการตกค้างของบุคคลใน ZONE ต่างๆ (Muster)
- โปรแกรมสามารถพิมพ์ TRANSACTION EVENT ที่เกิดขึ้นออกทางเครื่องพิมพ์โดยอัตโนมัติ เมื่อมี EVENT หรือ ALARM เกิดขึ้น
- โปรแกรมต้องสามารถแสดง EXTENSIVE ONLINE HELP ซึ่งเป็นคู่มือช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรมแบบ Online เพื่อช่วยผู้ใช้งานระบบได้

- โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับชุดจัดพิมพ์บัตร โดยสามารถจัดทำรูปแบบบัตร ถ่ายรูปเจ้าของบัตร และพิมพ์ลงบัตรผ่านเครื่องพิมพ์บัตรได้ (OPTIONAL)
- โปรแกรมระบบจะต้องสามารถควบคุมการใช้งานเครื่อง digital video recorder ได้ โดยจะทำการสั่งงานโดยตรงไปยังเครื่อง digital video recorder เพื่อทำการบันทึกภาพเหตุการณ์ และสามารถเรียกภาพดูย้อนหลังได้จากโปรแกรมระบบโดยตรง (Option)

2.3 ชุดควบคุมประตู (MAIN DATABASE UNIT)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลระหว่าง READER ของแต่ละประตูและ PC จะต้องสามารถทำงานในลักษณะ NETWORK OPERATION MODE ได้โดยการเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และในกรณีที่ขาดการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบจะต้องสามารถทำงานในลักษณะ FULL STAND ALONE ได้โดยใช้ความจำและ ข้อมูลภายในผู้ควบคุมนั้น และในกรณีที่ไฟฟ้าดับให้มีแบตเตอรี่สำรองชนิด SEALED LEAD ACID MAINTENANCE FREE เพื่อให้ชุดควบคุมประตูสามารถทำงานได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และเมื่อระบบไฟฟ้ากลับสู่สภาวะปกติ หรือสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้แล้ว ระบบจะต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อ เพื่อเก็บบันทึกไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ และผู้ควบคุมนี้จะต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- จะต้องมีการรูปแบบการทำงานแบบ Centralized Controller ซึ่งมีการประมวลผลการทำงานที่ Central Controller โดยเครื่องอ่านบัตร กับหน่วยประมวลผลจะแยกส่วนออกจากกัน ไม่ใช่ทำงานแบบ Integrated Controller ซึ่งเครื่องอ่านบัตรกับหน่วยประมวลผลเป็นชิ้นเดียวกัน ทำให้สามารถจัดเครื่องอ่านบัตร และทำการลัดวงจรด้านหลังเพื่อให้ประตูเปิดได้
- จะต้องสามารถทำงานแบบ REAL TIME CLOCK
- จะต้องสามารถรองรับเทคโนโลยีของเครื่องอ่านบัตรในอนาคตได้โดยไม่ต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์อื่นๆ
- จะต้องสามารถตั้งวันหยุดได้อย่างน้อย 4 กลุ่ม รวม 32 วันต่อปี
- จะต้องมียระบบ ANTIPASSBACK เพื่อป้องกันการใช้บัตรซ้ำ หรือไม่รูบบัตรเมื่อ ออกจากพื้นที่ และต้องสามารถกำหนดโหมดของ ANTIPASSBACK ได้ไม่น้อยกว่า 2 โหมด คือ TIME ANTIPASSBACK ตามเวลา และ ZONE ANTIPASSBACK ตามพื้นที่
- ผู้ควบคุมจะต้องสามารถบันทึกรายละเอียดต่างๆ ใน TRANSACTION RECORD ได้อย่างน้อย ดังต่อไปนี้
 - วันที่/เดือน
 - เวลา
 - รหัสประจำตัวผู้ถือบัตร
 - TRANSACTION EVENT เพื่อแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
 - ตำแหน่งประตู
- จะต้องสามารถตั้งเวลาหน่วงการเปิดประตูได้จาก 99 วินาที
- TRANSACTION EVENT จะต้องมีรายละเอียดอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - VALID ENTRY/EXIT
 - INVALID CARD
 - INVALID PERSONAL IDENTIFICATION NUMBER
 - INVALID TIME ZONE
 - OPEN TOO LONG ALARM
 - BREAK GLASS SWITCH ALARM
 - ANTIPASSBACK

- DOOR FORCE
 - จะต้องมีไฟแสดงการทำงานต่างๆ ของระบบ ดังนี้
 - ไฟแสดงการทำงานของแผงควบคุม
 - ไฟแสดงการทำงานจากระบบไฟเข้าแผงควบคุม
 - ไฟแสดงการทำงานปกติของ หน่วยความจำ
 - ไฟแสดงการทำงานปกติของ ระบบ
 - ไฟแสดงการส่งข้อมูล
 - ไฟแสดงการรับข้อมูล
 - จัดแบ่ง ZONE ต่างๆ ได้
 - มีอุปกรณ์ AUDIBLE ALARM อยู่ในแผงชุดควบคุม สำหรับ ส่งเสียงเมื่อเกิด ALARM ต่างๆ
 - จะต้องสามารถจัดเก็บ OFFLINE TRANSACTION EVENT กรณีการเชื่อมต่อกับ PC จัดข้อ ได้ไม่น้อยกว่า 65,000 เหตุการณ์
 - สามารถกำหนด TIME COMMAND ได้ไม่น้อยกว่า 256 คำสั่ง
 - สามารถกำหนด CONDITIONAL COMMAND ได้ไม่น้อยกว่า 99 คำสั่ง
- 2.4 ชุดควบคุมเครื่องอ่านบัตร (DOOR CONTROLLER UNIT)
- เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมชุดล็อคประตู, อ่านข้อมูล TRANSACTION CODE ส่งให้ MAIN DATABASE UNIT เพื่อประมวลผลและสั่งงานอนุญาตให้ผ่านได้หรือไม่ในกรณีขาดการติดต่อกับ MAIN DATABASE UNIT. DOOR CONTROLLER UNIT จะต้องทำงานเป็นแบบ FULLY STAND ALONE ได้ และกรณีไฟดับแผงควบคุมจะต้องมี BATTERY BACKUP แผงควบคุมได้ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงทั้งระบบ และเมื่อระบบไฟฟ้กลับคืนสู่สภาวะปกติ ต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อกับ PC โดยอัตโนมัติ
- ระบบจะต้องสามารถต่อ ชุดเครื่องอ่านบัตร(CARD READER) ได้ไม่น้อยกว่า 256 เครื่องอ่านบัตร
 - ระบบสามารถรองรับผู้ถือบัตร (CARD HOLDER) ได้ไม่น้อยกว่า 20,000 ใบ
 - ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องอ่านบัตรมาตรฐาน Wiegand 26 bit ได้
- 2.5 เครื่องอ่านบัตรพรีอกซิมีตี้ (PROXIMITY CARD READER)
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งชุดอ่านบัตร ชนิด PROXIMITY CARD หรือชนิดตามที่ระบุในแบบ ซึ่งจะทำงานโดยการอ่านข้อมูลจากบัตร แล้วดึงข้อมูลที่อ่านได้จากบัตร ไปประมวลผลยัง DOOR CONTROLLER UNIT และ MAIN DATABASE UNIT
 - ชุดอ่านบัตร จะต้องมีความไวสัญญาณไม่น้อยกว่า 2 ดวง สีแดงและสีเขียว เพื่อแสดงสถานะอนุญาตให้เข้า หรือ INVALID
 - เครื่องอ่านบัตร Proximity Card Reader เป็นแบบอ่านบัตรพร้อมคาร์ทสปรประจำตัว 4 ซึ่งไม่ซ้ำกันในแต่ละใบ และสามารถเปลี่ยนแปลงในภายหลังได้ หรือเป็นแบบอ่านบัตรอย่างเดียว ตามระบุในแบบ
 - เครื่องอ่านบัตร Proximity Card Reader และบัตรพรีอกซิมีตี้ จะต้องมียุทธะอ่านบัตรไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
 - สามารถกำหนดการทำงานให้ระบบลบข้อมูลบัตร ในกรณีคาร์ทสปรประจำตัวผิด ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ครั้ง
 - Built-in Keypad (ตามระบุในแบบ)
 - เครื่องอ่านบัตรจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับโปรแกรมระบบ และแผงควบคุม
- 2.6 KEY PAD
- เป็นแป้นตัวเลข 0-9 และปุ่ม *, # พร้อมทั้งสัญญาณสำหรับกดเพื่อลงข้อมูลให้กับชุดควบคุมและชุดอ่านบัตร
- 2.7 BREAK GLASS SWITCH
- เป็น SWITCH ที่ใช้ยกเลิกการ LOCK ของประตู ในกรณีฉุกเฉินให้ใช้เป็นชนิด BREAK GLASS

2.8 บัตร PROXIMITY CARD

จะต้องเป็นบัตรที่ผลิตด้วยสาร PVC หรือ POLYESTER ที่มีคุณภาพสูงเพื่อความคงทนต่อสภาพการใช้งาน โดยมีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตให้เป็นบัตร PROXIMITY CARD ซึ่งคุณสมบัติของบัตรจะต้องมีรหัสไม่ซ้ำกัน โดยแต่ละบัตรจะมีหมายเลขแสดงซึ่งหมายเลขนี้จะไม่เกี่ยวกับข้อมูลที่ ENCODE ในบัตร

- ข้อมูลที่ ENCODE ในบัตรจะต้องมีการ ENCRYPT รหัสเพื่อป้องกันการลอกเลียนข้อมูลในบัตร และจะต้องใช้เทคโนโลยีที่เชื่อถือได้ในการป้องกันการปลอมแปลงบัตร โดยข้อมูลในบัตรจะต้องไม่สามารถอ่านได้ด้วยเครื่องอ่านบัตรทั่วไป และไม่สามารถทำการคัดลอก (Copy) ได้โดยเครื่องอ่านบัตรทั่วไป
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาบัตรให้แก่ผู้ว่าจ้างไม่น้อยกว่า 200 ใบ

บทที่ 19
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)
(Closed Circuit Television)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television: CCTV) เป็นส่วนหนึ่งของระบบรักษาความปลอดภัย และสามารถใช้เป็นสื่อในการประชาสัมพันธ์ภายในโครงการ เป็นระบบภาพสี ชนิด รูปแบบและจำนวนกล้องจับภาพให้เป็นไปตามกำหนด ในแบบ โดยที่อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ สำหรับระบบต้องมีความเหมาะสมกับจำนวนของกล้องจับภาพ

2. ความต้องการด้านเทคนิค

ในกรณีที่ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้

- 2.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Fix IP day/night ต้องมีคุณสมบัติตามกำหนดดังนี้
 - ประเภทกล้องใช้ภายในอาคาร
 - มีระบบรองรับการทำงานแบบ day/night mode
 - อุปกรณ์รับภาพขนาด CCD 1/3 นิ้ว หรือ 1/4 นิ้ว Super HAD CCD
 - ระบบการสแกนภาพ 2:1 Interlace PAL V:50Hz, H:15.625KHz
 - ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า D1 ที่ 25 FPS ต่อกล้อง
 - สามารถจับภาพได้ชัดเจนภายใต้ความสว่างได้ที่ความเข้มของแสงไม่น้อยกว่า 0.3 Lux (Color) และ 0.02(B/W) 50 IRE
 - พร้อมเลนส์ Auto Iris Vari - Focal 3 – 8 มิลลิเมตร (F1.0) day and night
 - มี Encoding แบบ H.264
 - มี Sync System แบบ Internal, line lock
 - มีสัญญาณภาพส่งออก 1.0 Vp-p Composite Output ที่ 75 โอห์ม และ 1*RJ45 (LAN)
 - มีระบบ Motion detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก้ไข เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
 - มีระบบ Intelligent detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก้ไข เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
 - Intrusion detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการบุกรุกเข้าบริเวณตรวจจับ
 - Tamper detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการปิดบังบริเวณด้านหน้าเลนส์กล้อง
 - สามารถโปรแกรม ชื่อกล้องเป็น Text on Screen ได้
 - กล้องรองรับการส่งสัญญาณ ดังนี้ TCP/IP, UDP/IP, HTTP, RTSP, RTCP, RTP/UDP, RTP/TCP, SNTP, mDNS, UPnP, SMTP, SOCK, IGMP, DHCP, DDNS, SSL v2/v3, IEEE 802.1X, SSH
 - กล้องรองรับการส่งสัญญาณไฟฟ้าพร้อมสาย network POE(Power Over Ethernet) +8 to +16 VDC, 340mA@12VDC
 - มี Backlight compensation
 - มีระบบควบคุม Iris แบบ Video และ DC
 - มีระบบ Auto White Balance และ Automatic Gain Control (AGC)
 - มีช่องสำหรับ MicroSD memory card
 - มีช่องสำหรับ USB2.0 หรือดีกว่า
 - ช่องติดตั้งเลนส์ แบบ C-Mount หรือ CS-Mount

2.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Fix IP Dome day/night ต้องมีคุณสมบัติตามกำหนดดังนี้

- ประเภทกล้องใช้ภายในและนอกอาคาร
- มีระบบรองรับการทำงานแบบ day/night mode
- ตัวกล้องเป็นแบบ Vandal proof
- อุปกรณ์รับภาพขนาด CCD 1/3 นิ้ว หรือ 1/4 นิ้ว
- ระบบการสแกนภาพ 2:1 Interlace PAL V:50Hz, H:15.625KHz
- ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า D1 ที่ 25 FPS ต่อกล้อง
- สามารถจับภาพได้ชัดเจนภายใต้ความสว่างได้ที่ความเข้มของแสงไม่น้อยกว่า 0.3 Lux (Color) และ 0.002(B/W) 50 IRE
- พร้อมเลนส์ Auto Iris Vari - Focal 2.8 – 10.5มิลลิเมตร (F1.2) day and night
- มี Encoding แบบ H.264
- มี Sync System แบบ Internal, line lock
- มีสัญญาณภาพส่งออก 1.0 Vp-p Composite Output ที่ 75 โอห์ม และ 1*RJ45 (LAN)
- มี Digital input 1, Digital output 1
- มีระบบ Motion detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก๊ว เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
- มีระบบ Intelligent detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก๊ว เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
- Intrusion detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการบุกรุกเข้าบริเวณตรวจจับ
- Tamper detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการปิดบังบริเวณด้านหน้าเลนส์กล้อง
- สามารถโปรแกรม ชื่อกล้องเป็น Text on Screen ได้
- กล้องรองรับการส่งสัญญาณ ดังนี้ TCP/IP, UDP/IP, HTTP, RTSP, RTCP, RTP/UDP, SNTP, UPnP, SMTP, SOCK, IGMP, DHCP, FTP, DDNS, SSL v2/v3
- กล้องรองรับการส่งสัญญาณไฟฟ้ามาพร้อมสาย network POE(Power Over Ethernet) +8 to +16 VDC, 340mA@12VDC
- มี Backlight compensation
- มีระบบควบคุม Iris แบบ Video และ DC
- มีระบบ Auto White Balance และ Automatic Gain Control (AGC)
- IP 65
- มีช่องสำหรับ MicroSD memory card
- มีช่องสำหรับ USB2.0 หรือดีกว่า
- ช่องติดตั้งเลนส์ แบบ C-Mount หรือ CS-Mount

2.3 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Fix IP Speed dome day/nightต้องมีคุณสมบัติตามกำหนดดังนี้

- ประเภทกล้องใช้ภายในและนอกอาคาร
- มีระบบรองรับการทำงานแบบ pan/tilt/zoom
- มีระบบรองรับการทำงานแบบ day/night mode
- ตัวกล้องเป็นแบบ Vandal proof
- อุปกรณ์รับภาพขนาด CCD 1/4 นิ้ว
- ระบบการสแกนภาพ 2:1 Interlace PAL V:50Hz, H:15.625KHz
- ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า D1 ที่ 25 FPS ต่อกล้อง

- สามารถจับภาพได้ชัดเจนภายใต้ความสว่างได้ที่ความเข้มของแสงไม่น้อยกว่า 1.4 Lux(Color) และ 0.01(B/W) 50 IRE
 - พร้อมเลนส์ Auto Iris Vari - Focal 3.4 - 12 มิลลิเมตร (F1.6) day and night
 - เลนส์ซูม 36 เท่า Optical และ 12 เท่า Digital
 - มี Encoding แบบ H.264
 - มี Sync System แบบ internal, line lock
 - มีสัญญาณภาพส่งออก 1.0 Vp-p Composite Output ที่ 75 โอห์ม และ 1*RJ45 (LAN)
 - มี Digital input 4, Digital output 2
 - มีระบบ Motion detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก้มือ เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
 - มีระบบ Intelligent detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก้มือ เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
 - Intrusion detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการบุกรุกเข้าบริเวณตรวจจับ
 - Tamper detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการปิดบังบริเวณด้านหน้าเลนส์กล้อง
 - สามารถโปรแกรม ชื่อกล้องเป็น Text on Screen ได้
 - กล้องรองรับการส่งสัญญาณ ดังนี้ TCP/IP, UDP/IP, HTTP, RTSP, RTCP, RTP/UDP, SNTP, UPnP, SMTP, SOCK, IGMP, DHCP, FTP, DDNS, SSL v2/v3
 - สัญญาณไฟฟ้า +18 to +32 VAC, Max 1.5A
 - มี Backlight compensation
 - มีระบบควบคุม Iris แบบ Video และ DC
 - มีระบบ Auto White Balance และ Automatic Gain Control (AGC)
 - IP 66
 - ช่องติดตั้งเลนส์ แบบ C-Mount หรือ CS-Mount
- 2.4 เลนส์สำหรับกล้องจับภาพชนิดติดตั้งคงที่ ต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้
- ขนาด 1/3 นิ้ว หรือ 1/4 นิ้ว ตามขนาดของกล้องจับภาพ
 - เลนส์แบบติดตั้งคงที่ ต้องไม่ต่ำกว่า 6 มม.
 - ระยะโฟกัส (Focus) เป็นแบบคงที่ โดยผู้ผลิตแนะนำ เพื่อให้การจับภาพในจุดที่กำหนดในแบบเป็นไปอย่างชัดเจน
 - การปรับแสงหน้าเลนส์เป็นแบบอัตโนมัติ (Auto Iris)
- 2.5 เลนส์สำหรับกล้องแบบส่าย-กระดก (Pan/Tilt) ต้องเป็น Motorized Lens และมีคุณสมบัติ ดังนี้
- ขนาด 1/3 นิ้ว หรือ 1/4 นิ้ว ตามขนาดของกล้องจับภาพ
 - ระยะโฟกัส (Focus) ปรับเองอัตโนมัติ (Auto – Focus) ไม่ต่ำกว่า 15-150 มม.
 - การจับขยายภาพ (Zoom) แบบ Optical Zoom ไม่น้อยกว่า 36 เท่า และแบบ Digital Zoom (Electronic Zoom) ไม่น้อยกว่า 12 เท่า
 - การปรับแสงหน้าเลนส์เป็นแบบอัตโนมัติ (Auto Iris)
- 2.6 ขายึดกล้องแบบส่าย-กระดก ต้องมีความแข็งแรง เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักกล้องตามที่ผู้ผลิตแนะนำ โดยมีขีดความสามารถอย่างน้อย ดังนี้
- การหมุนส่าย (Pan) กระทำได้รอบตัว 360 องศา
 - การกระดก (Tilt) กระทำได้ระหว่าง 0 - 90 องศา
 - ความเร็วในการส่าย/กระดก (Pan/Tilt) สามารถปรับตั้งได้ระหว่าง 2 – 150 องศา/วินาที
- 2.7 ในกรณีที่กำหนดให้มีฝาครอบกล้องแบบโคม ชนิดของฝาครอบต้องเป็น ABS Plastic น้ำหนักเบาและแข็งแรง ขนาดเหมาะสมกับกล้องจับภาพและอุปกรณ์ประกอบกล้อง

- 2.8 เครื่องบันทึกภาพระบบเน็ตเวิร์ก (Network Video Recorder: NVR) พร้อมระบบปฏิบัติการ (Operating System) หรือ Software Program ต้องมีคุณสมบัติและความสามารถในการทำงานอย่างน้อยตามกำหนด ดังนี้
- เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพระบบดิจิทัลที่บันทึกสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิดลงในหน่วยความจำชนิดฮาร์ดดิสก์ชนิด Non-PC แบบ Stand Alone
 - ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux OS โดยสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านทาง USB Mouse, Remote Control และระบบเน็ตเวิร์กได้
 - รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณภาพจากกล้อง IP Camera ได้ไม่น้อยกว่า 8 กล้อง
 - รองรับการทำงานร่วมกับกล้อง IP Camera ยี่ห้ออื่นๆ ได้ไม่น้อยกว่า 12 ยี่ห้อ โดยมีเอกสารยืนยัน และจะต้องสามารถการทำงานของกล้อง Network Camera โดยแพลตฟอร์ม ONVIF ได้
 - รองรับ Incoming bandwidth สำหรับบันทึกภาพ ไม่น้อยกว่า 50Mbps และ Outgoing bandwidth สำหรับเรียกดูภาพผ่านเน็ตเวิร์ก ไม่น้อยกว่า 80Mbps
 - รองรับการงานของฮาร์ดดิสก์ชนิด SATA จำนวน 2 พอร์ต และรองรับความจุของฮาร์ดดิสก์ ได้สูงสุดที่ 8TByte โดยผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งฮาร์ดดิสก์ ให้ไม่น้อยกว่า 1 TByte สำหรับบันทึกภาพ
 - รองรับฟังก์ชันการทำงานของฮาร์ดดิสก์แบบ HDD Standby, HDD Quota, HDD Group และ HDD Redundancy
 - สามารถกำหนดขนาดในการบันทึก Resolution, Bit rate และ Frame rate ของแต่ละกล้องได้แตกต่างกัน
 - สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกภาพของแต่ละกล้องได้ (Recording Expired Time)
 - รองรับการเชื่อมต่อเน็ตเวิร์กดิสก์ (NAS) ได้ไม่น้อยกว่า 8 NAS หรือ 7 NAS + 1 IP SAN หรือดีกว่า
 - รองรับฟังก์ชันการทำงานของฮาร์ดดิสก์แบบ S.M.A.R.T โดยสามารถแจ้งอาการผิดปกติของฮาร์ดดิสก์ได้ เช่น ฮาร์ดดิสก์ผิดพลาด (HDD error) และ ฮาร์ดดิสก์เต็ม (HDD full) ได้
 - รองรับการงานแบบล็อกเฉพาะไฟล์ (Locking และ Unlocking) ที่ต้องการ ไม่ให้ถูกลบ หรือถูกเขียนทับ
 - รองรับการเชื่อมต่อกล้อง IP Camera ความเร็วสูง 50 ภาพต่อวินาที (PAL) และ 60 ภาพต่อวินาที (NTSC)
 - สามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพของแต่ละกล้องได้อย่างอิสระ โดยสามารถแบ่งได้ 8 ช่วงเวลาใน 1 วัน
 - สามารถกำหนดการหน่วงเวลาในการบันทึกภาพ Pre-Record ได้ 30 วินาที และ Post-Record ได้ 600 วินาที
 - สามารถตั้งความไวในการตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Detection) ไม่น้อยกว่า 6 ระดับ และสามารถกำหนดความละเอียดการตรวจจับเนวนอนไม่น้อยกว่า 22 จุด และแนวตั้งไม่น้อยกว่า 18 จุด
 - รองรับช่องสัญญาณภาพขาออก (Video Output) แบบ HDMI และ VGA อย่างละ 1 พอร์ต ที่ความละเอียด 1920x1080 และ 1600x1200
 - ขณะเรียกดูภาพย้อนหลัง ผู้ใช้สามารถทำการกำหนดแท็ก (Tag) ข้อความลงยังภาพได้ ทำให้สะดวกในการเรียกดูภาพย้อนหลังอีกครั้ง
 - รองรับโปรโตคอลในการทำงานผ่านเครือข่ายเน็ตเวิร์ก แบบ TCP/IP, IPv6, UDP, PPPoE, DHCP, DNS, DDNS, NTP, SADP, SMTP, SNMP, NFS, UPnP และ iSCSI เป็นอย่างน้อย
 - สามารถเชื่อมต่อกับระบบ Network ได้โดยผ่านทาง Ethernet Port RJ-45 ที่ความเร็ว 10/100/1000 Mbps จำนวน 1 พอร์ต และมีพอร์ต Ethernet RJ-45 สำหรับเชื่อมต่อกล้อง IP Camera แบบ PoE ที่ความเร็ว 100 Mbps จำนวน 8 พอร์ต 120 วัตต์ มาพร้อมอุปกรณ์บันทึกภาพ
 - สามารถตรวจสอบแบนด์วิดท์ การทำงานในการริโมทเรียกดูภาพผ่านเครือข่ายเน็ตเวิร์กได้
 - สนับสนุนการเรียกดูภาพผ่านทางระบบเน็ตเวิร์กแบบ Dual Stream โดยผู้ใช้สามารถเลือกเชื่อมต่อในการเรียกดูภาพของแต่ละกล้องได้อย่างอิสระ
 - มีระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของเครื่อง แบบ Pop-up on screen, Trigger Audible Warning, Email และส่งข้อมูลไปยังซอฟต์แวร์ควบคุม

- สามารถทำการเลือกปิดภาพที่ไม่ต้องการให้แสดงผลที่หน้าจอหลักได้ แต่ระบบยังคงมีการบันทึกภาพปกติ
- สามารถกำหนดสิทธิการใช้งานของ User Account ได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ
- สามารถกำหนดค่า MAC Address ของ LAN Card ร่วมกับ User Account เพื่อป้องกันการนำ User Account ไปใช้งานเครื่องอื่น
- มีพอร์ตเชื่อมต่อ USB 2.0 จำนวน 1 พอร์ต และ USB 3.0 จำนวน 1 พอร์ต
- สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สำหรับสำรองข้อมูลภาพ ชนิด USB Flash Drive และ USB HDD External
- รองรับการส่งออก (Export) และนำเข้า (Import) การตั้งค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์บันทึกผ่านทางพอร์ต USB ได้
- สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -10~55 องศาเซลเซียส
- สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ AC220 โวลท์
- อุปกรณ์ที่เสนอราคาจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE และ UL เป็นอย่างน้อย

2.9 จอแสดงผลภาพ (LCD Monitor) สำหรับแสดงภาพจากกล้องจับภาพหรือตามที่กำหนดในแบบ

2.10 Edge Network Video Server สำหรับแปลงสัญญาณภาพจากกล้อง Analogue เป็น IP

- รองรับกล้องได้ 8 กล้อง ทั้งแบบ Fix และ PTZ
- ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า D1 ที่ 25 FPS ต่อกล้อง
- มี Minimum Illumination ไม่เกิน 0.3 Lux(Color) และ 0.002(B/W) 50 IRE
- มี Encoding แบบ MPEG4
- มี Sync System แบบ Internal, line lock
- มี 8*Video Input 1.0 Vp-p Composite output ที่ 75 Ohm, 2*RJ45 (LAN), 2*9 PIN RS-232/RS422/RS485
- มีระบบ Motion detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนดแก้ไข เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
- มีระบบ Integrated web Server ภายในชุด ENVS เอง สามารถเชื่อมต่อผ่าน Browser เข้ามำกำหนด แก้ไข เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
- ENVS รองรับการส่งสัญญาณ ดังนี้ TCP/IP, RSTP/RTP, HTTP, SNTP, DHCP, UPnP
- กล้องรองรับการส่งสัญญาณไฟฟ้ามาพร้อมสาย network POE(Power Over Ethernet) +8 to +16 VDC, Max 1A@12VDC
- มี Video data rate 64kbps ถึง 1 Mbps
- มี Digital input 8, Digital output 4

2.11 อุปกรณ์อื่นๆ ที่มีได้กำหนดในข้อกำหนดนี้ แต่มีระบุในแบบให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ซึ่งเหมาะสมกับจำนวนกล้องจับภาพที่มี

3. ระบบไฟฟ้า (Power Supply)

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายให้แก่อุปกรณ์ของระบบเป็น 220 V, 50 Hz. หรือตามที่ระบุในแบบ ซึ่งเป็นระบบของอาคาร หากอุปกรณ์ในระบบมีความต้องการระบบไฟฟ้าที่แตกต่างไปจากนี้ ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์การแปลงระบบมาพร้อมกับการติดตั้งด้วย

4. การติดตั้ง

- 4.1 จอรับภาพและอุปกรณ์ควบคุมแต่ละชุด ให้ติดตั้งใน Rack อันเดียวกัน
- 4.2 สายสัญญาณที่ใช้นำสัญญาณภาพในอาคารให้ใช้ UTP CAT6 ส่วนสายควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้ตามข้อกำหนดของอุปกรณ์นั้น
- 4.3 การเดินสายสัญญาณและสายควบคุมต่างๆ โดยทั่วไปให้ร้อยใน โลหะ ยกเว้นสายสัญญาณที่ติดต่อกับลิฟท์

- 4.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งสล็อตไดอะแกรม รายการคำนวณระดับสัญญาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการติดตั้ง เสนอต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง
- 4.5 การต่อของเคเบิลกับอุปกรณ์อื่นๆในระบบ CCTV ต้องใช้ตัวต่อเฉพาะ คือ บีเอ็นซีคอนเนคเตอร์ (Signal Cable and BNC Connector) สามารถใช้ได้ทั้งสายนำสัญญาณแบบทั่วไป หรือสายใยแก้ว

5. การทดสอบระบบ

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบ Output Signal Level ในขณะที่มีการส่งสัญญาณภาพจากทุกกล้อง โดยต้องวัดระดับค่าสัญญาณที่ออกมาทุกตัว รวมทั้งคูสัญญาณจริงผ่านมอริเตอร์ด้วย และทำรายงานบันทึกสัญญาณที่วัดได้ก่อนเข้าเครื่องบันทึกสำหรับกล้องทุกตัวเป็นตาราง Test Report และส่งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่กล่าวในหมวดนี้เป็นระบบสำหรับป้องกันอันตรายต่อโครงสร้างอาคารเท่านั้น ไม่ได้รวมถึงการป้องกันอันตรายต่อระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (CONVENTIONAL FARADAY CAGE SYSTEM) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดและตามที่ระบุในแบบซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้

- 1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"
- 1.2 กฎกระทรวงแรงงาน กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 3 การป้องกันฟ้าผ่า"
- 1.3 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารและสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร"
- 1.4 มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า สำหรับสิ่งปลูกสร้าง : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย E.I.T. 2003-43
- 1.5 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.780

2. ระบบที่ใช้เหล็กเสริมโครงสร้าง

ระบบที่อาศัยเหล็กเสริมโครงสร้าง หรือเหล็กโครงสร้างอาคาร และอาจมีความจำเป็นต้องเสริมด้วยระบบการติดตั้งสายตัวนำทองแดงโดยเฉพาะ ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดของแต่ละระบบในหมวดนี้ต่อไป ระบบที่อาศัยเหล็กเสริมโครงสร้าง เป็นตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) และเป็นตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า (LOOP CONDUCTOR) นั้น งานการติดตั้งสำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่านี้จึงต้องเป็นงานที่ดำเนินการร่วมระหว่างงานก่อสร้าง / โครงสร้าง และงานระบบไฟฟ้า ซึ่งมีขอบเขตการดำเนินงานและความต้องการด้านเทคนิคทั่วไปดังนี้

- 2.1 สำหรับงานก่อสร้าง / โครงสร้าง ให้มีการดำเนินงานดังนี้
 - จัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) สำหรับการต่อเชื่อมเหล็กโครงสร้าง และ/หรือ เหล็กเสริมโครงสร้าง
 - ดำเนินการเชื่อมเหล็กโครงสร้างทั้งหมดภายใต้การแนะนำของผู้รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า โดยจัดหาวัสดุที่จำเป็นเองทั้งสิ้น
 - จัดหา และติดตั้งแผ่นเหล็ก (GROUND PAD) ที่จุดบนสุด ล่างสุด และจุดที่กำหนดในแบบ เพื่อให้ผู้รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า เชื่อมตัวนำสำหรับหลักล่อฟ้า และ/หรือ เพื่อการต่อลงดินของอุปกรณ์ และ โครงโลหะอื่นๆ
- 2.2 สำหรับงานระบบไฟฟ้าให้มีขอบเขตการดำเนินงานดังนี้
 - วัด และบันทึก ค่าความต้านทานของการต่อลงดิน
 - จัดหา และติดตั้ง หลักล่อฟ้า รวมทั้งตัวนำบนหลังคาทั้งหมด ซึ่งเป็นวัสดุที่ทำด้วยทองแดง
 - จัดหาวัสดุ-อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเชื่อมตัวนำทองแดงใดๆกับเหล็กโครงสร้างซึ่งเป็นวิธี EXOTHERMIC WELDING
 - จัดหา และติดตั้ง หลักสายดิน เชื่อมต่อกับแผ่นเหล็ก (GROUND PAD) ที่โครงสร้าง จัดหาเตรียมไว้ให้
 - ให้คำแนะนำแก่ผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง/โครงสร้าง และร่วมดำเนินการเขียนแบบก่อสร้างและกำหนดแนวเหล็กเสริมโครงสร้างที่ต้องการเชื่อม
 - ตรวจสอบสภาพความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ของการเชื่อมเหล็กเสริมโครงสร้างที่กระทำโดยผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง / โครงสร้าง

- 2.3 หลักระเบิดดิน (EARTH ELECTRODE) ให้ใช้ เหล็กเสริมเสาเข็มที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมกันไม่น้อยกว่า 350 ตารางมิลลิเมตร และได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด
- 2.4 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) กำหนดให้ใช้เหล็กเสริมโครงสร้าง ตามเสาที่กำหนดในแบบต่อเชื่อมถึงกันทางไฟฟ้า ตลอดความยาวตั้งแต่ล่างสุดจนถึงบนสุดของเสานั้นๆ โดยเหล็กเสริมโครงสร้างที่กำหนดนี้ ต้องมีพื้นที่หน้าตัดรวมกันไม่น้อยกว่า 500 ตารางมิลลิเมตร
- 2.5 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตารางมิลลิเมตร
- 2.6 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามระบุในแบบ
- 2.7 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ใช้เหล็กเสริมพื้นตามกำหนดในแบบ

3. ระบบที่ใช้สายตัวนำทองแดง

ระบบนี้เป็นระบบที่ติดตั้งสายตัวนำด้วยตัวนำทองแดงทั้งเส้น ซึ่งเป็นงานระบบไฟฟ้าทั้งเส้น เว้นแต่ในงานที่เกี่ยวข้องกับการฝังในคอนกรีต อาจต้องอาศัยความร่วมมือของผู้รับผิดชอบงานก่อสร้าง / โครงสร้าง โดยมีความต้องการด้านเทคนิค ดังนี้

- 3.1 หลักระเบิดดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร (5/8 นิ้ว) ยาว 3 เมตร (10 ฟุต) จำนวนเพียงพอจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุดที่กำหนดในแบบ
- 3.2 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามระบุในแบบ
- 3.3 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้า ให้ต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือขนาดตามระบุในแบบ
- 3.4 หลักล่อฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ยาว 60 เซนติเมตร (2 ฟุต) ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามระบุในแบบ
- 3.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า (POTENTIAL EQUALIZATION) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนว ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 35 ตารางมิลลิเมตร โดยฝังในคอนกรีตตามแนว และระดับที่กำหนดในแบบ
- 3.6 การเชื่อม (WELDING) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน

4. การติดตั้ง

การติดตั้งโดยทั่วไปให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่อ้างอิง และเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

- 4.1 การเชื่อมต่อให้ถึงกันทางไฟฟ้า ของตัวนำต่างๆ ให้ใช้กรรมวิธีที่เหมาะสมกับประเภทของโลหะที่จะต่อถึงกัน กล่าวคือ
 - ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDED หรือใช้ปลอกต่อสายชนิดใช้แรงกดอัด (COMPRESSION COUPLER) สำหรับตัวนำทองแดง กับตัวนำทองแดง

- ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDED หรือเชื่อมด้วยลวดทองเหลืองระหว่างตัวนำทองแดง กับเหล็กเชื่อมไฟฟ้าด้วยลวดเชื่อมเหล็กระหว่างเหล็กกับเหล็ก เป็นต้น
- 4.2 หลักระเบิดที่มีจำนวนมากกว่า 1 หลั ในแต่ละจุดที่กำหนด ต้องมีระยะห่างกันประมาณ 3.00 เมตร
- 4.3 ตัวนำใดๆ ก็ตามของระบบป้องกันฟ้าผ่าของทั้ง 2 ระบบที่กล่าวข้างต้น ต้องไม่ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้า ยกเว้นในส่วนที่อยู่ในฐานราก หรืออยู่ใต้อาคาร โดยอาจใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน หรือร้อยในท่อที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้
- 4.4 ให้ตรวจวัด และบันทึกค่าความต้านทานของการต่อลงดิน ที่จุดตรวจสอบ (TEST BOX) ทุกจุดของระบบที่ใช้ตัวนำทองแดง รวมทั้งที่หลักระเบิดทุกจุดด้วย

บทที่ 21

รายการอุปกรณ์มาตรฐานและผู้ผลิต (VENDER LIST)

1. วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

2. รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุและอุปกรณ์

รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ของวัสดุ และอุปกรณ์มาตรฐาน ให้เป็นไปตามรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 TRANSFORMER : OIL IMMERSED TYPE

- EKARAT / CHAREON CHAI / Q.T.C. TRANSFORMER
- หรือเทียบเท่า

2.2 GENERATOR SET

- CUMMINS / KOHLER / HIMOINSA / FG WILSON / DURAGEN
- หรือเทียบเท่า

2.3 LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER (ACB,MCCB,MCB)

- SCHENIEDER ELECTRIC / GE / SIEMENS / ABB / EATON
- หรือเทียบเท่า

2.4 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

- ASCO / ZENITH / ABB / SOCOMEC / EATON
- หรือเทียบเท่า

2.5 LV MAIN AND DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER

- PMK / SMD / ESI / TIC / ASEFA / SPE
- หรือเทียบเท่า

2.6 PROTECTIVE RELAY, METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENTS

- ABB / SCHENEIDER ELECTRIC / MITSUBISHI / SOCOMEC / SIEMENS / CIRCUTOR
- หรือเทียบเท่า

2.7 BATTERY AND BATTERY CHARGER

- EXIDE / CHLORIDE / YUSA / GS
- หรือเทียบเท่า

2.8 LOAD CENTER SET

- SCHNEIDER ELECTRIC / GE / ABB / SIEMENS / EATON
- หรือเทียบเท่า

2.9 CONTACTOR AND CONTROL RELAY

- SIEMENS / ABB / SCHNEIDER ELECTRIC / MITSUBISHI / OMRON
- หรือเทียบเท่า

2.10 POWER CAPACITOR AND REACTIVE POWER CONTROL RELAY

- ABB / NOKIAN / SCHNEIDER ELECTRIC / SOCOMEC / EPCOS / RTR
- หรือเทียบเท่า

2.11 DIMMER

- LUTRON / SCHNEIDER ELECTRIC / PANASONIC / BTICINO / SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

2.12 SWITCH AND OUTLET

- BTICINO / PANASONIC / SCHNEIDER ELECTRIC / SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

2.13 POWER OUTLET

- ABB / SCHNEIDER ELECTRIC / BTICINO / SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

2.14 LUMINAIRE (LOCAL)

- PHILIPS / DELIGHT / L&E / METROLITE / X-TRA BRITE
- หรือเทียบเท่า

2.15 LUMINAIRE (IMPORT)

- HUBBELL / PHILIPS / EYE
- หรือเทียบเท่า

2.16 LAMPS

- GE / OSRAM / PHILIPS / EYE / SILVANIA
- หรือเทียบเท่า

2.17 HID LAMP

- GE / OSRAM / PHILIPS / EYE / SILVANIA
- หรือเทียบเท่า

- 2.18 LAMP HOLDER
- BJB / VOSSLOH / GE / PHILIPS / THORN
 - หรือเทียบเท่า
- 2.19 LOW LOSS BALLAST & STATER
- PHILIPS / MK / BOVO / ARMSTRONG / OSRAM
 - หรือเทียบเท่า
- 2.20 ELECTRONIC BALLAST
- ECONO-WATD / PHILIPS / OSRAM
 - หรือเทียบเท่า
- 2.21 HID BALLAST
- SILVANIA / PHILIPS / OSRAM / EYE / THORN
 - หรือเทียบเท่า
- 2.22 LAMPS CAPACITOR
- THORN / BOSCH / NOKIAN / PHILIPS
 - หรือเทียบเท่า
- 2.23 EMERGENCY & EXIT LIGHT
- SUNNY / EML / CEE / DELIGHT
 - หรือเทียบเท่า
- 2.24 CABLE TRAY, CABLE LADDER, WIREWAY
- SMC / TIC / UI / ASEFA / BASOR
 - หรือเทียบเท่า
- 2.25 METALLIC CONDUIT
- MATSUSHITA / TSP / TAS / UI / RSI / ARROW PIPES
 - หรือเทียบเท่า
- 2.26 NON-METALLIC CONDUIT (HDPE&EPLEX)
- TAP / TGG / BTC
 - หรือเทียบเท่า
- 2.27 PVC&UPVC CONDUIT
- THAI PIPE INDUSTRY / SIAM CEMENT / SCHNEIDER ELECTRIC
 - หรือเทียบเท่า

2.28 LOW VOLTAGE CABLE

- PHELPS DODGE / THAI YAZAKI / BANGKOK CABLE / CTW CABLE / MCI DRAKA
- หรือเทียบเท่า

2.29 FIRE RESISTANCE CABLE

- PRYSMIAN / PHELPS DODGE / STUDER / MCI DRAKA / RADOX
- หรือเทียบเท่า

2.30 FIRE ALARM SYSTEM

- EDWARDS / NOTIFIER / SECUTRON/NOHMI
- หรือเทียบเท่า

2.31 PABX

- PANASONIC / ERICSON / NEC
- หรือเทียบเท่า

2.32 TELEPHONE CABLE

- PHELPS DODGE / THAI YAZAKI / BANGKOK CABLE / CTW
- หรือเทียบเท่า

2.33 COMPUTER CABLE

- AMP / KRONE / BELDEN / PANDUIT
- หรือเทียบเท่า

2.34 COMPUTER OUTLET

- AMP / PANASONIC / BTICINO / SCHNEIDER ELECTRIC / SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

2.35 CCTV SYSTEM

- PANASONIC / GE / BOSCH / HIK VISION
- หรือเทียบเท่า

2.36 ACCESS CONTROL SYSTEM

- AMAG / IDTECK / CHUBB / HID / JOHNSON CONTROL / KEYKING
- หรือเทียบเท่า

2.37 LIGHTING CONTROL SYSTEM

- SCHNEIDER ELECTRIC / BTICINO / PANASONIC / TOSHIBA
- หรือเทียบเท่า

2.38 MATV COAXIAL CABLE

- COMSCOPE / WISI / BELDEN / DBY
- หรือเทียบเท่า

2.39 FIRE BARRIER

- 3 M / HILTI / METACAULK
- หรือเทียบเท่า

2.40 AMPLIFIER, MIXER AMPLIFIER, PRE-AMP. & VOLUME CONTROL

- PHILIPS / JBL / BOSE / TOA
- หรือเทียบเท่า

2.41 LOUD SPEAKERS

- JBL / PHILIPS / TOA / BOSE
- หรือเทียบเท่า