



สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา
PRINCESS GALYANI VADHANA
INSTITUTE OF MUSIC

รายการประกอบแบบ

หมวดงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

โครงการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารกัลยาณินคิตการ

สถาบันดนตรีกัลยาณีวัฒนา

ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 รายละเอียดข้อกำหนดทั่ว ๆ ไป	2-4
2 มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง	5
3 ขอบเขตของงาน	6
4 แผงสวิตช์ประธานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ	7-18
5 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป	19-21
6 ระบบท่อร้อยสาย	22-25
7 สายไฟฟ้า	26-29
8 โคมไฟฟ้า	30-39
9 สวิตช์และปลั๊ก	40-41
10 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	42-45
11 ระบบสายสัญญาณข้อมูล	46-49
12 ระบบเสียง	50-54
13 ระบบโทรศัพท์	55-60
14 ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ	61-62
15 ระบบควบคุมการเข้า-ออกอัตโนมัติ	63-66
16 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	67-70
17 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	71-72
18 รายการอุปกรณ์มาตรฐานและผู้ผลิต	73-77

หมายเหตุ ห้ามมิให้คัดลอกไม่ว่าโดยวิธีใด และห้ามนำไปใช้งานใด ไม่ว่าทั้งหมดหรือแม้แต่บางส่วน เว้นไว้แต่โดยอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

บทที่ 1
รายละเอียดข้อกำหนดทั่ว ๆ ไป
(GENERAL SPECIFICATION)

1. ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (SCOPE OF SPECIFICATION)

- ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบตามแบบแปลน และตามรายละเอียดข้อกำหนดนี้
- คำว่า “อนุมัติแล้วว่ายียบเท่า” ในรายละเอียดข้อกำหนด หรือในแบบแปลนให้ หมายถึง การอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรผู้ออกแบบ หรือ ผู้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง
- คำว่า “วิศวกร” ในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ หมายถึงวิศวกรผู้ออกแบบหรือวิศวกรผู้ได้รับมอบอำนาจจากเจ้าของ หรือผู้ว่าจ้าง
- ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียด ในรายละเอียดข้อกำหนดขัดกับแบบแปลนหรือแตกต่างไปจากแบบแปลน ให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรเป็นการชี้ขาด
- ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบแปลน รายละเอียดข้อกำหนดและรายการประกอบอื่น ๆ ของงานที่ใช้ประกอบในสัญญา อย่างละเอียดถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใด ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ ก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้นผู้ว่าจ้าง จะถือว่า ผู้รับจ้างได้ศึกษาแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ตลอดจนรายการประกอบแบบอื่น ๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามสัญญา
- ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ให้มีรายงานผลการทดสอบสัญญาณแบบ PAIR-TO PAIR DATA ด้วยเครื่องวัด CABLE ANALYZER วัดสายแบบ PORTABLE

2. แบบแปลน (DRAWINGS)

ตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดในแบบแปลนเป็นเพียงตำแหน่งโดยประมาณ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างเล็กน้อย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพ และลักษณะโครงสร้างของอาคาร 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 เพื่อให้การติดตั้งงานระบบสามารถติดตั้งได้สอดคล้องกับงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้หากในภายหลังตรวจพบว่าเกิดข้อขัดแย้งขึ้นเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในค่าใช้จ่ายที่จะต้องแก้ไขทั้งสิ้น

5. ในกรณีที่มีแนวท่อหรือมีการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ใดๆ ในบริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดาน หรือบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทาสี วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด รายละเอียดสีและชนิดของสีจะกำหนดให้ภายหลัง
6. การทดสอบระบบและอุปกรณ์ (EQUIPMENT & SYSTEM TEST)
หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบระบบ และอุปกรณ์ของระบบ ต่อหน้าเจ้าของ และวิศวกร ตามวิธีการ ในรายละเอียดที่วิศวกรกำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบทั้งหมด
7. การรับประกันคุณภาพ (GUARANTEE)
ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิด และคุณภาพของการติดตั้งระบบนี้เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ลงนามตรวจรับงานงวดสุดท้าย โดยวิศวกร หรือผู้ว่าจ้าง ในระหว่างระยะเวลารับประกันดังกล่าว หากมีวัสดุอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนชำรุดใช้งานไม่ได้หรือทำงานไม่สมบูรณ์อันเนื่องมาจากความบกพร่องของวัสดุอุปกรณ์ หรือความบกพร่องในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และ/หรือ เปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนนั้น ๆ โดยไม่คิดราคาจากผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่รับดำเนินการแก้ไข ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงข้อบกพร่อง หรือความเสียหายดังกล่าว ผู้ว่าจ้างทรงสิทธิ์ไว้ในการที่จะว่าจ้างผู้อื่นมากระทำการแทน โดยคิดค่าใช้จ่ายเอาจากผู้รับจ้าง
8. แบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING)
ให้ผู้รับจ้างจัดส่งแบบรายละเอียดการติดตั้งและการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ทุกชนิดที่จำเป็นหรือตามที่วิศวกรเห็นว่าจำเป็นเสนอต่อวิศวกร เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งไม่น้อยกว่า 21 วัน หากมิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขและส่งให้ใหม่ภายใน 7 วัน หลังจากวันที่ได้รับแจ้ง
9. แผนงานและรายงานความคืบหน้าของงาน (WORKING SCHEDULE AND PROGRESS REPORT) ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานการทำงานโดยละเอียดทั้งหมดของระยะเวลาในการติดตั้ง และรายงานความคืบหน้าของงานทุก ๆ เดือน ต่อวิศวกร และผู้ควบคุมงานคนละ 1 ชุด ไม่เกินวันที่ 5 ของทุก ๆ เดือน จนกว่างานจะแล้วเสร็จ
10. วิศวกรประจำหน่วยงาน (SITE ENGINEER)
ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพอนุญาต (กว.) ประจำหน่วยงาน ตลอดเวลาทำงานไม่น้อยกว่า 1 ท่าน โดยวิศวกร หรือผู้รับมอบอำนาจ 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 หรือตามที่ได้ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน จำนวน 1 ชุด เสนอต่อวิศวกรของผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบทุกครั้ง ตามที่วิศวกรจะร้องขอให้ผู้รับจ้างทำส่ง พร้อมวิศวกรงานระบบเซ็นรับรองความถูกต้อง และภายหลังที่งานติดตั้งทั้งระบบแล้วเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องส่งมอบแบบแปลนที่วิศวกรได้ตรวจสอบแล้วดังกล่าว ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างเป็นพิมพ์เขียว 3 ชุด พร้อมกระดาษอีก 1 ชุด และแผ่น DISC / FLASH DRIVE ที่บันทึกข้อมูลแบบแปลนงานระบบด้วยโปรแกรม CAD, PDF อีก 3 ชุด ก่อนการตรวจรับมอบงานเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วัน
14. ป้ายชื่อ (NAME PLATE)
อุปกรณ์หลักทุกตัวหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องติดตั้งป้ายชื่อเพื่อระบุความสามารถหน้าที่ และส่วนงานที่อุปกรณ์นั้นทำหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่ ให้ติดตั้งป้ายชื่อ หรือเลขหมายชนิดคงทนถาวร ทำด้วยทองเหลือง ทองแดง หรือเหล็กไร้สนิมขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้เป็นอำนาจของวิศวกรที่จะกำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนี้ทั้งหมดตามความเหมาะสม
15. การฝึกอบรม และคำแนะนำช่างให้กับผู้ว่าจ้าง
ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำ และฝึกช่างของผู้ว่าจ้างให้มีความสามารถในการใช้ และควบคุมการทำงาน ตลอดจนบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด จนเป็นที่เข้าใจโดยละเอียด
16. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (INSTRUCTION MANUAL FOR OPERATING AND MAINTENANCE)
17. ผู้รับจ้างจะต้องจัดมอบหนังสือคู่มือการใช้ การซ่อมบำรุง และรายการอะไหล่ อุปกรณ์ (PART LIST) ของอุปกรณ์หลักทั้งหมดแก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน
18. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนภูมิ และ/หรือ แผ่นภาพ
แสดงการทำงาน โดยระบุ ขนาด, ชื่อ และตำแหน่งของอุปกรณ์หลักแต่ละตัวด้วยแผ่นพลาสติก หนา 3 มม.ขนาดเหมาะสม ทั้งนี้แผนภูมิ 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 เครื่องใช้ทั้งหมดที่จำเป็น ตามหลักวิชาช่างที่ดี ติดตั้งงานระบบทั้งหมดที่ปรากฏในแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ในกรณีที่แบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็น และสอดคล้องต่อเนื้อหาที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วย เพื่อให้ระบบใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ หรือในกรณีที่มิขัดแย้งกับผู้รับจ้างมีอำนาจดำเนินการได้ และผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้วิศวกรทราบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้า ก่อนการลงนามในสัญญาติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเองทั้งหมดแทนผู้ว่าจ้าง
2. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน โดยศึกษาแบบแปลนของงานสถาปัตยกรรม, โครงสร้าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่ประกอบขึ้น และรวมอยู่ในโครงการนี้ทั้งหมดให้มีความสอดคล้องไม่เกิดการกีดขวางในงานแต่ละระบบซึ่งกันและกัน ไม่ก่อให้เกิดติดขัดกับงานระบบอื่น อันมีผลทำให้งานระบบอื่นมีอุปสรรคและเกิดความล่าช้าได้
3. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งงานระบบอำนวยความสะดวกตามแบบทั้งหมด ให้สามารถทำงานได้และมีความสัมพันธ์กับระบบอำนวยความสะดวกเดิมของอาคารได้อย่างสมบูรณ์
4. ท่อร้อยสายในส่วนที่เดินลอยให้ทาสีเดียวกับโครงสร้างให้เรียบร้อยสวยงาม
5. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นเรื่องราวติดต่อ และประสานงานกับการไฟฟ้าฯ ในส่วนงานที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการไฟฟ้าฯ แทนผู้ว่าจ้างทั้งหมด
6. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นเรื่องราวติดต่อ ประสานงานกับการไฟฟ้าฯ โดยทางผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายค่าธรรมเนียมตามที่แจ้งตามใบเสร็จรับเงินของการไฟฟ้าฯ
7. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นเรื่องราวติดต่อ และประสานงานกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยในส่วนงานที่จะต้องเกี่ยวข้องกับองค์การโทรศัพท์ฯ ทั้งหมด โดยผู้ว่าจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดตามใบเสร็จรับเงินขององค์การโทรศัพท์ฯ และค่าใช้จ่ายในส่วนของการตรวจสอบหลังติดตั้งทั้งหมดให้เป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง

บทที่ 4
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 โดยมีเอกสารรับรองการทดสอบเฉพาะแบบฉบับ 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 วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่าคุณสมบัติดังที่ จะกล่าวในบทนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์จ่ายไฟต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ ในข้อกำหนดนี้
 - 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 โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาจะไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้
 - สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในแผงสวิตช์เมนแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดสามารถทนกระแสไฟลัดวงจรได้ ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ ขนาดทรูปคอยล์ที่กำหนดในแบบอาจมีการเปลี่ยนแปลง ฉะนั้นผู้รับจ้างต้อง สอบถามขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการยืนยันก่อนสั่งของจากโรงงาน
 - ผู้รับจ้างต้องรับประกันแผงสวิตช์จ่ายไฟเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับแต่วันที่ได้รับมอบงานและเริ่มใช้งานเป็นประจำ ถ้าเกิดการเสียหายหรือใช้งานไม่ได้เต็มที่ตามความประสงค์ เนื่องจากฝีมือช่าง วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้ ผู้รับจ้าง ต้องแก้ไขให้ใช้งานได้ภายใน 7 วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างแจ้งให้ทราบ

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น 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

1.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่ายและอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

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

1.2 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 เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งโดยง่าย

1.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

- ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
- ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
- ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือน็อต 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 ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
 - ฝาดูทุกด้าน ต้องมีสายดินทองแดงชุบแบบถักแบน ต่อดึงดินที่โครงตู้
- 1.4 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
- 1.5 ตู้โลหะสำหรับใช้ติดตั้งคะแปซิเตอร์ ต้องใช้แผ่นโลหะด้านบน ด้านหน้าช่วงล่างและด้านหลังช่วงบน เป็นชนิดมีรูพรุนสำหรับระบายอากาศ (Perforated sheet metal)
- 1.6 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insert Screen)
- 1.7 ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้นต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันสนิม และการพ่นสี หรือป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมไม่ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแต่ต้องพ่นสี 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 แล้วขัดด้วยผ้าขัดสี สีส้นนอกให้ใช้สีน้ำมันชนิดอบ (Stove-Enamelled Paint) หรือสีอียอกซีผง และใช้สีทา (ANSI No. 61) หรือตามที่กำหนด

2. 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) ขึ้นไปถึง 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 ยึดติดกับโครงโลหะในตัวด้วยสลักและแป้นเกลียว
 - 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 เอชิติตตั้งตามที่จำเป็นและตามที่กำหนดในแบบ
 - 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) และคะปาซิเตอร์ 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 กรณีเกิดไฟกระพริบ 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 เป็นบัสดักที่ทำขึ้นสำหรับเชื่อมโยงยูนิตขั้วสแตชั่น 2 ชุด ใช้บัสบาร์ชนิดและขนาดตามแบบ ติดตั้งบนฉนวนชนิด Cast Resin Brackets หรือ Sectional Glass Reinforced Polyester Brackets และต้องทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. และต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด แผ่นโลหะที่ใช้ครอบนอกต้องเป็นแผ่น

เหล็กลูกหนาไม่น้อยกว่า 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 มีฟังก์ชันการสับเปลี่ยนต่อเนื่องได้ตามที่กำหนด ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีกับโหลดทุกประเภท โดยอุปกรณ์ทั้งชุดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบสำเร็จและผ่านการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตแล้วเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่มีจำหน่ายทั่วไป (ห้ามนำสวิตช์ตัดตอน คอนแทคเตอร์ 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 มีคอนแทค 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 สำหรับถ่วงระยะเวลาที่เริ่ม สตาร์ทเครื่องหลังจาก Voltage Sensing Relay ทำงานแล้ว
 - Normal - to - Emergency Time Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0 - 30 วินาที สำหรับถ่วงระยะเวลาก่อนที่สวิตช์จะสับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 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 สำหรับถ่วงระยะเวลาก่อนที่สวิตช์จะสับกลับไปใช้ไฟปกติ
 - 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

3. Automatic Main Capacitor Bank

- 3.1 Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องผลิตตามมาตรฐานของ IEC 60831, UL810, VDE หรือ NEMA
- 3.2 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
- 3.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อยหลายๆ ตัวยึดรวมกันเข้าบนฐานที่แข็งแรง 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

- 3.4 พิวส์สำหรับป้องกันสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติและสวิตช์อื่นๆ ให้ใช้พิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน IEC ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 kA. ที่ 380 โวลต์ ฐานพิวส์ให้ใช้ชนิด Triple - Pole ติดชิดกัน 3 อัน โดยมี Phase Barriers สำหรับพิวส์ขนาด 20 แอมแปร์ ขึ้นไป
- 3.5 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ
- 3.6 Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง

4. เครื่องมือวัดและอุปกรณ์

- 4.1 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
- 4.2 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
- 4.3 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
- 4.4 Amp meter Switch (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิดด้วย (O - R - S - T) ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ สำหรับใช้กับแอมป์มิเตอร์แบบใช้ CT
- 4.5 Volt meter Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS - ST - TR - O - RO - SO - TO) สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย หรือใช้ชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ (RS - ST - TR - O) สำหรับเฉพาะไฟ 3 เฟส 3 สาย
- 4.6 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
- 4.7 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
- 4.8 Kilowatt-hour meter (kWh) เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส แบบธรรมดา หรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนดสำหรับต่อตรงหรือใช้กับ CT ระบบไฟฟ้า 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย หรือตามที่กำหนด Accuracy 2.5% หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 4.9 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)
- 4.10 Digital Power meter (DM) เป็นเครื่องวัดชนิด Digital 3 Phase โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน IEC หรือ UL พร้อมสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ 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
- 4.11 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
- 4.12 พิวส์สำหรับระบบคอนโทรล และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้พิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน IEC ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. ที่ 380 โวลต์ ฐานพิวส์ใช้ชนิด Flush - Mounting สำหรับพิวส์ที่ติดกับฝาตู้ และชนิดธรรมดาสำหรับพิวส์ที่ติดในตัว

5. บัสบาร์ (Bus bars) และฉนวนยึด

- 5.1 บัสบาร์ (Bus bars) ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60439-1 (Bare Rating) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตร และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น แต่ทั้งนี้ ขนาดของบัสบาร์เส้นศูนย์โตเท่ากับเส้นเฟสหรือตามที่กำหนด ขนาดของบัสบาร์เส้นดินถ้าใช้ทองแดง ต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 95 ตร.มม. สำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟที่ใช้ Main Switch หรือ Main Breaker ขนาดไม่เกิน 800 แอมแปร์ และพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 120 ตร.มม. สำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟที่ใช้ Main Switch หรือ Main Breaker เกิน 800 แอมแปร์
- 5.2 การจัดบัสบาร์ (Bus bars) ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้ใช้หุ้ม Bus bar โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ Bus bar ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ Bus bar ที่อาจลดลง
- 5.3 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับตู้ทุกตู้ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดินและเส้นศูนย์ต้องมีที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดิน
- 5.4 ที่รองรับและยึด (Bracket) บัสบาร์กับตัวตู้ทำจากฉนวน Cast Resin หรือ Sectional Glass Reinforced Polyester แบบสองชั้นประกบ Bus bar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด ทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์ หรือตามที่กำหนดในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด

- 5.5 บัสบาร์ Bus bars และ ที่รองรับและยึด (Bracket) บัสบาร์ ต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

6. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องมือวัดภายในแผงสวิตช์

- 6.1 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 |
- 6.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 6.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบบล็อกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย
- 6.4 สลักเกลียว แบนเกลียวและแหวน (Bolts, Nut & Washer) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High - Tensile Steel, Electro - Galvanized or Chrome - Plated ให้ใช้จำนวนสลักและแบนเกลียวให้เพียงพอ แล้วขันด้วย Torque wrench เพื่อให้มีแรงกดบนผิวที่ตอกกันอย่างสม่ำเสมอ และได้แรงกด 50 กก. / ตร.ซม.
- 6.5 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วต่อสายกับบัสบาร์ หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ให้ใช้สลักและแบนเกลียวพร้อมแหวนสปริง (ถ้าใช้แหวนทรงฉิ่งได้จะดีกว่า) ก่อนต่อต้องทำความสะอาดผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ
- 6.6 การต่อทองแดงกับอลูมิเนียม ต้องต่อผ่านตัวกลางที่มีผิวสัมผัสด้านหนึ่งใช้กับทองแดง และอีกด้านหนึ่งใช้กับอลูมิเนียม (Copal Insert) การต่อให้ใช้สลักแบนเกลียวและแหวนทรงฉิ่ง ก่อนต่อต้องทำความสะอาดผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะและทาสารกันการเกิด Oxide ทางด้านที่เป็นอลูมิเนียม
- 6.7 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 แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษร ต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ

10 การติดตั้ง

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

- 10.1 ระหว่างที่ทำการติดตั้งหรือก่อนจ่ายไฟเข้าแผงสวิตช์จ่ายไฟ ต้องตรวจสอบว่า มิติของแผงสวิตช์จ่ายไฟถูกต้องตามแบบ ขนาดและจำนวนของอุปกรณ์ที่อยู่ในแผงสวิตช์จ่ายไฟทุกอย่างถูกต้องตามแบบ การต่อวงจรถูกต้องและที่ต่อทุกแห่งแน่นและมั่นคง ถ้ามีสิ่งใดไม่ถูกต้อง ต้องแก้ไขหรือแจ้งให้ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบตามสัญญา มาแก้ไขให้ถูกต้องเสียก่อน
- 10.2 ต้องทำฐานสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟ โดยทำเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กตรงที่ๆ กำหนดในแบบ สูงจากพื้นห้องที่ตั้งแผงสวิตช์จ่ายไฟขึ้นมาอีก 50 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้โลหะทุกด้านๆ ละ 30 มม. ด้านข้างของฐานทุกด้านต้องเรียบและตรง ผิวของฐานด้านบนทำเป็นแบบคอนกรีตขัดมัน เมื่อทำฐานเสร็จแล้ว ให้ทาด้วยสีน้ำมันชนิดที่ใช้สำหรับทาพื้นคอนกรีตให้ทั่วทุกด้าน ให้ยึดแผงสวิตช์จ่ายไฟกับฐานคอนกรีตด้วย Expansion Bolts
- 10.3 สำหรับสวิตช์แบบมีขั้วสำหรับต่อสายไฟเข้าได้โดยตรงหรือโดยใช้ขั้วต่อสาย ให้เจาะช่องไว้ที่แผ่นโลหะด้านหลังสวิตช์ สำหรับใช้ร้อยสายเข้าไปต่อกับสวิตช์ ให้ใส่ยางรอบขอบแผ่นโลหะเพื่อกันบาดสายขนาดและตำแหน่งของช่อง ต้องให้เหมาะสมและสามารถร้อยสายเข้าไปได้ง่าย โดยไม่ต้องโค้งงอสายเกินควร
- 10.4 สำหรับสวิตช์แบบมีขั้ว แบบใช้ต่อกับบัสบาร์ ให้ใช้บัสบาร์ต่อออกไปสำหรับใช้นำสายไฟเข้ามาต่อ โดยให้เจาะรูไว้สำหรับใส่สลักและแป้นเกลียวได้ ปลายบัสบาร์ในช่องด้านหลังต้องมีแผ่นฉนวนยึดให้มั่นคง ส่วนของบัสบาร์ที่จะไม่มีสิ่งใดเข้ามาต่อ ให้หุ้มฉนวนขนาดของบัสบาร์และการหุ้มฉนวน
- 10.5 จากจุดที่แผงสวิตช์จ่ายไฟที่ทำเตรียมไว้สำหรับต่อลงดินและจากบัสบาร์เส้นศูนย์ของแผงสวิตช์จ่ายไฟให้ต่อลงดินที่หลักดิน ในแต่ละกรณีต้องใช้สายดินแยกกัน สายดินให้ใช้สายทองแดงขนาดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556
- 10.6 อุปกรณ์ต่างๆ ในแผงสวิตช์จ่ายไฟที่จะต้องมีการปรับค่า เมื่อเริ่มทดลองจ่ายไฟ เช่น การปรับค่า Ampere Trip ของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ปรับจนได้ค่าตามต้องการ

11 การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้คุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

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

12 เครื่องมือบำรุงรักษา

- 12.1 ต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ วิธีใช้ และบำรุงรักษา (Specifications, Instruction and Maintenance Manuals) เป็นภาษาไทย และ / หรือภาษาอังกฤษ สาม (3) ชุด มอบแก่ผู้ว่าจ้างก่อนรับเงินงวดสุดท้าย
- 12.2 ที่ข้างตู้แผงสวิตช์จ่ายไฟแต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าไว้ให้หนึ่ง (1) อัน โดยมีประกับติดไว้กับตู้ให้สูงประมาณ 1,800 มม.

- 12.3 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่ง (1) อัน ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดแผ่นโลหะหนึ่ง (1) อัน กุญแจปากตายสำหรับขันสลัก และแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์มีให้ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ ขนาดละหนึ่ง (1) อัน Torque wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่ง (1) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่ง (1) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ
- 12.4 เครื่องมือดัดฟิวส์ทุกสถานที่ที่มีฟิวส์แรงต่ำ (HRC Fuse) ต้องมีเครื่องมือดัดฟิวส์แรงต่ำ สำหรับใช้จับดัดได้ทุกขนาด ให้ไว้เป็นประจำหนึ่ง (1) ชุด

บทที่ 5
แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป
(PANEL BOARD)

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ตำแหน่งการติดตั้งตลอดจนการจัดแนวท่อร้อยสาย หรือรางเดินสายอื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 2.2 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของโหลดแต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (Panel Board) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ (Normal Power Supply) และระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน (Essential Power Supply) ตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้
- 2.3 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้างการติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ แผงสวิตช์ต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์
 - การออกแบบและการสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA, IEC หรือ DIN เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415Y/240 โวลต์ 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 บอกวงจร (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 การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ 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 เป็นตัวควบคุมโหลดแต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panel Board Schedule

3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- Panel Board ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panel Board นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 415Y/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เอิร์ท หรือ 240 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เอิร์ท 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 การแกะสลักตัวหนังสือกระทำการบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปตามแสดงไว้ในแบบ
- ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ตั้งกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ 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 สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจนเมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 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 ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 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 6
ระบบท่อร้อยสาย
(CONDUIT SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า- สื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ – โทรศัพท์ 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 ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ โดยไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนานปานกลาง (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 คอมพิวเตอร์แสงสว่าง 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
 - การติดตั้งท่อร้อยสายให้เลืกขนาดและชนิด ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 นอกจากได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบหรือข้อกำหนด
 - ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนทำการติดตั้ง
 - การตัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 - ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

- แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 - ปลายท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (Reamer) ท่อต่อเข้ากล่องต่อสายและกล่องอื่นต้องมีข้อต่อเข้ากล่องใส่ไว้ จุดจ่ายไฟทุกจุดและสวิตช์ต้องมีกล่องต่อสายเหล็กอาบสังกะสี (Outlet Box) ขนาดที่เหมาะสม
 - ท่อเปล่าที่กำหนดให้ติดตั้งเผื่อไว้ ที่แสดงในแบบด้วยอักษร " CO " ให้ร้อยลวดดึงสายไว้ให้พร้อม
 - ตัวยึดและตัวแขวน ให้ใช้เหล็กอาบสังกะสีทั้งหมด
 - ข้อต่อท่อที่อยู่นอกอาคารหรือฝังในคอนกรีตใช้ชนิดกันน้ำ
- 2.7 รหัสสีของท่องานระบบต่างๆ ให้พินสีที่ประกบยึดท่อทุก ๆ จุด และที่ฝากล่องต่อสายทุก ๆ อัน กรณีที่เป็นรางเดินสาย (Wire Way) ให้ทำการพินสีเพื่อบอกรหัสทุก ๆ ระยะ 3.5 เมตร และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
- ระบบไฟฟ้ากำลังปกติ - สีแดง และตัวอักษรสีดำ เช่น N = Normal Feeder, LTG = วงจรแสงสว่าง และ RC = วงจรเต้ารับไฟฟ้า 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
 - ระบบโทรศัพท์ - สีขาว และตัวอักษร TV สีดำ กำกับที่ฝา BOX
 - ระบบเสียงประกาศ - สีฟ้า และตัวอักษร PA สีดำ กำกับที่ฝา BOX
 - ระบบโทรศัพท์วงจรปิด - 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 รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาน้อย 1.2 มม. โดยความหนาขึ้นอยู่กับขนาดของรางอย่างน้อยตามมาตรฐานติดตั้งไฟฟ้า พ.ศ.2556 รางร้อยสายและวัสดุที่ใช้ประกอบ ต้องทำขึ้นโดยมีวิธีป้องกันสนิม ฉาบสีแล้วอบแห้งหรืออาบด้วยสังกะสีหนา 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 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4.4 ราร้อยสาย ต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกัน หากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่ดี
- 4.5 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางเดินสายแต่ละขนาด และการจัดวางสายในรางเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐานติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556

5 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป (SQUARE BOX และ HANDY BOX) ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 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 และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายใน 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 7

สายไฟฟ้า

(CONDUCTOR)

1. ความต้องการทั่วไป

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

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 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistant Cable) ข้อกำหนดนี้ได้ครอบคลุมถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (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
 - ในกรณีที่ เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multi Core Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filter เพื่อความแข็งแรงของสายเปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Ppolyolefin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหนาตามมาตรฐาน IEC 60331-21
 - สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมีพิกัดแรงดันไฟฟ้า 600/1000 โวลต์ที่อุณหภูมิของตัวนำไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียสสำหรับ 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
 - คุณสมบัติต้าน 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. ต้องยึดด้วยประกับพลาสติก (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 ตรงที่อยู่ในกล่องดึงสายกล่องต่อสาย และ / หรือในบ่อพักสายและตรงปลายที่ต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ ถ้าในแบบได้ระบุชื่อหรือเครื่องหมายที่แสดงถึงวงจรหรือหน้าที่ของสายไฟนั้นๆ ไว้ ให้ทำเครื่องหมายให้ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบ
- ท่อและรางร้อยสายไฟฟ้าต้องอยู่ห่างจากท่อและรางร้อยสายโทรศัพท์ไม่น้อยกว่า 305 มม. ห้ามร้อยสายโทรศัพท์หรือสายแรงดันต่ำพิเศษเข้าไปในกล่องต่อสายเดียวกันกับสายไฟฟ้า
- ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว ในแต่ละช่วง โดยปลายท่อทั้งสองด้านต้องเป็นกล่องพักสาย กล่องดึงสาย หรือ กล่องต่อสายสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และไม่น้อยกว่าคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า (ถ้ามี)
- สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ก่อให้เกิดความร้อนสูงเช่น หลอดไส้ (Incandescent Lamp), GAS Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทนความร้อนสูง ตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนยางที่ทนอุณหภูมิของตัวนำได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส และทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ แล้วหุ้มด้วยฉนวนใยหิน (Asbestos) ก่อนหุ้มด้วยเปลือกนอกด้วยวัสดุที่เหมาะสมอีกชั้นหนึ่ง
- เมนสวิตช์และสวิตช์ต่างๆ, 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 ภายในแผงสวิตช์บอร์ดทุก ๆ วงจร รวมทั้ง สายเมนไฟฟ้าหลัก และ สายเมนไฟฟ้าย่อย
- สายไฟที่ใช้ทั้งหมด ต้องใช้สีเป็นรหัส (Colour Code) ในกรณีที่ เป็นสายเมนขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถที่จะทำเป็น 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

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างดังนี้

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ 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 โวลต์ 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 8
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 : บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - มอก. 673-2530 : บัลลัสต์สำหรับหลอดไอปรอทความดันสูง
 - มอก. 885-2532 : บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย
 - 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 : ดวงโคมไฟฟ้าคาดแสง
 - 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 ต้องมีขั้วสัมผัสทางไฟฟ้าทำด้วยทองแดง 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 ให้พันเคลือบด้วยสีทนความร้อน นอกจากนั้นคุณสมบัติทางไฟฟ้าต้องให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูง (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%

นอกจากนั้น ต้องมีวงจรป้องกันการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนต่อระบบสื่อสารข้อมูลต่างๆ (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/หรือสายไฟฟ้าที่ติดมากับดวงโคมไฟฟ้าโดยปกติต้องการให้มีขนาดไม่เล็ก กว่า 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 สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้หลอดที่มีความร้อนสูงขั้วต่อสายนี้ต้องยึดติดกับตัวโคม
- 2.9 คุณสมบัติด้านเทคนิคของโคมไฟแสงชนิดหลอด LED
- คุณสมบัติด้านเทคนิคของโคมไฟ
 - ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมขึ้นรูปด้วยความดันสูง (High Pressure Die-Cast) สามารถทนการกัดกร่อน มีความแข็งแรง และสามารถติดตั้งได้อย่างเหมาะสม

- ตัวโคมมีพื้นที่ผิวเพียงพอต่อการระบายความร้อนออกได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสมต่อการใช้งาน ในอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด 40 องศาเซลเซียส โดยไม่อนุญาตให้ใช้การระบายความร้อนเสริมอื่นใด นอกเหนือจากครีระบายความร้อนบนตัวโคม
- ถ้ามีการใช้แผ่นปิดหน้าโคมไฟ แผ่นปิดจะต้องเป็นวัสดุที่ทนความร้อน มีความโปร่งแสง และทน แรงกระแทก
- โคมไฟจะต้องมีระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ ไม่น้อยกว่า IP65 โดยห้ามใช้กาวในการป้องกันฝุ่นและ น้ำ ให้ใช้วัสดุประเภทที่เป็นซิลิโคนคุณภาพสูง
- โคมไฟจะต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ LED รุ่นใหม่ในอนาคตได้ โดยจะต้อง ออกแบบเป็น module ที่รองรับการปรับเปลี่ยนด้วยอุปกรณ์ชุดใหม่ของ LED Driver หรือ LED Drivers ในสถานที่ใช้งาน ได้โดยง่าย
- ส่วนของ LED Module จะต้องถูกออกแบบเป็นพิเศษ โดยแผงวงจรและส่วนระบายความร้อนต้อง สัมผัสกันอย่างสมบูรณ์ เพื่อการระบายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ใช้แผงวงจรแบบ Metal Core PCBs หรือวัสดุที่ดีกว่า ซึ่งต้องมีความแข็งแรงและสามารถระบายความร้อนได้ดี
- โคมไฟจะต้องมีระบบป้องกัน Surge ติดตั้งอยู่ภายใน เพื่อป้องกันอุปกรณ์ขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์และ ระบบ LED โดยโคมไฟต้องมีระดับความทนทานต่อ Surge ไม่น้อยกว่า 6 kV (L-N)
- ต้องออกแบบโคมไฟ ให้มีค่าดำรงลูเมนไม่น้อยกว่า 70% ณ สิ้นอายุการใช้งาน (L70) ที่อุณหภูมิ แวดล้อม 35 องศาเซลเซียส
- โคมไฟต้องมีดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 70
- ประสิทธิภาพทั้งระบบของโคมไฟ ต้องไม่น้อยกว่า 110 lumen/W
- โคมไฟต้องมี Total Harmonic Current Distortion (THDi) สูงสุดไม่เกิน 15% ที่กำลังไฟฟ้าด้าน เข้าเต็มพิกัด
- หากเม็ต LED เม็ตใดเม็ตหนึ่ง หรืออุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่งชำรุด ต้องไม่ส่งผลทำให้ Uniformity เปลี่ยนแปลง
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานบริษัทส่องสว่างและ บริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจำกัดสัญญาฉบับกวนวิทย์ (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรอง ผลผลิตที่มาตรฐานอุตสาหกรรม
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015
- คุณสมบัติด้านเทคนิคของ LED หรือ LED Module ต้องประกอบด้วย
 - LED ต้องเป็นผลิตจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ ได้แก่ CREE / PHILIPS LUMILEDS / NICHIA
 - LED ต้องมีค่าดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 70)
 - ต้องมีรายงานผลการทดสอบค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (LM-80 Test Report) ที่ กระแสขับ ตามพิกัดของอุปกรณ์ขับเคลื่อนที่ใช้ 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
 - อุปกรณ์ขับเคลื่อนของชุดโคม LED ต้องมีอายุใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิตัวเรือน (Tc) ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส
 - อุปกรณ์ขับเคลื่อนต้องมีตัวประกอบกำลังอย่างน้อย 0.90 (Power Factor) ที่กำลังไฟฟ้าด้านเข้าเต็มพิกัด
 - อุปกรณ์ขับเคลื่อนจะต้องติดตั้งอยู่ภายในโคม 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
 - ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion: THDi) ด้านเข้า ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15
 - มุมกระจายแสงของหลอดไม่น้อยกว่า 150 องศา (วัดมุมกระจายแสงที่ C=0 Degree)
 - ค่าความถูกต้องของสี (General Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80 Ra
 - ขั้วหลอดเป็นชนิด G13
 - ตัวหลอดต้องทำจาก Polycarbonate และมีสีขาวขุ่น
 - ชุดขับหลอด LED (LED Driver Board) ติดตั้งอยู่ภายในหลอด LED โดยมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระชาก (Surge Protection) ต้องทนแรงดันไฟฟ้ากระชากได้มากกว่าหรือเท่ากับ 1 kV
 - เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50000 ชั่วโมง โดยที่ยังคงความส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบการคงค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (Approved Method: measuring lumen maintenance of light sources) จากผู้ผลิตเม็ด LED ที่จะนำมาใช้
 - โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ชีตจำกัดสัญญาฉบับกบวทวิทย์ (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
 - โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศและโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015

2.11 คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ T5 Tube ชนิดหลอด LED

• คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ

- LED ต้องเป็นผลิจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ 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
- ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (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 โดยแผงวงจรและส่วนระบายความร้อนต้องสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ 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 และได้รับการรับรองมาตรฐานบริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ชีตจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
- หลอดไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO 9001:2015

2.12 คุณสมบัติด้านเทคนิคของโคมไฟ Downlight ชนิดหลอด LED

• คุณสมบัติด้านเทคนิคของหลอดไฟ

- LED ต้องเป็นผลิจากผู้ผลิตที่น่าเชื่อถือ 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
- ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (Total Harmonic Current Distortion: THDi) ด้านเข้า ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 15
- มุมกระจายแสงของหลอดไฟไม่น้อยกว่า 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 โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบการคงค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 (Approved Method: measuring lumen maintenance of light sources) จากผู้ผลิตเม็ด LED ที่จะนำมาใช้
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ส่องสว่างและผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ชีตจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ (มอก. 1955-2551) พร้อมแนบใบรับรองผลิตภัณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม
- โคมไฟจะต้องผลิตในโรงงานภายในประเทศ และโรงงานต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน 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
- มุมกระจายแสงของหลอดไฟไม่น้อยกว่า 150 องศา
- Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
- ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน $\pm$ 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
- มุมกระจายแสงของหลอดไฟไม่น้อยกว่า 150 องศา
- Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.9
- ต้องมีอุณหภูมิสี (CCT) อยู่ในช่วง 6500 K โดยมีความคลาดเคลื่อน $\pm$ 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
 - มุมกระจายแสงของหลอดไฟไม่น้อยกว่า 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 แผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิม ด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม 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 แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอлич (Parabolic Mirror Aluminum Reflector) ตลอดความยาวหลอด ส่วนตัวหน้ากากให้มีครีบบตามความยาวหลอดทำด้วยแผ่นสะท้อนแสงอะลูมิเนียมผิวขัดเงาตัดโค้งพาราบอлич

- (Parabolic Mirror Aluminum Louver) และครีบทตามขวางทำด้วยแผ่นอลูมิเนียมมีลายเส้น (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) แบบติดตั้งฝังฝ้าภายในอาคาร (Down light) ให้มีตัวโครง (Body) เป็นโลหะ โดยถ้าเป็นเหล็กต้องป้องกันสนิมโดยชุบ Galvanized พร้อมงานสะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียมผิวขัดเงา (Mirror Aluminum Reflector) โคมตามรายละเอียดนี้ให้รวมถึงโคมที่ใช้หลอดชนิดอื่นที่สามารถใช้ทดแทนได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต
 - 3.3 โคมไฟชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร ถ้ามีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ ต้องเป็นโคมที่ออกแบบเพื่อป้องกันน้ำฝนเข้าภายในตัวโคม และน้ำเข้าถึงส่วนที่มีไฟฟ้าผ่าน โดยมี Degree of Protection "IP43" ตาม IEC-529 ทั้งนี้โคมที่พบขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นต้องใช้เหล็ก Electro Galvanized
4. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)
 - 4.1 ผลิตตาม มอก.1102 หรือ IEC 598 ดวงโคมต้องเปิดโดยอัตโนมัติ เมื่อไฟเมนที่ป้อนเครื่องดับ เมื่อไฟเมนติดกลับดังเดิม ดวงโคมจะดับเอง และเครื่องจะอัดแบตเตอรี่เองโดยอัตโนมัติ จนแบตเตอรี่เต็ม
 - 4.2 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุม อัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าโดยสามารถอัดแบตเตอรี่ที่ไฟหมดให้เต็มได้ ในระยะเวลาประมาณ 15 ชั่วโมง และกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจร เมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้า ที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
 - 4.3 หลอดไฟฟ้าให้ใช้หลอด 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 แสดงสถานะสภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้
 - 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 เพื่อไม่ให้แบตเตอรี่ร้อนจัดเกินไป ขนาดดวงโคมสูงประมาณ 240 มม. ยาวตามความเหมาะสม

- 5.3 หลอดไฟฉุกเฉินต้องเปิดโดยอัตโนมัติ เมื่อไฟเมนที่ป้อนเครื่องดับ เมื่อไฟเมนติดกลับดังเดิม หลอดนี้จะดับเอง และเครื่องจะอัดแบตเตอรี่เองโดยอัตโนมัติ จนแบตเตอรี่เต็ม
 - 5.4 แบตเตอรี่ใช้ Sealed Lead Acid Battery ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟที่ต่อพ่วงอยู่ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งรับประกันการใช้งานไม่ต่ำกว่า 2 ปี
 - 5.5 เครื่องอัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่พร้อมอุปกรณ์ ต้องติดตั้งอยู่ในดวงโคม อยู่บนภาตต่างหาก 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 การติดตั้งดวงโคมบนฝ้าเพดาน ดวงโคมที่มีน้ำหนักมาก เช่น หรือแบบอื่นที่คล้ายคลึงกัน (Suspended Ceiling) ต้องติดตั้งโดยมีก้านโลหะหรือโซ่รับน้ำหนักยึดกับโครงสร้างของอาคารโดยตรง 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 หรือมีสายดินต่อไปจนถึงแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย
 - ฐานรากของเสา ให้ใช้ฐานคอนกรีตซึ่งสามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีการทรุดหรือเอียง เสาเหล็กให้มีแป้นยึดติดกับฐานปูนด้วยสลักและแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม

7. การขออนุมัติ

ก่อนการจัดหา หรือสั่งซื้อคอมพิวเตอร์ทุกชนิด ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้คุมงาน โดยต้องส่งรายละเอียดประกอบการพิจารณาดังนี้

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

บทที่ 9
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า
(SWITCHES & RECEPTACLE)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังกับผนังบน กล่องเหล็กชุบ 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 โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 2.7 การติดตั้งให้ฝัง Metal Box ในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีเพื่อให้ Cover plate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.25 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป (Receptacle)

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้ง ฝังในผนัง กำแพงหรือเสา 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 ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน
- 4.2 ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1.25 เมตร สำหรับสวิตช์
 - 0.30 เมตร สำหรับปลั๊กติดผนังทั่วไป
 - 0.90 เมตร สำหรับปลั๊ก Counter

5 การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้า ในขณะที่ทดสอบฉนวนของสาย ไฟฟ้า

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 10
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) ที่จะต้องแสดงให้รู้ 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) หรือนิเกิลแคดเมียม โดยที่เครื่องอัดแบตเตอรี่ต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานดังกล่าวด้วย

4.2.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (INITIATING DEVICE) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้แสดงในแบบอย่างน้อยดังนี้

- 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 ประเภทเพื่อเหมาะสมในการติดตั้งในแต่ละพื้นที่ดังนี้
 - 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 ประเภทเพื่อเหมาะสมในการติดตั้งในแต่ละพื้นที่ดังนี้

- อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดไอโอไนเซชัน (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) ที่ตัว

ตรวจจับ (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 เพื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับอันเนื่องมาจากการาฝุ่นที่เกาะภายใน Chamber ที่ตัวตรวจจับ (Detector) ต้องมีหลอดไฟสีแดงแบบ LED เพื่อแสดงสถานะการทำงาน สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับควันได้ไม่น้อยกว่า 80 ตารางเมตร ในระดับความสูงไม่เกิน 10.50 เมตร
- อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดลำแสง (Beam Type) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเกิดควันไฟอัตโนมัติในพื้นที่โล่งกว้าง หรือห้องที่มีระดับเพดานสูง ชุดตรวจจับ (Detector) ประกอบด้วย ตัว Transmitter และตัว Receiver ซึ่งจะส่งสัญญาณการเกิดควันเมื่อมีอนุภาคของควันไฟอยู่ระหว่าง Transmitter และ Receiver ชุดตรวจจับ (Detector) แต่ละชุดต้องมีระบบ Automatic Gain Control เพื่อ แก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับควันอันเนื่องมาจากการเกิดคราฝุ่นละออง ระยะห่างของอุปกรณ์ตรวจจับแต่ละชุดไม่เกิน 14.00 เมตร ติดตั้งในระดับความสูงไม่เกิน 25.00 เมตร หากสูงเกิน 25.00 เมตร สามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับหลายระดับ

5. อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือน (Notification Appliance)

ในระบบเดียวกัน อาจมีการใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือนหลายชนิดควบคู่กัน หรือติดตั้งในแต่ละตำแหน่งต่างชนิดกัน ทั้งนี้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ และอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้นต้องเป็นไปตาม ข้อกำหนดดัง รายละเอียดต่อไปนี้

- 5.1 Strobe Light กำหนดเป็น Self-Synchronized ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมอื่นใดจากภายนอกให้แสงสว่างกะพริบเป็นจังหวะ 1 ครั้งต่อวินาที และมีความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous Intensity) ไม่น้อยกว่า 60 Candela ที่พิกัดแรงดัน 24 VDC.
- 5.2 Bell เป็นชนิด Low Current, Vibrating, Under-Dome Type ใช้กับไฟ 24 VDC สามารถใช้ติดตั้งทั้งภายใน และภายนอกอาคาร โดยมีอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งที่เหมาะสม มีเลือกใช้ 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 ตั้งระดับความดังได้ 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 ให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาดและสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้สมบูรณ์
- 6.5 การต่อสายให้ใช้ Insulated compression connector เท่านั้น การต่อสายเข้าขั้วต่อสายแบบหัว สกรูให้ใช้ Insulated compression spade lug ยกเว้นขั้วต่อสายแบบใช้สำหรับต่อสายเข้าโดยตรงได้โดยตรง
- 6.6 เมื่อการติดตั้งระบบเสร็จสมบูรณ์ ต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในกรณีต่างๆ เพื่อแสดงว่ามีการทำงานที่ถูกต้องและสมบูรณ์ จนเป็นที่พอใจของผู้คุมงาน
- 6.7 ต้องทำการอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง และพนักงานดับเพลิงของกองตำรวจดับเพลิงให้รู้ถึงวิธีใช้ระบบ และอบรมวิธีบำรุงรักษาให้แก่พนักงานของผู้ว่าจ้างด้วย
- 6.8 ต้องรับประกันอุปกรณ์และผลงานการติดตั้งเป็นระยะเวลา 1 ปี หรือตามกำหนดในสัญญานับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบระบบมาใช้งาน

บทที่ 11

ระบบสายสัญญาณข้อมูล (DATA CABLING SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องสามารถรองรับอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเป็นไปตามมาตรฐานของระบบสายสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
 - EIA / TIA 568 ข้อกำหนดการเดินสายสัญญาณในอาคาร
 - EIA / TIA 569 ข้อกำหนดเกี่ยวกับ Pathway และช่องเดินระบบสื่อสาร
 - EIA / TIA 606 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการดูแลระบบสายสัญญาณ
- 1.2 ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องถูกออกแบบให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นระบบย่อย ๆ ได้อย่างสมบูรณ์แบบคือการเชื่อมต่อระหว่างอาคาร (Campus Backbone) การเชื่อมต่อระหว่างชั้น (Riser Backbone) การเชื่อมต่อภายในชั้น (Horizontal Cabling) จุดพักกระจายสาย (Telecom Closet) ตลอดจนจุดของผู้ใช้งาน (Workstation)
- 1.3 ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ Passive ที่เป็นของใหม่ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 1.4 การติดตั้งต้องมีระบบโครงสร้าง (Structured) เรียบร้อยสวยงามสะดวกต่อการใช้งาน

2. ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ทั้งหมดตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

3. ความต้องการด้านเทคนิค

ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยสาย Fiber Optic และสาย UTP พร้อมอุปกรณ์ประกอบ ต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1 Outdoor Fiber Optic Cable มีรายละเอียดดังนี้
 - เป็นชนิด Singlemode 9 / 125 micron มีจำนวนใยแก้วนำแสง (Cores) ตามที่แสดงในแบบ
 - มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ISO / IEC 11801 และ EIA / TIA – 568B สามารถใช้ติดตั้งได้ทั้งโดยวิธีแขวนในอากาศหรือร้อยท่อฝังดิน
 - ผิวด้านนอกของสายเคเบิลที่ใช้ติดตั้งภายนอกอาคารต้องทำด้วยวัสดุชนิดที่ทนต่อรังสี UV ในบรรยากาศ
 - มีรหัสสีเพื่อใช้จำแนกสายใยแก้วแต่ละเส้นเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน
 - สายใยแก้วทั้งหมดต้องบรรจุอยู่ในท่อ โดยมีโครงสร้างเป็นแบบ Core Tube และมีสารป้องกันความชื้น (Water Blocking) บรรจุอยู่โดยรอบท่อดังกล่าว จะต้อง มี Steel Armor บรรจุล้อมรอบอยู่เพื่อป้องกันการกัดแทะของสัตว์
 - มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้
 - Maxim Pulling Tension : 1,000 N
 - Minimum Bending Radius : Under on Load 10 x Cable Diameter
Under Load 20 x Cable Diameter
 - Typical Attenuation : 0.36 dB / km at 1,310 nM.
0.25 dB / km at 1,550 nM.

- Maximum Dispersion : 3.5 ps / (nm x LM) - km of 1310 nm.
- Zero – Dispersion Wavelength : 1,312 nm

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
- ผิวฉนวนนอกของสายเคเบิลที่ใช้ติดตั้งภายในอาคารต้องทำด้วยวัสดุชนิด 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) และผิวฉนวนนอกเป็น FR / PVC (Frame Retardant PVC)
- สามารถรับส่งข้อมูลได้ในช่วงความกว้างของสัญญาณ (Bandwidth) ไม่ต่ำกว่า 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 โดยใช้เครื่องมือได้ทั้งชนิด 110 และ LSA พร้อมทั้งผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม UTP Patch Panel ให้เพียงพอ สำหรับระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์และระบบโทรศัพท์ โดยแยก Patch Panel ของทั้งสองระบบ ออกจากกันเป็นส่วน ๆ
- เต้ารับ (Modular Outlet) ที่เสนอจะต้องเป็นแบบ Modular RJ45 8 Pins ตามมาตรฐาน EIA / TIA 568B Cat 6 บน T568B โดยใช้เครื่องมือได้ทั้งชนิด 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 พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมระบบความร้อนไม่น้อยกว่า 2 ชุดต่อตู้
 - ตู้ Rack ทุกตู้ต้องต่อระบบสายดิน โดยระบบสายดินต้องแยกออกจากระบบสายดินของระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องทำ Shop Drawing และแสดงรายละเอียดการติดตั้งที่จำเป็นให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่เลือกใช้ ส่งให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนติดตั้ง

5. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสายที่ได้มาตรฐาน และดำเนินการทดสอบ UTP และ Fiber Optic Cable หลังการติดตั้งและรายงานผลการทดสอบให้กับผู้ว่าจ้างทราบ 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)

ภายหลังการติดตั้งและส่งมอบงานแล้วเสร็จ 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) ซึ่งจะต้องไม่ยึดติดกับการทำงานบน Application ชนิดใดชนิดหนึ่ง (ในส่วนของ Cabling System) โดยจะต้องรับประกันคุณสมบัติของการต่อเชื่อม (Link Performance Certificate) ตามข้อกำหนดของผู้ผลิตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

บทที่ 12
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 โดยอุปกรณ์หลักในห้องควบคุมติดตั้งตู้ 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
- 3.5 สัญญาณเสียง และกำหนดให้มีปุ่มสำหรับโปรแกรมข้อมูลอื่นอีกไม่ต่ำกว่า 8 ปุ่ม โดยไม่รวมกับปุ่มเลือกโซนลำโพง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้ หากมาตรฐานการผลิตของโรงงานแตกต่างกันจะต้องแสดงการเปรียบเทียบเพื่อชี้แจงคุณสมบัติและการใช้งาน

- 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 ได้หากมาตรฐานการผลิตของโรงงานแตกต่างกันจะต้องแสดงการเปรียบเทียบเพื่อชี้แจงคุณสมบัติและการใช้งาน 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 °C to + 40 °C
- Operation Voltage
 - 24 V DC, – 1 / + 30% By External Power Supply Unit

- 3.7 เครื่องขยายเสียง (Power amplifier) ต้องเป็นเครื่องขยายเสียงแบบ Heavy Duty ใช้งานในระบบ PA โดยเฉพาะ มีช่อง Input แบบ 2 Channel เพื่อใช้งาน Channel ที่ 1 เป็นเสียงเพลง (BGM) และ Channel ที่ 2 เป็นเสียงประกาศ (Paging) เพื่อการใช้งานประกาศสามารถที่จะปรับระดับความดังของสัญญาณให้มากกว่าเสียงเพลง โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้ หากมาตรฐานการผลิตของโรงงานแตกต่างกันจะต้องแสดงการเปรียบเทียบเพื่อชี้แจงคุณสมบัติและการทำงาน
- กำลังขยาย : ตามขนาดของโหนดทั้งหมด (โดยให้สำรองกำลังไว้ 20% ของโหนดทั้งหมด)
 - Input / Output : Electronically Balanced
 - Input Level : 775 mV / 0 dBuV
 - 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 : ± 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 พร้อมทั้งหม้อแปลงแมชชีงที่เหมาะสม โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทั่วไป

- ตัวยึدلำโพงทำด้วยสแตนเลสสตีลป้องกันสนิม

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

- ตัวยึدلำโพงทำด้วยสแตนเลสสตีลป้องกันสนิม

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 13
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) ไปเต้ารับโทรศัพท์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
 - เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

2. รายละเอียดตู้ชุมสายอัตโนมัติ (Private Automatic Branch Exchange : PABX)

- 2.1 ระบบควบคุม และระบบสวิตซ์ซึ่ง ต้องเป็นระบบ Stored Program Controlled , ระบบ Fully Electronic ควบคุมการสั่งงานด้วย Microprocessor

2.2 ขนาดของตู้สาขา (System Capacity) รายละเอียดตามที่ระบุในแบบ

- | | | |
|-----------------------------------|-----|--------|
| - Telephone service provider line | ... | คู่สาย |
| - Extension line | ... | คู่สาย |
| - Operator Console | ... | ชุด |

2.3 คุณสมบัติทางด้านทราฟฟิค (Traffic Function)

- การเรียกภายใน (Internal Calls)

การสนทนาระหว่างเครื่องภายใน สามารถทำได้โดยการหมุนเลขหมายภายใน เบอร์ภายในที่วางหูก่อน ต้องถูกตัดสายจากระบบโดยทันที เบอร์ภายในคู่สนทนาที่ยังคงถือสายค้างอยู่ ต้องถูกตัดจากระบบในช่วงระยะเวลาหนึ่ง และ เลขหมายนั้น ต้องอยู่ใน Line lock out condition ในกรณีที่เลขหมายภายในถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกต้องได้รับสัญญาณไม่ว่างทันที

- การเรียกภายนอก (Extension Calls)

ตู้สาขาต้องสามารถแบ่ง Extension ภายในออกเป็นกลุ่มตามขนาดทราฟฟิค ออกเป็น Class of service ต่างๆ กันให้ระบุลักษณะ และจำนวน Class of service ที่มี ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรม Software ที่ควบคุมได้ง่ายและสะดวก ซึ่งแบ่งการ ควบคุมของเลขหมายภายใน ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- Un restriction เครื่องภายใน สามารถเรียกสายนอกได้ทุกประเภท และสามารถรับสายที่เรียกเข้ามาได้ด้วยตนเอง
- Restriction I เครื่องภายในที่สามารถเรียกออกสายนอกได้ ยกเว้นโทรทางไกล และรับสายที่เรียกเข้ามาได้
- Restriction II เครื่องภายในที่สามารถเรียกจากภายนอกได้โดยผ่านโอเปอร์เรเตอร์ และรับสายที่เรียกเข้ามาได้
- Restriction III เครื่องภายในที่ใช้เรียกเครื่องภายในด้วยกัน เท่านั้น

- สายเรียกเข้า
 - เมื่อมีสัญญาณเรียกขนาดแรงดัน 70-80 โวลท์ 20-25 เฮิรตซ์ และความยาวของสัญญาณมากกว่า 0.1 วินาที เครื่องพนักงานรับสายต้องได้รับสัญญาณเรียก
 - เมื่อใดก็ตามที่โอเปอเรเตอร์ ไม่อยู่ในหน้าที่ ก็สามารถกำหนดให้สัญญาณเรียกเข้ามาไปตั้งยังเครื่องที่ต้องการได้ ซึ่งเครื่องนั้นๆ สามารถโอนสายไปยังจุดที่ต้องการได้
 - การโอนสาย
 - เครื่องภายในต้องสามารถโอนสายได้ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสายเรียกภายใน หรือภายนอก หรือผ่านไทม์ไลน์ ไปยังเครื่องภายในเครื่องอื่น หรือเครื่องพนักงาน รับสาย ได้ด้วยตนเอง
 - ก่อนที่พนักงานรับสาย จะโอนสายต่าง ๆ ไปยังเครื่องภายในที่ต้องการ พนักงานรับสาย สามารถสนทนากับเครื่องภายในที่ต้องการโอน โดยสายที่พังกอยอยู่ ไม่สามารถได้ยินได้
 - ในกรณีที่เครื่องภายในที่พนักงานรับสาย ต้องการโอนสายให้ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (Camp - on) ซึ่งในขณะที่ทำการ Camp - on อยู่ นั้นๆ เครื่องภายใน นั้นๆ จะได้ยินสัญญาณรอสายบอกให้ทราบ เมื่อใดก็ตามที่เครื่องต้องการโอนสายให้ว่างลง สายที่พังกอย ก็จะถูกโอนไปโดยอัตโนมัติ หรือเครื่องภายในอาจพักสาย เพื่อรับสายจากพนักงานรับสายก่อนก็ได้
 - ในกรณีที่เครื่องภายในโทรหาเครื่องภายในด้วยกันที่ไม่ว่าง ก็สามารถจองสายไว้ได้ (Camp - on) ซึ่งในขณะที่ทำการ Camp - on อยู่ นั้นๆ เครื่องภายในที่ไม่ว่างก็จะได้ยินสัญญาณรอสายเช่นกัน โดยที่สัญญาณรอสายนี้ จะต้องแตกต่างไปจากรอสายที่ได้จากเครื่องพนักงานรับสาย
 - เครื่องพนักงานรับสาย ต้องสามารถพักสายหนึ่งไว้ เพื่อรับสายอื่นที่เรียกเข้ามาได้ และสามารถกลับไปรับสายที่พักไว้ได้เมื่อต้องการ
 - พนักงานรับสายต้องสามารถพูดแทรกเข้าไปในคู่สนทนาใดๆ ก็ได้ในกรณีจำเป็นเร่งด่วน
- 2.4 คุณสมบัติทางด้าน Trunk line (Trunk line characters) ตู้สาขาต้องสามารถที่จะเชื่อมต่อวงจรภายนอกได้ดังต่อไปนี้
- 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
 - การเชื่อมต่อวงจรระหว่างตู้สาขา และสายองค์กรโทรศัพท์ 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

- ตู้สาขา ต้องสามารถใช้งานได้ดีที่ความต้านทานของวงจร เครื่องพ่วงภายใน (D.C. Loop Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1,800 โอห์ม และ Leakage Resistance ระหว่างสายสัญญาณต่าง ๆ มีค่าไม่ต่ำกว่า 20,000 โอห์ม
- การเชื่อมต่อวงจรระหว่างตู้สาขา และ Extension Wire ให้ทำที่ MDF

3 เครื่องพนักงานรับสาย (Operator console)

ต้องเป็นแบบสวิตช์ลูป 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 จัดเตรียมแป้นพิมพ์ตามตัวอักษรเพื่อให้พนักงานรับสายต่อสายโดยใช้ชื่อ
- 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. ระบบไฟอุปกรณ์ชุมสาย

- 4.1 ระบบไฟกระแสสลับที่ใช้ ต้องเป็นขนาด 3 เฟส 380/220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
- 4.2 ระบบจ่ายไฟกระแสตรงต้องประกอบด้วยเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ ซึ่งจะถูกระงับไฟให้เต็มอยู่ตลอดเวลา โดยเครื่องประจุแบตเตอรี่ และแบตเตอรี่ต้องมีคุณสมบัติ และข้อกำหนดทางเทคนิค ดังต่อไปนี้
- แบตเตอรี่ให้ใช้ชนิด Sealed Lead-Acid มีขนาดความจุของแบตเตอรี่ที่เสนอมา ต้องพอเพียงที่จ่ายกระแสให้แก่ตู้สาขา ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงในสภาพใช้งานอย่างต่อเนื่อง หลังจากที่ย้ายกระแสไฟฟ้าสลับดับลง
 - แบตเตอรี่ต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 3 ปี ภายใต้การใช้งานในสภาพปกติ
 - เครื่องประจุแบตเตอรี่ คุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ต้องเป็นดังนี้
 - ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันปฐมภูมิ 380 V 3 ϕ หรือ 220V 1 ϕ
 - ความถี่กระแสสลับ 50 Hz.
 - แรงดันไฟตรง 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, ไฟผ่า 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 ตอนแรกสำหรับพักสายทั้งหมดที่มาจากตู้สาขา สายภายนอกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องตอนที่สองสำหรับพักสายที่มาจากเครื่องภายใน จำนวนแผงกระจายสายสำหรับสายนอก จากองค์การโทรศัพท์แต่ละคู่สาย ต้องสามารถใส่อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าได้เมื่อใดก็ตามที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย
- 5.2 แผงกระจายสายต้องประกอบด้วยแผงตัวสายย่อยเป็นชุดๆ การเข้าสายและถอดสาย สามารถทำได้โดยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือ บัดกรี
- 5.3 อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นชนิดหลอดแก๊สบรรจุแก๊ส (Gas Tube Lightning Arrester) ที่สามารถนำกระแสลงดินได้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกิน 200–250 โวลต์ หรือตามที่ผู้ผลิตตู้สาขากำหนดไว้

6. กล่องพักสายโทรศัพท์

ให้ใช้ขั้วพักสาย ต้องเป็นแบบแผงละ 10 คู่สาย ชนิดที่ทำการเข้าสายและถอดสายต้องกระทำด้วยเครื่องมือเฉพาะ ห้ามใช้ชนิดขันสกรู หรือบัดกรี เช่นเดียวกับ MDF ขั้วพักสายนี้ต้องติดตั้งภายในกล่องโลหะขนาดที่เหมาะสม โดยมีจำนวนแผงครบถ้วนตามคู่สายที่กำหนดในแบบ

7. เตารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

เตารับโทรศัพท์เป็นแบบ 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
 - Alpth Double Sheathed Cable หรือเทียบเท่า ให้เดินในระบบใต้ดิน ร้อยในท่อหรือรางเดินสายเพื่อติดตั้งนอกอาคาร
 - สายชนิด TPEV หรือเทียบเท่า ให้เดินระหว่างแผงกระจายสายรวม (MDF) กับตู้สาขาประจำชั้น ร้อยในท่อหรือรางเดินสายเพื่อติดตั้งภายในอาคาร
 - สายชนิด TIEV หรือเทียบเท่า ให้เดินระหว่าง ตู้สาขาประจำชั้น กับเตารับโทรศัพท์ เป็นชนิด 2-Twisted Pair
- 9.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- 9.4 ผู้เสนอราคาจะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับต่อสายปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบ อย่างละ 1 ชุด ส่งมอบพร้อมกับตู้สาขา

10. การตรวจสอบ

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

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

บทที่ 14
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 ไม่อนุญาตให้ใช้ Software ที่เขียน หรือ 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 โดยมีได้หมายถึงต้องจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมดการจัดหาและติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้เท่านั้น)

- 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 : Core i5 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 ตัวสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ 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 ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามที่วิศวกรควบคุมงานเห็นสมควรโดยต้องมีวิศวกรหรือตัวแทนของผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการทดสอบ

บทที่ 15

ระบบควบคุมการเข้า-ออกอัตโนมัติ (ACCESS CONTROL SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะและการติดตั้งระบบควบคุมการเข้าออกลิฟท์รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ทั้งหมด เพื่อให้การใช้งานระบบควบคุมประตูมีความสมบูรณ์ครบถ้วน ตามรายละเอียดและคุณสมบัติดังต่อไปนี้

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

2. รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์

ระบบ ACCESS CONTROL ที่จัดหาจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน ต้องมีผลงานการติดตั้งซึ่งได้รับการยอมรับจากหน่วยงานราชการ และจะต้องมีมาตรฐาน UL และ/หรือ CE รองรับผลิตภัณฑ์ด้วย อุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ประกอบ SECURITY CONSOLE (หากระบุให้มี)

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

- สามารถกำหนดรายละเอียดต่างๆของผู้ถือบัตร เช่น ทะเบียนรถ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ได้ไม่ต่ำกว่า 10 ชนิด
- การโปรแกรมชุดอ่านบัตร จะต้องสามารถกำหนด ชื่อ หมายเลข ชนิด เวลาที่เปิด ประตู และ เวลาแจ้งเหตุ หรือระดับความปลอดภัย พร้อมทั้งสามารถเลือกที่จะให้ข้อมูลแสดงที่เครื่องพิมพ์, เก็บไว้ในแฟ้มทะเบียนบัตรก็ได้ และ/หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์แบบ Real time ได้
- ระบบต้องสามารถโปรแกรมให้ผู้ถือบัตรสามารถสั่งงานเปิด-ปิดอุปกรณ์ภายนอกได้จากชุดปุ่มกดที่เครื่องอ่านบัตรได้โดยตรง
- โปรแกรมสามารถกำหนดให้ผู้ถือบัตรสามารถเข้าประตูได้โดยใช้เพียงการกดรหัสที่เครื่องอ่านบัตร
- โปรแกรมสามารถออกบัตรให้ผู้ติดต่อชั่วคราว (visitor) โดยกำหนดจากเครื่อง client ได้ทั้งแบบ standard client และ web client
- การรายงานจะต้องสามารถแสดงผลทางหน้าจอ หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ ได้ตามกำหนดหรือตาม schedule ได้ โดยแสดง
 - หมายเลขบัตร, วัน, เวลา ที่ผ่านเข้าออกตามปกติ
 - วัน, เวลา, ตำแหน่งประตูที่เปลี่ยนสถานะ
- โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลการเข้า-ออกของพนักงานทุกครั้งที่มี การผ่านเข้า-ออก ZONE ต่างๆ และสามารถจัดการข้อมูลให้เรียกออกมาดูได้ใน ลักษณะต่างๆ เช่น
 - เรียงตามลำดับชื่อ และรายละเอียดเฉพาะบุคคล
 - แผนงาน
 - ช่วงเวลา
 - GROUP ZONE
- โปรแกรมสามารถเลือกเจาะจงเวลาในการเข้าออกของผู้ถือบัตรในแต่ละ ZONE ได้ไม่น้อยกว่า 99 รูปแบบ
- โปรแกรมสามารถพิมพ์ TRANSACTION EVENT ที่เกิดขึ้นออกทางเครื่องพิมพ์โดยอัตโนมัติ เมื่อมี EVENT หรือ ALARM เกิดขึ้น
- โปรแกรมต้องสามารถแสดง EXTENSIVE ONLINE HELP ซึ่งเป็นคู่มือช่วยเหลือการใช้งานโปรแกรมแบบ Online เพื่อช่วยผู้ใช้งานระบบได้
- โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกับชุดจัดพิมพ์บัตร โดยสามารถจัดทำรูปแบบบัตร ถ่ายรูปเจ้าของบัตร และพิมพ์ลงบัตรผ่านเครื่องพิมพ์บัตรได้ (OPTIONAL)

2.3 ชุดควบคุมประตู (MAIN DATABASE UNIT)

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

- จะต้องมีการรูปแบบการทำงานแบบ Centralized Controller ซึ่งมีการประมวลผลการทำงานที่ Central Controller โดยเครื่องอ่านบัตร กับหน่วยประมวลผลจะแยกส่วนออกจากกัน ไม่ใช้ทำงานแบบ Integrated Controller ซึ่งเครื่องอ่านบัตรกับหน่วยประมวลผลเป็นชิ้นเดียวกัน ทำให้สามารถจัดเครื่องอ่านบัตร และทำการลัดวงจรด้านหลังเพื่อให้ประตูเปิดได้

- จะต้องสามารถทำงานแบบ REAL TIME CLOCK
- จะต้องสามารถรองรับเทคโนโลยีของเครื่องอ่านบัตรในอนาคตได้โดยไม่ต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์อื่นๆ
- จะต้องสามารถตั้งวันหยุดได้อย่างน้อย 4 กลุ่ม รวม 32 วันต่อปี
- ผู้ควบคุมจะต้องสามารถบันทึกรายละเอียดต่างๆ ใน TRANSACTION RECORD ได้อย่างน้อย ดังต่อไปนี้
 - วันที่/เดือน
 - เวลา
 - รหัสประจำตัวผู้ถือบัตร
 - TRANSACTION EVENT เพื่อแสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
 - ตำแหน่งประตู
- จะต้องสามารถตั้งเวลาหน่วงการเปิดประตูได้จาก 99 วินาที
- TRANSACTION EVENT จะต้องมียรายละเอียดอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - VALID ENTRY/EXIT
 - INVALID CARD
 - INVALID PERSONAL IDENTIFICATION NUMBER
 - INVALID TIME ZONE
 - OPEN TOO LONG ALARM
 - BREAK GLASS SWITCH ALARM
 - ANTIPASSBACK
 - DOOR FORCE
- จะต้องมียไฟแสดงการทำงานต่างๆ ของระบบ ดังนี้
 - ไฟแสดงการทำงานของแผงควบคุม
 - ไฟแสดงการทำงานของระบบไฟเข้าแผงควบคุม
 - ไฟแสดงการทำงานปกติของ หน่วยความจำ
 - ไฟแสดงการทำงานปกติของ ระบบ
 - ไฟแสดงการส่งข้อมูล
 - ไฟแสดงการรับข้อมูล
- จัดแบ่ง ZONE ต่างๆ ได้
- มีอุปกรณ์ AUDIBLE ALARM อยู่ในแผงชุดควบคุม สำหรับ ส่งเสียงเมื่อเกิด ALARM ต่างๆ
- จะต้องสามารถจัดเก็บ OFFLINE TRANSACTION EVENT กรณีการเชื่อมต่อกับ PC ชัดข้อง ได้ไม่น้อยกว่า 65,000 เหตุการณ์
- สามารถกำหนด TIME COMMAND ได้ไม่น้อยกว่า 256 คำสั่ง
- สามารถกำหนด CONDITIONAL COMMAND ได้ไม่น้อยกว่า 99 คำสั่ง

2.4 ชุดควบคุมเครื่องอ่านบัตร (DOOR CONTROLLER UNIT)

เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมชุดลิคประตู, 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 และเมื่อระบบไฟฟ้ากลับคืนสู่สภาวะปกติ ต้องสามารถถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อกับ PC โดยอัตโนมัติ

- ระบบจะต้องสามารถต่อ ชุดเครื่องอ่านบัตร(CARD READER) ได้ไม่น้อยกว่า 256 เครื่องอ่านบัตร
- ระบบสามารถรองรับผู้ถือบัตร (CARD HOLDER) ได้ไม่น้อยกว่า 20,000 ใบ
- ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องอ่านบัตรมาตรฐาน Wiegand 26 bit ได้

2.5 เครื่องอ่านบัตรพร็อกซิมิตี (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 เป็นแบบอ่านบัตรพร้อมกรรหสประจําตัว 4 ซึ่งไม่ซ้ำกันในแต่ละใบ และสามารถเปลี่ยนแปลงในภายหลังได้ หรือเป็นแบบอ่านบัตรอย่างเดียว ตามระบุในแบบ
- เครื่องอ่านบัตร Proximity Card Reader และบัตรพร็อกซิมิตี จะต้องมียุคอ่านบัตรไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
- สามารถกำหนดการทำงานให้ระบบลบข้อมูลบัตร ในกรณีกรรหสประจําตัวผิด 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 16
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)
(Closed Circuit Television)

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. ความต้องการด้านเทคนิค

ในกรณีที่แบบได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้

2.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Fix IP day/night ต้องมีคุณสมบัติตามกำหนดดังนี้

- ประเภทกล้องใช้ภายในอาคาร
- มีระบบรองรับการทำงานแบบ day/night mode
- อุปกรณ์รับภาพขนาด CMOS 1/3 นิ้ว หรือ 1/4 นิ้ว
- ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า D1 ที่ 25 FPS ต่อกล้อง
- สามารถจับภาพได้ชัดเจนภายใต้ความสว่างได้ที่มีความเข้มของแสงไม่น้อยกว่า 0.3 Lux (Color) และ 0.02(B/W)
- พร้อมเลนส์ Auto Iris Vari - Focal 3 – 8มิลลิเมตร (F1.0) day and night
- มี Encoding แบบ H.264
- มี Sync System แบบ Internal, line lock
- มีระบบ Motion detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก๊ซ เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
- มีระบบ Intelligent detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก๊ซ เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
- Intrusion detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการบุกรุกเข้าบริเวณตรวจจับ
- Tamper detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการปิดบังบริเวณด้านหน้าเลนส์กล้อง
- สามารถโปรแกรม ชื่อกล้องเป็น Text on Screen ได้
- กล้องรองรับการส่งสัญญาณ ดังนี้ TCP/IP, HTTP, RTSP, RTCP, RTP/UDP, RTP/TCP, SNTP, UPnP, SMTP, IGMP, DHCP, DDNS, IEEE 802.1X
- กล้องรองรับการส่งสัญญาณไฟฟ้ามาพร้อมสาย network POE(Power Over Ethernet) +8 to +16 VDC, 340mA@12VDC
- มี Backlight compensation
- มี ระบบควบคุม Iris แบบ Video และ DC
- มีระบบ Auto White Balance และ Automatic Gain Control (AGC)
- มีช่องสำหรับ MicroSD memory card

2.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Fix IP Dome day/night ต้องมีคุณสมบัติตามกำหนดดังนี้

- ประเภทกล้องใช้ภายในและนอกอาคาร
- มีระบบรองรับการทำงานแบบ day/night mode

- ตัวกล้องเป็นแบบ Vandal proof
 - อุปกรณ์รับภาพขนาด CMOS 1/3 นิ้ว หรือ 1/4 นิ้ว
 - ความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า D1 ที่ 25 FPS ต่อกล้อง
 - สามารถจับภาพได้ชัดเจนภายใต้ความสว่างได้ที่มีความเข้มของแสงไม่น้อยกว่า 0.3 Lux (Color) และ 0.002(B/W)
 - 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
 - มี Digital input 1, Digital output 1
 - มีระบบ Motion detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก๊ซ เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
 - มีระบบ Intelligent detection ภายในตัวกล้องเอง สามารถกำหนด แก๊ซ เปลี่ยนแปลง ค่าได้ภายหลัง
 - Intrusion detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการบุกรุกเข้าบริเวณตรวจจับ
 - Tamper detection แจ้งเตือนกรณีที่มีการปิดบังบริเวณด้านหน้าเลนส์กล้อง
 - สามารถโปรแกรม ข้อกล้องเป็น Text on Screen ได้
 - กล้องรองรับการส่งสัญญาณ ดังนี้ TCP/IP, HTTP, RTSP, RTCP, RTP/UDP, SNTP, UPnP, SMTP, IGMP, DHCP, FTP, DDNS
 - กล้องรองรับการส่งสัญญาณไฟฟ้ามาพร้อมสาย network POE(Power Over Ethernet) +8 to +16 VDC, 340mA@12VDC
 - มี Backlight compensation
 - มี ระบบควบคุม Iris แบบ Video และ DC
 - มีระบบ Auto White Balance และ Automatic Gain Control (AGC)
 - IP 65
 - มีช่องสำหรับ MicroSD memory card
- 2.3 ในกรณีที่กำหนดให้มีฝาครอบกล้องแบบโคม ชนิดของฝาครอบต้องเป็น ABS Plastic น้ำหนักเบาและแข็งแรง ขนาดเหมาะสมกับกล้องจับภาพและอุปกรณ์ประกอบกล้อง
- 2.4 เครื่องบันทึกภาพระบบเน็ตเวิร์ค (Network Video Recorder: NVR) พร้อมระบบปฏิบัติการ (Operating System) หรือ Software Program ต้องมีคุณสมบัติและความสามารถในการทำงานอย่างน้อยตามกำหนด ดังนี้
- เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพระบบดิจิทัลที่บันทึกสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิดลงในหน่วยความจำชนิดฮาร์ดดิสก์ ชนิด Non-PC แบบ Stand Alone
 - ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux OS โดยสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านทาง USB Mouse, Remote Control และระบบเน็ตเวิร์คได้
 - 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 สำหรับเรียกดูภาพผ่านเน็ตเวิร์ค ไม่น้อยกว่า 80Mbps
 - รองรับการทำงานของฮาร์ดดิสก์ชนิด SATA จำนวน 2 พอร์ต และรองรับความจุของฮาร์ดดิสก์ ได้สูงสุดที่ 8TByte โดยผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งฮาร์ดดิสก์ ให้ไม่น้อยกว่า 1 TByte สำหรับบันทึกภาพ
 - สามารถกำหนดขนาดในการบันทึก Resolution, Bit rate และ Frame rate ของแต่ละกล้องได้แตกต่างกัน

- สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกภาพของแต่ละกล้องได้ (Recording Expired Time)
 - รองรับฟังก์ชันการทำงานฮาร์ดดิสก์แบบ S.M.A.R.T โดยสามารถแจ้งอาการผิดปกติของฮาร์ดดิสก์ได้ เช่น ฮาร์ดดิสก์ผิดพลาด (HDD error) และ ฮาร์ดดิสก์เต็ม (HDD full) ได้
 - รองรับการทำงานแบบล็อกเฉพาะไฟล์ (Locking และ Unlocking) ที่ต้องการ ไม่ให้ถูกลบ หรือถูกเขียนทับ
 - รองรับการเชื่อมต่อกล้อง IP Camera ความเร็วสูง 50 ภาพต่อวินาที (PAL) และ 60 ภาพต่อวินาที (NTSC)
 - สามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพของแต่ละกล้องได้อย่างอิสระ โดยสามารถแบ่งได้ 8 ช่วงเวลาใน 1 วัน
 - รองรับช่องสัญญาณภาพขาออก (Video Output) แบบ HDMI และ VGA อย่างละ 1 พอร์ต ที่ความละเอียด 1920x1080 และ 1600x1200
 - รองรับโปรโตคอลในการทำงานผ่านเครือข่ายเน็ตเวิร์ค แบบ TCP/IP, IPv6, UDP, DNS, NTP, SMTP และ SNMP เป็นอย่างน้อย
 - สามารถเชื่อมต่อกับระบบ Network ได้โดยผ่านทาง Ethernet Port RJ-45 ที่ความเร็ว 10/100/1000 Mbps
 - สนับสนุนการเรียกดูภาพผ่านทางระบบเน็ตเวิร์คแบบ 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 0-45 องศาเซลเซียส
 - สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ AC220 โวลต์
 - อุปกรณ์ที่เสนอราคาจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE และ UL เป็นอย่างน้อย
- 2.5 จอแสดงผลภาพ (LCD Monitor) สำหรับแสดงภาพจากกล้องจับภาพหรือตามที่กำหนดในแบบ
- 2.6 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 โดยทั่วไปให้ร้อยในโลหะ ยกเว้นสายสัญญาณที่ติดต่อกับลิฟท์
- 4.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งบล็อกไดอะแกรม รายการคำนวณระดับสัญญาณ และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการติดตั้งเสนอต่อผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้ง
- 4.5 การต่อของเคเบิลกับอุปกรณ์อื่นๆในระบบ CCTV ต้องใช้ตัวต่อเฉพาะ คือ บีเอ็นซีคอนเนคเตอร์ (Signal Cable and BNC Connector) สามารถใช้ได้ทั้งสายนำสัญญาณแบบทั่วไป หรือสายใยแก้ว

5. การทดสอบระบบ

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบ Output Signal Level ในขณะที่มีการส่งสัญญาณภาพจากทุกกล้อง โดยต้องวัดระดับค่าสัญญาณที่ออกมาทุกตัว รวมทั้งดูสัญญาณจริงผ่านมอนิเตอร์ด้วย และทำรายงานบันทึกสัญญาณที่วัดได้ก่อนเข้าเครื่องบันทึกสำหรับกล้องทุกตัวเป็นตาราง Test Report และส่งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติ

บทที่ 17
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์
(SOLAR CELL ON GRID SYSTEM)

รายการอุปกรณ์ที่ใช้

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์

- 1.1 ชนิด Mono Crystalline Half Cell Module ขนาดไม่น้อยกว่า [700] วัตต์สูงสุด (Wp) ต่อแผง ได้รับมาตรฐาน IEC (International Electro technical Commission) และมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- 1.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีการรับรองอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 12 ปี (Product Warranty) และรับรองคุณภาพของกำลังการผลิตไฟฟ้าจะต้องมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ภายในระยะเวลา 25 ปี

VENDOR LIST : ASTRONERGY / TRINA SOLAR / JINKO SOLAR หรือเทียบเท่า 1st TIER PV LEVEL

2. โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

- 2.1 คุณสมบัติโครงสร้างรองรับ ป้องกันสนิมเทียบเท่าอลูมิเนียมเกรด 6005-T5 (หรือดีกว่า) หรือสแตนเลส (Stainless steel) เกรด AISI316, 316L, 316TT, 317
- 2.2 วัสดุ อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงสร้าง และอุปกรณ์จับยึด ชุดโครงสร้างหลังคาสถานที่ติดตั้งจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากอลูมิเนียมเกรด 6005-T5 (หรือดีกว่า) หรือสแตนเลส (Stainless steel) เกรด AISI316, 316L, 316T1, 317

VENDOR LIST : PLP / CHIKO / BASOR / WELFIX หรือเทียบเท่า

3. อุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้า

- 3.1 เป็นอุปกรณ์แปลงผันกำลังไฟฟ้า ที่ผ่านหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนของการไฟฟ้า อยู่ในบัญชีรายชื่อผลิตภัณฑ์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- 3.2 เป็นอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า ที่ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าแรงต่ำได้โดยตรง
- 3.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองมาตรฐาน IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 60068, และ IEC61683 พร้อมแนบเอกสารดังกล่าว
- 3.4 ประสิทธิภาพสูงสุดของอินเวอร์เตอร์ ไม่ต่ำกว่า 98%
- 3.5 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -25 ถึง 60 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
- 3.6 มีระบบระบายอากาศแบบพัดลม
- 3.7 มีมาตรฐานการป้องกันไม่น้อยกว่า IP66
- 3.8 รองรับแรงดันขาเข้าสูงสุด (Max. DC input Voltage) ได้ไม่ต่ำกว่า 1100 Vdc
- 3.9 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเริ่มการทำงาน (Start Voltage) ไม่มากกว่า 200V
- 3.10 รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด (Max. Input Current per MPPT) ได้ไม่ต่ำกว่า 30 A
- 3.11 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อผ่าน Port มาตรฐานเป็น RS 485 ไม่น้อยกว่า 1 ชุด หรือ Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด หรือ เชื่อมต่อผ่านสัญญาณเครือข่าย (4G / 3G / 2G / Wi-Fi)
- 3.12 เป็นชนิด 3 เฟส 4 สาย 400 V 50 Hz ที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง

VENDOR LIST : HUAWEI หรือเทียบเท่า

4. สายไฟฟ้า

- 4.1 ได้รับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.), มาตรฐาน IEC (International Electro technical Commission) และ มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

VENDOR LIST : DC CABLE : PRYSMIAN, LINK หรือเทียบเท่า

VENDOR LIST : AC CABLE : BCC, THAI YASAKI หรือเทียบเท่า

5. ตู้ไฟฟ้า

- 5.1 วัสดุทำจากแผ่นเหล็ก แผ่นขาวคุณภาพสูง หรือเหล็ก Electro-Galvanized หรือเหล็ก Aluminum-zinc โดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. หรือดีกว่า

VENDOR LIST : ไม่ระบุ

6. เครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าแบบดิจิทัล

- 6.1 มีหน้าจอแสดงผล และสามารถสื่อสารค่าทางไฟฟ้าที่สำคัญแบบ RS485 หรือ wifi หรือ Ethernet (LAN) หรือดีกว่า

VENDOR LIST : JANIZA หรือเทียบเท่า

7. อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้า

- 7.1 DC Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจร Inverter ด้านไฟฟ้ากระแสตรง ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับระบบ Solar PV โดยเฉพาะ
- 7.2 AC Circuit Breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจร Inverter ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นชนิด 3 poles, 3 Phase 400V 50Hz เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 7.3 Circuit Breaker สำหรับป้องกันและ ปิด-เปิด วงจรเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า ของอินเวอร์เตอร์กับแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Load Center) ออกแบบเพื่อใช้สำหรับระบบ Solar PV โดยเฉพาะ
- 7.4 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก (DC Surge Protection) ด้านไฟฟ้ากระแสตรง ออกแบบเพื่อใช้สำหรับระบบ Solar PV โดยเฉพาะ
- 7.5 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก (AC Surge Protection) ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ ออกแบบเพื่อใช้สำหรับระบบ Solar PV โดยเฉพาะ

VENDOR LIST : EATON / LS / SUNTREE / I-POWER หรือเทียบเท่า

8. ระบบติดตามประเมินผล (Monitoring System)

- 8.1 สามารถดูสถานการณ์ทำงานของระบบผ่าน Web Browser ได้
- 8.2 สามารถดูระบบประเมินผล ติดตามการทำงานและรายงานของระบบผ่านทางเว็บไซต์ หรือ แอปพลิเคชัน บนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ, โน้ตบุ๊ก, คอมพิวเตอร์, หรือ เครื่องโทรทัศน์ LED (Smart TV) ได้
- 8.3 ต้องมีศูนย์บริการบำรุงรักษา(Maintenance & ServiceCenter) ในประเทศไทย และมีการสำรองอะไหล่ โดยต้องได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจากฝ่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างถูกต้อง

VENDOR LIST : MONITORING SYSTEM BY HUAWEI WEB BASE หรือเทียบเท่า

บทที่ 18
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 / SCHENIEDER ELECTRIC / MITSUBISHI / SOCOMEC / SIEMENS / CIRCUTOR
- หรือเทียบเท่า

2.7 BATTERY AND BATTERY CHARGER

- EXIDE / CHLORIDE / YUSA / GS
- หรือเทียบเท่า

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

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

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

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

- BTICINO / PANASONIC / SCHNEIDER ELECTRIC / SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

- ABB / SCHNEIDER ELECTRIC / BTICINO / SIEMENS
- หรือเทียบเท่า

Ἰνκκνῖ ἰϥ κῃκῆ ἔκκε ϣῇ ηζ Ḡæκ
I-кō íñ ħ̄ñ ḡzē Lk j̄ ħ̄ñ qō īv

ĪŃĶĶŅĭġĶŃĶĖŅķēķōññzĜæĶ
 Ĭ-ĶōĭññññzōōĶĭññqōĭv

IṼKkNjǫkñkĖÑkeKŕñHŽGæK
I-kōíññHŽrōLkjñkđĩv

2.17 HID LAMP

ติดตั้งอุปกรณ์ HID
- ติดตั้งอุปกรณ์ HID

2.18 LAMP HOLDER

ติดตั้งอุปกรณ์
- ติดตั้งอุปกรณ์

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&EPLX)
- 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