สารบัญ

หน้า

1. ข้อกำหนดทั่วไป 1-1
2. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน 2-1
3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 3-1
4. แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำและสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ 4-1
5. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER) 5-1
6. บัสเวย์ 6-1
7. ช่องเดินสายและรางเคเบิล 7-1
8. สายไฟฟ้า 8-1
9. การต่อลงดิน 9-1
10. ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า 10-1
11. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ SPD (Surge Protection Device) 11-1
12. การป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด 12-1
13. โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้ง 13-1
14. สวิตช์และเต้ารับ 14-1
15. ระบบโทรศัพท์ 15-1
16. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 16-1
17. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (IP CAMERA SYSTEM) 17-1
18. ระบบทีวี 18-1
19. รายการโคมไฟฟ้า 19-1

20. อุปกรณ์มาตรฐาน 20-1

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 บทนำ

1.1.1 ข้อความในเอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของสัญญาจ้างเหมางานก่อสร้าง และให้ใช้บังคับครอบคลุมการดำเนินการก่อสร้างทั้งหมด ทั้งนี้หากมีข้อความในเอกสารฉบับนี้ขัดแย้งกับสัญญา

1.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อมของประเทศไทย ดังข้อมูลต่อไปนี้

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 40 ^{o}C (104 ^{o}F)
- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30 ^{o}C (86 ^{o}F)
- ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 94 %
- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 79 %

1.2 ขอบเขตของงาน

1.2.1 จัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณต่างๆที่ถูกต้องและสมบูรณ์ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งระบบอื่นๆ ที่เขียนไว้ในแบบ รายการประกอบแบบ และเอกสารที่มีที่แนบมาด้วย

1.2.2 จัดหาวิศวกรไฟฟ้าสาขาไฟฟ้ากำลัง ประเภทสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นวิศวกรโครงการ โดยต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถ มีประสบการณ์ในการทำงานอย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป และสามารถทำงานและประสานงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี

1.2.3 จัดหาหัวหน้าช่างและช่างผู้ชำนาญงานที่มีประสิทธิภาพ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันที และแล้วเสร็จทันตามแผนงาน

1.2.4 ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล ผู้รับจ้างตู้สาขาโทรศัพท์ ผู้รับจ้างระบบลิฟต์ ผู้รับจ้างตกแต่งภายในและผู้รับจ้างรายอื่นตามแต่ที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดในภายหลังเพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

1.2.5 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า ในการดำเนินการปักเสาและพาดสายแรงสูง การตรวจอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึงการจัดเตรียมเอกสารต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการขอไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้าฯ สำหรับการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้กับหน่วยงานของการไฟฟ้าฯโดยตรง

1.2.6 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่ให้บริการโทรศัพท์ เพื่อติดตั้งสายโทรศัพท์เข้ามาที่ตัวอาคารจนถึงแผงต่อสายโทรศัพท์ของอาคาร ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายให้กับหน่วยงานหรือบริษัทที่ให้บริการโทรศัพท์นั้นโดยตรง

1.2.7 จัดทำการทดสอบและทดลองเครื่อง ตลอดจนแก้ไขปรับแต่งให้ได้ตามที่ระบุในแบบและความต้องการของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงานรวมทั้งค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ

ต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.3 <u>การขออนุมัติวัสดุ</u>

1.3.1 ผู้รับจ้าง จะต้องทำเอกสารขออนุมัติวัสดุทุกชนิดที่ใช้ในโครงการ

1.3.2 เอกสารขออนุมัติวัสดุ กำหนดให้ส่งขออนุมัติขั้นต่ำ 3 ชุด ได้แก่ ผู้ออกแบบ 1 ชุด ผู้ควบคุมงาน 1 ชุด ผู้รับจ้าง 1 ชุด นอกเหนือจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

1.3.3 เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องประกอบขึ้นด้วยเอกสารตัวจริงจากทางผู้ผลิต ถ้าเอกสารบางส่วนจำเป็นต้องใช้สำเนา เช่น เอกสารแสดงมาตรฐาน สำเนาจะต้องมีความคมชัดใกล้เคียงของจริง สามารถอ่านได้อย่างชัดเจน

1.3.4 เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องจัดทำ Index หรือแผ่นคั่น อย่างละเอียด เพื่อให้การตรวจสอบเอกสารเป็นไปอย่างชัดเจน รวดเร็ว และเข้าใจตรงกันทุกฝ่าย

1.3.5 นอกเหนือจากเอกสารหรือ Catalogue ทั่วไปที่ใช้ในการขออนุมัติวัสดุแล้ว เอกสารขออนุมัติวัสดุจะต้องมีส่วนประกอบขั้นต่ำ ดังนี้

1.3.5.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุตามรายการประกอบแบบ เป็นเอกสารที่แสดงว่า วัสดุที่ขออนุมัติ มีคุณสมบัติตรงตามรายการประกอบทุกประการหรือไม่ ถ้าคุณสมบัติวัสดุข้อใดเป็นไปตามข้อกำหนด ให้ระบุในตารางด้วยว่า ตรวจสอบคุณสมบัติได้ที่หน้าใดของเอกสาร แต่ถ้า คุณสมบัติวัสดุข้อใดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ชี้แจงเหตุผลประกอบการพิจารณาด้วย และตารางเปรียบเทียบ จะต้องประทับตราบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งเซ็นกำกับโดยวิศวกรผู้ที่รับผิดชอบในการทำตารางนี้

1.3.5.2 รายการอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบที่ใช้ในการขออนุมัติวัสดุ อันประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น จำนวนที่ใช้ และมาตรฐานรองรับ เนื่องจากวัสดุบางระบบ ประกอบด้วยวัสดุย่อยหลายชนิด ยกตัวอย่าง ระบบวงจรปิด จะประกอบด้วย กล้อง ชุดครอบกล้อง เลนส์ จอแสดงผล ชุดควบคุม คีย์บอร์ด แร็ค และยูพีเอส เป็นต้น

1.3.5.3 รายการคำนวณ และใบแสดงมาตรฐานรองรับ ตามที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบของอุปกรณ์นั้นๆ

1.3.5.4 ผลงานการติดตั้งในอดีตของผู้ผลิต (Project Reference) อย่างน้อยสองปี

1.4 <u>การปฏิบัติงาน</u>

1.4.1 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่น แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาลเป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงานอื่นๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุ และ/หรืออุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่น ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบก่อนกำหนดที่จะติดตั้ง เพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความตกลงแก้ไข ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุ และ/หรือ อุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไข โดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มหรือขอต่อเวลาทำงานมิได้

1.4.2 กรณีที่งานของผู้รับจ้างต้องทำหรือติดตั้งใกล้กับงานระบบอื่นๆ หรือพื้นที่ที่หลักฐานปรากฏว่างานของผู้รับจ้างกีดขวางการทำงานของระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องช่วยเหลือขยับขยายหรือ จัดเนื้อที่หรือ พื้นที่เพื่อให้พอใจแก่ทุกฝ่าย ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งงานไปก่อนที่จะร่วมพิจารณากับงานระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างต้อง

เปลี่ยนแปลง ดัดแปลงหรือแก้ไขงานของผู้รับจ้างเพื่อให้เข้ากับงานอื่นๆ ได้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

1.4.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ยี่ห้อใดที่ถูกกำหนดให้ใช้ในรายการที่แนบหรือในแบบ ให้ถือว่าผู้รับจ้างต้องหามาติดตั้งในระบบไฟฟ้า หากจะใช้วัสดุหรือยี่ห้ออื่นที่ต่างออกไปจากที่กำหนดก็ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าที่ถูกกำหนดให้ใช้ แต่ทั้งนี้ต้องเสนอเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อขออนุมัติใช้วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือดีกว่าต่อผู้ว่าจ้างก่อน ผู้รับจ้างต้องเสนอราคาเปรียบเทียบของอุปกรณ์วัสดุที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการกับอุปกรณ์หรือวัสดุที่ขออนุมัติใช้แทน ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งหรือใช้วัสดุยี่ห้ออื่นที่ไม่ได้กำหนดไว้ในรายการนี้หรือแบบนี้ โดยมิได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างถือสิทธิที่จะให้ผู้รับจ้างถอดถอนอุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวออกโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.4.4 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ และเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและเปลี่ยนแปลงจำนวน และประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอหรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับการทำงาน

1.5 มาตรฐานและกฎข้อบังคับต่าง ๆ

ในการปฏิบัติงานติดตั้ง ให้ยึดถือมาตรฐานและกฎข้อบังคับต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิง ยกเว้นกรณีมีกำหนดแน่นอนในแบบหรือรายละเอียด หากมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและมาตรฐาน หรือระหว่างมาตรฐานอ้างอิงต่างๆ ให้ถือคำชี้ขาดของวิศวกรออกแบบหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเป็นที่สิ้นสุด มาตรฐานอ้างอิงประกอบด้วย

ว.ส.ท.	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
กฟภ.	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กฟน.	การไฟฟ้านครหลวง
ม.อ.ก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
BS	British Standard
DIN	Deutsher Industrie Normen (German Industrial standard)
IEC	International Electro-technical Commission
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
UL	Underwriter's Laboratories,Inc.
VDE	Verband Dentsher Electro techniker (German Electrical Regutation and Codes)

1.6 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องมีการทดสอบคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติใช้ติดตั้งในโครงการนี้ ให้สามารถทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม
- การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

- สถาบันอื่นๆที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

1.7 แบบแปลนและคู่มือ

1.7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop drawing) และแบบแสดงการติดตั้งของอุปกรณ์ ซึ่งเขียนด้วย Autocad 2010 (อย่างต่ำ) ขนาดของแบบต้องเท่ากับแบบของผู้ว่าจ้าง จำนวน 3 ชุด เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะติดตั้ง การแก้ไขแบบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้

1.7.2 ในระหว่างปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบติดตั้งจริงให้ถูกต้องตลอดเวลา หากมีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวการเดินท่อ หรือมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่สร้างจริงลงในกระดาษเขียนแบบ พร้อมทั้งบันทึกแสดงรายการและรายละเอียดที่ได้แก้ไขจากแบบใช้งานเดิม และแบบตามที่สร้างจริง พร้อมทั้งวิศวกรควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด ในวันส่งมอบงานพร้อมด้วยแบบต้นฉบับ เขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และ Thumb drive 2 ชุด มีขนาดมาตราส่วนเดียวกับผู้ออกแบบ

1.7.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา แสดงวิธีที่ใช้และระยะเวลาของการบำรุงรักษา รวมอะไหล่และอื่นๆ เป็นภาษาไทย สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน 3 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เพื่อตรวจสอบ และขอความเห็นชอบก่อนการส่งมอบจริง

1.8 การทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบ

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานการทดสอบ,เอกสารแสดงวิธีการทดสอบ และข้อแนะนำจากผู้ผลิตในการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ เสนอขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 14 วัน ก่อนการดำเนินการทดสอบ

1.8.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหามาทั้งหมดและจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน

1.8.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้ควบคุมงานและวิศวกรไฟฟ้าอยู่ร่วมขณะทำการทดสอบทุกครั้ง

1.8.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบฟอร์มการทดสอบเสนอขออนุมัติต่อวิศวกรควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ และผลของการทดสอบให้จัดส่งให้ผู้ควบคุมงานจำนวน 3 ชุด

1.8.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.9 การส่งมอบงาน

1.9.1 การตรวจสอบผลการดำเนินงานติดตั้งเป็นช่วงๆ ตามลักษณะงานและความเหมาะสมทางเทคนิค ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือทดสอบ ทำการทดสอบตามมาตรฐานต่อหน้าผู้ควบคุมงานก่อนที่จะปิดช่องท่อหรือฉาบปูนผนัง เมื่อทดสอบแล้วผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆให้เรียบร้อย

1.9.2 การทดสอบ ทดลองเครื่อง และปรับแต่งระบบภายหลังการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล และรายละเอียดข้อกำหนด

1.9.3 การส่งมอบงาน เมื่องานเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการดังนี้

ก) ผู้รับจ้างจะต้องเดินเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้เต็มที่เป็นระยะเวลา 12 ชม. ติดต่อกัน หากมีจุดบกพร่องต้องแก้ไขจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้าง

ข) ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดระบบต่างๆให้เรียบร้อย และจัดทำป้ายชื่อที่เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่างๆ รหัสสีท่อ และลูกศรตามมาตรฐานความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ค) รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน คือ

- แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 1 ชุด
- แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 3 ชุด
- หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 3 ชุด
- เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่งและบำรุงรักษา เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทางผู้ผลิตส่งมาให้
- Thumb drive สำหรับการฝึกอบรม จำนวน 2 ชุด

1.9.4 การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วยผู้ว่าจ้างหรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

1.10 การรับประกัน

1.10.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา ตามสัญญาหลัก นับจากวันที่มีการลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

1.10.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่องและอุปกรณ์เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากโรงงานผลิตหรือฝีมือการติดตั้งที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไข ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยทันที และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด ถ้าเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของผู้ว่าจ้างอันเนื่องจากข้อบกพร่องของงานของผู้รับจ้าง ให้ผู้รับจ้างรับผิดชอบต่อความเสียหายอันพึงมีนั้นทั้งหมด หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไขนับแต่วันที่หนังสือแจ้งจากผู้ว่าจ้างแล้วภายใน 7 วัน และดำเนินการให้เสร็จเรียบร้อยในระยะเวลาที่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการเอง และคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

1.10.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานท่อทั้งหมดรวมทั้งข้อผิดพลาดซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

1.11 การบริการ

1.11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญมาทำการตรวจเช็ค ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน ตลอดระยะเวลารับประกัน หลังจากรับมอบงานแล้ว

1.11.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจเช็ค ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ เสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วันนับจากวันที่ตรวจเช็คทุกครั้ง

2. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน

(OIL IMMERSED HERMETICALLY SEALED)

2.1 ทั่วไป

2.1.1 ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการสร้าง คุณสมบัติ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและการทดสอบ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนน้ำมันติดตั้งภายนอก ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้า ตามประเภท ขนาด และจำนวนที่ระบุในแบบ และข้อกำหนดนี้

2.1.2 ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบหรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบการไฟฟ้า

2.1.3 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบและอนุมัติจากการไฟฟ้า ก่อนจ่ายไฟฟ้าเข้าหม้อแปลง

2.2 มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนน้ำมันต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.384-2543,IEC 76

2.3 คุณสมบัติทางเทคนิค

นอกจากจะได้ระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีพิกัดต่างๆ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1
พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้าแช่ในฉนวนน้ำมัน

● ชนิด	OIL IMMERSED HERMETICALLY SEALED
● กำลังไฟฟ้าที่กำหนด	1250 KVA
● จำนวนเฟส	3
● ความถี่ที่กำหนด	50 Hz.
● ระบบระบายความร้อน	หมุนเวียนโดยธรรมชาติ
● พิกัดแรงดันปฐมภูมิ	12,000 V / 24,000 V
● พิกัดแรงดันทุติยภูมิ	400/230 V
● เวคเตอร์กรุป	Dyn11
● ช่วงจุดแยก ชนิด	OFF CIRCUIT TAP CHANGER
จำนวนขั้น	4
เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยน	-4 x2.5%
● การสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด	ไม่เกิน 17,000 วัตต์ ที่ 75^{O}C
● การสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด	ไม่เกิน 2,100 วัตต์
● AMBIENT TEMPERATURE	40^{O}C
● AVERAGE TEMPERATURE RISE	65^{O}C

OF WINDING

- AVERAGE TEMPERATURE RISE OF TOP OIL $60^{O}C$
- แรงดันอิมพิแดนซ์ 4-6%
- แรงดันทดสอบความถี่กำลัง 1 นาที 50,000 V
- แรงดันทดสอบอิมพัลส์ 125,000 V Peak
- ระดับของเสียง(ที่ระยะ 1 เมตร) ไม่เกิน 56 dB

2.4 คุณสมบัติทางโครงสร้าง

2.4.1 **แกนเหล็ก**ของหม้อแปลงทำจากแผ่นเหล็กซิลิคอนที่มีคุณภาพสูงไม่เสื่อมสภาพตลอดอายุการใช้งาน มีค่าเพอร์มิบิริตี้สูงและค่าสูญเสียแกนเหล็กต่ำโดยจัดวางแผ่นเหล็กแบบ STEP-LAP และยึดอย่างแน่นหนาแข็งแรงเพียงพอที่จะทนต่อความเสียหายทางกลเนื่องจากการรับน้ำหนักของขดลวดตัวนำหรือการขนย้ายหม้อแปลง และเพื่อลดการสั่นไหวในขณะทำงาน แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องสามารถรับแรงดันได้ที่ 110% ของแรงดันที่ระบุโดยไม่เกิดความเสียหาย

2.4.2 **ขดลวด**ของหม้อแปลงทำด้วยทองแดงเคลือบด้วยฉนวนซึ่งสามารถทนต่อแรงดันทดสอบ และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่กำหนดได้ การออกแบบสร้างต้องสามารถทนต่อความเสียหายทางกล และผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอันอาจเกิดจากการลัดวงจรที่อาจเกิดขึ้นได้ ตัวแกนเหล็กและขดลวดเมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสุญญากาศเพื่อกำจัดฟองอากาศ และความชื้นก่อนจะนำไปแช่ในฉนวนน้ำมันหม้อแปลง

2.4.3 **ตัวถัง**หม้อแปลงทำจากแผ่นเหล็กกล้าคุณภาพสูงคาร์บอนต่ำประกอบขึ้นโดยมีความแข็งแรง เป็นชนิดปิดผนึกแน่น สามารถทนต่อความดันของน้ำมันที่บรรจุภายในได้โดยไม่มีการรั่วซึมหรือยุบสลาย ตัวถังหม้อแปลงจะต้องผ่านกรรมวิธีทำความสะอาดและป้องกันสนิม ก่อนทำการพ่นด้วยสีชนิดที่ทนต่อสภาวะอากาศได้ดี ตัวถังจะต้องมีหูสำหรับหิ้วขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับการยกเคลื่อนย้ายหม้อแปลงได้โดยปลอดภัย

2.4.4 **บุชชิ่ง**ต้องทำจากกระเบื้องเคลือบอย่างดีเป็นเนื้อเดียวกันไม่มีรูพรุน หรือผิวมีรอยแตก มีลักษณะเป็นชิ้นเดียว สีเคลือบเป็นสีน้ำตาล สามารถทนแรงดันได้ตามมาตรฐานที่กำหนด หม้อแปลงแต่ละตัวต้องมีบุชชิ่งแรงสูง 3 ตัว และบุชชิ่งแรงต่ำ 4 ตัว

2.5 อุปกรณ์ประกอบ (ACCESSORIES)

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำมันพร้อมคอนแทกสำหรับต่อ
- บุชชิ่งทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำพร้อมขั้วต่อสายที่เหมาะสมสำหรับเชื่อมต่อกับสายไฟฟ้า
- ARCING HORN
- SKID BASE
- MECHANICAL PRESSURE RELIEF DEVICE
- ช่องสำหรับตรวจสอบระดับน้ำมันฉนวน

- ป้ายชื่อพร้อมแผนผังการเชื่อมต่อของหม้อแปลง
- ขั้วต่อลงดิน
- หูสำหรับหิ้วยกหม้อแปลง
- ล้อสำหรับเข็นเลื่อนได้(ในกรณีที่ติดตั้งบนพื้น)
- OIL DRAIN,FILTER PRESS SAMPLING VALVE
- อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.6 การติดตั้ง

2.6.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เปลี่ยนแปลงจากแบบ โดยก่อนการติดตั้งต้องตรวจสอบสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าว่าไม่มีความเสียหาย มีอุปกรณ์ครบตามที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบ

2.6.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบขนาดพิกัดของหม้อแปลงทุกอย่างว่าตรงกับที่กำหนดในแบบ ถ้าหากมีพิกัดใดไม่ตรงกันต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบโดยทันทีและดำเนินการเปลี่ยนให้ตรงกับแบบ

2.6.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งหม้อแปลงและส่วนประกอบต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดและต้องปฏิบัติตามข้อต่อไปนี้ด้วย

- โครงของหม้อแปลงต้องต่อลงดินที่จุดที่ใกล้ที่สุด ขนาดและชนิดของสายให้ดูรายละเอียดในแบบ
- ก่อนและหลังการต่อหัวสายไฟฟ้าเข้ากับหม้อแปลงไฟฟ้าต้องทำความสะอาดขั้วต่อของหม้อแปลงไฟฟ้า และต้องฉาบจุดที่ต่อโดยใช้แลคเกอร์หรือวิธีอื่นตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- ภายหลังจากที่การไฟฟ้าจ่ายไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการดังนี้
  - ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าด้านแรงต่ำว่ามีค่าตามที่กำหนดหรือไม่ ถ้ายังไม่ได้ให้ทำการเปลี่ยนช่วงจุดแยกเพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้ก่อน จึงจะจ่ายไฟเข้าตู้จำหน่าย
  - ทดสอบระบบควบคุมและระบบสัญญาณเตือนอันตรายตามที่กำหนดไว้ว่าสามารถใช้งานได้

2.7 การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิตโดยมีรายการทดสอบตามมาตรฐาน IEC อย่างน้อยต่อไปนี้

- การวัดค่าความต้านทานของขดลวด (MEASUREMENT OF WINDING RESISTANCE)
- การวัดค่าแรงดันอิมพีแดนซ์ (MEASUREMENT OF IMPEDANCE VOLTAGE)
- การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด (MEASUREMENT OF LOAD LOSS)
- การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด (MEASUREMENT OF NO LOAD LOSS)
- การวัดกระแสไม่มีโหลด (MEASUREMENT OF NO LOAD CURRENT)
- การวัดค่าความต้านทานของฉนวน (MEASUREMENT OF INSULATION RESISTANCE)
- การวัดอัตราส่วนของแรงดัน (MEASUREMENT OF VOLTAGE RATIO)
- การตรวจสอบโพลาริตี้และกลุ่มเวกเตอร์ (CHECK OF POLARITY AND VECTOR GROUP)
- การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน (INDUCES VOLTAGE TEST)
- การทดสอบความทนต่อแรงดันจากตัวจ่ายอื่น (APPLIED VOLTAGE TEST)
- การทดสอบ EXCITATION CURRENT TEST
- หม้อแปลงต้องผ่านการรับรองให้ใช้ได้จากการไฟฟ้า

3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

(Diesel engine generator)

3.1 ทั่วไป

3.1.1 ระบบกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ประกอบด้วยเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตู้ควบคุม ถังน้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งระบบท่อไอเสียและที่เก็บเสียง (Silencer) ระบบระบายความร้อนและอุปกรณ์ย่อยที่สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์

3.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ต้องไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ประกอบและผ่านการตรวจสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น หรือยุโรปตะวันตก หรือมีใบรับรองในกรณีที่มีการย้ายฐานการผลิตของเจ้าของผลิตภัณฑ์ (underlicense) จากบริษัทผู้ผลิต และได้มาตรฐานตาม ISO 9001-2000

3.1.3 ต้องทำการควบคุมระดับเสียงภายในห้องตู้ครอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยให้ติดตั้งชุดอุปกรณ์ SOUND ATTENUATOR เพื่อควบคุมเสียงทั้งด้านลมเข้าและออกของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และบุผนังภายในโดยรอบด้วยวัสดุซับเสียง เพื่อสามารถควบคุมเสียงไม่ให้เกินกว่าระดับเฉลี่ยที่ 85 dBA ที่ระยะ 1 เมตร

3.1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบกำเนิดไฟฟ้าสำรองให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์หรือวัสดุที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ แต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

3.1.5 ผู้รับจ้างต้องส่งรายการคำนวณ หรือตารางจากผู้ผลิตที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องยนต์สามารถรับ Starting kVA เมื่อจ่ายที่ 80% ของ Shock Load Start หรือตามกำหนดในแบบ โดยมี Voltage dip ไม่เกิน 20%

3.2 เครื่องยนต์

3.2.1 เครื่องยนต์ดีเซลแบบไม่น้อยกว่า 4 สูบ 4 จังหวะ Turbo charged ระบายความร้อนด้วยน้ำ รอบใช้งาน 1,500 รอบต่อนาที ขนาดตามแบบ ขนาดที่ขับเคลื่อนกำหนดให้เป็น Rating ที่ Altitude ไม่ต่ำว่า 1000 ม. และ Ambient temperature 40^{O}C โดยไม่มี Derating

3.2.2 ระบบกรองอากาศเป็นแบบ Dry type

3.2.3 ระบบระบายความร้อนเป็นหม้อน้ำรังผึ้งต่อโดยตรงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมพัดลมระบายโดยมีขนาดเพียงพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะทำงานและจ่ายไฟเต็มที่ตามพิกัด ยกเว้นมีการกำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบ

3.2.4 ระบบไอเสียจะต้องประกอบด้วยหม้อเก็บเสียง SILENCER เพื่อลดเสียงลงจนระดับเสียงไม่เกิน 85 dBA

3.2.5 ระบบหล่อลื่นเป็นแบบ Gear type พร้อมไส้กรองน้ำมันเครื่อง และ Bypass น้ำมัน

3.2.6 ระบบเชื้อเพลิงเป็นแบบปรับตัวเองได้ (Self adjusting system) มีระบบป้องกัน Overspeed ที่อิสระไม่เกี่ยวกับ Main Governor การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบ Direct injection และมีถังน้ำมันสำรองจ่ายเครื่องยนต์ให้ทำงานที่ Full load ได้เพียงพอไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงและมี Alarm เตือนกรณีระดับน้ำมันต่ำเกินไป โดยกำหนดไว้ที่ 25% , ตัวถังน้ำมันทำจากเหล็กตามมาตรฐาน ASTM

3.2.7 ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) แบบ Electronic ชนิด Isochronous Operation ติดตั้งมากับชุดควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งสามารถควบ คุมความเร็วรอบให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน +/- 0.25 % ที่สภาวะ No load ถึง Full Load ตามมาตรฐาน ISO 8528

3.2.8 การสตาร์ทเครื่องยนต์ใช้ไฟจ่ายจากแบตเตอรี่ที่มีกำลังสำรองเพียงพอ ชนิด Lead-acid ขนาด 24 V เป็นแบบที่จัดหาได้ในประเทศ แบตเตอรี่ต้องมีความจุเพียงพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยสามารถสตาร์ทแต่ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 7 วินาทีโดยไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบควบคุม ระบบเตือน และ/หรือระบบอื่นๆ ถ้าออกแบบไว้ให้ใช้ไฟจากแบตเตอรี่ ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นระบบอัตโนมัติใช้วงจร Solid state ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่ สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วแต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง และต้องมีโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตช์และฟิวส์ติดตั้งมาด้วย ใช้ไฟ 220 V ของอาคารโดยที่แหล่งจ่ายไฟนี้เป็นอิสระจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.2.9 ผู้รับจ้างต้องจัดทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อรองรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยสูงจากพื้นห้องที่ติดตั้งขึ้นมาอีก 100 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าแท่นตัวเครื่องด้านละ 100 มม. โดยให้ลบมุมสันทุกด้านของฐานให้มนเรียบ ผิวของฐานต้องทำการขัดมันและต้องได้ระดับ

3.2.10 ตัวแท่นเครื่องต้องมีการป้องกันการสั่นสะเทือนจากการทำงานของเครื่องยนต์ โดยใช้อุปกรณ์ดูดซับแรงสั่นสะเทือนตามมาตรฐานและมีความเหมาะสม

3.3 <u>เครื่องกำเนิดไฟฟ้า</u>

3.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4 Pole, 1500 rpm. 50 Hz, 400/230 V 3 $\varnothing$ 4 Wire brushless ขนาดเป็นไปตามแบบ ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์โดยใช้ฐานรองรับเดียวกัน

3.3.2 ฉนวนที่ใช้ใน Stator และ Rotor ให้ใช้ Class H ,NEMA หรือดีกว่า ตามลำดับ

3.3.3 Votage regulation เป็นแบบ Solid state ปรับค่าแรงดันได้ในพิกัด +1% จาก Noload ถึง

Fullload

3.3.4 สามารถจ่ายโหลดได้ทันที 80% ของ Shock Load Start ที่มี Starting kVA ตามแบบโดยมี Voltage dip ไม่เกิน 20%

3.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.4.1 แผงควบคุมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นผลิตภันฑ์เดียวกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแบบติดผนังหรือติดตั้งกับพื้นหรือติดตั้งกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แผงควบคุมต้องประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องวัดตามที่ระบุไว้ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า และเครื่องวัดความถี่ เป็นต้น ในแผงควบคุมนี้ให้รวมชุดของวงจรที่ใช้ในการติดเครื่องเข้าไว้ด้วย

3.4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับติดเครื่องต้องทำไว้ให้หมุนเครื่องยนต์ และพักสลับกันโดยหมุนได้ 3 ครั้งและพัก 3 ครั้ง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุม ต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง คือ Automatic, Off และ Manual ในระบบที่กล่าวนี้ ต้องมีไฟเตือน (ทำงานด้วยไฟตรง 12 หรือ 24 โวลต์)

3.4.3 ต้องมีเครื่องตัดวงจรชนิด Circuit breaker ขนาดที่เหมาะสมกับกำลังของเครื่องติดมากับเครื่อง

3.4.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีปุ่มหยุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสั่งให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน รวมถึงการทำงานแบบขนานไฟฟ้า โดยใช้ปุ่มกดที่แผงควบคุมได้โดยตรงและยังมีปุ่มสั่งการเพื่อต่อสะพานไฟ (Close Circuit Breaker) และเปิดสะพานไฟ (Open Circuit Breaker) โดยทั้งสองปุ่มนี้จะใช้ในระบบ Manual เท่านั้น

3.4.5 การป้องกันวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัด ต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ที่เพียงพอ

3.4.6 มาตรวัด,ไฟสัญญาณ,และระบบควบคุมต่างๆบนแผงควบคุมต้องมีอย่างน้อยดังนี้

- มาตรวัดแรงดันน้ำมันหล่อลื่น
- มาตรวัดอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น
- มาตรวัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น
- มาตรวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์
- มาตรวัดชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์
- มาตรวัดความถี่ไฟฟ้าที่ออกจากเครื่อง
- มาตรวัดการประจุไฟของแบตเตอรี่
- ไฟสัญญาณ เตือนเมื่อระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำเกิน
- ไฟสัญญาณ แสดงการทำงานของเครื่อง
- ระบบตัดดับ เมื่ออุณหภูมิของเครื่องสูงเกิน

- ระบบตัดดับ เมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกิน
- ระบบตัดดับ เมื่อความเร็วรอบสูงเกิน
- ระบบตัดดับ เมื่อเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด 3 ครั้ง
- โวลต์มิเตอร์ พร้อมซีเลคเตอร์สวิตช์
- แอมมิเตอร์ พร้อมซีเลคเตอร์สวิตช์
- มิเตอร์วัดความถี่ไฟฟ้า
- กิโลวัตต์มิเตอร์
- สวิตช์ควบคุมการสตาร์ทเครื่อง
- ระบบควบคุมการสตาร์ทอัตโนมัติ

3.4.7 โดยระบบสัญญาณเหล่านี้ต้องจัดเตรียมให้มี Auxiliary contact เพื่อให้สามารถดึงสัญญาณระยะไกลไปยังตู้ควบคุมอื่นได้ในอนาคต และจัดเตรียมปุ่มทดสอบหลอดไฟ (Test lamp) ไว้ในแผงควบคุมด้วย

3.4.8 แผงควบคุมแบ่งเป็นส่วนๆ เพื่อการใช้งานที่สะดวกตั้งแต่ส่วนของมิเตอร์วัดต่างๆ ส่วนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติและส่วนไฟแสดงและควบคุม พร้อมแผ่นป้ายแสดงข้อความหรือรหัสของอุปกรณ์และไฟแสดงที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ

3.4.9 บัสบาร์ภายในตู้ต้องสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 100% ของ Fullload กราวด์บาร์ ต้องรองรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 50% และSupport ต่างๆ ที่ยึดต้องทนกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้

3.5 <u>ชุดควบคุมการทำงาน</u>

รายละเอียดการควบคุมและการทำงานมีดังนี้

3.5.1 อุปกรณ์สำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกันกับชุด Automatic Transfer Switch ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเข้าใช้แทนไฟปกติได้ตามเวลาอย่างช้าตามที่กำหนด พร้อมกับทำหน้าที่อื่น ๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องนำข้อกำหนดของชุด Automatic Transfer Switch มาพิจารณาเพื่อจัดอุปกรณ์ในข้อนี้ให้ครบ

3.5.2 เมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับหรือมาไม่ครบเฟส หรือแรงดันเฟสใดเฟสหนึ่งต่ำกว่า 80% ของแรงดันปกติเป็นเวลา 3 วินาที เครื่องยนต์จะสตาร์ทเครื่องเองโดยอัตโนมัติ ในกรณีเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด ชุดสตาร์ทอัตโนมัติจะสตาร์ทใหม่ติดต่อรวมกันทั้งหมด 3 ครั้ง และถ้ายังไม่ติดมอเตอร์สตาร์ทจะหยุดทำงานและมีสัญญาณไฟขึ้นที่ตู้ควบคุมแสดง Overcrank หลังจากตรวจแก้ไข

ข้อบกพร่องเรียบร้อยแล้วสามารถทำการ Reset สัญญาณไฟ Overcrank จะหายไปและชุดสตาร์ทจะสตาร์ทเครื่องยนต์ใหม่อีก

3.5.3 เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ติดแล้ว เครื่องยนต์จะวิ่ง Noload เป็นเวลาไม่เกิน 10 วินาที ชุดควบคุมจึงจะส่งสัญญาณให้ ATS ทำงานเพื่อสับไฟฟ้าเข้าโหลดเพื่อจ่ายไฟ

3.5.4 เมื่อไฟของการไฟฟ้ามาเป็นปกติเป็นเวลา 5 นาที ชุดควบคุมจะสั่งให้ ATS ทำงานสับโยกกลับไปใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้า หลังจากนั้นชุดควบคุมการทำงานจะยังคงให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานต่อไปอีกนาน 5 นาทีก่อนสั่งให้เครื่องยนต์ดับ

3.5.5 ทุกๆอาทิตย์ ชุดควบคุมจะสั่งเครื่องยนต์สตาร์ท และทำงาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องเป็นเวลา 5-30 นาที และดับเองโดยอัตโนมัติ ขณะทำการอุ่นเครื่องจะไม่มีการเปลี่ยนโหลดมาใช้ไฟฉุกเฉิน เว้นแต่ไฟของการไฟฟ้าดับลงในช่วงที่กำลังอุ่นเครื่อง

3.6 การติดตั้ง

3.6.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เปลี่ยนแปลงจากแบบ โดยก่อนการติดตั้งต้องตรวจสอบสภาพของเครื่องกำเนิดว่าไม่มีความเสียหาย มีอุปกรณ์ครบตามที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบ

3.6.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบขนาดพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกอย่างว่าตรงกับที่กำหนดในแบบ ถ้าหากมีพิกัดใดไม่ตรงกันต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบโดยทันทีและดำเนินการเปลี่ยนให้ตรงกับแบบ

3.6.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและส่วนประกอบต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

3.6.4 ท่อไอเสียให้ใช้ท่อเหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า หม้อเก็บเสียงและท่อไอเสียทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาสชนิดแข็งหรือ Rock wool แล้วหุ้มทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.โดยตลอด ปลายของท่อไอเสียต้องจัดทำให้สามารถป้องกันน้ำฝนเข้าได้

3.6.5 การปล่อยไอเสียออก ต้องพิจารณาเรื่องของทิศลมและระดับการปล่อยไอเสียว่าไม่กระทบกับพื้นที่โดยรอบ หากมีผลกระทบให้ทำการต่อท่อไอเสียขึ้นไปทิ้งด้านบน หรือให้นำเสนอแนวทางพิจาณาร่วมกันก่อนดำเนินการa

3.7 การทดสอบและรายการคำนวณ

3.7.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบกำเนิดไฟฟ้าสำรองต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ณ สถานที่ที่จะทำการติดตั้ง ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบทุกรายการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบรวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องจัดมาเพื่อใช้ในการทดสอบทั้งหมด

3.7.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีทดสอบรายการดังต่อไปนี้

3.7.2.1 ทดสอบการเดินเครื่องเปล่า (Noload test) เป็นเวลานาน 10 นาที

3.7.2.2 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 10 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 30 นาที

3.7.2.3 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 50 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 30 นาที

3.7.2.4 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 100 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 60 นาที

3.7.2.5 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 110 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 60 นาที(เฉพาะในกรณีที่เป็นแบบ Prime Rating)

3.7.2.6 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลดกะทันหันที่ 80 % ของพิกัดโหลดเพื่อดูค่า Voltage dip ว่าไม่เกิน 20 %

การทดสอบในหัวข้อ 4.7.2.1-4.7.2.5 ค่าที่จะต้องทำการจดวัด ให้จดวัดในทุกๆ 15 นาทีโดยมีค่าที่ต้องจดวัดดังนี้

- กำลังการจ่ายไฟ (kW)
- แรงดันไฟฟ้า (V)
- กระแสไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายให้โหลด (A)
- ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (RPM)
- ความถี่ไฟฟ้า (Hz)
- อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (^{o}C)
- อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น (^{o}C)

3.7.3 ผู้รับจ้างต้องทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนของสาย ทั้งระหว่างเฟส-เฟส และเฟสกับดินที่จะมาต่อยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.8 แบบแปลนและคู่มือ

3.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop drawing แสดง Layout และรายละเอียดในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและรายละเอียดการรองรับแท่นเครื่องเพื่อกันการสั่นสะเทือน ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง

3.8.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือสำหรับฝึกอบรมตั้งแต่พื้นฐานของอุปกรณ์ต่างๆ การใช้งาน การบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และวงจรการต่อ ทั้งขนาดสายและสีของสายของระบบจ่ายไฟฟ้า และระบบควบคุมที่ติดตั้งจริงทั้งหมดให้เป็นภาษาไทย จัดทำเป็นรูปเล่ม 5 ชุด

3.9 การประกันและการบริการ

3.9.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ และการใช้งานของอุปกรณ์เป็นระยะเวลาตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป และต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน อุปกรณ์ และวัสดุที่เสียหายในช่วงระยะเวลาประกัน

3.9.2 ผู้รับจ้างต้องจัดเจ้าหน้าที่มาบริการตรวจสอบการทำงานของระบบอย่างละเอียดทุก 3 เดือน เป็นระยะเวลาตามข้อกำหนดทั่วไปโดยมีแบบฟอร์มการตรวจสอบและรายการที่ได้ตรวจสอบรวมทั้งผลการตรวจสอบมอบให้ผู้ว่าจ้างทุกครั้ง

3.9.3 ผู้รับจ้างต้องเปิดอบรมเป็นหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างตั้งแต่พื้นฐานของอุปกรณ์การใช้งาน การบำรุงรักษา การตรวจสอบวงจร จนสามารถทำเองได้อย่างชำนาญ

3.9.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอะไหล่สำหรับการรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังต่อไปนี้

- ไส้กรองอากาศ จำนวน 2 ชุด
- ไส้กรองน้ำมันเครื่อง จำนวน 2 ชุด
- ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 2 ชุด
- น้ำมันเครื่องปริมาณเท่ากับที่ต้องใช้ในการเปลี่ยน 2 ครั้ง
- สายพานทุกชนิด จำนวน 2 ชุด

3.9.5 ต้องจัดเตรียมน้ำมันให้เต็มถังตามปริมาณที่ระบุในแบบในวันส่งมอบงาน

4. แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำและสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

4.1 ทั่วไป

4.1.1 สายไฟและบัสบาร์ในแผงไฟฟ้าหรือแผงควบคุมต้องติดตั้งไม่ให้มีโอกาสเสียหาย และติดตั้งให้อยู่กับที่อย่างมั่นคง

4.1.2 สวิตช์ตัดตอนหรือ Circuit breaker ทุกชุดที่ติดตั้งในแผงสวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกัน

4.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการส่งแบบก่อสร้าง, รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งในแผงไฟฟ้า ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการสั่งซื้อและจัดสร้างแผงสวิตช์บอร์ด

4.1.4 ขั้วต่อโหลดในแผงสวิตช์บอร์ด และแผงสวิตช์ไฟย่อยต้องอยู่ในตำแหน่งที่ต่อได้ง่าย โดยไม่ต้องข้ามหรือผ่านสาย หรือ บัสของเฟสเพื่อต่อโหลด

4.1.5 ที่สวิตช์บอร์ด หรือแผงที่จ่ายจากระบบไฟฟ้าต้องมีการบอกตำแหน่งหรือขั้วของเฟส

4.1.6 การจัดเรียงเฟสที่บัสบาร์ต้องเรียงเฟส ABC จากหน้าไปหลัง จากบนมาล่าง หรือจากซ้ายไปขวา เมื่อมองจากทางด้านหน้าของสวิตช์บอร์ดหรือแผงไฟฟ้า ในกรณีที่ต่อแบบเดลต้าสี่เส้น เฟส B ต้องเป็นเฟสที่มีศักดาไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับดิน

4.1.7 ที่ว่างสำหรับงอสายอย่างต่ำที่ขั้ว และช่องว่างอย่างต่ำภายในแผงไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4.2 เมนสวิตช์บอร์ด

4.2.1 แผงเมนสวิตช์บอร์ดต้องผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ IEC สำหรับระบบไฟฟ้า 230/400 V 3 เฟส 4 สาย 50 Hz และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4.2.2 การจัดสร้างเมนสวิตช์บอร์ดที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ผลิตต้องมีมาตรฐานการรับรองโดยมาตรฐานสากล ISO 9001: 2000 และมาตรฐานอุตสาหกรรมหรือ มอก. 1436–2540

4.2.3 โรงงานที่ประกอบตู้เมนสวิตช์บอร์ดจะต้องมีประสบการณ์การทำตู้เมนสวิตช์บอร์ดมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปีโดยมีวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ประเภทสามัญเป็นผู้ควบคุมการประกอบ

4.2.4 รูปแบบแผงเมนสวิทช์บอร์ด กำหนดให้เป็น Form 2b ตามมาตรฐาน IEC60439-1 และจะต้องได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรมหรือ มอก. 1436–2540 ในทุกๆ พิกัดกระแส ที่ใช้ภายในโครงการ พร้อมเอกสารรับรองแนบขออนุมัติ

4.2.5 ตัวตู้เป็นแบบตั้งพื้น โครงตู้ทำด้วยเหล็กพับขึ้นรูปหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. หรือตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียว ถ้าตู้มีหลายส่วนและเรียงติดกันต้องยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียว

4.2.6 แผงเมนสวิตช์บอร์ดในส่วนรอบนอกทั้งหมดให้ใช้แผ่นเหล็กขาวหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ประตูและฝาตู้ในส่วนด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง ให้ทำเป็นแบบพับขอบโดยมีด้านหนึ่งแขวนยึดกับโครงตู้ด้วย Removable pin hinges สามารถถอดออกได้โดยง่าย ในส่วนประตูด้านหน้าให้ใช้ Key lock แบบกุญแจดำ ฝาด้านหลังและด้านข้างให้ใช้สกรูยึดฝาเข้ากับโครงตู้

4.2.7 การระบายความร้อนภายในตู้ให้ระบายโดยวิธีธรรมชาติไหลเวียนผ่านช่องเกร็ดทางด้านล่างและบนหรือ

ด้านข้าง ขนาดเหมาะสม พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง

4.2.8 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกส่วนต้องทำความสะอาดให้ปราศจากสนิมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟต หรือ สังกะสี หรือ ชุบ Electro galvanized และพ่นสีรองพื้นด้วย Zinc phosphate หรือ Etching primer ของ ICI หรือเทียบเท่า แล้วผ่านกระบวนการอบสีที่อุณหภูมิ 125^{O}C เป็นเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นให้พ่นสีชั้นนอก 2 ครั้งโดยในแต่ละครั้งให้ผ่านกระบวนการอบสีเช่นเดียวกับสีรองพื้น สีชั้นนอกให้ใช้สีน้ำมันชนิดอบ (Stoved enamel paint) หรือสีอีพ็อกซี่ชนิดผง และใช้สีเทาอ่อน

4.2.9 Degree of protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 30 ตามมาตรฐาน IECในกรณีที่ติดตั้งภายในอาคาร และในกรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องไม่ต่ำกว่า IP 54

4.2.10 แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องติดตั้งโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีฝาครอบใส ขนาด 10 วัตต์ หรือ LED ที่มีความสว่างไม่น้อยกว่าโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีฝาครอบใส ขนาด 10 วัตต์ ควบคุมการเปิด-ปิดด้วยลิมิตสวิตช์ซึ่งติดตั้งที่ประตูหน้า ทั้งนี้ให้ต่อวงจรจากระบบควบคุมภายในตู้ซึ่งจะต้องสามารถทำงานได้ในกรณีที่มีการตัดวงจรที่ตัวเมนสวิตช์แรงต่ำของตู้

4.2.11 แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ โดยที่แต่ละช่องต้องมีวัสดุกั้นแยก เพื่อไม่ให้มีการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย คือ

Metering and control สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดอุปกรณ์ รวมทั้ง Terminal block

Circuit breaker compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ

Busbar compartment เป็นช่องสำหรับติด Busbar ปกติจัดให้อยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์

4.2.12 บัสบาร์ทองแดง ให้ใช้แบบพ่นสี โดยขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแส คิดแบบเปลือย (Bare rating) โดยที่มีขนาดรับกระแสไม่ต่ำกว่าที่แสดงในแบบ พ่นสีบัสบาร์ด้วยสีทนความร้อน โดยใช้สีน้ำตาล ดำ เทา ฟ้า และเขียว สำหรับบัสบาร์เส้นเฟส A เฟส B เฟส C เส้นศูนย์ และเส้นดินตามลำดับ

4.2.13 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC439-1 (Bare rating) โดยให้ Max. Temperature rised เท่ากับ 70^{O}C ที่ Ambient temperature 35^{O}C และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main busbar ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตร.มม. Busbar holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiber glass reinforced polyester หรือ Epoxy resin แบบสองชิ้นประกบ busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bekelite หรือ Phenolics

4.2.14 ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อบัสบาร์ระหว่างหม้อแปลงกับแผงเมนสวิทช์บอร์ด ให้ติดตั้ง FLEXIBLE BUSBAR แบบ Flexible Expansion Connectors Press-Welded Contact Areas(บัสบาร์ทองแดงชนิดแผ่นแบบให้ตัวได้ โดยบริเวณหน้าสัมผัสที่ใช้ยึดจับผ่านกระบวนการกดอัดด้วยความร้อนให้ผสานเป็นเนื้อเดียวกัน) ไว้ระหว่างจุดต่อดังกล่าวเพื่อป้องกันความเสียหายของบัสบาร์เนื่องจากการสั่นของหม้อแปลงและความร้อนสะสมเนื่องจากการอาร์คในช่องว่างที่เกิดจากการซ้อนทับของแผ่นทองแดงไม่แนบสนิท โดยคุณสมบัติของทองแดง ต้องเป็นชนิด Cu-HCP (High Conductivity Phosphorous Copper) ซึ่งมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 99.90% ตามมาตรฐาน DIN EN13599 และต้องผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐานสากล ISO 9001: 2008

4.2.15 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับตู้ทุกตู้ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร และต่อกับบัสบาร์เส้นศูนย์เฉพาะที่ตู้เมนสวิตช์บอร์ด

4.2.16 ให้จัดเตรียมช่องสำหรับใส่แผ่นเอกสารหรือตารางตรวจเช็คติดตั้งไว้ที่ฝาประตูด้านหน้าทุกประตู

4.2.17 เครื่องวัดและอุปกรณ์ชนิดที่ติดตั้งหน้าตู้ให้เป็นชนิด Switchboard mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า

96x96 มม.

Current transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS IEC หรือ DIN สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000 V 50 Hz เป็นแบบ Encapsulated หรือ Molded case โดยมี Secondary current 5A และ Accuracy class 1 (IEC Standard) หรือดีกว่า

Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard mounted สเกลชนิด 90 องศา Accuracy class 1.5 หรือดีกว่า

Kilowatt meter ใช้ชนิด 3 Phase, 4 wire unbalance load, สเกลชนิด 90 องศา Accuracy class 1.5 หรือดีกว่า

Power factor meter ใช้ชนิด 3 Phase, 4 wire สเกลตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging, Accuracy class 1.5 หรือดีกว่า

Frequency meter ใช้ชนิด Vibrating type สเกลวัดได้ 47-53 Hz, Accuracy class 0.5 หรือดีกว่า

Kilowatt hour meter ใช้ชนิด 3 Phase, 4 wire unbalance load, Accuracy class II เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Instrument transformer

Pilot lamp ผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ NEMA เป็นแบบ Flush mounted ใช้หลอด LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม.

Selector switch จำนวน 7 step สำหรับ Volt selector switch และ 4 step สำหรับ Amp selector switch

4.2.18 Automatic capacitor bank สำหรับปรับค่า Power factor ของระบบไฟฟ้าต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Standard	IEC 831-1 (1993) , IEC 831-2 (1995)
Type	Self-healing, dry non-flammable
Dielectric	Polypropylene
Rated voltage	3 Phase 480 V (Overrate), 50 Hz
Overvoltage	>=1.1 U_N,at intervals
Overcurrent	>=1.3 I_N
Maximum overload	>=1.35 Times of nominal rating
Maximum inrush current	200 I_N
Safety protection	Internal fuse within each element
Tolerance on capacitance	-5 / +10 % or better
Dielectric losses	<= 0.2 W/kVAR
Total (Discharge R-included)	<= 0.5 W/kVAR
Degree of protection	IP 20 or better
Discharge device	Internal discharge resistors
Discharge time	< 75 V in 3 min.
จำนวนขั้นที่สับ	ตามที่ระบุในแบบ

4.2.19 Automatic / Manual power factor controller จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Rated voltage	3 Phase 415 V, 50 Hz
Power factor setting	0.7 Inductive to 0.7 capacitive
Starting current setting (C/K)	0.05-1 A automatic measurement of C/K
Number of active outputs	>=6

Switching time between step	Programmable from 1-120 sec. or 1-120 min. switching on and off delay time must be separately programmable
Operating temperature	-10 ºC to 80 ºC or better
Degree of protection	IP 20
Monitoring and measurement	Must be monitor and measurable - Voltage - Current - kVA - kVAR - Power Factor

4.2.20 Magnetic contactor for capacitor ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Standard	IEC 947-4-1,EN 60947-4-1
Number of main pole	3 Poles
Type	Indoor
Control voltage	220-230 V
Operating cycles	100,000
Rated insulation voltage	1000 V

4.2.21 Lightning arrester ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Standard	IEC 1312-1,1024-1,VDE 0675 Part 6/11.89, Part 6/AI/03.96
Lightning impulse current	50 kA / pole (10/350 μs)
Follow current exiting	4 kA rms
Voltage protection level	<=1.5 kV
Responses time	<=100 ns
Short circuit withstand	50 kA at 50 Hz
Approval	KEMA

4.2.22 สายไฟหุ้มฉนวนที่ใช้ภายในสวิตช์บอร์ดสำหรับระบบควบคุมให้ใช้สายชนิด Flexible annealed copper 750 volt PVC insulated และต้องอยู่ในรางสาย หรือ ท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน และปลายสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องมีหมายเลขกำกับเป็นแบบปลอกสวม

4.2.23 ท่อหรือรางเดินสายอื่นที่เข้าไปในสวิตช์บอร์ดแบบตั้งพื้นโดยเข้าข้างใต้ต้องมีช่องว่างพอสมควร เพื่อการติดตั้งสายภายในบอร์ด ท่อหรือรางเดินสายไฟรวมทั้งฟิตติ้งที่ปลายรวมต้องไม่สูงกว่า 7.5 ซม. เหนือฐานล่างของบอร์ดหรือแผง ระยะห่างระหว่างฐานล่างของบอร์ดและบัสบาร์ ตัวยึดหรือสิ่งกีดขวางอื่นต้องไม่น้อยกว่า 200 มม. หรือ 260 มม. สำหรับบัสบาร์เปลือย

4.2.24 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้ยี่ห้อเดียวกันหมด

4.3 แผงสวิตช์จำหน่ายย่อย (Sub distribution panel)

4.3.1 แผงเมนสวิตช์บอร์ดต้องผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ VDE สำหรับระบบไฟฟ้า 415/240 V 3 เฟส 4 สาย 50 Hz และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4.3.2 โรงงานที่ประกอบตู้เมนสวิตช์บอร์ดจะต้องมีประสบการณ์การทำตู้เมนสวิตช์บอร์ดมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปีโดยมีวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ประเภทสามัญเป็นผู้ควบคุมการประกอบ

4.3.3 ตัวตู้เป็นแบบติดลอยกับผนังทำด้วยแผ่นเหล็กขาวหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. สำหรับความกว้างไม่เกิน 350 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. เมื่อความกว้างมากกว่า 550 มม. ประตูและฝาตู้ในส่วนด้านหน้าให้ทำเป็นแบบพับขอบโดยมีด้านหนึ่งแขวนยึดกับโครงตู้ด้วย Removable pin hinge สามารถถอดออกได้โดยง่าย ในส่วนประตูด้านหน้าให้ใช้ Key lock ชนิดสลักเลื่อน

4.3.4 การระบายความร้อนภายในตู้ให้ระบายโดยวิธีธรรมชาติไหลเวียนผ่านช่องเกร็ดทางด้านข้างขนาดเหมาะสม พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง

4.3.5 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกส่วนต้องทำความสะอาดให้ปราศจากสนิมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่นชุบ Electro-galvanized และพ่นสีรองพื้นด้วย Zinc phosphate หรือ Etching primer ของ ICI หรือเทียบเท่า แล้วผ่านกระบวนการอบสีที่อุณหภูมิ 125^{O}C เป็นเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นให้พ่นสีชั้นนอก 2 ครั้งโดยในแต่ละครั้งให้ผ่านกระบวนการอบสีเช่นเดียวกับสีรองพื้น สีชั้นนอกให้ใช้สีน้ำมันชนิดอบ (Stove enamel paint) หรือสีอีพ็อกซี่ชนิดผง และใช้สีเทาอ่อน

4.3.6 Degree of protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC

4.3.7 บัสบาร์ทองแดง ให้ใช้ขนาดที่คิดแบบพ่นสี โดยที่มีขนาดรับกระแสไม่ต่ำกว่าที่แสดงในแบบ พ่นสีบัสบาร์ด้วยสีทนความร้อน โดยใช้สีน้ำตาล ดำ เทา ฟ้า และเขียวคาดเหลือง สำหรับบัสบาร์เส้นเฟส A เฟส B เฟส C เส้นศูนย์ และเส้นดินตามลำดับ

4.3.8 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC439-1 (Bare rating) โดยให้ Maximum temperature rise เท่ากับ 70^{O}C ที่ Ambient temperature 35^{O}C และได้รับการยอมรับตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนด Busbar holder ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiber glass reinforce polyester หรือ Epoxy resin โดยยึดด้วย Bolt และ Nut ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bekellite หรือ Phenolics

4.3.9 ให้จัดเตรียมช่องสำหรับใส่แผ่นเอกสารหรือตารางตรวจเช็คติดตั้งไว้ที่ฝาประตูด้านหน้าทุกประตู

4.3.10 เครื่องวัดและอุปกรณ์ ชนิดที่ติดตั้งหน้าตู้ให้เป็นชนิด Switchboard mounted ขนาดหน้าปัทม์ไม่เล็กกว่า 96x96 มม.

Current transfromer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS IEC หรือ DIN สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000 V 50 Hz เป็นแบบ Encapsulated หรือ Molded case โดยมี Secondary current 5A และ Accuracy class 1 (IEC Standard) หรือดีกว่า

Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard mounted สเกลชนิด 90 องศา Accuracy class 1.5 หรือดีกว่า

Kilowatt hour meter ใช้ชนิด unbalance load, Accuracy class II เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Instrument transformer

Pilot lamp ผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ NEMA เป็นแบบ Flush mounted ใช้หลอด Incandescent 0.6 W 6 V พร้อมหม้อแปลงลดแรงดันจาก 240 V เป็น 6 V เพื่อใช้กับหลอดไฟ หรือเป็นหลอด LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม.

Selector switch จำนวน 7 step สำหรับ Volt selector switch และ 4 step สำหรับ Amp selector switch

4.3.11 สายไฟหุ้มฉนวนที่ใช้ภายในตู้สำหรับระบบควบคุม ให้ใช้สายชนิด Flexible annealed copper 750 volt PVC insulated ในรางสาย หรือ ท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน และปลายสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องมีหมายเลขกำกับเป็นแบบปลอกสวม

4.3.12 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้ยี่ห้อเดียวกันหมด

4.4 แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD)

4.4.1 แผงสวิตช์ย่อยต้องผลิตตามมาตรฐาน ANSI หรือ IEC สำหรับระบบไฟฟ้า 230/400 V 3 เฟส 4 สาย 50 Hz และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

4.4.2 ตัวตู้เป็นแบบติดลอยที่ผนังทำด้วย Zinc coated steel sheet หรือ Phosphate mild steel sheet และพ่นเคลือบด้วยสี Epoxy powder มีฝาสำหรับเปิด-ปิดด้านหน้ายึดกับตัวตู้ด้วยสกรูปลายตัด และติดตั้งตัวล็อคฝาตู้ชนิดสลักเลื่อนหรือสลักหมุน มีที่ว่างภายในตู้อย่างเพียงพอสำหรับการร้อยสายไฟ

4.4.3 บัสบาร์ผลิตจากทองแดงหรือทองแดงเคลือบด้วยดีบุกความสามารถรับกระแสพิกัดตามที่ระบุในรายการตารางโหลดไฟฟ้า บัสบาร์ภายในตู้ต้องถูกออกแบบให้สามารถติดตั้งเบรคเกอร์สำหรับวงจรย่อยได้ทั้งชนิด 1 เฟส และ 3 เฟสได้ด้วยระบบ Plug-on หรือ Bolt-on พร้อมทั้งให้มีแผ่นพลาสติกปิดคลุมเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรง

4.4.4 ตัวตู้ต้องจัดเตรียมขั้วต่อสายดินและขั้วต่อสายศูนย์ที่สามารถรับสายไฟขนาดตามที่ระบุในรายการตารางโหลด

4.4.5 เมนเซอร์กิตเบรคเกอร์เป็นชนิด Molded case มีขนาดพิกัด Amp trip และ Amp frame ตามที่กำหนดในรายการตารางโหลด เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder circuit breaker ต้นทาง

4.4.6 เซอร์กิตเบรคเกอร์วงจรย่อยเป็นชนิด Thermal magnetic type และเป็นแบบ Plug-on หรือ Bolt-on มีขนาดตามที่ระบุในรายการตารางโหลด โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเมนเซอร์กิตเบรคเกอร์

4.4.7 ต้องมีผังแสดงวงจรตู้ที่ชัดเจนติดตั้งไว้หลังฝาตู้เพื่อแสดงถึงหมายเลขวงจร, ขนาดของเซอร์กิตเบรคเกอร์, ขนาดสาย, และโหลดที่จำหน่ายไฟให้ เพื่อง่ายต่อการบำรุงรักษาและตรวจสอบแก้ไข

4.4.8 การติดตั้งตู้ให้ยึดติดกับผนังด้วย Expansion bolt หรือบน supporting ที่เหมาะสมโดยติดที่ระดับสูง 1800 มม.จากพื้นถึงระดับบนของตัวตู้

4.5 CIRCUIT BREAKER

4.5.1 ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC, NEMA, หรือ ANSI

4.5.2 ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม

4.5.3 MCCB และ ACB ทุกตัวต้องเป็นแบบ Double insulation และมีการระบุลักษณะการต่อเพื่อระบุอุณหภูมิในการต่อบัสบาร์ หรือ สายไฟ ที่ตัว circuit breaker ทุกตัว

4.5.4 MCCB และ ACB ทุกตัวต้องมีพิกัด Ics = Icu ที่ 400Vac.

4.5.5 MCCB และ ACB ทุกตัวที่เป็นตัวเมนของแต่ละตู้ ต้องเป็นประเภท B ที่ใช้สำหรับเป็นตัวเมน เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กันที่ดี

4.5.6 ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

4.5.7 ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาโดยในขณะใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่

มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

4.5.8 ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากการติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

4.5.9 Main circuit breaker เป็นชนิด Manual operate พร้อม Spring assisted Closing mechanism นอกจากในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ Motor operating mechanism ด้วย Main circuit breaker ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบเพื่อทำงานตาม Function ต่างๆอย่างน้อยดังนี้

ก. Solid state trip unit สำหรับการทำงานดังนี้

Over current protection

Ground fault protection

Instantaneous trip

Long time delay และ Short time delay setting

ข. Breaker position indicating device สำหรับแสดงสภาวะของ Circuit breaker ว่าอยู่ในสถานะ “On”, “Off”,หรือ ”Isolated” อย่างชัดเจน

ค. Local “On” / “Off” Push button สำหรับ Manual closing และ Tripping circuit breaker

ง. ในกรณีที่ Circuit breaker เป็นแบบ Drawn out type ต้องจัดให้มีการ Interlock ฝนลักษณะดังนี้คือ

จ. Shunt trip coil สำหรับการ Tripping ตัว Circuit breaker และ Trip circuit healthy lamp Circuit breaker จะต้องไม่สามารถเสียบเข้าหรือดึงออกหาก Circuit breaker อยู่ในตำแหน่ง “On” หรือ “Closed”

ฉ. Circuit breaker จะต้องไม่สามารถสับ “Closed” ได้นอกจาก Circuit breaker นั้นจะเสียบเข้าอย่างดีแล้วหรืออยู่ในสภาวะ “Isolated” หรือ “Withdrawn”

ช. Auxiliary contacts สำหรับการทำ Interlock , local status indication หรือ Control ทั้งนี้ให้จัดเตรียม Spare ไว้ 50% หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

ซ. ให้จัดเตรียม Key lock หรือ Pad lock (ในกรณีที่กำหนดให้มี)

ฌ. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่จำเป็นต้องมีสำหรับการทำ Function ต่างๆตามที่กำหนดในข้อกำหนดนี้หรือตามที่ระบุในแบบ

4.5.10 Feeder และ Sub feeder Circuit breaker ต้องเป็น Molded case type, Toggle operating mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick make, Quick break พร้อม Individual thermal และ Electromagnetic trip ยกเว้นว่าได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ

4.5.11 Main Circuit breaker, Feeder Circuit breaker และ Sub feeder Circuit breaker ต้องมีขนาด Rated continuous current และ Rated short circuit interrupting capacity ทั้งนี้ค่า Rated short circuit interrupting capacity ให้ใช้ค่า 415 VAC ตามมาตรฐาน IEC

4.6 เซฟตี้สวิตช์ (Safety switch)

4.6.1 ต้องผลิตตามาตรฐาน NEMA หรือ IEC

4.6.2 ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุกๆตัวนำเส้นไฟ และต้องประกอบด้วยฟิวส์รวมอยู่ในกล่องเดียวกัน และจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว หรือการเปิดฝานั้นเป็นผลให้วงจรถูกปลดด้วย และต้องสามารถปลดและสับกระแสใช้งานในสภาพปกติได้

4.6.3 การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1800 มม. ถึงระดับบนของ

สวิตช์ ถ้าในบริเวณนั้นไม่มีผนังให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง และติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1000 มม.

4.6.4 กรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเลือกใช้รุ่นที่บริภัณฑ์ห่อหุ้มออกแบบมาสำหรับใช้ภายนอกได้เท่านั้น

4.7 สวิตช์ตัดตอน (Load break switch)

4.7.1 สวิตช์ตัดตอนแรงต่ำให้ใช้เป็น Load break switch แบบ Non-fusible

4.7.2 กล่องหุ้มทำด้วย Polycarbonate IP56

4.7.3 สวิตช์ตัดตอนให้ติดตั้งเหนือพื้นสำเร็จ 500 มม. ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

4.8 ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์

4.8.1 เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 506-2527 และ มอก. 507-2527

4.8.2 พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าขั้วรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผุกร่อนเนื่องจาการใช้โลหะต่างชนิดกันระหว่างฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ และต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็นได้อย่างชัดเจน

4.9 Mimic diagram และแผ่นป้าย

4.9.1 สวิตช์บอร์ด และตู้ควบคุมไฟฟ้าทุกระบบให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้ง Mimic diagram ให้เห็นแนวทางเดินไฟที่ตู้โดยใช้พลาสติกมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร กว้างอย่างต่ำ 10 มม. สีดำสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยยึดกับแผงสวิตช์อย่างแน่นหนา

4.9.2 สวิตช์บอร์ด ตู้ควบคุมไฟฟ้า และแผงไฟฟ้าย่อยให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อตามแบบโดยใช้ป้ายพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักอักษรขาวและเคลือบผิวด้วยพลาสติกใสติดหน้าตู้

4.9.3 ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดและรายการที่ต้องทำเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างก่อนดำเนินการสั่งทำและติดตั้ง

4.10 การติดตั้ง

4.10.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งตู้แผงเมนสวิตช์บอร์ดและแผงไฟฟ้าอื่นๆตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เปลี่ยนแปลงจากแบบ โดยก่อนการนำตู้ลงจากพาหนะขนส่งเพื่อติดตั้งต้องตรวจสอบสภาพของตู้ก่อนว่าไม่มีความเสียหายจากการขนส่ง เช่น สีถลอกหรือบุบ หรืออื่นๆ หากมีสภาพเสียหายให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับทราบเพื่อประโยชน์ทางด้านการประกันการขนส่ง หากไม่ได้ให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับผิดชอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นเอง

4.10.2 หากห้องหรือพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งยังก่อสร้างไม่แล้วเสร็จให้ผู้รับจ้างเก็บรักษาตู้ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการก่อสร้างต่างๆ และจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายทุกประการที่เกิดขึ้น

4.10.3 สำหรับตู้ตั้งพื้นผู้รับจ้างต้องจัดทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อรองรับตู้ โดยสูงจากพื้นห้องที่ติดตั้งขึ้นมาอีก 100 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้ด้านละ 100 มม. โดยให้ลบมุมสันทุกด้านของฐานให้มนเรียบ ผิวของฐานต้องทำการขัดมันและต้องได้ระดับ

4.10.4 การติดตั้งแผงสวิตช์เมนบอร์ดให้ติดตั้งยึดกับฐานแท่นคอนกรีตด้วย Expansion bolt ไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้ง 4 ด้านอย่างแน่นหนา

4.10.5 ก่อนดำเนินการจ่ายไฟฟ้าเข้าตู้ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดตู้ทั้งภายนอกและภายในให้เรียบร้อย พร้อมกับตรวจสอบความเป็นฉนวนระหว่างแต่ละเฟส และเฟสกับสายดินว่าไม่มีการลัดวงจรกัน

4.10.6 เมื่อจ่ายไฟเข้าตู้แล้วผู้รับจ้างต้องทำการปรับค่าต่างๆ เช่นการปรับเซตค่าศูนย์ของมิเตอร์ต่างๆ หรือการปรับกระแสตัดวงจรและเวลาตัดวงจรของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

4.11 การทดสอบ

แบบการสร้างแผงสวิตช์ฯ ต้องส่งหนังสือรับรองการผ่านการทดสอบ TTA ตามพิกัดกระแส และ Form ที่ใช้งาน โดยสถาบันต่างประเทศที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ตลอดจนได้รับการตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้อง การทดสอบ ดังนี้

1. การตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และภายในแผงสวิตช์ ,
2. การตรวจสอบ Dielectric test
3. การทดสอบ Ground protective measure
4. การตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์และ
5. ตรวจสอบการขันสกรู ด้วยประแจปอนด์ตามตู้ที่ผ่านการทดสอบระบุ

ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดต่างๆให้กับการไฟฟ้าท้องถิ่น ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนเพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

5. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)

5.1 ทั่วไป

5.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

5.1.2 ระบบเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่นำเสนอ จะต้องมีความสามารถรองรับที่จะเชื่อมต่อกับระบบ BAS หรือระบบ Computer Network ได้เป็นอย่างดี

5.1.3 ระบบเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่นำเสนอสามารถแสดงค่า และเก็บ DATA BASE ต่างๆไว้ที่ SOFTWARE ของระบบได้ (กรณีที่ทำงานร่วมกับระบบ BAS หรือมีระบบจัดการ EMS)

5.1.4 การติดตั้งสายสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล ที่แผงเมนประธานสวิตซ์จ่ายไฟ,แผงย่อยสวิตซ์ไฟฟ้า และกิโลวัตต์-ฮาวน์มิเตอร์(กรณีที่มีใช้) กับระบบ BAS หรือ Computer Network หรือ RS485/RS422 แล้วแต่ที่มีการระบุในแบบ ทางผู้รับจ้างต้องติดตั้งสายสัญญาณชนิด Twisted sheild pair 2P-16AWG หรือสายสัญญาณตามคำแนะนำของผู้ผลิต ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล เพื่อเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

5.2 ขอบเขตของงาน

5.2.1 มิเตอร์สำหรับติดตั้งที่ Main ของตู้ประเภท HV, MV, MDB, EMDB และ GCP ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

5.2.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

- เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย หรือ 3 เฟส 3 สาย โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านการทดสอบและรับรองในเรื่องความเที่ยงตรงหรือคุณภาพจากสถาบันภายนอกโรงงาน และเป็นสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยตั้งอยู่ในทวีปยุโรปหรืออเมริกา ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตราฐาน IEC และ UL พร้อมทั้งต้องผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐาน ISO 9000/9001, ISO14001 และผู้จัดจำหน่ายต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิตเท่านั้น
- เครื่องวัดต้องสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้ โดยใช้พอร์ต RS-485 และเครื่องวัด, Current Transformer (CT) จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบรนด์เดียวกัน รวมถึงระบบบริหารจัดการพลังงาน (Software) เพื่อรองรับเรื่องความเที่ยงตรง, ประโยชน์ในการบำรุงรักษา พร้อมกับประสิทธิภาพและเสถียรภาพของระบบ

5.2.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

- เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสต่อเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันต่อเฟส, แรงดันเฟสต่อนิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์ (แยก L และ C), เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิคของกระแสต่อเฟสและฮาร์โมนิคของแรงดันแต่ละเฟส (%THD), ฮาร์โมนิคของกระแสและฮาร์โมนิคของแรงดันในแต่ละลำดับ ไม่น้อยกว่า 50 ลำดับ (Individual Harmonics), flicker according to IEC 61000-4-15, unbalance and asymmetry according to IEC 61000-4-30, sag /swell and Transients (150us)

- เครื่องวัดมีจอสามารถแสดงผลเป็น VGA ขนาด 144x144 mm. สามารถบันทึกค่า parameter ต่างๆ และค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาทีของกิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เอง และมีหน่วยความจำ (Data Logger) ไม่น้อยกว่า 1 GB (แบบ SD Card)
- เครื่องวัดต้องสามารถแสดงข้อมูลที่วัดได้ ในลักษณะของรูปคลื่น (Waveform Capture), Graphic Representation ได้ และ Sampling Rate ไม่น้อยกว่า 128 Samples/Cycle
- เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 (Built-In) เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่าง ๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไปๆ ได้
- เครื่องวัดจะต้องมี Protocol ที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ MODBUS Protocol โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 57,600 baud (RS-485) หรือมากกว่า
- เครื่องวัดจะต้องรองรับ ANALOG/DIGITAL OUTPUT ได้ในอนาคตได้
- ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ ดังนี้
  - การวัดค่าแรงดัน (Direct)

    VL – N : 0-300 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

    VL – L : 0-520 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
  - ต่อผ่าน PT :

    Primary : Up to 900 KV

    Secondary : can be set 1 to 999
  - การวัดค่าความถี่

    ความถี่ที่วัดได้ : 45-65 Hz หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

    วงจรกระแสไฟเข้า : (…/1A), (…/5A)

    วัดค่ากระแสได้ : ไม่น้อยกว่า 0-10,000 A
  - สภาวะแวดล้อม

    ทนการทดสอบแรงดันได้ : Category III-300/520 VAC

    PROTECTION CLASS : 2 หรือ ดีกว่า

    ระดับการป้องกัน : IP 51 (front) หรือเทียบเท่า

    : IP 20 (side) หรือเทียบเท่า

    อุณหภูมิใช้งาน : - 10 ถึง 500C หรือดีกว่า

    ความชื้นสัมพัทธ์ : 95%
  - ความเที่ยงตรงในการวัด

    กระแส : + 0.5% หรือ ดีกว่า

    แรงดัน : + 0.5% หรือ ดีกว่า

    POWER : + 0.5% หรือ ดีกว่า

    Active Energy (kWh) : class 0.5 หรือ ดีกว่า

5.2.2 มิเตอร์สำหรับติดตั้งที่ Branch ของตู้ประเภท MDB, EMDB และที่ Main, Branch ของตู้ประเภท DB, EDB ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

5.2.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

- เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย, 3 เฟส 3 สาย หรือ 1 เฟส 2 สาย โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตราฐาน IEC และ UL สามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้ โดยใช้พอร์ต RS-485

5.2.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

- เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแสต่อเฟส, กระแสนิวตรอน, แรงดันต่อเฟส, แรงดันเฟสต่อนิวตรอน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์ (แยก L และ C), เพาเวอร์แฟคเตอร์, ความถี่, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง, ฮาร์โมนิคของกระแสต่อเฟสและฮาร์โมนิคของแรงดันแต่ละเฟส (%THD), ฮาร์โมนิคของกระแส และฮาร์โมนิคของแรงดันในแต่ละลำดับไม่น้อยกว่า 31 ลำดับ (Individual Harmonics)
- เครื่องวัดมีจอสามารถแสดงผลเป็น LCD ขนาด 96x96 mm. สามารถบันทึกค่า parameter ต่างๆ และค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาทีของกิโลวัตต์ (Demand) ได้ โดยบันทึกที่ตัวเครื่องวัดได้เอง และมีหน่วยความจำ (Internal Memory) ไม่น้อยกว่า 256 kB
- เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 (Built-In) เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่าง ๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไปๆ ได้
- เครื่องวัดจะต้องมี Protocol ที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ MODBUS Protocol โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 38,400 baud (RS-485) หรือมากกว่า
- เครื่องวัดจะต้องรองรับ
  - Input

    Digital Input : 2 Inputs เป็นอย่างน้อย
  - Output

    Digital Outputs : 2 Output เป็นอย่างน้อย

    Relay Outputs : 2 Output เป็นอย่างน้อย
- ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ ดังนี้
  - การวัดค่าแรงดัน (Direct)

    VL – N : 0-300 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

    VL – L : 0-520 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
  - ต่อผ่าน PT :

    Primary : Up to 500 KV

    Secondary : 60,100,110, 120 VAC
  - การวัดค่าความถี่

    ความถี่ที่วัดได้ : 45-65 Hz หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

วงจรกระแสไฟเข้า : (…/1A), (…/5A)

วัดค่ากระแสได้ : ไม่น้อยกว่า 0-10,000 A

- สภาวะแวดล้อม

ทนการทดสอบแรงดันได้ : Category III 300

ระดับการป้องกัน : IP 65 (front) หรือเทียบเท่า

: IP 31 (side) หรือเทียบเท่า

อุณหภูมิใช้งาน : - 10 ถึง 500C หรือดีกว่า

ความชื้นสัมพัทธ์ : 95%

- ความเที่ยงตรงในการวัด

กระแส : + 0.5% หรือ ดีกว่า

แรงดัน : + 0.5% หรือ ดีกว่า

POWER : + 0.5% หรือ ดีกว่า

Active Energy (kWh) : Class 1 หรือ ดีกว่า

5.2.3 มิเตอร์ที่ร้านค้าขนาดใหญ่ (Anchor) หรือสำนักงานขนาดใหญ่ และร้านค้าขนาดเล็ก (Mini Shop) หรือสำนักงานขนาดเล็ก ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

5.2.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

- เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย, 3 เฟส 3 สาย หรือ 1 เฟส 2 สาย โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและมีการแสดงผลเป็นแบบดิจิตอลในลักษณะ LCD (DIN Rail) ไม่น้อยกว่า 7 หลัก ซึ่งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตราฐาน IEC62053-23 Class 2, IEC62053-21 Class 1 และ EN50470 Class B สามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้ โดยใช้พอร์ต RS-485

5.2.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

- เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้ คือ กระแส, แรงดัน, กิโลวัตต์, กิโลวาร์, เพาเวอร์แฟคเตอร์, กิโลวัตต์ชั่วโมง, กิโลวาร์ชั่วโมง
- เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูล โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่าง ๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิต, โปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไปๆ ได้
- เครื่องวัดจะต้องมี Protocol ที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ คือ MODBUS Protocol โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ถึง 9,600 baud (RS-485) หรือมากกว่า
- เครื่องวัดจะต้องมี Impulse Output เพื่อรองรับถ้าพอร์ต RS485 เสียหายหรือชำรุด
- เครื่องวัดจะต้องรองรับระบบต่างๆ ดังนี้
  - ค่าแรงดัน (Direct)

    VL-N, VL-L : 230/400 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
  - ค่ากระแส

    Direct : 65 A

ต่อผ่าน CT (…/5A) : > 65A

- สภาวะแวดล้อม

ระดับการป้องกัน : IP 51 (front) หรือเทียบเท่า

: IP 40 (side) หรือเทียบเท่า

อุณหภูมิใช้งาน : -25 ถึง 700C หรือดีกว่า

ความชื้นสัมพัทธ์ : 95 % หรือดีกว่า

- ความเที่ยงตรงในการวัด

Active Energy : Class 1 IEC/EN 62053-21

Reactive Energy : Class 2 IEC/EN 62053-23

5.2.4 WORKSTATION (กรณี ระบุใน Riser ว่ามี) มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ารายละเอียดดังนี้

5.2.4.1 Computer Workstation

- Processor : Core i5 มากกว่า 3.5 GHz
- Ramdom Access Memory (RAM) : DDR3 RAM ไม่น้อยกว่า 8 GB
- Hard-Disk Drive : 2 TB.
- Network Card 10/100/1000 TX Network Card
- USB Port : 4 USB Port
- Keyboard : 101/102 Key with Thai Input
- Mouse : 2 Button with Wheel
- Operating System : Microsoft Windows 10.0
- Monitor : 24 inches, LED

5.2.4.2 เครื่องพิมพ์ สำหรับพิมพ์รายงาน (Report Printer)

- เป็นเครื่องพิมพ์ แบบ Laser
- ความเร็วในการพิมพ์ (ขาว – ดำ) ไม่น้อยกว่า 12 แผ่นต่อนาที

5.2.5 SOFTWARE (กรณี ระบุใน Riser ว่ามี หรือ มี Workstation)

5.2.5.1 สามารถแสดงค่าที่วัดได้จากดิจิตอลมิเตอร์ในระบบได้ไม่น้อยกว่า รายการดังนี้

- สามารถแสดงค่ากระแส (I1, I2, I3, and IN, and average)
- แสดงค่าแรงดัน (phase to phase and phase to neutral, and average)
- ค่าแรงดัน และกระแส unbalance (U and I unbalance rated)
- ค่าแรงดัน และความถี่ที่เปลี่ยนแปลง (voltage and frequency deviation)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (kW per phase and total)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคตีฟ (kVAR per phase and total)
- ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA per phase and total)
- ความถี่ (Frequency)
- ฮาร์โมนิกส์รวม ทั้งกระแสและแรงดัน (THD) of current and voltage
- ฮาร์โมนิกส์แยกลำดับ (Individual Harmonic up to 31st order of current and voltage)

- พลังงานจากฮาร์โมนิกส์ (harmonic energy)
- ค่าต่ำสุดและสูงสุดของแรงดัน, กระแส, กำลังไฟฟ้า (min/max of U, I, P, Q)

5.2.5.2 Licence สำหรับเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล เป็น จำนวน 1 licence ต่อ 1 มิเตอร์ ตามจำนวนที่ใช้ภายในโครงการ

5.2.5.3 สามารถทำการวิเคราะห์ การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า,ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด และแสดงผลได้ในรูปแบบตาราง และ กราฟ ได้ โดยสามารถแสดงข้อมูล ได้เป็น แต่ละวัน , ตลอดช่วงเวลาทั้งเดือน ทั้งปี ทั้งหลายปี และตามช่วงเวลาที่กำหนดได้อย่างครบถ้วน

5.2.5.4 สามารถแจ้งเตือนการเกิดความผิดพลาด หรือ ค่าต่างๆ ทางไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ เช่น ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด, สายสัญญาณเกิดปัญหาได้ เป็นต้น

5.2.5.5 สามารถสรุปข้อมูลค่าทางไฟฟ้า ตามข้อ 5.2.5.1 หรือ ตามข้อตกลงกับทางเจ้าของงาน หรือผู้ควบคุมงาน และทำออกมาเป็นรายงานสั่งพิมพ์ หรือบันทึกเป็นซอฟต์ไฟล์ได้

6. บัสเวย์

6.1 มาตรฐาน

6.1.1 ผลิตตามมาตรฐานและจะต้องผ่านการทดสอบ IEC 61439-6 : 2012 หรือ UL857 หรือมาตรฐานอื่นที่ดีกว่า พร้อมแนบใบรับรองผลการทดสอบ type tested (type tested certificate) จากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้เพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติ โดยใบรับรองผลการทดสอบ type tested (type tested certificate) แต่ละใบจะต้องมีคุณสมบัติตรงกับแบบที่กำหนด

6.1.2 บัสเวย์และอุปกรณ์ ที่ส่งมอบหรือติดตั้งจะต้องเป็นชนิดเดียวกันกับบัสเวย์ที่ทดสอบ โดยจะต้องได้รับเครื่องหมายแสดงกำกับที่ตัวบัสเวย์ เช่น UL Listed หรือ ASTA Diamond หรือ KEMA-KEUR

6.2 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบัสเวย์และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

6.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

6.3.1 พิกัด

• ระบบไฟฟ้า	3 เฟส, 4 สาย, 415/240V, 50Hz, ระบบ Ground แบบ TN
• Rated insulation voltage (Ui)	1000V
• Rated operating voltage (Ue)	600V (ตามมาตรฐาน UL857) หรือ 690V(ตามมาตรฐาน IEC 61439-6 : 2012)
• กระแสต่อเนื่อง (Rated current; In)	ตามที่แสดงไว้ในแบบ
• กระแสลัดวงจร	ตามที่แสดงไว้ในแบบและตามมาตรฐาน IEC 61439-6 : 2012 ที่ 1วินาที หรือ UL 857 ที่ 3 cycles ขนาด 600A ไม่น้อยกว่า 18 KA, ขนาด 800A ไม่น้อยกว่า 20 KA

	ขนาด 1000A ไม่น้อยกว่า 40 KA
	ขนาด 1100-1500A ไม่น้อยกว่า 50 KA
	ขนาด 1600-2000A ไม่น้อยกว่า 60 KA
	ขนาด 2500-3000A ไม่น้อยกว่า 75 KA
	ขนาด 3200-5000A ไม่น้อยกว่า 100 KA
• ระดับการป้องกัน	>/= IP54 ตามมาตรฐาน IEC529 สำหรับติดตั้งภายในอาคาร (ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ)
	>/= IP66 ตามมาตรฐาน IEC529 สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร (ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ)

6.4 ข้อกำหนดคุณสมบัติเฉพาะ

6.4.1 ตัวนำไฟฟ้าเป็นแบบ 3phase, 4wire, 100%Neutral (เช่นเดียวกับตัวนำของเฟส), ตัวนำของบัสเวย์จะต้องทำจากอลูมิเนียมที่มีการนำกระแสไฟฟ้า (Conductivity) ไม่น้อยกว่า 55% IACS หรือทองแดงที่มีการนำกระแสไฟฟ้า (Conductivity) ไม่น้อยกว่า 98% IACS หุ้มด้วยฉนวน Polyester film หรือฉนวน Epoxy, Class B (130 องศาเซลเซียส) หรือดีกว่า

6.4.2 บัสเวย์ทุกชนิดต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรตามที่ระบุไว้ในแบบ ตามมาตรฐาน UL 857 หรือ IEC 61439-6 : 2012

6.4.3 บัสเวย์จะต้องมี Bus ground แบบ Integral Bus หรือ Internal bus และมีขนาดไม่น้อยกว่า 50% ของ Phase, Bus ground จะต้องเป็นชนิดอลูมิเนียม หรือทองแดง และมียาวต่อเนื่องตลอดเช่นเดียวกับ Phase และนิวตรอนบัส จุดต่อของ Bus ground จะต้องเป็นแบบเดียวกับ Phase และนิวตรอนบัส

6.4.4 อุณหภูมิขณะใช้งานที่กระแสเต็มที่จะต้องไม่สูงเกินกว่า 55°C จากอุณหภูมิแวดล้อม 40°C

6.4.5 กล่องหุ้มตัวนำ (Housing conductor) เป็นชนิด Extruded Aluminium หรือเป็น Electro galvanized steel พ่นสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม โครงสร้างจะต้องมีช่องระบายน้ำ (Drain hole) ที่อาจขังอยู่ด้านบนของบัสเวย์ บัสเวย์แบบ Plug-in ให้มีช่องเปิดเป็นฝาแบบมีบานพับสำหรับแต่ละช่อง ตามจำนวน Plug in unit ที่ใช้ และ มีช่องเปิดสำรองไว้อย่างน้อย 3 ช่อง ใน 1 ท่อน Plug-in เพื่อสามารถใช้งานทดแทนในกรณีช่องเปิดชำรุด

6.4.6 จุดต่อของตัวนำไฟฟ้าทุกจุดรวมทั้งจุดเชื่อมต่อที่ Plug-in สำหรับตัวนำที่เป็นทองแดง *และตัวนำที่เป็นอลูมิเนียมทั้งหมดจะต้องชุบด้วยดีบุก (Aluminuim with tined plate)* เพื่อป้องกันการเกิด Oxidation

6.4.7 จุดเชื่อมหรือรอยต่อของบัสเวย์เป็นแบบสลักเกลียวชนิด One-bolt Type การรื้อถอนบัสเวย์ในแต่ละช่วงออกภายหลังจากที่ติดตั้งไปแล้วจะต้องสามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องรื้อถอนบัสเวย์ช่วงอื่นๆด้วย

6.4.8 Plug-in สำหรับใช้กับบัสเวย์แบบ Plug-in ต้องใช้ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ Plug-in unit ที่ติดตั้ง Circuit breaker, Circuit breaker จะต้องเป็นชนิดเดียวกันกับแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้นทางและปลายทาง

6.4.9 ฝาเปิดของ Plug-in จะต้องมีอุปกรณ์สำหรับอินเตอร์ล็อคตัวฝาเพื่อป้องกันการเปิดฝาในขณะที่สวิตช์หรือเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง On และป้องกันการสับสวิตช์หรือเบรกเกอร์ให้อยู่ในตำแหน่ง On ได้ขณะที่ฝาของ Plug-in unit ยังปิดไม่สนิทหรือเปิดค้างอยู่ ตัวกล่องและแผ่นสายดินของ Plug-in unit ต้องต่อลงดินกับกล่องหุ้มของบัสเวย์ กล่องต้องสามารถใส่กุญแจได้ในขณะที่ฝาปิดหรือสวิตช์หรือเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง Off

6.4.10 แรงดันตกระหว่างสายของบัสเวย์ที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8 และระยะทาง 30 เมตร ตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ และ/หรือ IEC โดยมีค่าไม่เกิน 4 โวลต์ และ 2.0 โวลต์ ที่ Full load สำหรับแบบ Feeder และ Plug-in ตามลำดับ

6.5 การติดตั้งบัสเวย์

6.5.1 การติดตั้งบัสเวย์ให้ถือตามข้อกำหนดการติดตั้งบัสเวย์ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และสอดคล้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

6.5.2 Plug-in และ Feeder ต้องติดตั้งต่อกันหรือสลับกันได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ บัสเวย์ติดตั้งในแนวนอนต้องมีที่แขวนทุกช่วงระยะไม่เกิน 1.5 ม. หรือตามผู้ผลิตแนะนำ บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวตั้งต้องมีการยึดด้วย Adjustable verticle hanger ทุกช่วงระยะไม่เกิน 4.80 ม. หรือตามผู้ผลิตแนะนำ

6.5.3 บัสเวย์ที่ติดตั้งผ่านพื้นหรือผนังกันไฟต้องมีระบบป้องกันไฟลาม (Fire barrier) ติดตั้งตามจุดต่างๆอย่างเหมาะสม พื้นช่อง Shaft ต้องทำสัน (Curd) ซีเมนต์สูงไม่น้อยกว่า 10 cm. เพื่อกันน้ำจากภายนอกไหลเข้ายังช่อง Shaft

6.5.4 ปลายของบัสเวย์ต้องติดตั้งฝาครอบปิด (End closer)

6.5.5 บัสเวย์ Flange end ที่เชื่อมต่อกับแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ โดยขนาดของบัสบาร์ตัวนำทองแดงที่ใช้เชื่อมต่อจะต้องมีขนาดเดียวกันกับที่ใช้ในแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ หากตัวนำของ Flange end บัสเวย์เป็นอลูมิเนียมที่ชุบด้วยดีบุก จะต้องใช้แผ่นอลูมิเนียม-ทองแดง (Aluminum-copper laminated bimetal sheet) เชื่อมต่อระหว่างตัวนำของบัสเวย์ที่เป็นอลูมิเนียมและบัสบาร์ตัวนำทองแดงของแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

6.5.6 บัสเวย์ Flange end ที่เชื่อมต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องใช้ Flexible expansion connectors ทำจากทองแดง Annealed Cu-ETP wires braids โดยปลายทั้งสองด้านของ Flexible expansion connectors จุดที่เชื่อมต่อกับ Terminal หม้อแปลงและตัวนำของ Flange end จะต้องอัดแบนขึ้นรูป โดยขนาดของ Flexible expansion connectors จะต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ หรือไม่น้อยกว่าบัสเวย์

6.5.7 จะต้องติดตั้ง Expansion joint ตามระยะที่ผู้ผลิตแนะนำ

6.6 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องเสนอหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตบัสเวย์ต่อผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาขออนุมัติก่อนการติดตั้ง และหลังติดตั้งเสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะต้องทำการทดสอบดังนี้ต่อไปนี้

6.6.1 การตรวจพินิจทั่วไป และตรวจสอบความแน่นของสลักเกลียวทุกๆ รอยต่อ

6.6.2 วัดความต้านทานฉนวนต่างๆ (Phase-Phase, Phase-Nuetral และ Ground)

6.6.3 การทดสอบการเพิ่มของอุณหภูมิ (Thermo scan when supply in load)

6.6.4 จะต้องส่งผลการทดสอบ และ/หรือการตรวจสอบที่หน้างานภายใน 4 สัปดาห์ให้กับเจ้าหน้าที่อนุมัติค่าต่างๆ

7. ช่องเดินสายและรางเคเบิล

7.1 มาตรฐาน

7.1.1 **ท่อเหล็กสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า** ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 770-2533

7.1.2 **ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า** ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 216-2524 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

7.1.3 **ท่อเอชดีพีอีแข็ง (HDPE)** ที่นำมาใช้ร้อยสายไฟฟ้าฝังดินโดยตรง ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 982-2533 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ โดยมีความหนาของท่อในระดับไม่น้อยกว่า PN6

7.1.4 ท่อร้อยสายอื่นๆต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อน

7.1.5 ขนาดของท่อให้หมายถึงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน หรือขนาดทางการค้า

7.1.6 **เครื่องประกอบการเดินท่อ** ต้องเป็นชนิดที่ได้รับอนุญาต ให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

7.1.7 **เครื่องประกอบการเดินท่อ** ในส่วนของ Handy Box Square Box หรือ Box ชนิดอื่นๆ กำหนดความหนาของเหล็กไม่ต่ำกว่า 1.00 มิลลิเมตร

7.1.8 **รางเดินสาย (Wire way)** ต้องมีคุณสมบัติที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือมีคุณสมบัติดังนี้

- มีลักษณะเป็นรางทำจากแผ่นโลหะพับมีฝาปิด-เปิดได้เพื่อใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้า ไม่มีช่องระบายอากาศ
- แผ่นโลหะทำจากแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีฝุ่นทับ
- ความหนาของแผ่นเหล็กจะต้องไม่น้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในภาคผนวก ฉ. ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ หรือฉบับล่าสุด

7.1.9 **รางเคเบิล (Cable tray)** ต้องมีคุณสมบัติที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือมีคุณสมบัติดังนี้

- ด้านล่างของรางเป็นแบบแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องระบายอากาศได้อย่างดี ทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธีทางไฟฟ้าพับขึ้นรูป เป็นแบบเปิดโล่ง ไม่มีฝาปิด

7.2 ข้อกำหนดการเดินสายในช่องเดินสายและรางเคเบิล

7.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 358

7.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 342

7.2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346

7.2.4 ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการเดินสายของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

7.2.5 ท่อเดินสายสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ให้ติดตั้งในท่อโลหะหนาปานกลางหรือท่อโลหะหนา เท่านั้น

7.3 การกำหนดสีและสัญลักษณ์ ของท่อและรางเดินสาย

7.3.1 **ท่อเดินสายย่อย** กำหนดให้พ่นสีและเขียนสัญลักษณ์ ตามข้อกำหนดเบื้องต้นดังนี้

- ที่ Clamp ยึดท่อ ให้ทำการชุบสี ตามตารางที่1 หัวข้อสีพื้น
- ที่ กล่องต่อสาย ให้ทำการชุบสีกล่องต่อสาย และฝาของกล่องต่อสาย รวมถึงเขียนสัญลักษณ์ประจำระบบที่ฝากล่องต่อสาย ตามตารางที่1

7.3.2 **รางเดินสาย(Wire way)** กำหนดให้เขียนสัญลักษณ์ ที่ฝารางและที่ท้องราง ทุกๆระยะ 2.4 เมตร ตามตารางที่ 1 โดยขนาดตัวหนังสือ หนาไม่เล็กกว่า 20 mm. (ที่อัตราส่วน 1:100)

ตารางที่1
ตารางแสดงสีและสัญลักษณ์ สำหรับท่อและรางเดินสาย

ลำดับ	ระบบ	สีพื้น	ตัวหนังสือ	
			สัญลักษณ์	สี
1	แสงสว่าง วงจรปกติ	ส้ม	LN	ดำ
2	แสงสว่าง วงจรฉุกเฉิน	เหลือง	LE	ดำ
3	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรปกติ	น้ำเงิน	PN	ดำ
4	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรฉุกเฉิน	ฟ้า	PE	ดำ
5	โทรศัพท์	เขียว	TEL	ดำ
6	แจ้งเหตุเพลิงไหม้	แดง	FA	ดำ
7	โทรทัศน์รวม (MATV)	ขาว	MA	ดำ
8	วงจรปิด (CCTV) และรักษาความปลอดภัย	ขาว	CTV	ดำ
9	เน็ตเวิร์ค	ดำ	COM	ขาว
10	ควบคุมการเข้า – ออก (ACCESS CONTROL)	ม่วง	ACC	ขาว

8. สายไฟฟ้า

8.1 ขนาดกระแส

8.1.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

8.1.2 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire resistant cable) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 : 1994 และเป็นสายไฟฟ้าในระดับชั้น CWZ ใช้ชนิด Single core ฉนวนและเปลือกหุ้มต้องเป็นชนิด Flame retardant , zero halogen , low smoke (FR-ZHLS)

8.2 การเลือกสีของสายไฟ

ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้สีดังนี้

8.2.1 ระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 4 สาย

- เฟส A (R) สีน้ำตาล
- เฟส B (S) สีดำ
- เฟส C (T) สีเทา
- สาย NEUTRAL สีฟ้า
- สาย GROUND สีเขียวแถบเหลือง

8.2.2 ระบบไฟฟ้าแบบ 1เฟส 2 สาย

- สาย HOT สีน้ำตาล
- สาย NEUTRAL สีฟ้า
- สาย GROUND สีเขียวแถบเหลือง

สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้พันเทปที่ปลายสายที่ 2 ข้าง ด้วยสีที่กำหนดให้รวมทั้งในที่ที่มี การต่อสาย และต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้าสายสีดำทั้งหมดของวงจรย่อยของแผงสวิตซ์ไฟย่อยทุกแผงในอาคาร และนอกอาคารต้องต่อไปที่เฟส A ที่สวิตซ์บอร์ดของระบบ ในทำนองเดียวกันสายสีแดง และน้ำเงินของวงจรย่อยของแผงสวิตซ์ไฟย่อยทุกแผงต้องต่อไปที่เฟส B และ C ที่สวิตซ์บอร์ดของระบบตามลำดับ

8.3 การติดตั้งสายไฟฟ้า

การติดตั้งสายไฟฟ้าให้ถือตามข้อกำหนดการเดินสายในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ โดยติดตั้งตามขนาดและจำนวนที่ได้กำหนดในแบบ

8.4 การทดสอบ

8.4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

8.4.2 สำหรับ Feeder และ Sub feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

8.4.3 การวัดค่าของฉนวนให้ใช้ เมกกะโอห์ม ที่สามารถจ่ายกระแสไฟตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน

9. การต่อลงดิน

9.1 ข้อกำหนดทั่วไป

9.1.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

9.1.2 หลักของสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกัน คือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่า และระบบสื่อสาร

9.1.3 การต่อลงดินให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

9.1.4 การต่อเชื่อมสายดินให้ใช้แบบ Exothermic welding

9.2 หลักสายดิน

9.2.1 หลักสายดิน (Ground rod) เป็นแบบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้วและยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ฝังลึกลงไปในดิน และต้องมีค่าต้านทานของดินไม่เกิน 5 โอห์มในสภาวะปกติ หากค่าความต้านทานเกินจะต้องปัก Ground rod เพิ่มจนได้ค่าความต้านทานตามกำหนด

9.2.2 การปักหลักสายดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงโดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 95 ตร.มม. หรือตามที่ระบุในแบบ

9.3 สายดิน

9.3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System ground) เพื่อต่อสายศูนย์ ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ใช้ตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

9.3.2 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment ground) สำหรับต่อเข้ากับโครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อาจมีการสัมผัสถูกได้ ขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรนั้นๆ ตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

10. ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

(Lightning arrestor system)

10.1 รายละเอียดทั่วไป

10.1.1 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมระบบชนิด Conventional system

10.1.2 การติดตั้งให้ยึดถือรายละเอียดที่จะกล่าวตามมานี้เป็นเกณฑ์ ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

10.1.3 รายละเอียดอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวถึงในรายละเอียดประกอบแบบนี้ หรือไม่ได้กล่าวไว้ในแบบให้ยึดตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง (ภาคที่ 3) พ.ศ. 2553 ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

10.2 ตัวนำต่อเชื่อมล่อฟ้าและตัวยึด

10.2.1 ตัวนำที่ใช้ต่อโยงล่อฟ้าเข้าด้วยกันบนหลังคาอาคารให้ใช้เทปตัวนำสายทองแดงขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ

10.2.2 ตัวนำที่เดินหักโค้งเป็นมุมต้องไม่น้อยกว่า 90^{O} และมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 200 มม.

10.2.3 ตัวนำบนหลังคาต้องยึดให้แน่นกับหลังคาทุก ๆ ระยะ 1.00 ม. และตัวยึดที่ใกล้กับจุดติดตั้งล่อฟ้าต้องห่างไม่เกินจุดที่ติดตั้งล่อฟ้า 300 มม.

10.2.4 ตัวยึดตัวนำต้องยึดแน่นกับอาคาร มีความแข็งแรงไม่เปราะหรือแตก หัก หรืองอได้ง่าย

10.2.5 ตัวนำที่หักโค้งต้องมีตัวยึดทั้งสองข้างของมุมหักโค้งและไม่ห่างจากมุมหักโค้งเกิน 300 มม.

10.3 สายนำลงดินและตัวยึด

10.3.1 ให้ใช้สายตัวนำทองแดงเปลือยขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ

10.3.2 สายนำลงดินที่ต่อเข้ากันแท่งสายดินต้องต่อแบบ Exothermic weld และแต่ละจุดที่ทำการต่อ ต้องไม่เกิน 3 จุดแยก

10.4 หลักสายดิน

10.4.1 หลักสายดินให้ใช้ Copper clad steel rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ยาว 2.40 ม. อย่างน้อย 3 แท่ง ตอกลงในแนวดิ่ง ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

10.4.2 หัวแท่งสายดินต้องฝังลึกจากผิวดินไม่น้อยกว่า 500 มม. และห่างจากโครงสร้างอาคารไม่น้อยกว่า 1,000 มม.

10.4.3 ความต้านทานของดินสำหรับแท่งสายดินหนึ่งจุดต้องมีค่าไม่สูงกว่า 5 โอห์ม

10.5 การเชื่อมโยงโลหะอื่นเข้ากับระบบป้องกันฟ้าผ่า

โลหะใด ๆ ที่เข้ามาภายในอาคารใต้พื้นดิน เช่น ท่อน้ำ, โทรศัพท์, ไฟฟ้า เป็นต้น ถ้าห่างจากระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่เกิน 2,000 มม. ต้องเชื่อมโยงให้แน่นเข้ากับระบบล่อฟ้าด้วยทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 50 ตร.มม.

11. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ SPD (Surge Protection Device)

11.1 ข้อกำหนดทั่วไป

11.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากแรงดันเสิร์จที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ตู้ เมนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคาร(MDB), แผงวงจรย่อย, ระบบสายสัญญาณ, ระบบโทรศัพท์, ระบบวัดและควบคุม

11.1.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) ต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

11.1.3 DIN VDE 0675 part 6, EN 61643-11(ไฟฟ้ากำลัง), EN 61643-21(สัญญาน), UL1449

11.1.4 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันเพื่อการทำงานที่ประสานสัมพันธ์ระหว่างกัน

11.1.5 การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือ มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

11.1.6 อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่100%ไม่เคยใช้งานมาก่อน

11.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

11.2.1 การป้องกันด้าน POWER SUPPLY 400/230 Vac , 24 Vdc

11.2.1.1 SPD1 For MDB

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I+II/ B+C เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกัน 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่เมนไฟฟ้ารวมทั้งแผงไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารเป็นชุดแรก และ/ หรือ จาก LPZ0 – LPZ 1,2 โดยติดตั้งแบบขนานโดยที่ Class I/B เป็น Spark Gap (SPD1.1)ที่สามารถกำจัดกระแสไหลตามได้มากกว่าค่ากระแสลัดวงจร และ Class II/C เป็น MOV (SPD1.2) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองจะต้องทำงานประสานกันเป็นอย่างดีโดยผู้ติดตั้งต้องแสดงผลทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสอง class ที่ไม่ต่ำกว่า 75 kA (8/20) ในกรณีที่มีความเสียหายของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งอุปกรณ์ที่เหลือจะต้องยังสามารถช่วยป้องกันระบบได้อยู่ และสามารถถอดเปลี่ยนได้ ให้มีอุปกรณ์นับการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่เริ่มนับการทำงานตั้งแต่ 500 A โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

11.2.1.1.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I / B : Spark Gap Technology

IEC Category/ EN Type /VDE	I/T1/B
Nominal Voltage Un	230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc (1.45xUn)	≥ 335 Vac
Lightning Tested Current (10/350)limp	≥ 25 kA (per pole)
Nominal discharged current (8/20) In	≥ 25 kA (per Pole)
Protection level Up (L-N)	≤ 1.5 kV
Follow Current If (at 264 V)	50 kA (กรณีหม้อแปลง1250 kVA ขึ้นไป) 25 kA (กรณีหม้อแปลงไม่เกิน 1000 kVA)

11.2.1.1.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class II / C : MOV Technology

IEC Category/ EN Type /VDE	II/T2/C
Nominal Voltage Un	230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc (1.45xUn)	≥ 335 Vac
Nominal discharged current (8/20) In	≥ 20 kA (per pole)
Max. discharged current (8/20) Imax	≥ 40 kA (per pole)
Protection level Up (L-N)	≤ 1.5 kV

11.2.1.1.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I / B : Spark Gap Technology) for N-PE

IEC Category/ EN Type /VDE	I/T1/B
Nominal Voltage Un	230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc	≥ 260Vac
Lightning Tested Current (10/350)Iimp	≥ 100 kA
Nominal discharged current (8/20) In	≥ 100 kA
Protection level Up (L-N)	≤ 1.5 kV
Follow Current If (at 264 V)	100 A

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 125 A (ยกเว้น SPD 1.3) และจุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

11.2.1.2 SPD2 For DB นอกอาคาร, DB บนหลังคา, Elevator control panel, MATV

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class I,II / T1,T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่สร้างจาก MOV ที่ผ่านการทดสอบทั้ง 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่ติดตั้งไกล้หลังคา หรือตู้ควบคุมลิฟท์ โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

11.2.1.2.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I,II : MOV Technology

IEC Category/ EN Type	I,II /T1,T2
Nominal Voltage Un	230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc (1.45xUn)	≥ 335 Vac
Lightning Tested Current (10/350)Iimp	≥ 12.5 kA
Nominal discharged current (8/20) In	≥ 12.5 kA
Max. Discharge Current (8/20) Imax	≥ 50 kA
Protection level Up	≤ 1.5 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 125 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

11.2.1.3 SPD3 For DB ในอาคาร

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class II / T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จที่สร้างจาก MOV ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

11.2.1.3.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I,II : MOV Technology

IEC Category/ EN Type	II /T2
Nominal Voltage Un	230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc (1.45xUn)	≥ 335 Vac
Nominal discharged current (8/20)	≥ 20 kA (per pole)
Max. discharged current (8/20)	≥ 40 kA (per pole)
Protection level Up (L-N)	≤ 1.5 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 125 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

11.2.1.4 SPD4 สำหรับการป้องกันที่อุปกรณ์โดยตรง

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) Class II / T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จสำหรับป้องกัน PABX , CCTV, Fire Alarm Control Panel, BAS, Lighting control, PLC และอื่นๆ สร้างจาก MOV ใช้สำหรับติดตั้งหน้าอุปกรณ์สื่อสารต่างๆตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

11.2.1.4.1 AC Type DIN Rail Mounting

<u>อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class III</u>

IEC Category/ EN Type	III
Nominal Voltage Un	230-240 Vac
Nominal current In	26 A
Max.Continuous operating voltage Uc	≥ 253 Vac
Nominal discharged current (8/20)	≥ 3 kA
Protection level Up (L-N/ L(N)-PE)	≤ 1.3 kV/1.5 kV

11.2.1.4.2 DC Type DIN Rail Mounting

<u>อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class III</u>

IEC Category/ EN Type	III
Nominal Voltage Un	24 Vdc
Nominal Current In	26 A
Max.Continuous operating voltage Uc	≥ 34 Vac
Nominal discharge current (8/20)	≥ 1 kA
Protection level Up (L-N/ L(N)-PE)	≤ 180 V /550 V

11.2.2 การป้องกันด้านสื่อสาร, ข้อมูล, สัญญาณวัดและควบคุม

11.2.2.1 SPD สำหรับ ระบบโทรศัพท์ จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

ใช้สำหรับป้องกัน PABX จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่คู่สายนอก และสายในที่วิ่งออกนอกอาคารโดยให้ติดตั้งที่ MDF อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถติดตั้งได้บนขั้วต่อสายชนิด LSA PLUS โดยอาจเป็นชุดป้องกันเสิร์จหนึ่งตัวต่อหนึ่งคู่สายหรือ หนึ่งตัวต่อสิบคู่สาย ตามความเหมาะสม

	Telephone protection
Arrester rate voltage (Uc)	185 DC
Nominal current	300 mA
Nominal surge discharge current / path (8/20 µs) (In)	5 kA/5 kA
Total surge current (8/20µs)	10 kA
Residual voltage at In Core-Core/Core-G	260 V / 800 V
Response time Core-Core/Core-G	1ns / 100 ns
Temperature	-20 ºC - +85 ºC
Degree of protection	IP20

11.2.2.2 SPD สำหรับระบบ Local Area Network (LAN), IP Camera (CCTV),Lighting Control

ใช้สำหรับป้องกันระบบ Local Area Network (LAN) และ IP Camera จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากภายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งที Managed Switching Devices หรือ Switching devices และอุปกรณ์ที่ติดตั้งนอกอาคาร อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถรองรับ Power Over Ethernet (PoE)

	EIB	Cat. 6/Cat.5/PoE
Arrester rate voltage (Uc)	30Vdc	≤ 3.3 V
Nominal current (25 ºC)	10A	1.5 A.
Nominal surge discharge current (8/20 µs) (In) core-core/core-G	300A/5 KA	100 A/2 kA per signal path
Total surge current (8/20 µs)	10 kA	10 kA
Output voltage limit at 1 kv/µs core-core/core-G	45V/700V	9V / 700 V
Cut-off frequency (3dB)	6MHz	500 MHz
Response time core-core/core-G	1ns/100ns	1 ns/ 100 ns
Housing	-	Aluminum
Connector	-	RJ45

11.2.2.3 SPD สำหรับ Antenna, MATV

ใช้สำหรับป้องกันระบบสายสัญญาณระบบ MATV จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากภายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งทีจานรับสัญญาณ สาอากาศ และชุดขยายสัญญาณ MATV จากนอกอาคาร

	Main from SAT	TV Socket
Arrester rate voltage (Uc)	280 Vdc	180Vdc
Nominal current	5 A	1.5 A
Nominal surge discharge current (8/20 μs) (In) core-core/core-G	20 kA/20 kA	2.5kA
Residual surge current (8/20μs)	20 kA	2.5 kA
Residual voltage at In core-Shield	700V	600V
Cut off frequency (3dB)	3 GHz	3 GHz

11.3 โครงสร้างและการติดตั้ง

11.3.1 อุปกรณ์ป้องกันนี้จะต้องประกอบกันอยู่ภายในสิ่งห่อห่อหุ้มที่แข็งแรง และมี ฝาปิด-เปิด ที่แข็งแรงพร้อมที่ล็อคฝาหรืออาจติดตั้งภายใน MDB หรือ DB หรือ Control panel หรือ Rack ที่มีอยู่

11.3.2 กรณีติดตั้งในกล่อง ตัวกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ป้องกันนี้ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป สามารถนำไปติดตั้งที่ผนังหรือตั้งพื้นได้โดยสะดวก

11.3.3 Housing หรือ Body ของตัวอุปกรณ์ป้องกันต้องทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน UL94V-0 (Flame Resistance Plastic) หรือ วัสดุที่ดีกว่า

12. การป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด

12.1 ความต้องการพื้นฐาน

12.1.1 วัตถุประสงค์ของการกำหนดให้มีการอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า

12.1.2 วัสดุและระบบป้องกันไฟไหม้ลามทั้งหมด ต้องทำการออกแบบและติดตั้งเพื่อที่จะใช้ปิดช่องที่มีท่อหรือสายไฟลอดทะลุผ่าน ต้องมีคุณสมบัติป้องกันไฟและความร้อนได้ดี และสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เมื่อมีการซ่อมแซม

12.1.3 สำหรับหน้างานที่มีท่อหรือสายไฟที่เมื่อเกิดเหตุไฟไหม้แล้วละลายหายไป เช่น ท่อ พลาสติก จะต้องทำการป้องกันด้วยวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามที่มีคุณสมบัติขยายตัวเมื่อเกิดไฟไหม้เท่านั้น

12.1.4 วัสดุป้องกันไฟไหม้ลามมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องผ่านการทดสอบและรับรองตามมาตรฐานหรือจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เพื่อเป็นการรับประกันว่าวัสดุหรือระบบป้องกันไฟไหม้ลามเหล่านั้นจะทำงานได้จริงเมื่อเกิดไฟไหม้ สถาบันและมาตรฐานเหล่านี้ได้แก่

- UL Fire resistance directory
- UL 1479 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด
- UL Component listing test criteria
- ASTM Standard E 814 มาตรฐานการทดสอบการป้องกันการไหม้ไฟผ่านช่องเปิด
- Factory Mutual approval guide

12.2 ขอบเขตของงานที่จะต้องทำการติดตั้งวัสดุป้องกันไฟไหม้ลาม

12.2.1 ช่องเปิดที่ท่อไฟฟ้าหรือสายไฟฟ้าลอดผ่านพื้นหรือผนัง เช่น ห้องเครื่องไฟฟ้า ช่องชาร์ป ไฟฟ้าทุกๆชั้น

12.3 คุณสมบัติทั่วไปของวัสดุป้องกันไฟไหม้ลาม

12.3.1 มีค่าการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงและต้องไม่น้อยกว่าค่าการทนไฟของพื้น,ผนังนั้นๆ

12.3.2 สามารถทนทานต่อสภาพเปียกชื้นได้เป็นอย่างดี

12.3.3 เมื่อเวลาผ่านไปคุณสมบัติในการป้องกันไฟต้องไม่เปลี่ยน

12.3.4 ไม่มีวัสดุที่เป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะปกติและขณะเพลิงไหม้

12.3.5 สามารถที่จะทำการรื้อถอนวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามเพื่อต่อเติม เปลี่ยนแปลง ท่อ หรือสายไฟ ได้ง่าย

12.3.6 ต้องสามารถทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนได้ดี

12.3.7 ก่อนและหลังไฟไหม้ วัสดุที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรงมากพอที่จะป้องกันแรงดันน้ำฉีดดับเพลิงได้

12.4 การติดตั้ง

12.4.1 การติดตั้งวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามต้องทำตามคำแนะนำในหนังสือ UL Fire resistance directory หรือตามคำนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดเท่านั้น

13. โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้ง

13.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ให้ใช้กับโคมไฟฟ้า ขั้วรับหลอด สายเข้าดวงโคมชนิดแขวน หลอดไส้ หลอดไฟอาร์ค หลอดไฟปล่อยประจุ การเดินสายของดวงโคม และบริภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดวงโคม

13.1.1 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้

13.1.2 ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัมหรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มม. ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม

13.1.3 การเดินสายดวงโคมต้องจัดทำให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพและให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย

13.1.4 ขนาดของสายในดวงโคมต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

13.1.5 ขั้วรับหลอดชนิดเกลียวเมื่อใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีตัวนำนิวทรัล ส่วนเกลียวโลหะที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าต้องต่อกับตัวนำนิวทรัลเท่านั้น

13.1.6 ดวงโคมต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสาย ระหว่างสายดวงโคมกับสายของวงจรย่อยได้โดยสะดวก

13.1.7 สายที่ใช้ในดวงโคมต้องมีฉนวนที่เหมาะสมกับกระแส แรงดันและอุณหภูมิใช้งาน

13.1.8 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้น หรือสถานที่ที่มีการผุกร่อนได้ ต้องใช้สายชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้นแล้ว

13.1.9 จุดต่อหรือจุดแยกของสาย ต้องไม่อยู่ในก้านของดวงโคม

13.1.10 การต่อหรือการต่อแยกของสายให้มีในดวงโคมได้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น

13.1.11 กล่องจุดต่อไฟฟ้าเข้าดวงโคมต้องมีฝาครอบ หรือปิดด้วยฝาครอบ

13.1.12 อุปกรณ์ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวต้องสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

13.1.13 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งดวงโคมต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่โคมไฟและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคม ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ถ้าโคมไฟ หรืออุปกรณ์เป็นของต่างประเทศและไม่สามารถนำตัวอย่างมาให้พิจารณาได้ ก็ให้นำรายละเอียดและแคตตาล๊อคต่างๆ มาแทนได้ส่วนวิธีการติดตั้งหรือจับยึดให้ผู้รับจ้างทำแบบเสนอขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของโคมไฟไปจากแบบอาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

13.1.14 โคมไฟ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ ต้องทดสอบสามารถทำงานได้ติดต่อกันตลอด 12 ชั่วโมง โดยไม่เสียหายก่อนส่งมอบงาน

13.2 ดวงโคม

13.2.1 ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและรายละเอียดข้อกำหนด โดยต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่ระบุ ดวง

โคมที่ผลิตตามมาตรฐานของผู้ผลิตในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างจากที่กำหนดได้เล็กน้อย ดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบ และตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อและสั่งทำ

13.2.2 โคมต่างๆ ที่ติดตั้งภายในอาคารต้องมีคุณสมบัติกันฝุ่นละออง ระบายความร้อนได้ดี ติดตั้งง่าย สะดวกในการซ่อมบำรุง และเปลี่ยนหลอดไฟได้ง่าย

13.2.3 โคมที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำ กันแมลง ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศภายนอกได้ (Weather proof) ระดับการป้องกัน IP54 ขึ้นไปหรือตามแต่ที่ได้ระบุเพิ่มเติมและผลิตตามมาตรฐาน BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง

13.2.4 โคมไฟซึ่งต่อกับวงจรฉุกเฉิน ต้องมีป้ายติดอยู่ภายในบอกให้ทราบว่าต่ออยู่กับวงจรฉุกเฉิน

13.3 อุปกรณ์ประกอบในดวงโคม

13.3.1 สำหรับขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องเป็นแบบ Heavy duty,rotary spring lock type ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.,NEMA, VDE

13.3.2 ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อยในกรณีที่ดวงโคมต้องลงดิน

13.3.3 บัลลาสต์สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.,IEC โดยเป็นชนิด Preheat start,low power factor,low loss (ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5) พร้อมใส่คอนเดนเซอร์เพื่อปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้ได้อย่างน้อย 0.90

13.3.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับโคมไฟฟลูออเรสเซนต์ ถ้ากำหนดให้ใช้ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก., IEC, IEEE, FCC และมีค่า THD<= 25% พร้อมมีการรับประกันอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี

13.3.5 คาปาซิเตอร์สำหรับการปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์ต้องเป็นชนิด Dry type (metallized plastic) aluminium casing เป็นไปตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ

13.3.6 บัลลาสต์ หรือ อิกนิเตอร์ของโคมไฟหลอดดิสชาร์จ ให้ใช้คอนเดนเซอร์ปรับปรุงเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้ได้อย่างน้อย 0.90

13.3.7 สตาร์ตเตอร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

13.3.8 สายไฟในดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวนชนิดทนความร้อนได้ถึง 70^{O}C และมีพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 มม.^{2}

13.4 หลอดไฟ

13.4.1 สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิด Cool white

13.4.2 หลอดใช้ก๊าซความดันสูง เช่น หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดโซเดียม โดยทั่วไปใช้ชนิด Color corrected หรือตามที่แสดงไว้ในแบบโดยมีขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว

13.5 โคมไฟฉุกเฉิน (Self-contained battery emergency light)

13.5.1 ไฟฉุกเฉินเป็นชนิดมีแบตเตอรี่อยู่ภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid state สำหรับตัดเมื่ออัดประจุเต็มหรือคายประจุเมื่อถึงระดับแรงดันที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่ และมีระบบทดสอบไฟ และแสดงสถานภาพการประจุแบตเตอรี่ด้วย ตัวกล่องต้องสามารถระบายอากาศ และทนต่อสภาพกรดจากแบตเตอรี่ได้เป็นอย่างดีโดยทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

13.5.2 การติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้า ประมาณ 300 มม. แต่

ไม่สูงกว่า 2,200 มม.จากระดับพื้นสำเร็จ ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

13.5.3 หลอดไฟฟ้าให้ใช้หลอด LED

13.5.4 แบตเตอรี่ใช้ Sealed lead acid battery maintenance free ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชม. โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่า 80% ของแรงดันปรกติแบตเตอรี่

14. สวิตซ์และเต้ารับ

14.1 ข้อกำหนดทั่วไป

14.1.1 สวิตช์และเต้ารับทำจากพลาสติกที่ทนทาน หน้ากากฝาครอบเป็นพลาสติกสีขาว

14.1.2 สวิตช์และเต้ารับต้องทำจากวัสดุซึ่งทนต่อแรงกระแทก มีความคงทนต่อแรงดันของฉนวนสูง และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

14.1.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสวิตช์และเต้ารับให้ฝังเรียบในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและ ต้องต่อลงดินยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดลอยให้ติดตั้งโดยให้กล่องโลหะแบบติดลอย สำหรับสวิตซ์และเต้ารับภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำและทนสภาวะอากาศ มีค่า IP54 เป็นอย่างน้อย

14.1.4 ฝาครอบสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า จะต้องได้รับความเห็นชอบจากสถาปนิกก่อนจึงจะจัดซื้อและติดตั้งได้

14.1.5 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์ และเต้ารับต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินงานได้ ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งสวิตช์ หรือเต้ารับตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบได้ให้ผู้รับจ้างแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ เพื่อขอดำเนินงานแก้ไขต่อไป

14.2 สวิตช์ไฟฟ้า

14.2.1 สวิตช์ใช้กับดวงโคม และพัดลมชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 16 A ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีการกระดกสัมผัส มี Spring coil ควบคุม Contact

14.2.2 ตัวสวิตช์ทำด้วยวัสดุสภาพการเป็นฉนวนที่ดี

14.2.3 ฝาครอบสวิตช์เป็นพลาสติกสีขาว

14.2.4 ขั้วต่อสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน หรือ มีสกรูกดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะกับขั้วโดยตรง

14.3 เต้ารับ

14.3.1 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบฝังติดผนัง หรือตามที่ระบุในแบบ

14.3.2 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดิน เสียบได้ทั้งขากลมและขาแบนใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 16 A

14.3.3 ตัวเต้ารับทำด้วยวัสดุที่มีสภาพการเป็นฉนวนที่ดี

14.3.4 ฝาครอบเป็นชนิดเดียวกับสวิตช์

14.3.5 เต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งภายนอกอาคาร,ชั้นสิ้นสุด(ระดับผิวดิน) และบริเวณเคาน์เตอร์อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ ที่มีระยะห่างจากขอบด้านนอกอ่าง ไม่เกิน 1.5 เมตร ให้ติดตั้งเบรกเกอร์ชนิดตัดไฟรั่ว ด้วย (ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด)

14.4 การติดตั้ง

14.4.1 การติดตั้งสวิตช์ ใช้กล่องเหล็กที่ผ่านการชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip galvanized หรือกล่องพลาสติกที่ได้การรับรองให้สามารถใช้ฝังในผนังได้ ฝังในผนังสูงจากพื้น 1.20 ม. ห่างจากขอบประตู

0.20 ม. วัดถึงศูนย์กลางของสวิตช์ หรือตามแต่ที่ได้ระบุไว้ในแบบ

14.4.2 ในกล่องสวิตช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิตช์เกินกว่า 300 V นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกั้นระหว่างสวิตช์ หรือนอกจากจะใช้สวิตช์ชิ้นส่วนที่มีกระแสไหลไม่สามารถถูกต้องโคนนิ้วมือได้

14.4.3 แผงสวิตช์ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างส่วนกลางและประกอบด้วยสวิตช์ควบคุมระยะไกล (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ติดตั้งสูงจากพื้น 1500 มม. ที่ระดับ Top ตู้ ในกล่องเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

14.4.4 เต้ารับทั่วไป ติดตั้งสูงจากพื้น 300 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

14.4.5 เต้ารับสำหรับไฟฉุกเฉิน ติดตั้งห่างจากโคมไฟฉุกเฉินไม่เกิน 300 มม.

14.4.6 เต้ารับในห้องน้ำ ติดตั้งสูงจากพื้น 900 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

14.4.7 สวิตช์หรือเต้ารับที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิตช์หรือครอบสวิตช์ หรือเต้ารับที่ไม่ลบเลือนเมื่อจับต้อง

15. ระบบโทรศัพท์

15.1 ทั่วไป

15.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรศัพท์ให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์ใดที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง

15.1.2 ระบบโทรศัพท์ประกอบด้วยการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- MDF (Main Distribution Frame)
- กล่องต่อขั้วโทรศัพท์และขั้วต่อ (Telephone terminal box)
- เต้ารับโทรศัพท์และฝาครอบ
- เดินสายร้อยท่อโลหะจากเต้ารับไปยังกล่องต่อขั้วโทรศัพท์และไปยัง MDF
- เดินสายร้อยท่อจาก MDF ไปภายนอกอาคารเชื่อมเข้ากับสายขององค์การโทรศัพท์หรือของทางโครงการ (ยกเว้นว่าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ)

15.1.3 รายการประกอบแบบหรือรายละเอียดในแบบที่ขัดกับกฎเกณฑ์,ข้อบังคับ, และระเบียบขององค์การโทรศัพท์ ให้ผู้รับจ้างยึดถือขององค์การโทรศัพท์เป็นเกณฑ์

15.1.4 การเดินสายในระบบโทรศัพท์ให้เดินสายร้อยท่อโลหะ ท่อและการเดินสายร้อยท่อและการติดตั้งท่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดเดียวกันกับงานระบบไฟฟ้ากำลัง

15.1.5 สายโทรศัพท์ที่เดินภายในอาคารจากเต้ารับไปยังตู้กระจายสายโทรศัพท์ย่อย TC ให้ใช้สาย TIEV 4Cx0.65 มม. สายเดินภายในอาคารระหว่างตู้กระจายสายโทรศัพท์ย่อย และจากตู้กระจายสายโทรศัพท์ย่อยไปยังตู้กระจายสายโทรศัพท์หลัก MDF ให้ใช้สาย TPEV ขนาด 0.65 มม. สายเดินภายนอกอาคารหรือร้อยท่อฝังดินให้ใช้สาย AP ขนาด 0.65 มม.กรณีที่กำหนดขนาดไว้ในแบบให้ยึดแบบเป็นเกณฑ์

15.2 อุปกรณ์

15.2.1 ตู้กระจายสายโทรศัพท์ย่อย TC

- ให้เป็นชนิดติดผนัง ตัวตู้ให้ใช้แผ่นเหล็กขาวหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีอบ 2 ชั้น สีพ่นให้ใช้สีอีพ็อกซี่ ฝาตู้ให้เป็นบานเปิดแบบแขวนพร้อมกุญแจล็อคแบบฝังเรียบ
- เนื้อที่ภายในตู้ให้มีมากพอที่จะติดตั้งจำนวนขั้วต่อสายโทรศัพท์ตามแบบ และมีที่ว่างที่จะสามารถเพิ่มขั้วต่อสายในภายหลังได้ตามแบบ
- ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งแผ่นป้ายชื่อตามแบบ (กรณีไม่ได้กำหนดโค้ดของแผงต่อขั้วสายให้กำหนดเองตามชั้น แต่ทั้งนี้ต้องขออนุมัติก่อนดำเนินการจัดทำแผ่นป้าย) โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดและรายการที่ต้องทำเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการสั่งทำและติดตั้ง
- ขั้วต่อสายโทรศัพท์ให้ใช้แบบ Quick connect terminal
- ขั้วต่อสายเป็นแบบ Connecting type

15.2.2 ตู้กระจายสายโทรศัพท์หลัก MDF

- ให้เป็นแบบตั้งพื้น ตัวตู้ให้ใช้แผ่นเหล็กขาวหนาไม่น้อยกว่า 1.20 มม. สำหรับความกว้างไม่เกิน 550 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 1.60 มม. เมื่อความกว้างมากกว่า 550 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีอบ 2 ชั้น สีพ่นให้ใช้สีอีพ็อกซี่ เมื่อประกอบเสร็จแล้วต้องแข็งแรงและไม่บิดงอ หรือเสียรูปได้ง่ายเมื่อถูกกระแทก ฝาตู้ให้เป็นแบบบานปิดแบบแขวนพร้อมกุญแจล็อคแบบเขาควาย
- เนื้อที่ภายในตู้ให้มีมากพอที่จะติดตั้งจำนวนขั้วต่อสายโทรศัพท์ได้ตามแบบ และมีที่ว่างที่จะสามารถเพิ่มขั้วต่อสายในภายหลังได้อีกตามแบบ พร้อมติดตั้ง Surge arrestor สำหรับโทรศัพท์คู่สายนอกทุกคู่ด้วย
- ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งแผ่นป้ายชื่อตามแบบ (กรณีไม่ได้กำหนดโค้ดของแผงต่อขั้วสายให้กำหนดเองตามชั้น แต่ทั้งนี้ต้องขออนุมัติก่อนดำเนินการจัดทำแผ่นป้าย) โดยผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดและรายการที่ต้องทำเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการสั่งทำและติดตั้ง
- ขั้วต่อสายโทรศัพท์ให้ใช้แบบ Quick connect terminal
- ขั้วต่อสายเป็นแบบ disconnecting type

15.3 การรับประกัน การบริการ การฝึกอบรมและการบำรุงรักษา

15.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และวัสดุต่างๆ ของระบบโทรศัพท์อย่างน้อยตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป

15.3.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบโทรศัพท์กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างภายในระยะเวลาประกัน

16. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

16.1 ทั่วไป

16.1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชนิดในระบบต้องได้รับการรับรองโดย UL,ULC

16.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์และวัสดุใดที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบไฟฟ้าแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

16.1.3 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Presignal full addressable system การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ของ ว.ส.ท.หรือ NFPA และคำแนะนำของผู้ผลิต

16.1.4 อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับควันหรือความร้อน ที่มียี่ห้อต่างไปจาก FCP ได้ แต่ทั้งนี้อุปกรณ์ตรวจจับต้องได้รับการรับรองโดย UL,ULC และบริษัทผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายต้องรับรองว่า อุปกรณ์สามารถใช้ร่วมกับระบบหลักได้อย่างสมบูรณ์

16.1.5 อุปกรณ์ในระบบ อย่างน้อยประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

- Fire control panel (FCP)
- Announciator panel (ANN)
- Module
- Initiating devices
- Notification appliance
- Power supply and backup

16.2 Fire control panel

16.2.1 เป็นตู้ควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้แบบ Semi Addressable

16.2.2 สามารถรองรับการแบ่งโซนควบคุมและตรวจจับได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 250 อุปกรณ์ แบ่งเป็น

- Addressable detector ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 125 อุปกรณ์
- Control / Monitor Module ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 125 อุปกรณ์

16.2.3 ใช้ไฟ 220-240 VAC 50 Hz

16.2.4 จอแสดงผลแบบ LCD สามารถแสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 168 ตัวอักษรในหน้าจอเดียวพร้อมไฟส่องหลัง

16.2.5 Built-in alarm, Trouble, Security และ Supervisory relays

16.2.6 การเก็บบันทึก Application code เก็บไว้ใน Flash memory

16.2.7 มีโทรศัพท์สำหรับนักผจญเพลิง

16.2.8 คุณสมบัติอื่นๆมีดังนี้

- สามารถต่อเชื่อมแบบ Two wire loop ได้ 1 Loop โดยในแต่ละ Loop สามารถต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ตัวจับได้ไม่น้อยกว่า 125 ชุดและอุปกรณ์ควบคุมแบบ Addressable ได้ไม่น้อยกว่า 125 โมดูล
- สามารถทดสอบการ Activates and verifies อุปกรณ์ตรวจจับที่ต่อในระบบได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบ Manual

- การออกแบบต้องเป็นแบบ Modular hardware design
- สามารถทำการโปรแกรมและตั้งค่าต่างๆให้กับระบบได้ในสถานที่ติดตั้งตู้ โดยใช้ Keypad หน้าตู้ ไม่จำเป็นต้องอาศัยทักษะพิเศษในการโปรแกรมใดๆ
- สามารถเก็บบันทึกเหตุการณ์ต่างๆได้ไม่น้อยกว่า 800 รายการโดยไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ที่บันทึกได้
- เหตุการณ์ที่ถูกบันทึกทั้งหมดจะถูกบันทึกพร้อมวัน,เวลา,และสถานที่เกิดเหตุ
- สามารถทำการคัดเรียงเหตุการณ์ที่บันทึกได้ทั้งแบบเรียงตามเหตุการณ์,วัน,เวลา,และสถานที่เกิด
- สามารถตั้งรหัสผ่านได้หลายรหัส
- มีฟังก์ชั่น Walk test พร้อม Counter สำหรับการทดสอบแต่ละจุด และสามารถตรวจสอบได้ว่ามีอุปกรณ์ในระบบชุดใดที่มีค่า Address เดียวกัน โดยที่ในระหว่างทำการทดสอบระบบยังสามารถทำงานตรวจจับและส่งสัญญาณได้ตามปกติ พร้อมกันนั้นจะต้องสามารถตั้งเวลาเพื่อออกจากการทอสอบระบบแบบ Walk test ได้
- มีฟังก์ชั่นในการแจ้งเตือนให้ทำการบำรุงรักษาระบบ ในกรณีที่อุปกรณ์ตรวจจับในระบบมีสภาพที่ขาดการดูแลรักษา จนอาจทำให้เกิดการตรวจจับผิดพลาดได้
- สามารถทำการ Enable หรือ Disable อุปกรณ์แบบ Addressable ได้เป็นจุดๆ
- สามารถรายงานสถานะต่างๆของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ
- การตั้งเวลาในการยับยั้ง Silence alarm cutout และ Alarm verification จะต้องทำได้ด้วย Software
- มีระบบป้องกันการเกิด Ground fault
- มีระบบการจ่ายไฟและควบคุมแหล่งจ่ายไฟอย่างมีประสิทธิภาพ
- มีระบบตรวจสอบและควบคุมแบตเตอรี่สำรองไฟ
- สามารถทำการแจ้งเตือนการเกิดเหตุที่ตู้ได้ก่อน (Pre-signal alarm)

16.2.9 แผงควบคุมต้องมี Indicator Lamp แสดงสภาวะการทำงานของระบบอย่างน้อยดังนี้

- AC Power
- System alarm
- System trouble
- Display trouble
- Pre - alarm
- Signal Silenced

16.2.10 แผงควบคุมต้องมีสวิตซ์สำหรับควบคุมการทำงานของ Fire control panel ของระบบอย่างน้อยดังนี้

- Acknowledged / Step
- Signal silence
- System reset
- System test
- Lamp test
- Program
- Backspaces
- Enter

- Number key 0-9
- Next
- Autostep

16.3 Annunciator panel

16.3.1 ให้ติดตั้งตำแหน่งตามที่กำหนดในแบบ เป็นแผงแสดงรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุต่างๆ เป็น Graphic แสดงรูปด้านหน้าของอาคาร และ ผังประจำแต่ละชั้นของอาคาร มีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดกระดาษ A1 ให้ทำด้วยแผ่น Stainless ชนิดด้าน (Hairline) กัดเซาะร่องให้เป็นสีดำพร้อมติดหลอด LED เพื่อแสดงสถานะการทำงานทั้ง Alarm , Circuit on , และ Trouble ของโซนตรวจจับ นอกจากนั้นให้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น Buzzer, Silence switch, Lamp test, Reset switch, On-off switch เป็นต้น

16.3.2 ต้องติดตั้งแผงแสดงรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุต่างๆ ที่ห้องควบคุมหรือตามที่กำหนดในแบบเพื่อแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้สามารถทราบว่าเกิดเหตุที่พื้นที่ใดของโครงการ

16.4 Module

16.4.1 **Monitor module** มีคุณสมบัติดังนี้

- Support compatible two-wire smoke detectors
- High noise (EMI/RFI) immunity
- Electronic addressing
- Automatic device mapping
- Supervises initiating device circuit wiring and connection of external power source
- LED Flashes during normal operation
- LED Latches steady to indicate alarm on command from control panel
- Operating voltage : 15-32 V_{DC}
- Temperature range : $0^{O}C$ to $49^{O}C$

16.4.2 **Control moduleและ Relay module** มีคุณสมบัติดังนี้

- High noise (EMI/RFI) immunity
- Electronic addressing
- May be used to 24 V notification appliance circuit, Audio(up to 70.7 V_{RMS}) or telephone
- Supervises initiating device circuit wiring and connection of external power source
- Integral LED blink green each time a communication is received from the control panel and turns on in steady red when activated
- Operating voltage : 15-32 V_{DC}
- Temperature Range : $0^{O}C$ to $49^{O}C$

16.4.3 **Fault isolator module** มีคุณสมบัติดังนี้

- No external power required

- Electronic addressing
- Integral LED blinks to indicate normal condition, and illuminates steady when short circuit condition is detected
- High noise (EMI/RFI) immunity
- Automatic device mapping
- Open SLC loop automatically on detection of short, preventing the short from causing failure of the entire loop
- Automatic resets on correcting of short
- Operating voltage : 15-32 V_{DC}
- Temperature Range : $0^{O}C$ to $49^{O}C$

16.5 Initiating device

16.5.1 **Photoelectric smoke detector** มีคุณสมบัติดังนี้

- Low profile design
- 2-Wire loop connection
- LEDs provide 360^{O} visibility
- LEDs blink in standby and turn on steady in alarm
- Field sensitivity metering of detector
- Sealed against dirt,insect,and back pressure
- Plugs into separate base for ease of installation and maintenance
- Removable cover and insect-resistant screen for field cleaning
- Operating voltage : 8.5-35 V_{DC}
- Sensitivity : 3 % $\pm$0.7%/ft.
- Temperature Range : $0^{O}C$ to $49^{O}C$
- Max. air velocity : Not less than 2,500 fpm (without triggering a false alarm)

16.5.2 **Rate of rise and fixed temperature heat detector** มีคุณสมบัติดังนี้

- Dual solid state thermistor sensor
- 2-wire loop connection
- Fixed heat with rate of rise response ($135^{O}F$ alarm point)
- Rate of rise feature activates when the ambient temperature increases at a rate greater than $15^{O}F$ ($9.4^{O}C$) per minute
- Thermistor technology
- Restorable
- Visible LEDS blink in standby and latch on in alarm
- Built-in tamper resistant feature
- Sealed against back pressure
- Plugs into separate base for ease of installation and maintenance

- Operating voltage : 15-35 VDC
- Reset time : 0.03 to 0.30 seconds
- Power up time : 1 seconds maximum
- Temperature range : 0^{O}C to 49^{O}C

16.5.3 **Fixed temperature heat detector** มีคุณสมบัติดังนี้

- Replaceable heat collector (fusible element) enable quick and easy restoration to service
- 2-wire loop connection
- Fixed heat 135^{O}F alarm point (or Fixed heat 200 ^{O}F ตามที่ระบุในแบบ)
- Plug into separate base for ease of installation and maintenance
- Operating voltage : 6-28 VDC
- Temperature range : 0^{O}C to49^{O}C

16.5.4 **Double action manual fire alarm station** มีคุณสมบัติดังนี้

- Non-coded manual
- Double action operation, operation with one hand, yet designed to prevent false alarms when bumped,shaken,or jarred
- Meets UL 38,Standard for manually actuated signaling boxes
- Cover,backplate and operation handle are all molded of durable polycarbonate material
- Semi-flush mounted
- The retainer is a permanent, high tensile spring which needs no replacement
- 2-wire loop connection
- Station can be opened for inspection and maintenance without initiating an alarm
- Switch contact rating : 0.25 A @ 30 VAC or VDC
- Auxiliary contact circuit : rated to 3.0 A @ 30 VAC or VDC
- Inside Double action manual station consist of key switch for general alarm

16.6 Notification appliance

16.6.1 **Horn with Strobe** มีคุณสมบัติดังนี้

- ความดังของ Horn ไม่น้อยกว่า 85 dB
- ความสว่างของแสงไม่น้อยกว่า 75 CD. , White len
- Wall mounted
- Operating Voltage : 16 – 33 Vdc
- Strobe flash rate: 1 flash per second
- Temperature range : 0^{O}C to 49^{O}C

16.6.2 **Alarm Bell** มีคุณสมบัติดังนี้

- 6” Gong Diameter red color
- Wall mounted
- Operating Voltage : 19.2 – 26.4 Vdc

- Average Current 0.03 Amps
- Temperature range : 0^{O}C to 55^{O}C
- 85 dBA @ 3 meter

16.6.3 **Emergency telephone station** ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- ตู้แบบติดลอยพร้อมฝาปิดล็อคได้ สำหรับติดตั้ง Telephone handset ได้ 1 ชุด
- Telephone with coil cord จำนวน 1 ชุด

16.6.4 **Fireman's phone jack** (ติดตั้งในทุกที่ที่ระบุว่าเป็น Emergency telephone) ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- เต้ารับแบบฝังในผนังสำหรับใช้ต่อกับ Telephone with coil cord จำนวน 1 ชุด
- ฝาครอบเต้ารับทำด้วยสแตนเลส

16.6.5 **Indicating Lamp**

- ไฟแสดงผล หลอด LED (Super bright , Long life) สีแดง
- LED voltage : 3 - 24 Vdc (" ON ")
- ฝาครอบทำด้วยสแตนเลส

16.7 Power supply and backup

16.7.1 ใช้ไฟ 1∅ 220-240 V/50 Hz และแปลงเป็นไฟ 24 VDC (Nominal)

16.7.2 มีแบตเตอรี่ชนิด Seal lead acid แบบ Maintenance free หรือ Nickel cadmium สำหรับจ่ายไฟสำรองให้กับระบบในกรณีที่ไฟดับได้นาน 24 ชม. และมีกำลังเพียงพอในช่วงที่ลำโพงทุกตัวทำงานไปได้อย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 15 นาที แบตเตอรี่สามารถอัดไฟได้เต็มไม่เกิน 24 ชม. โดยไม่ทำให้แบตเตอรี่เสียหาย ให้ผู้รับจ้างแสดงรายการคำนวณขนาดแบตเตอรี่และเครื่องอัดให้เพียงพอกับความต้องการที่กำหนดเพื่อประกอบการพิจารณาในการเสนอขออนุมัติ

16.7.3 อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องจัดอยู่ในตู้โลหะแบบกันสนิมและอบสี 2 ชั้น

16.8 การทำงานของระบบ

16.8.1 เมื่อ Initiating device ทำงานในโซนใดโซนหนึ่งจะเกิดสัญญาณไฟกระพริบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อาคาร/ชั้นที่ Fire control panel พร้อมเสียงดังเตือนเมื่อมีเจ้าหน้าที่มากดปุ่ม Silence เสียงเตือนจะหายไป แต่ไฟแสดงแจ้งเหตุเพลิงไหม้ยังแสดงอยู่ ถ้าพ้นช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที โดยไม่มีผู้ใดดำเนินการใด ๆ เสียงจากลำโพงที่อาคารหรือชั้นที่ใกล้เคียงที่เกิดเหตุและอาคารหรือชั้นที่เกิดเหตุก็ดังขึ้น (แล้วแต่กรณี) ภายในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที ถ้าตรวจพบเพลิงไหม้และไม่สามารถควบคุมไฟได้สามารถให้ลำโพงดังหมดทุกอาคารได้ ภายในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที ถ้าตรวจพบว่าไม่ใช่เพลิงไหม้ สามารถ Reset ระบบได้

16.8.2 เมื่อสายในระบบสัญญาณของ Initiating device, หรือ Notification appliance หลุด ขาด ลัดวงจร รั่วลงดิน หรือระบบไฟป้อน 220-240 โวลต์หายไป แบตเตอรี่มีกำลังต่ำลง จะมีสัญญาณไฟ trouble สว่างและออดดังเมื่อกด Silence ออดดับ และเมื่อตรวจแก้ไขเรียบร้อยแล้ว สามารถ Reset คืนสู่สภาวะปกติได้

16.9 การติดตั้ง

16.9.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ออกโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯหรือ NFPA และคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

16.9.2 การเดินสายร้อยท่อให้ให้ใช้สาย IEC01 1.5 มม.^{2} ร้อยท่อโลหะยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

16.9.3 สาย Remote ของ ANN จาก FCP ให้ใช้สาย TPEV ∅ 0.65 มม. ร้อยท่อโลหะยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

16.9.4 ปลายสายทุกเส้นที่ FCP และ ANN ทุกแผงต้องกำกับเลขหมายไว้ตรงกันด้วย Wire marker พลาสติกและมีตัวเลขแสดงโดยไม่ลบเลือนได้ง่าย

16.9.5 การติดตั้งท่อและการเดินสายร้อยท่อให้เหมือนกับข้อกำหนดในงานระบบไฟฟ้า

16.9.6 ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งแผง FCP, ANN เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ

16.9.7 Manual fire alarm station ให้ติดตั้งที่ระดับสูง 1.30 ม. เหนือพื้นสำเร็จ

16.9.8 Alarm Speaker ให้ติดตั้งที่ระดับความสูง 2.00 ม. โดยให้สูงจากพื้นที่เท่ากันในทุกชั้น ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

16.9.9 สายที่เดินผู้รับจ้างต้องจัดกลุ่มของสายเป็นโซนๆ ด้วย Plastic fastener พร้อม Plastic marker บอกโซนของ Initiating device, alarm sounder, และ Emergency telephone ที่ช่องเปิดของช่อง Shaft และปลายสายทุกเส้นของโซนประจำชั้นหรือพื้นที่นั้น ๆ ต้องกำกับหมายเลขด้วย Wire marker แสดงโค้ดกำกับชนิดของสัญญาณของแต่ละชั้น

16.10 แบบแปลนและคู่มือ

16.10.1 จัดทำแบบกะทัดรัดแสดงตำแหน่งของ Initiating device ในแต่ละพื้นที่และโซนการควบคุมพร้อมเลขกำกับโซน และ Initiating device เพื่อง่ายต่อการใช้ติดไว้ที่ FCP, ANN

16.10.2 จัดทำคู่มือแสดงขั้นตอนการใช้ การบำรุงรักษา การแก้ไข การตรวจเช็คระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นภาษาไทย 3 ชุด ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างภายหลังจากการส่งมอบระบบแล้ว

16.10.3 ผู้รับจ้างต้องจัดอบรมเป็นกิจจะลักษณะ (Training course) แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้ทราบถึงการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การใช้คู่มือและการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาการแก้ไข การตรวจเช็คตามที่กล่าวข้างต้น ให้ชำนาญจนเจ้าหน้าที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง

16.11 การทดสอบ

16.11.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของระบบต่อผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนผู้ว่าจ้างว่าระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ครบตามที่กำหนดในรายการประกอบแบบ

16.11.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของ Indicator lamp แจ้งเหตุเพลิงไหม้ถูกต้องตามพื้นที่ และ ZONE หรือไม่

16.12 การรับประกัน การบริการ

16.12.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป

16.12.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง

หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างในระยะเวลาประกัน

16.12.3 ผู้รับจ้างต้องบริการตรวจเช็คระบบ และความไว หรือการทำงานผิดพลาดของ Detector ทุก 6 เดือน ในช่วงระยะเวลารับประกัน

17. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (IP CAMERA SYSTEM)

17.1 ทั่วไป

17.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องวงจรปิดแบบ IP Camera ดังแสดงในแบบ และที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบนี้ให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์และวัสดุใดๆ ที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ หรือในรายการประกอบแบบแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้การทำงานของระบบทำได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง

17.1.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบระยะการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ จากสภาพหน้างานจริง เพื่อให้สอดคล้องกับการกำหนดขนาดเลนส์ และอุปกรณ์ประกอบของระบบฯ ถ้าพบว่าค่าทางเทคนิคหรืออุปกรณ์ตัวใดไม่เหมาะสมกับสภาพหน้างาน ให้ดำเนินการชี้แจงต่อผู้ควบคุมงานหรือผู้ออกแบบเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงก่อนการทำสัญญาจัดซื้อจัดจ้าง

17.1.3 ในกรณีที่ติดตั้งกล้องภายในตัวลิฟต์ ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์กรองสัญญาณรบกวนด้วย เพื่อให้คุณภาพสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิดไม่ถูกรบกวนจากการทำงานของอุปกรณ์ระบบลิฟต์

17.1.4 อุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ภายในห้องควบคุม หรือศูนย์สั่งการ ต้องติดตั้งภายในตู้ RACK หรือ TOP DESK RACK ให้เรียบร้อย

17.1.5 อุปกรณ์ควบคุมและจอภาพให้ติดตั้งที่ห้องควบคุมของอาคารหรือ ตามที่ระบุในแบบ

17.1.6 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้านโทรทัศน์วงจรปิดเป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบและผลิตระบบดังกล่าวมาเป็นเวลานานปีมีผลงานอยู่ทั่วโลก ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต มีผลงานในการติดตั้งในประเทศมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีจำนวนผลงานที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 ผลงานโดยมีขอบเขตครอบคลุมดังรายละเอียดตามความต้องการของระบบ

17.1.7 รายการประกอบแบบนี้ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเสนอราคา การทำงานและการติดตั้งระบบ สำหรับการขออนุมัติวัสดุ ในแต่ละผลิตภัณฑ์มักจะมีค่าทางวิศวกรรมและรายละเอียดที่แตกต่างกันไป ทางผู้ออกแบบไม่ได้มีเจตนาใดๆในการเจาะจงผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ในกรณีที่การขออนุมัติวัสดุไม่สามารถเทียบค่าได้ตรงทุกค่าของรายการประกอบแบบนี้ ขอให้ทางผู้รับจ้างหรือผู้ผลิตอธิบายให้ได้ว่าคุณสมบัติ คุณภาพสินค้า และการทำงานสามารถทำได้เทียบเท่ากัน ก็สามารถอนุมัติให้ใช้งานได้ แต่ถ้ามูลค่างานพิสูจน์ทราบได้ว่ามีงบประมาณที่ลดลง ทางผู้รับจ้างต้องคืนส่วนต่างให้กับทางเจ้าของโครงการ เพื่อความโปร่งใสชัดเจนกับทุกฝ่าย

17.2 ความต้องการของระบบ

17.2.1 อุปกรณ์หลักในระบบประกอบด้วย

- กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบติดตั้งคงที่ ภายนอกและภายในอาคาร พร้อมเลนส์ (ขนาดตามที่ระบุในแบบ หรือดีกว่า)
- กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Dome ภายนอกและภายในอาคาร พร้อมเลนส์ (ขนาดตามที่ระบุในแบบหรือดีกว่า)
- ชุดเครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder พร้อมโปรแกรมบริหารจัดการ

- ชุดอุปกรณ์ระบบเครือข่าย
- จอมอนิเตอร์สี (LCD Monitor) (ขนาดตามที่ระบุในแบบฯ)
- กล่องติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับภายนอก IP ไม่น้อยกว่า 66
- ตู้ติดตั้งอุปกรณ์ รับส่งและแปลง สัญญาณ สำหรับติดภายนอก IP ไม่น้อยกว่า 55
- UPS (รองรับการทำงานได้ไม่ต่ำกว่า 30 นาที ในกรณีไฟดับ)
- ตู้เก็บอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และชั้นวางมอนิเตอร์ (ให้นำเสนอก่อนดำเนินการติดตั้ง)

17.2.2 การทำงานของระบบ

- เจ้าหน้าที่ในห้องควบคุมสามารถเรียงลำดับภาพโดยอัตโนมัติพร้อมสามารถจัดเวลาภาพได้ ภาพจากกล้องหลายกล้องในพื้นที่เดียวกัน หรือชั้นเดียวกันสามารถถูกจัดให้เป็นกลุ่มปรากฏบนจอภาพ สามารถเปลี่ยนแปลงโดยใช้คีย์บอร์ดควบคุมระบบ ภาพแสดงต้องปรากฏ วัน เวลา หมายเลขกล้อง สถานภาพ สถานการณ์เรียงลำดับภาพ และสถานะของระบบเตือนภัย
- ระหว่างการแสดงภาพแบบเรียงลำดับอัตโนมัติ ภาพจากกล้องใดๆที่ต้องการสามารถให้ปรากฏที่จอภาพใดก็ได้โดยใช้คีย์บอร์ดควบคุมระบบ
- การบันทึกภาพจากกล้องใดๆ สามารถโปรแกรมได้ทั้งเวลาบันทึกตั้งแต่หนึ่งวันจนถึง 7 วัน

17.3 <u>กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดสี</u>

17.3.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด ความละเอียดของภาพ 2.0 ล้านพิกเซล แบบติดตั้งคงที่ ชนิดโดมหรือ Bullet ภายในอาคาร พร้อมเลนส์ (ขนาดตามที่ระบุในแบบ หรือดีกว่า)

- เป็นกล้องชนิด Day/Night คือจะให้ภาพเป็นระบบสีเมื่อแสงมีระดับความเข้มสูง และสามารถเปลี่ยนการแสดงภาพเป็นขาว-ดำเมื่อระดับแสงลดลง เพื่อให้ได้ภาพที่มีความชัดเจนในเวลากลางคืน และมี Automatic IR-Cut Filter เพื่อใช้งานกับแสงอินฟาเรด
- มีอุปกรณ์รับแสงชนิด CMOS หรือ CCD ขนาดไม่น้อยกว่า 1/3 นิ้ว หรือดีกว่า
- เลนส์ที่ใช้ต้องเป็นชนิด Mega Pixels โดยเฉพาะ สามารถปรับความยาว Focus ตั้งแต่ 3 mm. หรือต่ำกว่าจนถึง 9 mm. หรือสูงกว่า
- มีเลนส์ ชนิด Varifocal DC-Iris หรือ Auto-Iris
- สามารถให้ความละเอียดของภาพ 1600x1200 จุด(1.92 M picxel) หรือดีกว่า
- มีระบบการบีบอัดภาพแบบ H.264 Stream และ MJPEG Stream
- มีความไวแสงในการแสดงภาพแบบสีไม่มากกว่า 0.25 lux และความไวแสงในการแสดงภาพแบบขาวดำไม่มากกว่า 0.18 lux
- ต้องเป็นกล้องแบบ Wide Dynamic Range ที่ให้รายละเอียดของแสงเงาได้สูง
- สนับสนุนโปรโตคอลการสื่อสาร TCP/IP, UDP/IP, HTTP, HTTPS, RTSP เป็นอย่างน้อย
- รองรับไฟเลี้ยงอุปกรณ์ได้ตามมาตรฐาน IEEE802.3af (PoE)
- สนับสนุนความปลอดภัยตามมาตรฐาน IEEE802.1X, HTTPS, Password
- ต้องทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส
- ผ่านการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัย EN,FCC เป็นอย่างน้อย
- ในกรณีติดตั้งภายนอก ต้องมีอุปกรณ์หุ้มกล้อง เป็นชนิดใช้งานกลางแจ้ง (Outdoor Housing) ทำด้วย Aluminum เป็นอุปกรณ์หุ้มกล้องชนิดปิดทึบป้องกันฝุ่นเข้า มีมาตรฐานการป้องกันไม่น้อยกว่า IP 66 และเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับอุปกรณ์กล้องวงจรปิด

17.3.2 เครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder พร้อมโปรแกรมบริหารจัดการ

- รองรับมาตรฐานการบีบอัดภาพแบบ MPEG-4 , H.264 และ MJPEG
- สามารถบีบอัดข้อมูลให้เหมาะสมกับการส่งสัญญาณภาพผ่าน WAN หรือ Internet ได้
- สามารถรองรับการบันทึกภาพและเสียงจากกล้องวงจรปิดได้ทั้งระบบ
- สามารถเลือกบันทึกภาพจากแต่ละกล้องด้วยขนาดภาพ และอัตราการบันทึกแตกต่างกันได้
- สามารถบันทึกภาพที่อัตรา 1 - 25 ภาพต่อวินาทีต่อกล้อง
- สามารถตั้งเวลาในการบันทึกภาพ
- ระบบบันทึกภาพต้องทำงานแบบ First in, First out โดยข้อมูลภาพใหม่จะต้องสามารถเขียนทับข้อมูลภาพที่เก่าที่สุดแบบอัตโนมัติเมื่อหน่วยบันทึกภาพถูกบันทึกเต็ม
- สามารถตั้งเวลาสำรองข้อมูลจากหน่วยบันทึกภาพไปยังหน่วยเก็บข้อมูลภายนอกได้ และสามารถกำหนดจำนวนวันที่จะเก็บสำรองข้อมูลได้
- สามารถกำหนดค่าการตรวจจับความเคลื่อนไหวของแต่ละช่องสัญญาณแตกต่างกันได้
- สามารถส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีการตรวจพบการเคลื่อนไหวได้
- สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกก่อนและหลัง (Pre/Post Alarm) ตรวจพบความเคลื่อนไหวได้
- สามารถแสดงภาพปัจจุบันและภาพที่ถูกบันทึกไปพร้อมๆ กันได้
- สามารถค้นหาภาพโดยการกำหนดชื่อกล้อง วัน เวลา และเหตุการณ์ได้
- สามารถค้นหาภาพจากวัตถุที่เคลื่อนไหวโดยกำหนดบริเวณที่สนใจได้
- สามารถถ่ายข้อมูลที่บันทึกไว้แล้วลงในแผ่น DVD หรือ CD หรือ Thumb drive และนำไปเปิดใช้ดูจากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้
- สามารถเปลี่ยนความเร็วในการ Playback ทั้งแบบ forward และ reverse ได้
- สามารถควบคุมการหมุนซ้าย – ขวา, ก้ม – เงย และการซูมภาพได้
- สามารถกำหนดความเร็วในการหมุนซ้าย – ขวา, ก้ม – เงย และการซูมภาพของกล้องวงจรปิดได้
- สามารถกำหนด preset และ patrolling ให้แก่กล้องวงจรปิด และเลือก preset และ patrolling ที่กำหนดไว้ให้แก่กล้องวงจรปิดตามเวลาได้
- สามารถสั่งให้กล้องจับภาพบริเวณที่กำหนดเมื่อได้รับสัญญาณ alarm หรือเมื่อมีความเคลื่อนไหวได้
- สามารถกำหนดสิทธิในการใช้งานของผู้ใช้แต่ละคนให้แตกต่างกันได้
- ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านของตนเองได้
- ผ่านการรับรองมาตรฐาน CE , UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย

17.3.3 จอแสดงภาพสี ขนาด 32 นิ้ว

LED มอนิเตอร์สี 32 นิ้ว

- ขนาดจอแสดงภาพต้องไม่น้อยกว่า 32 นิ้ว
- ความละเอียดของภาพทางแนวนอนต้องไม่น้อยกว่า 1920x1080 Pixel
- มี Dynamic Contrast ไม่น้อยกว่า 700 : 1
- Response time ไม่เกิน 6 ms
- เป็นสามารถรับสัญญาณระบบ PAL และ NTSC โดยเลือกแบบอัตโนมัติ
- สามารถใช้กับไฟฟ้า 220 VAC, 50 Hz
- ได้รับมาตรฐาน CE,UL

17.3.4 กล่องติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

- เหมาะสำหรับใช้งานภายนอกอาคาร
- สามารถป้องกันฝุ่น และละอองน้ำได้ โดยมี IP ≥ 66 หรือดีกว่า
- ทำจากวัสดุ Die cast และ Extruded aluminium
- มีชุด Blower
- มีอุปกรณ์สำหรับยึดกับผนัง หรือ เสา

17.3.5 ตู้เก็บอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 15U) กรณีที่ใช้

- ประตูหน้า (Front Door) จะต้องทำด้วยวัสดุอะครีลิคโปร่งใสสีชาสามารถเปิด-ปิด ใช้งานได้สะดวกและมีกุญแจป้องกันอุปกรณ์ภายในสูญหายได้
- มีล้อ 4 ล้อ พร้อมขาตั้งตู้เมื่อไม่ต้องการใช้ล้อ
- ตัวตู้ RACK ผ่านขบวนการพ่นและอบสี
- จะต้องมีพัดลมระบายอากาศอย่างน้อย 4 ตัว
- จะต้องมีรางปลั๊กไฟฟ้าแบบ 12 ช่อง
- มีสาย Ground เชื่อมบานประตู

17.4 สายสัญญาณ

17.4.1 สายสัญญาณที่ใช้เป็นชนิด UTP CAT.6 สำหรับรับ-ส่งสัญญาณภาพ และ แรงดันไฟฟ้าระหว่างกล้องโทรทัศน์วงจรปิด มายัง เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิตอล มีคุณสมบัติอย่างต่ำตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

17.4.1.1 เป็นสายทองแดงชนิด UTP/CAT.6 ขนาด 23 AWG

17.4.1.2 สามารถรองรับอัตราการส่งผ่านข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 1000 Mbps.

17.4.1.3 สามารถส่งผ่านข้อมูลได้ในระยะทาง 85 เมตร ระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณ

17.4.1.4 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA/TIA-569, 606

17.4.2 ในกรณีต้องใช้สายสัญญาณ Coaxial Cable ภายในห้องควบคุม ให้มีข้อกำหนดและคุณสมบัติของสายเป็นไปเช่นเดียวกับสายสัญญาณของระบบทีวี หรือ มี Shield ไม่น้อยกว่า 90%

17.4.3 สายสัญญาณไฟฟ้าเป็นสายชนิดที่ใช้ภายนอกอาคารสามารถทนอุณหภูมิได้สูงสุด 70°C และแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 750 Volts

17.5 การติดตั้ง

17.5.1 การติดตั้งสายเคเบิลทั้งหมดนี้ให้รวมถึงการติดตั้งและจัดหาอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในจำนวนที่เหมาะสมเพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ทันที

17.5.2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับร้อยสาย จับยึดสายเข้ากับเสาและตัวอาคารต้องคำนึงถึงการติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคตได้อีก

17.5.3 ในกรณีที่ติดตั้งภายนอกแบบแขวน ให้ยึดติดลวดสลิงเพื่อรับแรงในแนวนอนขนานไปกับตัวสาย

17.5.4 ต้องแยกท่อร้อยสายนำสัญญาณภาพ และท่อร้อยสายนำกระแสไฟฟ้าออกจากกัน ในกรณีที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ ยกเว้นว่าใช้เป็นระบบ POE : Power Over Ethernet

17.5.5 การเดินท่อต่าง ๆ จะต้องมีรัศมีในการโค้งงอไม่ต่ำกว่าที่ผู้ผลิตสายสัญญาณกำหนดและมีการลบคมภายในของปลายท่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับฉนวนของสายสัญญาณ

17.5.6 การติดตั้งท่อและรางเดินสาย ให้เป็นไปตาม รายการประกอบแบบหัวข้อ ช่องเดินสายและรางเคเบิล

17.5.7 การติดตั้ง สายไฟฟ้ากำลัง ให้เป็นไปตามมาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ส่วนการเดินสายสัญญาณ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต หรือดีกว่า

17.5.8 รางอะลูมิเนียมแบบหนา (Aluminum Wire way) ใช้ในการเดินสายภายในอาคารในกรณีที่ต้องยึดติดบนพื้น

17.5.9 ให้ติด Label ที่ปลายสายสัญญาณทั้งสองด้าน โดยระบุหมายเลขประจำสาย

17.5.10 ให้ทำสัญลักษณ์ที่ท่อเดินสายไฟฟ้า และท่อเดินสายสัญญาณ ของระบบโทรทัศน์วงจรปิด เป็นระยะ

17.6 การรับประกัน การบริการ การฝึกอบรม และการบำรุงรักษา

17.6.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ ตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป

17.6.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบกรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างภายในระยะเวลารับประกัน

17.6.3 ผู้รับจ้างต้องจัดโปรแกรมแสดงขั้นตอนการอบรมเจ้าหน้าทีของผู้ว่าจ้างให้ทราบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การใช้งาน การโปรแกรมและการแก้ไขโปรแกรมให้เข้าใจจนชำนาญ

17.7 การทดสอบและการส่งมอบงาน

17.7.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบทั้งหมดจนผู้ว่าจ้างยอมรับตั้งแต่การโปรแกรมและการใช้งานตามที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ

17.7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งาน การโปรแกรมและการเปลี่ยนแปลงแก้ไข รวมถึงการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทยจำนวน 3 เล่ม มอบให้กับผู้ว่าจ้าง

18. ระบบทีวี

18.1 ข้อกำหนดทั่วไป

18.1.1 เป็นระบบจานดาวเทียม เป็นระบบสัญญาณจากแหล่งกำเนิดไปยังจุดรับ สัญญาณต่าง ๆ ตามกำหนดโดยที่เครื่องรับโทรทัศน์ที่จุดใด ๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน ซึ่งกันและกัน (Interference), ไม่มีภาพซ้อน (Ghost) และเม็ดรบกวน (S/N ต้องสูงพอ)

18.1.2 สัญญาณที่จุดเต้ารับทุกจุดจะต้องอยู่ในช่วง 60-80 dBμV ที่ VHF Band I, III และ UHF และภาพและเสียงที่รับได้ต้องมีคุณภาพทุกจุด

18.1.3 ค่าอิมพิแดนซ์ที่ใช้งานและอ้างถึงในระบบจะต้องเป็นแบบ 75 โอห์ม เท่านั้น

18.1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์หรือวัสดุที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ แต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

18.1.5 ลักษณะของอุปกรณ์ในระบบที่ใช้ เป็นแนวทางในการออกแบบและเสนอราคา ทางผู้รับจ้างสามารถนำเสนอแนวทางหรืออุปกรณ์อื่นได้ แต่การทำงานของระบบฯ ยังคงสามารถทำงานเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบ ทั้งนี้ต้องนำเสนอให้ทางผู้ควบคุมงาน,ผู้ออกแบบ พิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

18.2 สายอากาศรับสัญญาณแบบดิจิตอล

- ช่วงความถี่ใช้งาน : 174-230 / 470-790 MHz.
- จำนวน Element : > 43
- อัตราการขยาย : 21 dBi / 31 dBi.
- ความสามารถทนแรงลม : 150 km/h
- Active ที่ Feed ไฟฟ้ากระแสตรง : 12-24 Vdc.

18.2.1 **HD DIGITAL HEAD END AMPLIFIER**

สัญญาณขาเข้า	: 60-80 dB
อัตราการขยาย	: 30 dB
ค่าความต้านทาน	: 75 Ohms.
ระดับสัญญาณออก	: 90-110 dB
ปรับอัตราการขยาย	: 20 dB
มีฟิลเตอร์กรองสัญญาณ	: 6 MUX ปรับได้อิสระ
มีจุดมอนิเตอร์สัญญาณ	: Monitor -20dB
มีฟิวส์ป้องกันกระแสไฟเกิน	: Fuse
ไฟเลี้ยง	: 220 VAC. / 50 Hz

18.2.2 **ชุดขยายสัญญาณ**

ย่านความถี่	: 47-862 MHz.
อัตราการขยาย	: 35 - 45 dB.

ค่าความต้านทาน : 75 Ohms
ระดับสัญญาณออก : > 120 dB. (DIN Standard)
อุณหภูมิการทำงานปกติ : 0 to 450 หรือดีกว่า
กินกระแสไฟฟ้า : 14W. หรือดีกว่า
ไฟเลี้ยง : 220 VAC. / 50Hz.

18.2.3 **2-Way Splitter**

ความถี่ใช้งาน : 5-2400 MHz.
อัตราการสูญเสียภายใน : 6 dB. หรือน้อยกว่า
ความต้านทาน : 75 Ohms
มาตรฐานรับรอง (Certification) : CE.

18.2.4 **3-Way Splitter**

ความถี่ใช้งาน : 5-2400 MHz.
อัตราการสูญเสียภายใน : 7 dB. หรือน้อยกว่า
ความต้านทาน : 75 Ohms
มาตรฐานรับรอง (Certification) : CE.

18.2.5 **4-Way Splitter**

ความถี่ใช้งาน : 5-2400 MHz.
อัตราการสูญเสียภายใน : 9 dB. หรือน้อยกว่า
ความต้านทาน : 75 Ohms
มาตรฐานรับรอง (Certification) : CE.

18.2.6 **2-Way Tap Off**

ความถี่ใช้งาน : 5-2400 MHz.
อัตราการสูญเสียภายใน(Insertion Loss) : 3.5 dB. หรือน้อยกว่า
Tap loss . : 8.0-20 dB.
ความต้านทาน : 75 Ohms
มาตรฐานรับรอง (Certification) : CE.

18.2.7 **4-Way Tap Off**

ความถี่ใช้งาน : 5-2400 MHz.
อัตราการสูญเสียภายใน(Insertion Loss) : 4.5 dB. หรือน้อยกว่า
Tap loss : 11-20 dB.
ความต้านทาน : 75 Ohms
มาตรฐานรับรอง (Certification) : CE.

18.2.8 **ตู้เก็บอุปกรณ์**

ตู้ควบคุมหลัก Head-End

เป็นชนิดตั้งพื้น ขนาดหน้ากว้าง 19 นิ้ว
มีขนาดความสูงเหมาะสมสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ เป็นส่วนๆ
ผู้รับจ้างต้องทำการจัดเรียงอุปกรณ์ให้เรียบร้อย, สวยงาม เป็นหมวดหมู่ และนำเสนอรูปแบบประกอบการขออนุมัติใช้อุปกรณ์ ก่อนการติดตั้งจริง

สายนำสัญญาณต้องมีการมาร์ค หรือระบุรายละเอียดให้ชัดเจน

ภายในตู้ต้องมีปลั๊ก และพัดลมระบายอากาศภายในตู้

ตู้กระจายสัญญาณ

เป็นชนิดตั้งพื้น ขนาดหน้ากว้าง 19 นิ้วหรือเป็นชนิดยึดติดผนัง ขึ้นอยู่กับพื้นที่จริงในการติดตั้ง มีขนาดความสูงเหมาะสมสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ เป็นส่วนๆ

ผู้รับจ้างต้องทำการจัดเรียงอุปกรณ์ให้เรียบร้อย, สวยงาม เป็นหมวดหมู่ และนำเสนอรูปแบบประกอบการขออนุมัติใช้อุปกรณ์ ก่อนการติดตั้งจริง

สายนำสัญญาณต้องมีการมาร์ค หรือระบุรายละเอียดให้ชัดเจน

18.3 <u>สายสัญญาณทีวี</u>

DESCRIPTIONS	MAIN (RG 11)	BRANCH (RG 6)
Impedance	75 Ohms	75 Ohms
Attenuation per 100 m		
5 - 1000 MHz	<15 dB	<25 dB
1000 - 3000 MHz	<26 dB	<39 dB
Inner Conductor	Copper Clamp Steel	
	Diameter (1.63 mm ± 0.03)	Diameter (1.02 mm ± 0.03)
Dielectric	PE Physical Cell	
Foil (Triples)	AL / Poly / AL (100%)	
Shield (Double)	Aluminium (60)%	
Jacket Cover	PVC Black (กรณี Indoor)	
	PVC Black สำหรับใช้กับงาน Outdoor (กรณี Outdoor)	

18.4 <u>เต้ารับสัญญาณทีวี</u> มีคุณสมบัติดังนี้

18.4.1 เต้าเสียบสำหรับจ่ายสัญญาณให้แก่เครื่องรับโทรทัศน์ โดยทั่วไปเป็นแบบติดตั้งฝังผนังในกล่องโลหะที่เหมาะสม

18.4.2 เต้าเสียบที่ใช้เป็นชนิด Co-axial ประเภทต่อขนานทั้งโครงการและมีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเพื่อความสมบูรณ์ของระบบอย่างครบถ้วน และตอบสนองความถี่ได้ตลอด TV (40 – 860 Mhz) สัญญาณ TV Signal Output Level ที่รับได้จะต้องมีค่า 60-80 dBμV.

18.4.3 เต้าเสียบ ต้องทำด้วยพลาสติกทนความร้อนแบบ Wall plug โดย Output impedance ที่เต้าเสียบนี้มีค่าประมาณ 75 Ohms

18.5 <u>การทดสอบระบบ</u>

18.5.1 ตรวจสอบการเดินสายและการเข้าสายของวัสดุ และอุปกรณ์ว่าถูกต้องเรียบร้อยตามแบบแสดงตำแหน่ง

18.5.2 ตรวจสอบ Output signal level ในขณะที่มีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ทุกช่อง

18.5.3 ทดสอบความมั่นคงแข็งแรงของวัสดุและอุปกรณ์ที่ได้รับการติดตั้งในระบบ

18.6 การรับประกัน การบริการ การฝึกอบรม และการบำรุงรักษา

18.6.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ ตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป

19. รายการโคมไฟฟ้า

19.1 ข้อกำหนดทั่วไป

19.1.1 รายการในหมวดนี้ อธิบายถึงคุณสมบัติโดยละเอียดของโคมไฟแต่ละชนิด มิติต่างๆที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเพื่อเป็นตัวอย่างเท่านั้น มิติที่แน่นอนและรายละเอียดบางอย่างขึ้นอยู่กับยี่ห้อผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ อย่างไรก็ดีหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

19.1.2 โคมไฟแต่ละชนิดจะต้องนำตัวอย่างวัสดุมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อน และจะถือว่าตัวอย่างวัสดุที่ได้รับอนุมัติแล้วเป็นมาตรฐานสำหรับโคมไฟชนิดนั้นที่จะนำเข้ามาติดตั้งในโครงการ หากมีโคมไฟชุดใดที่ไม่เหมือนกับตัวอย่างวัสดุที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนออก

19.1.3 โคมไฟชนิดฝังฝ้าเพดานทุกชุด ก่อนที่ผู้รับจ้างจะขออนุมัติวัสดุเพื่อสั่งซื้อ ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ว่างภายในฝ้าเพดานก่อนว่าสามารถติดตั้งโคมไฟได้ หากช่องว่างภายในฝ้าเพดานมีไม่เพียงพอ ให้ผู้รับจ้างนำเสนอวิธีแก้ไขเพื่อขออนุมัติผู้รับจ้างก่อนดำเนินการ

19.2 รายละเอียดดวงโคม

1 โคมไฟโรงงานติดลอยหรือแขวน หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED 2x22 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

2 โคมไฟติดลอยมีฝาครอบอคลิลิค หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED 1x11 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

3 โคมไฟฝังฝ้าตะแกรงสะท้อนแสง หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED 2x22 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

4 โคมไฟติดลอยกันน้ำ IP65 หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED 1x22 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

5 โคมไฟติดลอยแบบเปลือย หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED 1x22 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

6 โคมไฟติดผนังภายนอก IP55 หลอด LED E27 2x9 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

7 โคมไฟดาวน์ไลท์ ฝังฝ้า หลอด LED E27 9 วัตต์

-รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

8 โคมไฟดาวน์ไลท์ ฝังฝ้า มีกระจกปิดหน้า หลอด LED E27 9 วัตต์

- รุ่นอ้างอิง ดูจากงานสถาปัตย์

9 ป้ายทางออกฉุกเฉินชนิด Maintain หลอด LED 6 VA พร้อมแบตเตอรี่สำรองไฟได้นาน 2 ชม.

-โครงสร้าง ตัวโคมเป็น SLIM LINE ตัวฐานกล่องทำจาก ABS,POLYCARBONATE

แผ่นป้ายแสดงทำจากแผ่นอะครีลิคทนไฟ พื้นสีเขียว รูปแบบ สัญลักษณ์และตัวอักษร ใช้สีขาว ชัดเจนทั้งสองด้าน

-ระบบจ่ายไฟ 220-240 VAC/50-60 Hz กรณีไฟดับสามารถสำรองไฟจาก แบตเตอรี่ได้นานถึง 3 ชม. มีปุ่มทดสอบการทำงานของแบตเตอรี่

-แบตเตอรี่ : NICKLE-CADMIUM BATTERY

-การติดตั้ง : ยึดติดบนผนังหรือเพดาน

-หลอดไฟ : LED

10 โคมไฟฉุกเฉินชนิด Non-Maintain หลอดLED 2x9 W พร้อมแบตเตอรี่สำรองไฟได้นาน 2 ชม.

-โครงสร้าง : ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กกัลวาไนซ์หนา 0.90 มม.พ่นเคลือบสีด้วยสีอีพ็อกซี่ ประกอบด้วยแบตเตอรี่ และ CHARGER บรรจุในกล่องโลหะที่กันสนิม อย่างดีหนา 0.90 มม. และมีสวิตช์ควบคุมและไฟแสดงดังนี้

- ไฟแสดงการชาร์จแบตเตอรี่ และไฟแสดงไฟเต็มแบตเตอรี่
- ไฟแสดงไฟ 220 V ป้อนเข้ามา
- ปุ่มกดเพื่อทดสอบการทำงาน
- ฟิวส์ป้องกันการ OVERLOAD หรือลัดวงจร

-แบตเตอรี่ : SEALED LEAD ACID โดยมี CHARGING PERIOR 15 ชม.+10%

-การติดตั้ง : ยึดติดบนผนัง

หลอดไฟ : LED 2x9 W

20. อุปกรณ์มาตรฐาน

20.1 วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แสดงรายชื่อผู้ผลิต วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้การยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่สิ้นสุด อย่างไรก็ดี หากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

20.2 รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
1.	OIL IMMERSED TYPE HERMETICALLY SEALED	EKARAT CHAREON CHAI QTC THAI MAXWELL ถิรไทย หรือเทียบเท่า
2.	LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER	SCHNEIDER ABB GE EATON SIEMENS หรือเทียบเท่า
3.	LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION BOARD AND SUB DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER	ASEFA PMK ES INTERNATIONAL USMD TIC PEC หรือเทียบเท่า
4.	PANEL BOARD	SCHNEIDER, SQUARE D ABB GE EATON

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		SIEMENS BTICINO หรือเทียบเท่า
5.	SAFETY SWITCH	SCHNEIDER ABB GE EATON SIEMENS หรือเทียบเท่า
6.	POWER CAPACITOR AND AUTOMATIC POWER CAPACITOR CONTROLLER	ABB EPCOS-SIEMENS CIRCUTOR NOKIAN FRANKE SCHNEIDER ELECTRONICON RTR หรือเทียบเท่า
7.	CONTACTOR AND CONTROL RELAY	SCHNEIDER FINDER ABB EPCOS-SIEMENS CIRCUTOR หรือเทียบเท่า
8.	HIGH VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER AND POTENTIAL TRANSFORMER	ABB KWK SIEMENS SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
9.	LOW VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER AND POTENTIAL TRANSFORMER	CROMPTON CELSA SIEMENS SACI CIRCUTOR LOVATO หรือเทียบเท่า

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
10.	PROTECTIVE RELAYS	GE CUTLER-HAMMER GEC ABB CROMPTON SIEMENS SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
11.	METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENT	CROMPTON ABB E-POWER CELSA SACI FINDER SIEMENS SOCOMEC CIRCUTOR LOVATO หรือเทียบเท่า
12.	DIGITAL METER	CIRCUTOR E-POWER CELSA SIEMENS SCHNEIDER CROMPTON SOCOMEC LOVATO หรือเทียบเท่า
13.	สายไฟฟ้า	THAI YAZAKI PHELPS DODGE BANGKOK CABLE หรือเทียบเท่า
14.	FIRE RESISTANCE CABLE	RADOX NEXAN (ALCATEL) STUDER (BETAflam) PIRELLI (PRYSMIAN)

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		หรือเทียบเท่า
15.	CONDUIT (METALLIC)	TAS PANASONIC ABSO RSI UI ARROWPIPE หรือเทียบเท่า
16.	CONDUIT (NON METALLIC)	CLIPSAL F&G HACO UNIVOLT ASIA VISAWAPANT TPP หรือเทียบเท่า
17.	WIREWAY & CABLE TRAY	ASEFA USMD SMC TAS UI TIC หรือเทียบเท่า
18.	โคมไฟภายในอาคาร	รายละเอียดในรายการโคมไฟฟ้า L&E X-Tra bright PHILIPS หรือเทียบเท่า
19.	โคมไฟฟ้าภายนอกอาคาร	ดูรายละเอียดในรายการโคมไฟฟ้า L&E X-Tra bright PHILIPS UNILAMP หรือเทียบเท่า
20.	หลอดไฟ	PANASONIC SYLVANIA OSRAM GE

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		TOSHIBA PHILIPS หรือเทียบเท่า
21.	ขั้วหลอด	BJB PANASONIC PHILIPS NATIONAL VOSSLOH GE หรือเทียบเท่า
22.	ELECTRONIC BALLAST	ECONO-WATD AE DYNO LINEAR OSRAM PHILIPS SYLVANIA MOTORALA หรือเทียบเท่า
23.	ELECTRONIC TRANSFORMER	OSRAM PHILIPS SYLVANIA หรือเทียบเท่า
24.	STARTER	PHILIPS SYLVANIA OSRAM TOSHIBA หรือเทียบเท่า
25.	CAPACITOR FOR DISCHARGE LAMP	RFT MERLIN GERIN PHILIPS VOSSLOH CAMBRIDGE ELECTRONICON หรือเทียบเท่า

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
26.	BATTERY LIGHT (EMERGENCY LIGHT,EXIT SIGN, LED EXIT SIGN)	CEE MAXBRIGHT SUNNY OLYMPIA ELECTRONIC หรือเทียบเท่า
27.	BATTERY UNIT FOR EMERGENCY LIGHT	PANASONIC GS YUASA หรือเทียบเท่า
28.	SWITCH AND OUTLET	PANASONIC HACO BTICINO SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
29.	POWER OUTLET	PANASONIC LEGRAND MENEKES HACO SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
30.	FIRE ALARM SYSTEM	NOTIFIER EDWARD WILL หรือเทียบเท่า
31.	TELEPHONE TERMINAL	QUANTE KRONE NORTERN TELECOM POUYET 3M SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
32.	TELEPHONE CABLE	THAI YAZAKI PHELPS DODGE BANGKOK CABLE หรือเทียบเท่า
33.	TELEPHONE OUTLET	PANASONIC HACO

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		BTICINO SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
34.	DATA TERMINAL	AMP POUYET 3M KRONE หรือเทียบเท่า
35.	DATA CABLE	BELDEN AMP LINK หรือเทียบเท่า
36.	DATA OUTLET	AMP POUYET 3M KRONE หรือเทียบเท่า
37.	FIRE BARRIER	3M ABESCO TREMCO HILTI หรือเทียบเท่า
38.	LIGHTNING PROTECTION SYSTEM	LOCAL MANUFACTURER
39.	SURGE PROTECTION DEVICE	PHOENIX CONTACT DEHN SCHNEIDER หรือเทียบเท่า
40.	MATV SYSTEM	FRACARRO TELEVES IKUSI dBy หรือเทียบเท่า
41.	TV CABLE	PHILIPS BELDEN COMSCOPE dBy

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		หรือเทียบเท่า
42.	IP CAMERA CCTV	PELCO AXIS BOSCH AVIGILON PANASONIC หรือเทียบเท่า
43.	GENERATOR	CATERPILLAR CUMMINS POWER GENERATION HIMOINSA KOHLER
44.	BUSDUCT	SCHNEIDER SIEMENS EAE POWER DUCT