
หมวดที่ 2.3 รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

ส่วนพัฒนากายภาพ สำนักงานอธิการบดี

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

“เอกสารเล่มนี้ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด”

จัดทำโดย

บริษัท ไลฟ์ อิมเมจ จำกัด

สารบัญ	หน้า
1. ข้อกำหนดทั่วไป	4
2. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงชนิดฉนวนแก๊ส SF6	10
3. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง	15
4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	19
5. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำและสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ	24
6. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)	37
7. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ	46
SPD (Surge Protection Device)	
8. บัสเวย์	53
9. สายไฟฟ้า	56
10. ช่องเดินสายและรางเคเบิล	59
11. การต่อลงดิน	63
12. การป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด	65
13. โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้ง	67
14. ระบบ TWO WIRE REMOTE	72
15. สวิตช์และเต้ารับ	74
16. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	76
17. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (IP CAMERA SYSTEM)	84
18. ระบบ DATA CABLING SYSTEM	97
19. ระบบ IP PABX	109
20. ระบบควบคุมการเข้าออกประตู	112
21. ระบบเสียง	120
22. ระบบเรียกฉุกเฉินห้องน้ำ (Toilet Emergency Call system)	123
23. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS)	128

สารบัญ	หน้า
24. รายการคอมพิวเตอร์	138
25. อุปกรณ์มาตรฐาน	141

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1.1 บทนำ

1.1.1 ข้อความในเอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของสัญญาจ้างเหมางานก่อสร้าง และให้ใช้บังคับครอบคลุมการดำเนินการก่อสร้างทั้งหมด ทั้งนี้หากมีข้อความในเอกสารฉบับนี้ขัดแย้งกับสัญญา

1.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่างๆตามข้อกำหนดต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อมของประเทศไทย ดังข้อมูลต่อไปนี้

- ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง
- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 40 °C (104 °F)
- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30 °C (86 °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 ผู้รับจ้างตู้สาขา โทรศัพท์ ผู้รับจ้างระบบลิฟต์ ผู้รับจ้างตกแต่งภายในและผู้รับจ้างรายอื่นตามแต่ที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดในภายหลังเพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

1.2.5 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบงานระบบไฟฟ้า ในการดำเนินการปักเสาและพาดสายแรงสูง การตรวจอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้า รวมถึงการจัดเตรียมเอกสารต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการขอไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ สำหรับการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้กับหน่วยงานของการไฟฟ้าฯ โดยตรง

1.2.6 ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่ให้บริการโทรศัพท์ เพื่อติดตั้งสายโทรศัพท์เข้ามาที่ตัวอาคารจนถึงแผงต่อสายโทรศัพท์ของอาคาร ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายให้กับหน่วยงานหรือบริษัทที่ให้บริการโทรศัพท์นั้นโดยตรง

1.2.7 จัดทำการทดสอบและทดลองเครื่อง ตลอดจนแก้ไขปรับแต่งให้ได้ตามที่ระบุในแบบและความต้องการของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการตรวจสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงานรวมทั้งค่าไฟฟ้าและค่าน้ำต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.3 การขออนุมัติวัสดุ

1.3.1 ผู้รับจ้าง จะต้องทำเอกสารขออนุมัติวัสดุทุกชนิดที่ใช้ในโครงการ

1.3.2 เอกสารขออนุมัติวัสดุ กำหนดให้ส่งขออนุมัติขั้นต่ำ 4 ชุด ได้แก่ ผู้ออกแบบ 1 ชุด ผู้ควบคุมงาน 2 ชุด ผู้รับจ้าง 1 ชุด นอกเหนือจากผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานจะกำหนดเป็นอย่างอื่น

1.3.3 เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องประกอบขึ้นด้วยเอกสารตัวจริงจากทางผู้ผลิต ถ้าเอกสารบางส่วนจำเป็นต้องใช้สำเนา เช่น เอกสารแสดงมาตรฐาน สำเนาจะต้องมีความคมชัดใกล้เคียงของจริง สามารถอ่านได้อย่างชัดเจน

1.3.4 เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องจัดทำ Index หรือแผ่นค้น อย่างละเอียด เพื่อให้การตรวจสอบเอกสารเป็นไปอย่างชัดเจน รวดเร็ว และเข้าใจตรงกันทุกฝ่าย

1.3.5 นอกเหนือจากเอกสารหรือ Catalogue ที่นำไปใช้ในการขออนุมัติวัสดุแล้ว เอกสารขออนุมัติวัสดุ จะต้องมีส่วนประกอบขั้นต่ำ ดังนี้

- ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุตามรายการประกอบแบบ เป็นเอกสารที่แสดงว่า วัสดุที่ขออนุมัติ มีคุณสมบัติตรงตามรายการประกอบทุกประการหรือไม่ ถ้าคุณสมบัติวัสดุข้อใดเป็นไปตามข้อกำหนด ให้ระบุในตารางด้วยว่า ตรวจสอบคุณสมบัติได้ที่หน้าใดของเอกสาร แต่ถ้าคุณสมบัติวัสดุข้อใดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ให้ชี้แจงเหตุผลประกอบการพิจารณาด้วย และตารางเปรียบเทียบ จะต้องประทับตราบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งเซ็นกำกับโดยวิศวกรผู้รับผิดชอบในการทำตารางนี้
- รายการอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบที่ใช้ในการขออนุมัติวัสดุ อันประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น จำนวนที่ใช้ และมาตรฐานรองรับ เนื่องจากวัสดุบางระบบ ประกอบด้วยวัสดุย่อยหลายชนิด ยกตัวอย่าง ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด จะประกอบด้วยกล้อง ชุดครอบกล้อง เลนส์ จอแสดงผล ชุดควบคุม คีย์บอร์ด แร็ค และยูพีเอส เป็นต้น
- รายการคำนวณ และใบแสดงมาตรฐานรองรับ ตามที่ระบุไว้ในรายการประกอบแบบของอุปกรณ์นั้นๆ
- ผลงานการติดตั้งในอดีตของผู้ผลิต (Project Reference) อย่างน้อยสองปี
- หากเป็นระบบที่ต้องมีการซ่อมบำรุงรักษา ให้นำเสนอตารางแสดงระยะเวลาในการให้บริการซ่อมบำรุงรักษาประกอบด้วย

1.4 การปฏิบัติงาน

1.4.1 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่น แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล เป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงานอื่นๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุ และ/หรือ อุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกันกับงานอื่น ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบก่อนกำหนดที่จะติดตั้ง เพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความเข้าใจ ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุ และ/หรือ อุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไข โดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มหรือขอต่อเวลาทำงานไม่ได้

1.4.2 กรณีที่งานของผู้รับจ้างต้องทำหรือติดตั้งใกล้กับงานระบบอื่นๆ หรือพื้นที่ที่หลักฐานปรากฏว่างานของผู้รับจ้างกีดขวางการทำงานของระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องช่วยเหลือขยับขยายหรือ จัดเนื้อที่หรือ พื้นที่เพื่อให้พอใจแก่ทุกฝ่าย ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งงานไปก่อนที่จะร่วมพิจารณากับงานระบบอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลง ดัดแปลงหรือแก้ไขงานของผู้รับจ้างเพื่อให้เข้ากับงานอื่นๆ ได้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

1.4.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ยี่ห้อใดที่ถูกกำหนดให้ใช้ในรายการที่แนบหรือในแบบ ให้ถือว่าผู้รับจ้างต้องหามาติดตั้งในระบบไฟฟ้า หากจะใช้วัสดุหรือยี่ห้ออื่นที่ต่างออกไปจากที่กำหนดก็ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าที่ถูกกำหนดให้ใช้ แต่ทั้งนี้ต้อง

เสนอเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อขออนุมัติใช้วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือดีกว่าต่อผู้ว่าจ้างก่อน ผู้รับจ้างต้องเสนอราคา เปรียบเทียบของอุปกรณ์วัสดุที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการกับอุปกรณ์หรือวัสดุที่ขออนุมัติใช้แทน ถ้าผู้รับจ้างติดตั้งหรือใช้ วัสดุอื่นที่ไม่ได้กำหนดไว้ในรายการนี้หรือแบบนี้ โดยมีได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างถือสิทธิที่จะให้ผู้รับจ้างถอด ถอนอุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวออกโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

1.4.4 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ และเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของ งานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและเปลี่ยนแปลงจำนวน และประเภทของเครื่องมือ ต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอหรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับการทำงาน

1.5 มาตรฐานและกฎข้อบังคับต่างๆ

ในการปฏิบัติงานติดตั้ง ให้ยึดถือมาตรฐานและกฎข้อบังคับต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิง ยกเว้นกรณีมีกำหนดแน่นอนในแบบหรือ รายละเอียด หากมีข้อขัดแย้งระหว่างแบบและมาตรฐาน หรือระหว่างมาตรฐานอ้างอิงต่างๆ ให้ถือคำชี้ขาดของวิศวกร ออกแบบหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างเป็นที่สิ้นสุด มาตรฐานอ้างอิงประกอบด้วย

ว.ส.ท.	วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
กฟภ.	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
กฟน.	การไฟฟ้านครหลวง
ม.อ.ก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
BS	British Standard
DIN	Deutscher 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 Deutscher Elektro techniker (German Electrical Regulation and Codes)

1.6 สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องการทดสอบคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติใช้ติดตั้งในโครงการนี้ ให้สามารถทดสอบในสถาบัน ดังต่อไปนี้

- คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
- สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

- การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- สถาบันอื่นๆที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

1.7 แบบแปลนและคู่มือ

1.7.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบใช้งาน (Shop drawing) และแบบแสดงการติดตั้งของอุปกรณ์ ซึ่งเขียนด้วย Autocad R.14 (อย่างต่ำ) ขนาดของแบบต้องเท่ากับแบบของผู้ว่าจ้าง จำนวน 5 ชุด เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนที่จะติดตั้ง การแก้ไขแบบจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้

1.7.2 ในระหว่างปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบติดตั้งจริงให้ถูกต้องตลอดเวลา หากมีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวการเดินท่อ หรือมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบตามที่สร้างจริงลงในกระดาษเขียนแบบ พร้อมทั้งบันทึกแสดงรายการและรายละเอียดที่ได้แก้ไขจากแบบใช้งานเดิม และแบบตามที่สร้างจริง พร้อมทั้งวิศวกรควบคุมการติดตั้งจะต้องลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง 5 ชุด ในวันส่งมอบงานพร้อมด้วยแบบต้นฉบับ เขียนในกระดาษไขสามารถพิมพ์ได้ 2 ชุด และ CD 2 ชุด มีขนาดมาตราส่วนเดียวกับผู้ออกแบบ

1.7.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา แสดงวิธีที่ใช้และระยะเวลาของการบำรุงรักษา รวมอะไหล่และอื่นๆ เป็นภาษาไทย สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน 5 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน หนังสือคู่มือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เพื่อตรวจสอบ และขอความเห็นชอบก่อนการส่งมอบจริง

1.8 การทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบ

1.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงานการทดสอบ,เอกสารแสดงวิธีการทดสอบ และข้อเสนอแนะจากผู้ผลิตในการทดสอบวัสดุและอุปกรณ์ เสนอขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 14 วัน ก่อนการดำเนินการทดสอบ

1.8.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาทั้งหมดและจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน

1.8.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องและระบบตามหลักวิชาและข้อกำหนด โดยมีผู้ควบคุมงานและวิศวกรไฟฟ้าอยู่ร่วมขณะทำการทดสอบทุกครั้ง

1.8.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบฟอร์มการทดสอบเสนอขออนุมัติต่อวิศวกรควบคุมงานก่อนทำการทดสอบ และผลของการทดสอบให้จัดส่งให้ผู้ควบคุมงานจำนวน 5 ชุด

1.8.5 ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบวัสดุอุปกรณ์และระบบ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.9 การส่งมอบงาน

1.9.1 การตรวจสอบผลการดำเนินงานติดตั้งเป็นช่วงๆ ตามลักษณะงานและความเหมาะสมทางเทคนิค ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ เครื่องมือทดสอบ ทำการทดสอบตามมาตรฐานต่อไปนี้ ผู้ควบคุมงานก่อนที่จะปิดช่องท่อหรือฉาบปูนผนัง เมื่อทดสอบแล้วผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆให้เรียบร้อย

1.9.2 การทดสอบ ทดลองเครื่อง และปรับแต่งระบบภายหลังการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วสมบูรณ์ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล และรายละเอียดข้อกำหนด

1.9.3 การส่งมอบงาน เมื่องานเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการดังนี้

ก) ผู้รับจ้างจะต้องเดินเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้เต็มที่

ระยะเวลา 12 ชม.ติดต่อกัน หากมีจุดบกพร่องต้องแก้ไขจนเป็นที่พอใจของผู้ว่าจ้าง

ข) ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดระบบต่างๆให้เรียบร้อย และจัดทำป้ายชื่อที่เป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่างๆ รหัสสี ท่อ และลูกศรตามมาตรฐานความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ค) รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน คือ

- แบบสร้างจริงกระดาษไข จำนวน 2 ชุด
- แบบสร้างจริงพิมพ์เขียว จำนวน 5 ชุด
- หนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ จำนวน 5 ชุด
- เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่งและบำรุงรักษา เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทางผู้ผลิตส่งมาให้
- CD สำหรับการฝึกอบรม จำนวน 5 ชุด

1.9.4 การส่งและรับมอบงานต้องเป็นเอกสารลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างน้อยประกอบด้วยผู้ว่าจ้างหรือผู้รับมอบอำนาจ ผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง

1.10 การรับประกัน

1.10.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพและสมรรถนะของเครื่องภายในระยะเวลา 2 ปี / 730 วันนับจากวันที่มีการลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

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

1.10.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันเปลี่ยน และ/หรือแก้ไขวัสดุอุปกรณ์และงานต่อทั้งหมดรวมทั้งข้อผิดพลาด ซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบไม่ว่าก่อนหรือหลังจากการตรวจรับงาน

1.11 การบริการ

1.11.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญมาทำการตรวจเช็ค ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกเดือน ตลอดระยะเวลารับประกัน หลังจากรับมอบงานแล้ว

1.11.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานผลการตรวจเช็ค ซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ เสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วันนับจากวันที่ตรวจเช็คทุกครั้ง

2. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงชนิดฉนวนแก๊ส SF6

(SF6-Insulated ring main unit)

2.1 ทัวไป

2.1.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงชนิดฉนวนแก๊สต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

2.1.2 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงชนิดฉนวนแก๊สต้องประกอบและทดสอบทั้ง Type test และ Routine tests ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องฉบับล่าสุดของ IEC

2.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบย่อยที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดทั้งทางด้านการทำงาน การใช้งาน และการป้องกัน

2.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

แผงสวิตช์แรงสูงจะต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคดังต่อไปนี้

Rated Voltage	:	24 kV
Service Voltage	:	12 / 24 kV
Number of Phase	:	3
Short-time withstand current (1sec.)	:	25 at 12 Kv, 16 at 24 kV
Rated impulse withstand voltage	:	125 kV
Rated power frequency withstand voltage	:	50 kV
Loss of service continuity	:	LSC2B สำหรับ Circuit breaker LSC2A สำหรับ Fuse switches combination
Internal arc classification	:	16kA/1sec. Class A-FL
Switchgear classification	:	Metallic partitioning (PM) Class
- Switch-disconnector for incomer cable feeder (Network switch)		
Standard	:	IEC 62271-103
Class	:	M1/E3
Rated normal current	:	630 A
Short-time withstand current (1sec.)	:	25 kA at 12 kV 16 kA at 24 kV
Rated short circuit making current:		62.5 kA peak at 12 kV
Of switch and earthing		40 kA peak at 24 kV

- Circuit breaker for transformer protection

Standard circuit breaker : IEC 62271-200

Standard MV protection relay : IEC 60255

Class : M1/E2

Rated normal current : 200 A

Short-circuit breaking capacity : 25 kA at 12 kV

16 kA When supplying at 24 kV

Rated short circuit making current: 62.5 kA peak at 12 kV, 40 kA peak at 24 kV

- Switch-fuse combinations for transformer protection

Standard : IEC 62271-105

Switch rated normal current : 200A

Fuse rated : ตามผู้ผลิตแนะนำ

Short-circuit breaking capacity : 25 kA at 12 kV, 16 kA at 24 kV

Rated short circuit making current: 62.5 kA at 12 kV, 40 kA at 24 kV

2.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง

2.3.1 แผงสวิตช์เป็นชนิดที่สามารถติดตั้งบนพื้น ซึ่งประกอบด้วยจำนวนของ Cable feeder และ Transformer feeder ตามที่ระบุไว้ในแบบ

2.3.2 แผงสวิตช์จะต้องประกอบด้วยตัวถังสแตนเลสชนิดผนึกแน่นหนา (Hermetic sealed type) ตาม IP67 มาตรฐาน IEC 60529 ภายในถังบรรจุในแก๊ส SF6 และชิ้นส่วนกลไกที่เป็นไฟฟ้าแรงสูงทั้งหมดยกเว้นฟิวส์จะต้องอยู่ในบริเวณที่ห่อหุ้มได้ และต้องสามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมดังนี้

– อุณหภูมิสูงสุดไม่เกิน 40°C และอุณหภูมิเฉลี่ยไม่เกิน 35°C ต่อ 24 ชั่วโมง

– ติดตั้งใช้งานที่ความสูงไม่เกิน 1000 m. จากระดับน้ำทะเล

2.3.3 เปลือกผิวของบริเวณที่ห่อหุ้มแผงสวิตช์แรงสูงจะต้องถูกทำให้สามารถทนต่อการกัดกร่อนจากมลภาวะและถูกพ่นผิวด้วยสีอย่างดี และสามารถป้องกันสิ่งแปลกปลอมตาม IP3X

2.3.4 ถังที่บรรจุแก๊สจะต้องสามารถทนต่อแรงดันของแก๊สภายในทั้งในกรณีทำงานปกติและกรณีที่เกิดการลัดวงจร (Tank internal arc withstand) ได้ถึง 20kAเป็นเวลา 1 วินาที และจะต้องทนต่อการชนส่งโดยไม่เกิดความเสียหายแต่อย่างใด

2.3.5 สวิตช์ที่ต่ออยู่ด้านสายป้อน Cable feeder จะต้องเป็นชนิดที่สามารถสับเปิดและปิดวงจรได้ขณะมีโหลดต่ออยู่ในวงจร (On load type) กลไกการทำงานจะต้องเป็นแบบชาร์จสปริงที่มีสัญลักษณ์บอกตำแหน่งของสปริงที่ถูกชาร์จซึ่งจะต้องจัดเตรียมให้สามารถดึงสัญญาณแสดงผลการเปิด-ปิดวงจรระยะไกลได้ในอนาคต โดยวิธีการดึงสัญญาณนั้นจะต้องแสดงรายละเอียดมาให้พิจารณาด้วย การสับสวิตช์เพื่อเปิดวงจรในตำแหน่งทำให้สวิตช์ต่อลงดินจะต้องแสดงผลให้เห็นด้วย

สัญลักษณ์ทางกลไกและจะต้องมีพิภักสำหรับการทนกระแสการลัดวงจร (Short circuit making current) ไม่น้อยกว่า 40kA Peak ที่แรงดันไฟฟ้า 24kV

2.3.6 สวิตช์ที่ต่อในด้านหม้อแปลง Transformer feeder จะต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบ อุปกรณ์สำหรับการปลดวงจรจะต้องสามารถทนต่อการลัดวงจรของหม้อแปลงชนิด 3 เฟสพิภักแรงดัน 12/24 kV Delta แปลงเป็น 416 Y/240 V ซึ่งในกรณีที่ใช้ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- กลไกสำหรับเปิดวงจรสวิตช์จะต้องมีส่วนเก็บสะสมพลังงานเพื่อใช้ในการปลดวงจรทั้ง 3 เฟสได้พร้อมกันหากฟิวส์ในเฟสใดเฟสหนึ่งหรือหลายเฟสขาดลง กลไกการทำงานจะต้องอยู่ในสภาวะพร้อมสำหรับการ Trip ทุกครั้งที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่งปิดวงจร กลไกการทำงานจะต้องเป็นชนิดที่ไม่ต้องการการหล่อลื่น

- สวิตช์ชนิด On load จะต้องมีความสัมพันธ์ครบถ้วนตามมาตรฐาน IEC 60265-1

2.3.7 แผงสวิตช์ต้องมีกลไกการ Interlock และ Padlock ดังนี้

- สวิตช์ทางด้าน Cable feeder กับ Earthling switch และสวิตช์ทางด้าน Transformer feeder กับ Earthling switch ต้องมีกลไก Interlock เพื่อไม่ให้สับปิดวงจรพร้อมกับสับเพื่อทำการต่อลงดินได้ในเวลาเดียวกัน

- จะต้องมี Padlock สำหรับ Load break switch และ Earthling switch แต่ละชุดเพื่อสามารถ Lock สวิตช์ในขณะที่อยู่ในตำแหน่ง “เปิด” หรือ “ปิด” ได้

- ในกรณีที่จำเป็นจะต้องมี Interlock หรือ Padlock อื่นใดนอกเหนือจากนี้เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ก็ให้จัดเตรียมมาพร้อมกับแผงสวิตช์ด้วย

2.3.8 การจัดเตรียมในส่วนของ Cable connection ให้เป็นไปตามคุณสมบัติดังนี้

- ต้องจัดให้มีในส่วนการเข้าสาย Cable compartment แยกเป็นสัดส่วนที่ปลอดภัยต่อการทำงานและสามารถป้องกันการทำลายของหนู แมลง หรือสัตว์เลื้อยคลานต่างๆได้ ตามมาตรฐาน IP2XC Cable connector เป็นชนิดสัมผัสได้ (Touchable cable connector)

- Cable connection ต้องเป็นชนิดที่สามารถ Disconnection และ Reconnection ได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับ Connection system เป็นชนิด Bolt-on elbow หรือ Plug-in elbow connector type.

- ระบบการเข้าสาย Cable connection system ต้องเหมาะสมกับการใช้งานกับสาย XLPE ในระบบ 12/24 kV

2.3.9 ในทุกเฟสของ Cable feeder ต้องจัดให้มี Voltage indicator lamp เพื่อแสดงสถานะว่ามีไฟฟ้า หรือไม่มีไฟฟ้าจ่ายอยู่

2.3.10 แผงสวิตช์จะต้องจัดให้มีคุณสมบัติทั่วไปอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการ Test cable feeder

- อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการตรวจสอบสภาพของแก๊สในถังว่าอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่หรือไม่ (SF6 Gas indicator)

2.3.11 ภายในแผงสวิตช์แต่ละแผงจะต้องจัดเตรียมให้มี Earthling point อย่างน้อย 2 จุดที่ทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนเช่น Copper alloy

2.3.12 ตัวแผงสวิตช์จะต้องจัดให้มีหูสำหรับหิ้วหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยในการยกเพื่อความสะดวกในการขนย้าย

2.3.13 ต้องจัดให้มีแก๊ส SF6 อย่างพอเพียงสำหรับการใช้งาน รวมทั้งจัดให้มี Cable sealing end material และอุปกรณ์อื่นๆซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการติดตั้งและใช้งาน

2.3.14 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงที่ Disconnecter switches รับไฟฟ้าจาก 2 แหล่งจะต้องติดตั้ง Fault indicator เพื่อแสดงการลัดวงจร หรือ Overload

2.3.15 MV Protection relay ออกแบบสำหรับป้องกันหม้อแปลง MV/LV และจะต้องสามารถทำ Discrimination กับ LV circuit breakers หรือ LV fuses เป็นแบบ Self-powered operation ทำงานร่วมกับ Current sensor โดย MV Protection relay จะต้องรับสัญญาณจาก Current sensor แยกจากกัน 2 ชุด ชุดแรกสำหรับวัดค่ากระแสและอีกชุดเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ MV Protection relay รีเลย์ป้องกันมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้

- Phase overcurrent (ANSI 50-51) และจะต้องสามารถปรับกระแสป้องกันได้ตั้งแต่ 5Amp ถึง 200Amp
- Earth fault phase (ANSI 51N) ตามที่ระบุไว้ในแบบ และจะต้องสามารถปรับกระแสป้องกันได้ตั้งแต่ 5Amp ถึง 200Amp และจะต้องสามารถปรับ OFF เพื่อไม่ให้ Function นี้ทำงาน
- Trip circuit supervision (ANSI 74TC)
- จะต้องสามารถวัดและแสดงค่าต่างๆ ดังนี้
- Phase current
- Earth current
- Phase peak demand current
- หลอดไฟแสดงสถานะการทำงานปกติ
- หลอดไฟแสดงสถานะ Trip
- จะต้องสามารถทดสอบการทำงาน โดยมีปุ่ม TEST
- ปุ่ม RESET

2.3.16 อุปกรณ์พิเศษอื่นๆรวมทั้ง Accessories ต่างๆที่จำเป็นในการติดตั้ง, การใช้งานปกติ, และการบำรุงรักษาตลอดจนการทดสอบการทำงานจะต้องจัดให้มีมาพร้อมกับแผงสวิตช์

3. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง

(Dry type cast resin transformer)

3.1 ทัวไป

3.1.1 หม้อแปลงไฟฟ้าต้องทำและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้องของ สมอ. ANSI หรือ IEC และต้องได้รับการรับรองโดยสถาบันที่เชื่อถือได้

3.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงชนิด Dry Type cast resin และพดลให้เพิ่มกำลังไฟฟ้าได้อีก 25 % รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบย่อยที่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดทั้งทางด้านการทำงาน การใช้งาน และการป้องกัน

3.1.3 ศักดาไฟฟ้าที่กำหนดไว้ทางด้าน Primary และ Secondary เป็นค่า Nominal และค่า Tap changing ที่กำหนดไว้เป็นประมาณการในทางปฏิบัติผู้รับจ้างต้องติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่น เพื่อได้มาซึ่ง Operating voltage ที่ช่วงเวลา Peak load และ Light load เพื่อสามารถหา Tap changing ที่แท้จริงของหม้อแปลงเพื่อปรับ Secondary voltage ให้ขึ้นไปถึง 230 V ได้เมื่ออยู่ในช่วง Peak load และปรับให้ลงมาได้ถึง 230 V เมื่ออยู่ในช่วง Light load

3.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

- Type Cast resin dry type
- Standard IEC 726
- Rated power 2000 KVA
- Cooling system AN / AF
- Primary 24 kV with off load taps -4 x 2.5%
- Secondary 416/240 V 3Ø 4 wire, wye-ground connected
- Insulation class (Pri. / Sec.) F / F
- Temperature rise of winding

HV / LV 100 / 100 K

- Ambient temperature 40° C
- Power frequency withstands voltage HV. 50 kV
- Rating impulse level 125 kV
- Impedance voltage 6% (หรือตามกำหนดในแบบ) +IEC Tolerance
- Vector group Dyn11 หรือเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่น
- No-load loss ไม่เกิน 4,100 วัตต์ +IEC Tolerance

- Load loss ไม่เกิน 17,000 วัตต์ +IEC Tolerance
- Sound pressure level ไม่เกิน 64 dB(A) ที่ระยะห่าง 1m.
- Frequency 50 Hz
- Conductor material HV : Copper

LV : Copper or aluminium

- Over temperature protection Thermistor+alarm+trip contact+fan

3.3 คุณสมบัติทางโครงสร้าง

โครงสร้างหม้อแปลง ประกอบด้วยตัวหม้อแปลง พัดลมเพื่อเพิ่มกำลังไฟฟ้าอีกไม่น้อยกว่า 25% ตู้โลหะ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 แกนเหล็ก : เหล็กซิลิกอน ทำงานที่ 110% Overvolt โดยแกนเหล็กไม่เสียหาย

- ทำจากแผ่นเหล็กบางอาบน้ำมัน Baked enamel หรือ vanish
- แผ่นเหล็กบางถูกยึดแน่นเป็นแกนเหล็กเพื่อลดการสั่นของแผ่นเหล็กระหว่างทำงาน

3.3.2 ขดลวด : ขดลวดด้านแรงสูง ขดลวดแต่ละชั้นคั่นด้วยฉนวน และชุบ Epoxy resin, สำหรับด้านแรงต่ำ พิจารณาจากพิทัก

- ถ้าต่ำกว่า 250 kVA เป็นแบบ Sectional wire type
- ถ้าสูงกว่า 250 kVA เป็นแบบ Foil Type ขดลวดทุกชุดหุ้มด้วยฉนวนไล่อากาศ และความชื้นออกหมด และขดลวด และฉนวนหุ้มฟอร์มเป็นโครงขึ้น

3.3.3 ตู้โลหะ : ตู้โลหะปกปิดหม้อแปลงเป็นตู้ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต แต่อาจทำในประเทศได้ถ้าทำตามแบบมาตรฐานและคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบนิรภัยรอบด้าน (Safety dead front) Class IP21 หรือตามกำหนดในแบบ ขึ้นส่วนที่เป็นเหล็กต้องขัดสนิม ล้างสนิมและไขมันออกด้วยน้ำยา ฟันสีกันสนิมชนิด Zinc Phosphate ฟันสีรองพื้น ฟันสีชั้นสุดท้ายอย่างน้อย 2 ชั้น โดยใช้ชนิด Stove enamel สีเหมือนตู้แผงสวิตช์ ระหว่างการฟันสีแต่ละชั้นต้องผ่านการอบด้วยความร้อนสูง บริเวณช่องระบายลมต้องทำให้ใหญ่พอเพื่อระบายลมให้เหมาะสมสำหรับใช้กับอากาศในประเทศร้อน Ambient temperature 40° C

3.3.4 อุปกรณ์ประกอบหม้อแปลง :

- Dial thermometer type
- Thermister
- Temperature control ประกอบด้วย PTC sensor และ Relay สำหรับ Alarm และ Trip
- Control box ประกอบด้วยชุดควบคุมการทำงานของพัดลมที่ทำงานโดยอัตโนมัติตามค่าของอุณหภูมิขดลวดหม้อแปลง และสามารถทำงานแบบ Manual ได้ และชุดสัญญาณแจ้งเหตุ ที่ส่งเสียง และ หลอดไฟสัญญาณ ปุ่มกดดับสัญญาณเสียง และมีขั้วต่อสายสำหรับต่อสัญญาณแสงและเสียงไปยังห้องควบคุมกลางได้อีก 1 ชุด

- Lightning arrester มาตรฐาน ANSI หรือ IEC ติดตั้งทางด้านแรงสูง
- พัฒนาระบายความร้อนหม้อแปลง ชนิด Cross axial fan flow เป่าลมจากใต้ขดลวดหม้อแปลง
- Nameplate และ Wiring diagram
- Earth terminal, LV. terminal, HV. terminal
- Lifting lugs
- ล้อและล้อคล้อที่ฐานหม้อแปลง

3.4 การป้องกันและการเพิ่มขนาดจ่ายไฟของหม้อแปลง

3.4.1 ต้องมี Temperature Monitoring system จำนวนมากพอเพื่อป้องกันขดลวดหม้อแปลง เนื่องจาก OVERLOAD, การระบายความร้อนไม่พอ หรือ Ambient temperature สูงเกินไปโดยใช้ Thermistor ที่ฝังในขดลวดแรงต่ำแต่ละชุดต่อเนื่องกัน และต่อไปยังอุปกรณ์ชุดสัญญาณแจ้งเหตุ(แสงและเสียง) Tripping unit และพัฒนาระบายความร้อน การทำงานเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตและอย่างน้อยต้องมีการทำงานดังนี้ เมื่ออุณหภูมิ 100OCส่งสัญญาณให้พัฒมทำงาน , เมื่ออุณหภูมิ 130OCส่งสัญญาณให้ชุดสัญญาณแจ้งเหตุทำงาน และ เมื่ออุณหภูมิ 150OCส่งสัญญาณให้อุปกรณ์ป้องกันตัดไฟแรงสูงและแรงต่ำเอาหม้อแปลงออกจากระบบ

- Capacity ของหม้อแปลงต้องสามารถเพิ่มได้ไม่น้อยกว่า 25% เมื่อพัฒมเป่าหม้อแปลงทำงาน การควบคุมให้พัฒมทำงานอาศัยจาก Thermister ที่ฝังอยู่ในขดลวดแรงต่ำ

3.5 การติดตั้ง

3.5.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งหม้อแปลงตามกฎการไฟฟ้าฯ ANSI หรือ IEC และตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

3.5.2 การติดตั้งสาย หรือบัสต่อเข้ากับขั้วต่อของหม้อแปลงจะต้องติด Flexible connector ซึ่งสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของอัตรากระแสสูงสุดของหม้อแปลงที่ระบุสำหรับกรณีใช้พัฒมเป่า

3.5.3 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบป้องกันหม้อแปลง ทั้งการทำงานของพัฒมระบายอากาศ Alarm และการ Trip เบรกเกอร์ เนื่องจากการตรวจจับอุณหภูมิของ Thermister ให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์

3.6 การทดสอบ

3.6.1 หม้อแปลงต้องผ่านการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตัวหม้อแปลง ตามมาตรฐานที่กำหนด และต้องมีหนังสือรับรองผลการทดสอบระบุ Serial number พร้อมแสดงรายละเอียดผลการทดสอบอย่างครบถ้วน

3.6.2 ผู้รับจ้างต้องจัดดำเนินการทดสอบหม้อแปลงโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือ สถาบันที่การไฟฟ้าท้องถิ่นให้การรับรอง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น และหากการไฟฟ้าท้องถิ่นไม่อนุมัติให้ใช้หม้อแปลงที่ส่งมอบ ผู้รับจ้างต้องนำหม้อแปลงใหม่ที่ถูกต้องมาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น

3.6.3 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของพัฒมระบายอากาศ Alarm เสียงและสัญญาณไฟและการ Trip ของหม้อแปลงต่อผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง

4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

(Diesel engine generator)

4.1 ทัวไป

4.1.1 ระบบกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ประกอบด้วยเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวควบคุม ถังน้ำมันเชื้อเพลิง รวมทั้งระบบท่อไอเสียและที่เก็บเสียง (Silencer) ระบบระบายความร้อนและอุปกรณ์ย่อยที่สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์

4.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ต้องไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ประกอบและผ่านการตรวจสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา, ญี่ปุ่น หรือยุโรปตะวันตก ได้มาตรฐานตาม ISO 9001-2000

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

4.1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบกำเนิดไฟฟ้าสำรองให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์หรือวัสดุที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ แต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้จ้าง

4.1.5 ผู้รับจ้างต้องส่งรายการคำนวณ หรือตารางจากผู้ผลิตที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์สามารถรับ Starting kVA เมื่อจ่ายที่ 80% ของ Full load หรือตามกำหนดในแบบ โดยมี Voltage dip ไม่เกิน 20%

4.2 เครื่องยนต์

4.2.1 เครื่องยนต์ดีเซลแบบไม่น้อยกว่า 4 สูบ 4 จังหวะ Turbo charged ระบายความร้อนด้วยน้ำ รอบใช้งาน 1,500 รอบต่อนาที ขนาดตามแบบ ขนาดที่ขับเคลื่อนกำหนดให้เป็น Rating ที่ Altitude ไม่ต่ำกว่า 1000 ม. และ Ambient temperature 40OC โดยไม่มี Derating

4.2.2 ระบบกรองอากาศเป็นแบบ Dry type

4.2.3 ระบบระบายความร้อนเป็นหม้อน้ำรังผึ้งต่อโดยตรงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมพัดลมระบาย โดยมีขนาดเพียงพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะทำงานและจ่ายไฟเต็มตามพิกัด ยกเว้นมีการกำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบ

4.2.4 ระบบไอเสียจะต้องประกอบด้วยหม้อเก็บเสียง SILENCER เพื่อลดเสียงลงจนระดับเสียงไม่เกิน 85 dBA

4.2.5 ระบบหล่อลื่นเป็นแบบ Gear type พร้อมไส้กรองน้ำมันเครื่อง และ Bypass น้ำมัน

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

4.2.7 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 12 ชั่วโมง และ

ต้องมีโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตช์และฟิวส์ติดตั้งมาด้วย ใช้ไฟ 220 V ของอาคารโดยที่แหล่งจ่ายไฟนี้เป็นอิสระจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

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

4.2.9 ตัวแท่นเครื่องต้องมีการป้องกันการสั่นสะเทือนจากการทำงานของเครื่องยนต์ โดยใช้อุปกรณ์ดูดซับแรงสั่นสะเทือนตามมาตรฐานและมีความเหมาะสม

4.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4 Pole, 1500 rpm, 50 Hz, 400/230 V 3 □ 4 Wire brushless ขนาดเป็นไปตามแบบ ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์โดยใช้ฐานรองรับเดียวกัน

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

4.3.3 Voltage regulation เป็นแบบ Solid state ปรับค่าแรงดันได้ในพิกัด +1% จาก No-load ถึง Fullload

4.3.4 สามารถจ่ายโหลดได้ทันที 80% ของ Full load ที่มี Starting kVA ตามแบบโดยมี Voltage dip ไม่เกิน 20%

4.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.4.1 ต้องมีเครื่องตัดวงจรชนิด Circuit breaker ขนาดที่เหมาะสมกับกำลังของเครื่องติดมากับเครื่อง

4.4.2 มาตรฐาน,ไฟสัญญาณ,และระบบควบคุมต่างๆบนแผงควบคุมต้องมีอย่างน้อยดังนี้

- มาตรฐานแรงดันน้ำมันหล่อลื่น
- มาตรฐานอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น
- มาตรฐานความเร็วรอบของเครื่องยนต์
- มาตรฐานชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์
- มาตรฐานความถี่ไฟฟ้าที่ออกจากเครื่อง
- มาตรฐานการประจุไฟของแบตเตอรี่
- ไฟสัญญาณ เตือนเมื่อระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำเกิน
- ไฟสัญญาณ แสดงการทำงานของเครื่อง
- ระบบตัดดับ เมื่ออุณหภูมิของเครื่องสูงเกิน
- ระบบตัดดับ เมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกิน
- ระบบตัดดับ เมื่อความเร็วรอบสูงเกิน
- ระบบตัดดับ เมื่อเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด 3 ครั้ง
- โวลต์มิเตอร์ พร้อมซีเลคเตอร์สวิตช์

- แอมมิเตอร์ พร้อมซีเลคเตอร์สวิตช์
- มิเตอร์วัดความถี่ไฟฟ้า
- กิโลวัตต์มิเตอร์
- สวิตช์ควบคุมการสตาร์ทเครื่อง
- ระบบควบคุมการสตาร์ทอัตโนมัติ

4.4.3 โดยระบบสัญญาณเหล่านี้ต้องจัดเตรียมให้มี Auxiliary contact เพื่อให้สามารถดึงสัญญาณระยะไกลไปยังตู้ควบคุมอื่นได้ในอนาคต และจัดเตรียมปุ่มทดสอบหลอดไฟ (Test lamp) ไว้ในแผงควบคุมด้วย

4.4.4 แผงควบคุมแบ่งเป็นส่วนๆ เพื่อการใช้งานที่สะดวกตั้งแต่ส่วนของมิเตอร์วัดต่างๆ ส่วนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติและส่วนไฟแสดงและควบคุม พร้อมแผ่นป้ายแสดงข้อความหรือรหัสของอุปกรณ์และไฟแสดงที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ

4.4.5 บัสบาร์ภายในตู้รวมทั้งกราวด์บาร์ต้องสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 150% ของ Fullload และ Support ต่างๆ ที่ยึดต้องทนกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้

4.5 ชุดควบคุมการทำงาน

รายละเอียดการควบคุมและการทำงานมีดังนี้

4.5.1 เมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับหรือมาไม่ครบเฟส หรือแรงดันเฟสใดเฟสหนึ่งต่ำกว่า 80% ของแรงดันปกติเป็นเวลา 3 วินาที เครื่องยนต์จะสตาร์ทตัวเองโดยอัตโนมัติ ในกรณีเครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด ชุดสตาร์ทอัตโนมัติจะสตาร์ทใหม่ติดต่อกันทั้งหมด 3 ครั้ง และถ้ายังไม่ติดมอเตอร์สตาร์ทจะหยุดทำงานและมีสัญญาณไฟขึ้นที่ตู้ควบคุมแสดง Overcrank หลังจากตรวจแก้ไขข้อบกพร่องเรียบร้อยแล้วสามารถทำการ Reset สัญญาณไฟ Overcrank จะหายไปและชุดสตาร์ทจะสตาร์ทเครื่องยนต์ใหม่อีก

4.5.2 เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ติดแล้ว เครื่องยนต์จะวิ่ง No-load เป็นเวลาไม่เกิน 10 วินาที ชุดควบคุมจึงจะส่งสัญญาณให้ ATS ทำงานเพื่อสับไฟฟ้าเข้าโหลดเพื่อจ่ายไฟ

4.5.3 เมื่อไฟของการไฟฟ้ามาเป็นปกติเป็นเวลา 5 นาที ชุดควบคุมจะสั่งให้ ATS ทำงานสับโยกกลับไปใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้า หลังจากนั้นชุดควบคุมการทำงานจะยังคงให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานต่อไปอีกนาน 5 นาทีก่อนสั่งให้เครื่องยนต์ดับ

4.5.4 ทุกๆอาทิตย์ ชุดควบคุมจะสั่งเครื่องยนต์สตาร์ท และทำงาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องเป็นเวลา 5-30 นาที และตัวเองโดยอัตโนมัติ ขณะทำการอุ่นเครื่องจะไม่มีการเปลี่ยนโหลดมาใช้ไฟฉุกเฉินเว้นแต่ไฟของการไฟฟ้าดับลงในช่วงที่กำลังอุ่นเครื่อง

4.6 การติดตั้ง

4.6.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เปลี่ยนแปลงจากแบบ โดยก่อนการติดตั้งต้องตรวจสอบสภาพของเครื่องกำเนิดว่าไม่มีความเสียหาย มีอุปกรณ์ครบตามที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบ

4.6.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบขนาดพิกัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกอย่างว่าตรงกับที่กำหนดในแบบ ถ้าหากมีพิกัดใดไม่ตรงกันต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบโดยทันทีและดำเนินการเปลี่ยนให้ตรงกับแบบ

4.6.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและส่วนประกอบต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

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

4.7 การทดสอบและรายการคำนวณ

4.7.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบกำเนิดไฟฟ้าสำรองต่อผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ณ สถานที่ที่จะทำการติดตั้ง ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบทุกรายการ ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบรวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องจัดมาเพื่อใช้ในการทดสอบทั้งหมด

4.7.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีทดสอบรายการดังต่อไปนี้

4.7.2.1 ทดสอบการเดินเครื่องเปล่า (No-load test) เป็นเวลานาน 10 นาที

4.7.2.2 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 10 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 1 ชม.

4.7.2.3 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 50 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 1 ชม.

4.7.2.4 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 100 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 2 ชม.

4.7.2.5 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลด 110 % ของพิกัดโหลด เป็นเวลานาน 1 ชม. (เฉพาะในกรณีที่เป็นแบบ Prime Rating)

4.7.2.6 ทดสอบการเดินเครื่องจ่ายโหลดกะทันหันที่ 80 % ของพิกัดโหลดเพื่อดูค่า Voltage dip ว่าไม่เกิน 20 %

การทดสอบในหัวข้อ 5.7.2.1-5.7.2.5 ค่าที่ต้องทำการจดวัด ให้จดวัดในทุกๆ 15 นาทีโดยมีค่าที่ต้องจดวัดดังนี้

- กำลังการจ่ายไฟ (kW)
- แรงดันไฟฟ้า (V)
- กระแสไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายให้โหลด (A)
- ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (RPM)
- ความถี่ไฟฟ้า (Hz)
- อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (oC)
- อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น (oC)

4.7.3 ผู้รับจ้างต้องทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนของสาย ทั้งระหว่างเฟส-เฟส และเฟสกับดินที่จะมาต่อยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.8 แบบแปลนและคู่มือ

4.8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop drawing แสดง Layout และรายละเอียดในการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและรายละเอียดการรองรับแท่นเครื่องเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน ให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา ก่อนดำเนินการติดตั้ง

4.8.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือสำหรับฝึกอบรมตั้งแต่พื้นฐานของอุปกรณ์ต่างๆ การใช้งาน การบำรุงรักษาชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และวงจรการต่อ ทั้งขนาดสายและสีของสายของระบบจ่ายไฟฟ้า และระบบควบคุมที่ติดตั้งจริงทั้งหมดให้เป็นภาษาไทย จัดทำเป็นรูปเล่ม 5 ชุด

4.9 การประกันและการบริการ

4.9.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ และการใช้งานของอุปกรณ์เป็นระยะเวลาตามที่กำหนดในข้อกำหนดทั่วไป และต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนชิ้นส่วน อุปกรณ์ และวัสดุที่เสียหายในช่วงระยะเวลาประกัน

4.9.2 ผู้รับจ้างต้องจัดเจ้าหน้าที่มาบริการตรวจสอบการทำงานของระบบอย่างละเอียดทุก 3 เดือน เป็นระยะเวลาตามข้อกำหนดทั่วไปโดยมีแบบฟอร์มการตรวจสอบและรายการที่ได้ตรวจสอบรวมทั้งผลการตรวจสอบมอบให้ผู้ว่าจ้างทุกครั้ง

4.9.3 ผู้รับจ้างต้องเปิดอบรมเป็นหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างตั้งแต่พื้นฐานของอุปกรณ์การใช้งาน การบำรุงรักษา การตรวจสอบวงจร จนสามารถทำเองได้อย่างชำนาญ

4.9.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอะไหล่สำหรับการรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังต่อไปนี้

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

4.9.5 ต้องจัดเตรียมน้ำมันให้เต็มถึงตามปริมาณที่ระบุในแบบในวันส่งมอบงาน

5. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำและสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

5.1 ทัวไป

5.1.1 เมนสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำหลัก (MDB) และแผงสวิตช์บอร์ดฉุกเฉิน (EMDB) จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC60439-1, Type Tested Assemblies (TTA) หรือดีกว่า พร้อมแนบใบรับรองผล type tested (type tested certificate) จากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้เพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติ โดยใบรับรองผล type tested (type tested certificate) แต่ละใบจะต้องประกอบด้วยผลทดสอบ 7 หัวข้อ และจะต้องมีคุณสมบัติตรงกับแบบที่กำหนด

5.1.2 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit breaker) หรือ สวิตช์ (Switch/disconnector) ทุกชุดที่ติดตั้งในแผงสวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกัน

5.1.3 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งสวิตช์บอร์ด รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งในแผงไฟฟ้า ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติ ก่อนการสั่งซื้อและจัดสร้างแผงสวิตช์บอร์ด

5.1.4 ขั้วต่อโหลดในแผงสวิตช์บอร์ด และแผงสวิตช์ไฟอยู่ต้องอยู่ในตำแหน่งที่ต่อได้ง่าย โดยไม่ต้องข้ามหรือพาดผ่านสาย หรือ บัสของเฟสเพื่อต่อโหลด

5.1.5 ที่สวิตช์บอร์ด หรือแผงสวิตช์บอร์ดที่จ่ายจากระบบไฟฟ้าต้องมีการบอกตำแหน่งหรือขั้วของเฟส (L1, L2, L3, N, PE)

5.1.6 การจัดเรียงเฟสที่บัสบาร์ต้องเรียงเฟสจากหน้าไปหลัง จากบนมาล่าง หรือจากซ้ายไปขวา เมื่อมองจากทางด้านหน้าของสวิตช์บอร์ดหรือแผงไฟฟ้า

5.1.7 จะต้องมีส่วนที่ว่างเพียงพอสำหรับสายเข้าที่ขั้วต่อสาย โดยไม่ทำให้ฉนวนเสียหาย หรือเกิดผลกระทบต่ออายุการใช้งานของสาย

5.2 เมนสวิตช์บอร์ด (MDB) และแผงสวิตช์บอร์ดฉุกเฉิน (EMDB)

5.2.1 โรงงานผู้ผลิตหรือประกอบเมนสวิตช์บอร์ดจะต้องออกแบบและผลิตตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60439-1, Type Tested Assemblies โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบเฉพาะแบบ (Type-Tested Assembly, TTA) จากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้เพื่อประกอบการพิจารณาอนุมัติ โดยใบรับรองผล type tested (type tested certificate) แต่ละใบจะต้องประกอบด้วยผลทดสอบ 7 หัวข้อ และจะต้องมีคุณสมบัติตรงกับแบบที่กำหนดทุกประการ ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบดังต่อไปนี้

- การทดสอบขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Temperature Rise Limit)
- การทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Properties)
- การทดสอบความทนต่อการเกิดกระแสลัดวงจร (Short-Circuit Current Withstand Strength)
- การทดสอบประสิทธิภาพของวงจรป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Effectiveness of the protection)
- การทดสอบระยะห่างของตัวนำในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน (Clearance and creepage distances)
- การตรวจสอบการใช้งานทางกล (Mechanical operation)
- การตรวจสอบระดับการป้องกัน (Degree of protection)

5.2.2 การจัดสร้างเมนสวิตช์บอร์ดจะต้องผลิตหรือประกอบในประเทศไทยภายใต้สิทธิบัตรจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือ ผลิต/ประกอบโดยเจ้าของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบแล้วเท่านั้น ผู้ผลิตจะต้องได้มาตรฐานสากล ISO 9001: 2008 และมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1436-2540

5.2.3 โรงงานที่ผลิตหรือประกอบตู้เมนสวิตช์บอร์ดจะต้องมีประสบการณ์อย่างต่อเนื่องในการทำตู้เมนสวิตช์บอร์ดที่ นำเสนอมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยมีวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ประเภทสามัญเป็นผู้ควบคุมการประกอบ

5.2.4 รูปแบบการแบ่งกั้นแผงเมนสวิตช์บอร์ด ถ้าไม่ได้รับไว้ในแบบที่เป็นอย่างอื่นให้การแบ่งกั้นแผงเมนสวิตช์บอร์ด ตามมาตรฐาน Form 2B IEC60439-1

5.2.5 ลักษณะตัวตู้เป็นแบบตั้งพื้น โครงสร้างทำด้วยเหล็กพ่นสีรูปหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม. หรือตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ที่ผ่านการทดสอบ ชิ้นส่วนทุกชิ้นเชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวและมีความต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน ถ้าตู้มี หลายส่วนและเรียงติดกันต้องยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวและจะต้องมีความต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกันตลอดทั้งตู้

5.2.6 แผงเมนสวิตช์บอร์ดในส่วนรอบนอกทั้งหมดให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. หรือตามมาตรฐานของ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบ ประตูและฝาตู้ในส่วนด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง ให้ทำเป็นแบบพับขอบโดยมีด้านหนึ่งแขวน ยึดกับโครงตู้ด้วย Removable pin hinges สามารถถอดออกได้ง่าย ในส่วนประตูด้านหน้าให้ใช้ Key lock ฝาด้านหลัง และด้านข้างให้ใช้สกรูยึดฝาเข้ากับโครงตู้ โดยฝาปิดทุกด้านจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบ

5.2.7 การระบายความร้อนภายในตู้ให้ระบายโดยวิธีธรรมชาติไหลเวียนผ่านช่องเกร็ดทางด้านล่างและบนขนาดตาม มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง โดยระบบระบายอากาศและการป้องกันตู้ตาม IP31 มาตรฐาน IEC 60529

5.2.8 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชิ้นต้องพ่นสีป้องกันการกัดกร่อนโดยสีผง Polyester epoxy และอบที่อุณหภูมิสูงตาม มาตรฐานของผู้ผลิตสีที่กำหนด มีความหนา 50-70 μ และผ่านการทดสอบป้องกันการกัดกร่อนตามมาตรฐาน IEC 60068

5.2.9 Degree of protection ของตู้ IP31 ในกรณีติดตั้งภายในอาคาร และในกรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องไม่ต่ำกว่า IP 54 ตามมาตรฐาน IEC 60529 และเป็น Outdoor application

5.2.10 แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องติดตั้งโคมไฟลูออเรสเซนต์ชนิดมีฝาครอบใส ขนาด 10 วัตต์ ควบคุมการเปิด-ปิดด้วยลิ้มิต สวิตช์ซึ่งติดตั้งที่ประตูหน้า ทั้งนี้ให้ต้องพิจารณาการควบคุมภายในตู้ซึ่งจะต้องสามารถทำงานได้ในกรณีที่มีการตัดวงจรที่ตัว เมนสวิตช์แรงต่ำของตู้

5.2.11 แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ โดยที่แต่ละช่องต้องมีวัสดุโลหะกันแยกตามมาตรฐาน Form 2b (ถ้าแบบไม่ได้รับไว้ในเป็นอย่างอื่น) โดยแผ่นโลหะกันนี้จะต้องตามมาตรฐาน IP2X เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไป ยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย คือ

- Metering and control สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดอุปกรณ์ รวมทั้ง Terminal block
- Circuit breaker compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
- Busbar compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbar ปกติจัดให้อยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์

5.2.12 บัสบาร์ทองแดงจะต้องเป็นทองแดงแบบ Non-deoxidized electrolytic copper และมีการนำกระแสไฟฟ้าไม่ น้อยกว่า 98% IACS มีขนาดสามารถรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่าสวิตช์ตัดตอนโดยอุณหภูมิของบัสบาร์ขณะใช้งาน เต็มที่ต้องไม่เกินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEC60439-1 ที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ยต่อ 24 ชั่วโมงไม่เกิน 35°C อุณหภูมิสูงสุด

40°C และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของตู้ที่ผ่านการทดสอบ ผิวของบัสบาร์เป็นแบบ Bare copper (ถ้าในแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น) บัสบาร์จะต้องประกอบด้วยดังต่อไปนี้

5.2.12.1 บัสบาร์หลัก หรือบัสบาร์แนวนอน ติดตั้งตามแนวนอนของตู้มีความยาวตลอดทั้งตู้ มีขนาดไม่น้อยกว่า Main circuit breaker และสามารถขยายตู้ได้ทั้งด้านขวา-หรือซ้ายของตู้ได้โดยไม่ต้องดัดแปลง หรือทำเพิ่มเติมใดๆ บัสบาร์หลักจะต้องติดตั้งส่วนหน้าด้านบนสุดของตู้ เมื่อสายเข้า-ออกด้านล่าง และติดตั้งส่วนหน้าด้านล่างสุดหากสายเข้า-ออกด้านบน ระยะห่างของบัสบาร์และอุปกรณ์ฉนวนยึดบัสบาร์ (Busbar holder insulator) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของตู้ที่ผ่านการทดสอบเท่านั้น

5.2.12.2 บัสบาร์ย่อย หรือบัสบาร์แนวตั้ง (Distribution bus) จะต้องติดตั้งในแนวตั้งและต่อกับบัสบาร์หลัก หรือบัสบาร์แนวนอน เพื่อกระจายต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัดต่อไฟฟ้า (Switches หรือ Circuit breaker) โดยขนาดของบัสบาร์ย่อย หรือบัสบาร์แนวตั้งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ IEC 60439-1 บัสบาร์ย่อยจะต้องติดตั้งในส่วนของบัสบาร์ย่อย (Distribution bus compartment) โดยจะต้องติดตั้งในส่วนของ Distribution bus compartment ด้านซ้ายหรือด้านขวาของห้อง Power switchgear compartment ระยะห่างของบัสบาร์และอุปกรณ์ฉนวนยึดบัสบาร์ (Busbar holder insulator) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของตู้ที่ผ่านการทดสอบเท่านั้น

5.2.13 ขนาดของบัสบาร์เฟส และนิวตรอนจะต้องมีขนาดเท่ากัน และติดตั้งอยู่ในชุดเดียวกัน รูปแบบเดียวกันกับการติดตั้งบัสบาร์เฟส

5.2.14 บัสบาร์กราวด์ จะต้องมีความแข็งแรงที่สามารถรองรับการลัดวงจรที่ 60% ของการลัดวงจรเฟส-เฟส ตามมาตรฐาน IEC 60439-1 และติดตั้งตามมาตรฐานของตู้ที่ผ่านการทดสอบ Type Tested มีความยาวตลอดตู้เช่นเดียวกับบัสบาร์เฟส

5.2.15 จุดเชื่อมต่อบัสบาร์จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบ Type Tested

5.2.16 ให้จัดเตรียมช่องสำหรับใส่แผ่นเอกสารหรือตารางตรวจเช็คติดตั้งไว้ที่ฝาประตูด้านหน้าทุกประตู

5.2.17 เครื่องวัดและอุปกรณ์ชนิดที่ติดตั้งหน้าตู้ให้เป็นชนิด Switchboard mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 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

5.2.18 Automatic capacitor bank สำหรับปรับค่า Power factor ของระบบไฟฟ้าต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Standard	IEC 60831-1/-2
Type	Self-healing, dry non-flammable
Insulation	Polypropylene
Rated voltage	3 Phase 400 V, 50 Hz
Overvoltage	$\geq 1.1 \text{ UN}$, at intervals
Overcurrent	$\geq 1.8 \text{ In}$
Maximum inrush current	200 In
Safety protection	Internal fault protection
Tolerance on capacitance	-5 / +10 % or better
Dielectric losses	$\leq 0.5 \text{ W/kVAR}$
Operating temperature	-25 oC to 55 oC (Class D) or better
Total (Discharge included resistor) $\leq 0.5 \text{ W/kVAR}$	
Degree of protection	IP 20 or better
Discharge device	Internal discharge resistors
Discharge time	$< 75 \text{ V}$ in 3 min.
Mean Life expectancy	130,000 hrs.

จำนวนขั้นที่สลับ แบบ 1 : 2 : 3 : 4 : 4 : 4 ไม่น้อยกว่าตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

5.2.19 Automatic / Manual power factor controller จะต้องมามีคุณสมบัติดังนี้

Rated voltage	3 Phase 415 V, 50 Hz
Standard	IEC 61010-1 และ IEC 61326
Target cos ϕ setting	0.85 Inductive to 0.9 capacitive
Starting current setting (C/K)	0.05-1 A automatic measurement of C/K
Number of active outputs	12
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 0oC to 60 oC or better

Degree of protection IP 20

Monitoring and measurement Must be monitor and measurable

- Voltage
- Current
- kVA
- kVAR
- Power Factor

5.2.20 Magnetic contactor for capacitor ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

Standard IEC60070 and 60831

Category AC-6b

Number of main pole 3 Poles

Combination IEC 60947-4-1

Type Indoor

Control voltage 220-230 V

Operating cycles 300,000 operating cycles at 400V

Rated insulation voltage 1000 V

5.2.21 สายไฟหุ้มฉนวนที่ใช้ภายในสวิตช์บอร์ดสำหรับระบบควบคุมให้ใช้สายชนิด Flexible annealed copper (Class 5 หรือ 6) 750 volt PVC insulated, 105°C และต้องอยู่ในรางสาย หรือ ท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน และปลายสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องมีหมายเลขกำกับเป็นแบบบล็อกสวม

5.2.22 ท่อหรือรางเดินสายอื่นที่เข้าไปในสวิตช์บอร์ดแบบตั้งพื้นโดยเข้าข้างใต้ต้องมีช่องว่างพอสมควร เพื่อการติดตั้งสายภายในบอร์ด ท่อหรือรางเดินสายไฟรวมทั้งติดตั้งที่ปลายรวมต้องไม่สูงกว่า 7.5 ซม.เหนือฐานล่างของบอร์ดหรือแผง ระยะห่างระหว่างฐานล่างของบอร์ดและบัสบาร์ ตัวยึดหรือสิ่งกีดขวางอื่นต้องไม่น้อยกว่า 200 มม. หรือ 260 มม. สำหรับบัสบาร์เปลือย

5.2.23 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด

5.3 แผงสวิตช์จำหน่ายย่อย (Sub distribution panel)

5.3.1 แผงเมนสวิตช์บอร์ดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60439-1 สำหรับระบบไฟฟ้า 415/240V, 3 เฟส, 4สาย, 50Hz และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5.3.2 โรงงานที่ประกอบตู้เมนสวิตช์บอร์ดจะต้องมีประสบการณ์การทำตู้เมนสวิตช์บอร์ดมาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปีโดยมีวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ประเทสามัญเป็นผู้ควบคุมการประกอบ

5.3.3 ตัวตู้เป็นแบบติดลอยกับผนังทำด้วยแผ่นเหล็กขาหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. สำหรับความกว้างไม่เกิน 350 มม. และหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. เมื่อความกว้างมากกว่า 550 มม. ประตูและฝาตู้ในส่วนด้านหน้าให้ทำเป็นแบบพับขอบโดยมีด้านหนึ่งแขวนยึดกับโครงตู้ด้วย Removable pin hinge สามารถถอดออกได้โดยง่าย ในส่วนประตูด้านหน้าให้ใช้ Key lock

5.3.4 การระบายความร้อนภายในตู้ให้ระบายโดยวิธีธรรมชาติไหลเวียนผ่านช่องเกร็ดทางด้านข้างขนาดเหมาะสม พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลงตาม IP31 มาตรฐาน IEC 60529

5.3.5 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทุกชิ้นต้องพ่นสีป้องกันการกัดกร่อนโดยสีผง Polyester epoxy และอบที่อุณหภูมิสูงตามมาตรฐานของผู้ผลิตสีที่กำหนด มีความหนา 50-70 μ และผ่านการทดสอบป้องกันการกัดกร่อนตามมาตรฐาน IEC 60068

5.3.6 Degree of protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC 60529, Form1- IEC60439-1.

5.3.7 บัสบาร์ทองแดงจะต้องเป็นทองแดงแบบ Non-deoxidized electrolytic copper และมีการนำกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 98% IACS มีขนาดสามารถรับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่าสวิตช์ตัดตอนโดยอุณหภูมิของบัสบาร์ขณะใช้งานเต็มที่ต้องไม่เกินตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEC60439-1 ที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ยต่อ 24 ชั่วโมงไม่เกิน 35°C อุณหภูมิสูงสุด 40°C ผิวของบัสบาร์เป็นแบบ Bare copper (ถ้าในแบบไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น) แสดงบัสบาร์แต่ละเฟสโดยสัญลักษณ์ L1, L2, L3, N, PE สำหรับเส้นศูนย์ และเส้นดินตามลำดับ

5.3.8 Busbar holder ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiber glass reinforce polyester หรือ Epoxy resin โดยยึดด้วย Bolt และ Nut ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bekellite หรือ Phenolics

5.3.9 ให้จัดเตรียมช่องสำหรับใส่แผ่นเอกสารหรือตารางตรวจเช็คติดตั้งไว้ที่ฝาประตูด้านหน้าทุกประตู

5.3.10 เครื่องวัดและอุปกรณ์ ชนิดที่ติดตั้งหน้าตู้ให้เป็นชนิด Switchboard mounted ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม.

5.3.10.1 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

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

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

5.3.10.4 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.

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

5.3.11 สายไฟหุ้มฉนวนที่ใช้ภายในตู้สำหรับระบบควบคุม ให้ใช้สายชนิด Flexible annealed copper Class 5 หรือ 6, 750volt, PVC insulated, 105°C ในรางสาย หรือท่ออ่อน เพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน และปลายสายไฟฟ้าทุกเส้นต้องมีหมายเลขกำกับเป็นแบบบล็อกสาม

5.3.12 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติให้ใช้ยี่ห้อเดียวกันหมด

5.4 แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD & LOAD CENTER)

5.4.1 แผงเมนสวิตช์บอร์ดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60439-1, หรือ IEC 60439-3 หรือ BS 5486 Part 13 และ TIS. 1436-2540 สำหรับระบบไฟฟ้า 415/240V, 3 เฟส, 4 สาย, 50Hz ตัว, บัสบาร์ และฉนวนยึดบัสบาร์จะต้องสามารถรองรับการลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 25kA/0.3วินาที และจะต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5.4.2 ตัวตู้เป็นแบบดัดลอยที่ผนังทำด้วย Zinc coated steel sheet หรือ Phosphate mild steel sheet และพ่นเคลือบด้วยสี Epoxy powder มีฝาสำหรับเปิด-ปิดด้านหน้ายึดกับตัวตู้ด้วยสกรูปลายตัด และติดตั้งตัวล็อกฝาตู้ชนิดสลักเลื่อนหรือสลักหมุน มีที่ว่างภายในตู้เพียงพอสำหรับการร้อยสายไฟ

5.4.3 บัสบาร์ผลิตจากทองแดงหรือทองแดงเคลือบด้วยดีบุกความสามารถรับกระแสพิชิตตามที่ระบุในรายการตารางโหลดไฟฟ้า บัสบาร์ภายในตู้ต้องถูกออกแบบให้สามารถติดตั้งเบรกเกอร์สำหรับวงจรย่อยได้ทั้งชนิด 1 เฟส และ 3 เฟสได้ด้วยระบบ Plug-on พร้อมทั้งให้มีแผ่นพลาสติกปิดคลุมเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรง

5.4.4 ตัวตู้ต้องจัดเตรียมขั้วต่อสายดินและขั้วต่อสายศูนย์ที่สามารถรับสายไฟขนาดตามที่ระบุในรายการตารางโหลด

5.4.5 เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นชนิด Molded case ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 มีขนาดพิชิต Amp trip และ Amp frame ตามที่กำหนดในรายการตารางโหลด เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder circuit breaker ต้นทาง

5.4.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อยเป็นชนิด Thermal-magnetic type และเป็นแบบ Plug-on ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 หรือ IEC 60898 มีขนาดตามที่ระบุในรายการตารางโหลด โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์

5.4.7 ต้องมีผังแสดงวงจรตู้ที่ชัดเจนติดตั้งไว้หลังฝาตู้เพื่อแสดงถึงหมายเลขวงจร, ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์, ขนาดสาย, และโหลดที่จำหน่ายไฟให้ เพื่อง่ายต่อการบำรุงรักษาและตรวจสอบแก้ไข

5.4.8 การติดตั้งตู้ให้ยึดติดกับผนังด้วย Expansion bolt หรือบน supporting ที่เหมาะสมโดยติดตั้งที่ระดับสูง 1800 มม. จากพื้นถึงระดับบนของตัวตู้

5.5 CIRCUIT BREAKER

5.5.1 ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-2 พร้อมใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้ประกอบการพิจารณาอนุมัติ

5.5.2 ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม

5.5.3 ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

5.5.4 ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาโดยในขณะที่ใช้งานกระทำเฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

5.5.5 ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากการติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาคาบ

5.5.6 Main circuit breaker เป็นแบบ ACB หรือ MCCB ตามที่ระบุแบบชนิด Manual operate พร้อม Spring assisted Closing mechanism สำหรับ ACB นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ Motor operating mechanism ด้วย Main circuit breaker ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบเพื่อทำงานตาม Function ต่างๆอย่างน้อยดังนี้

ก. Solid state trip unit สำหรับการทำงานดังนี้

Over current protection และสามารถปรับได้

Ground fault protection ตามที่ระบุไว้ในแบบ และสามารถปรับได้

Instantaneous trip และสามารถปรับได้

Long time delay และ Short time delay setting และสามารถปรับได้

ข. Breaker position indicating device สำหรับแสดงสถานะของ 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 ลักษณะดังนี้คือ

- Circuit breaker จะต้องไม่สามารถเสียบเข้าหรือดึงออกหาก Circuit breaker อยู่ในตำแหน่ง “On” หรือ “Closed”
- Circuit breaker จะต้องไม่สามารถสับ “Closed” ได้นอกจาก Circuit breaker จะอยู่ในตำแหน่ง “Connected”, “Test” หรือ “Isolated” อย่างดีแล้ว

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

ฉ. ให้จัดเตรียม Key lock หรือ Pad lock (ในกรณีที่กำหนดให้มี)

ช. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่จำเป็นต้องมีสำหรับการทำ Function ต่างๆตามที่กำหนดในข้อกำหนดนี้หรือตามที่ระบุในแบบ

5.5.7 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

5.5.8 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 60947-2

5.5.9 Circuit breaker ทุกชนิดที่ติดตั้งจะต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-2 พร้อมใบรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหน่วยงานอิสระที่เชื่อถือได้ประกอบการพิจารณาอนุมัติ

5.6 เซฟตี้สวิตช์ (Safety switch)

5.6.1 ต้องผลิตตามมาตรฐาน NEMA KS1 และ UL98 เป็นตู้ NEMA TYPE 1 สำหรับติดตั้งภายในอาคาร และ NEMA TYPE 3R สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร สวิตช์เป็นแบบ General duty สำหรับ 1-phase, 2-wire และแบบ Heavy duty สำหรับ 3-phase, 4-wire.

5.6.2 ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุกตัวนำเส้นไฟ ในกรณีที่เป็นแบบมีฟิวส์ ฟิวส์ต้องรวมอยู่ในกล่องเดียวกันและจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว หรือการเปิดฝานั้นเป็นผลให้วงจรถูกปลดด้วย และต้องสามารถปลดและสับกระแสใช้งานในสภาพปกติได้

5.6.3 การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1800 มม. ถึงระดับบนของสวิทช์ ถ้าในบริเวณนั้นไม่มีผนังให้ติดตั้งบนขาคีโครงเหล็กที่แข็งแรง และติดตั้งสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1000 มม.

5.6.4 กรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเลือกใช้รุ่นที่บริษัทห่อหุ้มออกแบบมาสำหรับใช้ภายนอกได้เท่านั้นคือ NEMA TYPE 3R

5.7 สวิตช์ตัดตอน (Load break switch)

5.7.1 สวิตช์ตัดตอนแรงต่ำให้ใช้เป็น Load break switch แบบ Non-fusible

5.7.2 กล่องหุ้มทำด้วย Polycarbonate IP56

5.7.3 สวิตช์ตัดตอนให้ติดตั้งเหนือพื้นสำเร็จ 500 มม. ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

5.8 ฟิวส์และข้าวรับฟิวส์

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

5.8.2 พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าข้าวรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการฟุกร่อนเนื่องจากการใช้โลหะต่างชนิดกันระหว่างฟิวส์และข้าวรับฟิวส์ และต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็นได้อย่างชัดเจน

5.9 อุปกรณ์ป้องกันลัด

5.9.1 อุปกรณ์ป้องกันลัดด้านเมนสวิตช์บอร์ด(MDB EMDB)

ป้องกันแรงดันลัด (Surge Protection Device) Class I+II / B+C เป็นอุปกรณ์ป้องกันลัดที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกัน 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่เมนไฟฟ้ารวมทั้งแผงไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคารเป็นชุดแรก และ/หรือ จาก LPZ0 – LPZ 1,2 โดยติดตั้งแบบขนานโดยที่ Class I/B เป็น Arc Quenching Spark Gap (SPD1.1) และ Class II/C เป็น MOV (SPD1.2) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองจะต้องทำงานประสานกันเป็นอย่างดีโดยผู้ติดตั้งต้องแสดงผลทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสอง class ที่ไม่ต่ำกว่า 100 kA (8/20) ในกรณีที่มีความเสียหายของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่ง อุปกรณ์ที่เหลือจะต้องยังสามารถช่วยป้องกันระบบได้อยู่ และสามารถถอดเปลี่ยนที่ละ Class ได้โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลัด Class I / B (SPD1.1)

IEC Category/ EN Type /VDE I/T1/B

No of Pole 3 Pole

Nominal Voltage Un 230 Vac

Max.Continuous operating voltage Uc ≥ 335 Vac

Lightning Test Current (10/350) Iimp ≥ 50 kA

Nominal discharge current (8/20) In ≥ 50 kA

Protection level	Up	≤ 1.5 kV
Immunity to short circuit (with max backup fuse)	50 kA	
อุปกรณ์ป้องกันแรงดันแลร์จ Class II / C (SPD1.2)		
IEC Category/ EN Type /VDE	II/T2/C	
No of Pole	3 Pole	
Nominal Voltage	Un	230 Vac
Max. Continuous operating voltage	Uc	≥ 335 Vac
Nominal discharge current (8/20) In	≥ 20 kA	
Max. Discharge current (8/20)	I _{max}	≥ 40 kA
Protection level	Up	≤ 1.5 kV

กรณีการติดตั้งแบบ TT/TN-S ให้ผู้ติดตั้งเพิ่ม SPD N-PE ระหว่างนิวทรัลและกราวด์โดยมีรายละเอียดดังนี้

IEC Category/ EN Type /VDE	I/T1/B	
Nominal Voltage	Un	230 Vac
Max. Continuous operating voltage	Uc	≥ 260 Vac
Lightning Test Current (10/350)	I _{imp}	≥ 100 kA
Nominal discharge current (8/20)	I _n	≥ 100 kA
Protection level	Up	≤ 1.5 kV

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

5.9.2 อุปกรณ์ป้องกันแลร์จด้านแผงสวิตช์จำหน่ายย่อย(DP)

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันแลร์จ (Surge Protection Device) Class II / T2 เป็นอุปกรณ์ป้องกันแลร์จที่สร้างจาก MOV ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันแลร์จ Class I,II		
IEC Category/ EN Type	II /T2	
No of Pole	4 Pole	
Nominal Voltage	Un	230-240 Vac
Max. Continuous operating voltage	Uc	≥ 275 Vac
Nominal discharge current (8/20)	I _n	≥ 20 kA

Max. discharge current (8/20) I_{max} ≥40 kA

Protection level (L-N/ N-PE) U_p ≤1.35 kV/1.5 kV

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

5.10 Mimic diagram และแผ่นป้าย

5.10.1 สวิตช์บอร์ด และตู้ควบคุมไฟฟ้าทุกระบบให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้ง Mimic diagram ให้เห็นแนวทางเดินไฟที่ตู้โดยใช้พลาสติกมีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร กว้างอย่างต่ำ 10 มม. สีดำสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยยึดกับแผงสวิตช์อย่างแน่นหนา

5.10.2 สวิตช์บอร์ด ตู้ควบคุมไฟฟ้า และแผงไฟฟ้าย่อยให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งป้ายชื่อตามแบบโดยใช้ป้ายพลาสติกพื้นสีดำแกะสลักอักษรขาวและเคลือบผิวด้วยพลาสติกใสติดหน้าตู้

5.10.3 ให้ผู้รับจ้างจัดทำรายละเอียดและรายการที่ต้องทำเพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างก่อนดำเนินการสั่งทำและติดตั้ง

5.11 การติดตั้ง

5.11.1 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งตู้แผงเมนสวิตช์บอร์ดและแผงไฟฟ้าอื่นๆตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้เปลี่ยนแปลงจากแบบ โดยก่อนการนำตู้ลงจากพาหนะขนส่งเพื่อติดตั้งต้องตรวจสอบสภาพของตู้ก่อนว่าไม่มีความเสียหายจากการขนส่ง เช่น สีสลอกหรือบุบ หรืออื่นๆ หากมีสภาพเสียหายให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับทราบเพื่อประโยชน์ทางด้านการประกันการขนส่ง หากไม่ได้ให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับผิดชอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นเอง

5.11.2 หากห้องหรือพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งยังก่อสร้างไม่แล้วเสร็จให้ผู้รับจ้างเก็บรักษาตู้ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการก่อสร้างต่างๆ และจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายทุกประการที่เกิดขึ้น

5.11.3 สำหรับตู้ตั้งพื้นผู้รับจ้างต้องจัดทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อรองรับตู้ โดยสูงจากพื้นห้องที่ติดตั้งขึ้นมาอีก 100 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้ด้านละ 100 มม. โดยให้หลุมมุดสนทุกด้านของฐานให้มนเรียบ ผิวของฐานต้องทำการขัดมันและต้องได้ระดับ

5.11.4 การติดตั้งแผงสวิตช์เมนบอร์ดให้ติดตั้งยึดกับฐานแท่นคอนกรีตด้วย Expansion bolt ไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้ง 4 ด้านอย่างแน่นหนา

5.11.5 ก่อนดำเนินการจ่ายไฟฟ้าเข้าตู้ผู้รับจ้างต้องทำความสะอาดตู้ทั้งภายนอกและภายในให้เรียบร้อย พร้อมกับตรวจสอบความเป็นฉนวนระหว่างแต่ละเฟส และเฟสกับสายดินว่าไม่มีการลัดวงจรกัน

5.11.6 เมื่อจ่ายไฟเข้าตู้แล้วผู้รับจ้างต้องทำการปรับค่าต่างๆ เช่นการปรับเซตค่าศูนย์ของมิเตอร์ต่างๆ หรือการปรับกระแสตัดวงจรและเวลาตัดวงจรของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ

5.12 การทดสอบ

แผงสวิตช์ต้องผ่านการตรวจสอบและทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดต่างๆ กับการไฟฟ้าท้องถิ่น ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนเพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

6. เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล (DIGITAL METER)

6.1 ทัวไป

- 6.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี
- 6.1.2 ระบบเครื่องมือวัดแบบดิจิทัลที่นำเสนอ จะต้องมีความสามารถที่จะเชื่อมต่อกับระบบ Computer Network ได้เป็นอย่างดี และสามารถแสดงค่า และเก็บ DATA BASE ต่างๆไว้ที่ SOFTWARE ของระบบ ได้
- 6.1.3 การติดตั้งสายสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ที่แผงเมนประธานสวิตช์จ่ายไฟ,แผงย่อยสวิตช์ไฟฟ้า และ กิโวลต์-ฮาวน์มิเตอร์(กรณีที่มีใช้) กับ Computer Network หรือ RS485/RS422 แล้วแต่ที่มีการระบุในแบบ ทางผู้รับจ้าง ต้องติดตั้งสายสัญญาณชนิด Twisted shield pair 2P-16AWG หรือสายสัญญาณตามคำแนะนำของผู้ผลิต ใช้ในการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องมือวัดแบบดิจิทัล เพื่อเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

6.2 ขอบเขตของงาน

- 6.2.1 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ที่ใช้สำหรับแผงเมนประธานสวิตช์จ่ายไฟ (MDB, EMDB)
- 6.2.1.1 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากล และตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ดังนี้

- Active Energy Class : IEC62053-22 Class 0.5s
- Electrostatic discharge immunity : IEC61000-4-2, Level 3
- Radiated, radio-frequency, electromagnetic : IEC61000-4-3, Level 4
- Field immunity test
- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4, Level 3
- Surge immunity test : IEC61000-4-5, Level 3
- Immunity to Conducted disturbances, : IEC61000-4-6, Level 3

Induced by radio-frequency fields

- Power frequency magnetic field immunity test : IEC61000-4-6, Level 3
- Power frequency immunity test : IEC61000-4-8
- Oscillatory waves immunity test : IEC61000-4-12 Level 3
- Over voltage class : CATIII
- Conducted emissions : EN55022, Class B
- Radiated emissions : EN55022, Class B

- 6.2.1.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลที่ใช้สำหรับแผงเมนประธานสวิตช์จ่ายไฟ ควรมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- การแสดงผล : 96 x 96mm , LCD, Display หรือดีกว่า

- Power Supply : 230VAC +10%
- Consumption : < 10 VA
- Current input : 5A
- Permanent overload : 1.2 In

(Instantaneous current : 10 times/sec)

(Instantaneous voltage : 2 times/sec)

- Maximum voltage inputs : 600 V AC (direct L-L)
- Power frequency withstand voltage : AC2KV/minute
- Impulse withstand voltage : 4KV (peak)
- ความถี่ : 45-65 Hz
- อุณหภูมิการใช้งาน : -10 to +55 degree of C. degree of C.
- อุณหภูมิสะสม : -40 to +70 degree of C.
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 5to 90% RH (non-condensing)
- ระดับการป้องกัน : IP52(front) IP30(case)
- Insulation resistance : 50MΩ
- Memory : ไม่น้อยกว่า 2 Mb
- Harmonic Resolution : Individual Harmonic up to 31st
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy):
- ☐ แรงดัน และกระแส : 0.2%
- ☐ กำลังไฟฟ้า : 0.5%
- ☐ ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า : 0.5%
- ☐ พลังงานไฟฟ้า : Complies with IEC62053-22 Class 0.5S
- ☐ THD : 1%
- ☐ Individual Harmonics : 1%
- ☐ Un-balance : 1%

6.2.1.3 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าที่หน้าจอแสดงผล โดยต้องมีความสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- 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)
 - ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ (kVAR per phase and total)
 - ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA per phase and total)
 - ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F. per phase and total)
 - ความถี่ (Frequency)
 - ฮาร์โมนิกส์แยกลำดับ (Individual Harmonic up to 31st order of current and voltage)
 - พลังงานจากฮาร์โมนิกส์ (harmonic energy)
 - ฮาร์โมนิกส์ ratio (harmonic ratio U, I)
 - ฮาร์โมนิกส์ RMS (harmonic RMS U, I, P)
 - แรงดัน crest factor และ กระแส k factor
 - ค่าต่ำสุดและสูงสุดของแรงดัน, กระแส, กำลังไฟฟ้า (min/max of U, I, P, Q)
 - ค่า demand และค่า demand สูงสุด ของกระแส, กำลังไฟฟ้า(demand and maximum demand of I, P, Q, S)
 - ชั่วโมงการทำงาน (run hour)
 - เครื่องวัดต้องมีหน่วยความจำเพื่อเก็บบันทึกค่าต่างๆได้ ไม่น้อยกว่า 64 Mb (64 Mbit Memory)
- 6.2.1.4 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล จะต้องมีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร และความสามารถในการควบคุมดังนี้
- การติดต่อสื่อสาร เป็นชนิด Modbus RTU protocol ความเร็ว ไม่ต่ำกว่า 38,400 bps Baud rate
- 6.2.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ที่ใช้สำหรับแผงย่อยสวิตช์ไฟฟ้า (Distribution Board)
- 6.2.2.1 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัล ต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากล และตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ดังนี้
- Active Energy Class : IEC62053-22 Class 0.5s
 - Electrostatic discharge immunity : IEC61000-4-2, Level 3
 - Radiated, radio-frequency, electromagnetic : IEC61000-4-3, Level 4
- Field immunity test
- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4, Level 3

- Surge immunity test : IEC61000-4-5, Level 3
- Immunity to Conducted disturbances, : IEC61000-4-6, Level 3

Induced by radio-frequency fields

- Power frequency magnetic field immunity test : IEC61000-4-6, Level 3
- Power frequency immunity test : IEC61000-4-8
- Oscillatory waves immunity test : IEC61000-4-12 Level 3
- Over voltage class : CATIII
- Conducted emissions : EN55022, Class B
- Radiated emissions : EN55022, Class B

6.2.2.2 เครื่องมือวัดแบบดิจิทัลที่ใช้สำหรับแผ่งย่อยสวิตซ์จ่ายไฟควรมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้:

- การแสดงผล : 96 x 96mm , LCD Display หรือดีกว่า
- Power Supply : 85~265 VAC; 85-265 VDC
- Consumption : < 10 VA
- Current input : 5A
- ความถี่ : 45 – 65Hz
- อุณหภูมิการใช้งาน : -10 to 55 degree of C.
- อุณหภูมิสะสม : -40 to +70 degree of C.
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 5 to 90% RH (non-condensing)
- ระดับการป้องกัน : IP52(front) IP30(case)
- Insulation resistance : 50MΩ
- Harmonic Resolution : Individual Harmonic up to 31st
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy)
- ☐ แรงดัน และกระแส : 0.2%
- ☐ กำลังไฟฟ้า : 0.5%
- ☐ ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า : 0.5%
- ☐ พลังงานไฟฟ้า : Complies with IEC62053-22 Class 0.5S
- ☐ THD : 1%
- ☐ Individual Harmonics : 1%

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

□ Un-balance : 1%

6.2.2.3 เครื่องมิววัดแบบดิจิทัล ต้องสามารถแสดงผลค่าทางไฟฟ้าเฉลี่ย และสูงสุด ณ ขณะนั้นได้ โดยต้องมีความสามารถแสดงค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้:

- สามารถแสดงค่ากระแส (I1, I2, I3, and IN and average)
- แสดงค่าแรงดัน (phase to phase and phase to neutral and average)
- ค่าแรงดัน และกระแส un-balance
- ค่าแรงดัน และความถี่ที่เปลี่ยนแปลง (voltage and frequency deviation)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (kW per phase and total)
- ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ (kVAR per phase and total)
- ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA per phase and total)
- ค่าประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F. per phase and total)
- ความถี่
- พลังงานไฟฟ้าจริง, ทั้งสี่แกน (4 quadrant kWh)
- พลังงานไฟฟ้า รีแอคทีฟ, ทั้งสี่แกน (4 quadrant kVARh)
- ผลรวมฮาร์โมนิกส์ (THD) และ ฮาร์โมนิกส์แยกลำดับ (Individual Harmonic up to 31st order of current and voltage)
- พลังงานจากฮาร์โมนิกส์ (harmonic energy)
- ฮาร์โมนิกส์ ratio (harmonic ratio U, I)
- ฮาร์โมนิกส์ RMS (harmonic RMS U, I, P)
- แรงดัน crest factor และ กระแส k factor
- ค่าต่ำสุดและสูงสุดของแรงดัน, กระแส, กำลังไฟฟ้า (min/max of U, I, P, Q)
- ค่า demand และค่า demand สูงสุด ของกระแส, กำลังไฟฟ้า(demand and maximum demand of I, P, Q, S)
- ชั่วโมงการทำงาน (run time)

6.2.2.4 เครื่องมิววัดแบบดิจิทัล จะต้องมีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสาร และความสามารถในการควบคุมดังนี้

- การติดต่อสื่อสาร เป็นชนิด Modbus RTU protocol ความเร็ว ไม่ต่ำกว่า 38,400 bps Baud rate

6.2.3 เครื่องมิววัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบดิจิทัล ที่ใช้สำหรับร้านค้า, ห้องพัก หรือพื้นที่เช่า (Digital Kilowatt Hour Meter For Retail)

เครื่องมิววัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิทัลนี้ ต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากลดังนี้

- Electrostatic discharge immunity test : IEC61000-4-2 Level 4
- Radiated immunity test : IEC61000-4-3 Level 3
- Electrical fast transient/burst immunity test : IEC61000-4-4 Level 4
- Surge immunity test : IEC61000-4-5 Level 4
- Conduct & Radiated Emission : EN55022, Class B
- Active Energy Class : IEC62053-21 Class1

6.2.3.1 เครื่องมือวัดแบบ 1 เฟส

- จอแสดงผล : LCD, 6 digits
- Installation : DIN rail
- Measurement Display : แรงดัน (U), กระแส (I), กำลังไฟฟ้า (P),

พลังงานไฟฟ้า (kWh)

- Voltage Input : 230 VAC
- Current Input : Direct $\leq 63A \leq$ CT Type (5A)
- Starting Current : 0.4% Ib
- Pulse Output : 1000imp/kWh
- LED Indicates : indicate Pulse Output
- Power Consumption : $< 2W$
- Operating Temperature : -10 to +55 degree of C°
- Relative Humidity : 5 to 90% (non-condensing)
- Insulating Property
- Power frequency withstand voltage : AC2kV
- Impulse withstand Voltage : 6kV (peak)
- ความถี่ : 50/60 Hz
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy) : Comply to IEC62053-21 Class1
- การติดต่อสื่อสาร : Direct to RS485 Communication Port

ความเร็วในการส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 9,600 kbps และมี สัญญาณ Pulse output

6.2.3.2 เครื่องมือวัดแบบ 3 เฟส

- จอแสดงผล : LCD Display 6 digits

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์วิทยากรมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- Installation : DIN rail
- Measurement Display : แรงดัน (U), กระแส (I), ค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (P), เพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF), ความถี่ (Hz), พลังงานไฟฟ้า (kWh & kVarh)
- Voltage Input : 220/380 VAC
- Current Input : Direct type up to 63A or External CT Type
- Starting Current : 0.4% In
- Pulse Output : 1000imp/kWh or 3600imp/kWh
- LED Indicates : Pulse Output
- Power Consumption : < 10VA
- Operating Temperature : -10 to +55 degree of C°
- Relative Humidity : 5 to 90% (non-condensing)
- Insulating Property
- Power frequency withstand voltage : AC2kV
- Impulse withstand Voltage : 6kV (peak)
- ความถี่ : 50/60 Hz
- ค่าความแม่นยำ (Accuracy) : Comply to IEC62053-21 Class1
- การติดต่อสื่อสาร : Direct to RS485 Communication Port
ความเร็วในการส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 9,600 kbps
และสัญญาณ Pulse output

6.2.4 WORKSTATION (กรณีมี ระบบ EMS)

มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ารายละเอียดดังนี้

6.2.4.1 Computer Workstation

- ☐ Processor : Core i5 มากกว่า 3.5 GHz
- ☐ Random 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

6.2.4.2 เครื่องพิมพ์ สำหรับพิมพ์รายงาน (Report Printer)

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

6.2.5 SOFTWARE

6.2.5.1 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)
- ☐ ค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ (kVAR per phase and total)
- ☐ ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (kVA per phase and total)
- ☐ ความถี่ (Frequency)
- ☐ พลังงานจากฮาร์โมนิกส์ (harmonic energy)
- ☐ ค่าต่ำสุดและสูงสุดของแรงดัน, กระแส, กำลังไฟฟ้า (min/max of U, I, P, Q)

6.2.5.2 Licence สำหรับเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล เป็น จำนวน 1 licence ต่อ 1 มิเตอร์ ตามจำนวนที่ใช้ภายในโครงการ

6.2.5.3 สามารถทำการวิเคราะห์ การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า, ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด และแสดงผลได้ ในรูปแบบตาราง และ กราฟ ได้ โดยสามารถแสดงข้อมูล ได้เป็น แต่ละวัน , ตลอดช่วงเวลาทั้งเดือน ทั้งปี ทั้งหลายปี และตามช่วงเวลาที่กำหนด ได้อย่างครบถ้วน

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

6.2.5.5 สามารถสรุปข้อมูลค่าทางไฟฟ้า ตามข้อ 5.2.5.1 หรือ ตามข้อตกลงกับทางเจ้าของงาน หรือผู้ควบคุมงาน และทำออกมาเป็นรายงานสั่งพิมพ์ หรือบันทึกเป็นซอฟต์แวร์ไฟล์ได้

7. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเลิร์จ

SPD (Surge Protection Device)

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

7.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเลิร์จเพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องจากแรงดันเลิร์จที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ตู้ เมน ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคาร(MDB), แผงวงจรย่อย, ระบบสายสัญญาณ, ระบบโทรศัพท์, ระบบวัดและควบคุม

7.1.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเลิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) ต้องมีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

7.1.3 DIN VDE 0675 part 6, EN 61643-11(ไฟฟ้ากำลัง), EN 61643-21(สัญญาณ), UL1449

7.1.4 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเลิร์จต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันเพื่อการทำงานที่ประสานสัมพันธ์ระหว่างกัน

7.1.5 การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือ มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

7.1.6 อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ 100% ไม่เคยใช้งานมาก่อน

7.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

7.2.1 การป้องกันด้าน POWER SUPPLY 400/230 Vac , 24 Vdc

7.2.1.1 SPD1 For MDB

- อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเลิร์จ (Surge Protection Device) Class I+II/ B+C เป็นอุปกรณ์ป้องกันเลิร์จที่ ประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกัน 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่เมนไฟฟารวมทั้งแผงไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอาคาร เป็นชุดแรก และ/ หรือ จาก LPZ0 – LPZ 1,2 โดยติดตั้งแบบขนานโดยที่ Class I/B เป็น Spark Gap (SPD1.1)ที่สามารถ กำจัดกระแสไหลตามได้มากกว่าค่ากระแสลัดวงจร และ Class II/C เป็น MOV (SPD1.2) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองจะต้อง ทำงานประสานกันเป็นอย่างดีโดยผู้รับจ้างต้องแสดงผลทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ทั้งสอง class ในกรณีที่มีความเสียหายของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่ง อุปกรณ์ที่เหลือจะต้องยังสามารถช่วยป้องกันระบบได้อยู่ และสามารถถอดเปลี่ยนได้ ให้มี อุปกรณ์นั้การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเลิร์จที่เริ่มนั้การทำงานตั้งแต่ 500 A โดยมีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

7.2.1.1.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเลิร์จ Class I / II , T1/T2 : Spark Gap Technology

IEC Category/ EN Type /VDE : I / II , T1/T2

Nominal Voltage Un : 400/230 Vac

Max.Continuous operating voltage Uc (1.45xUn) : ≥264 Vac

Lightning Tested Current (10/350)Iimp : ≥50 kA (per pole)

Nominal discharged current (8/20) In : ≥50 kA (per Pole)

Protection level Up (L-N) : ≤2.5 kV

Follow Current If (at 264 V) : 50 kA (กรณีหม้อแปลง1250 kVA ขึ้นไป)

: 25 kA (กรณีหม้อแปลงไม่เกิน 1000 kVA)

Temporary Overvoltages withstand (U_{ov}) :

415 V 5s. (Withstand mode)

760 V 120min. (Withstand mode)

7.2.1.1.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเล็กร Class II / C : MOV Technology

IEC Category/ EN Type /VDE : II/T2/C

Nominal Voltage Un : 230 Vac

Max.Continuous operating voltage : U_c ≥440 Vac

Nominal discharged current (8/20) I_n : ≥15 kA (per pole)

Max. discharged current (8/20) I_{max} : ≥40 kA (per pole)

Protection level Up (L-N) : ≥2.2 kV

7.2.1.1.3 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเล็กร Class I / B : Spark Gap Technology) for

N-PE

IEC Category/ EN Type /VDE : I/II ,T1/T2

Nominal Voltage Un : 230 Vac

Max.Continuous operating voltage U_c : ≥350Vac

Lightning Tested Current (10/350)I_{imp} : ≥100 kA

Nominal discharged current (8/20) I_n : ≥100 kA

Protection level Up (L-N) : ≤1.5 kV

Follow Current I_f (at 264 V) : 100 A

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

7.2.1.2 SPD2 : For DB นอกอาคาร, DB บนหลังคา, Elevator control panel, MATV

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเล็กร (Surge Protection Device) Class I,II / T1,T2 เป็น

อุปกรณ์ป้องกันเล็กรที่สร้างจาก MOV ที่ผ่านการทดสอบทั้ง 2 Classes ในแต่ละเฟสใช้

สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่ติดตั้งใกล้หลังคา หรือตู้ควบคุมลิฟท์ โดยมี

รายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

7.2.1.2.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเล็กร Class I/II : MOV Technology

IEC Category/ EN Type

I,II /T1,T2

Nominal Voltage Un	400/230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc L-N/N-PE	≥335 Vac/264 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 at In (L-N/L-PE/N-PE)	≤1.2 kV/2kV/1.7 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 100 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

7.2.1.3 SPD3 For DB ในอาคาร

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

7.2.1.3.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class I/II : MOV Technology

IEC Category/ EN Type	II /T2
Nominal Voltage Un	400/230 Vac
Max.Continuous operating voltage Uc L-N/N-PE	≥385 Vac/264 Vac
Nominal discharged current (8/20)	≥40 kA
Max. discharged current (8/20)	≥80 kA
Protection level Up at In (L-N/N-PE)	≤2 kV/1.7 kV

ให้ติดตั้งอุปกรณ์แบบขนานผ่าน Back up Fuse ขนาด 100 A จุดต่อลงดินให้มีการต่อผ่าน Ground terminal block ที่มีการต่อลง DIN Rail เพื่อลดผลกระทบต่อความยาวสายและแรงดันป้องกันโดยรวม

7.2.1.4 SPD4 สำหรับการป้องกันที่อุปกรณ์โดยตรง

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

7.2.1.4.1 AC Type DIN Rail Mounting

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class III

IEC Category/ EN Type	III / T3
Nominal Voltage Un	230 Vac
Nominal current In	26 A
Max.Continuous operating voltage Uc	≥264 Vac
Nominal discharged current (8/20)	≥3 kA
Protection level Up (L-N/ L-PE/N-PE)	≤1.3 kV/1.5 kV/1.5 kV

7.2.1.4.2 DC Type DIN Rail Mounting

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ Class III

IEC Category/ EN Type	III / T3
Nominal Voltage Un	24 Vdc/ac
Nominal Current In	26 A
Max.Continuous operating voltage Uc	34 Vdc/ac
Nominal discharge current (8/20)	≥1 kA
Protection level Up (L-N/ L-PE/N-PE)	≤250 V /650 V/650 V

7.2.2 การป้องกันด้านสื่อสาร, ข้อมูล, สัญญาณวัดและควบคุม

7.2.2.1 SPD สำหรับ ระบบโทรศัพท์ จะต้องมีความสมบัติดังนี้

ใช้สำหรับป้องกัน PABX จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่คู่สายนอก และสายในที่วิ่งออกนอก

อาคารโดยให้ติดตั้งที่ MDF อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะต้องสามารถติดตั้งได้บนขั้วต่อสายชนิด

LSA PLUS โดยอาจเป็นชุดป้องกันเสิร์จหนึ่งตัวต่อหนึ่งคู่สายหรือ หนึ่งตัวต่อสิบคู่สาย ตาม

ความเหมาะสม

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

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Protection level Up Core-Core/Core-G 260 V / 800 V

Response time Core-Core/Core-G 1ns / 100 ns

Temperature -20°C - +85°C

Degree of protection IP20

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

Control

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

EIB/KNX Cat. 6/Cat.5/PoE

Arrester rate voltage (Uc) 40Vdc ≤3.3 V

Nominal current (25°C) 650mA 1.5 A.

Nominal surge discharge current

(8/20 μs) (In) core-core/core-G 300A

(Core-Core) 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 - 9V / 700 V

Cut-off frequency (3dB) 6MHz 500 MHz

Response time core-core/core-G 1ns/100ns 1 ns/ 100 ns

Housing Plastic Zinc die cast

Connector - RJ45

7.2.2.3 SPD สำหรับ Antenna, MATV

ใช้สำหรับป้องกันระบบสายสัญญาณระบบ MATV จากเสิร์จ โดยให้ติดตั้งที่สายสัญญาณที่วิ่งเข้าออกจากภายนอกอาคาร โดยให้ติดตั้งที่จานรับสัญญาณ สอากาศ และชุดขยายสัญญาณ

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์วิทยุคมนาคมเพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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 μ s) (In) core-G/core-Sheild 20 kA/20 kA 2.5kA

Residual surge current (8/20 μ s) 20 kA 2.5 kA

Output Voltage limitation at 1kV/ μ s

core-Shield <900V <600V

Cut off frequency (3dB) > 3 GHz > 3 GHz

7.3 โครงสร้างและการติดตั้ง

7.3.1 อุปกรณ์ป้องกันนี้จะต้องประกอบกันอยู่ภายในสิ่งห่อหุ้มที่แข็งแรง และมี ฝาปิด-เปิด ที่แข็งแรงพร้อมที่ล็อกฝา หรืออาจติดตั้งภายใน MDB หรือ DB หรือ Control panel หรือ Rack ที่มีอยู่

7.3.2 กรณีติดตั้งในกล่อง ตัวกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ป้องกันนี้ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไปสามารถนำไปติดตั้งที่ผนังหรือตั้งพื้นได้โดยสะดวก

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

8. บัสเวย์

8.1 มาตรฐาน

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

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

8.2 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งบัสเวย์และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ ทุกประการ

8.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

8.3.1 พิกัด

- ระบบไฟฟ้า 3 เฟส, 4 สาย, 415/240V, 50Hz, ระบบ Ground แบบ TN
- Rated insulation voltage (U_i) 1000V
- Rated operating voltage (U_e) 600V (ตามมาตรฐาน UL857) หรือ 1000V (ตามมาตรฐาน IEC61439-6)
- กระแสต่อเนื่อง (Rated current; I_n) ตามที่แสดงไว้ในแบบ
- กระแสลัดวงจร ตามที่แสดงไว้ในแบบและตามมาตรฐาน IEC61439-6 : 2012 ที่ 1 วินาที หรือ UL 857 ที่ 3 cycles

ขนาด 800A ไม่น้อยกว่า 30 KA

ขนาด 1000A ไม่น้อยกว่า 40 KA

ขนาด 1250-1600A ไม่น้อยกว่า 50 KA

ขนาด 2000A ไม่น้อยกว่า 60 KA

ขนาด 2500-3200A ไม่น้อยกว่า 75 KA

ขนาด 4000-5000A ไม่น้อยกว่า 100 KA

- ระดับการป้องกัน $\geq$ IP54 ตามมาตรฐาน IEC529 สำหรับติดตั้งภายในอาคาร (ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ)
- $\geq$ IP67 ตามมาตรฐาน IEC529 พร้อม Capopy สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร (ถ้าไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ)

8.4 ข้อกำหนดคุณสมบัติเฉพาะ

8.4.1 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

8.4.2 บัสเวย์ทุกชนิดต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรตามที่ระบุไว้ในแบบ ตามมาตรฐาน UL 857 หรือ IEC 61439-6/2012

8.4.3 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

8.4.4 อุณหภูมิขณะใช้งานที่กระแสเต็มที่จะต้องไม่สูงเกินกว่า 55°C จากอุณหภูมิแวดล้อม 40°C

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

8.4.6 จุดต่อของตัวนำไฟฟ้าทุกจุดรวมทั้งจุดเชื่อมต่อที่ Plug-in จะต้องชุบด้วย สำหรับตัวนำที่เป็นทองแดง และตัวนำที่เป็นอลูมิเนียมทั้งหมดจะต้องชุบด้วยดีบุก (Aluminium with tinned plate) เพื่อป้องกันการเกิด Oxidation

8.4.7 จุดเชื่อมต่อหรือรอยต่อของบัสเวย์เป็นแบบสลักเกลียวชนิด One-bolt Type การรื้อถอนบัสเวย์ในแต่ละช่วงออก ภายหลังจากที่ติดตั้งไปแล้วจะต้องสามารถกระทำได้โดยไม่จำเป็นต้องรื้อถอนบัสเวย์ช่วงอื่นๆด้วย

8.4.8 Plug-in unit สำหรับใช้กับบัสเวย์แบบ Plug-in ต้องใช้ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ Plug-in unit ที่ติดตั้ง Circuit breaker, Circuit breaker จะต้องเป็นชนิดเดียวกันกับแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำต้นทางและปลายทางเพื่อให้สามารถทำ Curve coordination กับ Upstream Circuit breaker ที่สมบูรณ์

8.4.9 ฝาเปิดของ Plug-in Unit จะต้องมียุอุปกรณ์สำหรับอินเตอร์ล็อกตัวฝาเพื่อป้องกันการเปิดฝาในขณะที่สวิตช์หรือเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง On และป้องกันการสับสวิตช์หรือเบรกเกอร์ให้อยู่ในตำแหน่ง On ได้ขณะที่ฝาของ Plug-in unit ยังปิดไม่สนิทหรือเปิดค้างอยู่ ตัวกล่องและแผ่นสายดินของ Plug-in unit ต้องต่อลงดินกับกล่องหุ้มของบัสเวย์ กล่องต้องสามารถใส่กุญแจได้ในขณะที่ฝาปิดหรือสวิตช์หรือเบรกเกอร์อยู่ในตำแหน่ง Off

8.4.10 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

8.5 การติดตั้งบัสเวย์

8.5.1 การติดตั้งบัสเวย์ให้ถือตามข้อกำหนดการติดตั้งบัสเวย์ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ และสอดคล้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

8.5.2 Plug-in และ Feeder ต้องติดตั้งต่อกันหรือสลักกันได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ บัสเวย์ติดตั้งในแนวนอนต้องมีที่แขวนทุกช่วงระยะไม่เกิน 3.0 ม. หรือตามผู้ผลิตแนะนำ บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวตั้งต้องมีการยึดด้วย Adjustable verticle hanger ทุกช่วงระยะไม่เกิน 4.80 ม. หรือตามผู้ผลิตแนะนำ

8.5.3 บัสเวย์ที่ติดตั้งผ่านพื้นหรือผนังกันไฟต้องมีระบบป้องกันไฟลาม (Fire barrier) ติดตั้งตามจุดต่างๆอย่างเหมาะสม พื้นช่อง Shaft ต้องทำสัน (Curd) ซีเมนต์สูงไม่น้อยกว่า 10 cm. เพื่อกั้นน้ำจากภายนอกไหลเข้ายังช่อง Shaft

8.5.4 ปลายของบัสเวย์ต้องติดตั้งฝาครอบปิด (End closer)

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

8.5.6 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

8.5.7 จะต้องติดตั้ง Expansion joint ตามระยะที่ผู้ผลิตแนะนำ

8.6 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องเสนอหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตบัสเวย์ต่อผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาขออนุมัติก่อนการติดตั้ง และหลังติดตั้งเสร็จเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

8.6.1 การตรวจพินิจทั่วไป และตรวจสอบความแน่นของสลักเกลียวทุกๆ รอยต่อ

8.6.2 วัดความต้านทานฉนวนต่างๆ (Phase-Phase, Phase-Neutral และ Ground)

8.6.3 การทดสอบการเพิ่มของอุณหภูมิ (Thermo scan when supply in load)

8.6.4 จะต้องส่งผลการทดสอบ และ/หรือการตรวจสอบที่หน้างานภายใน 4 สัปดาห์ให้กับเจ้าหน้าที่อนุมัติค่าต่างๆ

9. สายไฟฟ้า

9.1 มาตรฐาน

9.1.1 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.11-2553

9.1.2 สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซี เป็นไปตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 293-2541

9.1.3 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน เป็นไปตามมาตรฐาน IEC60502-1

9.1.4 สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistance Cable) และสายไฟฟ้าต้านการลามไฟ (Low Smoke Zero Halogen) การผลิตและทดสอบ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC , BS และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

โดยกำหนดคุณสมบัติ ที่สำคัญ 4 ประเภท ดังนี้

- คุณสมบัติต้านเปลวเพลิง (Flame propagation or Flame retardant) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC60332-1 หรือ IEC60332-3
- คุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรด (Acids gas emission) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC60754-2
- คุณสมบัติการปล่อยควัน (Smoke emission) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC61034-2
- คุณสมบัติต้านทานการติดไฟ (Fire resistance) เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC60331 หรือ BS6387 Category C,W,Z

สำหรับสายทนไฟ ต้องมีคุณสมบัติ 4 ประการ (ด้านเปลวเพลิง,การปล่อยก๊าซกรด,การปล่อยควัน,ต้านทานการติดไฟ)

สำหรับสายไฟฟ้าต้านการลามไฟ ต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ (ด้านเปลวเพลิง,การปล่อยก๊าซกรด,การปล่อยควัน)

9.1.5 สายไฟฟ้า MI โครงสร้างของสายทนไฟ มีตัวนำเป็นทองแดง ที่มีจุดหลอมเหลวมากกว่า 1,080 °C และหุ้มด้วย Magnesium Oxide (MgO) ที่ถูกบดอัดด้วยกำลังสูงที่ความหนาแน่นอย่างน้อย 1.98 KG/cm³ ที่มีจุดหลอมเหลวมากกว่า 2,500 °C และมีเปลือกนอกเป็นทองแดงขึ้นรูปขึ้นเดียวด้วยการรีดร้อน (Hi Temp Annealing) ไร้รอยต่อ (not welded) มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 1,080 °C และ อาจมีการหุ้มเปลือกด้วยวัสดุ ประเภท LSH0F (Low Smoke, Halogen Free) โดยสายไฟฟ้า MI ต้องได้รับมาตรฐาน ดังนี้

- IEC 60331-1, IEC 60331-2 [3 ชั่วโมง ที่ 750°C]
- IEC 60754-2 IEC 60754-2, IEC 61034-1, IEC60332-1-2, IEC 60332-3-22
- EN 60702-3:2002 according to L.V.D 2006/95/EC
- LPCB 6387 – 3 Hours – 950°C + Mechanical and Water Test
- AS/NZS 3113 – 2 Hours up to 1,050 C + Mechanical Tests

9.2 ข้อกำหนดการเลือกใช้สายไฟฟ้า

9.2.1 การเลือกใช้สายไฟฟ้าว่าเป็นประเภทใดและขนาดใด ให้เลือกตามวิธีการติดตั้งที่กำหนดในแบบ และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

9.2.2 การเลือกใช้สายไฟฟ้าทนไฟ สามารถเลือกใช้ได้ 2 ชนิด คือ Fire Resistance Cable (FR Cable) และ Mineral Insulated Cable (MI Cable) หรือตามที่ระบุในแบบ

9.3 ขนาดกระแส

9.3.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

9.3.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire resistant cable) ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต ตามมาตรฐาน BS 6387 ในระดับชั้น CWZ ใช้ชนิด Single core ฉนวนและเปลือกหุ้มต้องเป็นชนิด Flame retardant , zero halogen , low smoke (FR-ZHLS) เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

9.4 การเลือกสีของสายไฟ

ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ดังนี้

9.4.1 ระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 4 สาย

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

9.4.2 ระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟส 2 สาย

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

สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเขียวให้พันเทปที่ปลายสายที่ 2 ข้าง ด้วยสีที่กำหนดให้รวมทั้งในที่ที่มี การต่อสาย และต่อเข้าตัวของอุปกรณ์ไฟฟ้าสายสีดำทั้งหมดของวงจรย่อยของแผงสวิตช์ไฟอยู่ทุกแผงในอาคาร และนอกอาคาร ต้องต่อไปที่เฟส A ที่สวิตช์บอร์ดของระบบ ในทำนองเดียวกันสายสีแดง และน้ำเงินของวงจรย่อยของแผงสวิตช์ไฟอยู่ทุกแผงต้องต่อไปที่เฟส B และ C ที่สวิตช์บอร์ดของระบบตามลำดับ

9.5 การติดตั้งสายไฟฟ้า

การติดตั้งสายไฟฟ้าให้ถือตามข้อกำหนดการเดินสายในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ โดยติดตั้งตามขนาดและจำนวนที่ได้กำหนดในแบบ

9.6 การทดสอบ

9.6.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆ กรณี

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

9.6.3 การวัดค่าของฉนวนให้ใช้ เมกกะโอห์ม ที่สามารถจ่ายกระแสไฟตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

10. ช่องเดินสายและรางเคเบิล

10.1 มาตรฐาน

10.1.1 ท่อเหล็กสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 770-2533

10.1.2 ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 216-2524 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

10.1.3 ท่อยูพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน BS หรือ IEC61386 หรือ JIS C 8430 หรือตามมาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมรับ

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

10.1.5 ท่ออาร์ทีอาร์ซี (RTRC) ที่นำมาใช้ร้อยท่อสายใต้ดินโดยตรงต้องเป็นไปตาม มอก. 2518

10.1.6 ท่อร้อยสายอื่นๆต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อน

10.1.7 ขนาดของท่อให้หมายถึงเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน หรือขนาดทางการค้า

10.1.8 กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่อง Switch กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL หรือมาตรฐานอื่นเทียบเท่า
- ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 312
- กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา
- การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่เข้าถึงและทำงานได้สะดวก

10.1.9 รางเดินสาย (Wire way) ต้องมีคุณสมบัติที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือมีคุณสมบัติดังนี้

- มีลักษณะเป็นรางทำจากแผ่นโลหะพับมีฝาปิด-เปิดได้เพื่อใช้สำหรับเดินสายไฟฟ้า อาจจะมีช่องระบายอากาศด้วยก็ได้
- แผ่นโลหะทำจากแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นสีฝุ่นทับ
- ความหนาของแผ่นเหล็กจะต้องไม่น้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในภาคผนวก ฉ. ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ หรือฉบับล่าสุด
- ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร

10.1.10 รางเคเบิล (Cable tray) ต้องมีคุณสมบัติที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือมีคุณสมบัติดังนี้

- แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized หรือเป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- การติดตั้งใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.5 เมตร

10.2 ข้อกำหนดการเดินสายในช่องเดินสายและรางเคเบิล

10.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณี ที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้ เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358

10.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้ง ใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท., NEC Article 342

10.2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท., NEC Article 344

10.2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมี การสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้น แฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นตามข้อกำหนดใน วสท., NEC Article 350 และ NEC Article 360

10.2.5 ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดการเดินสายของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

10.2.6 ท่อเดินสายสำหรับวงจรไฟฟ้าช่วยชีวิต ให้ติดตั้งในท่อโลหะหนาปานกลางหรือท่อโลหะหนา เท่านั้น

10.2.7 ท่อเดินสายที่ใช้ในอาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน หรือ ในชั้นที่ต่ำกว่าผิวดิน ให้ติดตั้งในท่อโลหะหนาปานกลาง หรือท่อโลหะหนา เท่านั้น

10.2.8 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนทำการติดตั้ง
- การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้เสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท., NEC
- ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆ ไม่เกิน 0.9 เมตร
- ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร
- แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
- หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นท่อต่างๆ จะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในฝ้าเพดาน และห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า

10.3 การกำหนดสีและสัญลักษณ์ ของท่อและรางเดินสาย

10.3.1 ท่อเดินสายย่อย กำหนดให้พ่นสีและเขียนสัญลักษณ์ ตามข้อกำหนดเบื้องต้นดังนี้

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

10.3.2 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	-	N	ดำ
2	แสงสว่าง วงจรช่วยชีวิต	แดง	LS	ดำ
3	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรปกติ	-	N	ดำ
4	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรช่วยชีวิต	แดง	LS	ดำ
5	สายป้อนไฟฟ้ากำลัง และเต้ารับไฟฟ้า วงจรฉุกเฉิน	เหลือง	E	ดำ
6	ระบบโทรศัพท์	ดำ	TEL	ขาว
7	ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	ส้ม	FA	ดำ
8	ระบบโทรทัศน์รวม (MATV)	ขาว	MATV	ดำ
9	ระบบวงจรปิด (CCTV) และรักษาความปลอดภัย	น้ำเงิน	CCTV	ขาว

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์การเรียนรู้เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

10	ระบบเสียงและประกาศเรียก	ขาว	PA	ดำ
11	ระบบคอมพิวเตอร์	ดำ	COM	ขาว
12	ระบบควบคุมการเข้า – ออก (ACCESS CONTROL)	น้ำเงิน	ACC	ขาว
13	ระบบAUDIO VISUAL	น้ำตาล	AV	ขาว
14	ระบบBAS	ฟ้า	BAS	ดำ
15	ระบบนาฬิการวม	น้ำตาล	CL	ขาว
16	ระบบเรียกพยาบาล	น้ำเงิน	NC	ขาว

11. การต่อลงดิน

11.1 ข้อกำหนดทั่วไป

11.1.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

11.1.2 หลักของสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกัน คือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่า และระบบสื่อสาร

11.1.3 การต่อลงดินให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

11.1.4 การต่อเชื่อมสายดินให้ใช้แบบ Exothermic welding

11.2 หลักสายดิน

11.2.1 หลักสายดิน (Ground rod) ให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร (10 ฟุต) ฝังลึกลงไปในดิน และต้องมีค่าต้านทานของดินไม่เกิน 5 โอห์มในสภาวะปกติ หากค่าความต้านทานเกินจะต้องปัก Ground rod เพิ่มขึ้นได้ค่าความต้านทานตามกำหนด

11.2.2 การปักหลักสายดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงโดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 95 ตร.มม. หรือตามที่ระบุในแบบ

11.3 สายดิน

11.3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System ground) เพื่อต่อสายศูนย์ ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ใช้ตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

- สายต่อฝากประธาน (Main Bonding Jumper) ต้องเป็นตัวนำชนิดทองแดงเท่านั้น เพื่อเชื่อม Neutral Bus และ Ground Bus เฉพาะที่แผงไฟฟ้าประธานลงดิน ขนาดของสายดินนี้หากมิได้ระบุในแบบ ให้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายประธานของระบบตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ หากสายประธาน มีขนาดใหญ่กว่า 500 ตร.มม. ให้ใช้สายดินขนาดไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 ของตัวนำประธานขนาดใหญ่ที่สุด

- สายต่อหลักดิน (Grounding Conductor) เพื่อเชื่อมตัวนำลงดินเข้ากับหลักดิน สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำชนิดทองแดง และหากมิได้ระบุในแบบ ขนาดสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ กรณีที่ต่อแผงไฟฟ้าประธานลงดิน จุดที่เชื่อมต่อกับหลักดินต้องเป็น Ground Bus ในแผงไฟฟ้าประธาน สายที่เชื่อมระหว่าง Ground Bus ของแผงไฟฟ้ากับ Ground Bar ในห้องไฟฟ้า กำหนดให้ใช้ข้อกำหนดเดียวกับสายต่อหลักดิน

- สายต่อฝากบริเวณที่ไฟฟ้าด้านแรงต่ำ ให้ใช้ขนาดสายเท่ากันกับสายต่อหลักดิน บานประตูดึงแผงสวิตช์แรงต่ำต้องต่อฝากกับตู้แผงสวิตช์แรงต่ำ กำหนดให้ใช้ Flexible Copper Wire ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 10 ตร.มม.

- กรณีที่มี Surge Arrester ที่แผงไฟฟ้าประธาน ตัวนำสำหรับต่อลงดินของ Surge Arrester ให้ต่อกับ Ground Bus ในแผงไฟฟ้าประธาน

11.3.2 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment ground) สำหรับต่อเข้ากับโครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อาจมีการสัมผัสกันได้ ขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรนั้นๆ ตามข้อกำหนดการต่อลงดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด ออกโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

11.4 ระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสาร (Communication System Ground)

ระบบต่อลงดินสำหรับระบบสื่อสารต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ANSI/TIA/EIA-607 และกำหนดให้ใช้หลักดินแยกต่างหากสำหรับระบบสื่อสาร ขนาดสายต่อหลักดินหากมิได้ระบุในแบบ ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีขนาดพื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 50 ตร.มม. ส่วนสายที่เชื่อมกับ Ground Bar สำหรับระบบสื่อสารกรณีที่มีห้องสื่อสารหลายๆ ชั้น ให้ใช้ขนาดพื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 16 ตร.มม.

11.5 ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (Isolated Ground)

11.5.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีสายดินแยกจากสายดินทั่วไป

11.5.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ขนาดตามที่ระบุในแบบ สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

11.6 การติดตั้งและการทดสอบ

11.6.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ท่อต่างๆ ที่มีขั้วต่อสายดินเพื่อให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และต้องได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน

11.6.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่อง Shaft สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้

11.6.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.4 เมตร

11.6.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

12. การป้องกันไฟไหม้ลามผ่านช่องเปิด

12.1 ความต้องการพื้นฐาน

12.1.1 วัตถุประสงค์ของการกำหนดให้มีการอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกลามจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า

12.1.2 วัสดุและระบบป้องกันไฟไหม้ลามทั้งหมด ต้องทำการออกแบบและติดตั้งเพื่อที่จะใช้ปิดช่องที่มีท่อหรือสายไฟลอดทะลุผ่าน ต้องมีคุณสมบัติป้องกันไฟและความร้อนได้ดี และสามารถที่จะทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้เมื่อมีการซ่อมแซม

12.1.3 สำหรับหน่วยงานที่มีท่อหรือสายไฟที่เมื่อเกิดเหตุไฟไหม้แล้วละลายหายไป 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

ช่องเปิดที่ท่อไฟฟ้าหรือสายไฟฟาลอดผ่านพื้นหรือผนัง ได้แก่ 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

การติดตั้งวัสดุป้องกันไฟไหม้ลามต้องทำตามคำแนะนำในหนังสือ UL Fire resistance directory หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดเท่านั้น

13. โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบติดตั้ง

13.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ให้ใช้กับโคมไฟฟ้า ขั้วรับหลอด สายเข้าดวงโคมชนิดแขวน หลอดไส้ หลอดไฟอาร์ค หลอดไฟปล่อยประจุ การเดินสายของดวงโคม และบริภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดวงโคม

13.1.1 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบติดตั้งต้องไม่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้

13.1.2 ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัมหรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มม. ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม

13.1.3 การเดินสายดวงโคมต้องจัดทำให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพและให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย

13.1.4 ขนาดของสายไฟฟ้าสำหรับดวงโคม 1 ชุด ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน และต้องทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 125 ของกระแสใช้งานสูงสุด

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 ก็ให้นำรายละเอียดและแคตตาล็อกต่างๆ มาแทนได้ส่วนวิธีการติดตั้งหรือจับยึดให้ผู้รับจ้างทำแบบเสนอขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของโคมไฟไปจากแบบอาจมีบ้างตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อน

13.1.14 ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด

13.1.15 โคมไฟ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ ต้องทดสอบสามารถทำงานได้ติดต่อกันตลอด 12 ชั่วโมง โดยไม่เสียหายก่อนส่งมอบงาน

13.2 ดวงโคม

13.2.1 ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและรายละเอียดข้อกำหนด โดยต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่ระบุ ดวงโคมที่ผลิตตามมาตรฐานของผู้ผลิตในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างจากที่กำหนดได้เล็กน้อย 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 ต้องมีป้ายติดอยู่ภายในบอกให้ทราบว่าต่อกับวงจรฉุกเฉิน

13.2.5 ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะโดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี

13.2.6 ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือเหล็กฟอสเฟต และพื้นเคลือบสีด้วยสีป้องกันความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

13.2.7 โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เกิน 2 หลอด ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร นอกนั้นให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

13.3 อุปกรณ์ประกอบดวงโคม

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

13.3.2 ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อยในกรณีที่ดวงโคมต้องลงดิน

13.3.3 สายไฟในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) หุ้มฉนวนชนิดทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส พื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 มม.2 เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด Incandescent ให้ใช้สายหุ้มฉนวนทนความร้อนสูง เช่น หุ้มฉนวนใยหิน เป็นต้น

13.3.4 หม้อแปลงสำหรับหลอด Halogen 12 โวลต์ เป็นชนิด High Frequency Electronic Transformer และได้รับมาตรฐาน IEC หรือ EN โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- Supply Voltage	220V±10%
- Power Range	20-60 W
- LOSS	≤4 W
- Operating Frequency	≥25 kHz
- Power Factor	≥0.95
- Safety	IEC, EN 61347-2-2 หรือเทียบเท่า
- RFI	CISPR 15, EN 55015 หรือเทียบเท่า
- Harmonic Content	IEC, EN 61000-3-2 หรือเทียบเท่า
- Operating Ambient Temperature (ta)	00C to 500C

- Case Temperature (tc) 85OC (max)
- Dimming Yes (กรณีที่มีระบุ)

13.4 หลอดไฟ

13.4.1 สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอดชนิด Cool white แบบ Preheat start และเป็นหลอดแบบประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพการส่องสว่างสูง ขนาด 18 W หรือ 36 W ตามที่ระบุ

13.4.2 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ค่า Lumen สำหรับหลอด 18W ไม่น้อยกว่า 1200 lm และสำหรับหลอด 36W ไม่น้อยกว่า 2600 lm

13.4.3 หลอดใช้ก๊าซความดันสูง เช่น หลอดแสงจันทร์ หลอดเมทัลฮาไลด์ และหลอดโซเดียม โดยทั่วไปใช้ชนิด Color corrected หรือตามที่แสดงไว้ในแบบโดยมีขั้วหลอดเป็นแบบเกลียว

13.4.4 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ LED ค่า Lumen สำหรับหลอด 8-10 W ไม่น้อยกว่า 1050 lm และสำหรับหลอด 16-20W ไม่น้อยกว่า 2100 lm

13.4.5 หลอดไส้ (Incandescent Lamp) โดยทั่วไปเป็นชนิดแก้วใส (Clear Bulb) ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ขั้วหลอดโดยทั่วไปเป็นแบบเกลียว E27

13.4.6 หลอด แอล อี ดี (LED LAMP T8) ค่า Lumen สำหรับหลอด 8-10 W ไม่น้อยกว่า 1050 lm และสำหรับหลอด 16-20 W ไม่น้อยกว่า 2100 lm

- มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.95

- ค่าความเพี้ยนกระแสรวมขาเข้า (THDi) ไม่เกินร้อยละ 15 และต้องผ่านตามเกณฑ์กำหนดในทุกความถี่ตามมาตรฐาน IEC 61000-3-2

- มีอุณหภูมิสี 4000 K $\pm$ 500K

- ค่าความถูกต้องของสี (Color Rendering Index: CRI) ไม่น้อยกว่า 80

- เป็นหลอดแบบประหยัดพลังงาน

- ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุใน Lighting Fixtures Information

- มีมุมกระจายแสงของหลอด (Beam Angle) ไม่น้อยกว่า 130O

- หลอด แอล อี ดี สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิแวดล้อม (Ambient Temperature) อยู่ระหว่าง 0OC ถึง 50OC

- ผ่านการรับรองความปลอดภัยด้านคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า มอก. 1955-2551

- ต้องผ่านการทดสอบปริมาณสารพิษตามมาตรฐานของกลุ่มยุโรป EC Directive 2011/65/EU The Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS)

- ต้องมีผลการทดสอบด้านสมรรถนะไฟฟ้าและทางด้านการส่องสว่างตามมาตรฐาน IES LM79-08 จาก สถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการด้านวิศวกรรมไฟฟ้าหรือแสงสว่าง

- ต้องมีผลการประเมินอายุการใช้งานของเม็ต แอล อี ดี ตามมาตรฐาน IES LM80 จากผู้ผลิต

- โรงงานผลิตและประกอบต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO9001:2008 และ ISO14001:2004

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์พัฒนาศักยภาพมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ผลิตภัณฑ์ต้องมีการรับประกันสินค้า 5 ปี

13.4.7 โคมไฟ LED Complete Set ต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

เป็นโคมไฟ ที่ประกอบสำเร็จทั้งหลอดไฟ LED และอุปกรณ์ขับเคลื่อน LED ภายในโคมเดียว

- มีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุใน Lighting Fixtures Information

- อุปกรณ์ขับเคลื่อน แอล อี ดี ออกแบบสำหรับแรงดันไฟฟ้าประจํา 198-253V 50Hz

- มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.97

- มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 85%

- ผ่านการรับรองความปลอดภัยด้านคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า มอก.1955-2551 เพื่อการป้องกันการส่งคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งทางด้านสายไฟประจําและการแผ่ในอากาศ

- ค่าความถี่รวมกระแสขาเข้าไม่เกินร้อยละ 10 และต้องผ่านตามเกณฑ์กำหนดในทุกความถี่ตามมาตรฐาน IEC 61000-3-2

- ในกรณีที่อุปกรณ์ขับเคลื่อน แอล อี ดี ตัดการทำงานในสภาวะผิดปกติของหลอด แอล อี ดี อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานต่อได้โดยอัตโนมัติเมื่อเปลี่ยนหลอด แอล อี ดี ปกติเข้าไปแทนที่โดยไม่ต้องทำการปิดสวิตช์แรงดันไฟฟ้าขาเข้า

- อุปกรณ์ขับเคลื่อน แอล อี ดี ต้องไม่ประกอบด้วยสารเคมีต้องห้ามในปริมาณที่กำหนดตามมาตรฐาน RoHS ของสหภาพยุโรป

- ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการควบคุมคุณภาพตามมาตรฐาน ISO9001 และ ISO14001

- ผู้ผลิตต้องมีเครื่องวัดที่วัดโน้ตมิติชนิดไม่ใช้สารตะกั่วและเครื่องทดสอบการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 1955-2551

- สินค้าต้องมีการรับประกันสินค้าไม่ต่ำกว่า 5 ปี

13.5 การทดสอบค่าความสว่าง

13.5.1 ให้ผู้รับจ้างทำการคำนวณแสงสว่าง (Simulation) ในแต่ละพื้นที่ส่งให้กับผู้ออกแบบเพื่อขออนุมัติก่อนทำการติดตั้งโคมไฟจริง

13.5.2 หลังการติดตั้งโคมไฟแล้ว ให้ทำการวัดระดับความส่องสว่างโดยใช้เครื่องวัดระดับความส่องสว่าง (Lux Meter) โดยใช้เครื่องมือวัดที่ได้มาตรฐาน ซึ่งขั้นตอนการวัดให้เป็นไปตามวิธีการวัดแสงและการคำนวณค่าเฉลี่ยของ IES Lighting Handbook 1981 (Reference Volume)

13.5.3 ค่าระดับความส่องสว่าง (Illuminance) ให้เป็นไปตาม “ข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารของประเทศไทย” ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทพื้นที่และกิจกรรม	ระดับความส่องสว่างเฉลี่ย (lux)	หมายเหตุ
-------------------------	--------------------------------	----------

ทางเข้าอาคาร	100	ความส่องสว่างระดับพื้น
--------------	-----	------------------------

โรงจอดรถ 200	ความส่องสว่างระดับพื้น
--------------	------------------------

ทางเดินทั่วไป	100	ความส่องสว่างระดับพื้น
บันได,บันไดเลื่อน,ทางลาด	150	ความส่องสว่างระดับพื้น
ห้องเครื่อง	200	ความส่องสว่างระดับพื้น
ห้องเรียนทั่วไป	300	ความส่องสว่างที่ระดับ 0.80 ซม.
ห้องเรียนรวม	500	ความส่องสว่างที่ระดับ 0.80 ซม.
ห้องพักอาจารย์	300	ความส่องสว่างที่ระดับ 0.80 ซม.
ที่จอดรถ 75		ความส่องสว่างระดับพื้น

14. ระบบ TWO WIRE REMOTE

14.1 ความต้องการทั่วไป

- 14.1.1 ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการทางด้านคุณสมบัติ สมรรถนะ และการติดตั้งระบบสายสัญญาณ (STRUCTURED CABLING SYSTEM) รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆทั้งหมด เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานของระบบสื่อสารมัลติมีเดีย ได้อย่างสมบูรณ์
- 14.1.2 ผู้รับจ้างต้องทำคู่มือการใช้งาน , แบบรายละเอียดการติดตั้ง และรายงานการทดสอบ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์
- 14.1.3 ในการติดตั้ง ทดสอบ และการเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ISO (INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION), IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION), EIA (ELECTRONIC INDUSTRY ASSOCIATION) และ CCITT
- 14.1.4 ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ ได้เช่น SCADA, BAS, AMX, Fire Alarm หรือ Security System โดยผ่าน Dry Contact Output หรือ Protocol Standard เช่น BACNet, ModBus หรือ OPC Server/Client เป็นต้น
- 14.1.5 อุปกรณ์ทั้งหมดในระบบต้องถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานระบบโครงสร้างสายสัญญาณ (STRUCTURED CABLING SYSTEM) โดยเฉพาะ ผ่านการรับรองคุณภาพจากสถาบันที่กำหนด
- 14.1.6 ให้ติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ในตู้ Patch Panel
- 14.1.7 อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

14.2 อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย

- 14.2.1 อุปกรณ์ทุกตัวต้องมี CPU Built-in แบบ non-volatile memory (EE-PROM) อยู่ภายในและถ้าหาก CPU ตัวหนึ่งตัวใดเสีย หรือ ชัดข้อง จะต้องไม่ทำให้ระบบมีปัญหา สวิตช์แต่ละตัวต้องสามารถทำหน้าที่ให้ทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดได้ เช่น เป็นสวิตช์เปิด-ปิด (on/off), สวิตช์หรี่ไฟ (Dimming), สวิตช์เปิด-ปิดเป็นกลุ่ม (Group) หรือ สวิตช์หน่วงเวลา (Delay Time) ภายในตัวเดียวกัน เพื่อความยืดหยุ่นในการออกแบบ ติดตั้ง หรือ ใช้งาน สามารถกำหนดปุ่มเปิด-ปิด ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group Control)
- 14.2.2 ชุดรีเลย์ (Relay Unit)
- ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสทนกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 10A. หรือ 20A.
 - รีเลย์ต้องสามารถตั้งเงื่อนไขการทำงานเพื่อรองรับกรณีไฟฟ้าดับได้ เช่น กรณีเกิดไฟฟ้าดับแล้วกลับมารีเลย์ต้องสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ว่าจะให้ เปิด หรือ ปิด หรือ คงสถานะเดิม
- 14.2.3 สวิตช์ตามจุด และ/หรือ อุปกรณ์ตรวจจับแสง
- ตัวตรวจจับแสง (LIGHT LEVEL SENSOR) ถ้ากำหนดให้มี ทำหน้าที่เหมือนกับ PHOTO ELECTRIC SENSOR โดยจะทำการวัดและตั้งระดับความเข้มแสง ซึ่งมีค่าระดับประมาณที่ 40-1,600 Lux แล้วประมวลผลข้อมูลกับค่าระดับความเข้มของแสงที่ตั้งไว้ หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณที่ได้ผ่านระบบสายสัญญาณเพื่อควบคุมรีเลย์เปิด-ปิดไฟแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์ หรือผ่านตัวแปลงสัญญาณ DIGITAL เป็นสัญญาณ ANALOG ให้รีเลย์ไฟเพื่อทำการรักษาระดับความเข้มของแสงสว่างให้ได้คงที่ตามโปรแกรมไว้
- 14.2.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)

- ทำหน้าที่แปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 36 VDC (Safety Extra Low Voltage ; SELV) และจ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ในระบบผ่านทางสาย UTP Cat.5 (โดยลักษณะการต่อขนาลงบนสายสัญญาณ)

14.2.5 สายสัญญาณควมคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้สาย UTP Cat.5 หรือดีกว่า โดยให้เดินแยกท่อกับสายระบบอื่น

14.2.6 ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ ถึง อุปกรณ์ ต้องสามารถเดินได้ไกลถึง 1,000 เมตร (แต่ถ้าเกินจากที่กำหนดจะ ต้องออกแบบให้ใช้ Network Bridge เพื่อเพิ่มระยะทาง)

15. สวิตช์และเต้ารับ

15.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 15.1.1 สวิตช์และเต้ารับทำจากพลาสติกที่ทนทาน หน้ากากฝาครอบเป็นพลาสติกสีขาว
- 15.1.2 สวิตช์และเต้ารับต้องทำจากวัสดุซึ่งทนต่อแรงกระแทก มีความทนต่อแรงดันของฉนวนสูง และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี
- 15.1.3 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งสวิตช์และเต้ารับให้ฝังเรียบในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและต้องตอลงดินยกเว้นในกรณีที่ระบุให้ติดตั้งโดยให้กล่องโลหะแบบติดลอย สำหรับสวิตช์และเต้ารับภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดกันน้ำและทนสภาวะอากาศ มีค่า IP54 เป็นอย่างน้อย
- 15.1.4 ฝาครอบสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า จะต้องได้รับความเห็นชอบจากสถาปนิกก่อนจึงจะจัดซื้อและติดตั้งได้
- 15.1.5 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตำแหน่งของสวิตช์ และเต้ารับต้องได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้ ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งสวิตช์ หรือเต้ารับตามตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบได้ให้ผู้รับจ้างแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ เพื่อขอดำเนินการแก้ไขต่อไป

15.2 สวิตช์ไฟฟ้า

- 15.2.1 สวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 824-2531, IEC 60669-1 โดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 15.2.2 สวิตช์ใช้กับดวงโคม และพัดลมชนิดใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 16 A ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดเปิด-ปิด โดยวิธีการกระดกสัมผัส มี Spring coil ควบคุม Contact
- 15.2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 15.2.4 ตัวสวิตช์ทำด้วยวัสดุสภาพการเป็นฉนวนที่ดี
- 15.2.5 ฝาครอบสวิตช์เป็นพลาสติกสีขาว
- 15.2.6 ขั้วต่อสายต้องเป็นชนิดที่มีรูสำหรับสอดใส่ปลายสายไฟที่ไม่ได้หุ้มฉนวน หรือ มีสกรูกดอัดขันเข้าโดยตรง สามารถกันมือหรือนิ้วแตะกับขั้วโดยตรง

15.3 เต้ารับ

- 15.3.1 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัวและต้องเป็นไปตาม มอก.166-2549 จะต้องมีการเรียงขั้วเฟส นิวทรัล และสายดินแบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านหน้า
- 15.3.2 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบติดตั้งฝังในผนังหรือติดผนัง ตามที่ระบุในแบบ
- 15.3.3 เต้ารับทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดิน เสียบได้ทั้งขากลมและขาแบนใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 250 V และทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า 16 A
- 15.3.4 ตัวเต้ารับต้องมีฉนวน Polycarbonate หรือวัสดุที่มีสภาพการเป็นฉนวนที่ดีกว่า
- 15.3.5 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

15.3.6 ฝาครอบเป็นชนิดเดียวกับสวิตช์

15.3.7 เตาไฟฟ้าสำหรับที่ติดตั้งภายนอกอาคาร, ชั้นสันสุด รวมถึงในบริเวณที่อยู่ (ระดับต่ำกว่าผิวดิน) และบริเวณ เคาน์เตอร์อ่างล้างจาน อ่างล้างมือ ที่มีระยะห่างจากขอบด้านนอกอ่าง ไม่เกิน 1.5 เมตร, วงจรย่อยสำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน ให้ติดตั้งเบรกเกอร์ชนิดตัดไฟรั่วด้วย (ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทย ฉบับล่าสุด)

15.4 การติดตั้ง

15.4.1 การติดตั้งสวิตช์ ใช้กล่องเหล็กที่ผ่านการชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip galvanized หรือกล่องพลาสติกที่ได้รับการ รับรองให้สามารถใช้ฝังในผนังได้ ฝังในผนังสูงจากพื้น 1.20 ม. ห่างจากขอบประตู 0.20 ม. วัดถึงศูนย์กลางของสวิตช์ หรือ ตามแต่ที่ได้ระบุไว้ในแบบ

15.4.2 ในกล่องสวิตช์กล่องเดียวกัน ห้ามไม่ให้มีแรงดันระหว่างสวิตช์เกินกว่า 300 V นอกจากจะใส่แผ่นฉนวนกันระหว่าง สวิตช์ หรือนอกจากจะใช้สวิตช์ชิ้นส่วนที่มีกระแสไหลไม่สามารถถูกต้องโคนนิ้วมือได้

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

15.4.4 เตาไฟฟ้า ติดตั้งสูงจากพื้น 300 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

15.4.5 เตาไฟฟ้าสำหรับไฟฉุกเฉิน ติดตั้งห่างจากโคมไฟฉุกเฉินไม่เกิน 300 มม.

15.4.6 เตาไฟฟ้าในห้องน้ำ ติดตั้งสูงจากพื้น 900 มม. หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ

15.4.7 สวิตช์หรือเตาไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน ต้องมีตัวหนังสือดังกล่าวบนแผ่นฝาครอบสวิตช์หรือครอบสวิตช์ หรือ เตาไฟฟ้าที่ไม่ลบเลือนเมื่อจำเป็น

16. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

16.1 ทัวไป

16.1.1 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ต้องเป็นแบบ Fully Addressable อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์จาก UL และ FM Approved

16.1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์และวัสดุใดที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบไฟฟ้าแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

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

16.1.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับระบบนี้โดยเฉพาะและเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ยี่ห้อเดียวกัน (ยกเว้นแต่จะมีระบุเป็นอย่างอื่นหรือมีหนังสือชี้แจงยืนยันจากทางเจ้าของผลิตภัณฑ์รับรองการทำงานว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์)

16.1.5 อุปกรณ์ในระบบ อย่างน้อยประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

- Fire control panel (FCP) & Master Controller
- Computer Workstation for Control and Displays
- Annunciator panel (ANN)
- อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Detector & Manual Station)
- อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Module)
- Relay Module
- Isolator Module
- อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุ
- Notification appliance
- Power supply and backup
- Fire Phone Jack & Portable Phone

16.2 แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm Control Panel : FCP)

16.2.1 ทำด้วยแผ่นเหล็กหนาประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตมีความแข็งแรงไม่ผุกร่อนหรือเป็นสนิมได้ง่าย และมีระดับการป้องกัน NEMA 1 / IP30

16.2.2 แผงควบคุมต้องถูกออกแบบเป็นแบบแยกส่วน (Modular design) เพื่อให้สามารถใช้งานได้หลากหลายตามความต้องการ และสามารถทำงานได้สมบูรณ์ด้วยตัวเอง หรือสามารถต่อพ่วงทำงานร่วมกับแผงควบคุมหลายชุดเพื่อขยายป็นเครือข่าย (Network) ให้สามารถครอบคลุมความต้องการของระบบทั้งหมด

16.2.3 แผงควบคุมต้องเป็นแบบที่ควบคุมการทำงานด้วย Central Processing Unit (CPU) ซึ่งเป็นหน่วยควบคุมและสั่งการส่วนกลางเพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนดไว้

16.2.4 ชุดควบคุมหลัก (Master Controller)

16.2.5 มีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบ Color Touchscreen Display with LED Status Indicators โดยมีขนาดจอภาพไม่เล็กกว่า 8 นิ้ว แสดงการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบ

16.2.6 และมีสวิตช์ควบคุมเพื่อสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในระบบได้ โดยมีสวิตช์หลายแบบให้เลือกตามลักษณะการใช้งาน

16.2.7 สามารถบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบได้ไม่น้อยกว่า 2,000 เหตุการณ์

16.2.8 สามารถรองรับอุปกรณ์ Addressable ได้ถึง 3,000 อุปกรณ์ต่อ 1 แผงควบคุม และสามารถรองรับการเชื่อมต่อในระบบเครือข่ายได้ (Network Communications)

16.2.9 สามารถรองรับอุปกรณ์แจ้งสัญญาณด้วยเสียง และ หรือด้วยแสงแบบระบุตำแหน่งได้ (Addressable Notification Device)

16.2.10 ระบบสายสัญญาณ (Signaling Line Circuit) ต้องสามารถรองรับทั้งแบบ 4 สาย (Class A) และแบบ 2 สาย (Class B)

16.2.11 สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Printer, PC Annunciator, TrueSite Workstations และอื่นๆ ผ่านทาง RS-232 Port ได้

16.2.12 สามารถรองรับระบบประกาศฉุกเฉิน (Emergency Voice System) ซึ่งเป็นระบบสื่อสารทางเดียว ใช้เพื่อประกาศข้อความผ่านลำโพงและสามารถใช้แจ้งสัญญาณด้วยเสียงที่ควบคุมอัตโนมัติจากระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- รองรับ Link ประกาศแจ้งอพยพข้าม Network ได้กรณีใช้ตู้ควบคุมหลายใบ
- เครื่องขยายเสียง (Audio Amplifier) ต้องมีพิทกกำลังขับเพียงพอกับจำนวนลำโพงทั้งหมดในระบบ
- สามารถสร้างเสียงสัญญาณเตือนภัยได้อย่างน้อย 10 แบบ เช่น Fast Whoop, Slow Whoop เป็นต้น พร้อมสัญญาณเสียงประกาศที่บันทึกไว้ล่วงหน้าและไมโครโฟนเพื่อประกาศสดได้
- เครื่องขยายเสียงต้องสามารถตรวจสอบการทำงานได้ตลอดเวลา หากเกิดเหตุขัดข้องขึ้นจะต้องมีการแจ้งเตือนสัญญาณขัดข้องให้ทราบ
- แผงวงจรจะต้องมีการป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protection) และการลัดวงจร (Short Circuits)
- สามารถเลือกกระบบแรงดันเอาต์พุต (Output Voltage) ที่ใช้ได้เป็น 25 VRMS หรือ 70.7 VRMS

16.2.13 สามารถรองรับระบบโทรศัพท์ฉุกเฉิน (Emergency Telephone System) ซึ่งเป็นระบบสื่อสารสองทาง ใช้เพื่อติดต่อระหว่างเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยประจำศูนย์สั่งการดับเพลิงกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ เพื่อบริการงานสถานการณ์ฉุกเฉินในพื้นที่ป้องกันได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ต้องสามารถสื่อสารกับเครื่องโทรศัพท์ฉุกเฉินที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ป้องกันได้ไม่น้อยกว่า 6 จุดพร้อมกันได้

- ต้องมีสัญญาณเตือนและแสดงตำแหน่งสายเรียกเข้าที่แม่ข่าย (Master Telephone) เมื่อยกหูโทรศัพท์ หรือเสียบบัตรโทรศัพท์ที่แตะรับโทรศัพท์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Phone Jack) ในพื้นที่
- ระบบต้องสามารถตรวจสอบสายวงจรโทรศัพท์ได้เมื่อเกิดเหตุขัดข้อง เช่น สายขาด สายลัดวงจร เป็นต้น

16.2.14 ชุดแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) เป็นชุดแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบ โดยสามารถจ่ายกระแสไฟได้ถึง 9 A พร้อมกับมีเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ (Battery Charger) สามารถอัดประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ได้ขนาดสูงถึง 110 Ah

16.2.15 แบตเตอรี่ (Battery) ต้องเป็นแบบไม่ต้องบำรุงรักษา และเป็นชนิด Sealed Lead-Acid โดยเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าดับ แบตเตอรี่ต้องมีพิกัดที่สามารถจ่ายไฟให้ระบบในสถานะปกติได้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแล้วจะต้องสามารถจ่ายไฟให้กับระบบในสถานะแจ้งเหตุได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

16.3 สามารถรองรับระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงผลเพลิงไหม้พร้อมซอฟต์แวร์ (PC Workstation & Software)

16.3.1 เป็นคอมพิวเตอร์ที่แสดงผลเพลิงไหม้พร้อมแสดงเป็นรูปแบบของแผนผังอาคาร โดยจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ชุดคอมพิวเตอร์ ต้องสามารถรองรับและทำงานร่วมกับแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- Intel Core i7 2.10 GHz CPU
- 8 GB RAM
- 1 TB Hard Drives
- DVD R/W
- 2 GB Display Card
- 2 x RS-232 Serial Ports, 7 x USB Ports
- 2 x LAN Ports
- 24" LED Monitor
- Printer
- USB Keyboard and Mouse
- Windows 10 64 bit (license) and Microsoft Office (license)

16.3.2 ชุดซอฟต์แวร์ (TrueSite Workstation Software) ต้องถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยเฉพาะรวมถึงถูกผลิตและพัฒนาจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งใช้ในการตรวจสอบดูสถานะและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบได้

16.3.3 ชุดสำรองไฟ (Uninterruptible Power Supply) ใช้สำรองไฟให้กับชุดคอมพิวเตอร์ในกรณีที่ไฟฟ้าดับ และมีกำลังไฟฟ้าเพียงพอต่อชุดคอมพิวเตอร์

16.4 แผงแสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)

16.4.1 เป็นแผงแสดงผลด้วยหลอดไฟ LED โดยมีขนาดของแผงเป็นไปตามที่กำหนดในแบบ แผงหน้าทำจากวัสดุ Aluminium Anodized Plate กัดลายเพื่อทำลวดลายของแผนผังหรือรูปอาคาร โดยแบบที่แสดงจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

16.4.2 อุปกรณ์ชุด Graphic Module ของแผงแสดงผลต้องถูกออกแบบมาเพื่อสามารถทำงานร่วมกับแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างสมบูรณ์

16.5 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Initiating Devices)

16.5.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Heat Detector)

16.5.1.1 เป็นแบบชนิด Combination Type (Fixed Temperature & Rate of Rise) ในตัวเดียวกัน

16.5.1.2 มี Response Lamp แสดงสภาวะการทำงาน สามารถตรวจจับความร้อนแบบคงที่ ที่อุณหภูมิ 135 °F (57.2 °C) หรือ 155 °F (68 °C)

16.5.1.3 ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในอัตรา 15 °F (8.3 °C) หรือ 20 °F (11.1 °C) ต่อนาที

16.5.1.4 ติดตั้งบนฐาน (Addressable Base) สามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ที่อยู่ที่ฐาน (Addressable Base)

16.5.1.5 สามารถตั้งค่าอุณหภูมิในการตรวจจับความร้อนได้ที่แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ พร้อมทั้งสามารถทำการทดสอบได้ด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบแม่เหล็ก

16.5.2 อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Smoke Detector)

16.5.2.1 เป็นแบบชนิด Photoelectric Sensor

16.5.2.2 มี Response Lamp แสดงสภาวะการทำงาน ติดตั้งบนฐาน (Addressable Base) สามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ที่อยู่ที่ฐาน (Addressable Base)

16.5.2.3 สามารถตั้งค่าความไวในการตรวจจับควันได้ที่แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ โดยที่ไม่น้อยกว่า 7 ระดับ ตั้งแต่ 0.2% - 3.7% per foot of Smoke Obscuration พร้อมทั้งสามารถทำการทดสอบได้ด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบแม่เหล็ก

16.5.3 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Manual Station)

16.5.3.1 เป็นแบบชนิดใช้งานสองจังหวะ (Double Action)

16.5.3.2 มี Response Lamp แสดงสภาวะการทำงาน และเมื่อถูกใช้งานสถานะจะค้างอยู่จนกว่าจะมีการรีเซ็ตด้วยกุญแจเท่านั้น เพื่อให้สถานะกลับสู่ปกติ

16.5.3.3 สามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์ และวัสดุทำด้วยพลาสติกมีอักษรคำว่า "FIRE ALARM" เห็นได้ชัดเจน

16.6 อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Notification Appliances)

16.6.1 อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุเสียงและแสงชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Audible/Visible Notification Appliances)

16.6.1.1 ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบ Wall Mount

16.6.1.2 สามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์ และที่ตัวอุปกรณ์มีหลอดไฟ LED แสดงการทำงานโดยรับและส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์กับแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เพื่อแจ้งความผิดปกติของอุปกรณ์ โดยจะแจ้งตำแหน่งของอุปกรณ์ไปยังแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

16.6.1.3 มีความดังเสียงไม่น้อยกว่า 80 dBA ที่ระยะ 10 ฟุต (3 เมตร)

16.6.1.4 สามารถปรับรูปแบบของเสียงได้ ส่วนการแจ้งเหตุด้วยแสง หลอดไฟเป็นแบบ Xenon มีแสงสว่างกระพริบเป็นจังหวะอย่างน้อย 1 ครั้งต่อวินาที

16.6.1.5 สามารถปรับค่าความสว่างของแสงได้ พร้อมทั้งสามารถทำการทดสอบการทำงานได้ด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบแม่เหล็ก

16.6.2 อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุเสียงแบบลำโพงและแสงชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Speaker/Visible Notification Appliances)

16.6.2.1 ประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต เป็นแบบ Wall Mount หรือ Ceiling Mount สามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์ และที่ตัวอุปกรณ์มีหลอดไฟ LED แสดงการทำงานโดยรับและส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์กับแผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

16.6.2.2 สามารถปรับความดังและคุณภาพของเสียงได้ตั้งแต่ 1/4, 1/2, 1 และ 2 W ที่ 25 VRMS หรือ 70.7 VRMS โดยให้ความดังของเสียงตั้งแต่ 76-90 dBA ที่ระยะ 10 ฟุต (3 เมตร) ส่วนการแจ้งเหตุด้วยแสง หลอดไฟเป็นแบบ Xenon มีแสงสว่างกระพริบเป็นจังหวะอย่างน้อย 1 ครั้งต่อวินาที

16.6.2.3 สามารถปรับค่าความสว่างของแสงได้ พร้อมทั้งสามารถทำการทดสอบการทำงานได้ด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบแม่เหล็ก

16.7 อุปกรณ์รับและส่งสัญญาณชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Module)

16.7.1 มอนิเตอร์โมดูลชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Monitor Module)

16.7.1.1 Individual Addressable Module (IAM) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ เช่น สวิตช์ต่างๆ ที่เป็นชนิดหน้าคอนแทค (Dry Contact) โดยมี Response Lamp แสดงสถานะการทำงาน และสามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์

16.7.1.2 Zone Adapter Modules (ZAM) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiating Devices) ที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน หรือตรวจจับความร้อน โดยมี Response Lamp แสดงสถานะการทำงาน และสามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์

16.7.2 คอนโทรลโมดูลชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Control Module)

16.7.2.1 Signal IAM เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณให้อุปกรณ์แสดงผลแจ้งเหตุด้วยเสียง และ หรือด้วยแสง ที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ เช่น กระดิ่ง (Bell) โดยมี Response Lamp แสดงสถานะการทำงาน และสามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์

16.7.2.2 Relay IAM เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณชนิดหน้าคอนแทค โดยมี Relay Contact สำหรับส่งสัญญาณแบบ Normally Open (N.O.) และแบบ Normally Close (N.C.) โดยแต่ละชุดต้องมี Contact Rating ไม่น้อยกว่า 2 A @ 24 VDC และมี Response Lamp แสดงสถานะการทำงาน และสามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์

16.7.3 ไอโซเลเตอร์โมดูลชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Isolator Module)

16.7.3.1 Communications Isolator เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกวงจรสัญญาณ (Signaling Line Circuit) กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้น โดยจะแยกวงจรสายสัญญาณในช่วงที่เกิดการลัดวงจรออกจากระบบเพื่อให้อุปกรณ์ที่เหลืออยู่ในระบบสามารถใช้งานได้ตามปกติ และมี Response Lamp แสดงสถานะการทำงาน และสามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์

16.7.3.2 Power Isolator เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกวงจร Power 24 Vdc กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้น โดยจะแยกวงจรสาย Power 24 Vdc ในช่วงที่เกิดการลัดวงจรออกจากระบบเพื่อให้อุปกรณ์ที่เหลืออยู่ในระบบสามารถใช้งานได้ตามปกติ และมี Response Lamp แสดงสถานะการทำงาน และสามารถปรับ Address ด้วย Dip Switch ได้ที่ตัวอุปกรณ์

16.8 เตารับโทรศัพท์ และเครื่องโทรศัพท์แบบพกพา (Fire Phone Jack & Portable Phone)

16.8.1 เตารับโทรศัพท์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Phone Jack)

ติดตั้งบนแผ่นสแตนเลสประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตด้านหน้ามีอักษรสีแดงคำว่า "FIRE EMERGENCY PHONE" โดยใช้ร่วมกับเครื่องโทรศัพท์แบบพกพา

16.8.2 เครื่องโทรศัพท์แบบพกพา (Portable Phone)

วัสดุทำด้วยพลาสติก ABS ทนความร้อน มีความแข็งแรง และมีสายไฟยาว 5 ฟุต (1.5 เมตร)

16.9 Power supply and backup

16.9.1 ใช้ไฟ 1P 220-240 V/50 Hz และแปลงเป็นไฟ 24 VDC (Nominal)

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

16.9.3 อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องจัดอยู่ในตู้โลหะแบบกันสนิมและอบสี 2 ชั้น

16.10 การทำงานของระบบ

16.10.1 เมื่อ Initiating device ทำงานในโซนใดโซนหนึ่งจะเกิดสัญญาณไฟกระพริบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อาคาร/ชั้นที่ Fire control panel พร้อมเสียงดังเตือนเมื่อมีเจ้าหน้าที่ที่มากดปุ่ม Silence เสียงเตือนจะหายไป แต่ไฟแสดงแจ้งเหตุเพลิงไหม้ยังแสดงอยู่ ถ้าพ้นช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที โดยไม่มีผู้ใดดำเนินการใด ๆ เสียงจากลำโพงที่อาคารหรือชั้นที่ใกล้เคียงที่เกิดเหตุและอาคารหรือชั้นที่เกิดเหตุก็ดังขึ้น (แล้วแต่กรณี) ภายในช่วงเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที ถ้าตรวจพบเพลิงไหม้และไม่สามารถควบคุมไฟได้สามารถให้ลำโพงดังหมดทุกอาคารได้ ภายในเวลาที่ตั้งไว้ 0-5 นาที ถ้าตรวจพบว่าไม่ใช่เพลิงไหม้สามารถ Reset ระบบได้

16.10.2 เมื่อสายในระบบสัญญาณของ Initiating device, หรือ Notification appliance หลุด ขาด ลัดวงจร ร่วงดิน หรือระบบไฟป้อน 220-240 โวลต์หายไป แบตเตอรี่มีกำลังต่ำลง จะมีสัญญาณไฟ trouble สว่างและออกดั่งเมื่อกด Silence ออกดับ และเมื่อตรวจแก้ไขเรียบร้อยแล้ว สามารถ Reset คืนสู่สภาวะปกติได้

16.11 การติดตั้ง

16.11.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ออกโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ฉบับล่าสุด หรือ NFPA และคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

- 16.11.2 การเดินสายตัวนำสัญญาณต่างๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- 16.11.3 ปลายสายทุกเส้นที่ FCP และ ANN ทุกแผงต้องกำกับเลขหมายไว้ตรงกันด้วย Wire marker พลาสติกและมีตัวเลขแสดงโดยไม่ลบลื่อนได้ง่าย
- 16.11.4 การติดตั้งท่อและการเดินสายร้อยท่อให้เหมือนกับข้อกำหนดในงานระบบไฟฟ้า
- 16.11.5 ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งแผง FCP, ANN เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ
- 16.11.6 Manual fire alarm station ให้ติดตั้งที่ระดับสูง 1.20 ม. เหนือพื้นสำเร็จ
- 16.11.7 Alarm Speaker ให้ติดตั้งที่ระดับความสูง 2.00 ม. โดยให้สูงจากพื้นที่เท่ากันในทุกชั้น ยกเว้นจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ
- 16.11.8 สายที่เดินผู้รับจ้างต้องจัดกลุ่มของสายเป็นโซนๆ มี marker บอกโซนต่างๆ ทั้งอุปกรณ์เริ่มสัญญาณและแจ้งเหตุต่างๆ ที่ช่องเปิดของช่อง Shaft และปลายสายทุกเส้น

16.12 แบบแปลนและคู่มือ

- 16.12.1 จัดทำแบบกะทัดรัดแสดงตำแหน่งของ Initiating device ในแต่ละพื้นที่และโซนการควบคุมพร้อมเลขกำกับโซน และ Initiating device เพื่ออำนวยความสะดวกใช้ติดไว้ที่ FCP, ANN
- 16.12.2 จัดทำคู่มือแสดงขั้นตอนการใช้ การบำรุงรักษา การแก้ไข การตรวจเช็คระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เป็นภาษาไทย 5 ชุด ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างภายหลังจากการส่งมอบระบบแล้ว
- 16.12.3 ผู้รับจ้างต้องจัดอบรมเป็นกิจจะลักษณะ (Training course) แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้ทราบถึงการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การใช้คู่มือและการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาการแก้ไข การตรวจเช็คตามที่กล่าวข้างต้น ให้ชำนาญจนเจ้าหน้าที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง

16.13 การทดสอบ

- 16.13.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบให้สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์ และการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด
- 16.14 การรับประกัน การบริการ
- 16.14.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 2 ปี
- 16.14.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างในระยะเวลาประกัน
- 16.14.3 ผู้รับจ้างต้องบริการตรวจเช็คระบบ และความไว หรือการทำงานผิดพลาดของ Detector ทุก 6 เดือนในช่วงระยะเวลาประกัน

17. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (IP CAMERA SYSTEM)

17.1 ทัวไป

17.1.1 ระบบโทรทัศน์วงจรปิดต้องเป็นระบบภาพสี ชนิด รูปแบบและจำนวนกล้องจับภาพให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยที่อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ สำหรับระบบต้องมีความเหมาะสมกับจำนวนของกล้องจับภาพ

17.1.2 กล้องวงจรปิดทุกตัวจะต้องกำหนด หมายเลขกล้อง ให้สอดคล้องกับจำนวนกล้อง และ ชั้นที่ติดตั้ง ด้วย Label ที่ติดไว้ที่ด้านข้างหรือ ฐานของกล้อง

17.1.3 ผู้รับจ้างต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย จากโรงงานผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือตัวแทนเจ้าของผลิตภัณฑ์ ภายในประเทศ เพื่อแสดงถึงศักยภาพ ของผู้รับจ้างในการดำเนินงานและรับรองคุณภาพสินค้าว่าเป็นของใหม่พร้อมทั้งยังมี จำหน่ายและให้การสนับสนุนกับทางราชการได้ตลอดระยะเวลาในการประกันงาน

17.1.4 อุปกรณ์ควบคุมและจอภาพให้ติดตั้งที่ห้องควบคุมของอาคารหรือ ตามที่ระบุในแบบ

17.1.5 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้านโทรทัศน์วงจรปิดเป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบและ ผลิตระบบดังกล่าวมาเป็นเวลานานปีมีผลงานอยู่ทั่วโลก ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจาก โรงงานผู้ผลิต มีผลงานในการติดตั้งในประเทศมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปีและมีจำนวนผลงานที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 ผลงานโดยมี ขอบเขตครอบคลุมดังรายละเอียดตามความต้องการของระบบ

17.1.6 รายการประกอบแบบนี้ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเสนอราคา การทำงานและการติดตั้งระบบ สำหรับการขออนุมัติวัสดุ ในแต่ละผลิตภัณฑ์มักจะมีค่าทางวิศวกรรมและรายละเอียดที่แตกต่างกันไป ทางผู้ออกแบบไม่ได้มีเจตนาใดๆในการเจาะจง ผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ในกรณีที่มีการขออนุมัติวัสดุไม่สามารถเทียบค่าได้ตรงทุกค่าของรายการประกอบแบบนี้ ขอให้ทาง ผู้รับจ้างหรือผู้ผลิตอธิบายให้ได้ว่าคุณสมบัติ คุณภาพสินค้า และการทำงานสามารถทำได้เทียบเท่ากัน ก็สามารถอนุมัติให้ใช้ งานได้ แต่ถ้ามูลค่างานพิสูจน์ทราบได้ว่ามีงบประมาณที่ลดลง ทางผู้รับจ้างต้องคืนส่วนต่างให้กับทางเจ้าของโครงการ เพื่อ ความโปร่งใสชัดเจนกับทุกฝ่าย

17.2 ความต้องการของระบบ

อุปกรณ์หลักในระบบประกอบด้วย

- กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Bullet ติดตั้งคงที่ ภายนอกและภายในอาคาร พร้อมเลนส์ (ขนาดตามที่ระบุในแบบ หรือดีกว่า)
- กล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Dome ภายนอกและภายในอาคาร พร้อมเลนส์ (ขนาดตามที่ระบุในแบบ หรือดีกว่า)
- ชุดเครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder พร้อมโปรแกรมบริหารจัดการ
- ชุดอุปกรณ์ระบบเครือข่าย
- จอมอนิเตอร์สี (LED Monitor) (ขนาดตามที่ระบุในแบบฯ)
- กล้องติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับภายนอก IP ไม่น้อยกว่า 66
- ตู้ติดตั้งอุปกรณ์ รับส่งและแปลง สัญญาณ สำหรับติดภายนอก IP ไม่น้อยกว่า 55
- อุปกรณ์กรองสัญญาณรบกวน (ในกรณีติดตั้งกล้องภายในตัวลิฟต์)
- UPS (รองรับการทำงานได้ไม่ต่ำกว่า 30 นาที ในกรณีไฟดับ)

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์พัฒนาศักยภาพบุคลากรเพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- ตู้เก็บอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (ขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 27U) และชั้นวางมอนิเตอร์ (ให้นำเสนอก่อนดำเนินการติดตั้ง)

17.3 ข้อกำหนดของอุปกรณ์ภายในระบบ

ในกรณีที่แบบได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อย ตามกำหนดต่อไปนี้

17.3.1 กล้องวงจรปิดแบบ IP Dome Camera ความละเอียดภาพ 2 Mega Pixels ชนิด Day/Night

17.3.1.1 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความละเอียดสูง 2 ล้านเมกะพิกเซล ประเภทไอพีเน็ตเวิร์คเบ็ดเสร็จในตัว

17.3.1.2 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบ Day/Night โดยเฉพาะซึ่งสามารถสลับการให้ภาพสีในเวลากลางวัน และให้ภาพขาวดำในเวลากลางคืนได้โดยอัตโนมัติเมื่อระดับแสงต่ำกว่าระดับแสงที่กำหนดไว้

17.3.1.3 เป็นกล้องแบบอินฟราเรดที่สามารถให้ภาพแบบสีในเวลากลางวัน และให้ภาพแบบขาวดำที่ทำงานร่วมกับแสงอินฟราเรดในเวลากลางคืน โดยมีหลอดอินฟราเรดที่สามารถส่องสว่างได้ไกลไม่น้อยกว่าระยะ 30 เมตร

17.3.1.4 ใช้เลนส์ความยาวโฟกัส ไม่น้อยกว่า 4.0 มม.

17.3.1.5 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิด Megapixel แบบสีระบบ PAL/NTSC มี Image Sensor เป็นแบบ CMOS Sensor ขนาด 1/3 นิ้ว

17.3.1.6 กล้องมีความไวแสง 0.03 lux ในโหมดภาพสี (Color Mode) และ 0.015 Lux ในโหมดภาพขาวดำ (Monochrome mode)

17.3.1.7 สามารถปรับ Electronics Shutter แบบ อัตโนมัติ และ แบบ ปรับเอง

17.3.1.8 สามารถเลือกปรับใช้งาน Automatic White Balance ได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และ แบบปรับเอง Custom White Balance

17.3.1.9 สามารถเลือกส่งสัญญาณภาพแบบ H.265 , Motion JPEG

17.3.1.10 สามารถส่งสัญญาณภาพแบบ multi stream H.264 ที่ความเร็ว 25 ภาพต่อวินาที

17.3.1.11 รองรับเน็ตเวิร์คโพรโตคอล IPv6, IPv4, HTTP, HTTPS

17.3.1.12 มีวงจร Wide Dynamic Range ที่สามารถตอบสนองความต่างของแสงได้ไม่ต่ำกว่า 100 dB

17.3.1.13 มีช่องต่อระบบเน็ตเวิร์คแบบ 100 Base-T แบบ RJ-45

17.3.1.14 อุณหภูมิการทำงานที่ 0°C ถึง 60°C

17.3.1.15 สามารถต่อใช้งาน Power over Ethernet IEEE 802.3af ได้

17.3.1.16 ต้องได้รับมาตรฐานความปลอดภัย UL , CE และ IEC/EN

17.3.1.17 ได้รับใบแต่งตั้งการสนับสนุน เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

17.3.2 กล้องวงจรปิดแบบ IP Bullet Camera ความละเอียดภาพ 2 Mega Pixels ชนิด Day/Night

- 17.3.2.1 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความละเอียดสูง 2 ล้านเมกะพิกเซล ประเภทไอพีเน็ตเวิร์คเบ็ดเสร็จในตัว
- 17.3.2.2 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบ Day/Night โดยเฉพาะซึ่งสามารถสลับการให้ภาพสีในเวลากลางวัน และให้ภาพขาวดำในเวลากลางคืนได้โดยอัตโนมัติเมื่อระดับแสงต่ำกว่าระดับแสงที่กำหนดไว้
- 17.3.2.3 เป็นกล้องแบบอินฟราเรดที่สามารถให้ภาพแบบสีในเวลากลางวัน และให้ภาพแบบขาวดำที่ทำงานร่วมกับแสงอินฟราเรดในเวลากลางคืน โดยมีหลอดอินฟราเรดที่สามารถส่องสว่างได้ไกลไม่น้อยกว่าระยะ 30 เมตร
- 17.3.2.4 ใช้เลนส์ความยาวโฟกัส ไม่น้อยกว่า 4.0 มม.
- 17.3.2.5 ออกแบบมาสำหรับใช้งานภายนอกอาคารโดยเฉพาะ มีมาตรฐานการป้องกันฝุ่นและน้ำที่ระดับ IP66 / IP67
- 17.3.2.6 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิด Megapixel แบบสีระบบ PAL/NTSC มี Image Sensor เป็นแบบ CMOS Sensor ขนาด 1/3 นิ้ว
- 17.3.2.7 กล้องมีความไวแสง 0.04 lux ในโหมดภาพสี (Color Mode) และ 0.02 Lux ในโหมดภาพขาวดำ (Monochrome mode)
- 17.3.2.8 สามารถปรับ Electronics Shutter แบบ อัตโนมัติ และ แบบ ปรับเอง
- 17.3.2.9 สามารถเลือกปรับใช้งาน Automatic White Balance ได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และ แบบปรับเอง Custom White Balance
- 17.3.2.10 มีระบบส่องสว่างแบบอินฟราเรด ที่สามารถปรับความเข้มแสงได้ตามระยะห่างระหว่างวัตถุ กับ กล้อง
- 17.3.2.11 สามารถเลือกส่งสัญญาณภาพแบบ H.264, H.265, Motion JPEG
- 17.3.2.12 สามารถส่งสัญญาณภาพแบบ multi stream H.265 ที่ความเร็ว 25 ภาพต่อวินาทีที่ความละเอียด 1920 x1080 (2.0MP)
- 17.3.2.13 สามารถส่งสัญญาณเสียงได้ในรูปแบบ G.711 PCM 8 kHz
- 17.3.2.14 รองรับเน็ตเวิร์คโปรโตคอล IPv6, IPv4, HTTP, HTTPS
- 17.3.2.15 มีวงจร Wide Dynamic Range ที่สามารถตอบสนองความต่างของแสงได้ไม่ต่ำกว่า 100 dB
- 17.3.2.16 มีช่องต่อระบบเน็ตเวิร์คแบบ 100 Base-T แบบ RJ-45
- 17.3.2.17 ตัวกล้องต้องมีความแข็งแรงเป็นพิเศษที่สามารถปกป้องกล้องให้ทำงานได้ดีสูงสุด ในระดับ IK10.
- 17.3.2.18 อุณหภูมิการทำงานที่ -30°C to +60°C
- 17.3.2.19 รองรับการจัดตั้งหน่วยความจำแบบ SD/SDXC/SDHC
- 17.3.2.20 สามารถต่อใช้งาน Power over Ethernet IEEE 802.3af ได้
- 17.3.2.21 ต้องได้รับมาตรฐานความปลอดภัย UL , CE และ IEC/EN
- 17.3.2.22 ตัวกล้องต้องมีรับรองการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐาน FCC
- 17.3.3 กล้องวงจรปิดแบบ IP Dome Camera for Lift ความละเอียดภาพ 2 Mega Pixels ชนิด Day/Night
- 17.3.3.1 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความละเอียดสูง 2 ล้านเมกะพิกเซล ประเภทไอพีเน็ตเวิร์คเบ็ดเสร็จในตัว

- 17.3.3.2 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด แบบ Day/Night โดยเฉพาะซึ่งสามารถสลับการให้ภาพสีในเวลากลางวัน และให้ภาพขาวดำในเวลากลางคืนได้โดยอัตโนมัติเมื่อระดับแสงต่ำกว่าระดับแสงที่กำหนดไว้
- 17.3.3.3 เป็นกล้องแบบอินฟราเรดที่สามารถให้ภาพแบบสีในเวลากลางวัน และให้ภาพแบบขาวดำที่ทำงานร่วมกับแสงอินฟราเรดในเวลากลางคืน โดยมีหลอดอินฟราเรดที่สามารถส่องสว่างได้ไกลไม่น้อยกว่าระยะ 15 เมตร
- 17.3.3.4 มีระยะโฟกัส 2.8 มม. ,F1.4, IR
- 17.3.3.5 เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิด Megapixel แบบสื่ระบบ PAL/NTSC มี Image Sensor เป็นแบบ CMOS Sensor ขนาด 1/3 นิ้ว
- 17.3.3.6 กล้องมีความไวแสง 0.01 lux ในโหมดภาพสี (Color Mode)และ 0.005 Lux ในโหมดภาพขาวดำ (Monochrome mode)
- 17.3.3.7 สามารถปรับ Electronics Shutter แบบ อัตโนมัติ และ แบบ ปรับเอง
- 17.3.3.8 สามารถเลือกปรับใช้งาน Automatic White Balance ได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และ แบบปรับเอง Custom White Balance
- 17.3.3.9 สามารถเลือกส่งสัญญาณภาพแบบ H.264, H.265, Motion JPEG
- 17.3.3.10 สามารถส่งสัญญาณภาพแบบ multi stream H.264 ที่ความเร็ว 25 ภาพต่อวินาที
- 17.3.3.11 รองรับเน็ตเวิร์คโปรโตคอล IPv6, IPv4, HTTP, HTTPS
- 17.3.3.12 มีวงจร Wide Dynamic Range ที่สามารถตอบสนองความต่างของแสงได้ไม่ต่ำกว่า 100 dB
- 17.3.3.13 มีช่องต่อระบบเน็ตเวิร์คแบบ 100 Base-T แบบ RJ-45
- 17.3.3.14 อุณหภูมิการทำงานที่ 0°C ถึง 50°C
- 17.3.3.15 สามารถต่อใช้งาน Power over Ethernet IEEE 802.3af ได้
- 17.3.3.16 ต้องได้รับมาตรฐานความปลอดภัย UL, CE และ IEC/EN
- 17.3.3.17 ได้รับใบแต่งตั้งการสนับสนุน เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 17.3.4 เครื่องบันทึกภาพกล้องวงจรปิดระบบเครือข่าย (Server) มีคุณสมบัติดังนี้
- 17.3.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel® Xeon หรือดีกว่า
- 17.3.4.2 มีหน่วยความจำหลักแบบ DDR4 ขนาด 16GB หรือดีกว่า
- 17.3.4.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hot Swap Hard Disk Drives แบบ SATA หรือ SAS ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 16 TB ที่รองรับการทำ RAID 5 แล้วจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ลูก รองรับการทำบันทึกภาพที่ 25 fps ได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน
- 17.3.4.4 มีพอร์ต Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 17.3.4.5 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอจะต้องเป็นรุ่นที่ได้รับการออกแบบเพื่อติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ
- 17.3.4.6 รองรับเทคโนโลยี iDRAC9

17.3.4.7 มี operating System เป็น Microsoft Window Server 2019 หรือดีกว่า และคู่มือการใช้งานที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

17.3.4.8 ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน FCC, CE, UL

17.3.5 เครื่อง COMPUTER สำหรับ เชื่อมโยงกับเครื่องเล่นบันทึกทั้งหมด

17.3.5.1 มี CPU ชนิด Core I5 เป็นอย่างน้อย

17.3.5.2 RAM หรือหน่วยความจำขนาด 16 GB

17.3.5.3 มีการ์ดแสดงผลภาพมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2 GB และแสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 2 Display

17.3.5.4 มีอุปกรณ์เก็บข้อมูล SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 250GB

17.3.5.5 มีอุปกรณ์เก็บข้อมูล HDD ขนาดไม่น้อยกว่า 1000GB

17.3.5.6 มี USB Port จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 Port

17.3.5.7 มีระบบปฏิบัติการ Windows10 ที่ถูกต้องตามกฎหมาย หรือดีกว่า

17.3.6 ชุดอุปกรณ์ Core Switch 8 Port SFP 10/100/1000

17.3.6.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต

17.3.6.2 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 14 Mpps

17.3.6.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 20 Gbps

17.3.6.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Table ไม่น้อยกว่า 16K

17.3.6.5 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ 4094 VLANs

17.3.6.6 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN / Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย

17.3.6.7 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 990 เส้นทาง

17.3.6.8 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม

17.3.6.9 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างน้อย

17.3.6.10 อุปกรณ์ต้องมี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS

17.3.6.11 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration ได้

17.3.6.12 อุปกรณ์ต้องสนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้

17.3.6.13 อุปกรณ์ต้องรองรับมาตรฐาน IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad และ IEEE802.3x

17.3.6.14 อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL เป็นอย่างน้อย

17.3.7 ชุดอุปกรณ์ Access Switch 8 Port UTP 10/100/1000

- 17.3.7.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 Gigabit จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต
- 17.3.7.2 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 14 Mpps
- 17.3.7.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 20 Gbps
- 17.3.7.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Table ไม่น้อยกว่า 16K
- 17.3.7.5 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ 4094 VLANs
- 17.3.7.6 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN / Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย
- 17.3.7.7 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 990 เส้นทาง
- 17.3.7.8 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม
- 17.3.7.9 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างน้อย
- 17.3.7.10 อุปกรณ์ต้องมี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS
- 17.3.7.11 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration ได้
- 17.3.7.12 อุปกรณ์ต้องสนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
- 17.3.7.13 อุปกรณ์ต้องรองรับมาตรฐาน IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad และ IEEE802.3x
- 17.3.7.14 อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL เป็นอย่างน้อย
- 17.3.8 ชุดอุปกรณ์ Access Switch PoE 24 Port 10/100/1000
- 17.3.8.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- 17.3.8.2 ช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต) Gigabit Ethernet SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 17.3.8.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 56 Mpps
- 17.3.8.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 41 Gbps
- 17.3.8.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Table ไม่น้อยกว่า 16K
- 17.3.8.6 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ 4094 VLANs
- 17.3.8.7 สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN / Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย
- 17.3.8.8 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 990 เส้นทาง
- 17.3.8.9 อุปกรณ์ต้องสามารถทำ Link Aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่ม
- 17.3.8.10 สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างน้อย
- 17.3.8.11 อุปกรณ์ต้องมี Hardware Queues ไม่น้อยกว่า 8 Queues เพื่อสนับสนุนการทำ QoS

- 17.3.8.12 สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration ได้
- 17.3.8.13 อุปกรณ์ต้องสนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
- 17.3.8.14 อุปกรณ์ต้องรองรับมาตรฐาน IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad และ IEEE802.3x
- 17.3.8.15 อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CE, UL เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9 โปรแกรมบริหารจัดการบันทึกและแสดงภาพ ทำงานหลัก
- 17.3.9.1 เป็นซอฟต์แวร์ออกแบบมาเพื่อเป็นศูนย์กลางการบริหารจัดการระบบโทรทัศน์วงจรปิด โดยรองรับอุปกรณ์ IP Camera, Network Video Recorders, Digital Video Recorders, Central Video Recorders, Storage Server เป็นอย่างน้อย เพื่อบริหารจัดการบนซอฟต์แวร์เดียวกันได้
- 17.3.9.2 สามารถรองรับการเข้ารหัส และ ถอดรหัส ด้วยเทคโนโลยี H.264, H.265, H.264+, H.265+ ได้ เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.3 รองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์จากระบบโทรทัศน์วงจรปิดได้ดังนี้
- รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิดจำนวนไม่น้อยกว่า 3,000 กล้อง
 - รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่ายและอุปกรณ์บันทึกภาพแบบดิจิทัล จำนวนไม่น้อยกว่า 1,024 เครื่อง
 - รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Input Device และ Output Device จำนวนไม่น้อยกว่าอย่างละ 3,000 อุปกรณ์
 - รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Decoder จำนวนไม่น้อยกว่า 32 อุปกรณ์
- 17.3.9.4 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิดได้ทั้งกล้องภายในยี่ห้อเดียวกันและต่างยี่ห้อผ่านมาตรฐาน ONVIF หรือดีกว่า
- 17.3.9.5 มีฟังก์ชันในการ สำรอง และ กู้คืน ข้อมูลรายการอุปกรณ์ในระบบได้
- 17.3.9.6 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์กล้องโดยจะต้องปรับตั้งค่า ชื่อกล้อง, ชนิดกล้อง และ มีฟังก์ชัน Synchronize Names เพื่อให้สามารถตั้งชื่อกล้องได้สะดวก
- 17.3.9.7 มีฟังก์ชันเพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้งานในการบริหารจัดการอุปกรณ์ เช่น ฟังก์ชันค้นหาอุปกรณ์ที่ออนไลน์อัตโนมัติ , เพิ่มอุปกรณ์จาก IP Address หรือ Domain name, Import เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.8 มีเทคโนโลยีในการเก็บสำรองข้อมูลใน SD Card ของกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ในกรณีที่เครือข่ายไม่สามารถใช้งานได้ และหากเครือข่ายกลับมาใช้งานได้ข้อมูลที่บันทึกไว้จะถ่ายโอนมาเก็บและบันทึกบนอุปกรณ์บันทึกภาพผ่านเครือข่ายตามปกติ
- 17.3.9.9 สามารถดูภาพปัจจุบันจากอุปกรณ์กล้องโทรทัศน์วงจรปิดทั้งภายในเครื่องบริหารจัดการเดียวกัน และต่างเครื่องได้ และ สามารถสลับสัญญาณภาพระหว่าง Main stream และ Sub stream ได้ขณะที่ทำการดูภาพปัจจุบัน
- 17.3.9.10 สามารถเล่นภาพย้อนหลังได้ในขณะที่ดูภาพปัจจุบันและเล่นภาพย้อนหลังแบบ ซิงโครไนซ์ได้ 16 กล้อง เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.11 สามารถแก้ไขหน้าต่างช่องสัญญาณที่แสดงภาพ Live view และ Play Back ได้
- 17.3.9.12 รองรับฟังก์ชัน Digital zoom ทั้งในขณะที่ Live view และ Play Back ได้

- 17.3.9.13 สามารถรับการแจ้งเตือนเหตุการณ์จาก Camera, Input Device, Encoding Device และ Server เช่น Motion Detect, Video Loss, Video Temper, Alarm Event, Offline, HDD error or Full, Disk Loss or Disk Bad เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.14 ระบบสามารถทำการวิเคราะห์วิดีโออัจฉริยะ(Intelligent Video Analysis) ได้ในสถานการณ์ต่างๆเช่น ANPR, Heat map และ People Counting เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.15 สามารถจัดลำดับความสำคัญของการแจ้งเตือนได้ เช่น High, Medium, Low และ ตั้งค่าด้วยผู้ใช้งานได้ และสามารถกำหนดสถานะของการแจ้งเตือนได้ เช่น True Alarm, False Alarm, Acknowledged, Verified ได้เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.16 สามารถทำ Record Lock โดยเมื่อหน่วยจัดเก็บข้อมูลเต็มระบบจะไม่ทำการบันทึกซ้ำยังตำแหน่งที่ทำกร Locked ไว้แล้ว
- 17.3.9.17 เมื่อเกิดเหตุการณ์ระบบจะต้องแจ้งเตือนมายัง Control client ในลักษณะ pop-up, Audible Warning และสามารถเชื่อมโยง PTZ Linkage, Map Linkage, Alarm Output, Video wall Linkage ได้เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.18 มีฟังก์ชันการใช้งาน GIS Map และ E-MAP โดยต้องสามารถอัปโหลดไฟล์รูปภาพชนิด JPG, PNG, BMP ได้เป็นอย่างน้อย เพื่อสร้างแผนที่ในระบบ และสามารถ เพิ่ม,ลบ, แก้ไข อุปกรณ์บนแผนที่เช่น Camera, Input/Output devices และ Map Linkage ได้เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.19 สามารถดูภาพปัจจุบันจากอุปกรณ์กล้องวงจรปิดที่แสดงอยู่บนแผนที่ได้
- 17.3.9.20 สามารถ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข บัญชีผู้ใช้งานและสิทธิการใช้งาน โดยต้องรองรับการกำหนดสถานะการใช้งานของบัญชีผู้ใช้งานได้
- 17.3.9.21 มีฟังก์ชันในการ รีเซ็ทคาร์ตัสผ่านของผู้ใช้งาน ซึ่งกระทำโดยผู้ดูแลระบบได้ในกรณีที่ผู้ใช้งานลืมรหัสผ่าน และ ผู้ดูแลระบบต้องสามารถบังคับให้ผู้ใช้งาน Logout ออกจากระบบได้ เพื่อควบคุมผู้ใช้งานในระบบ
- 17.3.9.22 เพื่อป้องกันการพยายามเข้าถึงระบบจากบุคคลที่ไม่ได้รับสิทธิ์ หากมีการกรอกรหัสผ่านผิดติดต่อกันถึง 5 ครั้ง ระบบต้องทำการระงับ การใช้งานของผู้ใช้นั้นไม่น้อยกว่า 30 นาที
- 17.3.9.23 มีฟังก์ชันการเก็บประวัติการใช้งาน(Log) และสามารถค้นหาเพื่อตรวจสอบย้อนหลังได้ เช่น Alarm Log, Event Log, Operation Logs, System Logs เป็นอย่างน้อย
- 17.3.9.24 สามารถตั้งเวลาหรือชิงโครโนสเวลา ระหว่าง เซิร์ฟเวอร์กับอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบได้ โดยอุปกรณ์นั้นจะต้องเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย หรือ ดีกัว
- 17.3.9.25 รองรับฟังก์ชันการทำงานแบบ Fail over ได้โดยสามารถทำ N+1 Hot standby ได้หรือดีกว่า
- 17.3.9.26 รองรับการเชื่อมต่อจากผู้ใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า 100 ผู้ใช้งาน ในเวลาเดียวกัน
- 17.3.9.27 รองรับฟังก์ชันการเชื่อมต่อผู้ใช้งานแบบ Active Directory ได้
- 17.3.9.28 มี Application เพื่อรองรับการใช้งานผ่าน Client computer, Web Client, Mobile client เพื่อให้สะดวกต่อการบริหารจัดการได้ทันทั่วทั้งที่ในกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน
- 17.3.10 จอภาพโทรทัศน์มีคุณลักษณะดังนี้

- 17.3.10.1 มีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 4K
- 17.3.10.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 50 นิ้ว
- 17.3.10.3 มีช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 17.3.10.4 ต้องมีอุปกรณ์สำหรับแขวนผนังด้วย
- 17.3.11 อุปกรณ์สำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 6kVA มีคุณลักษณะดังนี้
 - 17.3.11.1 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 6 KVA มีคุณลักษณะดังนี้
 - 17.3.11.2 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 6000VA/5400Watt
 - 17.3.11.3 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
 - 17.3.11.4 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 110VAC – 276VAC
 - 17.3.11.5 ความถี่ไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 50Hz – 60Hz
 - 17.3.11.6 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 208, 220, 230, 240VAC
 - 17.3.11.7 ความถี่ไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 50 หรือ 60Hz $\pm$ 0.1%
 - 17.3.11.8 ค่าสูญเสียทางไฟฟ้าขาออก (Rated Power Factor) = 0.9
 - 17.3.11.9 ช่องไฟขาออกเป็นแบบ Terminal Hardwire จำนวน 1 ชุด
 - 17.3.11.10 แสดงผลด้วยหน้าจอ LCD
 - 17.3.11.11 ได้รับการรับรองมาตรฐานสินค้า CE และ RoHS
- 17.3.12 อุปกรณ์สำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 1kVA มีคุณลักษณะดังนี้
 - 17.3.12.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 1000VA/630Watt
 - 17.3.12.2 ใช้เทคโนโลยี Line-Interactive
 - 17.3.12.3 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 165VAC – 280VAC
 - 17.3.12.4 ความถี่ไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 50Hz หรือ 60Hz
 - 17.3.12.5 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 220 VAC
 - 17.3.12.6 ความถี่ไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 50Hz หรือ 60Hz
 - 17.3.12.7 ขนิตปลั๊กขาออก จำนวน 4 ช่อง
 - 17.3.12.8 มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน
 - 17.3.12.9 มีเสียงแจ้งเตือนสถานะผิดปกติ
 - 17.3.12.10 ได้รับการรับรองมาตรฐานสินค้า CE,EAC และ RoHS

17.3.13 แร็คขนาด 42U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้ ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

17.3.13.1 เป็นตู้แร็คขนาด 42U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร

17.3.13.2 มีรางไฟฟ้าที่มีได้รับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet

17.3.13.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

17.3.13.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

17.3.14 แร็คขนาด 12U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้ ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ

17.3.14.1 เป็นตู้แร็คขนาด 12U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

17.3.14.2 มีรางไฟฟ้าที่มีได้รับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 6 Outlet

17.3.14.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 1 ตัว

17.3.14.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

17.4 สายสัญญาณ

17.4.1 สายสัญญาณที่ใช้เป็นชนิด UTP CAT.6 สำหรับรับ-ส่งสัญญาณภาพ และ แรงดันไฟฟ้าระหว่างกล่องโทรทัศน์วงจรปิดมายัง เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิทัล มีคุณสมบัติอย่างต่ำตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

17.4.1.1 เป็นสายทองแดงชนิด UTP/CAT6 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 สายสัญญาณแบบใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร

17.4.2.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode ขนาดของเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นจะต้องเป็นแบบ 9/125 ไมโครเมตร ตามมาตรฐาน โดยมีจำนวนใยแก้วไม่น้อยกว่า 6 Cores

17.4.2.2 เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มี Wavelength ที่ ไม่น้อยกว่า 1300 nm

17.4.2.3 มีฉนวนหุ้มสายใยแก้ว ต้องมีชั้นของฉนวนอย่างน้อยดังนี้

- Water Blocking Gel
- Corrugate Armored Steel
- Water Blocking Tape
- HDPE Outer Jacket

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

17.4.4 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 จะต้องมีการโค้งงอไม่ต่ำกว่าที่ผู้ผลิตสายสัญญาณกำหนดและมีการลอบคมภายในของปลายท่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับฉนวนของสายสัญญาณ

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 ของระบบโทรศัพท์วงจรปิด เป็นระยะ

17.6 การรับประกัน การบริการ การฝึกอบรม และการบำรุงรักษา

17.6.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบอย่างน้อย 2 ปี

17.6.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบกรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างภายในระยะเวลาประกัน

17.6.3 ผู้รับจ้างต้องจัดโปรแกรมแสดงขั้นตอนการอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้ทราบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การใช้งาน การโปรแกรมและการแก้ไขโปรแกรมให้เข้าใจจนชำนาญ

17.7 การทดสอบและการส่งมอบงาน

17.7.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ในระบบทั้งหมดจนผู้ว่าจ้างยอมรับตั้งแต่การโปรแกรมและการใช้งานตามที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ

17.7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งาน การโปรแกรมและการเปลี่ยนแปลงแก้ไข รวมถึงการบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย จำนวน 5 เล่ม มอบให้กับผู้ว่าจ้าง

18. ระบบ DATA CABLING SYSTEM

18.1 ความต้องการทั่วไป

18.1.1 ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการทางด้านคุณสมบัติ สมรรถนะ และการติดตั้งระบบสายสัญญาณ (STRUCTURED CABLING SYSTEM) รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆทั้งหมด เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานของระบบสื่อสารมัลติมีเดีย ได้อย่างสมบูรณ์

18.1.2 ผู้รับจ้างต้องทำคู่มือการใช้งาน , แบบรายละเอียดการติดตั้ง และรายงานการทดสอบ ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

18.1.3 มาตรฐานการติดตั้ง

18.1.3.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายและเชื่อมโยงให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดของโครงการ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์อื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้เพื่อให้ระบบเครือข่ายสามารถทำงานได้ตามที่ระบุในเอกสารนี้ ผู้รับจ้างการประกวดราคาต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้อุปกรณ์เครือข่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

18.1.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบแปลนแสดงตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์ การวางท่อร้อยสาย แนวท่อและแนวสายต่างๆ อย่างละเอียด โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม และเสนอให้คณะกรรมการการจัดซื้อจัดจ้างของทางผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนจึงจะดำเนินการได้ การเปลี่ยนแปลงใดๆต้องได้รับความเห็นชอบคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างก่อนเสมอ

18.1.3.3 สาย UTP, เตารับ (outlet), แผงพักสาย (patch panel) และสายเชื่อมต่อสัญญาณ (patch cable) ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำตามข้อกำหนด CAT6 และมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ายี่ห้อ Link, AMP, LCS หรือ Belden

18.1.3.4 การเดินสาย UTP สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายนั้นให้เดินสายแบบ full patch คือปลายสายด้านหนึ่งให้เป็น เตารับ ส่วนปลายสายด้านหนึ่งให้ติดตั้งเข้ากับ patch panel ที่อยู่ในตู้อุปกรณ์มาตรฐาน 19 นิ้วโดยการเดินสาย UTP นั้นต้องเดินอยู่ในท่อโลหะหรือรางโลหะหรือรางพลาสติกตลอดความยาวสายเพื่อป้องกันความเสียหาย

18.1.3.5 ผู้รับจ้างต้องจัดการเตรียมท่อร้อยสายและเดินสายตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้าง โดยสายทุกเส้น (สาย UTP, หรือสายอื่นๆ (ถ้ามี)) ต้องมีป้าย (label) ที่ปลายทั้งสองและระบุจุดเชื่อมโยงอย่างชัดเจน

18.1.3.6 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการติดตั้งวางร้อยสาย การวางสายและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ หรือความเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างและต้องดำเนินการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมโดยเร็ว

18.1.4 ให้ติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ในตู้ Patch Panel

18.1.5 อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

18.2 ขอบเขตการทำงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆและทำให้อุปกรณ์ตัวนั้นใช้งานได้และทำงานร่วมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดดังนี้

18.2.1 ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสาย Cable ชนิดต่างๆ ตามแบบระบบเครือข่ายและกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ Outlet LAN และ อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (access point)

18.2.2 เดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์แบบ UTP CAT6 ไปยังจุดต่อ Outlet ทั้งโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์และ Access Point (WiFi) ตามแบบแนบ

18.2.3 จัดหาอุปกรณ์ประกอบ Rack, Switch HUB และอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบและมีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำของอุปกรณ์ รวมทั้งอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ตามข้อกำหนด

18.2.4 ทดสอบการทำงานของระบบเครือข่ายฯ ต้องทำการทดสอบทั้งตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งและสาย Cable ที่ติดตั้ง โดยใช้เครื่องมือเฉพาะด้านสำหรับงานทดสอบโดยเฉพาะ การทดสอบสายสามารถตรวจสอบการเข้าสายได้ถูกต้อง และต้องสามารถวัดความยาวของสายแต่ละเส้น จดบันทึกเป็นรายงานในเอกสารส่งงาน การติดตั้งและ Configuration ค่าในตัวอุปกรณ์ Switch ให้เป็นไปตามที่เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศของทางผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด

18.3 มาตรฐาน

The Structured Cabling System ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

IEEE 802.11 b/g/n : Working Group for Wireless Local

Area Network

หรือ IEEE 802.11 b/g/n/ac(ขอสงวนสิทธิ์ถ้าในอนาคตเทคโนโลยี IEEE 802.11 b/g/n/ac มีผู้ผลิตในตลาดไม่น้อยกว่า 3 ราย และราคาเทียบเท่ากับการเสนอราคาใน BOQ โดยให้ทางผู้ควบคุมงาน และ ผู้ออกแบบ และ เจ้าของงานเป็นผู้พิจารณา)

IEEE 802.3 ab : Gigabit Ethernet Over Copper Media

IEEE 802.3 z : Gigabit Ethernet Fiber Optic Media

TIA/EIA 568B : Commercial Building Telecommunications

Wiring Standard

ANSI/TIA-568 : Telecommunication Standard

TIA/EIA 569 : Commercial Building Standard for

Telecommunications Pathways and Spaces

TIA/EIA 606 : Administration Standard for

Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings.

ISO 11801 : Communications Cabling Systems for

Commercial Pre

18.4 ความต้องการทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์

18.4.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Core Switch SFP ระดับ Layer 3 มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

18.4.1.1 สามารถทำงานได้ใน Layer 2 และ Layer 3

18.4.1.2 มีพอร์ต Gigabit SFP Ethernet แบบ 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

18.4.1.3 มี Stacking Bandwidth ไม่น้อยกว่า 480 Gbps

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์สุขภาพชุมชนเพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- 18.4.1.4 มี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 154 Mpps
- 18.4.1.5 มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 208 Gbps
- 18.4.1.6 มีหน่วยความจำแบบ DRAM ไม่น้อยกว่า 8 GB และ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 16 GB
- 18.4.1.7 มี Power Supply แบบ Redundant
- 18.4.1.8 รองรับ MAC Addresses VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Addresses
- 18.4.1.9 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.3ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s IEEE 802.1p และ IEEE 802.1Q
- 18.4.1.10 สนับสนุนการทำ VLAN IDs ได้ไม่น้อยกว่า 4,000
- 18.4.1.11 รองรับการให้บริการ User Based VLAN Assignment และ Guest VLAN ได้ โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x
- 18.4.1.12 สนับสนุนการ IPv4 Routing Protocol อย่างน้อยดังนี้ RIP และ RIP2
- 18.4.1.13 สนับสนุนการทำงาน Differentiated Services Code Point (DSCP) และสามารถเลือกที่จะกำหนด policing ได้ทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออก
- 18.4.1.14 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้
- 18.4.1.15 สนับสนุนการเข้ารหัส (Link-layer cryptography) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AE (MACsec) ได้
- 18.4.1.16 สนับสนุนการทำ Access Control List (ACL) ในระดับ Layer 2-3 ได้
- 18.4.1.17 สนับสนุนการเข้าไปจัดการอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้ SSH, SNMP, RMON และ Web-based
- 18.4.1.18 รองรับการทำ Hot Standby Router Protocol (HSRP), IS-IS, Bootstrap Router (BSR), Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)ได้
- 18.4.1.19 สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้
- 18.4.1.20 ผ่านการรับรอง หรือ ทดสอบตามมาตรฐาน FCC, UL
- 18.4.1.21 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 18.4.2 อุปกรณ์ Access Switch 48 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink ชนิด POE
- 18.4.2.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต
- 18.4.2.2 มีพอร์ตแบบ IEEE 802.3at หรือ PoE 740 Watt จำนวน 48 พอร์ต
- 18.4.2.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching capacity ไม่น้อยกว่า 104 Gbps และ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 77 Mbps
- 18.4.2.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 4 GB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 2 GB
- 18.4.2.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K

- 18.4.2.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 1024
- 18.4.2.7 สนับสนุนการเข้ารหัส MACsec encryption
- 18.4.2.8 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้
- 18.4.2.9 สนับสนุนการทำงานพื้นฐานดังต่อไปนี้ STP, Trucking, Private VLAN (PVLAN), IP SLA Responder ได้
- 18.4.2.10 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
- 18.4.2.11 รองรับการจ่ายไฟสำรองผ่าน Redundant Power Supply
- 18.4.2.12 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
- 18.4.2.13 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 18.4.3 อุปกรณ์ Access Switch 24 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink ชนิด POE
- 18.4.3.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- 18.4.3.2 มีพอร์ตแบบ IEEE 802.3at หรือ PoE 370 Watt จำนวน 24 พอร์ต
- 18.4.3.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching capacity ไม่น้อยกว่า 56 Gbps และ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 41 Mbps
- 18.4.3.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 4 GB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 2 GB
- 18.4.3.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K
- 18.4.3.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 1024
- 18.4.3.7 สนับสนุนการเข้ารหัส MACsec encryption
- 18.4.3.8 สนับสนุนการทำงานแบบ Control Plane Policing (CoPP) เพื่อป้องกันการโจมตีหน่วยประมวลผลกลางได้
- 18.4.3.9 สนับสนุนการทำงานพื้นฐานดังต่อไปนี้ STP, Trucking, Private VLAN (PVLAN), IP SLA Responder ได้
- 18.4.3.10 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
- 18.4.3.11 รองรับการจ่ายไฟสำรองผ่าน Redundant Power Supply
- 18.4.3.12 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
- 18.4.3.13 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 18.4.4 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access point) มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- 18.4.4.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการรับส่งข้อมูลโดยใช้ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5GHz
- 18.4.4.2 สนับสนุนการทำงานร่วมกับ Wireless Lan Controller
- 18.4.4.3 สามารถเป็น Controller ในตัวเองได้

18.4.4.4 ความสามารถของ 802.11 ac

18.4.4.4.1 รองรับการเชื่อมต่อแบบ 4x4 MIMO downlink MU-MIMO with four spatial streams

18.4.4.4.2 มีอัตราส่วนแบบ MRC

18.4.4.4.3 รองรับ 802.11ac beamforming

18.4.4.4.4 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz , 80 MHz และ 160 MHz

18.4.4.4.5 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY ถึง 3.47 Gbps (160 MHz,5GHz)

18.4.4.4.6 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

18.4.4.4.7 สามารถเลือกความถี่แบบ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้

18.4.4.4.8 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)

18.4.4.5 ความสามารถของ 802.11ax

18.4.4.5.1 4x4 uplink/downlink MU-MIMO with four spatial streams

18.4.4.5.2 Uplink/downlink OFDMA

18.4.4.5.3 TWT

18.4.4.5.4 BSS coloring

18.4.4.5.5 มีอัตราส่วนแบบ MRC

18.4.4.5.6 รองรับ 802.11ax beamforming

18.4.4.5.7 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz , 80 MHz และ 160 MHz

18.4.4.5.8 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY data rates up to 5.38 Gbps (160 MHz with 5 GHz and 20 MHz with 2.4 GHz)

18.4.4.5.9 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)

18.4.4.5.10 สามารถเลือกความถี่แบบ 802.11 DFSได้

18.4.4.5.11 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)

18.4.4.6 เข้ารหัสข้อมูลมาตรฐาน WPA WPA2 และ WPA3 ได้

18.4.4.7 มีเสาอากาศ Integrated Antenna แบบรอบทิศทาง กำลังขยายไม่น้อยกว่า 3 dBi ที่ความถี่ 2.4GHz และ 4 dBi ที่ความถี่ 5GHz

18.4.4.8 เชื่อมต่อด้วยความเร็ว 10/100/1000base-T autosensing แบบ RJ45

18.4.4.9 มี LED แสดงสถานะการทำงาน

18.4.4.9.1 รองรับมาตรฐาน UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1

- 18.4.4.9.2 รองรับการจ่ายไฟแบบ Power inline ตามมาตรฐาน 802.3at
- 18.4.4.9.3 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับ Core Switch และ Access Switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์
- 18.4.4.9.4 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 18.4.5 อุปกรณ์ควบคุมตัวรับส่งเครือข่ายไร้สาย Wireless Access Point Controller มีคุณสมบัติขั้นต่าดังนี้
 - 18.4.5.1 สามารถเพิ่ม License Access Point ได้ รองรับได้สูงสุด 250 Access Point
 - 18.4.5.2 สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Wireless-B/G/N/AC/AX (802.11b/g/n/ac/ax)
 - 18.4.5.3 รองรับ Maximum number of clients อย่างน้อย 5000 Clients
 - 18.4.5.4 มี Maximum throughput อย่างน้อย 5 Gbps
 - 18.4.5.5 รองรับ Fixed uplinks แบบ 2x 10G/Multigigabit copper or 2x 10G/Multigigabit fiber
 - 18.4.5.6 รองรับพอร์ตเชื่อมต่อ LAN 10/100 แบบ RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - 18.4.5.7 รองรับพอร์ต Console 10/100 แบบ RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
 - 18.4.5.8 รองรับพอร์ต Console แบบ mini-USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
 - 18.4.5.9 รองรับระบบความปลอดภัยแบบ Wired Equivalent Privacy (WEP) RC4 40, 104 and 128 bits (both static and shared keys)
 - 18.4.5.10 รองรับ DHCP, TCP/IP
 - 18.4.5.11 รองรับการจัดการแบบ SNMP v1, v2c, v3
 - 18.4.5.12 รองรับ Web Based Management
 - 18.4.5.13 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับ Core switch และ Access Switch เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์
 - 18.4.5.14 ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 18.4.6 อุปกรณ์ป้องกันการบุกรุกเครือข่าย Data Center Firewall มีคุณสมบัติขั้นต่าดังนี้
 - 18.4.6.1 เป็นอุปกรณ์เฉพาะ Hardware appliance ที่ออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่ Next Generation Firewall โดยเฉพาะ
 - 18.4.6.2 มี Throughput ไม่น้อยกว่า 1.5 Gbps เมื่อเปิดการใช้งานแบบ Firewall ร่วมกับ Application control พร้อมกัน
 - 18.4.6.3 สามารถทำงานในรูปแบบของ Intrusion Prevention System โดยมี Throughput สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.5 Gbps
 - 18.4.6.4 มี Network Interface แบบ RJ-45 จำนวน 8 พอร์ต และ SFP จำนวน 4 พอร์ต
 - 18.4.6.5 รองรับการเชื่อมต่อ Maximum current connections สูงสุดไม่น้อยกว่า 200,000 sessions
 - 18.4.6.6 รองรับการเชื่อมต่อ New connections per second สูงสุดไม่น้อยกว่า 15,000 connections per second
 - 18.4.6.7 สามารถทำงานแบบ IPSEC VPN Throughput สูงสุดไม่น้อยกว่า 1 Gbps

- 18.4.6.8 รองรับการดำเนินงานแบบ Transport Layer Security (TLS) ได้อย่างน้อย 700 Mbps
- 18.4.6.9 มี Hard disk แบบ Solid State ขนาดไม่น้อยกว่า 200 GB
- 18.4.6.10 มี Management Interface แบบ 10M/100M/1GBASE-T อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 18.4.6.11 อุปกรณ์สามารถตรวจจับและป้องกันการโจมตี ในรูปแบบดังต่อไปนี้ ได้แก่ Worm, Backdoor, Spyware, Port Scans, VoIP Attacks, IPv6 Attacks, Dos Attacks, Buffer Overflows, P2P Attacks, Statistical Anomalies, Protocol Anomalies, Application Anomalies, Blended Threats และ Zero-day Threats
- 18.4.6.12 สามารถวิเคราะห์ Advance Malware ได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Analysis และทำการวิเคราะห์การทำงานของไฟล์บนระบบที่มีการควบคุม (Cloud Sandboxing) รวมถึงสามารถตรวจสอบ File ย้อนหลังได้กรณีที่ File ถูกวิเคราะห์ว่าเป็น Malware ในภายหลัง (Retrospective)
- 18.4.6.13 สามารถทำการกำหนด IP Address และ Service Port แบบ Network Address Translation (NAT) และ Port Address Translation (PAT) ได้
- 18.4.6.14 รองรับการดำเนินงาน High Availability แบบ Active-Standby หรือ Active-Active หรือแบบ Stackable ได้เป็นอย่างน้อย
- 18.4.6.15 รองรับ Open API เพื่อให้สามารถบริหารจัดการจาก 3rd Party software หรือ ระบบบริหารจัดการภายนอกได้
- 18.4.6.16 เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองความปลอดภัยในการใช้งานจาก EN , UL และ CSA เป็นอย่างน้อย
- 18.4.6.17 มีขนาดมาตรฐานไม่เกิน 1U และ สามารถติดตั้งในตู้ RACK ขนาด 19 นิ้วได้
- 18.4.6.18 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องอยู่ใน Quadrant ที่เป็น Leaders ของ Gartner Enterprise Network Firewall ปี 2019
- 18.4.6.19 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมาพร้อมกับลิขสิทธิ์ สำหรับเข้าถึงฐานข้อมูลด้านความปลอดภัย (Threat Intelligent) จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 18.4.6.20 อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมาพร้อมกับประกันอุปกรณ์เจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 18.4.7 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 KVA มีคุณลักษณะ
- 18.4.7.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 3000VA/2700 Watt
- 18.4.7.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
- 18.4.7.3 รองรับ Smart Battery Management , Extended Battery module Auto-detection
- 18.4.7.4 รองรับ Generator Compatible , Overload Protection
- 18.4.7.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ใน 230 $\pm$ 10% VAC
- 18.4.7.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง (Input Voltage Range) 80-300 Vac
- 18.4.7.7 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง 208 $\pm$ 1%, 220 $\pm$ 1%, 230 $\pm$ 1%, 240 $\pm$ 1% VAC

- 18.4.7.8 มี Input Frequency Detection แบบ Auto-sensing
- 18.4.7.9 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid
- 18.4.7.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack/Tower
- 18.4.7.11 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS
- 18.4.8 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 KVA มีคุณลักษณะ
 - 18.4.8.1 เครื่องสำรองไฟฟ้าที่มีขนาด 2000VA/1800Watt
 - 18.4.8.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
 - 18.4.8.3 รองรับ Smart Battery Management , Extended Battery module Auto-detection
 - 18.4.8.4 รองรับ Generator Compatible , Overload Protection
 - 18.4.8.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ใน $230 \pm 10\%$ VAC
 - 18.4.8.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง (Input Voltage Range) 80-300 Vac
 - 18.4.8.7 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง $208 \pm 1\%$, $220 \pm 1\%$, $230 \pm 1\%$, $240 \pm 1\%$ VAC
 - 18.4.8.8 มี Input Frequency Detection แบบ Auto-sensing
 - 18.4.8.9 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid
 - 18.4.8.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack
 - 18.4.8.11 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS
- 18.4.9 ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA มีคุณลักษณะ
 - 18.4.9.1 เครื่องสำรองไฟฟ้าที่มีขนาด 1000VA/900Watt
 - 18.4.9.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
 - 18.4.9.3 รองรับ Smart Battery Management , Extended Battery module Auto-detection
 - 18.4.9.4 รองรับ Generator Compatible , Overload Protection
 - 18.4.9.5 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ใน $230 \pm 10\%$ VAC
 - 18.4.9.6 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง (Input Voltage Range) 80-300 Vac
 - 18.4.9.7 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ในช่วง $208 \pm 1\%$, $220 \pm 1\%$, $230 \pm 1\%$, $240 \pm 1\%$ VAC
 - 18.4.9.8 มี Input Frequency Detection แบบ Auto-sensing
 - 18.4.9.9 ชนิดของแบตเตอรี่เป็นชนิด Sealed Lead-acid
 - 18.4.9.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่เป็นแบบ Rack
 - 18.4.9.11 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, EAC และ RoHS

18.4.10 แร็คขนาด 42 U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

18.4.10.1 เป็นตู้แร็คขนาด 42U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร

18.4.10.2 มีรางไฟฟ้าที่มีได้รับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet

18.4.10.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

18.4.10.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

18.4.11 แร็คขนาด 27U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

18.4.11.1 เป็นตู้แร็คขนาด 15 U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร

18.4.11.2 มีรางไฟฟ้าที่มีได้รับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet

18.4.11.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

18.4.11.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

18.4.12 ตู้แร็คขนาด 12U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

18.4.12.1 เป็นตู้แร็คขนาด 12 U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

18.4.12.2 มีรางไฟฟ้าที่มีได้รับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 6 Outlet

18.4.12.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 1 ตัว

18.4.12.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

18.5 การติดตั้ง

18.5.1 การสำรวจสถานที่ก่อสร้าง

ก่อนจะทำการติดตั้ง/เดินสายเคเบิล ผู้รับจ้างต้องสำรวจบริเวณที่จะติดตั้งเพื่อศึกษาถึงลักษณะและสภาพทั่วไป เพื่อที่จะไม่มีผลกระทบในการเดินสายเคเบิลและการจัดการโยกย้ายสิ่งกีดขวาง

18.5.2 Pulling Tension

Cable pulling tensions จะต้องไปเกินมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

18.5.3 Bend Radius

Bend radius จะต้องไม่มากเกินไปเท่าที่มาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

ระยะห่างของ UTP cable termination bend radius สำหรับ 4-pair cable มีความโค้งงอได้มากที่สุดไม่เกิน 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกของสายไฟและ 10 เท่า สำหรับสายแบบ multi-pair ซึ่งสามารถกระทำได้โดยไม่ขัดต่อมาตรฐาน/ข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิต

ในระหว่างการติดตั้งจริง bend radius on 4-pair cable จะต้องไม่เกิน 8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสายเคเบิล และ 10 เท่าสำหรับ multi-pair ซึ่งสามารถกระทำได้โดยไม่ขัดต่อมาตรฐาน/ข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิต

18.5.4 Slack

จะต้องเหลือพื้นที่ใช้งานอย่างน้อย 300 mm (12 in) ไว้สำหรับสาย UTP

ในกล่องสัญญาณสื่อสารจะต้องเหลือ slack อย่างน้อย 3 m (10 ft) สำหรับสายไฟอื่นๆ Slack จะต้องจัดเก็บไว้ในรางวางสายไฟอย่างเรียบร้อย

18.5.5 Cable Tie Wraps

Tie wraps ต้องมีระยะที่เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยของแต่ละสายเคเบิล อีกทั้งมีความยืดหยุ่นในจุด termination points ด้วยการห่อหุ้มนี้ไม่ควรแน่นจนเกินไปในจุดที่มีการห่อหุ้มของสายเคเบิล

สายหลัก สำหรับ Hook และ loop ควรจะมีการใช้งานในตู้เก็บเนื่องจากสายเคเบิล และปลายทางสายอาจมีการแก้ไข ใช้งานได้บ่อยๆ

18.5.6 Grounding/Earthing

สายดินและ bonding ให้กระทำถูกต้องตามรหัสและข้อกำหนด

18.6 การทดสอบ

การทดสอบคุณสมบัติ : (เพื่อทดสอบว่าหลักการติดตั้งแล้วการใช้งานนั้นเข้าขั้นมาตรฐาน) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้:-

18.6.1 คุณสมบัติของ 4 คู่สาย (4 pairs) เป็นไปตามกำหนดของ TIA-EIA-568C

18.6.2 Channel Length: Measurement of the entire Channel Length. ความยาวของ Channel Length ได้มากที่สุดใน 100 Meters

18.6.3 Attenuation: Maximum attenuation for a 100-Meter Channel at 250 MHz คือ 32.8 dB

18.6.4 ช่องสัญญาณสำหรับ PS NEXT ที่ความถี่ 1 MHz คือ 75.0 dB และ 250 MHz คือ 39.0 dB (เป็นอย่างต่ำ)

18.6.5 Equal Level Far-End Crosstalk (PS ELFEXT) ความถี่อย่างต่ำที่ 250 MHz คือ 17.0 dB

18.6.6 Return Loss: หน่วยวัดสัญญาณเสียงสะท้อน ช่องสัญญาณที่ 250 MHz คือ 17.3 dB เป็นอย่างต่ำ

18.6.7 Channel ใดที่ไม่สามารถผ่านการตรวจสอบจะต้องไปรับการซ่อมแซม/เปลี่ยนหรือเดินสายใหม่หากจำเป็น

18.6.8 Channel Test, Category 6 หรือ Cat 6A สำหรับอุปกรณ์ AP (Access Point) ตามที่แบบกำหนด

18.7 การรับประกัน Cabling System

อุปกรณ์ทุกชนิดที่มีการติดตั้งต้องได้รับการรับประกันจากบริษัทผู้ผลิตและได้คุณภาพตามที่ ผู้รับจ้าง/ผู้ผลิตสินค้าต้องรับผิดชอบเมื่อมีการซ่อมแซม เปลี่ยนอุปกรณ์ หรืออุปกรณ์ที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด ทั้งนี้รวมถึงรับผิดชอบในส่วน of ค่าจ้างแรงงานด้วย

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์เกี่ยวกับ Cabling system พร้อมทั้งมีใบรับประกันคุณภาพซึ่งใช้มากกว่า 15 ปี นอกจากนั้นใบรับประกันยังรวมถึงการบริการเสริมพิเศษอื่นๆ ด้วย รวมถึงความช่วยเหลือในการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในการเข้ารับการให้บริการด้วย

19. ระบบ IP PABX

19.1 คุณสมบัติของอุปกรณ์ ระบบ IP PABX

19.1.1 ระบบตู้สาขาโทรศัพท์ IP-PABX

ผู้รับจ้างเสนอราคาต้องทำการติดตั้งระบบตู้สาขาโทรศัพท์ ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีโดยมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าดังต่อไปนี้

19.1.1.1 รองรับผู้ใช้งานได้สูงสุด 3,000 user และรองรับการโทรพร้อมกันได้สูงสุด 450 คู่สาย (G.711) Available

19.1.1.2 สามารถรองรับได้ไม่น้อยกว่า 8 (FXO) คู่สายนอก และ 8 (FXS) คู่สายใน

19.1.1.3 รองรับ Protocol แบบ SIP, TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, IAX, ICMP, ARP, DNS, DDNS, DHCP, NTP, TFTP, SSH, HTTP/HTTPS, PPPoE, STUN, SRTP, TLS, LDAP, HDLC, HDLC-ETH, PPP, Frame Relay (pending), IPv6, OpenVPN® ได้เป็นอย่างดี

19.1.1.4 มี Port USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และรองรับ SD card interface ได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

19.1.1.5 สามารถรองรับระบบ Voice-over-Packet Capabilities แบบ LEC with NLP Packetized Voice Protocol Unit, 128ms-tail-length carrier grade Line Echo Cancellation, Dynamic Jitter Buffer, Modem detection & auto-switch to G.711, NetEQ, FEC 2.0, jitter resilience up to 50% audio packet loss

19.1.1.6 มีPort Interface Three self-adaptive Gigabit ports (switched, routed or dual mode) แบบ PoE+ เป็นอย่างน้อย

19.1.1.7 สามารถรองรับการทำงานในลักษณะของ Voice and Fax Codecs แบบ Opus, G.711 A-law/U-law, G.722, G.722.1 G.722.1C, G.723.1 5.3K/6.3K, G.726-32, G.729A/B, iLBC, GSM; T.38

19.1.1.8 ได้เป็นอย่างดี

19.1.1.9 สามารถสร้าง 10 Video Conference rooms and สูงสุด 80 parties ที่คุณภาพ 1080p, assuming

4 video feeds + 1 screen sharing (H.264 & Opus) Voice Conference: สูงสุด 300 parties (G.711) ได้

19.1.1.10 รองรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Windows 10 ขึ้นไป และ Mac OS 10+), Web (Firefox และ Chrome Browsers) และ Mobile (Android & iOS)

19.1.1.11 สามารถเลือกที่จะทำการติดตั้งในตู้ Rack 19" ได้ เพื่อความประหยัดพื้นที่ ในกรณีที่มี Rack 19" ติดตั้งใช้งานอยู่แล้ว

19.1.1.12 เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศอเมริกา หรือทวีปยุโรป ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

19.1.1.13 ผลิตภัณฑ์มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 2 ปี

19.1.2 เครื่องโทรศัพท์ IP Phone สำหรับชุดพนักงาน

19.1.2.1 เป็นเครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าจอขนาด 132 x 48 (2.41'') backlit graphical LCD display

19.1.2.2 มีปุ่มควบคุมแบบ 2 line keys with dual-color LED and support for 4 SIP accounts, 4 XML programmable context sensitive soft keys, 5 (navigation, menu) keys. 10 BLF keys, 8 dedicated function keys for: MESSAGE(with LED indicator), TRANSFER, HEADSET, MUTE, SEND/REDIAL, SPEAKERPHONE, VOL+, VOL

19.1.2.3 รองรับ Protocol แบบ SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, RTCP-XR, HTTP/HTTPS, ARP, ICMP, DNS(A record, SRV, NAPTR), DHCP, PPPoE, SSH, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, LLDP, LDAP, TR069, SNMP, 802.1x, TLS, SRTP, IPv6 ได้เป็นอย่างน้อย

19.1.2.4 มี Gigabit Ethernet 10/100/1000 อย่างน้อย 2 พอร์ต (สำหรับ LAN และ PC)

19.1.2.5 สามารถทำงานได้แบบ Power over Ethernet (PoE)

19.1.2.6 มีมาตรฐานการเข้ารหัสชนิด G.729A/B, G.711μ/a-law, G.726, G.722(wide-band), G.723,iLBC, OPUS, in-band and out-of-band DTMF(in audio, RFC2833, SIP INFO), VAD, AEC, CNG, PLC, AGC

19.1.2.7 สามารถกำหนด Quality of Service (QoS) ได้แบบ Layer 2 QoS (802.1Q, 802.1P) and Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS

19.1.2.8 มีมาตรฐาน FCC: Part 15 Class B; FCC Part 68 HAC; CE: EN 55032; EN 55035; EN 61000-3-2; EN 61000-3-3; EN 62368-1; RCM: AS/NZS CISPR32; AS/NZS 62368.1; AS/CA S004; IC: ICES-003; CS-03 เป็นอย่างน้อย

19.1.2.9 ผลิตภัณฑ์ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับระบบตู้สาขาโทรศัพท์ IP-PABX

19.2 เครื่องโทรศัพท์ IP phone สำหรับเจ้าหน้าที่ Operator

19.2.1 เป็นเครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าจอขนาด 4.3 inch (480x272) TFT color LCD

19.2.2 มีปุ่มควบคุมแบบ 12 line keys with up to 6 SIP accounts, 5 XML programmable context sensitive softkeys, 5 navigation/menu keys, 11 dedicated function keys for: MESSAGE (with LED indicator), PHONEBOOK, TRANSFER, CONFERENCE, HOLD, HEADSET, MUTE, SEND/ REDIAL, SPEAKERPHONE, VOL+, VOL

19.2.3 มี Bluetooth เพื่อรองรับการเชื่อมต่อ Handset or Mobile

19.2.4 รองรับ Protocol แบบ SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP, ICMP, DNS (A record, SRV, NAPTR), DHCP, PPPoE, SSH, TELNET, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, LLDP, LDAP, TR-069, 802.1x, TLS, SRTP, IPv6, CDP/SNMP/RTCP-XR

19.2.5 มี Gigabit Ethernet 10/100/1000 อย่างน้อย 2 พอร์ต (LAN and PC port)

19.2.6 สามารถทำงานได้แบบ Power over Ethernet (PoE)

19.2.7 ต้องมี Extension Module modules which features a 128x384 graphic LCD, 20 quick-dial/BLF keys which dual-color LED, 2 navigation keys, and less than 1.2W power consumption per unit อย่างน้อย 1 Module

19.2.8 มีมาตรฐานการเข้ารหัสชนิด G.729A/B, G.711μ/a-law, G.726, G.722 (wide-band), G.723.1, iLBC, Opus , and iLBC,in-band and out-of-band DTMF (in audio, RFC2833, SIP INFO), VAD, CNG, AEC, PLC, AEC, AGC

19.2.9 สามารถกำหนด Quality of Service (QoS) ได้แบบ Layer 2 QoS (802.1Q, 802.1P) and Layer 3 (ToS, DiffServ, MPLS) QoS

19.2.10 มีมาตรฐาน FCC Part 15 (CFR 47) Class B; EN55022 Class B, EN55024, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN 60950-1, EN62479 AS/NZS CISPR 22 Class B, AS/NZS CISPR 24, RoHS; UL 60950 (power adapter) เป็นอย่างน้อย

19.2.11 มี Adapter จ่ายไฟฟ้ารองรับกระแสไฟฟ้า Input 100-240VAC 50-60Hz

19.2.12 ผลิตภัณฑ์ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันกับระบบตู้สาขาโทรศัพท์ IP-PABX

19.2.13 อุปกรณ์ Switch network สำหรับเชื่อมต่อกับระบบ IP Telephone ให้ใช้งานร่วมกับระบบ DATA NETWORK

20. ระบบควบคุมการเข้าออกประตู

20.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะและการติดตั้งระบบควบคุมประตูรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ทั้งหมด เพื่อให้การใช้งานระบบควบคุมประตูมีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

- ระบบต้องสามารถใช้งานกับบัตรของบุคลากรในปัจจุบันได้
- ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน Access control เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญ ในการออกแบบ และผลิตระบบดังกล่าวมาเป็นเวลานาน มีผลงานอยู่ทั่วโลก
- ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต มีผลงานในการติดตั้งในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีจำนวนผลงานที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 ผลงาน โดยมีขอบข่ายครอบคลุมดังรายละเอียดดังนี้
 - อุปกรณ์กลอนประตูสามารถเลือกใช้ได้ดังนี้ (โดยให้เหมาะสมกับสภาพงานและเปิดออกในเส้นทางหนีไฟ)
 - MAGNETIC DOOR LOCKING เป็นชนิดใช้แรงแม่เหล็ก ซึ่งมีแรงดูดไม่น้อยกว่า 600 ปอนด์
 - MECHANICAL LATCH LOCK ชนิดติดตั้งที่วงกบประตู (Door Strike)
 - ELECTRICAL DEAD BOLT เป็นชนิดใช้สลักยึด เพื่อทำการล็อกประตู (Drop Bolt)
 - ระบบอุปกรณ์และเครื่องมือที่เสนอต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
 - ระบบต้องสามารถทำงานในลักษณะ Off Line กล่าวคือต้องสามารถทำงานโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เมื่อระบบขาดการติดต่อจากเครื่องคอมพิวเตอร์ Server
 - สามารถทำงานได้ต่อเนื่องตลอดเวลา โดยไม่มีผลกระทบเนื่องจากปัญหากระแสไฟฟ้าและหรือระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขัดข้อง
 - มีปุ่มเปิดประตูดอกที่มีความคงทนและสะดวกต่อการใช้งาน
 - มีระบบไฟฟ้าสำรองสามารถจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
 - ระบบสามารถบันทึกการข้อมูลผ่านเข้าออก และเพื่อนำมาจัดทำรายงานได้
 - ระบบทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคล่องตัวตามรายการข้างล่าง โดยมีวิธีการที่มีความปลอดภัยสูง
 - จัดทำบัตรผ่านใหม่
 - เพิ่มรายชื่อผู้ผ่านเข้า (เพิ่มหมายเลขบัตรใหม่)
 - ยกเลิกรายชื่อผู้ผ่านเข้า (ยกเลิกบัตรเก่า)
 - กำหนดวันเวลาที่อนุญาตให้เข้าและหมดอายุได้
 - สามารถให้ผ่านออกได้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
 - อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz เป็นอย่างดี

- รายการประกอบแบบนี้ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเสนอราคา การทำงานและการติดตั้งระบบ สำหรับการขออนุมัติวัสดุในแต่ละผลิตภัณฑ์มักจะมีค่าทางวิศวกรรมและรายละเอียดที่แตกต่างกันไป ทางผู้ออกแบบไม่ได้มีเจตนาใดๆในการเจาะจงผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ในกรณีที่การขออนุมัติวัสดุไม่สามารถเทียบค่าได้ตรงทุกค่าของรายการประกอบแบบนี้ ขอให้ทางผู้รับจ้างหรือผู้ผลิตอธิบายให้ได้ว่าคุณสมบัติ คุณภาพสินค้า และการทำงานสามารถทำได้เทียบเท่ากัน ก็สามารถอนุมัติให้ใช้งานได้ แต่ถ้ามูลค่างานพิสูจน์ทราบได้ว่ามีงบประมาณที่ลดลง ทางผู้รับจ้างต้องคืนส่วนต่างให้กับทางเจ้าของโครงการ เพื่อความโปร่งใสชัดเจนกับทุกฝ่าย

20.2 รายละเอียดวัสดุอุปกรณ์

ระบบ Access control ที่จัดหาจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐาน ต้องมีผลงานการติดตั้งซึ่งได้รับการยอมรับจากหน่วยงานราชการหรือเอกชนไม่ต่ำกว่า 10 เครื่องอ่านบัตรต่อระบบ และจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบต่างๆที่มีคุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- Computer Workstation
- ซอฟต์แวร์ควบคุมการเข้าออก (Access Control Software)
- เครื่องควบคุมระบบ (Access Control Panel)
- เครื่องอ่านบัตร (Card Reader)
- บัตร (Card)
- ล็อคไฟฟ้า (Electromagnetic Lock, Drop Bolt, Strike Lock)
- สวิตช์ปุ่มกดเปิดประตู
- Emergency Break Glass

โดยอุปกรณ์และความต้องการทางด้านเทคนิคประกอบข้างต้นจะต้องมีรายละเอียดดังนี้

20.2.1 Computer Workstation

20.2.1.1 เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปประกอบจากโรงงาน ไม่ใช่เครื่องประกอบในร้านค้า

20.2.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแบบหรือชนิดตั้งโต๊ะ หรือ PC

20.2.1.3 มี CPU หรือระบบประมวลผล Intel core I5 เป็นอย่างน้อย

20.2.1.4 มี หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8 GB

20.2.1.5 มี HDD ชนิด SSD ภายในขนาดไม่น้อยกว่า 1TB

20.2.1.6 มีระบบปฏิบัติการหรือ OS มาพร้อมกับเครื่อง ที่ถูกต้องตามกฎหมาย

20.2.1.7 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Office ที่ถูกต้องตามกฎหมาย

20.2.1.8 มีจอภาพขนาด 23 นิ้วมาพร้อมกับตัวเครื่อง

20.2.1.9 มี Keyboard และ mouse มาพร้อมกับตัวเครื่อง

20.2.2 เครื่องเก็บข้อมูลระบบ (Server) มีคุณสมบัติดังนี้

20.2.2.1 มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel® Xeon หรือดีกว่า

20.2.2.2 มีหน่วยความจำหลักแบบ DDR4 ขนาด 16GB หรือดีกว่า

20.2.2.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hot Swap Hard Disk Drives แบบ SATA หรือ SAS ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 4 TB ที่รองรับการทำ RAID 1 แล้วจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ลูก

20.2.2.4 มีพอร์ต Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

20.2.2.5 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอจะต้องเป็นรุ่นที่ได้รับการออกแบบเพื่อติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ

20.2.2.6 มี operating System เป็น Microsoft Window 2019 หรือดีกว่า และคู่มือการใช้งานที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

20.2.2.7 รองรับ Dual, Hot-Plug, Fully Redundant Power Supply (1+1)

20.2.3 ซอฟต์แวร์ควบคุมการเข้าออก (Access Control Software)

20.2.3.1 เป็นโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการและควบคุมการเข้า-ออกของบุคคล และกลุ่มคน ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก ดังนี้

20.2.3.2 รองรับการสื่อสารบน TCP/IP ในการสื่อสารระหว่าง Application Server, Client Workstations, และอุปกรณ์หลักอื่นๆ ภายในระบบ Access control โดยระบบฯ สามารถรับรู้สถานะแบบ Real Time ของอุปกรณ์ได้แก่ Access Control Panel, Workstation เป็นต้น

20.2.3.3 สามารถสื่อสารกับชุดควบคุมการเข้า-ออกโดยใช้ TCP/IP

20.2.3.4 ระบบจะต้องมีความยืดหยุ่นในการขยายการทำงานในอนาคตทั้ง ในส่วนของจำนวนอุปกรณ์ที่ระบบควบคุมและฟังก์ชันการทำงาน (Scalability) เฉพาะในส่วนที่จำเป็นต้องใช้งานได้

20.2.3.5 ระบบจะต้องสามารถตรวจสอบและบันทึกเหตุการณ์ของ Card Access, Alarm และ Operator Activity ลงฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูในรูปแบบรายงานได้

20.2.3.6 รองรับการเพิ่มอุปกรณ์โดยการ ค้นหาหมายเลขไอพี, ช่วงหมายเลขไอพี, ช่วงหมายเลขพอร์ต, นำเข้ารายชื่ออุปกรณ์มากกว่า 1 อุปกรณ์จากไฟล์, กำหนดหมายเลขไอพีของอุปกรณ์เอง ได้เป็นอย่างดี

20.2.3.7 สามารถดูภาพสดของกล้องที่ผูกกับประตูได้ โดยเมื่อประตูเชื่อมโยงกล้องจะแสดงในโหมด Picture-in-Picture และสามารถดูวิดีโอสดของกล้องสองตัวได้ในหน้าต่างแสดงผลเดียว

20.2.3.8 ควบคุมสถานะประตูเป็น ปลดล็อก, ล็อก, ค้างการปลดล็อก และ ค้างการล็อก

20.2.3.9 สามารถแสดงข้อมูลการบันทึกการสแกนบัตรแบบเรียลไทม์

20.2.3.10 จะควบคุมสถานะประตูทั้งหมดว่าห้าม / อนุญาตให้ใช้งานได้ทุกประตู

20.2.3.11 รองรับการแสดงสถานะเรียลไทม์ของอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก

20.2.3.12 รองรับฟังก์ชันในการตรวจสอบความถูกต้องในการกำหนดค่าแก่อุปกรณ์ควบคุมเข้า-ออก ดังนี้

20.2.3.12.1 สามารถดูสถานะของบุคคลซึ่งมี/ไม่มี ข้อมูลสิทธิ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาศูนย์พัฒนาศักยภาพมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- บุคคลที่ไม่มีการกำหนดค่าข้อมูลรับรอง
- บุคคลที่ไม่มีการกำหนดค่าบัตร
- บุคคลที่ไม่มีการกำหนดลายนิ้วมือ
- ผู้ที่มีบัตรชั่วคราว
- บุคคลที่มีบัตรรายงานว่าสูญหาย

20.2.3.12.2 สามารถดูสถานะของอุปกรณ์ควบคุมการเข้าออกและอุปกรณ์ควบคุมลิฟต์ได้

- ชื่ออุปกรณ์
- สถานะเครือข่าย
- สถานะการเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์บริหารจัดการ
- เวลาของอุปกรณ์
- บุคคลในอุปกรณ์และข้อมูลสิทธิ์ที่กำหนดบนอุปกรณ์
- บุคคลในระบบและข้อมูลประจำตัวในระบบ
- บุคคลที่ข้อมูลไม่สามารถอัปเดตไปยังอุปกรณ์ หรือการส่งข้อมูลล้มเหลวและสิทธิ์ที่กำหนดให้ใช้กับอุปกรณ์ล้มเหลว
- บุคคลที่ข้อมูลอัปเดตไปยังอุปกรณ์สำเร็จ

20.2.3.12.3 สามารถทดสอบว่าอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก สามารถทำงานได้ตามการตั้งค่าปัจจุบันหรือไม่

20.2.3.12.4 ต้องมีอุปกรณ์สำหรับแสดงข้อความต้อนรับ เวลา ป้ายทะเบียนของรถที่เข้า โดยที่สามารถแสดงเป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทยได้ ทั้งทางเข้าและทางออกเป็นอย่างน้อย

20.2.4 เครื่องควบคุมระบบ (Access Control Panel) อุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก ชนิดอ่านจดจำใบหน้า (Face Recognition Terminal)

20.2.4.1 หน้าจอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว แบบ Touch screen หรือดีกว่า

20.2.4.2 มีกล้องภายในตัวเครื่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 2MP แบบ wide-angle lens หรือดีกว่า

20.2.4.3 รองรับระบบเสียง Two-way audio

20.2.4.4 รองรับการทำงานแบบ Face recognition และ Card Reader

20.2.4.5 มีระยะการจดจำใบหน้าได้ระหว่าง 0.3 ถึง 3 เมตร และเวลาการจดจำใบหน้า ไม่มากกว่า 0.2 วินาทีต่อคน หรือดีกว่า

20.2.4.6 รองรับใบหน้าได้ไม่น้อยกว่า 6,000 ใบหน้า, 6,000 การ์ด , นิ้ว 5,000 นิ้ว และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 50,000 เหตุการณ์

20.2.4.7 สามารถป้องกันการตรวจจับใบหน้าที่ไม่ใช่บุคคลจริงได้ เช่น ป้องกันการตรวจจับใบหน้าจากภาพถ่าย หรือรูปถ่ายจากโทรศัพท์มือถือได้

20.2.4.8 รองรับโปรโตคอล ISAPI และ ISUP 5.0

20.2.4.9 รองรับการแจ้งเตือนการสวมหน้ากาก และการแจ้งเตือนด้วยเสียงพูด (audio prompt) หรือดีกว่า

20.2.4.10 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ RJ45 ความเร็ว 10/100/1000Mbps

20.2.4.11 รองรับโปรโตคอลการสื่อสารแบบ TCP/IP หรือดีกว่า

20.2.4.12 รองรับการเชื่อมต่อแบบเอาต์พุต IO ไม่น้อยกว่า 1 port และ แบบอินพุต IO ไม่น้อยกว่า 2 port

20.2.4.13 รองรับการเชื่อมต่อแบบ Wiegand และต้องสามารถใช้งานกับบัตรของทาง มหาวิทยาลัย มศว ได้อย่างสมบูรณ์

20.2.4.14 อุปกรณ์มีช่องเชื่อมต่อ USB ไม่น้อยกว่า 2 port

20.2.4.15 รองรับฟังก์ชันการทำงาน Network Time Protocol (NTP) สำหรับการซิงโครไนซ์เวลาอัตโนมัติ

20.2.4.16 อุปกรณ์รองรับภาษาไทย

20.2.4.17 สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -30~60 องศาเซลเซียส และที่ความชื้น 90% RH หรือดีกว่า

20.2.4.18 ใช้ไฟกระแสดตรง 12VDC ได้เป็นอย่างดี

20.2.4.19 ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน CE และ FCC เป็นอย่างน้อย

20.2.4.20 ได้รับมาตรฐานกันน้ำ IP65 หรือดีกว่า

20.2.4.21 สินค้าต้องมีการรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

20.2.4.22 บริษัทหรือตัวแทนจำหน่ายที่เสนอสินค้าให้กับทางหน่วยงาน จะต้องมีการเอกสารแต่งตั้งจากโรงงานผู้ผลิต โดยจะต้องมีการระบุชื่อโครงการอย่างชัดเจน ในการยื่นขอประกวดราคา

20.2.4.23 อุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก ที่เสนอให้กับหน่วยงานจะต้องไม่เป็นสินค้า OEM (Original Equipment Manufacturer) หรือสินค้าที่จ้างโรงงานอื่นในการผลิต จะต้องมีการยืนยันจากโรงงาน ในการยื่นขอประกวดราคา

20.2.5 ระบบควบคุมการเปิด-ปิด ไม้กั้น (Gate Barrier) ประกอบด้วย

20.2.5.1 อุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก ชนิดอ่านป้ายทะเบียนรถ

20.2.5.1.1 เป็นกล้องชนิด IP camera ความละเอียดไม่น้อยกว่า 4MP ขนาด Image Sensor 1/3" Progressive Scan CMOS

20.2.5.1.2 มีความละเอียดสูงสุดไม่น้อย 2688 x 1520 pixel มีขนาดเลนส์ 3.1mm – 6 mm.

20.2.5.1.3 มี Built-in LED แบบ 2 built-in LEDs (integrated white light and IR)

20.2.5.1.4 สามารถทำ Vehicle Recognition ชนิด Vehicle Type , Vehicle Color , Vehicle Brand ได้เป็นอย่างดี

20.2.5.1.5 รองรับการทำ Country/Region supported by ANPR : Mid-east region , Africa region , Asia-Pacific region, America region, Europe region, Russian-speaking regions.

20.2.5.1.6 ความแม่นยำ ANPR Capture rate ต้องไม่น้อยกว่า 98 %, Vehicle moving direction recognition accuracy ต้องไม่น้อยกว่า 96 %, Mistaken capture rate ต้องไม่เกิน 2 % ที่ทางเข้าและออก

20.2.5.1.7 มี RJ45 10M/100M Ethernet port

20.2.5.1.8 มี Triggered Input 3-ch triggered input, including 1-ch I/O triggered input and 2-ch alarm input เป็นอย่างน้อย

20.2.5.1.9 มีการป้องกันชนิด IP67, IK10

20.2.5.1.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับ Software ระบบ Access control เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

20.2.5.2 เครื่องกั้นชนิดไม้ยาว (Gate Barrier Straight Boom pole)

20.2.5.2.1 อุปกรณ์ทำงานด้วยมอเตอร์แบบกระแสตรง รองรับการการทำงานเปิดและปิด 2,500,000 ครั้ง

20.2.5.2.2 รองรับคำสั่ง เปิด ปิด และหยุด ได้เป็นอย่างน้อย

20.2.5.2.3 รองรับ Remote Control คลื่น 430.5 MHz

20.2.5.2.4 มีแขนไม้กั้นความยาว 4 เมตร (หรือเหมาะสมกับขนาดพื้นที่ที่ติดตั้ง)

20.2.5.2.5 มีความเร็วในการยกไม้ไม่น้อยกว่า 3 วินาที

20.2.6 บัตร (Card) ใช้ตามมาตรฐานของทางมหาวิทยาลัย มศว หากไม่มีกำหนดไว้ ให้ใช้รายละเอียด ตามนี้

- เป็นบัตรรองรับหน่วยความจำแบบ 8K หรือ 16K
- ทำงานที่ความถี่ 13.56MHz with ISO/IEC 14443 Type A
- สามารถมีรหัสบัตรแบบ AES/128/2TDEA
- ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรหัสบัตรหรือทำซ้ำได้
- รองรับการใช้งานข้อมูลได้อย่างน้อย 500,000 รอบ
- ทำจากวัสดุอย่างดี PVC หรือ Composite (มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตมาตรฐาน)
- ได้รับมาตรฐาน Based on ISO/IEC 24727-3 2008 with NIST SP800-56A

20.2.7 ชุดแม่เหล็กไฟฟ้าล๊อคประตู (Electromagnetic Lock)

20.2.7.1 รูปแบบอุปกรณ์สำหรับ Lock ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม โดยให้ยึดถือกับความเหมาะสมกับการใช้งาน โดยให้สอดคล้องกับโครงสร้างทางวิศวกรรม และ ไม่ขัดแย้งกับสถาปัตยกรรม ของสถานที่ โดยอุปกรณ์ lock จะมีรายการดังนี้

20.2.7.2 ระบบ LOCK มีดังนี้

- MAGNETIC DOOR LOCKING เป็นชนิดใช้แรงแม่เหล็ก เป็นอุปกรณ์สำหรับล๊อคไม่ให้ประตูเปิด จนกว่าชุดอ่านบัตรจะสั่งให้เปิดได้ ใช้ไฟ 12 VDC ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กที่จะดูดประตูไว้ด้วยแรงไม่ต่ำกว่า 600 ปอนด์
- MECHANICAL LATCH LOCK ชนิดติดตั้งที่วงกบประตู (Door Strike)
- ELECTRICAL DEAD BOLT เป็นชนิดใช้สลักยึด เพื่อทำการล๊อคประตู (Drop Bolt)

20.2.7.3 จะต้องมียลลอปไฟแสดงการทำงานและ Magnetic Contact สำหรับแจ้งสถานะ การปิด-เปิดของประตูอยู่ในตัวเดียวกัน

20.2.7.4 สามารถติดตั้งได้กับประตูทุกแบบ โดยให้ชุดแม่เหล็กติดตั้งกับขอบประตู เพื่อความสะดวกในการเดินสายไฟ และทนทานต่อการใช้งาน

20.2.7.5 สามารถติดตั้งได้แน่นหนาโดยไม่มีชิ้นส่วนใดที่เป็นกลไก หรือต้องเคลื่อนไหวในการใช้งาน

20.2.7.6 มีอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า กรณีไฟฟ้าดับซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าทดแทนได้ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

20.2.7.7 ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟขาดหายไป ELECTRICAL LATCH นี้ จะต้องปลดล็อกโดยอัตโนมัติ (FAIL SAFE)

20.2.8 สวิตช์เปิดประตู (Exit Push Button) ชนิดไม่สัมผัส

20.2.8.1 ทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทานเช่น Stainless Steel

20.2.8.2 เป็นสวิตช์ชนิด No touch / Touch free Exit Sensor

20.2.8.3 มีระยะ 0.1 ถึง 10 เซนติเมตร

20.2.8.4 มีเครื่องหมายหรือตัวอักษรแสดงถึงการใช้งานสำหรับเปิด-ปิดประตู

20.2.8.5 มีแสงสีน้ำเงิน แสดงสถานการณ์ทำงาน

20.2.9 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Break glass)

20.2.9.1 เป็นสวิตช์ฉุกเฉิน เพื่อคลายล็อกให้ประตูเปิดได้ สำหรับออกจากห้องในกรณีมีเหตุฉุกเฉินด้วยการเคาะแผ่นกระจกให้แตกเท่านั้น

20.2.9.2 ใช้กับไฟ 12 VDC ทำงานในระบบ NO หรือ NC ได้

20.2.9.3 ตัวกล่องเป็นพลาสติก ABS สีเขียว พิมพ์อักษรแสดงข้อความ

20.2.10 Door Sensor

20.2.10.1 เป็นลักษณะ DOOR CONTACT แบบ SPDT เพื่อบอกสถานะ (STATUS) ของประตูว่าขณะนั้นเปิดหรือปิดอยู่และรายงานสถานะนั้นไปยัง LOCAL CONTROLLER เป็นชนิด MAGNETIC CONTROL

20.2.11 Alarm Buzzer

20.2.11.1 เป็นอุปกรณ์ส่งเสียง Alarm เมื่อประตูถูกเปิดค้างไว้นาน หรือ ถูกบุกรุก

20.3 การรับประกัน การบริการ การฝึกอบรม และการบำรุงรักษา

20.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบอย่างน้อย 2 ปี

20.3.2 เมื่อเกิดเหตุเครื่องไม่ทำงานหรือชำรุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดต่อกลับเพื่อตรวจสอบและแก้ไขปัญหาให้แล้วเสร็จหลังจากที่ได้รับแจ้งภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง หากพบว่าอุปกรณ์ชำรุด ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า ภายในไม่เกิน 48 ชั่วโมง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างภายในระยะเวลาประกัน

20.3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดโปรแกรมแสดงขั้นตอนการอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้ทราบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การใช้งาน การโปรแกรมและการแก้ไขโปรแกรมให้เข้าใจจนชำนาญ

20.4 การทดสอบและการส่งมอบงาน

20.4.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการและรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนดทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

21. ระบบเสียง

21.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 21.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบเสียงทั้งหมด ให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ DIN หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้
- 21.1.2 วัสดุและอุปกรณ์ใดที่ไม่ปรากฏในแบบหรือในรายการประกอบแบบแต่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้ระบบเสียงทำงานได้โดยสมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง
- 21.1.3 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้านนี้หลัก มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบและผลิตระบบดังกล่าวมาเป็นเวลานานปีมีผลงานอยู่ทั่วโลก ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต มีผลงานในการติดตั้งในประเทศมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปีและมีจำนวนผลงานที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 ผลงาน
- 21.1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบเสียง และระบบประกาศเสียงสาธารณะ (Sound System and Public Address System) ซึ่งประกอบด้วย ชุดผสมสัญญาณเสียง, Power Amplifier, ไมโครโฟน, ลำโพงชนิด ฮอ์น, ชุดลำโพงติดเพดาน และอุปกรณ์อื่นๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน EN54-16 หรือมาตรฐานอื่นๆ ที่ยอมรับได้ เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง และระบบนี้จะต้องเชื่อมต่อกับระบบ Firm Alarm ได้ ถ้าหากเกิดเพลิงไหม้
- 21.1.5 ลักษณะการทำงานของระบบ คือในขณะการใช้งานปกติ จะมีเสียงเพลงไปดังในพื้นที่กระจายเสียง และเมื่อผู้ควบคุมระบบต้องการประกาศข้อความ-ข่าวสาร ต้องสามารถเลือกประกาศทีละโซน หลายโซนพร้อมกัน หรือทุกโซนพร้อมกันได้จากปุ่มเลือกโซนในการประกาศที่ฐานไมโครโฟนได้โดยตรง ซึ่งก่อนการประกาศจะต้องมีเสียงระฆังอิเล็กทรอนิกส์เตือนก่อนการประกาศ เพื่อดึงดูดความสนใจ
- 21.1.6 การประกาศข้อความ-ข่าวสาร ต้องสามารถทำการประกาศได้ไม่น้อยกว่า 1 จุด และสามารถกำหนดความสำคัญก่อนและหลังได้ตามจำนวนไมโครโฟนประกาศ พร้อมทั้งมีไฟแสดงสถานะการใช้งานของไมโครโฟนแสดงที่ฐานไมโครโฟนด้วยโดยจำนวนโซนหรือพื้นที่ในการประกาศข่าวสารต้องไม่น้อยกว่า 10 โซน

21.2 ความต้องการทั่วไปของระบบเสียง

รายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ และความต้องการทางด้านเทคนิค

- 21.2.1 ไมโครโฟนประกาศ 10 โซน (REMOTE MIC STATION) มีคุณลักษณะดังนี้
- 21.2.1.1 เป็นไมโครโฟนประกาศ ชนิดตั้งโต๊ะ สามารถเลือกโซนประกาศได้ 10 โซน
- 21.2.1.2 ค่าสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 60dB
- 21.2.1.3 ค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD) น้อยกว่า 1%
- 21.2.1.4 สามารถต่อใช้งานกับเครื่องเลือกโซนประกาศได้เป็นอย่างดี
- 21.2.1.5 มีปุ่มเลือกโซนประกาศ 10 โซน สามารถเพิ่มปุ่มโซนได้
- 21.2.1.6 สายสัญญาณควบคุมเป็นสาย UTP CAT 5 สามารถเดินสายได้ไกล 1200 เมตร
- 21.2.1.7 ช่องต่อสัญญาณไมโครโฟนจากภายนอก -40dB : 2.2 KOhms Unbalanced
- 21.2.1.8 ความถี่ตอบสนอง 100-20,000 Hz
- 21.2.1.9 ไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ รับเสียงแบบ Unidirectional

- 21.2.1.10 ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC
- 21.2.2 ชุดควบคุม (Voice Evacuation Frame) มีคุณลักษณะดังนี้
- 21.2.2.1 เป็นชุดควบคุมระบบแบบแมกทริก
- 21.2.2.2 สามารถต่อสัญญาณเข้าได้ 4 ช่อง
- 21.2.2.3 สามารถต่อสัญญาณออกได้ 4 ช่อง
- 21.2.2.4 ระบบสามารถทำ Line A / Line B ได้
- 21.2.2.5 สัญญาณเข้า Line : -20 dB , สัญญาณเข้า Mic : -60 dB
- 21.2.2.6 ความถี่ตอบสนอง 50 - 20,000 Hz
- 21.2.2.7 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 60 dB
- 21.2.2.8 ความเพี้ยนของสัญญาณน้อยกว่า 1%
- 21.2.2.9 คอนโทรล อินพุท 16 อินพุท
- 21.2.2.10 คอนโทรล เอ้าท์พุท 8 เอ้าท์พุท
- 21.2.2.11 กระแสไฟ 31 VDC
- 21.2.3 โมดูลส่งสัญญาณออก (Line Output Module) มีคุณลักษณะดังนี้
- 21.2.3.1 มีช่องสัญญาณออกไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 21.2.3.2 ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50 - 20,000 Hz
- 21.2.3.3 ความเพี้ยนของสัญญาณน้อยกว่า 1%
- 21.2.3.4 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 60 dB
- 21.2.4 เครื่องขยายเสียงขนาด 500 วัตต์ X 2 ช่องสัญญาณ (Dual CH 500W Digital Mixing Amplifier) มีคุณลักษณะดังนี้
- 21.2.4.1 เครื่องขยายเสียงขนาด 500 วัตต์ แบบ 100 Volt Line, 2 ช่องสัญญาณ
- 21.2.4.2 วงจรภาคขยายเสียงเป็นแบบดิจิตอล (Class D)
- 21.2.4.3 ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50 Hz – 20,000 Hz
- 21.2.4.4 มีค่าความเพี้ยน THD (Total Harmonic Distortion) 1%
- 21.2.4.5 อัตราส่วนสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน 85 dB (Volume min)
- 21.2.4.6 สัญญาณรบกวนข้ามช่อง (Cross Talk) 60 dB
- 21.2.4.7 สามารถปรับเสียงทึม ± 12 dB ที่ 100Hz และเสียงแหลมที่ ± 12 dB ที่ 10 kHz
- 21.2.4.8 มีภาคปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล (DSP)

21.2.4.9 ใช้ไฟ 220-240 VAC, 50/60 Hz

21.2.5 เครื่องขยายเสียงขนาด 500 วัตต์ X 4 ช่องสัญญาณ (Multichannel Power Amplifier) มีคุณลักษณะดังนี้

21.2.5.1 เครื่องขยายเสียงขนาด 500 วัตต์ แบบ 100 Volt Line, 4 ช่องสัญญาณ

21.2.5.2 วงจรภาคขยายเสียงเป็นแบบดิจิตอล (Class D)

21.2.5.3 ตอบสนองความถี่เสียงตั้งแต่ 50 Hz – 20,000 Hz

21.2.5.4 มีค่าความเพี้ยน THD (Total Harmonic Distortion) 1%

21.2.5.5 อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวนไม่น้อยกว่า 100 dB

21.2.5.6 ค่าสัญญาณรบกวนข้ามช่องที่ไม่น้อยกว่า 70 dB

21.2.5.7 มีระบบป้องกันสายล่อไฟช็อต , DC Voltage Output , ความร้อนสูง

21.2.5.8 กินกระแสไฟฟ้า 220 -240 V AC, 50/60 Hz

21.2.6 อุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าและจ่ายกระแสไฟฟ้า (Power Supply) มีคุณสมบัติดังนี้

21.2.6.1 ใช้ระบบไฟ 220 - 230 V AC, 50/60Hz

21.2.6.2 สามารถใช้กระแสไฟตรง 24 โวลต์ DC (19.5-27V) ได้

21.2.6.3 อัตราการใช้กระแสไฟ 160 วัตต์

21.2.6.4 มีไฟ LED หน้าเครื่องแสดงสถานการณ์การทำงาน

21.2.6.5 สามารถจ่ายกระแสไฟ 24 V DC ± 1 V, 5 A

21.2.7 ลำโพงเพดานขนาด 6 วัตต์ (Ceiling Mount Speaker 6 W) มีคุณสมบัติดังนี้

21.2.7.1 ทนกำลังขยายได้ 6 วัตต์ (100V Line)

21.2.7.2 ระดับความดังของเสียงไม่น้อยกว่า 94 dB (1 วัตต์/ 1 เมตร)

21.2.7.3 ตัวลำโพงขนาด 16 เซนติเมตร (6 นิ้ว)

21.2.7.4 ความถี่ตอบสนอง 65 -20,000 Hz

21.2.7.5 ความต้านทานหม้อแปลงที่ 100 V Line :1.7 กิโลโอห์ม (6W) ,3.3 กิโลโอห์ม (3W), 6.7 กิโลโอห์ม (1.5W),13 กิโลโอห์ม (0.8W)

21.2.8 ลำโพงประเภท Wide Range Horn Speaker (Weatherproof) 15 วัตต์ มีคุณสมบัติดังนี้

21.2.8.1 ลำโพงทนกำลังขยายได้ 15 W

21.2.8.2 ความดังของลำโพง 97 dB (1m/1W)

21.2.8.3 ความถี่ตอบสนอง 150 Hz - 15 kHz

21.2.8.4 มาตรฐานกันน้ำกันฝุ่น IP65

21.2.8.5 อุณหภูมิในการทำงาน -20°C to + 55°C

21.2.9 สวิตช์ควบคุมเสียง (Volume Control) มีคุณลักษณะดังนี้

21.2.9.1 สวิตช์ควบคุมเสียงโดยทั่วไปให้เป็นแบบติดฝังกับผนัง

21.2.9.2 มี Power Rating ไม่น้อยกว่า 100 โวลท์ หรือตามขนาดลำโพงที่ควบคุมอยู่

21.2.9.3 สามารถปรับระดับเสียงได้ไม่น้อยกว่า 5 ระดับหรือมากกว่าและสามารถ Override เสียงได้ในกรณีที่ต้องการ Emergency Paging

21.3 การติดตั้ง

21.3.1 สายสัญญาณเสียง ให้ใช้สายตัวนำไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ชนิด (VTF) หรือตามที่กำหนดในแบบ หรือในกรณีที่กำหนดให้ใช้สายทนไฟ ให้ผู้รับจ้างเสนอสายทนไฟที่มีคุณสมบัติตามปรากฏในหมวดที่ว่าด้วยสายทนไฟ

21.3.2 เพื่อให้การติดตั้งและระบบใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างอาจจำเป็นต้องแก้ไขหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบซึ่งอาจจะกำหนดในแบบหรือข้อกำหนดนี้หรือไม่ก็ตาม แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

21.3.3 ระบบการต่อลงดิน ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

21.3.4 อุปกรณ์ทั้งหมดให้ติดตั้งใน Rack มาตรฐานตามที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

21.3.5 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบการจัดวางอุปกรณ์ในตู้ Rack ให้ทางผู้ควบคุมงานหรือทางผู้ออกแบบพิจารณา ก่อนดำเนินการติดตั้ง

21.4 การทดสอบ

21.4.1 ตรวจสอบการเดินสายและการเข้าสายของอุปกรณ์ว่าถูกต้องเรียบร้อย

21.4.2 หลังการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบ ในทุกๆด้านโดยสมบูรณ์ ตามที่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ออกแบบ และคณะกรรมการที่ได้รับการแต่งตั้ง มีความเห็นชอบ

21.5 การรับประกัน การบริการ

21.5.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบเสียงเป็นระยะเวลา 2 ปี

21.5.2 ผู้รับจ้างต้องบริการทำการแก้ไขระบบเสียง กรณีที่ใช้งานไม่ได้ภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับแจ้ง โดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้างในระยะเวลาประกัน

21.5.3 ผู้รับจ้างต้องบริการตรวจสอบเช็คระบบ และการทำงานของ ระบบเสียง ทุกๆ 6 เดือนหรือตามที่มีการตกลงกัน ในช่วงระยะเวลาประกัน

21.5.4 ต้องจัดให้มีการอบรม การใช้งานระบบเสียงให้กับคณะบุคคลของผู้ว่าจ้าง ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

22. ระบบเรียกฉุกเฉินห้องน้ำ (Toilet Emergency Call system)

22.1 ความต้องการทั่วไป

22.1.1 ระบบเรียกฉุกเฉินห้องน้ำ (Toilet Emergency Call System) เป็นระบบเรียกฉุกเฉินภายในห้องน้ำสาธารณะ สำหรับแจ้งเหตุ ซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบัน Underwriters Laboratories Inc., (UL Listed)

22.1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่ายที่เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าโดยตรงจากผู้ผลิต (หากมีใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ) โดยจะต้องแสดงเอกสารการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจัดจำหน่ายที่ออกจากโรงงานผู้ผลิต สำหรับโครงการนั้น ๆ (เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับโครงการในกรณีที่ได้สินค้าไม่ตรงรุ่น, อะไหล่สำรอง และคุณภาพของการบริการ)

22.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์หรือวัสดุที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ แต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

22.1.4 รายการประกอบแบบนี้ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเสนอราคา การทำงานและการติดตั้งระบบ สำหรับการขออนุมัติวัสดุในแต่ละผลิตภัณฑ์มักจะมีค่าทางวิศวกรรมและรายละเอียดที่แตกต่างกันไป ทางผู้ออกแบบไม่ได้มีเจตนาใดๆ ในการเจาะจงผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ในกรณีที่การขออนุมัติวัสดุไม่สามารถเทียบค่าได้ตรงทุกค่าของรายการประกอบแบบนี้ ขอให้ทางผู้รับจ้างหรือผู้ผลิตอธิบายให้ได้ว่าคุณสมบัติ คุณภาพสินค้า และการทำงานสามารถทำได้เทียบเท่ากัน ก็สามารถอนุมัติให้ใช้งานได้ แต่ถ้ามูลค่างานพิสูจน์ทราบได้ว่ามีงบประมาณที่ลดลง ทางผู้รับจ้างต้องคืนส่วนต่างให้กับทางเจ้าของโครงการ เพื่อความโปร่งใสชัดเจนกับทุกฝ่าย

22.2 ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ติดตั้ง และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบเรียกฉุกเฉินห้องน้ำ จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้ (หากมีระบุในแบบนอกเหนือไปจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาให้จนสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น)

- Master Emergency Call
- ชุดเรียกห้องน้ำฉุกเฉิน (Toilet Call Station)
- อุปกรณ์แจ้งเตือนแสงและเสียง (Corridor lamp with Buzzer)
- อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อความสมบูรณ์ของระบบ

22.3 การทำงานของระบบ

- เมื่อมีการดึงเพื่อขอความช่วยเหลือจากภายในห้องน้ำสาธารณะ อุปกรณ์แจ้งเตือนแสงและเสียงที่ติดตั้งหน้าห้องน้ำนั้นจะทำงาน โดยจะไม่สามารถยกเลิกการเรียกได้ ต้องทำการยกเลิกจากอุปกรณ์เรียกฉุกเฉินในห้องน้ำเท่านั้น
- สำหรับห้องน้ำรวมจะมีไฟแสดงผลแยกย่อยไว้ที่หน้าห้องน้ำแต่ละห้องย่อยเพื่อแสดงให้พยาบาลหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องรับทราบเหตุการณ์เรียกได้

22.4 วัสดุอุปกรณ์

22.4.1 Master Emergency Call

- สามารถรองรับจำนวนได้ตั้งแต่ 3, 5 หรือ 10 ตำแหน่ง
- มีไฟ Indicator เพื่อแสดงสัญญาณการกดเรียกจากจุดเรียกขอความช่วยเหลือ
- มีปุ่ม Power Switch สำหรับ ON/OFF
- มีไมโครโฟน, ลำโพง เพื่อการสนทนา 1 way communication โดยการกดปุ่ม Talk เพื่อพูด และปล่อยปุ่ม Talk เพื่อฟังคู่สนทนา
- มีชุดปรับระดับความเบา-ดัง ของเสียงสนทนา

22.4.2 ชุดเรียกห้องน้ำฉุกเฉิน (Toilet Call Station)

- สำหรับติดตั้งภายในห้องน้ำ
- มีสายดึง ผลิตจาก Fire resistant plastic
- สามารถยกเลิกสัญญาณได้ในตัว
- อุปกรณ์ต้องได้รับมาตรฐานสากล (UL1069 Listed)

22.4.3 อุปกรณ์แจ้งเตือนแสงและเสียง (Corridor Lamp with Buzzer)

- สำหรับติดตั้งหน้าห้องน้ำ เพื่อแสดงสัญญาณขอความช่วยเหลือ
- มีไฟสีแดง เห็นได้ชัดเจนทุกด้าน
- มี Buzzer ในตัว สำหรับส่งสัญญาณเสียง

22.4.4 Power Supply

- เป็นชุดแปลงไฟ สำหรับแปลงไฟ 230VAC เป็นไฟ 12 VDC (หรือเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต)

22.5 การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และใบแสดงรายละเอียดสินค้า (Catalog) ของอุปกรณ์เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยจะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการเน้นข้อความให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์ จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งเอกสารใบรับรองการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายสินค้าอย่างเป็นทางการจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง เพื่อขออนุมัติ

22.6 การติดตั้งสายสัญญาณ

ให้ทำการติดตั้งภายในท่อ หรือรางโลหะที่มีฝาปิดมิดชิด ยกเว้นสายสัญญาณที่ติดตั้งตามพื้น หรือเส้นทางที่ไม่สามารถใช้ท่อ หรือรางโลหะติดตั้งได้ ให้พิจารณาตามความเหมาะสม โดยจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถจะป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับสายสัญญาณได้เป็นอย่างดี จุดต่อเชื่อมต่อต้องใช้กล่องโลหะ มีฝาปิดและพ่นตัวอักษร ตามข้อกำหนดการกำหนดรหัสสี

ให้ผู้รับจ้างเดินสาย UTP CAT5E หรือตามที่กำหนดในแบบ และให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า

22.7 การทดสอบระบบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์และตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาให้ด้วย

22.8 การรับประกัน

ผู้รับจ้าง จะต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 365 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับระบบเรียบร้อยแล้ว

23. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS)

23.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้รับรู้ถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะและการติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติรวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆทั้งหมด เพื่อให้การใช้งานมีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้

23.1.1 ระบบจัดการอาคารอัตโนมัติ หมายถึงระบบจัดการอาคารรวม ซึ่งจัดหา ติดตั้ง โดยผู้รับจ้างที่ชำนาญงานด้านนี้ โดยเฉพาะ มีผลงานในการติดตั้งในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีจำนวนผลงานที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 15 ผลงาน

23.1.2 ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

23.1.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ดังแสดงในแบบ และที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบนี้ให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์และวัสดุใดๆ ที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบ หรือในรายการประกอบแบบแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้การทำงานของระบบทำได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่เรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง

23.1.4 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบระยะการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ จากสภาพหน้างานจริง ถ้าพบว่าค่าทางเทคนิคหรืออุปกรณ์ตัวใดไม่เหมาะสมกับสภาพหน้างาน ให้ดำเนินการชี้แจงต่อผู้ควบคุมงานหรือผู้ออกแบบเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงก่อนการทาสัญญาจัดซื้อจัดจ้าง

23.1.5 วัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ พร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์เสนอต่อผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติวัสดุก่อนนำมาใช้งาน หากมีข้อขัดแย้งหรือไม่ชัดเจนให้สอบถามจากผู้ควบคุมงาน และการตีความในข้อขัดแย้งให้ตีความไปในแนวทางที่ตีความถูกต้องกว่า การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า และครบถ้วนกว่า

23.1.6 การทดสอบ บำรุงรักษาและรับประกัน หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงาน ตามหลักวิชาการที่ผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานกำหนดให้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต่อการทดสอบทั้งหมด

23.1.7 ผู้รับจ้างต้องส่งวงจร แบบแปลนที่ติดตั้งจริง (As – Built Drawing) โดยให้จัดทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปเช่น AutoCAD โดยมีรายละเอียดตามหมวดข้อกำหนดทั่วไป

23.1.8 ผู้รับจ้างต้องฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ และคุณภาพการติดตั้งเป็นเวลา 1 ปี นับจาก วันที่ลงนามตรวจรับมอบงาน

23.1.9 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย EIT 2001-45, IEC, หรือ มาตรฐานผู้ผลิต

23.1.10 รายการประกอบแบบนี้ใช้เพื่อเป็นแนวทางการเสนอราคา การทำงานและการติดตั้งระบบ สำหรับการขออนุมัติวัสดุในแต่ละผลิตภัณฑ์จะมีค่าทางวิศวกรรมและรายละเอียดที่แตกต่างกันไป ทางผู้ออกแบบไม่ได้มีเจตนาใดๆในการเจาะจงผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง ในกรณีที่มีการขออนุมัติวัสดุไม่สามารถเทียบค่าได้ตรงทุกค่าของรายการประกอบแบบนี้ ขอให้ทางผู้รับจ้างหรือผู้ผลิตอธิบายให้ได้ว่าคุณสมบัติ คุณภาพสินค้า และการทำงานสามารถทำได้เทียบเท่ากัน ก็สามารถอนุมัติให้ใช้งานได้ แต่ถ้ามูลค่างานพิสูจน์ทราบได้ว่ามีงบประมาณที่ลดลง ทางผู้รับจ้างต้องคืนส่วนต่างให้กับทางเจ้าของโครงการ เพื่อความโปร่งใสชัดเจนกับทุกฝ่าย

23.2 ขอบเขตของงาน

23.2.1 การประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง

ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น งานอาคาร งานระบบลิฟต์ งานสุขาภิบาล โดยการตรวจแบบอื่นที่เกี่ยวข้องจัดทำแบบก่อสร้างให้สอดคล้องกัน แล้วดำเนินการติดตั้งและทำงานร่วมกันโดยไม่ให้มีอุปสรรคทำให้งานล่าช้า หรือเสียหาย หากมีเหตุทำให้ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงาน อันเนื่องจากผู้รับจ้างละเลยไม่ได้ประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการแก้ไขโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ

23.2.2 มาตรฐานการปฏิบัติงาน

ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบ และข้อกำหนดที่กำหนดไว้ให้ใช้ร่วมกันกับแบบงานต่างๆ ที่กล่าวไว้ในข้อกำหนดและ/หรือที่แสดงไว้ในแบบ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจนเสร็จสมบูรณ์งานต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องอันมีความจำเป็นต้องปฏิบัติ เพื่อให้ทำงานตามสัญญาเสร็จสมบูรณ์ได้ตามความมุ่งหมายของผู้ว่าจ้าง ดังที่ระบุในข้อกำหนดและ/หรือแสดงในแบบ ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติโดยถือเป็นงานเหมา ผู้รับจ้างต้องไม่คิดค่าจ้างเพิ่ม ถึงแม้จะไม่ได้ระบุหรือแสดงรายละเอียดของงานนั้นๆ ไว้ก็ตาม ในกรณีที่ข้อความและ/หรือรายละเอียดในข้อกำหนดและในแบบขัดแย้งกันให้ถือใช้ข้อความหรือรายละเอียดที่ถูกต้องหรือที่จะทำให้ได้งานที่ดีกว่าเป็นหลักในการปฏิบัติ

23.2.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดนั้นๆ ที่มีไว้ สำหรับการปฏิบัติงานทั้งโครงการ และอาจจะไม่ได้นำมากล่าวไว้ในที่นี้

23.2.4 วัสดุอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จ แล้วถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบให้เต็มที่สำหรับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพสูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือความเสียหายใดๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะรับมอบงานแล้วเสร็จ

23.2.5 การกำหนดตำแหน่งวัสดุ อุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบและข้อกำหนดอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง เช่น แบบ โครงสร้าง แบบสถาปัตยกรรม แบบงานระบบสุขาภิบาลเพื่อกำหนดตำแหน่งการติดตั้งโดยไม่ให้ขัดกับการงานอื่นๆ และจะต้องจัดทำรายละเอียดของอนุมัติก่อนการติดตั้ง

23.2.6 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนด ในแบบพิมพ์เขียวและตามรายการข้อกำหนด ถึงแม้ว่างานบางส่วนมีแสดงในแบบแต่ไม่มีรายละเอียดในรายการข้อกำหนด หรือในข้อกำหนดแต่ไม่มีในแบบสำหรับงานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตามแบบและรายการข้อกำหนด โดยให้ถือว่ารวมอยู่ในงานนี้ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

23.2.7 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ BAS ที่เสนอจะต้องมีความสามารถในการควบคุมการทำงานอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ รวมทั้งดำเนินการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากระบบต่าง ๆ ที่มีอยู่ได้ไม่น้อยกว่าระบบดังต่อไปนี้(หรือตามระบบที่แสดงในแบบ)

- ควบคุมการทำงานของระบบ AIR CONDITIONING SYSTEM
- ควบคุมการทำงานของระบบ ELECTRICAL SYSTEM
- ควบคุมการทำงานของระบบ SANITARY SYSTEM
- ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากระบบต่าง ๆ เพื่อดำเนินการด้านแสดงสถานะของระบบต่าง ๆ, การแจ้งเตือน(ALARM), การบริหารด้านการใช้พลังงาน, การบริหารด้านงานการบำรุงรักษาทั้งนี้รายละเอียดของข้อมูลให้ดูจาก POINT SCHEDULE

23.2.8 ผู้รับจ้างระบบ BAS จะต้องเป็นผู้จัดการ เชื่อมต่อระบบ BAS กับระบบอื่นๆเช่นระบบ FIRE ALARM SYSTEM, CHILLER SYSTEM เป็นต้น(ถ้ามีระบุในแบบ) ผ่านทาง BACNet ,OPC Protocol โดยผู้รับจ้างระบบนั้นๆ ต้องจัดหา Gateway หรืออุปกรณ์ Converter ต่างๆที่จำเป็นของระบบนั้นๆ เพื่อที่จะส่งข้อมูลหรือ Protocol ให้กับระบบ BAS ได้

23.3 โครงสร้างของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ที่เสนอจะต้องเป็นระบบที่สามารถดำเนินการกับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดจากการทำงานจากส่วนต่าง ๆ ในระบบ ให้ส่งผลอยู่ในขอบเขตที่ดี ลักษณะของระบบอาจเป็นแบบการแบ่งหน้าที่การควบคุมเป็นส่วนย่อย โดยสามารถที่จะจัดให้การควบคุมส่วนย่อยเหล่านี้ทำงานได้ทั้งเป็นแบบอิสระไม่ขึ้นต่อกัน หรือจัดให้ทำงานสัมพันธ์กันให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน โครงสร้างของระบบต้องอยู่ในรูปแบบของเครือข่ายข้อมูล เป็น STANDARD LAN เช่น ETHERNET แบบ TCP/IP หรือ BACnet (ASHRAE Standard) โดยต้องไม่มี File Server แต่เป็นการทำงานแบบ PEER TO PEER โดยการ Share ข้อมูล เพื่อหลีกเลี่ยง Weak point ของ การ down และ การ crash ของ Computer หลัก โดยในระดับ Controller จะต้องเป็น Open Protocol ซึ่งจะต้องรองรับเทคโนโลยี RS485 หรือชนิด Mod BUS, N2 BUS หรือ IP DDC ซึ่งทั้งนี้จะต้องสามารถตรวจสอบการตอบสนองทางการสื่อสารระหว่าง loop controller ได้

เครือข่ายข้อมูลประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

23.3.1 OPERATOR CONSOLE หรือ WORKSTATION หรือชื่อเรียกอย่างอื่นทำหน้าที่ INTERFACE ระบบ BAS กับผู้ใช้ เช่น การแสดงผล, การรับคำสั่งต่าง ๆ การ DOWNLOAD /UPLOAD DDC CONTROLLERS, แก้ไขเปลี่ยนแปลง ฯลฯ

23.3.2 ชุดควบคุมระดับ NETWORK ทำหน้าที่ EXECUTE คำสั่งของการควบคุมต่าง ๆ และเก็บบันทึกข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำงาน เช่น DATABASE FILE, ตัว Schedule, History, Trend, Program Demand Limit ต่าง ๆ รวมทั้ง Sensors เป็นต้น ชุดควบคุมแต่ละตัวจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของส่วนย่อยต่าง ๆ ในระบบตามที่ได้ถูกกำหนดไว้

23.3.3 ชุดควบคุมระดับ STAND ALONE เป็นชุดควบคุมที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภาคสนามโดยตรง โปรแกรมของชุดควบคุมนี้จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่มันเชื่อมต่อเป็นหลัก ชุดควบคุมแบบ STAND ALONE เหล่านี้จะเชื่อมโยงเข้ากับชุดควบคุมระบบ NETWORK เพื่อนำ PARAMETERS ต่าง ๆ ที่จำเป็นมาใช้งานและส่งข้อมูลต่าง ๆ จากอุปกรณ์เหล่านั้นให้กับชุดควบคุมแบบ NETWORK

23.3.4 เครือข่ายข้อมูลของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติจะสามารถจะเชื่อมโยงเข้ากับระบบเครือข่ายข้อมูลอื่นรวมทั้งมีการเชื่อมโยงจากระยะไกล โดยการใช้อุปกรณ์ประเภท MODEM, BRIDGE, GATEWAY ฯลฯ โดยสามารถรองรับการเชื่อมต่อระบบผ่าน Internet (Web Server) ได้

23.4 จำนวนจุดควบคุมของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบจำนวน Point ทั้งหมด ที่ระบุใน POINT SCHEDULE

23.5 ข้อกำหนดทางด้าน HARDWARE

HARDWARE ของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ จะเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบควบคุมที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ OPERATOR WORKSTATION & PHERIPHERALS, ชุดควบคุมระดับ NETWORK (NCU), ชุดควบคุมระดับ STAND ALONE (DDC) ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดดังนี้

23.5.1 OPERATOR WORKSTATION & PHERIPHERALS

มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ารายละเอียดดังนี้

23.5.1.1 Computer Workstation

23.5.1.2 Processor : Intel Dual Core 3.0 GHz.

23.5.1.3 Random Access Memory (RAM) : 2 GB.DDR RAM

- 23.5.1.4 Hard-Disk Drive : 320 GB.
- 23.5.1.5 Network Card 10/100 TX Network Card
- 23.5.1.6 DVD-Rw HP22 in1 Media
- 23.5.1.7 USB Port : 2 USB Port
- 23.5.1.8 Keyboard : 101/102 Key with Thai Input
- 23.5.1.9 Mouse : 2 Button with Wheel
- 23.5.1.10 Operating System : Microsoft Windows 2000 Pro. Or XP
- 23.5.1.11 Monitor : 21 inches, LCD
- 23.5.1.12 เครื่องพิมพ์ สำหรับพิมพ์เหตุการณ์ (Event Printer)
- 23.5.1.13 เป็นเครื่องพิมพ์ แบบ Dot Matrix จำนวนเข็มไม่น้อยกว่า 24 เข็ม
- 23.5.1.14 ความเร็วในการพิมพ์ตัวอักษรไม่น้อยกว่า 300 PCS ที่ Draft Mode และไม่น้อยกว่า 80 CPS ที่ LQ Mode
- 23.5.1.15 จำนวนตัวอักษรต่อวินาทีสามารถเลือกได้ไม่น้อยกว่า 5 ขนาด คือ 10, 12, 15, 17 และ 20 ตัว
- 23.5.1.16 ใช้กับกระดาษแบบ Cut Sheet และแบบ Continuous Form พร้อม Tractor Unit แบบดันกระดาษเข้าเครื่อง
- 23.5.1.17 มีระบบป้องกันกระดาษแบบเดินหน้าและถอยหลังโดยอัตโนมัติ
- 23.5.1.18 เครื่องพิมพ์ สำหรับพิมพ์รายงาน(Report Printer)
- 23.5.1.19 เป็นเครื่องพิมพ์ แบบ Laser
- 23.5.1.20 ความเร็วในการพิมพ์(ขาว – ดำ)ไม่น้อยกว่า 12 แผ่นต่อนาที
- 23.5.1.21 ใช้กับกระดาษแบบ Cut Sheet สามารถรองรับกระดาษไม่น้อยกว่า 100 แผ่น
- 23.5.1.22 การเชื่อมต่อ สามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง Parallel Port หรือ USB
- 23.5.1.23 Web Client Server เป็น Plug in Module โดยเชื่อมโยงจากโปรแกรม Graphic User Interface ของเครื่อง Operation Workstation โดยผู้ใช้งานสามารถ Monitoring และ Control จากที่ใดก็ได้ผ่าน Computer ที่มี โปรแกรม Microsoft Internet Explorer 5.0 หรือสูงกว่า เพื่อสามารถเข้าระบบได้ โดยมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

23.5.2 LOCAL AREA NETWORK (LAN)

มีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสารระหว่าง O/ W และชุดควบคุมระดับ NETWORK ในลักษณะ PEER-TO-PEER ของทุก ๆ จุดในระบบ และควรมีอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 10 Mbit/sec สามารถรองรับ PROTOCOL ในระดับ MEDIUM ACCESS CONTROL ได้หลายแบบตาม IEEE 802.3, 802.4, 802.5

LAN ที่ใช้ต้องสามารถติดต่อสื่อสารดังต่อไปนี้ได้

23.5.2.1 ระหว่าง NETWORK CONTROLLERS

23.5.2.2 ระหว่าง NETWORK CONTROLLERS และ OPERATOR WORKSTATIONS

23.5.2.3 ระหว่าง OPERATOR WORKSTATIONS

LAN ที่ใช้ต้องสามารถจัดระบบโครงสร้างตัวเองได้ เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ว่าจะเกิดอุปกรณ์บางตัวหรือบางกลุ่มในระบบเกิดขัดข้องขึ้น NETWORK PROTOCOL ที่ใช้ต้องเข้ากันได้กับ BUILDING AUTOMATION AND CONTROLS NETWORK (BACnet), EtherNET TCP/IP ซึ่งกำหนดขึ้นโดย ASHARE เพื่อให้ระบบสามารถต่อเชื่อมกับ BAS ยี่ห้ออื่น ๆ ต่อไปได้ในอนาคต

23.5.3 ชุดควบคุมระดับ NETWORK

เป็นแบบ MICROPROCESSOR BASED DEDICATED CONTROLLER ออกแบบมาใช้เฉพาะงานกับระบบ BAS ติดตั้งอยู่ในตู้ที่สามารถป้องกันการ ACCESS จาก UNAUTHORIZED PERSON รวมทั้งป้องกันการรบกวนอันอาจเกิดจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คุณสมบัติสำคัญของชุดควบคุมจะไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดต่อไปนี้

23.5.3.1 CPU แบบ 32 bit หรือแบบอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่านี้

23.5.3.2 MAIN MEMORY ขนาดไม่ต่ำกว่า 128 MB เพื่อใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ อาทิเช่น

- o ฐานข้อมูลของ POINT ต่าง ๆ สำหรับชุดควบคุมระดับ STAND ALONE ที่ต่อ เข้ากับชุดควบคุมระดับ NETWORK นี้
- o ตารางการกำหนดเวลา (TIME SCHEDULE) ของ POINTS ต่าง ๆ
- o ค่า ALARM และ WARNING LIMIT สำหรับ POINTS ต่าง ๆ
- o MESSAGE การเปลี่ยนแปลง STATE ของ POINTS แบบ DIGITAL ไม่ต่ำกว่า 10 STATES สุดท้าย
- o ค่าแบบ ANALOG ในรอบ 24 ชั่วโมง ของ ANALOG POINTS ทั้งหมดจาก การบันทึกทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง

23.5.3.3 POWER SUPPLY ที่ใช้จะต้องสามารถรองรับการรบกวนจาก VOLTAGE SPIKES และมี NOISE IMMUNITY ได้ตามมาตรฐาน IEEE 587 หรือ IEC664 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าได้ไม่น้อยกว่านี้

23.5.3.4 มีอุปกรณ์เชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายข้อมูล ตามที่กำหนดไว้

23.5.3.5 อุปกรณ์เชื่อมโยงเข้ากับชุดควบคุมระดับ STAND ALONE หรือชุดควบคุมเฉพาะงานในลักษณะแบบ MULTIPOINT ตามมาตรฐาน RS-485 หรือชนิด Mod BUS, N2 BUS กรณีสายสัญญาณยาวมากจะต้องติดตั้ง REPEATER ด้วย

23.5.3.6 ช่วงต่อสัญญาณแบบอนุกรม เช่น ตามมาตรฐาน RS-232C หรือ RS-232D สำหรับเชื่อมโยงกับ อุปกรณ์ประเภท DCE และ DTE

23.5.3.7 ชุดควบคุมระดับ NETWORK ต้องมี SELF DIAGNOSTIC พร้อมชุดแสดงผลในกรณีที่ชุด ควบคุมระดับ NETWORK เกิดสูญเสียโปรแกรมด้วยสาเหตุใดก็ตาม OPERATOR WORKSTATION จะต้อง DOWNLOAD PROGRAM ให้ใหม่ได้โดยอัตโนมัติ

23.5.3.8 มี Battery สำหรับ Back up ข้อมูล เมื่อเกิดไฟฟ้าดับ ไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง หรือตามที่แบบระบุไว้

23.5.3.9 อุปกรณ์ต้องได้รับมาตรฐาน UL

23.5.4 ชุดควบคุมระดับ STAND ALONE

เป็นชุดควบคุมที่ทำงานเป็นอิสระ อาจพิจารณาได้เป็นชุดควบคุมสำหรับงานทั่วไป เช่นเป็น DIGITAL CONTROLLER หรือชุดควบคุมที่ออกแบบมาเฉพาะงานเป็น DEDICATED CONTROLLER คุณสมบัติที่สำคัญของชุดควบคุมเหล่านี้ได้แก่

23.5.4.1 สามารถทำงานร่วมกับชุดควบคุมระดับ NETWORK ได้อย่างดี วิธีการเชื่อมโยงเข้ากับชุดควบคุมระดับ NETWORK จะผ่านทาง SERIAL LINE แบบ MULTIPOINT ตามมาตรฐาน RS-485 หรือชนิด N2 BUS

23.5.4.2 มี INPUT และ OUTPUT ที่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น ANALOG, DIGITAL ที่ POTENTIAL ISOLATED ทำงานกับแรงดัน เช่น 0-10 V หรือ 4-20 mA. สำหรับ ANALOG และ DRYCONTACT หรือ LOGIC LEVEL สำหรับ DIGITAL เป็นต้น สำหรับงานเฉพาะอย่างจะต้องมี I/O ที่เหมาะสมกับการใช้งาน

23.5.4.3 มี SOCKET สำหรับ SERVICE MODULE โดยเฉพาะ

23.5.4.4 ชุดควบคุมระดับ STAND ALONE สามารถติดต่อสื่อสารกันเองได้ โดยใช้ Open Protocol

23.6 ข้อกำหนดทางด้าน SOFTWARE

Software ของระบบต้องมี Software ที่ใช้งานบนระดับต่างๆ ดังนี้ Workstation , Network , Standalone

Software สำหรับระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าข้อกำหนด ดังนี้

23.6.1 คุณสมบัติทั่วไป

- เป็น SOFTWARE ที่สามารถใช้งานร่วมกับข้อกำหนดรายการ HARDWARE ของระบบ BAS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจจำแนกได้เป็น SOFTWARE ที่ใช้บน OPERATOR CONSOL (PERSONAL MACHINE INTERFACE, PMI) SOFTWARE ที่ใช้งานบนชุดควบคุมระดับ NETWORK (PEER LEVEL) SOFTWARE ที่ใช้งานบนชุดควบคุมระดับ STANDALONE

- โปรแกรมที่ใช้สำหรับสั่งการโดยเฉพาะของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Operating Interface Software) ต้องมีการทำงานที่ง่ายต่อการเข้าใจของผู้ใช้งาน โดยการใช้ระบบ Graphic User Interface (GUI) สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Windows ได้เป็นอย่างดี โดยการสั่งการผ่าน Mouse และ Keyboard และสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล และการ Flow ของโปรแกรมให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงของตัวอาคารที่อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ในอนาคต โดยไม่จำเป็นต้องมีโปรแกรมเสริมเพิ่มเติมอีก

- การจัดรหัสป้องกันหลายระดับ (Multiple Level Password Protection) ในการเข้าถึงโปรแกรมของระบบ จะต้องจัดเตรียมรหัสผ่านของผู้ดูแลระบบหรือผู้ใช้งานอย่างน้อย 5 ระดับ ซึ่งแต่ละระดับจะสามารถใช้งานได้ตามความสำคัญแต่ละระดับ ดังนี้

- o Level 1: สำหรับผู้ใช้งานประจำตรวจสอบได้จากหน้าจอเท่านั้น
- o Level 2: Level 1 + สามารถ Override การทำงานของระบบได้
- o Level 3: Level 2 + สามารถแก้ไขฐานข้อมูลได้
- o Level 4: Level 3 + สามารถสร้างฐานข้อมูลและแก้ไขโปรแกรมได้
- o Level 5: Level 4 + สามารถกำหนดและแก้ไขรหัสป้องกันได้

- การเข้ารหัสป้องกันของระบบ เจ้าหน้าที่ควบคุมแต่ละคนสามารถใช้คำสั่งในแต่ละระดับของ Password ได้ การแสดงภาพบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จะต้องสามารถแสดงภาพกราฟฟิคหรือข้อมูลต่างๆได้พร้อมกัน 4 ภาพหรือ 4 ระบบ บนหน้าจอเดียวกันโดยหน้าจอย่อยทั้ง 4 หน้าจอสามารถทำงานได้อย่างอิสระ
- ภาพกราฟฟิค (Graphic) โปรแกรมจะต้องสามารถสร้างภาพกราฟฟิคต่างๆ ได้ซึ่งอาจเป็นภาพ 2 มิติหรือ 3 มิติ (2D or 3D) สำหรับแสดงรูปอาคารหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และสามารถเขียนภาพเพิ่มเติมได้ เพื่อให้เหมาะกับการใช้งาน ซึ่งลักษณะการแสดงผลข้อมูลบนกราฟฟิคจะต้องมีการแสดงค่าต่างๆ บนกราฟฟิคนั้นและสามารถคลิกที่รูปเพื่อดูข้อมูลที่ละเอียดขึ้นได้เป็นลักษณะ “Click Box” หรือ “Combo Box” เพื่อเลือกรูปอื่น, ปรับค่า Set Point, เลือกแสดงกราฟหรือเลือกโปรแกรมอื่นๆ นอกจากนี้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลหรือกราฟฟิคอื่นๆ จะใช้การเลือกแบบ “Pop-Up Menu”
- การแสดงผลข้อมูลเป็นตัวอักษร (User Pages) สำหรับเก็บข้อความรายละเอียดของอุปกรณ์ที่แสดงในกราฟฟิค เป็นโปรแกรมที่สัมพันธ์กับการแสดงผลข้อมูลจากกราฟฟิคโดยข้อมูลทั้ง 2 แห่งเป็นข้อมูลตัวเดียวกัน แต่ให้แสดงเป็นตัวอักษรหรือในรูปของตารางเพื่อจะสามารถดูข้อมูลได้มากกว่าการดูจากกราฟฟิค ในกรณีที่มิสัญญาณเตือน (Alarm) เกิดขึ้นให้แสดงเป็นแถบข้อมูลแจ้งเตือนแทรกขึ้นมาแทนที่ จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่รับทราบสัญญาณเตือนดังกล่าวจึงจะหายไป
- กราฟแสดงผล (Graph) เป็นโปรแกรมแสดงฐานข้อมูลในรูปของกราฟ การแสดงผลในรูปกราฟจะต้องแสดงในลักษณะที่เป็น Real Time กราฟต่าง ๆ จะถูกเก็บใน Hard Disk และสามารถเรียกข้อมูลเก่ามาดูกราฟได้
- รายงานผลอัตโนมัติ (Automatic Reporting) เป็นโปรแกรมสำหรับการสร้างรายงานอัตโนมัติโดยสามารถเก็บข้อมูลจากโปรแกรมอื่น ๆ ของระบบได้ ทำงานโดยการเก็บค่าต่าง ๆ ทุก ๆ ช่วงเวลาตามที่เจ้าหน้าที่กำหนดโดยสามารถจัดเก็บลงใน Hard Disk และพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ตามเวลาที่กำหนดไว้ รวมทั้งสามารถเรียกข้อมูลย้อนหลังขึ้นมาดูได้ และสามารถนำข้อมูลมาแสดงใน Spread Sheet ของ MS Office ได้
- สัญญาณเตือน (Alarm Handling) เป็นโปรแกรมสำหรับคอยรับสัญญาณเตือนจากระบบตลอดเวลา เมื่อมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น โปรแกรมจะ Page up ตัวเองขึ้นมาแสดงที่หน้าจอ พร้อมกับมีเสียงเตือนและพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์และเก็บลงใน Hard Disk เป็น Record ไว้สัญญาณเตือนจะต้องแสดงผลบนจอ Monitor จนกว่าเจ้าหน้าที่จะส่งสัญญาณรับทราบจากแป้นพิมพ์เป็น Password ให้แก่ระบบสัญญาณเตือนจึงจะหายไป
- ปฏิทินตารางเวลา (Calendar) เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างตารางเวลาการทำงานเก็บไว้เป็นมาตรฐานล่วงหน้าได้ 12 เดือน และ 365 วัน และตั้งเวลาได้ 24 ชั่วโมง โดยการตั้งเวลาของอุปกรณ์หนึ่งๆ สามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อเปิดปิดพร้อมกันได้ สามารถตั้งโปรแกรมวันหยุดล่วงหน้า เวลามาตรฐานและเวลาประจำสัปดาห์

23.6.2 โปรแกรมใช้งาน (Program Application) เป็นโปรแกรมใช้งานพื้นฐานในระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ซึ่งเป็นความต้องการขั้นต่ำ มีความสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้

- Optimum Start/Stop : OS อุปกรณ์ปรับอากาศทุกชนิดต้องสามารถเปิดปิดได้โดยอัตโนมัติ และมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยโปรแกรมจะสามารถคำนวณเวลาในการเปิดปิดก่อนเวลาเพื่อให้มีการประหยัดพลังงานและมีความสบาย (Comfort) โดยการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บไว้ รวมถึงอุณหภูมิและความชื้นภายนอกและภายในอาคาร
- Time Program : TP สำหรับการตั้งเวลาเปิดปิดอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเวลาที่กำหนด โดยสามารถกำหนดรายละเอียดในวันของสัปดาห์ตลอดปี และสามารถห้วงเวลาไม่ให้อุปกรณ์เกิดการเปิดพร้อมๆ กันได้โดยอัตโนมัติ
- Peak Demand : PD เป็นโปรแกรมสำหรับการบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยจะเก็บค่าการใช้พลังงานขณะนั้น และประมาณการใช้ในช่วงต่อไป ถ้าหากการพยากรณ์มีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงกว่าที่กำหนดจะมีคำสั่งให้ปิดอุปกรณ์ที่มีความสำคัญน้อยเป็นลำดับ (Priority) โดยจะต้องมีการจัดลำดับการลดพลังงานไม่น้อยกว่า 3 ระดับ

- Run Time : RT เป็นการบันทึกเวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดทำารบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และเพื่อใช้ในการจัดทำค่าใช้จ่าย (Billing)
- Alarm Limit : AL เป็นการรับข้อมูลจากอุปกรณ์รับสัญญาณ Analog เมื่อมีค่าสูงกว่าที่กำหนดให้แจ้งสัญญาณ Alarm แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการตามระดับความสำคัญที่โปรแกรมไว้
- Historical Trend Log : HL เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเหตุการณ์และค่าที่กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลในการบำรุงรักษาและให้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
- Graphic Monitor : GM เป็นการแสดงเหตุการณ์และจุดเกิดเหตุต่างๆ ในรูปของแผนภาพกราฟฟิคบนจอภาพ
- Alarm Report : AR เมื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ส่งสัญญาณ Alarm ให้จัดการแจ้งเหตุไปยังอุปกรณ์ที่กำหนด เช่น Page up ขึ้นบน Monitor พร้อมส่งเสียงเตือน พร้อมกับพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ รวมถึงบันทึกเหตุการณ์ เวลา และตำแหน่งที่เกิดเหตุ รวมทั้งรายชื่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการด้วย

23.7 อุปกรณ์ภาคสนามและอุปกรณ์ตรวจจับ (Field Devices and Sensors)

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ภาคสนามและอุปกรณ์ตรวจจับ ต่างๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการทำงานตาม BAS POINT SCHEDULE อย่างครบถ้วน

23.8 สายไฟฟ้า , สายสัญญาณ ต่างๆ และท่อร้อยสายไฟ

23.8.1 การติดตั้งท่อร้อยสาย และสายไฟฟ้า จะต้องถูกติดตั้งตามมาตรฐาน และตามแบบ โดยให้อยู่ติดมาตรฐานตามข้อกำหนดทั่วไป และ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

23.8.2 สายสัญญาณที่ใช้ กำหนดให้ใช้ดังนี้

- สายไฟระหว่าง Main BAS Controller หรือที่เชื่อมต่อระหว่างอาคาร เป็นสายไฟเบอร์ออฟติก
- สายไฟระหว่าง CPU กับ RPU หรือระหว่าง RPU กับ RPU ด้วยกัน จะต้องเป็นสายชนิด Twisted Pair w/Shield หรือดีกว่า
- สายไฟระหว่าง RPU กับ Marshalling Box หรือ Terminal Box จะต้องเป็นสายชนิด Multicores CWV, CWVs หรือดีกว่า
- สายไฟระหว่าง Marshalling Box หรือ Terminal Box กับ Load Point จะต้องเป็นสายชนิด VCT หรือดีกว่า

23.9 แหล่งจ่ายไฟ

23.9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียม UPS เพื่อใช้งานสำหรับระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ที่เสนอทั้งหมดที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องควบคุม โดยมีแบตเตอรี่สำรองไม่น้อยกว่า 30 นาที

23.10 การติดตั้ง

23.10.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

23.10.2 การติดตั้งท่อและการเดินสายร้อยท่อให้เหมือนกับข้อกำหนดในงานระบบไฟฟ้า

23.10.3 ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบและเอกสาร นำเสนอ อย่างน้อย 4 ชุดต่อรายการ ดังนี้

- Control Schematic

- Wiring Diagram for Power System, Control and Data Communication
- Comment Data & Engineering Data
- Shop Drawing (นำเสนอก่อนเริ่มงานติดตั้ง)
- As-built Drawing (หลังจากทำงานติดตั้งแล้วเสร็จ)

23.10.4 สายที่เดินผู้รับจ้างต้องจัดกลุ่มของสายเป็นโซนๆ ด้วยและมีการกำกับหมายเลขด้วย Wire marker แสดงโค้ดกำกับชนิดของสัญญาณของแต่ละชั้น , แต่ละ point

23.11 แบบแปลนและคู่มือ

23.11.1 จัดทำแบบกะทัดรัดแสดงตำแหน่งของ device ต่างๆในแต่ละพื้นที่และโซนการควบคุมพร้อมเลขกำกับโซน

23.11.2 จัดทำคู่มือแสดงขั้นตอนการใช้ การบำรุงรักษา การแก้ไข การตรวจเช็คระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติเป็นภาษาไทย 5 ชุด ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างหลังจากการส่งมอบระบบแล้ว

23.11.3 ผู้รับจ้างต้องจัดอบรม ให้แก่เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้างให้ทราบถึงการทำงานของระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ , การใช้คู่มือและการปฏิบัติงาน , การบำรุงรักษาการแก้ไข การตรวจเช็คตามที่กล่าวข้างต้น ให้ชำนาญจนเจ้าหน้าที่สามารถทำได้ด้วยตนเอง

23.12 การทดสอบ

23.12.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของระบบต่อผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนผู้ว่าจ้างว่าระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ครบตามที่กำหนดไว้

23.12.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารสำหรับการตรวจรับงานตามหัวข้อ ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- o รายการอุปกรณ์ทั้งหมด
- o งานติดตั้งท่อ ,สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆ
- o เอกสารตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม โดยมีหัวข้อตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- o เอกสารตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ของระบบ
- o Test & Commissioning Report

23.13 การรับประกัน การบริการ

23.13.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์และระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ 1 ปี

23.13.2 ผู้รับจ้างต้องบริการตรวจเช็คระบบ และความไว หรือการทำงานผิดพลาดของระบบ ทุก 6 เดือนในช่วงระยะเวลาประกัน

24. รายการคอมไฟฟ้า

24.1 ข้อกำหนดทั่วไป

24.1.1 รายการในหมวดนี้ อธิบายถึงคุณสมบัติโดยละเอียดของโคมไฟแต่ละชนิด มิติต่างๆที่กำหนดไว้ในรายละเอียดเพื่อเป็นตัวอย่างเท่านั้น มิติที่แน่นอนและรายละเอียดบางอย่างขึ้นอยู่กับยี่ห้อผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ อย่างไรก็ตามหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

24.1.2 โคมไฟแต่ละชนิดจะต้องนำตัวอย่างวัสดุมาให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อน และจะถือว่าตัวอย่างวัสดุที่ได้รับอนุมัติแล้วเป็นมาตรฐานสำหรับโคมไฟชนิดนั้นที่จะนำเข้ามาติดตั้งในโครงการ หากมีโคมไฟชุดใดที่ไม่เหมือนกับตัวอย่างวัสดุที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อถอนออก

24.1.3 โคมไฟชนิดฝังฝ้าเพดานทุกชุด ก่อนที่ผู้รับจ้างจะขออนุมัติวัสดุเพื่อสั่งซื้อ ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจพื้นที่ว่างภายในฝ้าเพดานก่อนว่าสามารถติดตั้งโคมไฟได้ หากช่องว่างภายในฝ้าเพดานมีไม่เพียงพอ ให้ผู้รับจ้างนำเสนอวิธีแก้ไขเพื่อขออนุมัติผู้รับจ้างก่อนดำเนินการ

24.2 รายละเอียดดวงโคม

24.2.1 ป้ายทางออกฉุกเฉินชนิด Maintain หลอด LED 6 VA

- โครงสร้าง: ตัวโคมเป็น SLIM LINE ตัวฐานกล่องทำจาก ABS, POLYCARBONATE แผ่นป้ายแสดงทำจากแผ่นอะครีลิคทนไฟ พื้นสีเขียว รูปแบบ สัญลักษณ์และตัวอักษรใช้สีขาว ชัดเจนทั้งสองด้าน
- ระบบจ่ายไฟ : 220-240 VAC/50-60 Hz
- แบตเตอรี่: -
- การติดตั้ง: ยึดติดบนผนังหรือเพดาน
- หลอดไฟ : LED 10 W

24.2.2 โคมไฟฉุกเฉินชนิด Non-Maintain หลอด LED 2x9 W

- โครงสร้าง: ทำจากแผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนา 1 mm. พื้นและเคลือบด้วย Epoxy Powder Coating
- การติดตั้ง: ติดผนัง, ติดลอยหรือฝังฝ้า
- หลอดไฟ : LED 2x9 W
- แรงดันไฟฟ้า : 220VAC
- CRI : >80
- Lifetime : 50,000 Hrs

24.2.3 Remote Lamp ชนิดโคมไฟส่องลง (Down Light) หลอด LED 9 W

- โครงสร้าง: Diecasting Aluminium
- การติดตั้ง: ยึดติดบนฝ้า

- หลอดไฟ : LED 9 W
- แรงดันไฟฟ้า : 220VAC
- CRI : >80
- Lifetime : 50,000 Hrs

24.2.4 โคมไฟฉุกเฉินชนิด Non-Maintain หลอดLED 2x9 W มีแบตเตอรี่ในตัว

- โครงสร้าง: Diecasting Aluminium
- การติดตั้ง: แขนวนั่ง
- หลอดไฟ : LED 2x9 W
- แรงดันไฟฟ้า : 220VAC
- CRI : >80
- Lifetime : 50,000 Hrs

24.2.5 CENTRAL BATTERY ชนิด 220 โวลต์ พร้อมแบตเตอรี่สำรองไฟ 2 ชั่วโมง

- โครงสร้าง: ผลิตจากแผ่นเหล็ก Electro-Glavanized หนา 0.90 มม.พ่น

และเคลือบด้วยระบบ Epoxy Powder Coated ป้องกันการเกิดสนิม

- สภาพการทำงาน : สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ

1) จ่ายไฟเฉพาะช่วงไฟ AC Line ดับ

2) จ่ายไฟต่อเนื่องตลอดเวลาขณะมีไฟ AC

- แรงดันเข้าเครื่อง : AC 220V 50 Hz
- แรงดันออกจากเครื่อง : AC220V 50 Hz
- ระบบป้องกัน : อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากและฟ้าผ่า

ระบบป้องกันไฟตก

- อุปกรณ์เพิ่มเติม : LED Indicator แสดงสถานะการทำงานของเครื่อง

AC Voltmeter แสดงระดับแรงดันไฟฟ้าเข้าและออกจากตัวเครื่อง

DC Voltmeter แสดงระดับแรงดันแบตเตอรี่

- แบตเตอรี่ : SEALED LEAD ACID (SLA) มาตรฐาน CE, UL, ISO9001

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร และระบบคอมพิวเตอร์

โครงการก่อสร้างอาคารพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

- การติดตั้ง : ยึดติดบนผนัง หรือทำฐานวางกับพื้น

25. อุปกรณ์มาตรฐาน

25.1 วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แสดงรายชื่อผู้ผลิต วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ และการพิจารณาของผู้ว่าจ้างที่จะอนุมัติหรือไม่ถือเป็นที่สุด อย่างไรก็ตามหากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น

หมายเหตุ รายการผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ในโครงการให้พิจารณาตามลำดับดังนี้ 1-2-3-4 หากไม่ผลิตแล้วหรือมีระยะเวลาในการส่งเกินจากกำหนด ให้นำเสนอเจ้าเทียบเท่า โดยให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติก่อน

25.2 รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
1.	DRY TYPE TRANSFORMER (Resin)	TMC SGB STARKSTROM (CHAREON CHAI) EKARAT
2.	RING MAIN UNIT	Lahmeyer Schneider LUCY
3.	GENERATOR SET	CUMMINS POWER GENERATION HIMOINSA CATERPILLAR BAUDOUIN (THAITECH)
4.	LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER	ABB SCHNEIDER EATON SIEMENS
5.	AUTOMATIC TRANSFER SWITCH	ASCO ABB ZENITH SOCOMEK VITZRO

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
6.	LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION BOARD AND SUB DISTRIBUTION BOARD MANUFACTURER	PMK ASEFA TIC ES INTERNATIONAL
7.	PANEL BOARD	ABB SCHNEIDER EATON SIEMENS BTICINO
8.	SAFETY SWITCH	ABB SCHNEIDER EATON SIEMENS
9.	POWER CAPACITOR AND AUTOMATIC POWER CAPACITOR CONTROLLER	CIRCUTOR EPCOS-SIEMENS ABB NOKIAN FRANKE SCHNEIDER ELECTRONICON RTR ISKRA
10.	CONTACTOR AND CONTROL RELAY	FINDER ABB SCHNEIDER SIEMENS CIRCUTOR

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
11.	HIGH VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER AND POTENTIAL TRANSFORMER	PRECISE ABB KWK SIEMENS SCHNEIDER
12.	LOW VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER AND POTENTIAL TRANSFORMER	CROMPTON CELSA SIEMENS SACI CIRCUTOR LOVATO
13.	PROTECTIVE RELAYS	SIEMENS SCHNEIDER GEC TELEMECANIQUE CROMPTON
14.	METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENT	E-POWER JANITZA SACI CROMPTON ABB CELSA SACI FINDER SIEMENS SOCOMECH CIRCUTOR LOVATO

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
15.	DIGITAL METER	E-POWER JANITZA CELSA SIEMENS SCHNEIDER CROMPTON MKS SOCOMEC CIRCUTOR LOVATO RTR
16.	สายไฟฟ้า	THAI YAZAKI PHELPS DODGE BANGKOK CABLE MCI-DRAKA
17.	FIRE RESISTANCE CABLE	STUDER (BETAflam) PIRELLI (PRYSMIAN) THAI YAZAKI PHELPS DODGE
18.	BUSDUCT	EAE Schneider Siemens Megaduct Wetown
19.	CONDUIT (METALLIC)	PANASONIC ARROWPIPE TAS ABSO

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		UI
20.	CONDUIT (NON METALLIC)	TAP SCG ท่อน้ำไทย CLIPSAL HACO UNIVOLT TGG ASIA VISAWAPANT TAP
21.	WIREWAY & CABLE TRAY	BSM SMC TAS UI ASEFA TIC BASOR
22.	โคมไฟภายในอาคาร	L&E PHILIPS HI-LIGHT LAMPANDLIGHT
23.	โคมไฟฟ้าภายนอกอาคาร	PHILIPS HI-LIGHT LIGMAN LAMPANDLIGHT
24.	โคมไฟกันระเบิด	HUBBELL CROUSE HINDS GE X-TRA BRITE

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		STALH PHILIPS ABB LEGRAND
25.	หลอดไฟ	PHILIPS PANASONIC SYLVANIA TOSHIBA
26.	ขั้วหลอด	BJB PANASONIC PHILIPS NATIONAL VOSSLOH GE
27.	ELECTRONIC TRANSFORMER	PHILIPS OSRAM SYLVANIA
28.	Driver LED	MEANWELL PHILIPS SYLVANIA OSRAM TOSHIBA
29.	CAPACITOR FOR DISCHARGE LAMP	RFT MERLIN GERIN PED PHILIPS VOSSLOH ATCO

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		CAMBRIDGE ELECTRONICON
30.	BATTERY LIGHT (EMERGENCY LIGHT,EXIT SIGN, LED EXIT SIGN)	CEE MAXBRIGHT SUNNY SAFEGUARD BRIGHTER IMPACT OLYMPIA ELECTRONIC
31.	BATTERY UNIT FOR EMERGENCY LIGHT	PANASONIC GS YUASA
32.	SWITCH AND OUTLET	PANASONIC SCHNEIDER HACO
33.	POWER OUTLET	PANASONIC LEGRAND BTICINO SCHNEIDER HACO MENEKES EAGLE
34.	TWO WIRE REMOTE SWITCH	TOSHIBA ELECTRON PANASONIC SCHNEIDER BTICINO
35.	FIRE ALARM SYSTEM	SIMPLEX EDWARDS NOTIFIER

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		HONEYWELL SECUTRON JOHNSON CONTROL
36.	TELEPHONE TERMINAL	KRONE POUYET NORTERN TELECOM SCHNEIDER LINK
37.	TELEPHONE CABLE	THAI YAZAKI PHELPS DODGE BANGKOK CABLE
38.	TELEPHONE OUTLET	COMSCOPE - NETCONNECT PANASONIC LEGRAND BTICINO SCHNEIDER HACO
39.	DATA TERMINAL	COMMSCOPE-NETCONNECT FURUKAWA PANDUIT
40.	DATA CABLE	AMP (COMMSCOPE-NETCONNECT) FURUKAWA PANDUIT DRAKA BELDEN
41.	DATA OUTLET	COMMSCOPE-NETCONNECT FURUKAWA SCHNEIDER

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		PANDUIT DRAKA
42.	FIRE BARRIER	HILTI 3M ABESCO TREMCO
43.	LIGHTNING PROTECTION SYSTEM	KUMWELL GUNGUL DENH
44.	SURGE PROTECTION DEVICE	PHOENIX CONTACT DEHN KUMWELL SCHNEIDER
45.	PUBLIC ADDRESS	TOA DSPPA BOSCH
46.	ACCESS CONTROL	HID HIKVISION AVIGILON INTERLOGIX GALLAGHER JOHNSON CONTROL GALAXY CONTROL
47.	IP CAMERA CCTV	HIKVISION MILESIGHT WISENET PELCO

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
		ARITECH AVIGILON AXIS
48.	UPS	CHLORIDE SOCOMEC AEG APC MGE VERTIV
49.	LOAD BREAK SWITCH	SCHNEIDER MOELLER SIEMENS ABB
50.	MI Cable	KME DUROFIRE TEC
51.	TOILET EMERGENCY CALL SYSTEM	AIPHONE C-TECH TEKTONE RAULAND
52.	Core Switch, PoE Switch	HUAWEI CISCO 3 COM HP (Aruba) Allied Telesis
53.	Monitor	SAMSUNG PANASONIC PHILIPS

รายการที่	รายละเอียด	ผลิตภัณฑ์
54.	Rack	COMSCOPE LIMAZ GERMANY 19” FURUKAWA FIBRE CONNEX
55.	BAS : Building Automation System	Johnson Control Siemen Schneider AMR