

รายการประกอบแบบ
งานระบบไฟฟ้า

ปรับปรุงอาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ (อาคารสุขประชา วาจาหนัท)

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

สารบัญ

I	ข้อกำหนดทั่วไป	1
1	ข้อกำหนดทั่วไป	1
2	ขอบเขตของงาน	1
3	การดำเนินงาน	2
4	มาตรฐานที่นำมาใช้	3
5	วัสดุอุปกรณ์	4
II	ข้อกำหนดระบบไฟฟ้า	5
1	ระบบไฟฟ้า	5
2	สายไฟฟ้าแรงสูง	5
3	การต่อลงดิน	6
4	การป้องกันไฟและควันลาม	8
5	การป้องกันสนิม	9
6	การติดตั้งวัสดุและการจับยึด	9
7	สายไฟฟ้าแรงต่ำ	10
8	สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ และชนิด LSOH	11
9	ท่อ ทางเดินสายไฟฟ้า	12
10	รางเดินสาย Wireway และ Cable Tray	15
11	กล่องต่อสาย	15
12	การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป ไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	16
III	หม้อแปลงไฟฟ้า	18
1.	ทั่วไป	18
IV	แผงสวิตช์ประธาน	19
1	ทั่วไป	19
2	พิกัดของแผงสวิตช์ (Switchboard)	19
3	การออกแบบและการสร้าง	19
4	สวิตช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker)	20
5	เครื่องวัดและอุปกรณ์	21
V	แผงสวิตช์รอง	24
1	ทั่วไป	24
2	พิกัดของแผงสวิตช์รอง	24

3 การออกแบบและการสร้าง	24
4 สวิตช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker).....	25
5 เครื่องวัดและอุปกรณ์.....	25
VI แผงสวิตช์ย่อย.....	27
1 ทั่วไป	27
2 การออกแบบและการสร้าง	27
VII อุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติ	29
1 MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER (MCCB).....	29
VIII อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าภายใน (Surge Protection Device (SPD)).....	30
1 ล่อฟ้ากระแส (Lightning Current Arrester).....	30
2 ล่อฟ้าแรงดัน (Surge Voltage Arrester).....	30
IX ระบบต่อลงดิน.....	31
1 ระบบต่อลงดิน (Grounding System).....	31
2 หลักระสายดิน (Ground Rod).....	31
3 สายดิน (Ground Conductor).....	31
X การป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier)	33
XI ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย	34
XII โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์.....	36
1 ความต้องการทั่วไป.....	36
2 รายละเอียดวัสดุ	36
3 โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน	36
XIII สวิตช์และเต้ารับ	38
1 สวิตช์ไฟฟ้า.....	38
2 เต้ารับไฟฟ้า.....	38
XIV ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายไร้สาย	39
3. แผงพักสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6 (UTP Cat.6 Patch Panel) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่า ข้อกำหนดดังนี้.....	39
XV ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐานของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร.....	45

I ข้อกำหนดทั่วไป

1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 1) ผู้ว่าจ้างมีความประสงค์จะติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับใช้ในงานปรับปรุงอาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ (อาคารสุขประชา วาจานนท์) แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร
- 2) ระบบไฟฟ้าหมายถึง ทุกระบบที่แสดงไว้ในแบบไฟฟ้า และในรายการประกอบแบบไฟฟ้า
- 3) สิ่งใดที่มีได้กล่าวไว้หรือกำหนดไว้ในแบบแปลนและรายการ แต่จำเป็นจะต้องกระทำเพื่อให้งานสำเร็จ บริบูรณ์ไปโดยรวดเร็วด้วยดีและถูกต้องตามมาตรฐานและหลักวิชาการ ให้ถือเป็นส่วนที่ผู้รับจ้างต้อง ดำเนินการด้วย โดยผู้รับจ้างยอมทำงานนั้นให้โดยไม่คิดเงินเพิ่ม
- 4) สิ่งใดที่ได้กระทำไว้ในแบบแปลนหรือรายการแล้ว แต่ในทางปฏิบัติไม่อาจจะปฏิบัติตามได้ครบถ้วนให้ถือการ ชี้แจงและการอธิบายของวิศวกรผู้ควบคุมงาน ในขณะที่ดูสถานที่ หรือขณะดูการติดตั้ง เป็นส่วนหนึ่ง ของแบบแปลนและรายการด้วย
- 5) สิ่งใดที่ปรากฏในแบบแปลนหรือรายการ ถ้ามีการขัดแย้งกัน ให้ถือตามสิ่งที่เหมาะสมและถูกต้องเป็น หลักในการปฏิบัติ โดยวิศวกรผู้ควบคุมงานและ/หรือผู้ว่าจ้างเป็นผู้ตัดสินโดยผู้รับจ้างยอมทำตามการ ตัดสินโดยไม่คิดเงินเพิ่ม
- 6) ก่อนลงนามในสัญญา ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบแปลนและรายการประกอบแบบว่าสามารถทำได้ ถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ หากมีสิ่งใดไม่ถูกต้องให้ถือเป็นหน้าที่ของผู้ รับจ้างที่ต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรให้กรรมการประกวดราคาทราบ หากไม่มีการแจ้งแต่ปรากฏใน ภายหลังว่าแบบแปลนหรือรายการส่วนหนึ่งส่วนใดคลาดเคลื่อน ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานและ ข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ ผู้รับจ้างยินดีทำการแก้ไขจนถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดของการ ไฟฟ้าฯ โดยไม่คิดเงินเพิ่ม
- 7) ค่าใช้จ่ายต่างๆ ในระหว่างการดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้า เช่น การทดสอบวัสดุ การทดสอบการ ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายเหล่านี้ล้วนเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 8) ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อความเสียหายใดๆ ที่เกิดแก่ทรัพย์สิน หรือบุคคลอันเนื่องมาจาก การดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าของผู้รับจ้าง

2 ขอบเขตของงาน

- 1) รื้อถอนวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสารของเดิมในการปรับปรุงอาคารปฏิบัติการคณะ วิทยาศาสตร์ (อาคารสุขประชา วาจานนท์) แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ออกและนำ ส่งคืนให้ผู้ว่าจ้าง

- 2) ติดต่อและประสานงานการไฟฟ้าท้องถิ่น เพื่อขอติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการดังกล่าวข้างต้นทั้งหมดรวมค่าธรรมเนียมการตรวจสอบภายใน ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระตามใบประมาณการของการไฟฟ้าฯ
- 3) บำรุงรักษาหม้อแปลง
- 4) ติดตั้งสายประธาน ตามที่กำหนดในแบบ
- 5) จัดหาและติดตั้งแผง Main Distribution Board (MDB) Distribution Board (DB) และ Panelboard ตามที่ปรากฏในแบบ
- 6) จัดหาและติดตั้ง Wireway, Cable Tray ท่อร้อยสาย และสายไฟฟ้า
- 7) จัดหาและติดตั้งระบบไฟฟ้าทั่วไป
- 8) จัดหาและติดตั้งระบบการต่อลงดิน
- 9) จัดหาและติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
- 10) จัดหาและติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Cabling System) พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
- 11) จัดหาและติดตั้งระบบโทรศัพท์
- 12) ทำการปิดช่องท่อด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม สำหรับงานระบบไฟฟ้า และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหลังจากที่ติดตั้งงานระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3 การดำเนินงาน

- 1) ผู้รับจ้างต้องจัดหา และใช้ช่างที่มีความรู้ความสามารถและความชำนาญสำหรับงานนั้นโดยตรงเฉพาะเพื่อติดตั้งงานระบบไฟฟ้าให้ดีที่สุด ถ้าผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรเห็นว่าช่างคนใดของผู้รับจ้างไม่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างมีอำนาจขอให้เปลี่ยนช่างคนใหม่ได้ และผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างคนใหม่มาแทนโดยเร็ว ส่วนของเวลาที่เสียไปเพราะการนี้ ผู้รับจ้างจะถือเป็นข้ออ้างในการเรียกร้องค่าเสียหายหรือขยายกำหนดเวลาทำการให้แล้วเสร็จออกไปอีกไม่ได้
- 2) ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบแสดงการติดตั้ง (shop drawing) ต่อผู้ว่าจ้าง และวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนทำการติดตั้งทุกครั้ง เมื่อได้รับการอนุมัติแล้วจึงเริ่มดำเนินการติดตั้งได้
- 3) การเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานที่ผิดไปจากแบบและรายการ อันเนื่องจากแบบและรายการขัดกัน หรือความจำเป็นอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งแก่ทางผู้ควบคุมงานเพื่ออนุมัติขอความเห็นชอบเสียก่อนจึงดำเนินการได้
- 4) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีลักษณะคุณสมบัติ อันเป็นเหตุให้อุปกรณ์รายการที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิตมิตินั้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

- 5) กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นให้ผู้รับจ้างทำหนังสือขออนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน
- 6) การใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่นๆระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำอื่นๆ
- 7) ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการรื้อถอนวัสดุและอุปกรณ์ชั่วคราวสำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าและอื่นๆ และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมภายหลังการส่งมอบงาน
- 8) หลังจากติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จ ผู้รับจ้างต้องส่งพิมพ์เขียว 2 ชุดพร้อม Reproducible as-built drawings (ในรูปกระดาษไซ 1 ชุด และในรูป CD 3 ชุด) ซึ่งแสดงตำแหน่งการเดินสาย การร้อยท่อ และตำแหน่งอุปกรณ์ตามที่ติดตั้งจริง ให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนการส่งมอบงานงวดสุดท้าย
- 9) หลังการติดตั้งระบบไฟฟ้าแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการทำงานของวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง ตามวิธีการและรายละเอียดที่วิศวกรผู้ควบคุมงานกำหนดให้ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างต้องส่งตารางการทดสอบให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติล่วงหน้าอย่างน้อย 4 สัปดาห์ อนึ่งผลการทดสอบเครื่องและระบบดังกล่าวถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารในการส่งมอบงาน

4 มาตรฐานที่นำมาใช้

การติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด ต้องถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า และจะต้องติดตั้งอย่างดีที่สุด ตามวิธีการที่โรงงานผู้ผลิตวัสดุนั้นๆ แนะนำไว้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของเครื่องวัสดุและอุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 1) กฎและระเบียบกระทรวงอุตสาหกรรม
- 2) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- 3) กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- 4) มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- 5) มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- 6) กฎและระเบียบการไฟฟ้า
- 7) ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
- 8) ASTM : AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL
- 9) BS : BRITISH STANDARD
- 10) DIN : DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN
- 11) IEC : INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
- 12) JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

- 13) NEC : NATIONAL ELECTRICAL CODE
- 14) NEMA : NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
- 15) NESC : NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE
- 16) NFPA : NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
- 17) UL : UNDERWRITERS LABORATORIES, INC
- 18) VDE : VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER

5 วัสดุอุปกรณ์

- 1) ผู้รับจ้างต้องหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน เครื่องมือ และติดตั้งงานระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ปรากฏในแบบแปลนไฟฟ้าและรายการประกอบแบบไฟฟ้า
- 2) ผู้รับจ้างต้องจัดหาและใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีตามแบบแปลน และรายการทุกประการและต้องจัดหามาให้ครบถ้วนทันเวลา
- 3) วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องเป็นของใหม่ ไม่บุบสลาย หรือผ่านการใช้งานมาก่อน
- 4) วัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งเสียหายในระหว่างการขนส่ง การติดตั้ง หรือการทดสอบต้องดำเนินการซ่อมแซมให้ใหม่ ตามสภาพและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
- 5) ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ควบคุมงานมีสิทธิที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ควบคุมงานมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ควบคุมงานเชื่อถือทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความต้องการของเจ้าของโครงการ ก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้าและต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น
- 6) หากมีความจำเป็นเกิดขึ้น อันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในรายละเอียด และ/หรือ แสดงตัวอย่างแก่ผู้ควบคุมงานไว้ และต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างต้องชี้แจงจนเป็นที่พอใจแก่ผู้ควบคุมงาน เพื่อรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานโดยฉับพลัน

II ข้อกำหนดระบบไฟฟ้า

1 ระบบไฟฟ้า

- 1) ระบบไฟฟ้าทั้งภายนอกและภายในอาคารทั้งหมด ต้องสอดคล้องกับระบบของการไฟฟ้าฯ
- 2) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงอยู่ในแบบที่กำหนดอยู่ในรายละเอียดในข้อนี้
- 3) ระบบไฟฟ้า
 - 3.1. ระบบไฟฟ้าแรงสูงตามระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ
 - 3.2. ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็น 3 Phase 4 Wires 230/400 V 50 Hz. TN-C-S
 - 3.3. ระบบไฟฟ้าควบคุมให้เป็นไปตามที่แสดงไว้
- 4) ระบบสีของสายไฟฟ้า และ BUSBAR ให้เป็นดังนี้

- 4.1. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย+สายดิน

Line 1	สีน้ำตาล
Line 2	สีดำ
Line 3	สีเทา
Neutral N	สีฟ้า
Ground GR (GC)	สีเขียวแถบเหลือง

สายไฟขนาดตั้งแต่ 10 SQ. MM. ขึ้นไปที่ผู้ผลิต ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้ใส่ Marker ทั้งสองข้างของปลายสายด้วยสีที่กำหนดให้

- 4.2. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย+สายดิน

Line	สีน้ำตาล
Neutral N	สีฟ้า
Ground GR (GC)	สีเขียวแถบเหลือง

สายไฟขนาดตั้งแต่ 10 SQ. MM. ขึ้นไปที่ผู้ผลิต ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้ใส่ Marker ทั้งสองข้างของปลายสายด้วยสีที่กำหนดให้

2 สายไฟฟ้าแรงสูง

- 2.1 ทัวไป อุปกรณ์สายไฟฟ้าแรงสูงและการติดตั้ง ให้เป็นไปตามกฎระเบียบการไฟฟ้าฯ
- 2.2 ขอบเขต
 - 2.2.1 ผู้รับจ้างต้องทำการปักเสาพาดสายโดยเริ่มจากเสาดันแรกที่ได้รับไฟจากการไฟฟ้าฯ ไปจนถึงหม้อแปลง หรือสวิตช์แรงสูงในโครงการ โดยสายแรงสูงที่ใช้ต้องเป็นสายหุ้มฉนวนสองชั้น และอุปกรณ์แรงสูงทุกชนิดต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

- 2.2.1 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการติดต่อการไฟฟ้าฯ มาทำการทดสอบสายแรงสูงดังกล่าวในข้อ 2.2.1 โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งหมด
- 2.2.3 ค่าติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าแรงสูง, เครื่องวัดไฟฟ้าแรงต่ำ รวมทั้งค่าธรรมเนียมทุกชนิด ทางผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระตามใบประมาณการของการไฟฟ้าฯ เท่านั้น ส่วนการติดต่ออำนวยความสะดวกเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้าง
- 2.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นไปตามกฎและมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

3 การต่อลงดิน

- 1) ทัวไป การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าและการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย, ว.ส.ท. และ IEC ฉบับล่าสุด
- 2) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (Grounding System) และของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Grounding Equipment) ให้สมบูรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดนี้ทุกประการ
- 3) อุปกรณ์และขนาด ระบบต่อลงดินประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 อย่าง คือ สายดินและหลักสายดิน (Ground Rod)
 - 3.1 สายดิน ต้องเป็นทองแดงเปลือยมีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบหรืออย่างน้อยที่สุด ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า ที่ระบุไว้ในมาตรฐาน ยกเว้นจะกำหนดไว้ในแบบหรือข้อกำหนดเป็นอย่างอื่น
 - 3.2 ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบ หลักสายดินต้องเป็น Copper Clad Steel มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 " ยาว 10 ฟุต จำนวน 3 ต้น ทำเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าห่างกันต้นละ 2 เมตร และต้องฝังห่างจากโลหะอื่นที่ต่อลงดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร ค่าความต้านทานของดิน (Earthing Resistances) ต้องมีค่าไม่เกิน 1 โอห์ม ถ้ามีค่าความต้านทานมากกว่าที่กำหนด ให้ฝังหลักสายดินเพิ่มขึ้นและต่อเข้ากับหลักสายดินชุดที่ฝังไว้แล้ว หรือตามที่มีกำหนดไว้ในมาตรฐาน
 - 3.3 ถ้าไม่กำหนดเป็นอย่างอื่นในแบบ การต่อเชื่อมจุดทุกจุดของสายดินกับหลักสายดินและสายดินกับระบบ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าและการต่อเชื่อมระหว่างหลักสายดินให้ต่อเชื่อมด้วย Exothermic เท่านั้น และให้เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งการต่อดังกล่าวต้องไม่ทำให้เกิดความต้านทานสูงกว่าที่กำหนด
- 4) การติดตั้ง การต่อสาย neutral ลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องลงดินใกล้ๆ กับหม้อแปลงไฟฟ้า MBD นั้นๆ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท.ฉบับล่าสุด โดยขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไปตามตารางในหัวข้อ ระบบต่อลงดิน
- 5) การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้

- 5.1 อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ
- 5.2 แผงสวิตช์ที่เป็นแผงโลหะ
- 5.3 โครงเหล็กหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องเป็นโลหะ อันอาจมีกระแสไฟฟ้า
- 6) ห้ามมิให้ใช้สาย Neutral เป็นสายดิน หรือสายดินเป็นสาย Neutral
- 7) สายดินที่ติดตั้งในบริเวณที่อาจทำให้เสียหายชำรุดได้ ให้ร้อยในท่อโลหะ
- 8) ผู้รับจ้างต้องทำแบบการต่อลงดินของระบบและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อสร้าง
- 9) ผู้รับจ้าง ต้องทดสอบวัดค่าความต้านทานของงานสายดินและความต้านทานของดินต่อเจ้าหน้าที่โครงการหรือผู้ควบคุมงาน ถ้าความต้านทานสูงกว่าที่กำหนดไว้ให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไขโดยทันที
- 10) ขนาดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าดูจากตารางในหัวข้อ ระบบต่อลงดิน

ตารางที่ 2.1 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2.2 ขนาดของสายดินสำหรับบริษัทไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน สูงสุด (Ampere)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริษัทไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5*
40	4*
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50

1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ * หากความยาวของวงจรย่อยเกิน 30 เมตร ให้พิจารณาเพิ่มขนาดสายดินที่บริเวณที่ไฟฟ้าขึ้นไปอีก 1 ลำดับ ทั้งนี้ ให้คำนึงถึงค่า Earth Fault Loop Impedance ของวงจรที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ญ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท.ฉบับล่าสุด

4 การป้องกันไฟและควันลาม

- 1) ทั่วไป การป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นไปตามหัวข้อที่ 300-21 ของ NEC และ ASTM
- 2) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันการลุกลามของไฟและควันตามช่องเปิดของท่อสายไฟ ท่อทุกชนิด และ BUSDUCT ซึ่งผ่านผนังห้องหรือพื้นห้อง
- 3) อุปกรณ์หรือวัสดุ
 - 3.1. อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุ UL รับรองหรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - 3.2. อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
 - 3.3. อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
 - 3.4. สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
 - 3.5. ทนต่อการสั่นสะเทือน
 - 3.6. ติดตั้งง่าย
 - 3.7. อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 4) การติดตั้ง
 - 4.1. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังหรือพื้นห้องหรือฝ้าเพดานทนไฟ ต้องติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลาม
 - 4.2. การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์และวัสดุดังกล่าว
 - 4.3. ช่องเปิดสำหรับท่อสายไฟ หรือ Busduct ที่เตรียมไว้สำหรับอนาคตก็ควร Seal ปิดไว้ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลามด้วย
 - 4.4. สายเคเบิลแรงสูง, สายเคเบิลแรงต่ำที่เดินอยู่บนรางเดินสาย Wire Way และ Cable Tray ให้ทำด้วยวัสดุป้องกันไฟ
- 5) รายละเอียดอื่น ๆ ดูในบทการป้องกันไฟ และควันลาม

5 การป้องกันสนิม

- 1) ทัวไป ส่วนที่เป็นเหล็กทุกชนิดต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม
- 2) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องมีกรรมวิธีป้องกันสนิมให้แก่ส่วนที่เป็นเหล็กทุกชั้น ที่ใช้ในการติดตั้งไฟฟ้า
- 3) กรรมวิธีป้องกันสนิม
 - 3.1. ทำความสะอาดแผ่นเหล็กให้เรียบปราศจากไขมันหรือน้ำมัน
 - 3.2. ส่วนที่เป็นสนิมให้ใช้น้ำยาล้างสนิมล้างออกให้หมด
 - 3.3. พ่นสีรองพื้นด้วย Zinc Phosphate หรือ Primer อื่นที่เทียบเท่าและอบสีรองพื้น
 - 3.4. สีชั้นนอกใช้น้ำมันชนิดอบ (Bake Enamel) พ่นทับอย่างน้อย 2 ชั้น แต่ละชั้นอบเช่นเดียวกันกับสีรองพื้น
 - 3.5. กรรมวิธีการป้องกันสนิมโดยวิธีอื่น ผู้รับจ้างต้องขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ
 - 3.6. ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กและมีกรรมวิธีป้องกันสนิมจากต่างประเทศเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องแจ้งรายละเอียดดังกล่าวต่อผู้ควบคุมงานก่อนขออนุมัติติดตั้ง
 - 3.7. การป้องกันการผุกร่อน ท่อสาย, เกราะหุ้มเคเบิล (Cable Armor) เปลือกนอกเคเบิล กล่องตู้ ท่อโค้ง ข้อต่อ และเครื่องประกอบการเดินท่ออื่นๆ ต้องเป็นวัสดุที่เหมาะสม หรือมีการป้องกันที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่สิ่งนั้นติดตั้งอยู่ การป้องกันการผุกร่อนต้องทำทั้งภายในและภายนอกเครื่องอุปกรณ์ โดยการเคลือบด้วยวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อน เช่น สังกะสีแคลเซียม หรือ Enamel ในกรณีที่มีการป้องกันการผุกร่อนด้วย Enamel ห้ามใช้ในสถานที่เปียกหรือภายนอกอาคาร กล่องต่อสายหรือตู้ที่ใช้กรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนด้วย Organic Coating ยอมให้ใช้ภายนอกอาคารได้เฉพาะเมื่อได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ แล้วเท่านั้น

6 การติดตั้งวัสดุและการจับยึด

- 1) ท่อสาย รางเดินสาย รางเคเบิล เคเบิล กล่อง ตู้และเครื่องประกอบการเดินท่อ ต้องยึดกับที่ให้มั่นคง
- 2) ท่อสาย เกราะหุ้มและเปลือกนอกของเคเบิล ทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ ต้องต่อเนื่องระหว่างตู้ กล่อง เครื่องประกอบการเดินท่อ เครื่องหุ้มอย่างอื่น หรือจุดต่อไฟฟ้า
- 3) การเดินสายในท่อสาย สำหรับแต่ละจุดที่มีการต่อสาย ปลายท่อ จุดต่อไฟฟ้า จุดต่อสายแยก จุดติดสวิตช์ หรือจุดดึงสาย ต้องติดตั้งกล่องหรือเครื่องประกอบการเดินท่อ ยกเว้น การต่อสายในเครื่องหุ้มสายที่มีฝาเปิดออกได้ และเข้าถึงได้ภายหลังการติดตั้ง
- 4) สายไฟในท่อสายแนวตั้งต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของท่อสาย และต้องมีการจับยึดเป็นช่วง ๆ ซึ่งห่างกันไม่เกินตามที่กำหนดในตารางที่ 2.3 ยกเว้นถ้าระยะตามแนวตั้ง น้อยกว่าร้อยละ 25 ของระยะที่กำหนดในตารางที่กำหนดไม่ต้องใช้ที่จับยึด

ตารางที่ 2.3 ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ระยะจับยึดสูงสุด (เมตร)
< 50	30
70 – 120	24
150 – 185	18
240	15
300	12
> 300	10

7 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

- 1) ทั่วไป ข้อกำหนดในตอนนี้อยู่ครอบคลุมรายละเอียดการจัดการจัดหาและการติดตั้งสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน ยกเว้นสายไฟฟ้าชนิดทนไฟและความร้อน (Fire Resistant Cable)
- 2) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้า ซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้และดังแสดงไว้ในแบบสายไฟฟ้าทั้งหมด หรือที่เกี่ยวข้องทั้งภายนอกและภายในอาคารต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11-2553
- 3) ตัวนำทั้งหมดต้องเป็นทองแดงและเป็นไปตาม มอก. 11-2553
- 4) ฉนวนของสายไฟฟ้าเป็นไปตาม มอก. 11-2553 และดังระบุไว้ในแบบ
- 5) เปลือกหุ้มของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตาม มอก. 11-2553
- 6) รายละเอียดของสายไฟฟ้าทั่วไป
 - 6.1. สายไฟแบบ FEEDER และสายวงจรย่อย ให้ใช้สาย IEC 01 หรือที่ระบุไว้ในแบบ
 - 6.2. สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้สายตีเกลียว
 - 6.3. สายภายนอกอาคารให้ใช้สาย NYY ยกเว้นระบุไว้ในแบบ
 - 6.4. ขนาดของตัวนำ ขนาดสายเมนสำหรับวงจรโคมไฟและเตารีดวงจรไม่ต่ำกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร สายต่อแยกเข้าหาโคมไฟหรือเตารีดให้ใช้สายขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร ได้ ยกเว้นจะกำหนดไว้ในแบบหรือรายการ
- 7) การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 8) การหล่อลื่น ในการดึงสาย ผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่น ตัวหล่อลื่นต้องเป็นชนิดที่ใช้สำหรับสายไฟฟ้าเท่านั้น

- 9) การติดตั้งสายไฟทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 10) การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก
- 11) Cable Identification สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายทั้งสองข้างต้องมีป้ายติดบนสายบ่งถึงขนาดและวงจร เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอกประกอบด้วย ขนาดสายวงจร และ Load ที่ใช้สำหรับ Colour Code เป็นดังนี้
- | | |
|------------------|------------------|
| Line 1 | สีน้ำตาล |
| Line 2 | สีดำ |
| Line 3 | สีเทา |
| Neutral N | สีฟ้า |
| Ground GR (G.C.) | สีเขียวแถบเหลือง |
- 12) การติดตั้ง การเดินสายไฟฟ้าต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าจะต้องร้อยสายในขณะที่จะต้องเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้เตรียมร้อยไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด

8 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ และชนิด LSOH

1) ความต้องการทั่วไป

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เอื้ออำนวยต่อการ ติดไฟ, ลามไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึงแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ HOLOGEN

2) ลักษณะของสายไฟ

สายไฟฟ้าชนิดอ่อน ติดตั้งได้สะดวก ผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502 มีตัวนำแกนคลออสลิงค์ทองแดง ชนิด STRAND (IEC 228 Class2) ที่พันหุ้มด้วย Glass Mica เป็นฉนวนกันไฟภายใน และหุ้มอีกชั้นด้วยสารแร่นวนอ่อนตัว ชนิดไม่หลอมละลาย ติดไฟ เมื่ออยู่ภายในเพลิง สายไฟจะต้องมีรัศมีดัดโค้งไม่เกิน 6-8 เท่าของรัศมีความโตของสายไฟนั้น วัสดุที่หุ้มจะต้องไม่แปรสภาพใด ๆ เมื่อตัวนำไฟฟ้าต้องนำกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิต่อเนื่องสูง 90 °C ตามมาตรฐาน IEC 216 และสายไฟทั้งหมดจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากลดังนี้

2.1 สามารถนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C.W.Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้

- ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- ข้อกำหนด W ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 650° C เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที

- ข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950° C เป็นเวลา 15 นาที
- 2.2 สายไฟมีค่าแรงดัน 0.6 / 1KV (เพาเวอร์/คอนโทรล)
- 2.3 สายไฟมีค่าแรงดัน 300/500 (สายสื่อสาร)
- 2.4 สายไฟต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เอื้ออำนวยต่อการลามไฟของสายไฟตามมาตรฐาน
 - IEC 332-1
 - IEC 332-3 A B C
 - VDE 0472 Part 804/C
- 2.5 ปริมาณควันไฟ เมื่อสายถูกเผาไฟไหม้ ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่า 70 %
 - IEC 1034-2
 - ปริมาณ HALOGEN เป็นศูนย์
 - IEC 754-1
- 2.6 ค่าความเป็นกรด ต่างที่เหมาะสม
 - IEC 754-2
- 2.7 เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระยะการลามไฟจะน้อยเมื่อค่าความร้อนของฉนวนที่ไหม้น้อยกว่า 8,500 BTU หรือ 20 KJ// GRAM
- 2.8 ความสามารถต่อการลัดวงจร และการใช้เกินกระแสพิกัดสายไฟจะต้องทนที่อุณหภูมิ 250° C เป็นเวลา 5 วินาที และ 200° C เป็นเวลา 15 วินาที
- 2.9 การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001, LPCB
- 2.10 อุปกรณ์ขั้วต่อสาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟเหมือนกับสาย
- 2.11 สายไฟ ชนิด FLAME RETARDANT (LSOH) ให้ผลิตตามมาตรฐานข้างต้น โดยยกเว้นการมี Glass Mica

9 ท่อ ทางเดินสายไฟฟ้า

- 1) ทั่วไป ข้อกำหนดในตอนนี ครบคลุมรายละเอียดการจัดหาและการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและอุปกรณ์
- 2) ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งท่อร้อยสายซึ่งได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้และดั่งแสดงไว้ในแบบทุกประการ
- 3) รายละเอียด

- 3.1. Intermediate Metal Conduit (IMC) ต้องเป็นท่อเหล็กแข็งชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี (Pre-Zinc) มาแล้วและมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2" Intermediate Metal Conduit (IMC) ต้องติดตั้งในกรณีดังนี้ คือ ที่ Service Entrance ที่ต้องการฝังใต้ดินหรือในคอนกรีต หรือที่เดินนอกอาคาร หรือเป็น Feeder หรือ Motor Circuit หรือ ที่ขึ้นตามข้อกำหนดของ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท.ฉบับล่าสุด
 - 3.2. Electrical Metallic Tubing (EMT) ต้องเป็นท่อเหล็กบางชุบสังกะสี (Pre-Zinc) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 " สามารถใช้ติดตั้งในทุกสถานที่ได้ ยกเว้นที่ระบุไว้ในข้อ 3.1
 - 3.3. Polyvinyl Chloride Conduit (PVC) ต้องเป็นท่อ PVC ชนิดแข็งเหนียว ทนทานต่อน้ำมัน, ไขมัน, กรดอ็อกซิก, ต่าง, เกลือ มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 3/4" สามารถติดตั้งได้ทั้งภายนอกอาคารและภายในอาคาร ตามข้อกำหนดของ มาตรฐานกาติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
 - 3.4. ท่ออ่อน (Flexible Conduit) ท่ออ่อนต้องทำจาก Galvanized Steel หรือ High Impact PVCท่ออ่อนที่ใช้ในที่ขึ้นต้องเป็นแบบกันน้ำ
 - 3.5. Coupling and Thread Protector ท่อร้อยสายแต่ละท่อต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง
 - 3.6. Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
 - 3.7. Lock Nut และ Bushing ต้องมี Lock Nut และ Bushing ทุกปลายของท่อ
 - 3.8. Junction and Pull Boxes ต้องเป็นเหล็กหล่อชุบสังกะสีที่มีกรรมวิธีป้องกันสนิม หรือเป็น High Impact PVC.
- 4) การติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วสท.ฉบับล่าสุด
- 4.1. Intermediate Metal Conduit (IMC) ต้องใช้ฝังใต้ดินหรือคอนกรีตหรืออิฐ การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานฯ
 - 4.2. Electrical Metallic Tubing (EMT) ต้องใช้กับท่อเดินลอย หรือฝังในฝ้า การติดตั้งเป็นไปตาม มาตรฐานฯ
 - 4.3. Polyvinyl Chloride Conduit (PVC) ต้องใช้กับท่อเดินลอย หรือฝังในฝ้า การติดตั้งเป็นไปตาม มาตรฐานฯ
 - 4.4. ท่อ Polybutylene (ท่อ PB) หรือท่อ Polyethylene (ท่อ PE) หรือท่อ EFLEX ต้องใช้เฉพาะฝังใต้ดินภายนอกอาคารเท่านั้น
 - 4.5. Flexible Conduit ต้องใช้เมื่อต้องการ Conduit Termination กับ Equipment ซึ่งมีการสั่นสะเทือนหรือเมื่อต้องการความยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม มาตรฐานฯ

- 4.6. Associated Material ต้องเป็นไปตาม มาตรฐานฯ สำหรับการติดตั้ง ณ สถานที่อันตราย เป็นไปตาม มาตรฐานฯว่าด้วยเรื่องการจัดตั้ง ณ สถานที่อันตราย
- 4.7. Moisture Pocket ก่อนนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน
- 4.8. Bend and Offset ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบและตามกฎการไฟฟ้าฯทุกประการ ท่อร้อยสายที่เสียรูป และไม่เป็นไปตามที่ระบุห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- 4.9. การเดินท่อให้พยายามเดินในแนว ทางเดิน (Corridor) และมีแนวขนานหรือติดตั้งฉากกับตัวอาคาร
- 4.10. การต่อเชื่อมกับ Box และ Cabinet โดยมี Locknut ด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อ ท่อร้อยสายต้องมี Bushing สวมอยู่
- 5) Colour Code ท่อหรือ Wire Way และ Colour Symbols ของระบบไฟฟ้า และสื่อสารทั้งหมดที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดานหรือเดินลอยติดผนังหรือเพดานให้ทำสีคาดไว้ที่ท่อทุกๆ ระยะ 1.0 เมตร ด้วยสีดังต่อไปนี้

หัวข้อ	ตัวอักษร	Colour Code	Colour Symbols
ระบบไฟฟ้าปกติ (Normal)	N	สีแดง	สีดำ
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency)	E	สีเหลือง	สีแดง
ระบบไฟฟ้าสำรองแบบต่อเนื่อง (UPS)	U	สีดำ	สีเขียว
ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)	TEL	สีเขียว	สีดำ
ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System)	FA	สีส้ม	สีแดง
ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna Television, MATV)	MA	สีขาว	สีดำ
ระบบเสียงประกาศ (Public Address System)	S	สีขาว	สีดำ
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Television, CCTV)	CC	สีน้ำเงิน	สีดำ

หัวข้อ	ตัวอักษร	Colour Code	Colour Symbols
ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)	SEC	สีน้ำเงิน	สีดำ
ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network System)	COMP	สีดำ	สีขาว
ระบบโสตทัศนอุปกรณ์ (Audio Visual System)	AV	สีขาว	สีดำ
ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับ อากาศ	AC	สีน้ำเงิน	สีดำ
ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบ สุขาภิบาล	SAN	สีน้ำเงิน	สีดำ

10 รางเดินสาย Wireway และ Cable Tray

- 1) รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำ และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อ และเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ ๆ เห็นได้ชัดเจน
- 2) การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎ และวิธีการตามที่กำหนดใน มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 3) รางเดินสายต้องผลิตจากแผ่นเหล็กมาตรฐานชนิด Cool Roll Mild Steel Sheet ความหนาของเหล็กที่เหมาะสมมีดังนี้
 - ขนาดความหนา 1.0 มม. สำหรับ Wireway ขนาดไม่เกิน 100 x 75 มม.
 - ขนาดความหนา 1.6 มม. สำหรับ Wireway ขนาดเกิน 100 x 100 มม. แต่ไม่เกิน 300 x 150 มม.
- 4) กระบวนการทำสี จะต้องมีการล้างทำความสะอาดทุกชิ้นงานด้วยน้ำยาล้างไขมัน หลังจากนั้นจะถูกเคลือบ Zinc โดยวิธีการ Zinc Phosphate ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันสนิม และการยึดเกาะของสีในขั้นแรกแล้วนำชิ้นงานเข้า Automatic Line พ่นสีฝุ่น Epoxy ด้วยระบบ Electrostatic Powder Spraying และอบด้วยอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความหนาสี 60 ไมครอนส์

11 กล่องต่อสาย

- 1) ทั่วไป กล่องต่อสายแบบต่างๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย กล่องต่อสายให้หมายรวมถึงกล่องต่อสวิตช์เต้าเสียบ กล่องรวมสายและกล่องสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ

- 2) ขอบเขต ผู้จ้างต้องจัดหาและติดตั้งกล่องต่อสายสำหรับเต้ารับ สวิตช์และอุปกรณ์อื่น กล่องดึงสาย (Pull Box) กล่องต่อสาย (Junction Box) และข้อต่อต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบและส่วนอื่นที่เห็นว่าจำเป็นสำหรับการติดตั้ง (ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในแบบ)
- 3) อุปกรณ์
 - 3.1. กล่องต่อสายโดยทั่วไปต้องเป็นเหล็กหล่อชุบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร
 - 3.2. กล่องต่อสายแบบกันน้ำต้องใช้เป็นอลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อและมีกรรมวิธีป้องกันน้ำและกันสนิมได้ดี
 - 3.3. กล่องต่อสายทุกแบบต้องมีฝาปิด
 - 3.4. ขนาดของกล่องต่อสายต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดไว้ในตาราง
 - 3.5. กล่องต่อสายต้องมีวิธีกันสนิมตามที่ได้กล่าวมาแล้ว
 - 3.6. กล่องต่อสายต้องมีกรรมวิธีป้องกันการบาดสาย
- 4) การติดตั้ง
 - 4.1. ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
 - 4.2. กล่องต่อสายทุกกล่องต้องต่อลงดินตามกฎของ IEC
 - 4.3. กล่องต่อสายทุกกล่องมีการจับยึดที่แข็งแรงกับตัวอาคาร
 - 4.4. การต่อท่อเข้ากับกล่องต่อสายต้องประกอบด้วย Locknut และ Bushing
 - 4.5. กล่องต่อสายต้องเลือกใช้และติดตั้งตามสภาวะการใช้งานและสภาวะแวดล้อม
 - 4.6. กล่องต่อสายของวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal Supply) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Supply)
- 5) Colour Code และ Colour Symbols ของกล่องต่อสายทุกกล่อง ต้องทาสีภายในกล่องและฝากล่องด้วยสีดังที่ระบุในข้อ 5) หัวข้อ 7

12 การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป ไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

- 1) ทั่วไป ข้อกำหนดในตอนนี้อยู่ครอบคลุมรายละเอียดของการทดสอบระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 2) ขอบเขต เมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งภายนอกและภายในอาคาร และส่วนที่รับผิดชอบต่อเจ้าของโครงการหรือตัวแทนของเจ้าของหรือตัวแทนของเจ้าของโครงการ โดยต้องมีรายการตรวจสอบการติดตั้ง (Prefunctional Checklist) ของอุปกรณ์ และการทดสอบการทำงาน (Functional Performance Test) โดยทดสอบการเปิด ปิด การทำงานในระบบฉุกเฉิน และการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์อื่นๆ ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างต้องคิดอยู่ในรายการเสนอราคาเรียบร้อยแล้ว อนึ่งผู้รับจ้างต้องเสนอรายชื่อของผู้ทำการทดสอบระบบ เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนก่อนดำเนินการ

- 3) การทดสอบระบบต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อกำหนดและมาตรฐานที่อ้างอิง
- 4) ผู้รับจ้างต้องจัดส่งผลการทดสอบระบบให้ผู้ว่าจ้างหรือผู้ควบคุมงานตรวจสอบ ทั้งนี้ ผู้รับจ้างต้องส่งตารางการทดสอบให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติล่วงหน้าอย่างน้อย 4 สัปดาห์ อนึ่งผลการทดสอบเครื่องและระบบดังกล่าวถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารในการส่งมอบงาน
- 5) การทดสอบระบบไฟฟ้าทั่วไปและระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้กระทำดังนี้
 - 5.1 การทดสอบระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับกฎการไฟฟ้าฯ เมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบไฟฟ้าทั้งภายนอกและภายในอาคารและส่วนที่รับผิดชอบต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
 - 5.2 การทดสอบระบบ (System Test) ป้อนไฟให้ระบบไฟฟ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดอยู่ในสภาพใช้งานปกติ รีเลย์ (Relay) และสวิตช์อัตโนมัติ(Circuit Breaker) ได้รับการปรับตั้งให้อยู่ในระดับที่ถูกต้อง หากพบว่าอุปกรณ์ไม่ทำงาน หรือคลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ผู้รับจ้างต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่โดยทันที
 - 5.3 การทดสอบอุปกรณ์ (Equipment Test) อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าทุกชนิดถูกป้อนไฟตรวจสอบหน้าที่และการทำงานตลอดจนคุณสมบัติต่างๆ ความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
 - 5.4 การทดสอบดวงโคม (lamp Test) ดวงโคมไฟทั้งหมดต้องถูกทดสอบโดยการเปิดไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชนิด หากพบว่ามี ความเสียหายต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความสว่างเฉลี่ย (Average Actual Lux) ของแต่ละพื้นที่โดยรวม ให้ได้มาตรฐานตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หากมีต้องมีการปรับแต่งหรือเพิ่มเติมต้องแจ้งให้ผู้ออกแบบทราบ
 - 5.5 การทดสอบฉนวน (Insulation Test) อุปกรณ์ที่มีฉนวนทุกชนิดต้องถูกทดสอบตามมาตรฐานและระเบียบปฏิบัติของการไฟฟ้าฯ
 - 5.6 Voltage Drop Test วัดแรงดันไฟฟ้าตกจากต้นทาง (Transformer) ถึงปลายทาง (Load) Voltage Drop ไม่ควรเกิน 5 %
 - 5.7 Grounding Test วัด Earthing Resistance ของทั้งระบบ Grounding System และ Grounding Equipment ต้องไม่เกิน 5 Ohm
 - 5.8 Polarity Test วัดดูการเข้าสายไฟเรียงตาม Phase ของการไฟฟ้าฯ หรือไม่ทุกจุดของ 3 Phase Load.

III หม้อแปลงไฟฟ้า

1. ทั่วไป

หม้อแปลง เป็นหม้อแปลงของเดิมที่ยังใช้งานอยู่ ผู้รับจ้างมีหน้าที่ซ่อมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบที่ชำรุดหรือไม่สมบูรณ์ เปลี่ยนน้ำมันหม้อแปลง ตรวจสอบและทดสอบหม้อแปลงตามมาตรฐานโรงงานผลิตหม้อแปลง พร้อมเอกสารรับรองผลการทดสอบ และต้องได้รับการรับรองให้ใช้งานได้จากการไฟฟ้านครหลวง

IV แผงสวิตช์ประธาน

1 ทัวไป

แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ เป็นชนิดใช้งานภายในอาคาร อุปกรณ์ วัสดุ การสร้างและการประกอบตู้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439 หรือเทียบเท่า ตัวแผงสวิตช์เป็นแบบตั้งพื้นบนฐานคอนกรีตที่สูงจากพื้น 10 ซม.

2 พิกัดของแผงสวิตช์ (Switchboard)

แผงสวิตช์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

SYSTEM WIRING	3 PHASE, 4 WIRE
RATED NORMAL VOLTAGE	400/230 V
INSULATION CLASS	600 V
RATED FREQUENCY	50 HZ.
CURRENT	ตามที่ระบุในแบบ
RATED SHORT CIRCUIT CURRENT	ตามที่ระบุในแบบ

3 การออกแบบและการสร้าง

ให้เป็นตามกำหนดต่อไปนี้

- 3.1 การออกแบบ การสร้าง และการทดสอบแผงสวิตช์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439 หรือเทียบเท่า โดยจะต้องออกแบบและจัดประกอบให้สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการอาร์ค ให้จำกัดอยู่เฉพาะส่วน ไม่สามารถลุกลามไปส่วนอื่นของแผงสวิตช์ได้
- 3.2 แผงสวิตช์เป็นชนิดกันน้ำหยดที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติ บัสบาร์ สายไฟฟ้า เครื่องวัด อุปกรณ์ล่อฟ้ากระแส อุปกรณ์ล่อฟ้าแรงดันเกิน และอุปกรณ์อื่นๆที่เหมาะสมสำหรับใช้งานภายในอาคาร โครงสร้างของตู้เป็นโครงเหล็กแบบตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเอง มีความแข็งแรงไม่บิดเสียรูป ขณะขนย้ายหรือขณะประกอบติดตั้งโดยประกอบด้วยโครงเหล็กฉากและฐานเหล็กรูปตัว "C" มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
- 3.3 ฝาตู้ทั้ง 4 ด้าน ต้องใช้แผ่นเหล็กที่ป้องกันสนิมอย่างดีด้วยวิธีชุบฟอสเฟต หรือกรรมวิธีอื่นที่ดีกว่า มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ฝาด้านหน้าและหลังทำเป็นบานประตูชนิดเปิดปิดด้วยกุญแจ และที่ฝาดูต้องมีช่องระบายความร้อน ที่กันฝุ่นและหยดน้ำได้

- 3.4 บัสบาร์ทำด้วยทองแดงที่มีขนาดเพียงพอสำหรับกระแสพิกัดโดยมีอุณหภูมิเพิ่มไม่เกิน 50°C, Insulation Block เป็นชนิด Non-Hygroscopic ที่ยึดบัสบาร์ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับแรงเค้นที่เกิดจากกระแสลัดวงจรที่บัสบาร์ 35kA.rms Symmetrical ที่ 400 Vac บัสบาร์ต้องมีแถบสีกำกับ และบัสบาร์ของสายดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 มม. x 50 มม.
- 3.5 Mimic Bus ด้านหน้าตู้ทำจากแผ่นพลาสติกที่สามารถเห็นได้ชัดเจนกว้าง 10 มม.หนา 3 มม.แสดงผังการต่อของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์
- 3.6 อุปกรณ์ทุกตัวบนแผงสวิตช์ต้องมีป้ายชื่อ (Nameplate) กำกับป้ายชื่อนี้ต้องติดตั้งอย่างถาวรคงทนและเห็นได้ชัดเจน
- 3.7 การติดตั้งแผงสวิตช์ให้ติดตั้งบนพื้นคอนกรีตที่ยกสูง 10 ซม. ปูด้วยพลาสติกกันซึม และทาทับด้วยสีอีพอกซี การยึดให้ใช้โบลท์แบบขยายยึดอยู่กับพื้น
- 3.8 ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบแสดงการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดของแผงสวิตช์ให้ผู้ว่าจ้างและวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนสั่งทำ

4 สวิตช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker)

- 4.1 สวิตช์อัตโนมัติที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC สวิตช์อัตโนมัติในระบบเดียวกันและต่อเนื่องกัน ต้องมีการทำงานตัดวงจรสัมพันธ์กัน โดยสวิตช์อัตโนมัติที่อยู่ใกล้จุดฟอลท์ (Fault) ต้องตัดวงจรก่อน สวิตช์อัตโนมัติทั้งหมดจึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 4.2 สวิตช์อัตโนมัติหลัก (Main Circuit Breaker) เป็นชนิด Air Circuit Breaker (ACB) ซึ่งจะต้องประกอบด้วยฟังก์ชัน ดังนี้
- (1) ค่า IC ตามระบุในแบบ
 - (2) Draw-out Type
 - (3) Shunt Release
 - (4) Time Delay Undervoltage Release
 - (5) Phase Protection Relay
 - (6) Ground Fault Protection
 - (7) Electronics Overload Relay
 - (8) Instantaneous Protection
 - (9) Auxiliary Contact
 - (10) อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ รวมถึง Special tool (ถ้ามี) ที่จำเป็นตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 4.3 สวิตช์อัตโนมัติสำหรับสายป้อน Thermal Trip ที่ พิกัด <math>< 400\text{AF}</math> และ Electromagnetic Trip ที่ พิกัด $\geq 400\text{AF}$ ขนาดค่ากระแสต่อเนื่องพิกัด และค่าพิกัดการตัดกระแสตามกำหนดในแบบ

- 4.4 ผู้รับจ้างต้องเสนอและส่ง Trip Curve ของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติในรูปแบบของเอกสารให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาในขั้นตอนการอนุมัติวัสดุ

5 เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 5.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC61869-2, IEC61439-1 สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000 โวลต์ 50 Hz. และความแม่นยำ Class 0.5 ฉนวน Class E (120°C) โดยมีกระแสทุติยภูมิ 5 A กระแสปฐมภูมิ ตามที่กำหนดในแบบ
- 5.2 Voltmeter เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ 0-500 V หรือ ตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือ ดีกว่า
- 5.3 Volt Selector Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจิ้งหระปิดด้วย
- 5.4 Ammeter ใช้ 2 ชนิด ตามที่กำหนดในแบบดังนี้
- (1) Direct Connection Ammeter ขนาดตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class 1.5 หรือ ดีกว่า
 - (2) CT Type Ammeter เป็นชนิดมีสเกลอ่านได้ตามกำหนด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5A Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.5 หรือ ดีกว่า
- 5.5 Amp Selector Switch (AS) เป็นชนิดที่เลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแส
- 5.6 Kilowatt Meter (KW) เป็นชนิดใช้กับ CT แบบมี Maximum Demand Type ใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 3 Phase 4 Wire Accuracy 2.5% หรือ ดีกว่า
- 5.7 Kilowatt-hour Meter (kWH) เป็นชนิดต่อตรง หรือใช้กับ CT แบบธรรมดา หรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนดใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220V, 3 Phase, 4 Wire หรือตามที่กำหนด Accuracy 2.5% หรือ ดีกว่า
- 5.8 Power Factor Meter ชนิดใช้กับ CT Range Cap. 0.5 - 0.5 Ind. Class 1.5 ระบบไฟฟ้า 380/220 V, 3 Phase 4 Wire
- 5.9 ฟิวส์สำหรับป้องกันสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ และสวิตช์อื่นๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่าซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 KA 380 V
- 5.10 ฟิวส์ สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50-KA 380 V
- 5.11 Indicator Lamps ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่าที่มีเลนส์ด้านหน้าใช้ 2 ชนิด ตามแรงดันไฟฟ้า
- 5.12 DIGITAL METER
- 1) Digital Meter ที่ใช้ต้องมีขนาด 96 x 96 mm. ผลิตตามมาตรฐาน UL 61010B-1/

- 2) IEC 1010 / BSEN 61010-1 CAT III หน้าปัดมิเตอร์เป็น LED ขนาดสูงอย่างน้อย 14 mm.
- 3) สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ในที่แสงสว่างไม่เพียงพอ
- 4) Digital Metering System ต้องสามารถรับ-ส่งข้อมูลระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้มาตรฐาน RS485 Modbus หรือ N2Bus Protocol สำหรับเชื่อมต่อเป็น Net Work ไปแสดงค่าที่ระบบ Building Automation System
- 5) ค่าที่อ่านได้อย่างน้อยมีค่าต่อไปนี้
 - กระแสต่อเฟส (ทั้ง 3 เฟส)
 - กระแสนิวตรอล
 - แรงดันไฟฟ้า L-L และ L-N ทั้งเฟส
 - Active Power (kW)
 - Reactive Power (kVAR)
 - Apparent Power (kVA)
 - Power Factor
 - Frequency
 - Active Energy (kWH – Import & Export)
 - Reactive Energy (KVARh – Import & Export)
 - Active power (kW) demand
 - Active power (kW) Maximum demand
 - Current demand
 - Current Maximum demand
 - Total Harmonic Distortion (THD) up to 31 st.
- 6) ความแน่นอนแม่นยำในการวัด (เฉพาะตัวมิเตอร์)

Phase Voltage / Line Voltage / Current	±0.17% of range
Active Power / Reactive Power	±0.2% / ±0.5% of rang
Apparent Power	±0.2%
Power Factor	±1% of unity
Frequency	0.15% of maid frequency
THD	±1%
Operated Temperature	-20 to + 60°C

Storage Temperature	-30 to + 80°C
Relative Humidity	= 0...90% non condensing IP
Protection	= IP 54
Voltage supply : 100 - 250 VAC or DC	

V แผงสวิตช์รอง

1 ทัวไป

แผงสวิตช์รอง (Sub Distribution Board, Sub Emergency Distribution Board) เป็นชนิดใช้งานภายในอาคาร IP41 อุปกรณ์ วัสดุ การสร้างและการประกอบตู้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439 หรือเทียบเท่า ตัวแผงสวิตช์เป็นแบบตั้งพื้นบนฐานคอนกรีตที่สูงจากพื้น 10 ซม. หรือเป็นแบบติดลอยที่ผนังที่ระดับความสูง 1.80 ม.จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ ขึ้นกับขนาดของแผงสวิตช์รอง

2 พิกัดของแผงสวิตช์รอง

แผงสวิตช์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

SYSTEM WIRING	3 PHASE, 4 WIRE
RATED NORMAL VOLTAGE	400/230 V
INSULATION CLASS	600 V
RATED FREQUENCY	50 HZ.
CURRENT	ตามที่ระบุในแบบ
RATED SHORT CIRCUIT CURRENT	ตามที่ระบุในแบบ

3 การออกแบบและการสร้าง

ให้เป็นตามกำหนดต่อไปนี้

- 3.1 การออกแบบ การสร้าง และการทดสอบแผงสวิตช์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439 หรือเทียบเท่า
- 3.2 แผงสวิตช์รองเป็นชนิดติดผนังกันน้ำหยด IP41 ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติ บัสบาร์ สายไฟฟ้า เครื่องวัด และอุปกรณ์อื่นๆที่เหมาะสมสำหรับใช้งานภายในอาคาร
- 3.3 แผงสวิตช์รองสร้างจากแผ่นเหล็กที่ป้องกันสนิมอย่างดีด้วยวิธีชุบพอสเฟต หรือกรรมวิธีอื่นที่ดีกว่า มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ด้านหน้าเป็นบานประตูชนิดเปิดปิดด้วยกุญแจ และด้านข้างมีช่องระบายความร้อน ที่กันฝุ่นและหยดน้ำได้
- 3.4 บัสบาร์ทำด้วยทองแดงที่มีขนาดเพียงพอสำหรับกระแสพิกัด โดยมีอุณหภูมิเพิ่มไม่เกิน 50°C, Insulation Block เป็นชนิด Non-Hygroscopic ที่ยึดบัสบาร์ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับแรงเค้นที่เกิดจากกระแสลัดวงจรที่บัสบาร์ 35 kA.rms Symmetrical ที่ 400 Vac บัสบาร์ต้องมีแถบสีกำกับ

- 3.5 Mimic Bus ด้านหน้าตู้ทำจากแผ่นพลาสติกที่สามารถเห็นได้ชัดเจน กว้าง 10 มม.หนา 3 มม. แสดงผังการต่อของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ช่อง
- 3.6 อุปกรณ์ทุกตัวบนแผงสวิตช์ช่องต้องมีป้ายชื่อกำกับ ป้ายชื่อนี้ต้องติดตั้งอย่างถาวร และเห็นได้ชัดเจน
- 3.7 การติดตั้งแผงสวิตช์ช่องให้ยึดติดกับผนังด้วยโบลท์แบบขยาย
- 3.8 ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบแสดงการติดตั้ง (Shop Drawing) และรายการของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดของแผงสวิตช์ช่อง ให้ผู้ว่าจ้างและวิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนสั่งทำ

4 สวิตช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker)

- 4.1 สวิตช์อัตโนมัติที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC โดยเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 4.2 สวิตช์อัตโนมัติหลัก (Main Circuit Breaker) ของแผงสวิตช์ช่องใช้ระบบ Solid State Trip สำหรับขนาด 1600 A นอกนั้นเป็นชนิดตัวถังหล่อ (Molded Case) มีค่ากระแสต่อเนื่องฟักัด (Continuous Current Rating) ตามแบบ และ ค่าฟักัดการตัดกระแส (Interrupting Current Rating) ไม่น้อยกว่า 35 kA @ 400 V
- 4.3 สวิตช์อัตโนมัติสำหรับสายป้อน เป็นชนิดตัวถังหล่อ (Molded Case) ทำงานแบบโยก ทำงานด้วยระบบ TripFree, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Trip และ Electromagnetic Trip ขนาดค่ากระแสต่อเนื่องฟักัด และค่าฟักัดการตัดกระแสตามที่กำหนดในแบบ

5 เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 5.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC61869-2, IEC61439-1 สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000 โวลท์ 50 Hz. และความแม่นยำ Class 0.5 ฉนวน Class E (120°C) โดยมีกระแสหตุยภูมิ 5 A กระแสปฐมภูมิ ตามที่กำหนดในแบบ
- 5.2 Voltmeter เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ 0-500 V หรือ ตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือ ดีกว่า
- 5.3 Volt Selector Switch (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย
- 5.4 Ammeter ใช้ 2 ชนิด ตามที่กำหนดในแบบดังนี้
 - (3) Direct Connection Ammeter ขนาดตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class 1.5 หรือ ดีกว่า

- (4) CT Type Ammeter เป็นชนิดมีสเกลอ่านได้ตามกำหนด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5A Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 5.5 Amp Selector Switch (AS) เป็นชนิดที่เลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแส
- 5.6 ฟิวส์ สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50-KA 380 V
- 5.7 Indicator Lamps ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า มีเลนส์ด้านหน้าใช้ 2 ชนิดตามแรงดันไฟฟ้า

VI แผงสวิตช์ย่อย

1 ทั่วไป

แผงสวิตช์ย่อย (Panel board) เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ภาระทางไฟฟ้าต่างๆ โดยมีสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อย (Branch Circuit Breaker) ทำหน้าที่ควบคุมตามที่กำหนดในแบบหรือตารางโหลด

2 การออกแบบและการสร้าง

ให้เป็นตามกำหนดต่อไปนี้

- 2.1 แผงสวิตช์ย่อยต้องออกแบบและสร้างสำเร็จจากผู้ผลิตสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติที่ใช้กับแผงสวิตช์ย่อยนั้น โดยได้รับการออกแบบให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 230/400 V, 3 เฟส 4 สาย, 50 Hz. หรือ 220 V, 1 เฟส 2 สาย, 50 Hz. ตามที่กำหนดในแบบ
- 2.2 แผงสวิตช์ย่อย ตัวแผงทำด้วยเหล็กแผ่นเคลือบกัลวาไนซ์ที่มีการพ่นด้วยสีอบแห้ง ประตูเปิดปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
- 2.3 เป็นตู้ติดตั้งแขวนผนัง ที่มีฝาปิดแบบ 2 ชั้นเพื่อป้องกันฝุ่น โดยฝา กลอนและบานพับถูกออกแบบให้ซ่อนรอยต่อเพื่อความสวยงาม
- 2.4 มีรอยปรุสำเร็จพร้อมให้เจาะช่องเดินสายด้านข้างตู้ และรูจับยึดด้านหลังตู้
- 2.5 เมื่อปิดตู้สนิทหรือเปิดฝาชั้นนอกออกเพื่อใช้งาน จะต้องไม่มีโอกาสที่จะไปสัมผัสถูกส่วนที่มีไฟฟ้าภายในตู้ได้
- 2.6 มีจุดต่อสายของ Neutral และ Ground ให้พร้อมในตู้
- 2.7 บัสบาร์ภายในสำหรับตู้ Consumer เป็นชนิดทองแดงชุบตีบุก เต็มพิกัดที่ 100 แอมแปร์ และ 100 กับ 225 แอมแปร์สำหรับตู้ Panel board
- 2.8 ผ่านการทดสอบต้นแบบ การทนกระแสที่ 10kA สำหรับตู้ Consumer และการทนกระแสที่ 25kA. สำหรับตู้ Panel board
- 2.9 สำหรับตู้ Consumer มีระบบบัสบาร์แบบเฟสเดียว 240Vac สามารถเลือกใช้ตามจำนวนวงจรได้ถึง 16 วงจรย่อย
- 2.10 สำหรับตู้ Panel board มีระบบบัสบาร์ 3 เฟส 4 สาย 240/415Vac rms แบบเรียงอันดับเฟส สามารถเลือกใช้ตามจำนวนวงจรได้ถึง 42 วงจรย่อย
- 2.11 บัสบาร์เป็น Phase Sequence type ใช้กับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติแบบ Plug-in หรือ Bolt-on

- 2.12 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติประธานเป็นแบบ Molded Case มีพิกัดตามที่กำหนดในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Trip, Thermal Over current Trip และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับ สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของสายป้อน
- 2.13 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติประธานมีค่าทนกระแสลัดวงจรสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 25kA
- 2.14 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อยเป็นชนิดแบบ TripFree, Quick-Make, Quick-Break, Thermalmagnetic and Trip Indicating แบบ Plug-on มีขนาดพิกัดตามที่กำหนดในตาราง โหลดและเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติประธาน
- 2.15 ป้ายชื่อของแผงสวิตช์ย่อยต้องมีขนาดที่เห็นได้ชัดเจนที่ระยะ 5 เมตร
- 2.16 แผงสวิตช์ย่อยต้องมีผังวงจรที่แสดงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติย่อย ชนิดภาระทางไฟฟ้าและตำแหน่ง ที่ทำจากวัสดุที่ทนทานต่อการฉีกขาดและเปรอะเปื้อน
- 2.17 แผงสวิตช์ย่อยติดตั้งกับผนังด้วยโบลท์ขยายที่เหมาะสมที่ระดับความสูง 1.80 ม. จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ย่อย ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

VII อุปกรณ์ตัดต่ออัตโนมัติ

1 MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER (MCCB)

1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

MCCB ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947-2 และเป็นเบรกเกอร์ Category B

1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ

1.2.1 CIRCUIT BREAKER เป็นชนิด FIXED

1.2.2 CIRCUIT BREAKER ซึ่งมีขนาดมากกว่า หรือเท่ากับ 800 AMP ให้เป็นชนิด ELECTRONIC TRIP โดยสามารถปรับตั้งค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

- (1) LONGTIME ADJUSTABLE (0.4 - 1 เท่า) พร้อม TIME DELAY
- (2) INSTANTANEOUS (1 - 10เท่า)

1.2.3 CIRCUIT BREAKER ชนิด ELECTRONIC TRIP ต้องติดตั้ง TRIP INDICATOR และ AMP METER ที่ตัว CIRCUIT BREAKER ได้และสามารถทำงานได้ดังนี้

- (1) สามารถวัดและแสดงค่ากระแสทุกเฟส และนิวตรอลในกรณี 4poles
- (2) สามารถเก็บข้อมูล เก็บค่าสูงสุดของกระแสแต่ละค่าที่วัดได้
- (3) สามารถแสดงค่ากระแสที่ผู้ใช้ปรับตั้งเป็นแอมแปร์ที่หน้าจอ

1.2.4 CIRCUIT BREAKER ซึ่งมีขนาดต่ำกว่า 800 AMP ให้ใช้เป็นชนิด THERMAL MAGNETIC โดยประกอบด้วยอุปกรณ์ปลดวงจร 2 ชนิดคือ THERMAL UNIT และ MAGNETIC UNIT

1.2.5 CIRCUIT BREAKER จะต้องมีปุ่ม PUSH-TO-TRIP สำหรับทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ TRIPPING MECHANISM

1.2.6 CIRCUIT BREAKER สามารถสลับด้าน LINE และ LOAD ได้โดยไม่ทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ CIRCUIT BREAKER เปลี่ยนแปลง ทดสอบตามมาตรฐาน UL, CSA, IEC

1.2.7 CIRCUIT BREAKER ทุกตัวต้องสามารถติดตั้งอุปกรณ์ประกอบ (ACCESSORIES) ตามกำหนด ในแบบได้

VIII อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าภายใน (Surge Protection Device (SPD))

1 ล้อฟ้ากระแส (Lightning Current Arrester)

ทำหน้าที่ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากกระแสฟ้าผ่าที่มาตามสายส่ง ติดตั้งที่ตู้ MDB โดยต่อขนานระหว่าง L-PEN 3 POLE ที่ MDB มีคุณสมบัติดังนี้

CLASS	: B
Maximum Operating Voltage	: ≤ 255 V
Lightning Impulse Current (10/350 μ)	: ≤ 75 KA/POLE
Follow Current	: 50 KA
Voltage Protection Level	: ≤ 2.5 KV
Response Time	: ≤ 100 nS
Temporary Overvoltage	: ≤ 440 V/ 5 SEC
Approval	: KEMA/UL

2 ล้อฟ้าแรงดัน (Surge Voltage Arrester)

ทำหน้าที่ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแรงดันเกิน ติดตั้งที่ MDB, SDB, ESDB โดยติดตั้งขนานระหว่าง L-PE, N-PE 4 POLE ที่ตู้ มีคุณสมบัติดังนี้

Class	: C
Maximum Operating Voltage	: ≤ 255 V
Discharge Current (8/20 μ)	: ≤ 15 KA
Follow Current	: 50 KA
Voltage Protection Level	: ≤ 1.5 KV
Response Time	: ≤ 25 nS
Temporary Overvoltage	: ≤ 335 V/ 5 SEC
Approval	: KEMA/UL

IX ระบบต่อลงดิน

1 ระบบต่อลงดิน (Grounding System)

ข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่นๆที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางเดินสาย ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือตามกฎและมาตรฐานต่อไปนี้

- 1) ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- 2) มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ "TEST.24-1984 การต่อลงดิน"
- 3) National Electrical Code (NEC) Article 250
- 4) National Fire Protection Association NFPA No.78

2 หลักรายดิน (Ground Rod)

หลักรายดินให้ใช้เหล็กหุ้มทองแดง (Copper Clad Steel) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวน 3 ต้นต่อเป็นรูปสามเหลี่ยม และให้เพิ่มจำนวนหลักรายดิน จนกว่าค่าความต้านทานต่อลงดิน (Grounding Resistance) น้อยกว่า 5 โอห์ม การวัดค่าความต้านทานดินนี้ให้วัดจากกล่องทดสอบหลักรายดิน (Ground test box) ซึ่งอาจเป็นชนิดฝังพื้นหรือติดผนังก็ได้

3 สายดิน (Ground Conductor)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบหรือถ้ามิได้ระบุไว้ในแบบให้ขนาดของสายดินที่ใช้ในวัตถุประสงค์ต่างๆ เป็นดังนี้

- 1) สายดินสำหรับระบบไฟฟ้าเพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นกับขนาดของสายตัวนำประธานของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางที่ 8.1

ตารางที่ 10.1 ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน (ตร.มม.)

ขนาดสายประธานตัวนำ ทองแดง	ขนาดสายดินตัวนำ ทองแดง
35 หรือเล็กกว่า	10
50	16
95	25
185	35
300	50
500	70
เกิน 500	95

- 2) สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า โครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ไม่ควรมีกระแสไหลแต่เป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ ต้องมีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้น โดยขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันสำหรับวงจรนั้น ๆ ตามตารางที่ 8.1

ตารางที่ 10.2 ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกินแอมแปร์)	ตัวนำทองแดง (ตร.มม.)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

X การป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier)

- 1) ผู้รับจ้างต้องวัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟ ตามช่องเปิดของท่อร้อยสายไฟ (Blockout Sleeve) ทุกท่อ ช่องเปิดของรางไฟ (Wire way/Cable Tray) และช่องเปิดของ Busduct ที่ผ่านผนังห้อง พื้นห้อง และแนวของผนังกันไฟ
- 2) วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟลาม ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน UL 1479, ASTM E-814
- 3) วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟลาม ต้องป้องกันไฟลามได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 4) การติดตั้งและรื้อถอนต้องสะดวกและง่าย
- 5) มีความแข็งแรงไม่หลุดล่อน
- 6) กรรมวิธีการติดตั้ง ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

XI ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

ระบบเตือนอัคคีภัยเป็นระบบ Semi Multiplex System การรับส่งสัญญาณจากอุปกรณ์เข้าสู่ตู้ควบคุมส่วนกลางให้เป็นแบบ Supervised Data Multiplex System ที่ได้รับมาตรฐาน UL หรือมาตรฐานอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ ระบบประกอบด้วย แผงควบคุม แผงแสดงโซนชนิดภาพ เครื่องพิมพ์ อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณ ท่อร้อยสาย สายไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์

1. การทำงานของระบบ

- 1) ระบบต้องมีระบบตรวจสอบตัวเองและอุปกรณ์ตรวจจับว่าระบบยังทำงานได้ปกติ
- 2) เมื่อได้รับสัญญาณเพลิงไหม้ ระบบจะเตือนเจ้าหน้าที่และทำการตรวจสอบว่าสัญญาณที่ได้รับนั้นเกิดจากเพลิงไหม้จริง
- 3) ถ้าสัญญาณที่ได้รับเป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริง ระบบจะแจ้งจุดที่เกิดเพลิงไหม้พร้อมรายละเอียดต่างๆที่เกิดขึ้น และส่งสัญญาณการเปิด-ปิด ไปยังระบบควบคุมลิฟท์ และแผงควบคุมปั๊มดับเพลิง ตามที่กำหนดในแบบ

2. แผงควบคุมกลาง (Fire alarm control panel)

ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ มีจำนวนโซนไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz มีแบตเตอรี่สำรองชนิดแห้งที่สามารถเลี้ยงระบบได้อย่างน้อย 24 ชม. ในภาวะปกติ และอย่างน้อย 15 นาทีในภาวะแจ้งเหตุ

3. แผงแสดงโซนชนิดภาพ (Graphic annunciator)

เป็นแผงที่รับสัญญาณจากแผงควบคุมกลางเพื่อแสดงโซนทุกโซนที่เกิดอัคคีภัยในรูปแบบแผนผังอาคารอย่างชัดเจน การแสดงจะอยู่ในรูปของแสงและเสียงโดยมีสวิตช์สำหรับตัดเสียงได้เมื่อต้องการ

4. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiating device)

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังแผงควบคุมกลางเมื่อเกิดอัคคีภัย

- 1) อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล (Manual station) เป็นแบบ Dual Action ติดผนังที่ระดับ 1.4 ม.
- 2) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Fixed temperature heat detector) ทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 65°C ครอบคลุมพื้นที่ได้ไม่น้อยกว่า 30 ตร.ม. ติดตั้งบนเพดาน
- 3) อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดจุด (Spot type Photoelectric light scattering smoke detector) ทำงานเมื่อมีควันไฟมากกว่า 10%/m ครอบคลุมพื้นที่ได้ไม่น้อยกว่า 150 ตร.ม. ติดตั้งบนเพดาน

5. อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณ(Audible alarm device)

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงเพื่อเตือนบุคคลที่อยู่ในอาคารให้ทราบว่าเกิดเพลิงไหม้ เป็นกระดิ่งสี
แดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 6 นิ้วและมีความดังไม่น้อยกว่า 85 dBA ที่ระยะห่าง 3 ม.
ติดผนังที่ระดับ 0.3 ม.จากเพดาน

6. ท่อเดินสายและอุปกรณ์

ให้เป็นไปตามข้ออุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

7. สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่เดินระหว่างแผงควบคุมกับอุปกรณ์ Addressable ให้ใช้สาย Multiplex ส่วนสายที่
เดินต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่ชนิด Addressable ให้ใช้สายดังต่อไปนี้

- 1) สายเริ่มสัญญาณเป็นสายชนิด IEC01 ขนาด 1.5 ตร.มม. เดินร้อยท่อ
- 2) สายส่งสัญญาณเสียงเป็นสายชนิด FRC ขนาด 2.5 ตร.มม. เดินร้อยท่อ
- 3) สายเริ่มสัญญาณและสายส่งสัญญาณเสียงห้ามเดินในท่อเดียวกัน

XII โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1 ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ให้จัดหา (โดยความเห็นชอบของผู้ออกแบบ และ/หรือ ผู้ว่าจ้าง) และติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร
- 1.2 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอดต้องได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมีมาตรฐานต่างประเทศรับรอง (ในกรณีที่ไม่ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220V, 50 Hz

2 รายละเอียดวัสดุ

- 2.1 ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามแสดงในแบบ และข้อกำหนดดังต่อไปนี้
 - 2.1.1 ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA
 - 2.1.2 ตัวโคมที่พับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะต้องผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี
 - 2.1.3 ตัวโคมสำหรับหลอด LED T8 ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบกันสนิมแบบไฟฟ้า และพ่นเคลือบด้วยสีอย่างน้อย 2 ชั้น
 - 2.1.4 โคมสำหรับหลอด LED T8 ไม่เกิน 2 หลอด ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็ก ไม่น้อยกว่า 0.8 มม.
- 2.2 หลอดไฟเป็นตามกำหนดนี้
 - 2.2.1 หลอด LED T8 ใช้หลอดสี อุณหภูมิตามที่กำหนดในแบบ
 - 2.2.2 หลอด LED Bulb ใช้หลอดสีตามที่กำหนดในแบบ
- 2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายแข็งหุ้มฉนวนขนาด 1.0 ตร.มม. ที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70°C

3 โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน

- 3.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ในพร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติแบบอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมการประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้ต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 3.2 หลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างใช้หลอด LED จำนวนและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ติดตั้งบนชุดควบคุม

- 3.3 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแบบแห้งชนิดประจุไฟใหม่ได้ สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟทั้งหมดได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 3.4 ให้มีหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานอย่างน้อยดังนี้
- (1) สถานะการประจุแบตเตอรี่
 - (2) สถานะของสายป้อน
- นอกจากนี้ ให้มีปุ่มกดเพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่
- 3.5 กล่องสำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพันเคลือบด้วยสีอบแห้งอย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
- 3.6 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้า ประมาณ 0.30 เมตร

XIII สวิตช์และเต้ารับ

1 สวิตช์ไฟฟ้า

- 1.1 สวิตช์ที่ใช้ติดตั้ง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก) หรือมาตรฐานอื่นที่เป็นที่ยอมรับกันเป็นสากล
- 1.2 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดตั้งกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized หรือติดตั้งบนกล่องเหล็กหล่อขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 1.3 ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ 250 โวลต์ โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า เป็นฉนวนไฟฟ้าทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 1.4 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้าต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มม.
- 1.5 การติดตั้ง Metal Box ในผนัง กำแพง หรือเสา แล้วแต่กรณี ต้องให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง , กำแพง หรือเสา ดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร
- 1.6 สีของฝาครอบหรือตัวสวิตช์ที่ใช้กับไฟฟ้าธรรมดาและไฟฟ้าสำรองให้แตกต่างกัน ถ้าจำเป็นอาจเปลี่ยนวัสดุได้

2 เต้ารับไฟฟ้า

- 2.1 เต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้ง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก) หรือมาตรฐานอื่นที่เป็นที่ยอมรับกันเป็นสากล
- 2.2 เต้ารับไฟฟ้า เป็นเต้ารับชนิดมีสายดิน ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบแบนและแบบกลม
- 2.3 เต้ารับไฟฟ้าเป็นแบบติดตั้งฝังในผนัง พร้อมกล่องเหล็กชุบ Galvanized หรือติดตั้งบนกล่องเหล็กหล่อ
- 2.4 เต้ารับไฟฟ้ามีขนาดกระแสพิคกิ้งไม่น้อยกว่า 15A และต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์
- 2.5 Coverplate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้า
- 2.6 การติดตั้งให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้า โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.20 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 2.7 สีของฝาครอบหรือตัวเต้ารับที่ใช้กับไฟฟ้าธรรมดาและไฟฟ้าสำรองให้แตกต่างกัน ถ้าจำเป็นอาจเปลี่ยนวัสดุได้

XIV ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายไร้สาย

1. มีสายทองแดงแกนในทั้งหมด 4 คู่ โดยจะต้องมีวัสดุแยกสายแต่ละคู่ออกจากกัน และเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/TIA 568.2-D หรือกว่า
2. สายทองแดงที่ใช้มีขนาดไม่เล็กกว่า 23 AWG ชนิด Solid Copper ทุกเส้นและมีคุณสมบัติดังนี้
 - 2.1 มีค่า Typical or Normal Insert Loss ไม่เกิน 47.5 dB ที่ 600 Mhz
 - 2.2 มีค่า Typical or Normal NEXT ไม่น้อยกว่า 47.0 dB ที่ 600 Mhz
 - 2.3 มีค่า Typical or Normal Return Loss ไม่น้อยกว่า 23.0 dB ที่ 600 Mhz
 - 2.4 มีค่า Typical or Normal ACRF ไม่น้อยกว่า 18.0 dB ที่ 600 Mhz
3. รองรับมาตรฐาน ETL Listed และ UL Listed เป็นอย่างน้อย
4. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันที่มีจำหน่ายในต่างประเทศไม่น้อยกว่า 15 ประเทศ
5. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ และจะต้องทดสอบสายเครือข่ายฯ ที่ติดตั้ง พร้อมรายงานการทดสอบส่งมอบให้คณะกรรมการตรวจรับมอบ

2. หัวเต้ารับตัวเมียสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6 (UTP Cat. 6 Female Modular) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. มีพอร์ตแบบ RJ45 ตัวเมียที่เป็นไปตามมาตรฐาน EIA/TIA 568 Cat.6
2. สามารถใช้งานสายทองแดงที่มีขนาดตั้งแต่ 26 ถึง 22 AWG หรือดีกว่า
3. หน้าสัมผัสด้านหน้าทำจาก Phosphor Bronze ชุบนิเกิลที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 100 ไมโครนิ้วและเคลือบด้วยทองหนาไม่น้อยกว่า 50 ไมโครนิ้ว
4. ผ่านการรับรองมาตรฐาน EIA/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801 และ FCC Part 68 หรือใหม่กว่า
5. ใช้สำหรับติดตั้งในแผงพักสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์, จุดเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์และเครือข่ายไร้สาย
6. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับข้อ 1

3. แผงพักสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6 (UTP Cat.6 Patch Panel) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. มีพอร์ตแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 24 พอร์ตที่เป็นไปตามมาตรฐาน EIA/TIA 568 Cat.6 หรือดีกว่า
2. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับข้อ 1
3. ต้องมีจำนวนพอร์ตครบ 24 พอร์ต สำหรับการใช้งานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเครือข่ายไร้สายในแต่ละชั้น

4. สายเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (UTP Category 6 Patch Cord) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานหรือประกอบที่เป็นไปตามมาตรฐาน EIA/TIA 568
2. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับข้อ 1
3. สายเชื่อมต่อมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร สำหรับเชื่อมต่อแผงพักสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเครือข่ายไร้สาย
4. สายเชื่อมต่อมีความยาวไม่น้อยกว่า 3.0 เมตร สำหรับเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์
5. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับข้อ 1

5. สายใยแก้วนำแสงภายในอาคาร (Indoor Fiber Optic Cable) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นสายใยแก้วนำแสงแบบ Tight Buffer ชนิดติดตั้งภายในอาคารขนาด 9/125 ไมโครเมตร ที่มีจำนวนแกนไม่น้อยกว่า 6 แกนตามแบบ Diagram
2. มีค่า Minimum Blending Radius ภายหลังจากติดตั้งใช้งาน ไม่น้อยกว่า 10 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสายใยแก้วนำแสง
3. มีฉนวนหุ้มเส้นใยแก้วนำแสงและหุ้มภายนอก เพื่อป้องกันความเสียหาย เป็นอย่างน้อย
4. ผ่านการรับรองมาตรฐาน ETL เป็นอย่างน้อย

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ และจะต้องทดสอบสายใยแก้วนำแสงที่ติดตั้ง พร้อมรายงานการทดสอบส่งมอบให้คณะกรรมการตรวจรับมอบ

6. แผงพักสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Panel) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์ชนิดถาดปิดที่สามารถเลื่อนเข้าออกได้
2. สามารถรองรับพอร์ต LC ได้ไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต
3. สามารถติดตั้งบนตู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 19 นิ้ว
4. ต้องมีอุปกรณ์กล่องพักสายสไปซ์ สำหรับติดตั้งสายใยแก้วนำแสง

7. สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อ (Fiber Optic Pigtail) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นสายใยแก้วนำแสงขนาด 9/125 ไมโครเมตรชนิดเปลือยที่มีหัวเชื่อมต่อแบบ LC ด้านหนึ่ง
2. มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร

8. สายเชื่อมต่อใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นสายใยแก้วนำแสงขนาด 9/125 ไมโครเมตร ที่มีหัวเชื่อมต่อแบบ LC to LC
2. มีความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร

3. เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผลิต

9. ตู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 19 นิ้วชนิดติดตั้งยึดผนัง (Wall Mount Rack) มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. ตู้ขนาดไม่น้อยกว่า 12U แบบ 3 ส่วนตามแบบ Riser Diagram
2. มีความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร
3. มีพัดลมระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 1 ชุด, รางปลั๊กแบบมีกราวด์ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง พร้อมอุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
4. อุปกรณ์พัดลมและรางปลั๊กจะต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกับตู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์
5. โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2008 และ ISO 14001 เป็นอย่างน้อย

10. อุปกรณ์สวิตช์ SFP+ มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์ L3 IRF2 Stacking หรือดีกว่า
2. มีช่องใช้งาน 10G SFP+ หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง และมีช่องรองรับการเพิ่มการ์ดไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
3. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 455 Mbps.
4. มี Forwarding Rate หรือ Throughput ไม่น้อยกว่า 348 Mpps
5. สามารถใช้งาน Blackhole MAC Address และ OpenFlow เป็นอย่างน้อย
6. มีพอร์ต Console หรือ Management ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
7. สามารถใช้งาน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 MAC Addresses
8. สามารถใช้งานมาตรฐาน STP, RSTP และ MSTP เป็นอย่างน้อย
9. สามารถใช้งาน Static Route, RIP v1/v2 และ OSPF เป็นอย่างน้อย
10. สามารถใช้งาน ARP Inspection, MPLS, MCE และ VPLS เป็นอย่างน้อย
11. สามารถใช้งานการรักษาความปลอดภัย RA Guard, HWTCACCS, AAA Authentication และ MAC Authentication เป็นอย่างน้อย
12. สามารถใช้งาน SNMP v2, v2 หรือ v2c, v3 และ RMON Group เป็นอย่างน้อย
13. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ Web Management หรือ CLI ได้เป็นอย่างน้อย
14. ผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC หรือ UL หรือ EN เป็นอย่างน้อย
15. รองรับการบริหารจัดการผ่านระบบคลาวด์ ผ่าน Web Browser โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ใดๆ เพิ่มเติม

16. มี Power Supply และ Redundant Power Supply บรรจุเต็มช่องจ่ายกำลังไฟฟ้า ที่รองรับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

17. สามารถติดตั้งบนตู้เครือข่าย 19 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ยึดติดตั้ง

18. การรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

11. อุปกรณ์สวิตช์ 1GE Port มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์ L2 IRF2 Stacking หรือดีกว่า

2. มีพอร์ตชนิด 10/100/1000BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

3. มีพอร์ตชนิด 10G SFP+ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต และ 5/10GE จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

4. สามารถใช้งานมาตรฐาน STP, RSTP, MSTP และ PVST เป็นอย่างน้อย

5. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 120 Gbps.

6. มี Forwarding Rate หรือ Throughput ไม่น้อยกว่า 95.5 Mpps

7. สามารถใช้งาน Blackhole MAC Address เป็นอย่างน้อย

8. สามารถใช้งานมาตรฐาน Smart Link และ ERPS เป็นอย่างน้อย

9. สามารถใช้งาน ARP Protection เป็นอย่างน้อย

10. สามารถใช้งานมาตรฐาน RIPvng และ OSPF เป็นอย่างน้อย

11. สามารถใช้งานมาตรฐาน RMON และ SNMP เป็นอย่างน้อย

12. สามารถบริหารจัดการ Web Management หรือ CLI เป็นอย่างน้อย

13. สามารถใช้งานบริหารจัดการผ่านระบบคลาวด์ ผ่าน Web Browser โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ใดๆ

เพิ่มเติม

14. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์

15. สามารถติดตั้งบนตู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 19 นิ้วได้

16. การรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี

17. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์สวิตช์ SFP+ เท่านั้น

12. อุปกรณ์สวิตช์ 1GE PoE Port มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์ L2 IRF2 Stacking หรือดีกว่า

2. มีพอร์ต PoE+ ชนิด 10/100/1000BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และ 1000BaseX จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

3. มีพอร์ตชนิด 10G SFP+ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต และ 5/10GE จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

4. รองรับมาตรฐาน STP, RSTP, MSTP และ PVST เป็นอย่างน้อย
5. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 120 Gbps.
6. มี Forwarding Rate หรือ Throughput ไม่น้อยกว่า 95.5 Mpps
7. สามารถใช้งาน Blackhole MAC Address เป็นอย่างน้อย
8. สามารถใช้งานมาตรฐาน Smart Link และ ERPS เป็นอย่างน้อย
9. สามารถใช้งาน ARP Protection เป็นอย่างน้อย
10. สามารถใช้งานมาตรฐาน RIPv6 และ OSPF เป็นอย่างน้อย
11. สามารถใช้งานมาตรฐาน RMON และ SNMP เป็นอย่างน้อย
12. สามารถบริหารจัดการ Web Management หรือ CLI เป็นอย่างน้อย
13. สามารถใช้งานบริหารจัดการผ่านระบบคลาวด์ ผ่าน Web Browser โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ใดๆ

เพิ่มเติม

14. เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
15. สามารถติดตั้งบนตู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 19 นิ้วได้
16. การรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี
17. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์สวิตช์ SFP+ เท่านั้น

13. หัวเชื่อมต่อระบบเครือข่ายความเร็วสูง มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. มีหัวเชื่อมต่อระบบเครือข่ายความเร็วสูงแบบ 10G-LR SFP+ หรือดีกว่า

14. อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point) มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้

1. มีพอร์ตแบบ 100/1000/2500BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
2. มีพอร์ตสำหรับบริหารจัดการ RJ45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
3. สามารถรับและส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ 2.4 และ 5 GHz ได้ และใช้งานมาตรฐาน IEEE 802.11ac และ IEEE 802.11ax เป็นอย่างน้อย
4. มีเสาอากาศแบบติดตั้งภายใน โดยมีเกนไม่น้อยกว่า 4.0 dBi ที่ 2.4 GHz. และ 5.0 ที่ 5 GHz.
5. สามารถใช้งาน 4x4 Uplink/Downlink MU-MIMO with Four Spatial Streams ที่มาตรฐาน 802.11ax
6. มีไฟแสดงสถานะการทำงาน และไฟสัญญาณที่มีการเชื่อมต่อ เป็นอย่างน้อย
7. สามารถใช้งานช่องสัญญาณ 160 MHz
8. รองรับการใช้งานอัตราข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 5.2 Gbps ที่มาตรฐาน 802.11ax

9. รองรับการใช้งาน Cleanair เป็นอย่างน้อย
10. มีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าของ LLDP ที่มาตรฐาน 802.3at (PoE+) ไม่น้อยกว่า 25 วัตต์
11. สามารถใช้งาน IEEE 802.3at และ UPoE+ เป็นอย่างน้อย
12. รับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี
13. อุปกรณ์ที่เสนอต้องสามารถใช้งานร่วมกับ Cisco's Wireless Controller ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ได้
14. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6 พร้อมหัวเต้ารับตัวเมียและสายเชื่อมต่อ
เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย
15. อุปกรณ์เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า 1500 VA มีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดดังนี้
 1. มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1600 VA/900W
 2. แรงดันด้านออก (Output Voltage) มีค่า 230 โวลต์ +/- ไม่เกิน 10%
 3. มี LED เพื่อแสดงการทำงานและเสียงแจ้งเตือนความผิดปกติ
 4. มีแบตเตอรี่แบบ Lead Acid Maintenance Free
 5. มี Surge Protection ไม่น้อยกว่า 270 จูล
 6. รองรับมาตรฐาน CE และ ISO14001 เป็นอย่างน้อย
 7. การรับประกันไม่น้อยกว่า 2 ปี
 8. มีซอฟต์แวร์บริหารจัดการ ที่สามารถสั่ง Shutdown และบริหารจัดการพลังงาน เป็นอย่างน้อย

XV ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐานของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ผู้รับจ้างต้องหาอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานอยู่ในระดับเดียวกันดังต่อไปนี้ ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดให้พิจารณาเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตในประเทศและมีมาตรฐาน มอก.เป็นหลัก หากไม่สามารถผลิตได้ให้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีแหล่งผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา, สหภาพยุโรปหรือญี่ปุ่น ยกเว้นรายการที่ไม่สามารถผลิตในประเทศที่กล่าวถึงได้ให้นำเสนอจากแหล่งผลิตอื่นที่เป็นที่ยอมรับได้ (ผู้รับจ้างมีสิทธิเสนออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมาตรฐานเทียบเท่าหรือดีกว่าที่ระบุไว้ได้ โดยเสนอราคาเปรียบแยกราคาต่างหาก)

ลำดับ	รายการ	ผลิตภัณฑ์
1	แผงสวิตช์หลัก, แผงสวิตช์รอง (MDB-EMDB-SDB-ESDB-DB)	ASEFA, TIC, FUJI, SCI, PMK และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
2	แผงสวิตช์ย่อย (Load Center)	SCHNEIDER, SIEMENS, ABB, EATON และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
3	สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker)	ABB, Schneider, GE, Federal, Seimens และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
4	Metering and Accessories	Socomec, Lavato, ABB, SCHNEIDER, RTR, Crompton และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
5	Contactors	ABB, Siemens, GE, Federal, Franke และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
6	Surge Arrester	Denze, Pheonic Contact, ABB, SCHNEIDER, CITEL และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
7	สายไฟฟ้าแรงต่ำ	Phelps Dodge, BCC, Thai Yazaki, Erawan และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
8	สายไฟฟ้าแรงต่ำทนไฟ	Phelps Dodge, BCC, Thai Yazaki, Studer และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
9	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	Panasonic, RSI, UI, Arrow, BSM และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
10	รางและบันไดเดินสาย	TIC, PMK, ASEFA, UMS และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
11	สวิตช์และเต้ารับ	Panasonic, Bticino, Clipsal, Schneider และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
12	โคมไฟฟ้า	L&E, Philips, X-Trabrite, Hi Light และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ

ลำดับ	รายการ	ผลิตภัณฑ์
13	หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ	L&E, Philips, Sylvania, Osram, X-Trabrite และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
14	ไฟแสงสว่างฉุกเฉิน, ป้ายทางออก	SUNNY, L&E, CEE, Delight, Micro และอื่นๆ ที่ถูกต้องตามรายการ
15	ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย	Firelite, Notifire, EDWARD, SIMPLEX, Nohmi, Silent Knight, Johnson Control
16	ระบบป้องกันไฟลาม	3M, Metal Caulk, Abesco, Tremco
17	สายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6	Excel,FS, Furukawa
18	หัวเต้ารับตัวเมียสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6	Excel,FS, Furukawa
19	แผงพักสายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6	Excel,FS, Furukawa
20	สายใยแก้วนำแสงภายใน	Excel,FS, Furukawa
21	แผงพักสายใยแก้วนำแสง	Excel,FS, Furukawa, Sopto
22	สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อ	Excel,FS, Furukawa, Sopto
23	สายเชื่อมต่อใยแก้วนำแสง	Excel,FS, Furukawa, Sopto
24	สายเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ UTP Cat.6	Excel,FS, Furukawa, Sopto
25	แผงจัดสาย	Excel,FS, Furukawa, Sopto
26	ตู้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 19 นิ้ว	Furukawa, Solidtech, Commscope
27	อุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	Extreme, Cisco, H3C
28	อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย	Cisco, Aruba, H3C
29	เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)	APC/Schneider, Delta, Eaton,