



บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด
AERONAUTICAL RADIO OF THAILAND LTD.

รายละเอียดประกอบแบบ
งานไฟฟ้า-สื่อสาร

โครงการจัดสร้าง
อาคารหอควบคุมการจราจรทางอากาศแห่งใหม่
ณ ท่าอากาศยานแม่สอด จังหวัดตาก

บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด
102 จามจุรี พุฒินาเมฆ
สาทร กรุงเทพฯ 10120
โทรศัพท์ 02-2873531-41

ออกแบบและควบคุมโครงการโดย
กองแบบแผนและควบคุมการก่อสร้าง
โทรศัพท์ 02-2859152
โทรสาร 02-2859072

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 1	ขอบเขตงานและข้อกำหนดวิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสาร	
1.	ระบบวิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสารและระบบอื่นๆ	1-1
2.	สถาปัตยกรรม	1-1
3.	การสำรวจสภาพพื้นที่ก่อนติดตั้งระบบไฟฟ้า-สื่อสาร	1-2
4.	การติดตั้งและค่าธรรมเนียมสำหรับงานระบบไฟฟ้า-สื่อสาร	1-2
5.	รายการแก้ไขงานติดตั้ง	1-2
6.	เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงาน	1-2
7.	การบำรุงรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์	1-2
8.	ตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์	1-3
9.	การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุและอุปกรณ์	1-3
10.	รหัส บัญชี และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์	1-3
11.	การตัด เจาะ	1-4
12.	การเปิดช่อง	1-4
13.	การจัดทำแผนเคื่อง	1-4
14.	การยึดท่อ และอุปกรณ์ในโครงสร้างอาคาร	1-5
15.	งานติดตั้งในห้องเครื่อง	1-5
16.	ช่องเปิดในการติดตั้ง และซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์	1-5
17.	การรับประกัน	1-5
18.	รหัส และระบบไฟฟ้า	1-5
หมวดที่ 2	แผนจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ	
1.	ข้อกำหนดทั่วไป	2-1
2.	ลีด (RATING)	2-1
3.	โครงสร้างของแผนจ่ายไฟฟ้า	2-1
4.	CIRCUIT BREAKER	2-2
5.	BUSBAR และหมอนยึด (INSULATOR SUPPORT)	2-2
6.	เครื่องวัด และอุปกรณ์ (METERING EQUIPMENT)	2-3
7.	สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัดภายในแผนจ่ายไฟฟ้า	2-4
8.	NAMEPLATE และ MIMIC BUS	2-4
9.	การติดตั้ง	2-5
10.	การทดสอบ	2-5

		สารบัญ
หมวดที่ 3	แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์	
1.	ข้อกำหนดทั่วไป	3-1
2.	แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)	3-1
3.	แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD)	3-2
4.	SAFETY SWITCH หรือ DISCONNECTING SWITCH	3-3
5.	CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER)	3-4
หมวดที่ 4	สายไฟฟ้าแรงต่ำ	
1.	ความต้องการทั่วไป	4-1
2.	ชนิดของสายไฟฟ้า	4-1
3.	การติดตั้ง	4-1
4.	การทดสอบ	4-2
หมวดที่ 5	สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ	
1.	ความต้องการทั่วไป	5-1
2.	มาตรฐาน	5-1
3.	เทคนิคการผลิต	5-1
4.	คุณสมบัติ และมาตรฐานการทดสอบ	5-2
5.	การติดตั้ง	5-3
หมวดที่ 6	อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า	
1.	ความต้องการทั่วไป	6-1
2.	พ้อย์สาย	6-1
3.	CABLE TRAY	6-2
4.	WIREWAY	6-3
5.	กล่องต่อสาย	6-3
6.	การติดตั้ง	6-4
7.	การทดสอบ	6-4

หมวดที่ 7	โคมไฟบ้านและอุปกรณ์	
	1. ความต้องการทั่วไป	7-1
	2. รายละเอียดวัสดุ	7-1
	3. การขออนุมัติ	7-3
หมวดที่ 8	สวิทช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้า	
	1. ความต้องการทั่วไป	8-1
	2. สวิทช์ไฟฟ้า	8-1
	3. เต้ารับ ไฟฟ้าทั่วไป	8-1
	4. การติดตั้ง	8-2
	5. การทดสอบ	8-2
หมวดที่ 9	ระบบต่อลงดิน	
	1. ความต้องการทั่วไป	9-1
	2. หลักดิน	9-1
	3. สายดิน (GROUND CONDUCTOR)	9-1
	4. ระบบต่อลงดิน แยกอิสระ (ISOLATED GROUND)	9-3
	5. การติดตั้ง และการทดสอบ	9-3
หมวดที่ 10	ระบบป้องกันฟ้าผ่า	
	1. ความต้องการทั่วไป	10-1
	2. ความต้องการด้านเทคนิค	10-1
	3. การติดตั้ง	10-2
หมวดที่ 11	หม้อแปลงไฟฟ้า	
	1. ข้อกำหนดทั่วไป	11-1
	2. มาตรฐาน	11-1
	3. การแสดงพิกัดต่างๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้า	11-1
	4. รายละเอียดอุปกรณ์	11-1
	5. ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า	11-1
	6. การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า	11-2
	7. การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า	11-2
	8. ผู้ครอบหม้อแปลงไฟฟ้า	11-3

สารบัญ

		หน้า
หมวดที่ 12	เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)	
1.	ความต้องการทั่วไป	12 - 1
2.	คุณสมบัติเครื่อง UPS	12 - 1
3.	คุณสมบัติทางเทคนิค	12 - 1
4.	คุณสมบัติเฉพาะ	12 - 3
5.	การรับประกันคุณภาพ	12 - 3
6.	การฝึกอบรม	12 - 4
หมวดที่ 13	ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	
1.	ข้อกำหนดทั่วไป	13 - 1
2.	กฎและมาตรฐาน	13 - 1
3.	การทำงานของระบบ	13 - 1
4.	อุปกรณ์	13 - 2
5.	การติดตั้ง	13 - 5
6.	การทดสอบ	13 - 6
7.	การฝึกอบรม	13 - 6
หมวดที่ 14	ระบบโทรศัพท์	
1.	ความต้องการทั่วไป	14 - 1
2.	แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)	14 - 1
3.	กล่องปลั๊กสายโทรศัพท์ (TELEPHONE TERMINAL CABINET : TC)	14 - 2
4.	ตัวรับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)	14 - 2
5.	สายโทรศัพท์ และการติดตั้ง	14 - 2
6.	การทดสอบ และการให้บริการ	14 - 2
7.	การฝึกอบรม	14 - 3
หมวดที่ 15	ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์	
1.	ความต้องการทั่วไป	15 - 1
2.	ความต้องการทางด้านเทคนิค	15 - 1
3.	การติดตั้ง	15 - 1
4.	การทดสอบ	15 - 2

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 16	ระบบโทรทัศน์วงจรปิด	
1.	ความต้องการทั่วไป	16-1
2.	ขอบข่าย	16-1
3.	คุณสมบัติทางเทคนิค	16-1
4.	การเดินสายพร้อมโครงงานระบบ CCTV	16-6
5.	การติดตั้ง	16-6
6.	การทดสอบ	16-6
7.	การอบรม	16-6
8.	การรับประกัน	16-7
หมวดที่ 17	ระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System)	
1.	ความต้องการทั่วไป	17-1
2.	วัตถุประสงค์และขอบข่ายระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System)	17-1
3.	คุณสมบัติทางเทคนิค	17-1
4.	สายสัญญาณ	17-8
5.	การติดตั้ง	17-8
6.	การทดสอบ	17-8
7.	การอบรม	17-8
8.	การรับประกัน	17-8
หมวดที่ 18	BUSDUCT	
1.	ความต้องการทั่วไป	18-1
2.	ข้อมูลทางเทคนิค	18-1
3.	การติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้	18-3
4.	การทดสอบ	18-3

หมวดที่ 19	เครื่องย่นต์กำเนิดไฟฟ้าสำหรับขั้วโนมิติ	
1.	ความต้องการ	19 - 1
2.	เครื่องย่นต์	19 - 1
3.	ALTERNATOR	19 - 1
4.	ระบบควบคุมเครื่องย่นต์	19 - 2
5.	อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ประกอบ	19 - 3
6.	AUTOMATIC TRANSFER SWITCH	19 - 4
7.	ISOLATING SWITCH	19 - 5
8.	ระบบการเชื่อมต่อ	19 - 5
9.	การเดินสายไฟและสายคอนโทรล	19 - 6
10.	หนังสือคู่มือ	19 - 6
11.	อุปกรณ์	19 - 7
หมวดที่ 20	การปฏิบัติงานไฟ และส่วนสาม สำหรับงานวิศวกรรมไฟฟ้า	
1.	ความต้องการทั่วไป	20 - 1
2.	คุณสมบัติของวัสดุ	20 - 1
3.	การติดตั้ง	20 - 1

หมวดที่ 1 ขอบเขตงานและข้อกำหนดวิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสาร

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและสื่อสารและระบบอื่น ๆ ซึ่งติดตั้งภายนอกและภายใน อาคาร ตามที่แสดงในแบบ และข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ระบบนี้ใช้งานได้สมบูรณ์ และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 หรือฉบับล่าสุด

1. ระบบวิศวกรรมไฟฟ้า-สื่อสาร และระบบอื่น ๆ

จะประกอบด้วยรายการดังนี้-

- ก. ระบบจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ
- ข. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- ค. ระบบป้องกันฟ้าผ่า
- ง. ระบบต่อลงดิน
- จ. ระบบโทรศัพท์ / สายเคเบิลทีวี
- ฉ. ระบบเสียงและประกาศเรียก
- ช. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ฉ. ระบบโทรศัพท์มือถือ
- ณ. ระบบรักษาความปลอดภัย
- ญ. ระบบและอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่แสดงในแบบและระบุไว้ในข้อกำหนดนี้

2. สถาบันมาตรฐาน

เครื่องวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนงานการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารทั้งหมดนี้ ให้ยึดถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้-

- ก. กฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ (กฟผ. กฟน.)
- ข. กฎและประกาศของกระทรวงมหาดไทย
- ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- ง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- จ. NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)
- ฉ. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)
- ช. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA)
- ฉ. BRITISH STANDARD
- ณ. กฎและระเบียบขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- ญ. มาตรฐานอื่นๆ หรือกฎระเบียบในพื้นที่ก่อสร้าง

3. การสำรวจสภาพพื้นที่ก่อนติดตั้งระบบไฟฟ้า-สื่อสาร

ผู้รับจ้างต้องสำรวจตรวจสอบสถานที่จริง ลักษณะภายใน ภายนอก สภาพแวดล้อมกายภาพ ก่อนการติดตั้งวัสดุและอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า-สื่อสาร เพื่อกำหนดถึงลักษณะ และสภาพทั่วไป ขอบเขตสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ สาธารณูปโภคต่าง ๆ ให้ความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี ไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริง หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาอ้างขึ้น เพื่อประโยชน์ใด ๆ ของตนมิได้

4. การติดต่อและคำขออนุญาตสำหรับงานระบบไฟฟ้า-สื่อสาร

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบไฟฟ้า-สื่อสารประกอบอาคารใน สำนักรับใช้ในโครงการ โดยค่าใช้จ่ายในการติดต่อดำเนินการเกี่ยวกับหน่วยงานต่างๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น ผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามระเบียบของหน่วยงานของรัฐหรืออื่นๆ ตามหลักฐานใบประมาณการชำระหนี้ของหน่วยงานรัฐหรืออื่นๆ โดยให้ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำการติดต่อเรื่องที่เกี่ยวข้องในการทั้งหมดแทนผู้รับจ้าง

5. รายการแก้ไขงานติดตั้ง

ผู้รับจ้างจะต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก่วิศวกรหรือช่างเทคนิคในการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา โดยจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการแก้ไข เนื่องจากความบกพร่องต่าง ๆ ทั้งสิ้น

6. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน

เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดที่นำมาใช้ติดตั้งต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน โดยที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดและได้มาตรฐาน หรือเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้าส่วนหลวง นอกจากนี้อุปกรณ์อื่นใดที่เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของระบบเพื่อให้การทำงานของระบบนั้น ๆ มีความสมบูรณ์ถูกต้องตามที่กำหนด หากมิได้มีการแสดงไว้ในแบบหรือระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ ให้ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้ระบบนั้น ๆ ทำงานได้โดยสมบูรณ์

7. การเก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องเก็บรักษาเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ทั้งนี้ เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ทั้งหมดผู้รับจ้างต้องเก็บมีเอกสารผลการสูญหาย เสียหาย หรือชำรุด จนกว่าจะได้ส่งมอบงานงวดสุดท้ายแล้ว

8. ตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามที่วิศวกรผู้ควบคุมงาน หรือผู้ควบคุมงานต้องการ

ในกรณีที่วิศวกรหรือสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน มีความประสงค์ให้ผู้รับจ้างแสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างให้เพื่อความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริงตามที่วิศวกรหรือสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานกำหนด เมื่อวิธีและการติดตั้งนั้น ๆ ได้รับอนุมัติแล้ว จึงให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานต่อไป

9. การแก้ไข เปลี่ยนแปลงแบบ รายการ วัสดุ และอุปกรณ์

การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการวัสดุ และอุปกรณ์ที่มีต้นไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ได้ ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติ เป็นลายลักษณ์อักษร 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อ หรือทำการติดตั้ง

ในกรณีที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของผู้รับจ้าง มีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่วิศวกรกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสม หรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยหรือละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากวิศวกรในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีความประสงค์ โดยชี้แจงแสดงเหตุผล และหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีดังกล่าวข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบเองทั้งสิ้น

10. รหัส บัญชี และเครื่องหมายของวัสดุ อุปกรณ์

ผู้รับจ้างต้องจัดทำรหัส บัญชี และลูกศรแสดงทิศทางของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาติดตั้งมิใช่โครงการเพียงด้านเดียวควรสะดวกในการตรวจสอบและซ่อมแซมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ปิดมิดชิดซึ่งเข้าถึงได้ยากจะต้องมีเครื่องหมายที่มองเห็นได้ง่าย

11. การตัดเจาะ

ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบการตัด เจาะ ผ่านผนัง พื้น ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อก่อสร้างระบบไฟฟ้า-สื่อสาร การตัด เจาะต่าง ๆ ต้องจัดทำอย่างระมัดระวัง และรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างและความเรียบร้อยของงานสถาปัตย์ การตัด เจาะต้องแจ้งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการทุกครั้ง ค่าใช้จ่ายในการ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ รวมทั้งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับงานของผู้รับจ้างอื่น ให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ภายหลังการ ตัด เจาะ สกัด ฯลฯ และติดตั้งอุปกรณ์ของผู้รับจ้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดเสียหายดังกล่าวให้อยู่ในสภาพเดิม

12. การปิดช่อง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่าง ๆ บนผนัง พื้น ฝ้าเพดาน หรือหลังคา โดยใช้ช่างผู้ชำนาญงานด้านนั้น ๆ เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้ว่าจ้าง หลังจากติดตั้งอุปกรณ์แล้วช่องเปิดต่าง ๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งงานโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อย ตามความเหมาะสมของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟหรือผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุที่สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เว้นแต่ที่ระบุไว้ในอย่างอื่น

13. การจัดทำแท่นเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแท่น ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถทนการสั่นสะเทือนขณะเกิดใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องจัดทำรายละเอียดเสนอต่อสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำแท่นเครื่อง อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

ข้อมูลต่าง ๆ ของแท่นเครื่อง เช่น รั้วลวดหนาม ขนาด ตำแหน่ง และน้ำหนัก ต้องแจ้งให้สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้างในส่วนงานก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าก่อนการจัดทำแท่นคอนกรีตไม่น้อยกว่า 7 วัน การให้ข้อมูลที่ผิดพลาด หรือไม่ครบถ้วนก่อนให้เกิดผลเสียหาย หรือความล่าช้าของงานก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น

14. การยัดยัด และอุปกรณ์กับโครงสร้างอาคาร

ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์ยึด แขนงท่อ เครื่อง และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงสร้างอาคาร การประกอบโครงเหล็กต้องทำด้วยความประณีต ไม่มีเหลี่ยมคมอันอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ และผู้รับจ้างต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการยึด แขนงใด ๆ

ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ยึด แขนง จะต้องเป็นที่รับรองว่าสามารถรับน้ำหนักได้โดยมีความปลอดภัยไม่ต่ำกว่า 3 เท่า ของน้ำหนักใช้งาน (SAFETY FACTOR = 3)

การยึดแขนงกับโครงสร้างอาคาร ต้องแน่ใจว่าจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือกีดขวางงานของระบบอื่น ๆ

EXPANSION SHIELD ที่ใช้เจาะยึดในคอนกรีตจะต้องเป็นโลหะและได้มาตรฐานสากล ห้ามใช้เหล็กไม่โดยเด็ดขาด และต้องไม่เจาะยึดกับคอนกรีตที่ยังบ่มไม่ได้ที่

15. งานติดตั้งในห้องเครื่อง

ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแทนเครื่องต่าง ๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของส่วนงานอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนงานก่อสร้างอาคาร

แผนงาน ชื่อย่อ และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินไป ผลเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

16. ช่องเปิดในการติดตั้ง และซ่อมบำรุงเครื่อง และอุปกรณ์

ช่องเปิดต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้ง เช่น ราฟท์ ช่องระหว่างผนัง ฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างต้องกำหนด ขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบ โดยรวมปรึกษากับผู้รับจ้างส่วนงานอื่นที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน

ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งเครื่อง และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในการหลัง รวมทั้งตำแหน่งช่องเปิดบนฝ้า ฝ้าผนังให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารเพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

17. การรับประกัน

ถ้าหากมิได้ระบุไว้ในอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถ ของเครื่อง อุปกรณ์และการติดตั้งว่าใช้งานได้เป็นเวลา : ปี นับจากวันส่งมอบอาคาร

ในกรณีที่เครื่อง หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ เกิดชำรุดเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องมาจากข้อผิดพลาดของผู้ผลิต หรือการติดตั้งในระหว่างเวลาประกัน ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี เช่นเดิมโดยมิชักช้า

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการโดยทันทีที่ได้รับแจ้งจากเจ้าของโครงการให้ไปเปลี่ยนหรือแก้ไขเครื่องอุปกรณ์ตาม สัญญาประกัน มิฉะนั้นเจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการแทนโดยค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ

18. รหัสสี และระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าแรงต่ำเป็นระบบ 3 PHASE 4 WIRE 380 V/220V 50 Hz

ผู้รับจ้างต้องจัดทำระบบสี สำหรับสายไฟและ BUSBAR ดังนี้-

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| - สีน้ำตาล | สำหรับ PHASE A |
| - สีดำ | สำหรับ PHASE B |
| - สีเทา | สำหรับ PHASE C |
| - สีฟ้า | สำหรับ NEUTRAL |
| - สีเขียวหรือเขียวสาคเหลือง | สำหรับ GROUND |

ในกรณีที่สายไฟที่ใช้ มีการฉลิดเป็นลวดเดี่ยวให้ผู้รับจ้างใช้ปลอก ทวิสี หรือเทปพันสายไฟสีต่าง ๆ ตามที่กำหนดข้างต้น พันสายไฟที่ไว้พัน และปลายสายไฟแต่ละช่วง

ท่อร้อยสาย, WIREWAY หรือ CABLE TRAY สำหรับการเดินสายไฟฟ้าระบบต่าง ๆ ต้องหาสีหรือพ่นสี ดังนี้

ให้แสดงรหัสสี CLAMP ของท่อร้อยสาย หรือพาหรือพ่นสี WIREWAY หรือ CABLE TRAY รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องทำเป็นแถบที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 10 ซม. ในตำแหน่งใกล้กับกล่องต่อสาย ที่ผากล่องต่อสาย ให้พาหรือพ่นสีตามรหัส และมีอักษรสัญลักษณ์กำกับ

กำหนดรหัสสี และอักษรสัญลักษณ์ ดังนี้

ระบบ	อักษร	รหัสสี
ท่อ-ราง สายไฟฟ้าดำสีปกติ	N	เขียว
ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง
ท่อ-ราง สายไฟฟ้า UPS	U	เหลือง
ท่อ-ราง สายระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	FA	แดง
ท่อ-ราง สายระบบเสียง	S	ขาว
ท่อ-ราง โทรศัพท์วงจรปกติ	CC	ขาว
ท่อ-ราง ระบบสัญญาณความปลอดภัย	SS	ขาว
ท่อ-ราง สายโทรศัพท์	T	น้ำเงิน

หมวดที่ 2 แผงจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการออกแบบและสร้างแผงจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วยแผงเมนไฟฟ้า ทั้งชนิด ไฟฟ้าปกติ, ไฟฟ้าฉุกเฉิน (MAIN DISTRIBUTION BOARD, MAIN ESSENTIAL DISTRIBUTION BOARD) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (DISTRIBUTION BOARD) ซึ่งลักษณะการติดตั้งของแผงเป็นสองตำแหน่ง และติดตั้ง(FLOOR & WALL MOUNTED)

2. พิกัด (RATING)

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบประกอบ และทดสอบให้เป็นไปตาม IEC 439-1 หรือ NEMA หรือ ANSI หรือ DIN หรือ VDE STANDARD แต่ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบ และมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น และต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิค อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- RATED SYSTEM VOLTAGE : 415/240 V
- SYSTEM WIRING : 3-PHASE, 4-WIRE SOLIDLY GROUND NEUTRAL
- RATED FREQUENCY : 50 Hz
- RATED NORMAL CURRENT (BUSBAR) : ตามที่ระบุในแบบ
- RATED SHORT-TIME CURRENT : ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-CIRCUIT (0.5 SECOND) CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- RATED PEAKED WITHSTAND CURRENT : ไม่น้อยกว่า 2.8 เท่าของ RATED SHORT CIRCUIT CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- RATED INSULATION LEVEL : 1000 VOLTS
- CONTROL VOLTAGE : 220-240 VOLTS (AC)
- CUBICLE FINISHING : EPOXY POWDER PAINT
- ENCLOSURE'S DEGREE OF PROTECTION : IP 31 (MIN)

3. โครงสร้างของแผงจ่ายไฟฟ้า

3.1 ลักษณะโดยทั่วไป แผงออกเป็นส่วน ๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์ได้มาพร้อมกัน ยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย โดยมีขนาดตามผู้ออกแบบอนุมัติหรืออยู่ในช่วงที่กำหนดนี้

- ความสูง : ไม่เกิน 2.200 มิลลิเมตร
- ความกว้าง : ระหว่าง 600-1000 มิลลิเมตร
- ความลึก : ระหว่าง 600-1000 มิลลิเมตร

3.2 โครงสร้างของแผงจ่ายไฟฟ้า ต้องเป็นแบบ SELF-STANDING METAL STRUCTURE ทำด้วยเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ส่วนฝ้าทุกด้านและแผ่นกั้นช่องต่าง ๆ ต้องเป็นแผ่นเหล็ก มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และ 1.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.3 การประดาขอบแผงจ่ายไฟฟ้า ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายน้ำที่เกิขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้การเจาะเปิดระบายที่ฝ้าด้านใด ด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN) และเจาะเปิดระบายความร้อนนี้จะต้องยังคง DEGREE OF PROTECTION ของแผงตัวใส่ไว้ให้ได้ตามที่กำหนด

3.4 เหล็กและแผ่นเหล็กที่ใช้ประกอบเป็นแผงจ่ายไฟฟ้าทุกชิ้น ต้องเป็น ELECTROGALVANIZED STEEL SHEET หรือผ่านการรมวิธีชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า และทาหรือพ่นสีเคลือบด้วยสีรองพื้นอย่างน้อย 1 ชั้น แล้วจึงพ่นเคลือบสีนอกด้วย EPOXY POWDER PAINT

4. CIRCUIT BREAKER

4.1 CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEMA, ANSI VDE หรือ IEC ต้องเป็น AIR CIRCUIT BREAKER หรือ MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER โดยมี CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CURRENT CAPACITY ตามกำหนดในแบบ

4.2 CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ภายใน SYSTEM เดียวกันและต่อเนื่องกัน ต้องมีการทำงานที่ตรงกัน สัมพันธ์กัน (CO-ORDINATING) เพื่อให้ CIRCUIT BREAKER ที่อยู่ใกล้จุด FAULT ทำงานตัดวงจรก่อน CIRCUIT BREAKER อื่นทั้งหมด

4.3 FEEDER และ SUB FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER FIXED TYPE ทำงานด้วยระบบ MANUAL OPERATION TRIP FREE, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK พร้อมด้วย THERMAL TRIP หรือ ELECTROMAGNETIC TRIP, PUSH BUTTON TO TRIP

5. BUSBAR และฉนวนยึด (INSULATOR SUPPORT)

5.1 BUSBAR ต้องเป็นตัวนำทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 99% มีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้า (CONTINUOUS CURRENT CARRYING CAPACITY) ที่ BARE RATING ตามมาตรฐาน DIN 43671 และเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5.2 การจัด BUSBAR ภายในแผงตัวจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องให้ได้ระยะห่างของ PHASE TO PHASE และ PHASE TO GROUND เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าท้องถิ่น

5.3 BUSBAR INSULATOR SUPPORT ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCE POLYESTER หรือ EPOXY RESIN ชนิดใช้ติดตั้งภายในแผงสวิตช์ไฟฟ้า

6. เครื่องมือ และอุปกรณ์ (METERING EQUIPMENT)

6.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC, VDE, หรือ BS สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต โดยมี SECONDARY CURRENT 5 A และ ACCURACY เป็น CLASS 1

6.2 METERING อุปกรณ์เครื่องมือวัดต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED TYPE มีขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 มม. x 96 มม. และเป็นชนิดที่ใช้งานร่วมกับ CT หรืออุปกรณ์อื่นที่กำหนดไว้ อย่างเหมาะสม

ก. VOLTMETER และ AMMETER ต้องมี ACCURACY CLASS 1.5 มี SCALE RANGE ตามที่ระบุในแบบ

ข. POWER FACTOR METER ต้องเป็นชนิด 3-PHASE, 4-WIRE และมี ACCURACY CLASS 1.5 มี SCALE RANGE ตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING

ค. KILOWATT METER ใช้ชนิด 3-PHASE, 4-WIRE UNBALANCE LOAD และมี ACCURACY CLASS 1.5 มี SCALE RANGE ชนิด WIRE ANGLE พร้อม MAXIMUM DEMAND INDICATOR

ง. KILOWATT-HOUR METER ใช้ชนิด 3-PHASE, 4-WIRE UNBALANCE LOAD และมี ACCURACY CLASS 2

จ. DIGITAL POWER METER เป็นมิเตอร์แบบ DIGITAL มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้ :-

- มีหน้าปัดแสดงผลขนาดใหญ่ แบบ LED หรือ LCD
- สามารถวัดและแสดงผลค่าทางไฟฟ้าได้ อย่างน้อย ดังนี้
 - ☐ กระแสไฟฟ้า (A)
 - ☐ แรงดันไฟฟ้า (V) ทั้งแรงดันเฟส-เฟส และ เฟส-นิวทรัล
 - ☐ ความถี่ไฟฟ้า (Hz)
 - ☐ ACTIVE POWER (WATT)
 - ☐ REACTIVE POWER (VAR)
 - ☐ APPARENT POWER (VA)
 - ☐ ACTIVE ENERGY (WATT-HOUR)
 - ☐ REACTIVE ENERGY (VAR-HOUR)
 - ☐ APPARENT ENERGY (VA-HOUR)
 - ☐ PEAK DEMAND ทั้ง ACTIVE POWER, REACTIVE POWER และ APPARENT POWER
- ใช้งานกับระบบไฟ 220 VAC 50 Hz

6.3 PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP เป็นชนิด SWITCHBOARD MOUNTED TYPE ใช้หลอด

INCANDESCENT 0.6 WATT, 6 VOLT (พร้อมหม้อแปลงแรงดันในตู้จาก 220 โวลต์เป็น 6 โวลต์) ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ LENS ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร และสามารถถอดเปลี่ยนตัวหลอดได้จากด้านหน้า ติดลงฝาครอบได้ใช้ สีแดง, สีเหลือง, สีน้ำเงิน, สีเขียว, สีขาว ทั้งนี้ความหมายของแต่ละสีให้ใช้ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

7. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัดภายในแผงจ่ายไฟฟ้า

7.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินระหว่างตู้อุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER WIRE, PVC INSULATED, 750 VOLTS, 70°C โดยที่ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าต้องสามารถรับ LOAD ในวงจรได้แต่ทั้งนี้ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

7.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดนี้ ต้องจัดวางอยู่ในรางวางสาย (CONTROL WIRE TRUNKING) ซึ่งทำด้วยพลาสติก หรือ PVC หรือเดินในท่อร้อย

7.3 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัดชนิดนี้ ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด

7.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบปลอกสวมสีเป็นนัย จากแก่การหลุดออก

7.5 TERMINAL BLOCK ที่ใช้ต้องเป็นแบบ MOLDED-BLOCK ทนแรงดันได้ 600 VOLTS หรือแบบอื่น ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบที่ TERMINAL BLOCK แต่ละตัวต้องมี REMOVABLE MARKING STRIP สำหรับระบุหมายเลข (CIRCUIT DESCRIPTION) ได้

8. NAMEPLATE และ MIMIC BUS

8.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ NAMEPLATE เพื่อแสดงถึงชื่อของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือแผงสวิตช์ไฟฟ้า โดยมี ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกสีดำ และเขาวงเป็นตัวอักษรสีขาว โดยตัวสูงของตัวอักษรต้องไม่เล็กกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

8.2 ที่หน้าแผงสวิตช์ ต้องจัดทำเป็น MIMIC BUS เพื่อแสดงถึงแนวการจ่ายกระแสไฟฟ้าโดยมีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหรือแผ่น PVC ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตรยึดติดแน่นกับด้านหน้าของแผงสวิตช์ไฟฟ้า โดยให้สีสีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

9. การติดตั้ง

การติดตั้งแผงสวิตช์ ต้องยึดติดกับฐานด้วย BOLT และ NUT จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแข็งแรง ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีตให้ใช้เป็น EXPANSION BOLT

10. การทดสอบ

10.1 แผงจ่ายไฟฟ้า ต้องผ่านการทดสอบจากโรงงานผลิต

10.2 เมื่อมีการติดตั้งแผงจ่ายไฟฟ้าในสถานที่ใช้งานจริง ต้องทำการตรวจสอบอย่างนี้ตามกำหนดดังนี้

- ก. ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการทดสอบความถูกต้องของการทำงาน
- ข. ตรวจสอบค่าความเป็นอมวลของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- ค. ตรวจสอบค่าความเป็นอมวลของสายบัส (FEEDER) ทั้งหมดที่ออกจากแผงสวิตช์

หมวดที่ 3 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไป และอุปกรณ์

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ใช้ระบุขอบเขตจนถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD) แผงสวิตช์ย่อย (PANELBOARD) และสวิตช์ตัดวงจรอื่นๆ ซึ่งเป็นแผงชนิดติดตั้งกับผนัง (WALL MOUNTED)

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (DISTRIBUTION BOARD)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า เป็นแผงสำหรับกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD) หรือแผงสวิตช์ไฟฟ้าของระบบอื่นๆ ตามจุดต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าต้องมีความเหมาะสมกับการใช้ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบ และการติดตั้ง

- ก. การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือ ANSI หรือ NEMA ที่ระบบ 415/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์
- ข. BUSBAR ที่คู่กันกับ CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCE TYPE
- ค. MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP และ AMPERE FRAME หรือ IC (INTERRUPTING CURRENT-CAPACITY) ตามที่กำหนดในแบบ โดยที่ MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้ -
 - INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP
 - THERMAL OVER CURRENT TRIP
 - PUSH BUTTON TO TRIP
 - ON-OFF INDICATOR
 - เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้นทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (COORDINATION)
- ง. BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER, และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ MAIN CIRCUIT BREAKER โดยมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK พร้อมด้วย THERMAL TRIP, MAGNETIC-TRIP, PUSH BUTTON TO TRIP และ ON-OFF INDICATOR
- จ. CABINET ต้องเป็นแบบปิดรอยที่ผนังตามวิธีระบุไว้ในแบบ ตัวตู้ทำด้วยแผ่นเหล็ก ELECTRO GALVANIZED SHEET STEEL หรือ ZINC COATED STEEL SHEET หรือผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า และทาหรือพ่นเคลือบด้วยสีรองพื้นอย่างน้อย 1 ชั้น แล้วจึงพ่นเคลือบชั้นนอกด้วย EPOXY POWDER PAINT ฝ้าตู้ด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และมี KEY LOCK

๕. NAMEPLATE ผู้รับจ้างต้องจัดทำ NAMEPLATE เพื่อแสดงถึงชื่อของแผงสวิตช์ โดยมีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกสีดำ และขนาดรองเป็นอักษรสีขาว โดยส่วนสูงของตัวอักษร ต้องไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ
๖. MIMIC BUS ผู้รับจ้างต้องจัดทำ MIMIC BUS เพื่อแสดงถึงแนวการจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยมีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติก หรือแผ่น PVC ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ปิดติดแน่นกับด้านหน้าของแผงสวิตช์ไฟฟ้าโดยไม่ใช้สีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

2.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย EXPANSION BOLT หรือ SUPPORT ที่เหมาะสม โดยให้ติดตั้งที่ระดับสูง 1.80 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

3. แผงสวิตช์ย่อย (PANEL BOARD)

3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมี BRANCH CIRCUIT BREAKER เป็นตัวควบคุม LOAD แผงสวิตช์ย่อย ต้องมีความเหมาะสมกับการใช้ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิรตซ์ ตามกำหนดในแบบ และ PANELBOARD LOAD SCHEDULE

3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบ และการสร้าง

- ก. PANELBOARD ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐาน IEC หรือ ANSI หรือ NEMA โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต CIRCUIT BREAKER ที่ใช้ภายในตู้ PANELBOARD
- ข. BUSBAR ที่เชื่อมกับ CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น PHASE SEQUENCE TYPE และเป็นแบบที่ใช้งานในลักษณะ PLUG-ON หรือ BOLT-ON
- ค. MAIN CIRCUIT BREAKER (IF REQUIRE) ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP, AMPERE FRAME หรือ IC (INTERRUPTING CURRENT CAPACITY) ตามที่กำหนดในแบบ และ PANEL BOARD LOAD SCHEDULE โดยมี MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้:-
 - INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP
 - THERMAL OVER CURRENT TRIP
 - PUSH BUTTON TO TRIP
 - ON-OFF INDICATOR
 - เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ด้านล่างเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (COORDINATION)
- ง. BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ MAIN CIRCUIT BREAKER และมีลักษณะการทำงานเป็นแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL AND MAGNETIC TRIP โดยลักษณะการติดตั้งเป็นแบบ PLUG-ON หรือ BOLT-ON มีขนาดตามที่ระบุในแบบหรือ PANELBOARD LOAD SCHEDULE

- ก. CABINET เป็นชนิดที่หล่อหรือตีพิมพ์บนผนังแล้วแต่ความเหมาะสม ตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED COAT GUAGE SHEET STEEL พร้อมด้วย GRAY BAKE ENAMEL - FINISH มีประตู ปิด-เปิด ด้านหน้าเป็นแบบ FLUSH LOCK
- ข. NAMEPLATE ผู้รับจ้างต้องจัดทำ NAMEPLATE เพื่อแสดงถึงชื่อของตู้ไฟฟ้า โดยมีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกใสด้านกะเขาร่องเป็นอักษรสีขาว โดยส่วนสูงของตัวอักษรต้องไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ
- ค. PANELBOARD ต้องมีฉนวนวงจรซึ่งระบุขงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาด CIRCUIT BREAKER และชนิด LOAD ที่บริเวณใด โดยฉนวนวงจรจะต้องติดอยู่กับตู้ดังกล่าว ติดไว้ให้ผาตู้ด้านใน

3.3 การติดตั้งให้ติดกับผนังด้วย EXPANSION BOLT หรือ SUPPORT ที่เหมาะสม โดยติดตั้งที่ระดับสูง 1.80 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

4. SAFETY SWITCH หรือ DISCONNECTING SWITCH

4.1 SAFETY SWITCH หรือ DISCONNECTING SWITCH ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC และเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE

4.2 SWITCH ตัววงจรไฟฟ้าเป็นแบบ BLADE ลักษณะการทำงานเป็นแบบ QUICK-MAKE, QUICK-BREAK และสามารถมองเห็น SWITCH ได้เมื่อเปิดประตูด้านหน้า

4.3 ขนาด AMPERE RATING จำนวนขั้วสาย และจำนวน PHASE ให้เป็นไปตามระบุในแบบ หรือตามขนาด PROTECTING EQUIPMENT ที่ติดตั้ง

4.4 ชุดที่กำหนดยี่ห้อ FUSE ให้ใช้ FUSE CLIPS เป็นแบบ SPRING REINFORCED โดยขนาดของ FUSE ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.3

4.5 ENCLOSURE ตามมาตรฐาน NEMA 3R สำหรับใช้ภายนอกอาคาร และ NEMA 1 สำหรับใช้ภายในอาคาร ทั้งไป บานประตูเปิดด้านหน้าต้อง INTERLOCK กับ SWITCH BLADE โดยสามารถเปิดประตูได้ เมื่อ BLADE อยู่ในตำแหน่ง OFF เท่านั้น

4.6 การติดตั้งให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ ที่ระดับความสูง 1.50 เมตร จากระดับพื้นถึงระดับบนของสวิตช์ ในกรณีบริเวณที่ติดตั้งไม่มีผนังกำแพง ให้ติดตั้งบนราวยึดโครงเหล็ก ที่แข็งแรงให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

5. CIRCUIT BREAKER BOX (ENCLOSED CIRCUIT BREAKER)

5.1 CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMPERE TRIP, AMPERE FRAME หรือ IC และมีจำนวน POLE ตามที่ระบุในแบบ

5.2 ENCLOSED เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่

- ก. NEMA 3R สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร ผลิตจาก GALVANIZED STEEL - WITH GRAY-BAKED ENAMEL FINISH
- ข. NEMA 1 สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคาร ผลิตจาก SHEET STEEL WITH GRAY BAKED ENAMEL FINISH

5.3 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยติดตั้งบนผนังหรือกำแพงที่ระดับสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุดของ CIRCUIT BREAKER BOX

หมวดที่ 4 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ไว้ระบุดรรชนีคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้งานในโครงการนี้ และต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท. การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือฉบับล่าสุด

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 โดยทั่วไปให้ใช้สายไฟฟ้าแรงต่ำ ที่มีฉนวนเป็นทองแดง หุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2556

2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดทองแดงที่เกลี้ยง (STANDARD WIRE)

2.3 สายไฟฟ้าที่ร้อยในท่อโลหะ หรือ WIREWAY โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (SINGLE-CORE) ตาม มอก. 11-2556 ชนิด THW

2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน UNDERGROUND DUCT ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยวและตัวนำหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน พียูซี อย่างน้อย 2 ชั้น ชนิด CV (XLPE) , NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รถไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ต้องควบคุมงานเดินรถ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE หุ้มฉนวนพีวีซี 2 ชั้น

2.6 ห้ามหุ้มสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP), HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMP (HID) เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน ASBESTOS หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า ซึ่งทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส

3. การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้ -

ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ต่อเนื่องเมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบมาให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

- ค. การตั้งสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า การติดตั้งหรือของสายไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีค่านึงไม่น้อยกว่ารัศมีกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR ชนิด PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองเหลืองชนิดใส่แรงกดยึด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ไว้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด
- จ. ปลั๊กสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าดังนี้-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับ ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัววงจรและสวิตช์ต่าง ๆ จดในตำแหน่งเปิด ต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวน ต้องได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกะโอห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าความต้านทานของฉนวนทั้งกลุ่มมา แล้วต้องให้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงอย่างน้อย 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อดำเนินงาน

หมวดที่ 5 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ
(FIRE RESISTANCE CABLE)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ใช้ระบุคุณสมบัติและการติดตั้งใช้งาน สำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE, LOW SMOKE - ZERO HALOGEN) ตามที่ระบุในแบบ และรายละเอียดนี้

2. มาตรฐาน

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นซึ่งเป็นที่ยอมรับ แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

3. เทคนิคการผลิต

3.1 สำหรับสายที่มีขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดบิดเกลียว (STRANDED WIRE)

3.2 ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (FIRE RESISTANCE TAPE) เช่น MICA TAPE หรือวัสดุทนไฟอื่นที่พันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุพอลิเอทิลีนเชื่อมขวางประเภท CROSS LINKED POLYETHYLENE (XLPE) ชนิดพิเศษ มีความหนาตาม IEC 602

3.3 ในกรณีที่สายมีหลายตัวนำหลายแกน (MULTICORE CABLE) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี FILLER เพื่อความแข็งแรงของสาย

เปลือกชั้นนอก (OUTER SHEATH) เป็นวัสดุประเภท POLYOLEFINE หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น LOW SMOKE - ZERO HALOGEN มีความหนาตาม IEC 602

3.4 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมี RATED VOLTAGE 600/1000 V มี MAXIMUM CONDUCTOR OPERATING TEMPERATURE ที่ 90°C สำหรับ CONTINUOUS DUTY และ 250°C ภายใต้ภาระ SHORT-CIRCUIT

3.5 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องไม่ทำให้เกิด CORROSIVE GASES จนระคายเคืองไหม้

4. คุณสมบัติ และมาตรฐานการทดสอบ

4.1 คุณสมบัติในการทนไฟ (FIRE RESISTANCE) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้-

- IEC 331
- IEEE 383
- VDE 0472 PART 814

4.2 คุณสมบัติในการต้านไฟ (FIRE RETARDANT) ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้-

- IEC 332-3
- IEEE 383
- VDE 0472 PART 804/C
- NBN-C 30-004 CAT F2
- BS 4066 PART 3

4.3 คุณสมบัติด้าน FLAME RETARDANT ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้-

- IEC 332-1
- NBN-C 30-004 CAT F1
- BS 4066 PART 1

4.4 คุณสมบัติด้าน LOW SMOKE AND FUMES (LSF) และ LOW SMOKE AND ZERO HALOGEN (LSZH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

ก. SMOKE TEST METHOD	- 27 m3 CABLE CHAMBER
	- NBS CHAMBER
TEST STANDARD	- ASTM D2843
	- UTP/APTA TEST E4
	- LONDON UNDERGROUND LIMITED
	- BS 6724

ข. HALOGEN ACID CONTENT MEASURED (LESS THAN 5% HALOGEN ACID)

- IEC 764
- BS 6425 PART 1

4.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ ให้แก่บริษัท หรือผู้ควบคุมงานพิจารณา ประกอบการขออนุมัติด้วย

5. การติดตั้ง

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อฉนวนสาย หรือเดินใน CABLE TRAY หรือ WIREWAY

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค เช่น CURRENT AMPERE RATING สลลขดจน TEST REPORT หรือ รายละเอียดอื่น ๆ ตามที่สถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานเรียกขอ เพื่อยืนยันก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

หมวดที่ 6 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าที่สารอื่น ๆ ด้วย) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้ง เป็นไปตาม ข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. วัสดุสาย

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยทั่วไปท่อทุกชนิดต้อง เป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อย สายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้:-

2.1 ท่อขม (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องอุปกรณ์ ไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่อขมที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะและภายนอกอาคารต้องใช้อย่างชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไป ให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้ง ทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ

2.2 ท่อโลหะชนิดทง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้ งานในกรณีที่ต้องการหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อ เสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ

2.3 ท่อโลหะชนิดหน้าปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อ EMT และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้เช่นเดียวกับท่อในสถานที่อื่นตามตาม ข้อกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ วิศวกรรมสถานฯ

2.4 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อ IMC ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยคงตามข้อกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของ การไฟฟ้า หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ

2.5 อุปกรณ์ประกอบกระเดื่องท่อ ได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพ และสถานที่ใช้งาน เช่น ในที่เปียกหรือชื้นแฉะ ต้องใช้เป็นชนิด WATER TIGHT กระเดื่องท่อในพื้นหรือผนังคอนกรีต ต้องใช้เป็นชนิด CONCRETE TIGHT

2.6 ในกรณีที่ระบุให้ใช้ท่อร้อยสายเป็นชนิด HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) ต้องเป็นท่อ HDPE ชนิด CLASS I/PN8 สำหรับท่อ MAIN หรือเป็น HDPE ชนิด CLASS II/PN4 สำหรับข้อต่อ ELBOW และท่อเดินลอย หรือเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดนี้-

- ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
- ข. การตัดงอท่อ ต้องไม่ทำให้เสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการตัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ
- ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะ ต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- ฉ. การใช้ท่อชน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
- ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษาวิศวกรโยธาหรือผู้ควบคุมงานเป็นกรณีไป

3. CABLE TRAY

3.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็กพื้นเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี

3.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า

3.3 การติดตั้งและการใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. WIREWAY

- 4.1 WIREWAY ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร พร้อมเผื่อครอบ และผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ ELECTRO GALVANIZED หรือแผ่นเหล็กพอลิเอท และพื้นเคลือบด้วยสีอะครีลิกความหนาอย่างน้อย 2 ชั้น
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน WIREWAY ต้องเป็นไปตาม NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4.3 WIREWAY ที่มีความกว้างตั้งแต่ 30 เซนติเมตรเป็นต้นไป หรือ WIREWAY ที่มีลักษณะการติดตั้งอยู่ในแนวตั้ง (VERTICAL) ต้องมี CABLE SUPPORT ภายใน WIREWAY ทุก ๆ ระยะ 50 เซนติเมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเข้ารับ กล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้ -

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดีในการป้องกันน้ำ
- 5.3 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนต่อหรือสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงวิธีการใส่ungskงสายตามกำหนดใน NEC หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานฯ
- 5.4 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS-LABORATORY) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

6.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสทาสีภายในที่ฝากล่องให้มองเห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึง และทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม การติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ในทุก ๆ ช่วง ต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความต่อเนื่องสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 7 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่จำเป็นซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร ตามที่ระบุในแบบ
- 1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลัสต์ และสวิตช์เทอมิสแตทต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่เป็นที่ยอมรับ
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าที่ใช้โดยทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

2. รายละเอียดวัสดุ

2.1 โคมไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้-

- ก. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก., VDE หรือ NEMA
- ข. ตัวโคม (HOUSING) ต้องทำขึ้นรูปจากแผ่นโลหะโดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี
- ค. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้แผ่นเหล็กชุบ ELECTRO-GALVANIZED หรือเหล็กพอลิเอสเตอร์ และทนเสียดับดับความร้อน
- ง. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตั้งแต่ 2 หลอดขึ้นไป ให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.80 มิลลิเมตร
- จ. สำหรับดวงโคม DOWN LIGHT ให้ใช้ REFLECTOR ชนิดผิวสัมผัสหรือให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในดวงโคม ต้องเป็นไปตามกำหนดนี้-

- ก. สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอด TL 5 ขนาด 14 และ 28 W. ขั้วหลอดเป็นแบบ ROTARY LOCK ตามมาตรฐาน VDE
- ข. สำหรับหลอด INCANDESCENT LAMP โดยทั่วไปให้ใช้หลอดผิวแก้วบุ INSIDE-FROSTED GLASS RATED 220 โวลต์ ขาหลอดเป็นแบบเกลียว (E 27 BASE)
- ค. หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดไฟ INCANDESCENT ต้องเป็นไปตาม มาตรฐานของ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3 บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดชนิด DISCHARGE ต้องเป็นแบบแผ่นเหล็ก ชนิด LOW POWER LOSS และ HIGH POWER FACTOR ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อาจใช้ LOW POWER FACTOR BALLAST คู่กับ CAPACITOR เพื่อ IMPROVE POWER FACTOR ให้ได้อย่างน้อย 0.85 LAGGING) หรือใช้ชนิด ELECTRONIC BALLAST โดยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้-

ก. บัลลาสต์แกนเหล็ก ชนิด LOW POWER LOSS และ HIGH POWER FACTOR

(สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์)

- ผลิตภัณฑ์ต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน มอก. 23-2521
- มีค่า RATED MAXIMUM OPERATING TEMPERATURE OF BALLAST WINDING ไม่ต่ำกว่า 130 องศาเซลเซียส (t_w 130)
- มีค่า BALLAST LOSS ไม่เกิน 6 วัตต์ และ RATED TEMPERATURE RISE OF BALLAST WINDING ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (Δt 30)

ข. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (ELECTRONIC BALLAST)

- เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ $\pm$ 10% ความถี่ 50 เฮิรตซ์
- ผ่านการทดสอบรับแรงดันไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 885-2532 มอก.1506-2541
- มีค่าฮาร์โมนิกของกระแสไฟฟ้าด้านเข้า (THD, TOTAL HARMONIC DISTORTION OF INPUT CURRENT) ไม่เกิน 25% ตามมาตรฐาน IEC 61000-3-2 หรือ VDE 0712 Part 23/25 หรือ ANSI หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า และค่าฮาร์โมนิกกระแสอันดับไม่สูงกว่าที่กำหนดใน มอก.1506-2541
- มีค่าตัวประกอบกำลังของวงจร (CIRCUIT POWER FACTOR, λ) ไม่น้อยกว่า 0.95
- กำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (INPUT POWER, P_{in}) เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มอก.1506-2541 หรือ IEC 60929 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า ต้องมีค่าดังนี้-
- ไม่เกิน 37 วัตต์ / หลอด กรณีใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์
- ไม่เกิน 19 วัตต์ / หลอด กรณีใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 16 วัตต์
- รูปคลื่นกระแสไฟฟ้าทำงานเองหลอด มีค่าตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสไฟฟ้าผ่านหลอด (LAMP CURRENT CREST FACTOR) ไม่เกิน 1.7 หรือ ตามมาตรฐาน มอก.1506-2541 หรือ IEC 60929 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ขณะทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ บัลลาสต์จะต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดส่องสว่าง มีค่าตัวประกอบกำลังส่องสว่างของบัลลาสต์ (BALLAST LUMEN FACTOR) ไม่น้อยกว่า 94% ของค่าประสิทธิภาพส่องสว่างที่กำหนดหลอดหลอด ตามมาตรฐาน มอก.236-2533 หรือ IEC 60081 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- มีวงจรป้องกันภาวะเสียหายเมื่อบัลลาสต์ถูกทดสอบตามภาวะผิดปกติ (FAULT CONDITION) หรือภาวะผิดปกติ เช่น ไม่ได้ต่อหลอด, ใส่หลอดขาด, ใส่หลอดเดิม และผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 885-2532 หรือ IEC 60928 หรือ UL 935 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- ผ่านการทดสอบความทนทาน ตามมาตรฐาน มอก.1506-2541 หรือ IEC 60929 โดยทดสอบที่อุณหภูมิบนตัวหลอดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และทดสอบมีค่าอุณหภูมิ (T_c) 90°C
- มีวงจรป้องกันการรบกวนจากการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือคลื่นวิทยุรบกวน (EMI, EMC, RFI SUPPRESSION)

2.4 วัสดุที่เตอร์และ CAPACITOR ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

- 2.5 โคมไฟฟ้าหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ แบบมีแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียม ต้องเป็นแบบประสิทธิภาพสูง โดยแผ่นสะท้อนแสงอลูมิเนียมต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงรวม (TOTAL REFLECTANCE) ไม่น้อยกว่า 95% ตามมาตรฐาน ASTM หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่ากันขึ้นรูปให้ได้การสะท้อนแสงที่ดี
- 2.6 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ ให้ใช้สายอ่อน (FLEXIBLE WIRE) ขึ้นฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด INCANDESCENT หรือ หลอด HID ให้ใช้สายขึ้นฉนวนทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 90 °C เช่น ขึ้นฉนวนไนลีน เป็นต้น
- 2.7 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่ทั้งหมดไม่เคยถูกใช้งานในโครงการอื่นมาก่อน

3. การขออนุมัติ

ก่อนการติดตั้งโคมไฟฟ้า ต้องเสนอขออนุมัติผู้ชักแบบหรือผู้ควบคุมงานก่อน โดยจัดส่งแคตตาล็อก ระบุรายละเอียดของ ผู้ผลิต, รุ่น, วัสดุที่ใช้, หลอดไฟฟ้า ฯลฯ ให้ชัดเจน ทั้งนี้อาจจำเป็นต้องจัดส่งตัวอย่างโคมไฟเพื่อประกอบการอนุมัติหากมีกรณีร้องขอ

การติดตั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสม และตามความเห็นชอบของสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 8 สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ไว้ระบุดูประกอบจนถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

2. สวิตช์ไฟฟ้า

2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น HEAVY DUTY, TUMBLE, QUIET TYPE แบบฝังกับผนังบนกล่องโลหะหนาที่
เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์

2.2 ขนาด AMPERE RATING ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์ โดยใช้ฉนวนไฟฟ้าที่ดี ซึ่งทำให้ไม่
สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้ง่าย

2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด ILLUMINATED LAMP ในตัว และไฟติดเพื่อบ่งบอกว่า
พัดลมกำลังทำงาน

2.4 COVERPLATE ต้องเป็น STAINLESS PLATE (ถ้าไม่ระบุในรูปแบบอื่นอย่างอื่น)

2.5 SWITCH BOX สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการดัดโค้งกันสนิมอย่างดีโดยความหนาของเหล็กต้องไม่
น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร

2.6 การติดตั้ง SWITCH BOX ให้ฝังในผนัง กำแพง หรือเสาตั้งกลาง โดยระดับสูงจากพื้นถึงใจกลางสวิตช์
กำหนดไว้ 1.20 เมตร หรือตามที่ระบุ

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งระบบแบบกราวด์และแบบแบบ (UNIVERSAL TYPE)
ดูเขียนสำหรับสายเส้นไฟต้องมีแผ่นนิรภัย (SAFETY SHUTTER) ใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสาแล้วแต่กรณี
ตามที่กำหนดในรูปแบบหรือกล่องโลหะที่เหมาะสม

3.2 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าที่ดี โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ และตัวสัมผัสต้องมีขนาด AMPERE
RATING ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์

3.3 เต้ารับไฟฟ้าชนิดพิเศษต้องมีขนาด AMPERE RATING ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรูปแบบ

3.4 CONVERPLATE และ METAL BOX ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด

3.5 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามที่ระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงที่กลางตัวรับเป็น 0.90 เมตร หรือตามที่ระบุ

3.6 ตัวรับที่มีรูและขนาดต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องจัดเตรียมตัวเสียบ (PLUG) ให้ตามจำนวนตัวรับ นั้น ๆ ด้วย

4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบจำนวนของสวิตช์และตัวรับโดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบ จำนวนของสายไฟฟ้า

หมวดที่ 9 ระบบต่อลงดิน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (GROUNDING SYSTEM) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) อุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะซึ่งอาจมีกระแสไฟฟ้า เนื่องจาก การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า กระแสสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ สามารถกำหนดให้เป็นอย่างอื่น ให้ยึดตามกฎหมาย และมาตรฐานดังต่อไปนี้:-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า* หมวด 8 ลาดิน และการต่อลงดิน*
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัย ทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
- NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- กฎการเดินสาย และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

2. หลักดิน

2.1 หลักดินให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า ๑/๘ นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า ๓๐ ฟุต ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และจำนวนหลักดินดูตามวิธีระบุในแบบ เพื่อให้ได้ความต้านทานลงดิน (GROUNDING RESISTANCE) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย GROUND METER หรือ EARTH TESTER

2.2 การปักหลักดิน ต้องให้แต่ละหลักห่างกันประมาณ 3.๐๐ เมตร โดยหลักดินนี้ให้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุในแบบ และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี EXOTHERMIC WELDING

3. สายดิน (GROUND CONDUCTOR)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินสำหรับวัสดุ/ประสงค์ต่าง ๆ ต้องเป็นดังนี้:-

3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (SYSTEM GROUND)

เพื่อต่อสายศูนย์ (NEUTRAL) ด้านทุติยภูมิ (SECONDARY) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ ขึ้นอยู่กับขนาดของสายเมนของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางนี้

ขนาดต่ำสุดของสายดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10 (ควรเดินในท่อ)
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 85	25
เกิน 85 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

3.2 สายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า (EQUIPMENT GROUND)

โครงสร้างโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่ควรจะเป็นส่วนที่มีกระแสไหล และเป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ ไม่ให้มีการต่อลงดินเพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดขึ้นโดยขนาดของสายดิน ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกัน สำหรับวงจรมัน ๆ ตามตารางนี้

ขนาดต่ำสุดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัด หรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินสำหรับอุปกรณ์ ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
6-16	1.5
20-25	4
30-63	6
80-100	10
125-200	16
225-400	25
500	35
800-800	50

หมายเหตุ กรณีต้องต่อลงดิน ท่อสาย (Raceway) ให้ใช้ขนาดของสายดินตามตารางนี้ด้วย

4. ระบบต่อลงดิน แยกอิสระ (ISOLATED GROUND)

- 4.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้มีสายดินแยกจากสายดินทั่วไป ตามที่กล่าวมาในข้อ 3
- 4.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำของแสงทึบจนวน พิวิที หรือสามที่ระบบในแบบ โดยมีขนาดตามที่ระบุในแบบ สายดินนี้ให้ต่อกับหลักดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับหลักดินของระบบไฟฟ้าทั่วไปหรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

5. การติดตั้ง และการทดสอบ

- 5.1 สายดินกรณีขั้วจนวน ดึงจนวนต้องเป็นสี่เหลี่ยม หรือรีขดลับเหลี่ยม
- 5.2 สายดินเส้นเดียวของสายวงจรที่เดินในท่อโลหะ สายดินดังกล่าวต้องร้อยในท่อเดียวกับสายวงจรมันด้วย ห้ามเดินนอกท่อ
- 5.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเปลือกนอกเป็นโลหะ และอยู่ในระยะที่บุคคลทั่วไปสามารถสัมผัสได้ จำเป็นต้องมีสายดิน ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่เกินเอื้อม คือ ระยะห่างมากกว่า 2.4 เมตร ในแนวตั้ง และระยะห่างกว่า 1.6 เมตร ในแนวระดับ ไม่ต้องมีสายดิน
- 5.4 แผงสวิตช์ย่อยที่ไม่ใช้ตู้เมนสวิตช์ ต้องแยกตัวต่อสายดิน และขั้วต่อสายศูนย์ เป็นคนละชุด และห้ามต่อโยงกัน (ขั้วต่อสายศูนย์ต้องมียอนวนติดกับท่อน้ำโลหะ)
- 5.5 แผงสวิตช์ในห้องอาคารชุดไฟฟ้าให้เป็นแผงสวิตช์ย่อย ดังนั้นสายศูนย์ และสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าบ้านต้องถึงกัน
- 5.6 สายศูนย์ และสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องถึงกันได้เพียงเดียว คือภายในตู้เมนสวิตช์
- 5.7 จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ต้องอยู่ด้านไฟฟ้าของเครื่องปลดวงจรตัวแรกของตู้เมนสวิตช์
- 5.8 ภายในอาคารหลังเดียวกัน ไม่ควรมีจุดต่อลงดินมากกว่า 1 จุด
- 5.9 ท่อสาย เคเบิลท่อหุ้ม โครมโลหะ และส่วนโลหะอื่น ๆ ของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ได้เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้า ต้องมีระยะห่างจากสายล่อฟ้าไม่น้อยกว่า 1.8 เมตร หรือต้องผูกเข้ากับสายล่อฟ้า
- 5.10 ห้ามใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนี้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน
- 5.11 สายดินที่ไม่ได้วัดในท่อ ต้องยึดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ทุกๆระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 5.12 การตรวจสอบให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน เพื่อให้ผู้นั้นได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานข้างนี้

หมวดที่ 10 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. ความต้องการทั่วไป

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (CONVENTIONAL SYSTEM) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดตามที่ระบุในแบบ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานข้างอังกต่อไปนี้-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า "หมวด 7 การติดตั้งสายล่อฟ้า"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
"TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร และสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร"
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO.78
- BRITISH STANDARD INSTITUTION (BS6651 : 1985)

2. ความต้องการด้านเทคนิค

2.1 หลักรายดิน (GROUND ROD) ให้ใช้ COPPER CLAD STEEL GROUND ROD ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไปจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ในแต่ละจุด

2.2 ตัวนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายตัวนำทองแดง ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด

2.3 ตัวนำบนหลังคา (ROOF CONDUCTOR) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักสายล่อฟ้าให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ในกรณีที่ใช้ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด TAPE ให้เป็น ANNEALED BARE COPPER TAPE

2.4 หลักรายฟ้า (AIR TERMINAL) โดยทั่วไปให้ใช้หลักสายฟ้าเป็นแท่งทองแดง (SOLID COPPER) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ยาว 2 ฟุต ติดตั้งที่สูงสุดของอาคาร หรือตามระนาบในแบบ

2.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนวให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ตามแนวและระดับที่กำหนดในแบบ

2.6 การเชื่อม (WELDING) การเชื่อมต่อโลหะ ให้อยู่ในความต่อเนื่องทางไฟฟ้า มีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ และสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็ก ให้เชื่อมด้วยวิธี EXOTHERMIC WELDING เว้นแต่ในกรณีจำเป็น อาจจะใช้วิธีอื่น แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน หรือผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

ตัวนำลงดินควรเดินห่างจากท่อสาย และอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ส่วนการติดตั้งโดยทั่วไป ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อ้างอิงข้างต้น โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุด เสนอต่อวิศวกร หรือผู้ควบคุมงานเพื่อพิจารณา

หมวดที่ 11 หม้อแปลงไฟฟ้า

1. ข้อกำหนดทั่วไป

จัดกำหนดนี้ใช้กับหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Distribution Transformer) ชนิดขดลวดทองแดงจุ่มอยู่ในน้ำมัน (Oil immersed) สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร โดยเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบหุ้มเชื่อมปิดสนิทปราศจากโพรงก๊าซ (Hermetically sealed tank transformer with out gas cushion)

2. มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐานของ TIS, ANIS หรือ IEC ฉบับล่าสุดและต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือมาตรฐานอื่นๆ เทียบเท่า

3. การแสดงพิกัดต่างๆของหม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องอ้างอิงที่ฐานภูมิ 40 องศาเหนือขีดความชื้นสัมพัทธ์ 50%

4. รายละเอียดคุณสมบัติ

1. Rated Primary Voltage	±	22kV
2. Rated Frequency	±	50Hz
3. Number of Phase	±	3
4. Rated Power	±	250 KVA
5. Vector Group	±	Dyn 11
6. HV, No – Load Tap Changer	±	± 2x2.5% (PEA)
7. Losses	±	Core losses ไม่เกิน 360 W
	±	Copper losses ไม่เกิน 2100W

5. ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า

5.1 แกนเหล็ก

Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Silicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูงและให้ ค่า Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ

5.2 ขดลวดและฉนวน

High Voltage Winding และ Low Voltage Winding โลหะตัวนำทำด้วยทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Class A

5.3 Tap Changer

ที่ High Voltage Winding ต้องมี Off – Load Tap Changer ตามที่กำหนดในข้อ 1.4 ด้านหมุนของ Tap Changer ต้อง สามารถแสดงให้ทราบได้ว่าในขณะมันอยู่ในตำแหน่งของ Tap ได้

5.4 ขั้วต่อสาย

ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำให้เหมาะสมสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิลแรงสูง ขั้วต่อสายแรงต่ำทำด้วยทองแดง เคลือบหีบด้วย High Conductivity Bronze หรือ Hot – Tin dipped จะดีที่เหมาะสม สำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์ หรือต่อกับสายเคเบิล (โดยให้พิจารณาจากแบบ) Bolts, Nuts และ Lockwashers ที่ใช้กับขั้วต่อสายต้องทำด้วย Stainless Steel

5.5 ตู้หม้อแปลง

ทำด้วยโลหะมีความแข็งแรงทนทานต่อสภาพการใช้งาน และการเคลื่อนย้าย สีทาภายนอกผู้การของพื้นด้วย Primer Coat และทาสีหีบอย่างน้อย 2 ชั้น ซึ่ง เป็นชนิดที่ทนต่อสภาพการใช้งานนอกอาคาร

5.6 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ อย่างน้อยที่สุดดังนี้

1. Drain Valve
2. Lifting Lugs
3. Earthing Terminal
4. Off Load Tap Changer
5. Pressure relief device

6. การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

6.1 ใ้ติดตั้งตามลักษณะและตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสม โดยความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ต้องไม่มีขัดต่อระเบียบการของกรมไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

6.2 การเคลื่อนย้ายหม้อแปลงจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อหม้อแปลงไฟฟ้า

7. การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผ่านการผ่าน Routine Test จากโรงงานผู้ผลิตโดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบในรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. Measurement of Winding Resistance
2. Measurement of Impedance Voltage
3. Measurement of Load Loss
4. Measurement of no Load Loss

5. Measurement of Insulation Resistance
6. Measurement of Voltage Ratio
7. Vector Group
8. Induced Voltage Test
9. Applied Voltage Test

8. ผู้ครอบหม้อแปลงไฟฟ้า

ทำด้วยแผ่นเหล็กความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร มีร่องระบายอากาศ ด้านล่าง และด้านบน โดยช่องระบายอากาศต้องมีเหล็กซี่ถี่ กันแมลงเข้าได้ สีภายนอกทาสีทารองพื้นด้วย Primer Coat และทาสีทับอย่างน้อย 2 ชั้นซึ่งเป็นวิธีที่ทนต่อการใช้งานนอกอาคาร

หมวดที่ 12 เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ใช้ระบุขอบเขตคุณสมบัติและคุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) แบบตั้งพื้น ชนิด True On Line Double Conversion (ชนิดที่มี Isolation Transformer/Transformer Type ทางด้าน Output อยู่ภายในเครื่อง UPS) และมีการจัด Redundant Parallel ขนาดไม่ต่ำกว่า 10 kVA, 220-V 1 Ph PF ≥ 0.8 Backup Time ไม่น้อยกว่า 30 นาทีที่สภาวะที่เต็มกำลังโหลด มีจอ LCD Display แสดงข้อมูลฟังก์ชันการทำงาน แสดงผลสถานะการทำงานต่างๆ และบันทึกค่า Alarm Log ของเครื่อง UPS พร้อมติดตั้งระบบไฟฟ้า และ อุปกรณ์

2. คุณสมบัติเครื่อง UPS

เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) เป็นระบบ True On Line ชนิด Double Conversion โดยมีชุด Rectifier ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ผ่านไปยังชุด Inverter เพื่อแปลงกระแสตรงกลับไปเป็นกระแส สลับที่ส่งจ่ายให้กับ Load โดยมีชุด Battery ที่จะถูกประจุสภาพเต็มตลอดเวลา (Full Charge) เพื่อให้สามารถเป็นไฟฟ้าสำรองที่จะจ่ายให้กับชุด Inverter เมื่อไฟฟ้าด้านเข้าเกิดขัดข้องไฟฟ้าด้านออกจะจ่ายให้กับ Load อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอนเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาทีที่สภาวะที่เต็มกำลังโหลด เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วไม่มีไฟฟ้าด้านเข้าจ่ายเข้าเครื่องจ่ายกระแส ไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) จะต้องมีสัญญาณเตือน สภาพการทำงาน (Alarm) ก่อนที่จะหยุดทำงานเองโดยอัตโนมัติ (Automatic Shutdown) ในกรณีที่เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) ทำงานขัดข้องหรือใช้กำลังไฟฟ้าเกินพิกัด (Overload) ชุด Static Transfer Switch ภายในเครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) จะต้องสามารถโอนย้าย Load จากชุด Inverter ไปยังระบบไฟฟ้า Reserve ได้โดยอัตโนมัติโดยกระแสไฟฟ้าไม่ขาดตอน และเมื่อทุกอย่างกลับสู่สภาวะปกติ ชุด Static Transfer Switch จะต้องสามารถโอนย้าย Load กลับมาอย่างเดิมได้โดยอัตโนมัติโดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไม่ขาดตอนเช่นกัน การจัด Redundant Parallel เมื่อเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องทำงาน 2 เครื่องขึ้นไปมีการต่อการ Parallel เพื่อสื่อสารให้แบ่งจ่ายไฟให้กับภาระของโหลดให้เท่าๆกัน โดยเมื่อตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหาไม่สามารถจ่ายไฟได้ เครื่องอีกตัวจะรับภาระโหลดทั้งหมดโดยที่ไฟฟ้าไม่มีสะดุด โดยเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องทั้ง 2 เครื่องจะรับไฟจาก แหล่งจ่ายพลังงานเดียวกัน เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์ไม่มีสะดุด

3. คุณสมบัติทางเทคนิค

3.1. Input

- Voltage	:	220 VAC หรือ 230 VAC $\pm 15\%$ หรือดีกว่า
- Frequency	:	50 Hz $\pm 10\%$ หรือดีกว่า
- Phase	:	Single (2 Wire + Ground)

3.2. Output

- Voltage : 220 VAC หรือ 230 VAC $\pm 1\%$ หรือดีกว่า (Battery Mode)
- Frequency : 50 Hz $\pm 0.1\%$ หรือดีกว่า (Battery Mode)
- Power Factor Range : ≥ 0.8 lag
- Phase : Single (2 Wire + Ground)
- Wave Form : Sine Wave
- Total Harmonics Distortion : $\leq 3\%$ for 100 % Linear Load
- Crest factor of non-linear load : 5:1
- Overall Efficiency (AC to AC) : $\geq 87\%$ ที่เต็มพิกัดโหลด (AC to AC)

3.3. Overload Capacity

- 130 % Load : 3 Min หรือดีกว่า

3.4. Environment

- Ambient Temperature : 0-40°C (Continuous) หรือดีกว่า
- Humidity : เฉพาะชื้นไม่ถึง 90 % โดยไม่ควบแน่น (Non Condensing)

3.5. Audible Noise

- : ≤ 65 dB(A) at 1 m

3.6. Battery

- Type : Maintenance Free Sealed Lead Acid
- Flame : ABS
- Life Time : 3-5 ปี at 25°C หรือดีกว่า
- Back UP Time : ≥ 30 minute ที่เต็มพิกัดโหลด (EOV1.65V)
- Standard Approval : UL 94V-0 หรือดีกว่า

3.7. ระบบการแสดงผลสถานะและการควบคุม (Status and Control Indicator)

- มี LCD Display สำหรับควบคุมฟังก์ชั่น , Setting การทำงาน และแสดงผลต่างๆ ของเครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้า เช่น Input Line, Inverter Output, Load level, Battery, Fault หรือมากกว่า เป็นต้น
- มีระบบเตือนด้วยเสียงหรือแสงเมื่อเกิดปัญหา Main Fail, Battery Low, Fault, Overload หรือมากกว่า

- สามารถเก็บ Alarm Log or Events Log ภายในตัวเครื่อง UPS ได้
- มีการใช้ Simple Network Management Protocol (SNMP) พร้อมโปรแกรมใช้งาน

3.8. มี Isolate Output Transformer ประกอบส้าเร็จภายในตัวเครื่อง UPSจากผู้ผลิต

3.9. มี Manual bypass Switch เพื่อ Maintenance UPS โดยไม่ทำให้กระแสไฟฟ้าจ่าย โหลดขาดตอนประกอบส้าเร็จติดกับตัวเครื่อง UPS

3.10. มีระบบป้องกัน Surge ตามมาตรฐาน ทดสอบที่แรงดันไฟฟ้า 6 kV (1.2/50 microsecond) ,
3 KA (8/20 microsecond) หรือดีกว่า

4. คุณสมบัติเฉพาะ

4.1. วัสดุ อุปกรณ์เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง UPS เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน เป็นผลิตภัณฑ์ของอเมริกา, ยุโรป, หรือญี่ปุ่น

4.2. การจัดทำซ้ำแบบขนาน (Redundant Parallel card) เพื่อให้หาหัวที่แบ่งภาระโหลด และสั่งให้เครื่อง UPS ชักตัวรับภาระทันที เมื่อเครื่องแรกมีปัญหา โดยไฟฟ้าเข้าต้องรับมาจากแหล่งไฟฟ้าเดียวกันเพื่อให้เครื่องสอง สามารถทำงานเข้ากันได้

4.3. เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) ที่เสนอจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ส้าเร็จรูปจากผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน IEC 62040 Series or EN50091 Series หรือเทียบเท่า และ ISO 9001 Series

5. การรับประกันคุณภาพ

5.1. ผู้ขายต้องรับประกันคุณภาพของเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS), Battery และอุปกรณ์ประกอบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี นับจากวันที่ได้ส่งมอบงาน หากเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) และอุปกรณ์ประกอบ จัดซื้อจากการใช้งานจะต้องทำการแก้ไขให้ติดตั้งภายใน 24 ชั่วโมง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

5.2. มีการ Routine Maintenance ทุกๆ ๓ เดือน ตลอดเวลาการรับประกัน

6. การฝึกอบรม

ผู้ขายที่ได้รับพิจารณาจะต้องจัดฝึกอบรมให้เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งาน และบำรุงรักษา เครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) โดยผู้รับจ้างจัดทำเอกสารคู่มือการใช้งาน เอกสารการเปิดปิดเครื่องจ่าย กระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) พร้อมเบอร์โทรฉุกเฉิน วิศวกรช่างหรือด้านบรรณรองตัวเครื่อง พร้อมฝึกภาคปฏิบัติการใช้ งานให้เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานสามารถทำได้

หมวดที่ 13 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ ระบบเสียงแจ้งเหตุฉุกเฉิน ระบบโทรศัพท์ฉุกเฉิน โดยแบ่งโซนเข้ากับหรือมากกว่าในแบบกำหนด
- 1.2 อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ ต้องครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้เต็มตามแสดงในแบบ หากคลุมพื้นที่ได้ไม่เพียงพอ ต้องคิดให้เพียงพอ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
- 1.3 ใช้ติดตั้งแผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ (Fire Alarm Control Panel) หรือ FCP, แผงแสดงเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator) และอุปกรณ์ต่างๆ ตามกำหนดในแบบ

2. กฎและมาตรฐาน

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ และอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชนิดต้องทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ดังนี้

- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)
- National Fire Protection Association (NFPA) ของสหรัฐอเมริกา
- National Electrical Code (NEC) ของสหรัฐอเมริกา
- Underwriters Laboratories (UL) ของสหรัฐอเมริกา

3. การทำงานของระบบ

การตรวจจับและการตรวจควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

- 3.1 อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Device) ต้องตั้งตามโซนที่กำหนดโดยมีจำนวนอุปกรณ์ต่อโซนไม่เกิน
ความสามารถของแผงควบคุมเพลิงไหม้อัตโนมัติ และมีไฟสถานะหรือไฟแสดงการเริ่มสัญญาณ (Alarm)
หรือข้อข้อง (Trouble)
- 3.2 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากโซนใดจับสัญญาณเพลิงไหม้ได้ หลอดไฟ (LED) สัญญาณเพลิงไหม้ (Alarm) ที่
แผงควบคุมเพลิงไหม้อัตโนมัติจะติดกระพริบพร้อมทั้งมีเสียงเตือน (Buzzer) จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่มา
รับทราบ (Acknowledge) และหลอดไฟ (LED) จะติดค้างตลอด
- 3.3 สัญญาณแจ้งเหตุจะดังในโซนที่เกิดเหตุ และหวั่นไหวที่เกี่ยวข้อง หรือขึ้นอยู่กับชั้นวางของโซนเกิดเหตุ
(Sandwich) หรือถ้าเป็นระบบแจ้งเหตุรวม (อุปกรณ์แจ้งทำงานพร้อมกันทั้งอาคาร) จะมีการหน่วงเวลา
0.5 นาที เพื่อให้มีการตรวจสอบสัญญาณจากอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ

- 3.4 สามารถสั่งให้กระดิ่งหรือฆ้องทั้งหมดให้ดังก่อนครบเวลาหนึ่งได้ โดยใช้สวิตช์สัญญาณแจ้งเหตุไหม้ (General Alarm)
- 3.5 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องมีสวิตช์ตัดเสียงแจ้งเหตุ (Signal Silence) และจะทำงานได้ใหม่ หากมีการตรวจพบสัญญาณเพลิงไหม้ขึ้นซ้ำ
- 3.6 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องมีสวิตช์ยกเลิกการแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ เมื่อเหตุการณียกเลิกเข้าสู่ปกติแล้ว (System Reset)
- 3.7 หากกำหนดให้ในระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ ต้องสามารถต่อรีเลย์ (Relay) เพิ่มให้มีจำนวนหน้าสัมผัส (Dry Contact) เพียงพอที่จะใช้กับระบบรับอากาศ หัวลมปรับอากาศ (Pressurized Fan) ลิฟท์ และอื่น ๆ

4. อุปกรณ์

4.1 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FCP)

- 4.1.1 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องติดตั้งในตู้เหล็กที่ผลิตมาจากโรงงานผู้ผลิต อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ไม่อนุญาตให้ติดตั้งเหล็กขึ้นเอง ติดตั้งโดยยึดกับผนัง และมีพื้นที่ทำงานหน้าแผงควบคุมเพลิงไหม้ไม่น้อยกว่า 1 ตารางเมตร (1 เมตร x 1 เมตร)
- 4.1.2 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วย แผงวงจรแบบ Module สามารถถอดเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้จากทางด้านหน้า (Front Access) มีขั้วเสียบสาย (Connector) มีลักษณะขันน็อตยึดโดยใช้ไขควงในครั้งแรก และสามารถขันน็อตเข้าซ้ำในครั้งต่อไป โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ (Socket)
- 4.1.3 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องมีไฟสัญญาณ (LED) ต่าง ๆ เพื่อแสดงสถานะดังต่อไปนี้
- ไฟแสดงแรงดันไฟฟ้าที่ลงดินเข้าแผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ สีเขียว (AC Power)
 - ไฟแสดงเหตุขัดข้องร่วม สีเหลือง (System Trouble)
 - ไฟแสดงการเตือนสัญญาณร่วม สีแดง (System Alarm)
 - ไฟแสดงแรงดันไฟฟ้าสำรองหรือแบตเตอรี่ขัดข้อง สีเหลือง (Battery Fault)
 - ไฟแสดงการรั่วของสายสัญญาณลงดิน สีเหลือง (Ground Fault)
- 4.1.4 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องมีปุ่มควบคุมอย่างน้อยดังนี้
- ปุ่มรับการแจ้งเตือน (Acknowledge)

- ปุ่มตัดเสียงแจ้งเหตุ (Signal Silence)
- ปุ่มยกเลิกการแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (System Reset) และปุ่มอื่น ๆ ตามที่ผู้ผลิตกำหนด

4.1.5 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่คอยควบคุม โปรแกรมการทำงานต้องเก็บในหน่วยความจำ (Non Volatile Memory) ที่ไม่สูญหายแม้ไม่มีแรงดันไฟฟ้าทั้งถาวร (AC Power) หรือไฟจากแบตเตอรี่

4.1.6 แผงควบคุมโซน (Zone Module) โซนเริ่มสัญญาณ (Initiating Zone) และโซนแจ้งเหตุ (Indicating Zone) ต้องมีจำนวนตามแสดงในแบบ พร้อมกับสํารองอย่างน้อยอย่างละหนึ่งโซน แต่ละโซนต้องมีไฟแสดงสัญญาณการเริ่มแจ้งสัญญาณ (Alarm) และไฟแสดงการขัดข้อง (Trouble)

4.1.7 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ 24 โวลต์ ดี ซี โดยมีระบบแปลงไฟฟ้ากระแสสลับทั้งถาวร 220 โวลต์ 1 เฟส 50 Hz พร้อมเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่ สำหรับใช้ประจุแบตเตอรี่ที่ขนาดไม่น้อยกว่า 25 AH

4.1.8 แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องมีความสามารถโปรแกรมการทำงานให้มีการพิสูจน์สัญญาณ (Verification) เพื่อป้องกันการใช้สัญญาณผิดพลาด (Fault Alarm)

4.2 แบตเตอรี่สำรอง

4.2.1 แบตเตอรี่สำรองต้องเป็นแบบไม่ต้องบำรุงรักษา (Maintenance Free) หรือ ไม่ต้องเติมน้ำ กรดในชนิดกรดตะกั่ว (Sealed Lead-Acid) หรือชนิดนิเกิล-แคดเมียม (Ni-Cd)

4.2.2 ขนาดแบตเตอรี่สำรอง ต้องเพียงพอให้แผงควบคุมแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานได้ในสภาวะปกติ (Standby) ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และในสภาวะแจ้งเหตุ (Alarm) ไม่น้อยกว่า 15 นาที

4.2.3 แรงดันไฟฟ้ารวมของแบตเตอรี่สำรองรวมกันต้องไม่น้อยกว่า 24 Vdc

4.3 อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector) ต่าง ๆ ตามที่กำหนดในแบบดังนี้

4.3.1 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนที่เริ่มสัญญาณที่อุณหภูมิที่คงที่ คือ 57 °C (135 °F) หรือ 90 °C (194 °F)

4.3.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบผสม (Combination) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับที่เริ่มสัญญาณ โดย 2 กรณี คือ

- เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นต่อเวลาเกินพิกัดกำหนด (Rate Of Rise หรือ R.O.R) เริ่มสัญญาณเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิน 7 °C (15 °F) ต่อนาที
- เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิพิกัดคงที่ 57 °C หรือ 90 °C

4.3.3 อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบแสง (Photoelectric) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันที่เริ่มสัญญาณเมื่อควันเข้าไปบังลำแสงจนตัวจับแสงจับได้น้อยลง จนถึงพิกัดกำหนด สามารถทำงานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 20-25 Vdc มีการแสดงในขณะพร้อมทำงาน (Standby) ไม่เกิน 120 ไมโครแอมแปร์ สามารถทำงานได้ที่ความเร็วลมได้ถึง 15 เมตร/วินาที (3,000 ฟุต/นาที) มีหลอดไฟ (LED) แสดงสถานะการทำงาน และมีข้อต่อสายส่งไฟสัญญาณต่อไปยังหลอดไฟนำทางได้ (Remote Indicating Lamp)

4.3.4 อุปกรณ์ตรวจจับควันแบบลำแสง (Beam) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันที่เริ่มสัญญาณเมื่อควันเข้าไปบังลำแสงที่ส่งจากตัวส่งถึงตัวรับ จนลำแสงมีความเข้มลดลงจนถึงพิกัดกำหนด การรับแสง 100% ถึงจำเป็น การจัดซื้อ (Trouble) สามารถปรับความไวได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ระยะห่างระหว่างตัวส่ง-ตัวรับได้ถึง 100 เมตร และความกว้างของพื้นที่ได้ถึง 0 เมตร ใช้กับพื้นที่ที่เป็นโถงสูง ไม่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับแบบทั่วไปที่ติดกับเพดานได้ ลำแสงที่ใช้เป็นแสงอินฟราเรด (Infrared)

4.3.5 สถานีเริ่มสัญญาณด้วยมือ (Manual Pull Station) ติดตั้งอยู่ในระดับความสูง 120-180 เซนติเมตร จากพื้น เป็นแบบกดและดึง (Double Action) มีสีแดงและมีคำว่า "FIRE" เห็นชัดเจนในระยะไกล สามารถกดลงบนการเริ่มสัญญาณโดยการเปิดฝา

4.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุ (Indicating Device) ตามกำหนดในแบบดังนี้

4.4.1 ระฆัง เป็นชนิดใช้กับแรงดันไฟฟ้า 24 Vdc มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของระฆังไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว เสียงเห็นได้ชัดเจน มีขนาดความดังไม่น้อยกว่า 85 เดซิเบล (dB) ที่ระยะ 3 เมตร

4.4.2 แตร (Horn): อุปกรณ์ส่งเสียงแจ้งเหตุ (Sounder) เป็นชนิดใช้กับแรงดันไฟฟ้า 24 Vdc สามารถเลือกปรับเสียงแจ้งเหตุได้หลายเสียง เช่น Slow Whoop, 800/1000 (Hz) และอื่นๆ รวมไปถึงไม่น้อยกว่า 5 เสียง มีขนาดความดังไม่น้อยกว่า 87 เดซิเบล (dB) ที่ระยะ 3 เมตร

4.4.3 ลำโพง (Speaker) มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ใช้กับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยเฉพาะ ไม่อนุญาตให้ใช้ลำโพงเครื่องเสียงแทน ติดตั้งไว้กับกล่องมาตรฐานขนาด 4 นิ้ว หรือร่วมกับกล่องขนาด 1.1/2 นิ้ว มีหม้อแปลงที่เลือกใช้ 25 Vrms หรือ 70.7 Vrms และตัวเก็บประจุ (Capacitor) สามารถเลือกกระตบความดังได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ เช่น 2 วัตต์, 1 วัตต์, 1/2 วัตต์, 1/4 วัตต์ เป็นต้น

4.5 อุปกรณ์แสดงผลแบบแผนผังอาคาร (Graphic Annunciator) ตามกำหนดในแบบดังนี้

ใช้รูปด้านหน้าหรือด้านข้าง หรือแปลนของอาคารที่สามารถเข้าใจได้ง่ายในทันที โดยไม่ต้องเสียเวลาอ่าน เป็นแบบผ่านกระบวนการชุบด้วยไฟฟ้าเพื่อให้รูปติดอยู่บนแผ่นอะโนไดซ์อลูมิเนียม (Anodize Aluminium) ไม่ลอกหลุดเมื่อใช้งานเป็นเวลานาน ไม่อนุญาตให้ใช้แผ่นพลาสติกกั้นถาวร ให้เจาะฝังหลอดไฟ (LED) สีแดง ตามโซนเริ่มสัญญาณ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร

การใช้งานแผงควบคุมเพลิงไหม้ ต้องใช้สายสัญญาณมีลิตเท็กซ์ 1 ชุด และไฟฟ้าสำหรับจ่ายวงจรอีก 1 ชุด เพื่อให้ติดตั้งระยะไกลได้ (Remote) ภายในอุปกรณ์แสดงผลแบบแผนผังอาคาร ต้องมี Decoder/Driver และปุ่มสำหรับทดสอบปรีเซิร์นและหลอดไฟ LED ทั้งหมด (Lamp Test)

หลอดไฟ LED อื่นๆ ต้องมีหลอดไฟแสดงแรงดันไฟฟ้าเข้าวงจร (power) สีเขียว หลอดไฟแสดงระบบขัดข้องร่วม (System Trouble) และปุ่มสำหรับทดสอบปรีเซิร์นและหลอดไฟ LED ทั้งหมด (Lamp Test)

4.6 อุปกรณ์สำหรับระบบส่งเสียงแจ้งเหตุ และเสียงพูดฉุกเฉินโดยอัตโนมัติ หากมีกำหนดในแบบดังนี้

4.6.1 อุปกรณ์สร้างเสียงสัญญาณ (Audio Message Generator) เป็น Pre-Amplifier จากไมโครโฟน และสร้างเสียงสัญญาณต่าง ๆ เช่น Slow Whoop, Hi-Lo เป็นต้น และต้องมีเสียงพูดอัตโนมัติบันทึกลงใน EPROM ไม่อนุญาตให้ใช้เสียงบันทึกลงในอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนไหวและต้องการการบำรุงรักษา เช่น เทปคาสเซต เป็นต้น การต่อเชื่อมกับแผงควบคุมเพลิงไหม้ต้องใช้สายสัญญาณมีลิตเท็กซ์ 1 ชุด และไฟฟ้าสำหรับจ่ายวงจรอีก 1 ชุด

4.6.2 อุปกรณ์ขยายเสียง (Audio Amplifier) เป็นอุปกรณ์ขยายเสียง ตามาตราให้กับแรงดันไฟฟ้า 220 Vac 1 เฟส 50 Hz ได้โดยตรง และให้กับเบสเทซสำหรับ 24 Vdc ได้ในกรณีมีไฟฟ้าของถึงขนาด นายไทยขัดในมิติ มีกำลังขยายที่ 25.5 Vrms ไม่น้อยกว่า 30 วัตต์ต่อ 1 ชุด

5. การติดตั้ง

5.1 ให้ติดตั้งแผงควบคุมเพลิงไหม้ และอุปกรณ์ประกอบ ตามแสดงในแบบที่กำหนด

5.2 การเดินสายสำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ (INITIATING DEVICE) ให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตาราง มิลลิเมตร THW หรือ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต สายให้ไว้ตามระยะทางที่ติดตั้ง และสีเพื่อป้องกันการสับสนสายไฟฟ้าให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนด

5.3 การเดินสายสำหรับอุปกรณ์ส่งเสียง (ALARM BELL) และรีเลย์ควบคุมระบบต่าง ๆ (CONTROL RELAY) ให้ใช้สายขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร THW หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

5.4 การเดินสายสำหรับโทรศัพท์ติดต่อบุคคล (FIRE MAN TELEPHONE) ให้ใช้สาย TIEV-0 0.65 มิลลิเมตรหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

5.5 การเดินสายและท่อร้อยสายไฟฟ้าต่าง ๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของท่อร้อยสายไฟฟ้าของหมวดระบบไฟฟ้า

5.6 ให้ติดตั้งแผงควบคุมกลางในห้องที่แสดงในแบบ การติดตั้งอาจติดตั้งข้างผนัง ตั้งพื้นติดผนัง หรือติดผนังบนผนัง

6. การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามมาตรฐาน NFPA และ UL และตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควรโดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมการทดสอบด้วย

7. การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบ และวิธีการบำรุงรักษาระบบด้วย

หมวดที่ 14 ระบบโทรศัพท์

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ และการติดตั้งระบบโทรศัพท์ทั้งหมดเพื่อให้การใช้งานโทรศัพท์มีความสมบูรณ์ ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ โดยมีขอบเขตงานเป็นดังต่อไปนี้-

- 1.1 แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)
- 1.2 กอข่ายท้ายโทรศัพท์ (TELEPHONE TERMINAL CABINET : TC) , (ตู้มี หรือที่ระบุตามแบบ)
- 1.3 เดินสายโทรศัพท์ทั้งหมด ตลอดจนอุปกรณ์การเดินสาย ตามกำหนดในแบบ
- 1.4 จัดหาและติดตั้งตู้รับโทรศัพท์ทั้งหมด
- 1.5 ทดสอบระบบกระจายสายโทรศัพท์ภายในโครงการร่วมกับผู้ติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์อื่น ๆ

2. แผงกระจายสายรวม (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)

2.1 แผงกระจายสายรวมสามารถแยกออกได้ 2 ส่วน ดังนี้-

ก. แผงกระจายสายส่วนที่หนึ่ง

เป็นอุปกรณ์สำหรับพักสายโทรศัพท์ทั้งหมด ที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และสายของเครื่องภายในทั้งหมด อุปกรณ์พักสายต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING ARRESTER) เมื่อใดก็ได้โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สายโดยมีจำนวนตามระบุในแบบ

ข. แผงกระจายสายส่วนที่สอง

เป็นอุปกรณ์สำหรับพักสายทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX) และอุปกรณ์ต่อสายต้องเป็นชนิดที่สามารถเสียบปลั๊กเพื่อแยกสายออกได้ทุกคู่สาย

2.2 อุปกรณ์ประกอบภายในต้องเป็นดังนี้

- ก. อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นชนิดทดสอบบรรจุเข้า สามารถนำกระแสไฟฟ้าลงดินได้เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่า 230 โวลต์ หรือเกินกว่าที่ตู้สาขาโทรศัพท์จะรับได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ทั้ง COMMON MODE และ DIFFERENTIAL MODE) และต้องมี FUSE สำหรับป้องกัน OVER CURRENT โดยอุปกรณ์นี้ ต้องเตรียมไว้สำหรับป้องกันสายเคเบิลที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ตามระบุในแบบ
- ข. แผงกระจายสายต้องเป็นชนิดกระดัด และมีควมแข็งแรง การเข้าสายและถอดสาย สามารถกระทำได้ง่ายโดยเครื่องมือพิเศษ ห้ามใช้แบบตกรูขีด แผงกระจายสายนี้ต้องยึดอยู่บนฐานเซาะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- ค. เครื่องมือพิเศษที่ต้องเตรียมไว้เพื่อส่งมอบต้องมีอย่างน้อย ดังนี้-
 - (1.) เครื่องมือ เข้าสาย-ถอดสาย
 - (2.) ปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบสาย

3. กล่องพักสายโทรศัพท์ (TELEPHONE TERMINAL CABINET : TC) , (ถ้ามี ระบุ/ระบุตามแบบ)

3.1 อุปกรณ์ติดตั้งต้องสามารถเข้าสายและถอดสายได้ง่ายโดยเครื่องมือพิเศษห้ามใช้แบบสกรูยึด (QUICK CONNECTION)

3.2 กล่องพักสายโทรศัพท์ต้องเป็นชนิดกระหัดรัด และมีความแข็งแรง ติดตั้งบนผนัง หรือกำแพงที่กำหนด

4. เต้ารับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)

เต้ารับโทรศัพท์ต้องเป็นแบบ MODULAR JACK TYPE ชนิด 4 POLE (RJ11) ตามมาตรฐาน FCC ของสหรัฐอเมริกา ชนิดติดตั้งในผนัง พร้อมหน้ากาก STAINLESS ที่ระดับ -0.30 m จากพื้น ยกเว้นระบุไว้เป็นอย่างอื่น

5. สายโทรศัพท์ และการติดตั้ง

5.1 สายโทรศัพท์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร

5.2 ถ้ามีได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)

- ก. สาย ALPHETH SHEATHED CABLE ให้เดินใน UNDERGROUND DUCT ร้อยในท่อ หรือในรางเดินสาย เพื่อติดตั้งนอกอาคาร
- ข. สาย TPEV หรือ TPUEV ให้เดินระหว่าง MDF และ TERMINAL BOX ใน WIREWAY หรือ LADDER หรือท่อร้อยสายภายในอาคาร
- ค. สาย TIEV ให้เดินระหว่าง TERMINAL BOX และ เต้ารับโทรศัพท์

5.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

6. การทดสอบ และการให้บริการ

6.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทำการทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ตามที่วิศวกร หรือผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งมีความพึงพอใจ

7. การฝึกอบรม

ต้องจัดให้มีการอบรมกับพนักงานวิสาข, เจ้าหน้าที่บำรุงรักษา หรือคนบุคคลที่ได้รับการแต่งตั้งขึ้นให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หมวดที่ 15 ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์

1. ความต้องการทั่วไป

อุปกรณ์สาย UTP, เส้ารับคอมพิวเตอร์ และหัวต่อสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน โดยมีรายละเอียด และคุณสมบัติอื่น ๆ ดังนี้

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 สาย UTP (UNSHIELDED TWISTED PAIR)

- ก. เป็นสายคู่บิดเกลียว ชนิด CATEGORY 6 มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่ามาตรฐาน Draft EIA/TIA-568x รองรับการทำงานในการส่งผ่านข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 250 MHz
- ข. เป็นสาย UTP ชนิด 4 คู่สาย ขนาด 24 AWG ชนิด SOLID COPPER CONDUCTOR ฉนวน (INSULATION) เป็น PE หรือ PVC และมีฉนวนภายนอก (JACKET) เป็น PVC

2.2 เส้ารับข้อมูล (DATA OUTLET)

- ก. เป็นชนิด RJ-45 MODULAR TYPE ที่ออกแบบมาสำหรับสาย CATEGORY 6 UTP 4 คู่ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA/TIA 568x
- ข. WIRING TYPE แบบ EIA-TIA 568B, CONTACT RESISTANCE ไม่มากกว่า 20 MILLI-OHM
- ค. ทุกเส้ารับจะต้องมี FACE PLATE สำหรับติดตั้ง RJ-45 CONNECTOR ให้เรียบร้อยสวยงาม

3. การติดตั้ง

ในการติดตั้งระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ให้ทำตามมาตรฐาน EIA/TIA 568, EIA/TIA 569, EIA/TIA 606 และต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน NEC

3.1 การติดตั้งสาย UTP

- ก. สาย UTP จะต้องทำการติดตั้งให้ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งสายสัญญาณหรือมาตรฐานของผู้ผลิต โดยทำการเดินสาย UTP จากแผงกระจายสาย UTP หรือชุดรวมสายในสโระพื้นที่ไปยังเส้ารับต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ซึ่งการติดตั้งจะมีลักษณะกระจาย (STAR) โดยติดตั้งร้อยสาย UTP ในท่อร้อยสาย, รางเดินสาย (WIREWAY) หรือ FLOOR DUCT ที่กำหนดไว้
- ข. ในกรณีที่ต้องมีการเดินสาย MAP ไปยังที่ไม่ได้เตรียมรางเดินสายไว้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุรองรับสายที่เหมาะสม ถูกต้องตามมาตรฐาน และผ่านความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมโครงการ
- ค. ความยาวของสาย UTP ในแนวราบ นับจากแผงกระจายหรือชุดรวมสาย ต้องยาวไม่เกิน 90 เมตร
- ง. ไม่ว่ากรณีใด ๆ ไม่อนุญาตให้ทำการต่อสาย UTP

- จ. ป้ายสาย UTP แต่ละเส้นจะต้องทำ LABEL ติดไว้ (ตัว LABEL ต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่ลบเลือน หรือทำชุดได้ง่าย)
- ฉ. จะต้องหลีกเลี่ยงการวางสาย UTP ใกล้แหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน เช่น มอเตอร์, หม้อแปลงไฟฟ้า, เครื่องถ่ายเอกสาร, สายไฟฟ้า, ชุดหลอดฟลูออโรสเซนต์ เป็นต้น

3.2 การติดตั้งตู้กระจายสาย (ถ้ามี) ต้องเว้นพื้นที่ด้านหน้าและด้านหลังตู้ให้สามารถ SERVICE ได้ภายหลัง ผู้กระจายสายทุกตู้จะต้องมีการต่อสายกราวด์ และลงกราวด์ให้เรียบร้อย และต้องติดตั้งแผงจัดสาย PATCH CORD เมื่อมีการติดตั้งแผงกระจายสายไฟเบอร์ออปติก หรือแผงกระจายสาย UTP ทุก 1 แผง และต้องจัดทำ LABEL ติดบนแผงกระจายสายให้เรียบร้อย

3.3 การติดตั้งเคเบิลคอมพิวเตอร์ จำนวนเคเบิลคอมพิวเตอร์ที่จะต้องทำการติดตั้ง จะต้องเป็นไปตามแบบ โดยทำการติดตั้งเคเบิลคอมพิวเตอร์เข้ากับ FACE PLATE และจัดทำ LABEL ให้เรียบร้อย LABEL ที่ปรากฏที่ FACE PLATE และที่แผงกระจายสาย (PATCH PANEL) ต้องจุดเดียวกันจะต้องเหมือนกัน

4. การทดสอบ

4.1 การทดสอบสาย UTP ชนิด 4 คู่สาย ที่ติดตั้งทั้งหมด จะต้องทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ทดสอบสาย UTP CATEGORY 6 ที่ได้มาตรฐาน เช่น MICRTEST รุ่น PENTA SCANNER หรือ WAVETEX รุ่น LANTHCH 100 และจะต้องทำการทดสอบทั้ง 4 คู่สาย ค่าที่จะต้องทำการทดสอบมีดังนี้

- ก. WIRE MAP TEST
- ข. LENGTH
- ค. IMPEDANCE
- ง. RESISTANCE
- ฉ. CAPACITANCE
- ช. ATTENUATION
- ฌ. NEXT LOSS (NEAR END CROSSTALK)
- ฎ. ACTIVE ACR (ATTENUATION TO CROSSTALK RATIO)

4.2 การทดสอบสาย UTP มีมากกว่า 4 คู่สาย ให้ทดสอบว่าสายมีการลัดวงจร หรือสายขาดหรือไม่ (SHORT/OPEN CIRCUIT TEST) และต้องมีเอกสารจากทางผู้ผลิตยืนยันคุณสมบัติดังนี้

- ก. MAXIMUM ATTENUATION dB/100 m ที่ 10 MHz, 16 MHz, 25 MHz และ 100 MHz เป็นอย่างน้อย
- ข. WOST PAIR POWER SUMNATION OF NEXT ที่ 10 MHz, 16 MHz, 25 MHz และ 100 MHz เป็นอย่างน้อย

4.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบสายทั้งหมดให้กับสถาปนิกหรือผู้ควบคุมงานพิจารณา

หมวดที่ 16 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

1. ความต้องการทั่วไป

ขอบเขตของงานที่กำหนดไว้ในแบบและรายการก่อสร้างงานระบบกล้องวงจรปิด (CCTV SYSTEM) เพื่อให้สามารถติดตั้งระบบนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ผู้ว่าจ้าง จนกระทั่งผู้ว่าจ้างรับมอบงานวัสดุและอุปกรณ์

2. ขอบข่าย

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ และติดตั้งบนโต๊ะหรือ Console ในห้องรักษาความปลอดภัยของอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยที่วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV เป็นระบบ Network IP Camera โดยที่ตัวกล้องต้องสามารถแปลงภาพระบบ Network IP ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อระบบ โดยระบบ CCTV ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1. กล้อง (IP Camera) กล้องแบบติดตั้งคงที่
- 2.2. กล้อง (IP Camera) แบบติดตั้งคงที่ชนิดหมุน
- 2.3. โปรแกรมบริหารจัดการเครื่องบันทึกภาพ (Management System Software)
- 2.4. เครื่องคอมพิวเตอร์ (Work Station)
- 2.5. ชุดอุปกรณ์สำหรับต่อ Network IP (Ethernet Switch)
- 2.6. เครื่องบันทึกแบบ Network Video Recorder (NVR)
- 2.7. จอภาพ (Monitor) LCD 20"
- 2.8. CCTV Post

3. คุณสมบัติทางเทคนิค

3.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค แบบติดตั้งคงที่ภายนอกอาคาร ชนิดสี

- 3.1.1. เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดสี แบบมาตรฐานโดยติดตั้งอยู่กับที่ชนิด Digital Day/Night
- 3.1.2. เป็นกล้องโทรทัศน์ระบบ PAL มี Image Device ชนิด 1/3" Progressive Scan CCD
- 3.1.3. เทคโนโลยีการบันทึกภาพแบบ H.264 ที่ความละเอียด 1280 x 960 ที่ 12 FPS และ 1280 x 720 ที่ 25 FPS
- 3.1.4. มีช่องต่อภาพแบบทั้งแบบ TCP/IP Output และ BNC Video-Output (PAL)
- 3.1.5. มีความไวแสง 0.45 lux ที่โหมดสี (Color) และ 0.1 lux ที่โหมดขาวดำ (Black & White)
- 3.1.6. มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 50 dB
- 3.1.7. รองรับเลนส์แบบ C และ CS Mount ขนาด 2.5-10 มม Var-Focal และปรับแสงได้แบบ DC Auto Iris

- 3.1.8. ปรับความเร็ว Speed Shutter ได้ตั้งแต่ 1/25 ถึง 1/100,000
- 3.1.9. รองรับการเชื่อมต่อ 10/100 Mb/Sec (RJ Connector) ด้วยโปรโตคอล TCP/IP, 802.1p/Q (IPQos support), IPv4, RTP/RTCP, DHCP, DDNS และ PoE IEEE 802.3af
- 3.1.10. มีช่องสำหรับติดตั้งหน่วยความจำ Memory แบบ SDHC Card ได้ถึง 32 GB
- 3.1.11. เทคโนโลยีการรับและส่ง (Bi-direction) สัญญาณเสียงที่ความเร็ว 16 Kbit/Sec
- 3.1.12. สามารถรับและส่งการแจ้งเตือนกับสัญญาณภายนอกได้ 1 Input และ 1 Output
- 3.1.13. สามารถทำการตรวจจับภาพจากเคลื่อนไหวได้จากตัวกล้องเอง โดยตั้งค่าได้ถึง 380 Zone
- 3.1.14. สามารถใช้งานร่วมกับไฟ 12 VDC และ PoE (Power over Ethernet)
- 3.1.15. วัสดุเป็น Polycarbonate หรือ Aluminum แข็งแรงทนทาน
- 3.1.16. สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิใช้งาน -10 ถึง 60 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า
- 3.1.17. ได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ CE, FCC, C-Tick หรือ UL หรือเทียบเท่า
- 3.1.18. เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับระบบบันทึกสัญญาณภาพและโปรแกรมควบคุม

3.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค แบบติดตั้งคงที่ภายในอาคาร ชนิดสี

- 3.2.1. เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดสี แบบทรงโดม โดยติดตั้งอยู่กับที่ชนิด Digital Day/Night
- 3.2.2. เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิดระบบ PAL มี Image Device ชนิด 1/3" Progressive Scan CCD
- 3.2.3. เทคโนโลยีการบันทึกภาพแบบ H.264 ที่ความละเอียด 1280 x 960 ที่ 12 FPS และ 1280 x 720 ที่ 25 FPS
- 3.2.4. มีช่องต่อภาพแบบทั้งแบบ TCP/IP Output และ BNC Video Output (PAL)
- 3.2.5. มีความไวแสง 0.46 lux ที่โหมดสี (Color) และ 0.1 lux ที่โหมดขาวดำ (Black & White)
- 3.2.6. มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 50 dB
- 3.2.7. เลนส์ขนาด 2.8 - 8 มม. F1.4 แบบ Auto Iris
- 3.2.8. ปรับความเร็ว Speed Shutter ได้ตั้งแต่ 1/25 ถึง 1/100,000
- 3.2.9. รองรับการเชื่อมต่อ 10/100 Mb/Sec (RJ Connector) ด้วยโปรโตคอล TCP/IP, 802.1p/Q (IPQos support), IPv4, RTP/RTCP, DHCP, DDNS และ PoE IEEE 802.3af
- 3.2.10. มีช่องสำหรับติดตั้งหน่วยความจำ Memory แบบ SDHC Card ได้ถึง 32 GB
- 3.2.11. เทคโนโลยีการรับและส่ง (Bi-direction) สัญญาณเสียงที่ความเร็ว 16 Kbit/Sec
- 3.2.12. สามารถรับและส่งการแจ้งเตือนกับสัญญาณภายนอกได้ 1 Input และ 1 Output
- 3.2.13. สามารถทำการตรวจจับภาพจากเคลื่อนไหวได้จากตัวกล้องเอง โดยตั้งค่าได้ถึง 380 Zone
- 3.2.14. สามารถใช้งานร่วมกับไฟ 12 VDC และ PoE (Power over Ethernet)
- 3.2.15. วัสดุเป็น Polycarbonate หรือ Aluminum แข็งแรงทนทาน
- 3.2.16. สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิใช้งาน -10 ถึง 60 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

- 3.2.17 ได้ให้มาตรฐานรับส่งคุณภาพ CE, FCC, C-Tick หรือ UL หรือเทียบเท่า
- 3.2.18 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับระบบบันทึกสัญญาณภาพและโปรแกรมควบคุม

3.3 เครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder

- 3.3.1. สามารถทำงานกับเทคโนโลยีการเข้ารหัสภาพแบบ H.264 จากกล้องวงจรปิดแบบ IP Network
- 3.3.2. รองรับการทำงานเชื่อมต่อกับระบบโทรทัศน์วงจรปิดแบบ Analog ที่มีอยู่เดิมได้ โดยใช้งานร่วมกับ อุปกรณ์เข้ารหัส สัญญาณ (Video Encoder)
- 3.3.3. รองรับการทำงานบันทึกภาพได้ทั้ง 8 กล้องและสามารถขยายได้สูงสุดถึง 16 กล้องต่อเครื่อง บันทึกภาพ
- 3.3.4. มีระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหว Video Motion Detection (VMD)
- 3.3.5. มี Hard Disk ขนาด 2 Terabyte และสามารถเพิ่มเพื่อขยาย Hard disk ภายในของเครื่องบันทึก ได้มากถึง 16 Terabyte
- 3.3.6. มี USB2 อย่างน้อยจำนวน 2 Port
- 3.3.7. มี Ethernet LAN Card ความเร็ว 10/100/1000 mbps
- 3.3.8. รับ Alarm Input ได้จากอุปกรณ์ภายนอกได้ถึง 16 Input Alarm และสามารถส่ง Alarm ไป อุปกรณ์แจ้งเตือนจำนวน 4 Output Alarm เป็นช่องทางน้อย
- 3.3.9. ขนาด 2U เหมาะสำหรับการติดตั้งภายในตู้ใน Rack 19"
- 3.3.10. สามารถทำการอัปเดต (Software and Firmware) อุปกรณ์ในระบบ เช่น กล้อง Encoder, Decoder ในระบบผ่านทางเครือข่ายได้ (Remote Upgrade)
- 3.3.11. สามารถเชื่อมต่อกับระบบรักษาความปลอดภัย Access Control System ในลักษณะ High Level Interface โดยการทำ Graphic User Interface (GUI) สามารถเรียกดูภาพจากกล้องต่าง ๆ โดยผ่าน Software ของระบบ Access Control ที่ติดตั้งได้โดยอัตโนมัติ โดยภาพจะแตกต่างกันที่หน้าจของผู้ใช้ แทนภาพปกติเมื่อระบบเกิด Alarm
- 3.3.12. สามารถส่งการแจ้งเตือนผ่าน Email ด้วย HTTP ได้
- 3.3.13. มีพอร์ต RS485/RS422 เพื่อใช้ต่อกับ Joy Stick เพื่อควบคุมกล้อง Pan/Tilt/Zoom ได้
- 3.3.14. สามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องและแจ้งเตือนเมื่อ Harddisk มีปัญหา หรือ Network มีปัญหา
- 3.3.15. ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบ 220Vac มีกำลังวัตต์อย่างน้อย 20 Watts ในขณะที่ไม่มี Harddisk และมีกำลังวัตต์เพียงพอเมื่อมีการต่อขยาย Harddisk ได้ถึง 8 ลูก
- 3.3.16. สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 40 °C และความชื้นไม่เกิน 90%RH
- 3.3.17. มี Software การบริหารจัดการ IP Network Camera หรือ IP Encoder ซึ่ง Camera License นั้นไม่ต้องเพิ่ม License สำหรับกล้องที่เพิ่มในอนาคต

- 3.3.18. มี Software (CD or DVD) ถูกต้องตามลิขสิทธิ์ จำนวน 1 ชุด
- 3.3.19. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานจากยุโรป หรือ อเมริกาและได้รับการรับรองมาตรฐาน CE, FCC, C-Tick, A-Tick, หรือ UL หรือเทียบเท่า
- 3.3.20. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ภายในได้ตราสัญลักษณ์ขึ้นทะเบียนโปรแกรมควบคุมและกดตั้งวงจรปิดที่นำเสนอ

3.4 โปรแกรมบริหารจัดการเครื่องบันทึกภาพแบบ Network Video Recorder

- 3.4.1. เป็น Software บริหารจัดการกล้องวงจรปิดที่มีการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ DVR และ NVR โดยสามารถตั้งค่าการบันทึก, ค่าการแสดงผล, ค่าความเร็วในการบันทึกและค่าความเร็วในการแสดงผลของ DVR หรือ NVR
- 3.4.2. สามารถปรับแก้, ความสว่าง, ความคมชัดของสัญญาณภาพได้ไม่แล้วกลิ้ง
- 3.4.3. สามารถเชื่อมต่อกับ DVR, NVR ได้ไม่จำกัดจำนวนและทำการเลือกการแสดงผลภาพได้สูงสุดอย่างน้อย 4 ช่อง และรองรับการเลือก Custom Layout ได้หลายแบบ
- 3.4.4. สามารถกำหนดเรื่อง Security ในส่วนของการ Log in เข้าระบบได้เป็น 3 ระดับ Low, Medium, High
- 3.4.5. รองรับการทำงาน LCD Monitor แบบ Dual Monitor โดย Software มีทำงานแบบ Multitask ซึ่งสามารถแสดงผลได้บน 2 จอ LCD ซึ่งต่างรูปแบบกัน
- 3.4.6. มีแถบแสดงผลของเวลา Timeline ในการย้อนดูภาพของกล้องวงจรปิด
- 3.4.7. สามารถตั้งชื่อกล้องแต่ละกล้องและเปลี่ยนตำแหน่งการแสดงผลชื่อของกล้องแต่ละกล้องอย่างอิสระ
- 3.4.8. สามารถควบคุมกล้อง PTZ, สร้าง Preset Tour สำหรับกล้อง PTZ ผ่าน Software Management ได้
- 3.4.9. การแสดงผลของ Software Management จะต้องรองรับการแสดงผลในส่วนของ Collector โดยสามารถที่จะแสดงข้อมูลในส่วนของ Snapshot Picture, Video File เพื่อสะดวกในการเลือก Export File ตามที่ต้องการ
- 3.4.10. สามารถติดตั้งโปรแกรมปฏิบัติการ Windows7, WindowsXP, Windows2003 SRV, Windows2008 SRV หรือต่ำกว่าที่กำหนด
- 3.4.11. มีระบบฐานข้อมูล SQL Database สามารถทำการจัดเก็บ Backup หรือกู้คืน Restore ข้อมูลระบบได้
- 3.4.12. สามารถติดตั้งโปรแกรมได้ทั้งแบบ Standalone หรือแบบ Client-Server
- 3.4.13. รองรับการจัดค่ามาตรฐานผ่าน NTP Server เพื่อให้ทำงานที่ฐานเวลาเดียวกัน โดยไม่ต้องพึ่งตัวอ้างอิงฐานเวลาจากเครื่อง Server
- 3.4.14. รองรับการใช้งาน SMTP Server เพื่อแจ้งเตือน Alarm ทาง Email
- 3.4.15. สามารถตั้งค่าเพอร์เซ็นต์การทำงานของ CPU เพื่อป้องกันไม่ให้ CPU ทำงานเกินค่าลิมิตที่กำหนด

ทำงานของ CPU, ความเร็วของ Network และที่บันทึกข้อมูลนั้นสามารถแสดงผลได้จากโปรแกรม

- 3.4.16. สามารถรับการแจ้งเตือนของ DVR, NVR และกล้องวงจรปิด โดยการแจ้งเตือนมีลักษณะเป็น Disk Fail, Disk Full, Power up, Alarm, Video Loss หรือ Motion Detect
- 3.4.17. มีการเข้ารหัสของสัญญาณภาพเมื่อมีการ Export Video เพื่อกันการปลอมแปลงสัญญาณภาพ
- 3.4.18. เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์เดียวกับ กล้องวงจรปิด, DVR หรือ NVR ที่นำเสนอ
- 3.4.19. เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์จากประเทศยุโรปหรืออเมริกา

3.5. เครื่องคอมพิวเตอร์

- 3.5.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็น Intel Core i3 หรือดีกว่า
- 3.5.2. มีความถี่นาฬิกา (Clock Frequency) ไม่น้อยกว่า 3.1 GHz
- 3.5.3. มีหน่วยความจำ L2 Cache ไม่น้อยกว่า 3MB
- 3.5.4. มี System Bus หรือ Front Side Bus ความเร็วไม่ต่ำกว่า 1,333 MHz สำหรับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่ใช้งาน
- 3.5.5. หน่วยความจำหลัก (RAM) เป็นชนิด DDR SDRAM หรือดีกว่า มีขนาดรวมแล้วไม่น้อยกว่า 4GB
- 3.5.6. มีการ์ดประมวลผลกราฟิก (Graphic Controller Card) หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 512MB รองรับ การเชื่อมต่อจอภาพแบบสองจอภาพอิสระ (Independent Dual Display) รองรับ ความละเอียด ภาพ 1360 x 768
- 3.5.7. มี Network Interface สนับสนุนความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลที่ 10/100/1000 Mbps หรือดีกว่า
- 2.5.8. มีเมาส์และคีย์บอร์ด จำนวนไม่น้อยกว่าอย่างละ 1 ชุด
- 2.5.9. มีพอร์ตเชื่อมต่อจอภาพแบบ DVI หรือ VGA รวมทั้งสิ้น 2 พอร์ต และแสดงภาพจากกล้องได้ 16 ภาพในแต่ละจอได้พร้อมกันทั้ง 2 จอหรือดีกว่า
- 2.5.10. สามารถต่อกับมอนิเตอร์ชนิด แอล ซี ดี (LCD Monitor) ได้
- 2.5.11. มีพอร์ต USB 2.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 2.5.12. มีโปรแกรมระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือดีกว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 2.5.13. มี DVD-RW Drive แบบติดตั้งภายในจำนวน 1 หน่วย

3.6. จอมนิเตอร์สี (LCD Monitor) ขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว

- 3.6.1. เป็นจอมนิเตอร์สีขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว แบบกว้าง จอเพื่อแสดงผลภาพใช้งานร่วมกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับแสดงภาพและบริหารจัดการ
- 3.6.2. จอรับภาพชนิด Active Matrix TFT LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 20 นิ้ว หรือดีกว่า
- 3.6.3. มีความละเอียดจอไม่น้อยกว่า 1600 x 900 จุด
- 3.6.4 มี Contrast Ratio 1000 : 1 หรือดีกว่า

3.6.5 ความสว่างของจอภาพ 250 cd/m² หรือดีกว่า

3.7. อุปกรณ์เครือข่ายเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Ethernet Switch)

- 3.7.1. ต้องมี Port แบบ 10/100
- 3.7.2. ต้องสามารถต่อเชื่อมเครือข่ายได้ไม่น้อยกว่า 16 Port
- 3.7.3. ความสามารถสูงสุดของสวิตช์ ต้องไม่น้อยกว่า 12.8 Gbps
- 3.7.4. พลังงานที่ให้อุปกรณ์ Port POE 15.4 วัตต์ ต่อ Port
- 3.7.5. ต้องใช้งานร่วมกับ กล้องวงจรปิดได้อย่างดี

3.8. CCTV Post

- 3.8.1. เป็นเสาเหล็ก HOT-DIP Galvanized ทนไฟ 4 มม. ขนาด Ø 3.1/2" สูง 3.0 เมตร
- 3.8.2. มี CAP ปิดหัวเสา Arm พร้อม Camp Lock ที่ปลายเสา สำหรับติดตั้งกล้องได้ 2 กล้อง
- 3.8.3. ต้องมีช่องเปิด (Service Door) สำหรับ ตรวจสอบแก้ไข ฯลฯ

4. การเดินสายพร้อมรหัสท่อ งานระบบ CCTV

ติดตั้งเดินท่อร้อยสาย สายนำสัญญาณวิดีโอ (Video Cable) ให้ใช้สาย UTP CAT 6 หรือดีกว่าและสายไฟฟ้า (Power Supply Cable) ให้ใช้สาย THW ขนาด 2 - 2.5 ตร.มม. ในท่อ EMT สำหรับภายในอาคาร และเดินท่อ HDPE ผึงดินภายนอกอาคาร การติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ PEA ในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟ

5. การติดตั้ง

- 5.1. ให้ติดตั้งอุปกรณ์กล้องวงจร ตามที่แสดงไว้ในแบบและตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- 5.2. การติดตั้งท่อร้อยสายและรางเดินสาย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ PEA

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบกล้องวงจรปิดให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดทุกประการ โดยจัดทำเป็นตาราง รายงานการทดสอบร่วมกับผู้ควบคุมงาน

7. การอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบของผู้จ้างให้สามารถใช้งานระบบ การบำรุงรักษาระบบ พร้อม ทั้งต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา จำนวน 3 ชุด มอบให้ผู้จ้าง

8. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายหรือข้อบกพร่องกับอุปกรณ์ที่ใช้งานโดยเป็นเวลา 2 ปี หากเกิดการขัดข้อง ผู้รับจ้างต้องเข้าทำการแก้ไขภายใน 48 ชั่วโมง นับจากวันที่แจ้งในวันทำการ

หมวดที่ 17 ระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบราชการงานที่กำหนดไว้ในแบบและรายการก่อสร้างงานระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System) เพื่อให้งานติดตั้งระบบนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และใช้งานตามวัตถุประสงค์ผู้ว่าจ้าง จนกระทั่งผู้ว่าจ้างรับมอบงาน

2. วัสดุ และอุปกรณ์ระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบควบคุมการเข้า-ออก (Access Control System) พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ และติดตั้งในโครงสร้างความปลอดภัยของอาคารตามที่แสดงในแบบแปลน โดยที่ ระบบ Access Control System ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.1. โปรแกรมควบคุมการเข้า-ออก (Access Control Software)
- 2.2. เครื่องควบคุมระบบฯ (Access Control Panel)
- 2.3. เครื่องอ่านบัตร (Card Reader)
- 2.4. บัตร
- 2.5. สวิตช์ไฟฟ้า
- 2.6. เครื่อง Server, Workstation
- 2.7. Power Supply
- 2.8. Exit Push Button
- 2.9. Emergency Break Glass
- 2.10. Buzzer Alarm
- 2.11. Magnetic Door Contact

3. คุณสมบัติทางเทคนิค

3.1. โปรแกรมควบคุมการเข้า-ออก (Access Control Software)

- 3.1.1. คุณสมบัติทั่วไป : เป็นโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการและแสดงควบคุมการเข้า-ออกของบุคคลหรือยานพาหนะสำหรับอาคารหรือสถานที่ที่กำหนดให้โดยเฉพาะ และเครื่องควบคุม (Control Panel) โดยสามารถทำงานร่วมกับระบบรักษาความปลอดภัยอื่น ๆ เช่น ระบบการแจ้งเหตุน (Alarm System) ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV System) เป็นต้น เพื่อให้ระบบต่าง ๆ ทำงานร่วมกัน อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.1.2. ความต้องการหลักของระบบฯ :

- สามารถรองรับการทำงานร่วมกับ Microsoft Window โดยมีการทำงานแบบ 32 bit multi-threaded application และรองรับการทำงานในรูปแบบของ Server-Client Application และ Multi-User/Tasking มีรูปแบบฐานข้อมูลชนิด Microsoft SQL โดยสามารถกำหนดให้ User แต่ละ User มีระดับการเข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกันได้ (Database Partitioning)
- ฐานข้อมูลของระบบฯจะต้องรองรับการเชื่อมต่อแบบ ODBC (Open Direct Database Connectivity) ซึ่งทำให้ระบบฯสามารถนำเข้า (import) ข้อมูลจากระบบภายนอก เช่น จากฐานข้อมูลของฝ่ายบุคคล เพื่อทำการเพิ่มชื่อผู้ใช้บัตรและเลขที่บัตร เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการฐานข้อมูลรวมของหน่วยงานโดยการเชื่อมต่อของฐานข้อมูลจะสามารถทำได้
- รองรับการทำงาน TCP/IP ในการสื่อสารระหว่าง Application Server, Client Workstations และอุปกรณ์หลักอื่น ๆ ภายในระบบฯ (Field Devices) โดยระบบฯสามารถที่รู้สถานะแบบ Real Time ของอุปกรณ์ได้แก่ Access Control Panel, Digital Video Recorder, Card Reader, Camera, Workstation เป็นต้น
- ระบบฯจะต้องมีความยืดหยุ่นในการขยายการทำงานในอนาคตทั้งในส่วนของจำนวนอุปกรณ์ที่ ระบบฯควบคุมและฟังก์ชันการทำงาน (Scalability) โดยผู้ให้สามารถเพิ่มส่วนโปรแกรม (Software License) เฉพาะในส่วนที่จำเป็นต้องใช้งานได้
- ระบบฯจะต้องรับรู้สัญญาณการแจ้งเตือนของข้อมูลต่าง ๆ และสถานะของอุปกรณ์แบบ Real Time ที่ทุก ๆ Client Workstations โดยการแจ้งเตือนจะมีทั้งสัญญาณแสงและเสียงแบบ Dynamic เพื่อให้ Operator สามารถตอบสนองกับสัญญาณนั้น ๆ ได้อย่างทันทั่วทั้ง โดยข้อมูลทั้งหมดจะมีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลหลักของระบบฯ โดย Workstation ทุกๆ เครื่องในระบบฯ จะสามารถทำหน้าที่เป็น Communication Server เพื่อควบคุมการทำงานของ Field Devices ได้
- ระบบฯจะต้องสามารถตรวจสอบและบันทึกเหตุการณ์ของ Card Access, Alarm และ Operator Activity ลงฐานข้อมูลเพื่อแยกดูในรูปแบบรายงานได้

3.1.3. ความสามารถโดยรวมของระบบ

- รองรับการทำงานในรูปแบบ Single Application/Database Server และสามารถขยายเป็น Multiple Application/Database Server ได้สูงสุด 64 Servers
- รองรับการใช้งานพร้อมกัน 2 Operator Workstations และขยายได้สูงสุด 50 Operator Workstations ต่อ 1 Server
- รองรับฐานข้อมูลของผู้ใช้บัตร (Cardholder Database) เริ่มต้นที่ 25,000 ชื่อข้อมูลและขยายได้
- รองรับการทำงานของเครื่องอ่านบัตรได้ 18 เครื่องและขยายได้สูงสุด 4,000 เครื่องต่อ 1 Server
- รองรับการทำงานของสัญญาณเตือน (Alarm Input) 256 จุดและขยายได้สูงสุด 20,000 จุด ต่อ 1 Server ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดที่มีจัดไว้ในระบบฯ

สูงสุด 500,000 ชื่อข้อมูล

- รับการทำงานของสัญญาณเตือน (Alarm Output) 256 จุดและขยายได้สูงสุด 16,000 จุด ต่อ 1 Server ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนจุดที่มีจริงในระบบฯ
- กำหนดตารางเวลา (Time Schedule) ได้ไม่จำกัดในระบบฯและกำหนดได้ 1,024 ตารางเวลา ต่อ 1 ชุดควบคุม
- กำหนดสิทธิการเข้า-ออก (Access Right) ได้ไม่จำกัดในระบบฯและกำหนดได้ 96 รูปแบบต่อ 1 ชุดควบคุม

3.1.4. การกำหนดการใช้งานของ Operator จะสามารถทำได้โดยการใช้ User Name และ Password ที่แตกต่างกันซึ่งระบบฯจะต้องสามารถกำหนดได้ไม่จำกัดจำนวน โดยแต่ละ User Name สามารถกำหนดให้มีการเข้าถึงข้อมูลระบบฯที่ แตกต่างกันได้ (Level Permission) และ(Database Partition Views) นอกจากนี้ยังสามารถตั้งระยะเวลาการใช้งานของ User นั้น ๆ ได้ (Expiration Date)

3.1.5. ข้อมูลของบุคคล จะต้องสามารถใส่ข้อมูลได้อย่างน้อยดังนี้

- ชื่อ นามสกุล
- เลขที่พนักงาน แผนก ที่อยู่และเบอร์ติดต่อ
- สามารถกำหนดเองได้อีกอย่างน้อย 90 ข้อมูล (90 user definable filed/label)

3.1.6. การใส่ข้อมูลบัตรลงในระบบฯสามารถทำได้ทั้งโดยการใส่เลขที่บัตรและการเข้ารหัสผ่านเครื่องอ่าน (Enrollment Reader)

3.1.7. เครื่องอ่านบัตรในระบบฯสามารถใช้ควบคุมการเข้า-ออกรวมถึงการเปิด-ปิดระบบการแจ้งเตือน (Alarm-Disalarm Intrusion Zones) โดยการกำหนดสิทธิของบัตรในระบบฯ

3.1.8. ระบบสามารถกำหนดให้คนหนึ่งคนมีสิทธิการเข้าออกได้มากกว่าหนึ่งสิทธิ์และกำหนดรหัสบัตรให้ได้มากกว่าหนึ่งใบ (Multiple Access Right, Access Cards) โดยไม่ต้องมีการเพิ่มเติมฐานข้อมูลของคน ๆ นั้น

3.1.9. ระบบฯจะต้องสามารถแจ้งเตือนกรณีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่ประตูหรือชุดที่ควบคุมการเข้าออกอย่างน้อย ดังนี้

- ประตูเปิดโดยไม่ได้รับอนุญาต
- มีการใช้งานบัตรที่ไม่ได้รับสิทธิ
- มีการเปิดประตูโดยใช้ Remote Command จาก Workstation ไດ ๆ
- ลายสัญญาณของเครื่องอ่านบัตรกับเครื่องควบคุมมีปัญหา เช่น ช่าง
- มีการทำลายหรือพยายามถอดเครื่องอ่านบัตร

3.1.10. การกำหนดตารางเวลา (Time Schedule) จะสามารถกำหนดได้ไม่จำกัดโดยสามารถกำหนดให้มีหลายช่วงเวลาในหนึ่งวัน (Multiple Interval per Day) โดยสามารถกำหนดตารางเวลาของตารางเวลาให้กับสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- สิทธิการเข้า-ออกในจุดควบคุม
- การทำงานของเครื่องอ่านบัตร เช่น Online/Offline, การเปลี่ยนโหมดการทำงาน
- กาดเปิด-ปิดประตู

- การเปิด-ปิดสัญญาณการแจ้งเตือน
- การทำงานของ Input/Output

3.1.11. ระบบสามารถตั้งค่าการทำงานของเครื่องอ่านบัตรได้อย่างน้อยดังนี้

- Online/Offline
- ใช้งาน
 - ก. บัตรอย่างเดียว
 - ข. บัตรและรหัส
 - ค. บัตรหรือรหัส

(กรณีไม่ได้เก็บบัตรสามารถใส่เฉพาะรหัสส่วนตัวของแต่ละคนได้)

โดยกำหนดตารางเวลาการเปลี่ยนโหมดแต่ละโหมดได้

- Anti Passback Reader
- Time Attendant IN/OUT Reader
- Elevator Control Reader
- Alarm/Disalarm Intrusion Reader

3.1.12. กำหนดให้ประตู Lock ภายในเวลา 0-59 นาที และขยายเวลาได้พิเศษ สำหรับการใช้บัตรเฉพาะ
ได้ 0 - 59 นาที

3.1.13. ระบบสามารถใช้งานร่วมกับลิฟท์ (Elevator Control) โดยสามารถใช้การอนุญาตผ่านเครื่อง
อ่าน บัตรที่ติดตั้งภายในลิฟท์ โดยสามารถควบคุมได้ ซึ่ง ผู้ถือบัตรจะสามารถไปยังชั้นที่ตัวเอง
ได้รับอนุญาตเท่านั้น

3.1.14. ทำหน้าที่เป็นระบบแจ้งเตือน (Intrusion System) โดยการใช้ Input/Output ของเครื่องควบคุม
เป็นจุด รับส่งสัญญาณและใช้บัตรหรือรหัสที่เครื่องอ่านบัตรที่กำหนดในการควบคุม การทำงาน
เช่น Alarm/Disalarm Intrusion Zone

3.1.15. การบริหารจัดการสัญญาณแจ้งเตือนสามารถทำได้ดังนี้

- มีหน้าต่างเฉพาะสำหรับตรวจสอบสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm Monitoring Window) โดย
สัญญาณแจ้งเตือนจะปรากฏที่หน้าต่างนี้แบบ Real Time โดยจะต้องแสดงชนิดของสัญญาณ
เตือน ตำแหน่งวันและเวลา เป็นอย่างน้อย
- สัญญาณแจ้งเตือนจะต้องแสดงยังเครื่อง Workstation ที่กำหนดในรูปของ Dynamic Display
โดยสามารถกำหนดลำดับความสำคัญของสัญญาณแจ้งเตือนได้
- ผู้ควบคุมระบบสามารถตั้งค่าคำแนะนำของสัญญาณเตือนแต่ละชนิดให้ Operator รับรู้เมื่อมี
การ แจ้งเตือนไปถึง Workstation ต่าง ๆ ตามที่กำหนด
- Operator ที่มีสิทธิ์สามารถทำการรับรู้สัญญาณเตือนพร้อมทั้งสามารถควบคุมการทำงานของ
อุปกรณ์ในระบบที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ทั้งแบบ Automatic และ Manual โดยถ้ามี
การ เชื่อมต่อกับระบบ CCTV จะต้องสามารถเรียกดูภาพของกล้องบริเวณที่เกิดเหตุได้ทั้งภาพ
แบบเหตุการณ์สด (Live Image) และภาพย้อนหลังรวมถึงแสดงแผนผังบริเวณเกิดเหตุ

- กรณีที่ Workstation ใด ๆ ที่กำหนดไม่ตอบสนองต่อสัญญาณแจ้งเตือนในเวลาที่กำหนดระบบฯ จะต้องส่งการแจ้งเตือนไปยัง Workstation เครื่องอื่นที่กำหนดได้
- เมื่อได้รับสัญญาณแจ้งเตือน ระบบฯสามารถส่งการแจ้งเตือนนั้น ๆ ผ่าน E-Mail โดยอัตโนมัติได้

3.1.18. มีหน้าต่างสำหรับเหตุการณ์ต่าง ๆ ของระบบฯ (Activity Monitor Window) โดยเหตุการณ์ต่าง ๆ จะปรากฏที่หน้าต่างนี้แบบ Real Time ถ้ามีการเชื่อมต่อกับระบบ CCTV จะต้องสามารถเรียกดูภาพของกล้องบริเวณเหตุการณ์นั้น ๆ ได้ทั้งภาพแบบเหตุการณ์สด (Live Image) และภาพย้อนหลัง

3.1.17. สามารถนำเข้าแผนผังของสถานที่นั้น ๆ ในรูปแบบของ AutoCAD และสามารถใส่ icon ที่แสดงถึง Area/Zones, Cameras, Workstation, Control Panels, Input/Output, Readers เป็นต้น พร้อมทั้งสามารถควบคุมการทำงานและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ดังกล่าวผ่าน icon นั้น ๆ ได้ รวมถึงถ้ามี เหตุการณ์เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ icon ของอุปกรณ์ดังกล่าวจะเปลี่ยนรูปแบบไปตามที่กำหนด เช่น เปลี่ยนสี เพื่อให้ Operator รับรู้ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.1.18. ประกอบด้วยฟังก์ชัน Guard Tour ซึ่งสามารถกำหนดให้เครื่องอ่านบัตรใด ๆ ในระบบฯ เป็น Check Point โดยถ้ามีการ Tour มากกว่าเวลาที่กำหนด จะมีการแจ้งเตือนกลับมายังระบบฯ โดย Operator ที่มีสิทธิ์จะสามารถทำการ Start Tour, Pause Tour, Re-Start Tour และ Terminate Tour Session ได้

3.1.19. กรณีเชื่อมต่อกับระบบ CCTV จะต้องสามารถเรียกดูภาพต่าง ๆ ในระบบฯ โดยสามารถกำหนดจำนวนภาพได้อย่างน้อย 1,2,4,7,9,11,16 ภาพต่อหนึ่งหน้าต่างควบคุม และสามารถควบคุมกล้อง PTZ ผ่านจอภาพนี้ได้พร้อมทั้งสามารถเรียกดูภาพย้อนหลังได้โดยการกด Right Click ที่ภาพและเลือกรายการที่จะย้อนดู หรือจะย้อนดูภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ก็ได้อย่างน้อย 4 เหตุการณ์ย้อนหลัง

3.1.20. ประกอบด้วยฟังก์ชัน Anti-Passback ทั้งแบบ Time, Soft และ Global Anti Passback โดยทำการ Reset Anti Passback ของบัตรสามารถทำได้โดย Operator ที่กำหนด

3.1.21. Durcos Alarm ใช้แจ้งเตือนระบบฯผ่านการกด PIN ที่ Keypad Reader

3.1.22. ประกอบด้วยระบบตรวจสอบความผิดปกติของระบบฯ (Built-in diagnostic Management)

3.2. เครื่องควบคุมระบบฯ (Access Control Panel)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ย่อยต่าง ๆ ในระบบฯ เช่น เครื่องอ่านบัตร ล็อคไฟฟ้า เป็นต้น ทำงานโดย Microprocessor โดยมีการสื่อสารกับ Server แบบ TCP/IP โดยจะ Upload ข้อมูลจากฐานข้อมูลกลาง เช่น ชื่อผู้ถือบัตร ตารางเวลา สิทธิ์การเข้าออก เป็นต้น และ Download ข้อมูล เช่น Event Activity, Alarm ให้กับฐานข้อมูลของระบบแบบ Real Time เครื่องควบคุมนี้จะทำหน้าที่ในการตัดสินใจอนุญาตให้มีการเข้า-ออกแบบการบริหารจัดการสัญญาณ แจ้งเตือนแบบ Full Stand Alone Mode ในกรณีที่ไม่มีปัญหาในการเชื่อมต่อกับ Server และเมื่อระบบฯกลับเข้าสู่ภาวะปกติเครื่องควบคุมจะต้องถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการ

ติดต่อไปยัง Server ได้อย่างสมบูรณ์ เครื่องควบคุมจะต้องรองรับ Static IP Address, Dynamic DNS และ DHCP และ ใช้มาตรฐาน 3DES Encryption Communication to host.

- 3.2.1. รองรับได้สูงสุด 16 เครื่องอ่านบัตร และ 80 Alarm Inputs, 84 Alarm Outputs โดยการเพิ่ม
- 3.2.2. สามารถเชื่อมต่อับเครื่องอ่านบัตรได้ทั้งมาตรฐาน Weigand และ F/2F ซึ่งสามารถเดินสายจากเครื่องอ่านบัตรได้สูงสุด 3,000 ชุดแบบ Supervised โดยจะมีการตรวจสอบสถานะของสายและเครื่องอ่านบัตรตลอดเวลา
- 3.2.3. รองรับข้อมูลผู้ถือบัตรได้ 100,000 ข้อมูล
- 3.2.4. รองรับการทำงานที่เหตุการณ์สถานะ Offline ได้ 16,000 เหตุการณ์
- 3.2.5. รองรับตารางเวลา 1,024 ตาราง
- 3.2.6. รองรับสิทธิการเข้าออก 96 สิทธิ
- 3.2.7. UL listed under UL 294 and UL 1078, FCC Part 15, CE compliant

3.3. เครื่องอ่านบัตร (Card Reader)

- 3.3.1. ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากบัตรไปยังเครื่องควบคุม
- 3.3.2. รองรับ Multi Card Technology เช่น HID Proximity (125 KHZ), Mifare, iCLASS
- 3.3.3. อ่านบัตรและมี Keypad
- 3.3.4. มีแสงและเสียงเพื่อแสดงสถานะการทำงานของเครื่องอ่านบัตร
- 3.3.5. มีการส่งสัญญาณแบบ Indirect communication (Supervised Mode) ไปยังเครื่องควบคุม เพื่อบอกสถานะของเครื่องอ่านรวมถึงสถานะของสายสัญญาณ
- 3.3.6. เดินสายสัญญาณได้ 3,000 ชุด (4 conductors) หรือดึงมาจากเครื่องควบคุม
- 3.3.7. ระยะอ่านบัตรสูงสุด 15 ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของบัตรและการติดตั้ง
- 3.3.8. รองรับมาตรฐาน UL 294, FCC Part 15, CE

3.4. บัตร (Card)

- 3.4.1. เป็นบัตร ชนิดสภาวะการติดต่อแบบไร้สัมผัส (Contact Less Transmission) มาตรฐาน ISO 14443 Type A
- 3.4.2.ผลิตจาก PVC Chip 1 k, 13.56 MHZ.

3.5. ล็อกไฟฟ้า (Electromagnetic Lock)

- 3.5.1. จะต้องเป็นอุปกรณ์สำหรับล็อกไม่ให้ประตูเปิด จนกว่าชุดอ่านบัตรจะส่งให้เปิดได้ ใช้ไฟ 12 VDC ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กที่จะดูดประตูได้ด้วยแรง 600 ปอนด์
- 3.5.2. จะต้องมียกตัดไฟการทำงาน แสดงสถานะการเปิด-ปิดของประตู

3.5.3. สามารถติดตั้งได้ทั้ง ๒ ประตูทุกแบบ โดยใช้ชุดแม่เหล็กติดทั้ง ๒ ปลายประตู

3.6. เครื่อง Server Work Station

- 3.6.1. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับ Program ระบบการควบคุมการเข้า-ออก
- 3.6.2. Intel Core i3-2100 Processor (3.1 GHZ, 3 MB Cache)
- 3.6.3. 2GB DDR3, 500GB SATA HDD
- 3.6.4. DVD Multiburner Drive, Sound on board, GB lan on board
- 3.6.5. LNV key board & Optical Mouse
- 3.6.6. LNV 20" Wide LCD Monitor
- 3.6.7. Window 7 Pro (Down gradable to XP Pro)
- 3.6.8. เครื่องพิมพ์แบบ Laser jet สำหรับพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานในระบบ

3.7. ชุดจ่ายไฟ (Power Supply)

- 3.7.1. จะต้องทำงานด้วยกระแสไฟ 220 VAC 50 HZ ทำส่งไฟฟ้าได้น้อยกว่า 150 W มีวงจรแปลงไฟเป็น 12 VDC 10.5 A
- 3.7.2. จะต้องมียูธวควบคุมกระแสไฟฟ้าให้คงที่ และมีวงจรจำกัดไฟเข้ากับแบตเตอรี่ให้เต็มได้ตลอดเวลา
- 3.7.3. มีแบตเตอรี่สำรอง ขนาด 12 VDC ชนิด Sealed Lead-Acid Rechargeable battery พร้อมกล่องเหล็ก

3.8. สวิตช์เกิด (Exit Push Button)

- 3.8.1. เป็นสวิตช์ปุ่มกด เพื่อคลายล็อกให้ประตูเปิด สำหรับออกจากห้องทำงานในระบบ NO.
- 3.8.2. สวิตช์กดเป็นรูปกลม อยู่ตรงกลางแผ่น Stain Less Steel ขนาดกว้าง 35 มม. ยาว 100 มม.

3.9. สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Break Glass)

- 3.9.1. เป็นสวิตช์สับเปลี่ยน มีช่องกระจกด้านหน้า เมื่อเคาะแตกสวิตช์ทำงานตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อคลายล็อกประตู
- 3.9.2. เป็นสวิตช์สำหรับใช้ในการฉุกเฉิน

3.10. สัญญาณเสียง (Buzzer Alarm)

3.10.1. เป็นสัญญาณเสียง Single Tone piezo Buzzer ติดตั้งเหนือประตู

3.10.2. เมื่อได้รับตรงกับเครื่องอ่านบัตรของพันธมิตร สัญญาณจะส่งเสียงแสดงให้รู้ว่ามีบุกรุกและถ้าประตูเปิดค้างไว้เกินเวลาที่กำหนดสัญญาณจะส่งเสียงดังเตือน

3.11. พิวซ์แม่เหล็ก (Magnetic Door Control)

3.11.1. เป็นสวิตช์ที่ใช้ติดตั้งกับวงกบประตูและแม่เหล็กติดที่ประตู

3.11.2. เมื่อประตูถูกเปิดตัวพิวซ์จะส่งสัญญาณไปยังตู้ Control เพื่อแจ้งสถานะ

4. สายสัญญาณ

สายสัญญาณ, สายไฟ และท่อร้อยสายให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5. การติดตั้ง

5.1. ไม่ให้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก ตามที่แสดงไว้ในแบบและตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5.2. การติดตั้งท่อร้อยสายไฟและรางเดินสาย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ FEA ในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟ

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบระบบควบคุมการเข้า-ออก ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดทุกประการ โดยจัดทำเป็นตารางรายงานการทดสอบร่วมกับผู้ควบคุมงาน

7. การอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบของผู้จ้างให้สามารถใช้งานระบบ การบำรุงรักษาระบบพร้อมทั้งต้องจัดทำหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา จำนวน 3 ชุด มอบให้ผู้ว่าจ้าง

8. การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายหรือข้อบกพร่องกับอุปกรณ์ที่ใช้งานโดยเป็นเวลา 2 ปี หากเกิดการขัดข้อง ผู้รับจ้างต้องเข้าทำการแก้ไขภายใน 48 ชั่วโมง นับจากวันที่แจ้งในวันทำการ

หมวดที่ 18 BUSDUCT

1. ความต้องการทั่วไป

BUSDUCT ตามข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมทั้ง FEEDER BUSDUCT และ PLUG-IN BUSDUCT ซึ่งได้มาตามฐานการผลิตตาม IEC439-1, IEC439-2, IEC331, BS 5486-2:1990 หรือ มาตรฐานที่เทียบเท่า

2. ข้อมูลทางเทคนิค

2.1. BUSDUCT เป็นชนิดสำหรับแรงดัน 415W/240V 50 Hz, 3 เฟส 4 สาย, 100% NEUTRAL, 60% INTERNAL EARTH, RATING CURRENT ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ กำหนดกระแสแอมป์วงจรสมมาตรที่ 1 วินาที ต้องไม่ต่ำกว่า ตามที่กำหนดในแบบ

2.2. ตัวนำไฟฟ้าเป็นชนิดทองแดงที่มีปริมาณน้ำ (CONDUCTIVITY) ไม่น้อยกว่า 99.98% ความบริสุทธิ์ของทองแดง ไม่น้อยกว่า 99.95% ขณะจ่ายกำลังไฟฟ้าเต็มที่มีอุณหภูมิสูงสุดที่จุดใดๆตลอดตัวนำไฟฟ้าจะมีค่าอุณหภูมิเพิ่ม (TEMPERATURE RISE) ได้ไม่เกิน 55°C ณ อุณหภูมิห้องสูงสุด 40°C ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 90% จุดสัมผัสหรือจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้าต้องอาบด้วยโลหะดีบุก (TIN PLATED) เพื่อให้ได้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่ดี (CONDUCTIVITY)

2.3. บัสดักต้องผ่านการทดสอบทั้งการทดสอบกระแสลัดวงจร และการทดสอบอุณหภูมิเพิ่ม และได้รับรองจากสถาบันที่น่าความเชื่อถือในระดับนานาชาติ

2.4. อนุภาคน้ำมันตัวนำต้องเป็นชนิด EPOXY และไม่เกิดก๊าซพิษ (HALOGEN FREE) ขณะไหม้ไฟ โดยอนุภาคน้ำมันตลอดความยาวของผลิตภัณฑ์จนยกเว้นบริเวณเชื่อมต่อระหว่างบัสดัก และบริเวณที่เป็นหน้าสัมผัส อนุภาคน้ำมันดังกล่าวต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 180°C (class H) และอนุภาคน้ำมันเคลือบติดกับตัวนำไฟฟ้า โดยที่ไม่มีปัญหาเรื่องการร่อนแตก ไม่มีปัญหาการอุดตันตัวของอนุภาคน้ำมันเป็นสาเหตุให้ความร้อนเข้าสู่ตัวนำไฟฟ้าได้ในระหว่างการติดตั้งหรือระหว่างการใช้งาน

2.5. HOUSING

2.5.1. HOUSING ของ BUSDUCT SYSTEM ต้องหุ้มปิดสนิท (TOTALLY ENCLOSED, NON-VENTILATED TYPE) เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองภายใน โดยทำจาก ELECTRO-GALVANIZED STEEL และเคลือบสี EPOXY กับพ่นสีส่วนประกอบอื่นๆ ป้องกันการเกิดสนิม

2.5.2. BUSDUCT ติดตั้งภายในอาคาร ส่วนที่ติดตั้งในแนวตั้งภายในช่อง SHAFT ให้เป็นแบบ IP42 ส่วนที่ติดตั้งในแนวนอนจากแกนมอเตอร์ (ถ้ำมี) หรือจากตู้ MDB ไปยังช่อง SHAFT ซึ่งอาจเสี่ยงต่อน้ำหยดได้ในวาระนี้ใดๆต้องเป็นชนิด IP66 BUSDUCT ที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้เป็น IP68

2.6. จุดต่อ(JOINT)

- 2.6.1. จุดเชื่อมต่อหรือรอยต่อของ BUSDUCT ต้องเป็นแบบ SINGLE-BOLT BRIDGE JOINT ซึ่งประกอบด้วย แผ่นลบริง (Belleville Washer) เพื่อช่วยให้กระจายแรงกดให้แน่นทั่วหน้าสัมผัส BUSDUCT จะต้องออกแบบจุดเชื่อมต่อของแต่ละท่อนให้หันทึงได้เมื่ออยู่ใกล้กับกำแพงหรือเสา
- 2.6.2. เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกต่อการบำรุงรักษา BOLT และ NUT ที่จุดต่อต้องมีตัวยึดเพื่อป้องกันการคลายตัวในระดับหนึ่ง จุดต่อต้องปลอดภัยต่อพนักงานบำรุงรักษาโดยที่พนักงานสามารถขึ้นปรับแรงเค้นความแน่นของจุดต่อ โดยไม่ต้องปลดวงจรออก
- 2.7. EXPANSION UNIT จะต้องเป็นระยะตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เพื่อรองรับการขยายตัวและหดตัวของ บัสดัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการขยายตัว และหดตัวของบัสดักถูกจำกัด และในกรณีที่บัสดักเป็นจุดเชื่อมต่อของ บัสดักระหว่างอาคารหนึ่งไปอีกอาคารหนึ่ง
- 2.8. แรงดันตก (VOLTAGE DROP) ต้องไม่มากกว่า 3.5 โวลต์ line-to-line ต่อความยาว 30 เมตร ณ 100% ที่ค่า ประสิทธิภาพกำลัง 0.8 Power Factor
- 2.9. BUSDUCT ส่วนที่เป็น FEEDER ร่วงจากห้องเครื่องไฟฟ้าไปยังช่อง SHAFT ไฟฟ้าให้เป็นแบบ FEEDER TYPE BUSDUCT BUSDUCT ส่วนที่เดินภายใน SHAFT ไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้าให้แผงไฟฟ้าต่าง ๆ ให้เป็น PLUG-IN TYPE BUSDUCT
- 2.10. BUSDUCT ส่วนที่เป็น FEEDER ที่ร่วงจากห้องเครื่องไฟฟ้า (MOS.) ไปยังช่อง SHAFT ไฟฟ้าให้เป็นแบบ FEEDER TYPE BUSDUCT BUSDUCT ส่วนที่เดินภายใน SHAFT ไฟฟ้าจ่ายไฟฟ้าให้แผงไฟฟ้าต่าง ๆ ให้เป็น PLUG-IN TYPE BUSDUCT
- 2.11. ระยะห่างของจุดยึด BUSDUCT ในแนวนอนต้องไม่เกิน 2 เมตร ถ้า ปรากฏจับยึด BUSDUCT ทั้งหมดต้อง เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต การติดตั้งในแนวตั้ง ต้องใช้อุปกรณ์การจับยึดแบบ VERTICAL SPRING HANGER หรือเป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ที่สามารถรับน้ำหนัก BUSDUCT อย่างเพียงพอและ ไม่เป็นเหตุให้บัสดักโก่งงอบิดเบี้ยว
- 2.12. PLUG-IN UNIT
- 2.12.1. PLUG-IN UNIT เป็นชนิด CIRCUIT BREAKER ที่มี INTERRUPTING CAPACITY ตามระบุไว้ในแบบ OPERATING HANDLE ต้องเป็นแกนโยกยวดยานข้างเพื่อให้ง่าย และรวดเร็วต่อการปฏิบัติงาน
- 2.12.2. PLUG-IN UNIT ต้องมีกลไกต่อสัมผัสกับขอบบราวน์ของ BUSDUCT ก่อน ขณะที่ถูกติดตั้งเข้าที่ PLUG-IN BUSDUCT เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน
- 2.12.3. PLUG-IN UNIT ต้องมี Mechanical Interlock ดังนี้
- ในขณะที่ BREAKER อยู่ในตำแหน่ง ON ถ้า PLUG-IN UNIT ที่ปิดอยู่ ต้องไม่สามารถเปิดได้ และ จะต้อง มี MECHANICAL INTERLOCK ป้องกันไม่ให้ PLUG-IN UNIT ถูกเสียบเข้าหรือดึงออกมา จากบัสดักได้

- โหม่งที่ BREAKER อยู่ในตำแหน่ง OFF ถ้าฝา PLUG-IN UNIT เบ็ดอยู่ ต้องไม่สามารถเปลี่ยนให้ อยู่ในตำแหน่ง ON ได้

3. การติดตั้งให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 3.1. บัดด์ต้องติดตั้งในสถานที่ที่พิจารณาแล้วว่า ไม่เสี่ยงต่อการเสียหายจากการยกหนัก บัดด์ทุก ชุดจะต้อง ต้องสามารถเข้าไม่บำรุงรักษาได้
- 3.2. การพันจุดต่อต้องให้ได้แรง TORQUE ไม่น้อยกว่าค่ากำหนดจากผู้ผลิตเพื่อให้แน่ใจว่ามีระยะห่างบัดด์ที่เหมาะสมเพียงพอ โดยใช้อุปกรณ์ที่อ่านได้จากปะแจปอนด์ (TORQUE WRECK) ถึงแม้ว่า BOLT จะเป็นชนิดพิเศษใดๆ ก็ตาม เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากตัววัดแรงบิด
- 3.3. การวางจุดยึดต่างต่างในแนวนอน และแนวตั้งให้ได้ระยะตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 3.4. เพื่อป้องกันเพลิง และควันไฟลุกลาม ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้หรือไหม้ ผู้ติดตั้งต้องจัดให้มี FIRE BARRIER ซึ่งสามารถทนไฟลุกลามได้ 2 ชั่วโมง ติดตั้งในตำแหน่งบริเวณที่บัดด์ผ่านกำแพงหรือขึ้นโดยให้บรรจุกันไฟลามอย่างเหมาะสมและมีแผ่น Wall Flange ปิดผนึกหรือก้ำแพง

4. การทดสอบ

เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการใช้งานจริง ต้องตรวจวัดค่าความต้านทานความเย็นรวมไฟฟ้าให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผู้ผลิต และได้รับการยอมรับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

หมวดที่ 19 เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองอัตโนมัติ

ความต้องการ

ติดตั้งเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองระบบอัตโนมัติ ขนาดไม่น้อยกว่า 250 KVA. PRIME RATED POWER OUTPUT รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH, ISOLATING SWITCH, และอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด ตามรายละเอียดในแบบแปลนที่แนบ เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองพร้อมอุปกรณ์ประกอบต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมาจากต่างประเทศ หรือถ้าประกอบในประเทศไทยต้องมีหนังสือรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน BS5514 หรือ DIN 6271 หรือ ISO 9046 หรือ UL-508 หรือ CSA หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้ มีส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้:-

1. เครื่องยนต์

- 1.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ สูบเรียง มี PRIME POWER RATING BRAKE HORSE POWER ไม่น้อยกว่า 350 BHP. ที่ความเร็ว 1500 รอบนาที
- 1.2 ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- 1.3 ระบบอัดอากาศใช้ระบบ TURBOCHARGED และ AFTER COOLED หรือ CHARGE AIR COOLED
- 1.4 มีระบบควบคุมความเร็วให้คงที่ชนิด ELECTRONIC หรือ DIGITAL GOVERNING ที่สามารถควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ให้คงที่แบบ ISOCRONOUS OPERATION และมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm 0.25\%$ ที่ STEADY STATE
- 1.5 ระบบไอเสียมี EXHAUST SILENCER พร้อม FLEXIBLE CONNECTION
- 1.6 ระบบป้องกันการสั่นสะเทือนใช้ VIBRATION ISOLATOR ชนิด SPRING ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 1.7 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ ใช้ไฟจากแบตเตอรี่ โดยมีแบตเตอรี่ขนาดที่เหมาะสมในการใช้งาน พร้อมธาตุตั้งและสายไฟให้มีความยาวขนาดที่เหมาะสม
- 1.8 มีถังน้ำมันประจำเครื่อง (DAY TANK) ขนาดไม่น้อยกว่า 400 ลิตร อยู่ในอาคารพร้อมระบบสูบน้ำมันอัตโนมัติ และระบบมือหมุนที่ใช้งานแทนกันได้ เพื่อสูบน้ำมันจากถังน้ำมันสำรองขนาด 3,000 ลิตร ภายนอกอาคารเข้า DAY TANK

2. ALTERNATOR

- 2.1 แบบกระแสสลับ ไม่มีแปรงถ่าน
- 2.2 ขนาดให้กำลังไฟฟ้า PRIME POWER RATING ไม่น้อยกว่า 250 KVA. 380/220 V, 3 เฟส, 4 สาย
- 2.3 เทอร์มัลแฟคเตอร์ 0.8
- 2.4 ความถี่ 50 ไซเคิลวินาที

- 2.5 EXCITER เป็นชนิด PERMANENT MAGNET EXCITATION SYSTER โดยมีชุดแปลงกระแสไฟฟ้าตัวให้เป็นกระแสไฟฟ้าตรงไปตั้งขั้วขดลวดของอัลเทอร์เนเตอร์
- 2.6 ขนวนของ ROTOR และ STATOR ต้องได้ตามมาตรฐาน NEMA CLASS H. หรือดีกว่า
- 2.7 มีพัดลมในตัวเพื่อช่วยระบายความร้อนของอัลเทอร์เนเตอร์และความร้อนจากเครื่องยนต์
- 2.8 โครงสร้างต้องแข็งแรงเป็นชนิด DRIP PROOF CONSTRUCTION หรือ IP 23
- 2.9 ADAPTOR สำหรับต่อกับ FLY WHEEL ชนิด FLEXIBLE DRIVE DISC ซึ่งยึดเหนี่ยวต่อตรงในแนวเดียวกัน และติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกันมีฝาครอบป้องกันอันตรายในขณะเครื่องทำงาน
- 2.10 AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR เป็นแบบ DIGITAL OUTPUT VOLTAGE REGULATION ซึ่งสามารถควบคุมให้ค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้า (% VOLTAGE REGULATION) ไม่เกิน $\pm 1\%$ จาก NO LOAD ถึง FULL LOAD

3 ระบบควบคุมเครื่องยนต์

ระบบควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE STATUS MONITORING) เป็นแบบดิจิตอล (DIGITAL STATUS PANEL) หรือแบบเข็ม (ANALOG METERS) หรือดีกว่าตามมาตรฐานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมี ความสามารถวัดค่าต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ :-

- 3.1 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (ENGINE TEMPERATURE)
- 3.2 แรงดันน้ำมันหล่อเลี้ยง (ENGINE OIL PRESSURE)
- 3.3 ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (ENGINE SPEED)
- 3.4 เวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน (ENGINE RUN TIME)
- 3.5 จำนวนครั้งที่เครื่องยนต์สตาร์ท (NUMBER OF START ATTEMPTS)
- 3.6 ศักยภาพของแบตเตอรี่ (BATTERY VOLTAGE)
- 3.7 ระบบควบคุมเครื่องยนต์ จะต้องมียระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจสอบผลดักในการทำงาน ของเครื่องยนต์ และ ALTERNATOR วงจรควบคุมต้องมีเสียงหรือแสงไฟเตือนที่แผงควบคุม หรือดับ เครื่องยนต์ฯ ขณะเกิดข้อบกพร่องในกรณีต่างๆ ดังนี้ :-
 - 3.7.1 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ ดับ ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องยนต์ฯ ต่ำ
 - 3.7.2 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ ดับ ในกรณีอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นสูงเกิน
 - 3.7.3 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ ดับ ในกรณีความเร็วรอบสูงเกิน
 - 3.7.4 เครื่องควบคุมให้ตัดการจ่าย LOAD ของ ALTERNATOR ในกรณีจ่าย LOAD เกินที่กีด
 - 3.7.5 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ฯ หยุดการสตาร์ท เมื่อเกิดอาการ OVER CRANK
 - 3.7.6 สัญญาณเตือนกรณี SENDER FAILURE หรือ SENSOR FAILURE INDICATION

3.7.7 EMERGENCY STOP

4 อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ประกอบ และมาตรวัดค่าต่างๆ ที่แผงควบคุม

4.1 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบ MICROPROCESSOR แสดงผลด้วย LCD หรือ LED หรือดีกว่ามาตรฐานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วย มาตรวัดแบบ DIGITAL หรือ ANALOG และอุปกรณ์ ประกอบสามารถแสดงค่าได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้ :-

- 4.1.1 แรงดันไฟฟ้า (AC VOLTAGE 3 PHASE)
- 4.1.2 กระแสไฟฟ้า (AC CURRENT 3 PHASE)
- 4.1.3 เพาเวอร์แฟคเตอร์ (POWER FACTOR)
- 4.1.4 กิโลวัตต์ (AC KILOWATTS)
- 4.1.5 ค่าหน่วยไฟฟ้า (AC KILOWATT-HOURS)
- 4.1.6 ความถี่ (AC FREQUENCY)
- 4.1.7 ALTERNATOR EXCITER DUTY AND GOVERNOR DUTY(%)
- 4.1.8 ชุดอุปกรณ์ป้องกันเล็ง (SURGE SUPPRESSOR) ขนาดไม่น้อยกว่า 160 Ka PER PHASE (80 KA PER MODE) RESPONSE TIME LESS THAN 1 NANOSECOND ซอกแบบ,ผลิตและทดสอบตามมาตรฐานANSI/IEEE C62.41.1-2002 , C62.62-2010 , C62.72-2016 และ NEO ARTICLE 285

4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับตัด/ดับ เครื่องยนต์ อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับสภาวะที่เครื่องต้องทำให้ให้หมุนเครื่องยนต์และหักสลับกัน โดยสามารถตั้งจำนวนการสลับอัตโนมัติได้ 1 ถึง 7 รอบ และระยะเวลาการ CRANK และช่วงพักระหว่างการ CRANK (รอบหนึ่งประกอบด้วยเวลาหมุนประมาณ 10 วินาที พักประมาณ 10 วินาที) ถ้าเครื่องยนต์ไม่ติดระบบควบคุมจะต้องตัดไม่ให้หมุนครั้งต่อไป พร้อมมีไฟแสดงจนกว่าจะมีการ RESET

4.3 ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติ ในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุมต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งานอย่างน้อย 3 ตำแหน่งคือ RUN/OFF/AUTO เพื่อการทำงานแต่ละหน้าที่ตามต้องการ

4.4 อุปกรณ์ป้องกันเมื่อ OVERLOAD หรือ FAULT เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมียุติหรือตัดตอนอัตโนมัติให้ทำงานด้วยระบบ MECHANIC จัดหาให้พร้อมเสร็จ เพื่อตัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากวงจรในกรณีเกิด OVERLOAD หรือ FAULT พร้อมทั้งต้องมีระบบป้องกัน เมื่อเกิด OVER CURRENT, SHORT CIRCUIT และ OVERLOAD ติดตั้งมาด้วย

4.5 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้งาน ร่วมกันกับชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าไปแทนไฟปกติได้ตามเวลาที่กำหนด พร้อมกับทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ

4.6 ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายให้เหมาะสมสำหรับวงจรควบคุมและเครื่องวัดต่างๆ เช่น ใช้ฟิวส์

4.7 สัญญาณเตือน และดับเครื่องโดยอัตโนมัติบนชนิดจากที่ระบุไว้ในที่อื่นๆ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ต้องมีสัญญาณและหรือตัววงจรไฟฟ้า หรือดับเครื่องบนตัวอย่างน้อยดังนี้:-

- 4.7.1 HIGH AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
- 4.7.2 LOW AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
- 4.7.3 UNDER FREQUENCY (SHUTDOWN)
- 4.7.4 OVER FREQUENCY (SHUTDOWN)
- 4.7.5 OVER CURRENT (WARNING)
- 4.7.6 OVER CURRENT (SHUTDOWN)

5 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS.)

5.1 เป็นแบบใช้งานได้ดีกับ LOAD ทุกประเภท โดยอุปกรณ์ทั้งหมดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบ สำเร็จ และผ่านการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตแล้ว แต่จะชุดประกอบด้วย สวิตช์กำลังแบบ DOUBLE – THROW และชุดควบคุมเพื่อใช้ในการทำงานแบบอัตโนมัติ

5.2 สามารถทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าทางด้าน NORMAL SOURCE ขัดข้อง ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS.) จะต้องสามารถสับเปลี่ยนไปรับกระแสไฟฟ้าทางด้าน EMERGENCY SOURCE ได้โดยอัตโนมัติและสามารถสับเปลี่ยนกลับมาจากทาง NORMAL SOURCE ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อกระแสไฟฟ้าด้านดังกล่าวกลับคืนเป็นปกติตามเวลาที่กำหนด

5.3 เป็นแบบ SINGLE SOLENOID OPERATE มีพิกัดกระแสต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 400 Amp., 3 PHASE, 3 ขั้ว (POLES), 380/220 VOLTS, 50 Hz จำนวน 1 ชุด

5.4 สวิตช์ถ่ายโอน LOAD จะต้องทำงานด้วยไฟฟ้า และล็อกทางกล (ELECTRICALLY OPERATED, MECHANICALLY HELD)

5.5 ระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ DIGITAL MICROPROCESSOR CONTROL มีคุณสมบัติ IN - PHASE MONITOR เพื่อป้องกัน การกระชากของกระแส ขณะสับเปลี่ยนทิศทางของกระแสไฟฟ้า จอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้ โดยมีรหัสผ่าน (PASSWORD PROTECTION) เพื่อปรับตั้งค่า

5.6 มีการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า โดยจะสั่งให้ EMERGENCY SOURCE ทำงานหากพบว่ากระแสไฟฟ้า ทางด้าน NORMAL SOURCE ตกลงต่ำกว่า 80% หรือสูงขึ้นเกินกว่า 110% ของแรงดันปกติ

5.7 มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY ENGINE START ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 6 วินาที

5.8 มีตัวหน่วงเวลาเพื่อการถ่ายโอน LOAD จากด้าน NORMAL SOURCE ไปด้าน EMERGENCY SOURCE ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 5 วินาที

5.9 มีตัวหน่วงเวลาเพื่อถ่ายโอน LOAD จากด้าน EMERGENCY SOURCE ไปด้าน NORMAL SOURCE ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 30 นาที

5.10 มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY FOR ENGINE COOL DOWN ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 60 นาที

5.11 มี WEEKLY EXERCISE สำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติครั้งละ 0-30 นาที (ปรับค่าได้) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

5.12 TRANSFER TIME ไม่เกิน 1/6 วินาที

5.13 ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS.) จะต้องติดตั้งภายในตู้สองชั้น 3PH NEMA TYPE หรือ UL TYPE สำหรับใช้งานภายในอาคาร

5.14 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH รวมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกันทุกตัวต้องผ่านการทดสอบและยอมรับ ตามมาตรฐาน :-

- ก. UL 1008 STANDARD FOR TRANSFER SWITCH EQUIPMENT
- ข. IEC 947 - 6-1 LOW - VOLTAGE SWITCH AND CONTROL GEAR; MULTIFUNCTION EQUIPMENT; AUTOMATIC TRANSFER SWITCH EQUIPMENT

6. ISOLATING SWITCH มีคุณสมบัติดังนี้ :-

- 6.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 400 Amp, 380/220 V., 3 เฟส, 3 ขั้ว (POLES)
- 6.2 สามารถที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าจากไฟหลวงผ่านไปโหลดโดยตรงโดยไม่ผ่าน AUTOMATIC TRANSFER SWITCH เพื่อทำการซ่อมเครื่องต้นตำหรือระบบควบคุมอัตโนมัติ
- 6.3 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าจากไฟหลวงผ่าน AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และระบบควบคุมต่างๆ ของเครื่องยนต์เมื่ออุปกรณ์ปกติ
- 6.4 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าจากเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าไปยังโหลดได้เมื่ออยู่ในตำแหน่ง NORMAL
- 6.5 มีระบบล็อกกันมิให้ไฟหลวง และไฟจากเครื่องยนต์จ่ายโหลดพร้อมกัน
- 6.6 คันโยกเป็นแบบตัวมัดเดี่ยว โดยในครั้งเดียวสามารถเปลี่ยนตำแหน่ง NORMAL เป็น BYPASS หรือจาก BYPASS-OFF-NORMAL ได้
- 6.7 การทำงานต้องเป็นไปตามวงจรในแบบแปลน
- 6.8 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ IEC 947 - 3

7. ระบบประจุแบตเตอรี่

- 7.1 สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ทั้งจากไฟฟ้าปกติและไฟเครื่องยนต์ฯ แบตเตอรี่จะต้องมีขนาด 12 V. หรือ 24 V. สามารถจัดหาในประเทศเพื่อทดแทนได้ ซึ่งต้องมีความจุพอที่จะใช้ สตาร์ท เครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยไม่ต้องประจุใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และระบบอื่นๆ ถ้าออกแบบไว้ให้ใช้ไฟจากแบตเตอรี่
- 7.2 มีระบบประจุไฟฟ้าให้แบตเตอรี่อัตโนมัติใช้งานจริง SOLID STATE ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่เป็นแบบใช้ไฟ 220 V, 1 PH, 60 Hz.
- 7.3 มีระบบป้องกัน คัดการประจุแบตเตอรี่ขณะเครื่องต้นตำ

- 7.4 ชุดประจุไฟแบตเตอรี่จะต้องติดตั้งในตู้โลหะให้เรียบร้อยประกอบด้วย DC – A (มิเตอร์วัดกระแสไฟตรง) DC – V (มิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง) และมีสวิตช์เปิด – ปิด มีฟังก์ชันป้องกันขนาดเหมาะสมและไฟแสดงการชาร์จ และอื่นๆ ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 7.5 เดินสายไฟจากระบบประจุไฟแบตเตอรี่ถึงจุดต่อเข้าแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย (ห้ามใช้จั่วต่อแบบครีบกาวที่ต่อแบตเตอรี่)
8. การเดินสายไฟ และสายคอนโทรล เดินให้ถูกต้องตามแบบแปลน
- 8.1 สายคอนโทรลต่างๆ ต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายทุกเส้น และมีเครื่องหมายตรงตามวงจรของเครื่อง
- 8.2 สายไฟและสายคอนโทรลที่เดินเชื่อมต่อระหว่างตู้หรือเดินสายนอกตู้ต้องเดินในท่อนหรือรางสายไฟ ต้องมีขนาดตามรายละเอียดในแบบแปลน
- 8.3 ขนาดสายไฟต้องได้มาตรฐานและรับแรงดันและกระแสได้ไม่น้อยกว่ามาตรฐานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 8.4 การติดตั้งระบบไฟฟ้าให้ได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า
9. หนังสือคู่มือ
- ผู้ขายต้องจัดทำหนังสือคู่มือเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างน้อย 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย
- 9.1 การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ การถอดและปรับตั้งชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (TECHNICAL SERVICE MANUAL) และรายละเอียดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (PART LISTS)
- 9.2 การใช้งาน การถอด และปรับตั้ง GENERATOR
- 9.3 รายละเอียดแผงควบคุมอัตโนมัติ
- 9.4 รายละเอียดวงจรของ ISOLATING SWITCH
- 9.5 รายละเอียดและวงจรของ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และระบบอัตโนมัติที่ทำงานร่วมกัน พร้อมคำอธิบายการทำงานและบำรุงรักษา

10. อุปกรณ์

10.1 ต้องแนบเอกสารสื่อรูปแบบรายละเอียดคุณสมบัติ

ของเครื่องยนต์ อัลเทอร์เนเตอร์, ISOLATING SWITCH, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH, และ THIRD PARTY CERTIFICATE แสดงว่าชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐานที่กำหนด โดยต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนว่าต้องการเสนอให้ใช้ใด รุ่นใด เพื่อป้องกันการนำเครื่องเก่า (SECOND HAND) มาเสนอ มีเอกสารรับรองเป็นผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และ ISOLATING SWITCH ที่เสนอ หรือได้รับมอบหมายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่าย โดยต้องแนบหนังสือ รับรอง การจัดหาอะไหล่ภายในระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 5 ปี นับจากวันที่ตรวจรับไว้ใช้งาน ในวันส่งมอบอุปกรณ์จะต้องแนบสำเนาใบอินวอยซ์ (INVOICE) โดยมีหนังสือจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศรับรองว่าเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และ ISOLATING SWITCH ที่ผลิตขึ้นใหม่ไม่เคยใช้งานที่ใดมาก่อน

10.2 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมี ASSEMBLY DRAWING แผนงานการดำเนินการก่อนเข้าดำเนินการติดตั้งเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำหรับการติดตั้งอย่างน้อย 15 วันทำการ และหลังดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วให้จัดทำ ASSEMBLY DRAWING ในวันส่งมอบงานด้วย

10.3 ต้องรับประกันอุปกรณ์มีกำหนดไม่น้อยกว่า 1 ปี (หนึ่งปี) นับจากวันที่ส่งมอบ

11. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ CUMMINS POWER GENERATION, CATERPILLAR

หมวดที่ 20 การป้องกันไฟ และควันตาม สำหรับงานวิศวกรรมไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกตามจากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันตามกำหนดใน NEC และ ASTM

2. คุณสมบัติของวัสดุ

- 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุซึ่งใช้ป้องกันไฟและควันตามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL หรือสถาบันอื่นที่เชื่อถือได้รับรอง
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าว ต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดไฟหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.4 สามารถถอดออกได้ง่าย ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.5 ทนต่อการฉีกและทะลุได้ดี
- 2.6 ติดตั้งง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันตาม ต้องมีความแข็งแรงไม่รบกวนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่นำมาใช้ ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

- 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันตามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้-
 - ก. ช่องเปิดทุกช่องของผนังทึบไฟ พื้นและช่องชาฟไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสาร
 - ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (SLEEVE) ที่บริเวณพื้นที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารในคานาคส
 - ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (SLEEVE) ที่บริเวณพื้นที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงเล็กน้อยก็ตาม
 - ง. ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคานากรีด ผนังคานากรีด ซึ่งเป็นผนังทึบไฟ เพื่อป้องกันไฟ และควันตามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 3.2 วิศวกรผู้ทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องแสดงขอขออนุมัติจากผู้ออกแบบหรือผู้ควบคุมงานก่อน และให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต