



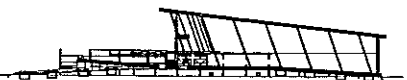
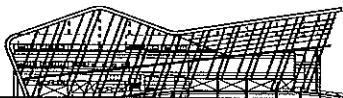
โครงการอาคารกิจการนักศึกษาและนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

เลข
ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายการประกอบแบบ
งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้า

อาคารกิจการนักศึกษาและนันทนาการ
(ส่วน A และส่วน B)

20 สิงหาคม 2558



DESIGN+DEVELOP

DESIGN+DEVELOP CO.,LTD.

1st Floor No.383 SOI SONGKRO 4, RAMA 9 RD. (SOI 13)
BANGKOK, THAILAND, BANGKOK 10310 THAILAND
TEL:+66 (0) 2716 8099, +66 (0) 2716 9797-8
FAX:+66 (0) 2716 8060
E-mail:info@design+develop.co.th
Web:www.design+develop.co.th



CA CONSULTANT CO.,LTD.

เลขที่ 177/30 ถนนพหลโยธิน 54
แขวงราชดำเนิน กรุงเทพมหานคร 10250



EEC Engineering Network Co., Ltd.

EEC ACADEMY BLDG., 40 RAMBHA 97, BANTRA ROAD,
KAMAYAT, BANGKOK 10230 THAILAND
TEL:+66(0)2005-2900-13
FAX+66(0)2005-2915
MOBILE098-271-4315, 098-271-4316
E-Mail :www.eec.co.th

สารบัญ

หน้า

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1.	ขอบเขตของงาน.....	1/2
2.	สถาบันมาตรฐาน.....	2/2
3.	สถาบันตรวจสอบ.....	2/2

หมวดที่ 2 สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1/2
2.	สายไฟฟ้า.....	1/2
3.	การติดตั้ง.....	1/2
4.	การทดสอบ.....	2/2

หมวดที่ 3 หม้อแปลงไฟฟ้า (Oil Immersed)

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1/4
2.	พิกัดทั่วไปของหม้อแปลง.....	1/4
3.	ความต้องการทางด้าน การออกแบบและการสร้าง.....	2/4
4.	การติดตั้ง.....	3/4
5.	การตรวจและทดสอบ.....	4/4

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Switchboard)

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1/8
2.	พิกัดของแผงสวิตช์.....	1/8
3.	ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์.....	2/8
4.	Circuit Breaker.....	3/8
5.	Automatic Main Capacitor Bank.....	5/8

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

6.	เครื่องวัดและอุปกรณ์.....	6 / 8
7.	Busbar และฉนวนยึด.....	7 / 8
8.	สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์.....	7 / 8
9.	Mimic Bus และ Nameplate.....	8 / 8
10.	การติดตั้ง.....	8 / 8
11.	การทดสอบ.....	8 / 8

หมวดที่ 5 แผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1 / 4
2.	แผงสวิทช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board).....	1 / 4
3.	แผงสวิทช์ย่อย (Panelboard).....	2 / 4
4.	Disconnecting Switch หรือ Safety Switch.....	3 / 4
5.	Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker).....	3 / 4

หมวดที่ 6 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable)

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1 / 2
2.	ชนิดของสายไฟฟ้า.....	1 / 2
3.	การติดตั้ง.....	1 / 2
4.	การทดสอบ.....	2 / 2

หมวดที่ 7 สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistance Cable, Flame Retardant Cable)

1.	ความต้องการทั่วไป.....	1 / 3
2.	มาตรฐาน.....	1 / 3
3.	ข้อมูลทางเทคนิค.....	1 / 3
4.	คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ.....	2 / 3
5.	การติดตั้ง.....	3 / 3

หมวดที่ 8 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 4
2.	ท่อร้อยสายไฟฟ้า	1 / 4
3.	รางเคเบิล (Cable Tray)	2 / 4
4.	รางเดินสาย (Wireway)	2 / 4
5.	กล่องต่อสาย	3 / 4
6.	การติดตั้ง	3 / 4
7.	การทดสอบ	4 / 4

หมวดที่ 9 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ (Lighting Fixture)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 8
2.	รายละเอียดวัสดุ	1 / 8
3.	โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)	6 / 8
4.	โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light & Fire Exit Light)	8 / 8
5.	การขออนุมัติ	8 / 8

หมวดที่ 10 สวิตช์และเต้ารับ (Switches and Outlets)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 3
2.	สวิตช์ไฟฟ้า	1 / 3
3.	เต้ารับไฟฟ้า	1 / 3
4.	สวิตช์รีโมทไฟ	2 / 3
5.	Two-Wire Remote Control System	2 / 3
6.	การติดตั้ง	3 / 3
7.	การทดสอบ	3 / 3

หมวดที่ 11 ระบบโทรทัศนรวม

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 9
2.	ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers)	1 / 9

3.	งานรับสัญญาณดาวเทียม	5 / 9
4.	Satellite Receiver	6 / 9
5.	ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-Offs and Splitters or Distribution Boxes).....	6 / 9
6.	เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets).....	7 / 9
7.	สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable)	7 / 9
8.	การติดตั้ง.....	8 / 9
9.	การทดสอบระบบ	9 / 9

หมวดที่ 12 ระบบโทรศัพท์

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 4
2.	แผนกระจายสายรวม.....	1 / 4
3.	แผนรวมสาย.....	2 / 4
4.	เต้าเสียบโทรศัพท์ตัวผู้ (Telephone Jack)	2 / 4
5.	เครื่องรับโทรศัพท์ (Telephone Set)	2 / 4
6.	ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า	3 / 4
7.	สายโทรศัพท์และอุปกรณ์เดินสาย	3 / 4
8.	การติดตั้ง.....	3 / 4
9.	การทดสอบและการให้บริการ	4 / 4
10.	การฝึกอบรม.....	4 / 4

หมวดที่ 13 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 8
2.	มาตรฐาน	1 / 8
3.	การทำงานของระบบ.....	1 / 8
4.	Manual Voice Paging	3 / 8
5.	Fireman Communication System	3 / 8
6.	ลำดับความสำคัญของระบบ (System Priority).....	4 / 8
7.	อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้.....	4 / 8
8.	การติดตั้ง.....	7 / 8
9.	การทดสอบและฝึกอบรม.....	8 / 8

หมวดที่ 14 ระบบต่อลงดิน

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 3
2.	หลักสายดิน (Ground Rod)	1 / 3
3.	สายดิน (Ground Conductor).....	1 / 3
4.	ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (Isolated Ground).....	3 / 3
5.	การติดตั้งและการทดสอบ	3 / 3

หมวดที่ 15 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 2
2.	ความต้องการทางด้านเทคนิค	1 / 2
3.	การติดตั้ง.....	2 / 2

หมวดที่ 16 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 1
2.	คุณสมบัติของวัสดุ.....	1 / 1
3.	การติดตั้ง.....	1 / 1

หมวดที่ 17 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรื้อสี

1.	ความต้องการทั่วไป	1 / 4
2.	การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี.....	1 / 4
3.	การทาหรือพ่นสี.....	2 / 4
4.	ตารางการให้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม.....	3 / 4
5.	รื้อสีและสีสัญลักษณ์	3 / 4
6.	ตารางแสดงรื้อสีและสีสัญลักษณ์.....	4 / 4

หมวดที่ 18 Surge Protective Device (SPD)

1.	ข้อกำหนดทั่วไป	1 / 4
----	----------------------	-------

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

2.	มาตรฐาน	1 / 4
3.	ความต้องการทั่วไป	1 / 4
4.	ความต้องการทางเทคนิค	1 / 4
5.	การติดตั้ง.....	3 / 4
6.	การทดสอบ.....	4 / 4

หมวดที่ 19 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Circuit Measuring Device)

1.	ข้อกำหนดทั่วไป	1 / 2
2.	มาตรฐาน	1 / 2
3.	ความต้องการทั่วไป	1 / 2
4.	ความต้องการทางด้านเทคนิค.....	2 / 2
5.	การติดตั้ง.....	2 / 2
6.	การทดสอบ.....	2 / 2
7.	การอบรมการใช้งาน และบำรุงรักษา.....	2 / 2

หมวดที่ 20 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1.	วัสดุประสงค์	1 / 10
2.	รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน	1 / 10

หมวดที่ 1 ข้อกำหนดและความต้องการทางด้านเทคนิค

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ขอบเขตของงานครอบคลุมถึงการจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่องอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณ และอื่น ๆ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารดังแสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนด เพื่อให้ได้งานสมบูรณ์และถูกต้อง
- 1.2 ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- ก. แผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์
- ข. หม้อแปลงไฟฟ้า
- ค. แผงสวิทซ์ไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์
- ง. Bus Duct สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- จ. ระบบจ่ายและควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า
- ฉ. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ
- ช. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองและอุปกรณ์
- ซ. ระบบพลังงานไฟฟ้าฉุกเฉิน
- ฅ. ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่าง
- ฉ. ระบบโทรศัพท์รวม
- ค. ระบบโทรศัพท์
- ฅ. ระบบโทรศัพท์วงจรปิด
- ฉ. ระบบป้องกันไฟและควันลาม
- ช. ระบบต่อลงดิน
- ฅ. ระบบป้องกันฟ้าผ่า
- ฉ. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ค. ระบบและอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบและข้อกำหนด

- 1.3 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างทำการติดตั้งสายไฟฟ้าและสายสัญญาณไฟฟ้าทั่ว ๆ ไปโดยวิธีร้อยในท่อโลหะที่เหมาะสมตามระบุในแบบและรายละเอียดนี้

2. สถาบันมาตรฐาน

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์ การประกอบและการติดตั้งที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้.-

- ก. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- ข. กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย "เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า"
- ค. มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- ง. มาตรฐานสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
- จ. กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดหรือการไฟฟ้านครหลวง
- ฉ. American National Standards Institute (ANSI)
- ช. American Society of Testing Materials (ASTM)
- ซ. British Standard (BS)
- ฅ. Deutsche Industrienormen (DIN)
- ญ. International Electrotechnical Commission (IEC)
- ฎ. Japanese Industrial Standard (JIS)
- ฏ. National Electrical Code (NEC)
- ฐ. National Electrical Manufacturers' Association (NEMA)
- ฑ. National Electrical Safety Code (NESC)
- ฒ. National Fire Protection Association (NFPA)
- ณ. Underwriters' Laboratories, Inc. (UL)
- ด. Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

- ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ข. คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ค. กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- จ. การไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดหรือการไฟฟ้านครหลวง
- ฉ. สถาบันอื่น ๆ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

หมวดที่ 2 สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติ สมรรถนะของสายไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งอุปกรณ์ซึ่งใช้ในการเดินสายไฟฟ้าแรงสูง รวมทั้งข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้น เพื่อให้ถูกต้องและเป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานของการ ไฟฟ้าฯ

2. สายไฟฟ้า

- 2.1 สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยโดยยึดกับลูกถ้วยฉนวน (Insulator) บนเสาต้องเป็นชนิด Aluminium Conductor Wire ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 2.2 สายไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้ร้อยในท่อหรือวางในรางสาย (Wireway) ต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ตามมาตรฐาน ICEA (Insulated Cable Engineers Association) และเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าฯ โดยมีกรรมวิธีการผลิตตามมาตรฐาน NEMA ดังนี้.-
 - ก. ตัวนำเป็นเส้นลวดทองแดงหลายเส้นรวมกัน (Stranded Wire)
 - ข. รอบ ๆ ตัวนำพันหุ้มด้วยเทปสารกึ่งตัวนำ (Semi-Conductor) ทำหน้าที่เป็น Conductor Shield
 - ค. รอบ ๆ ฉนวน XLPE พันหุ้มด้วยฉนวนเทปสารกึ่งตัวนำและลวดทองแดง (Copper Wire Shield) อีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่เป็น Insulation Shield
 - ง. เปลือกนอกของสาย (Jacket) เป็น Polyethylene

3. การติดตั้ง

- 3.1 สายไฟฟ้าตัวนำอลูมิเนียมที่ใช้เดินลอยบนลูกถ้วยฉนวน ต้องยึดด้วยลวด Performed ที่ออกแบบมา โดยเฉพาะและลูกถ้วยฉนวนต้องเป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ
- 3.2 สายไฟฟ้าชนิดหุ้มฉนวน XLPE ต้องติดตั้งตามกำหนดดังนี้.-
 - ก. การตัดต่อหรือแยกสายให้กระทำได้ภายใน Handhole หรือ Manhole เท่านั้น โดยการต่อตัวนำต้องใช้ปลอกชนิดใช้แรงกดเท่านั้น (Compression Connector) แล้วพันหุ้มส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit) ตามกรรมวิธีที่ผู้ผลิตแนะนำไว้

- ข. ที่ปลายสายทั้งสองข้างที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นแทรกซึมเข้าสู่ภายในสายโดยใช้ Termination Kit ที่เหมาะสม และติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4. การทดสอบ

ให้ตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า เพื่อให้แน่ใจว่ามีความปลอดภัยและอยู่ในเกณฑ์ที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ

- 4.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 4.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 4.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้องของการเชื่อมต่อสายไฟ

หมวดที่ 3 หม้อแปลงไฟฟ้า (Oil Immersed)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้กำหนดถึงความต้องการด้านคุณภาพ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) ซึ่งเป็นแบบ Oil Immersed ซึ่งมีขนาดและจำนวนที่ต้องการครบถ้วนตามกำหนดในแบบ

ผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001 หรือเทียบเท่า จากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม หรือสถาบันอื่นที่เชื่อถือได้

2. พิกัดทั่วไปของหม้อแปลง

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้าต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC 76 หรือ ANSI C57.12.01-1979 หรือ มอก. 384-2525 โดยเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าฯ และมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังนี้-

- Rated Frequency	:	50 Hz.
- Number of Phase	:	3
- Rated Power Output (KVA)	:	ตามระบุในแบบ
- Cooling System	:	Oil Immersed Type, ONAN
- Rated Primary Voltage	:	24kV หรือ 12/24 KV, Dual Voltage (Delta Connection) ตามที่ระบุในแบบ
- HV No-Load Tap Changer	:	-4 x 2.5% หรือ $\pm 2 \times 2.5\%$
- Rated Secondary Voltage	:	415/240 V (Y-Connection)
- Rated Basic Impulse Level (BIL)	:	125 KV
- Rated No-Load Loss	:	ให้ผู้เสนอราคาระบุ
- Rated Load Loss at 100% Power Factor	:	ไม่เกิน 1.5 % ที่ Rated Capacity
- Impedance Voltage at Rated Current	:	6-8 % (4-6 %)
- Vector Group	:	DYN 11
- Limit of Temperature Rise Winding	:	ไม่เกิน 65°C
- Top Oil	:	ไม่เกิน 60°C
- Noise Level at 1 Meter	:	60 dB or Less

3. ความต้องการทางด้าน การออกแบบและการสร้าง

- 3.1 Iron Core สร้างขึ้นด้วย High Grade Nonaging Grain Oriented Silicon Steel Lamination ซึ่งมี Magnetic Permeability สูง และให้ Hysteresis และ Eddy Current Loss ต่ำ Iron Core นี้ต้องถูกยึดแน่นไว้อย่างแข็งแรงเพื่อไม่ให้เกิดการหลุดเลื่อนหรือเคลื่อนตัวของ Steel Laminate Sheet
- 3.2 HV Winding ต้องเป็นโลหะทองแดงเคลือบหรือหุ้มด้วยฉนวนซึ่งสามารถทนต่อ Insulation Level และ Temperature Rise ที่กำหนดได้ การออกแบบสร้างต้องสามารถทนต่อ Mechanical Strength หรือ Thermal Effect อันอาจเกิดจากการ Short Circuit ที่เกิดขึ้นได้
- LV. Winding ต้องทำด้วยทองแดงแผ่นบาง (Copper Foil) เพื่อลดแรงในแนวแกน และสามารถทนต่อสภาวะ Short Circuit ได้ดีที่สุด ตัว Core และ Winding เมื่อประกอบเข้าด้วยกัน จะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสุญญากาศ เพื่อกำจัดอากาศและความชื้น ก่อนจะประกอบเข้ากับ Oil Tank เพื่อบรรจุน้ำมัน
- 3.3 ตัวถังหม้อแปลงจะต้องเป็นแบบปิดผนึกโดยสมบูรณ์ ไม่มีโพรงอากาศอยู่ภายใน เพื่อจุดประสงค์ในการป้องกันความชื้นและก๊าซที่มีผลทำให้น้ำมันหม้อแปลงเสื่อมสภาพ ครัวระบายความร้อนแต่ละด้านต้องเป็นแบบ Corrugated Fin จะต้องออกแบบให้ขยายตัวได้เพื่อรองรับปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้น ขณะใช้งานโดยไม่มีการรั่วซึมหรือยุบสลาย Cover ต้องยึดแน่นกับตัว Tank ด้วย Bolt อย่างแน่นหนา และมี Sealing Gasket ชนิด Hot Oil Proof Reusable Type เพื่อป้องกันความชื้นและการรั่วซึม ตัว Tank แต่ละด้านที่เป็น Corrugated Fins จะต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กแผ่นเดียวกัน ทั้งนี้ Tank และ Cover จะต้องผ่านกรรมวิธีทำความสะอาดและชุบเคลือบป้องกันสนิมก่อนทำการทาสีด้วยสี Epoxy
- 3.4 Transformer Oil จะต้องผ่านการกรอง และมี Dielectric Strength เป็นไปตามมาตรฐานและ/หรือตามที่ กำหนดโดยการไฟฟ้าฯ
- 3.5 Bushing และ Terminal หม้อแปลงไฟฟ้าต้องมี Bushing ทั้งทางด้าน Primary และ Secondary เป็นแบบ Tank Cover Bushing หรือ Side-Wall Bushing โดยมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

<u>ระดับแรงดัน</u> <u>(โวลท์)</u>	<u>Basic Impulse Insulation Level</u> <u>(KV)</u>
415/240	30
24,000	125

ทั้งนี้ Neutral Bushing ให้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ Phase Bushing

Terminal ต้องเป็นแบบ Solderless Tin Plated Connectors เหมาะสมสำหรับการติดตั้งใช้การได้กับสายไฟฟ้าหรือ Busbar หรือ Busduct ตามขนาดที่ระบุในแบบ

3.6 อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อย ดังต่อไปนี้

- Dial Type Thermometer with Maximum Temp. Pointer ซึ่งต้องมีอย่างน้อย 2 Change Over Contacts โดยมี 2 Setpoints with Separate Adjustment สำหรับกำหนดค่าอุณหภูมิหรือ Alarm และ Trip เมื่อเกิด Over Temperature ในตัวหม้อแปลง (อุณหภูมิที่ Alarm และ Trip ให้กำหนดตามคำแนะนำของผู้ผลิตหม้อแปลง)
- Arcing Horn
- Oil Drain Valve และ Plug
- Oil Filling Pipe
- Sludge Drain Pipe และ Plug
- Off-Load Tap Changer
- Earth Temporal
- Nameplate แสดงรายละเอียดของหม้อแปลงนั้น ๆ
- อุปกรณ์อื่น ๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

4. การติดตั้ง

- 4.1 ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของกรไฟฟ้า
- 4.2 ห้องหม้อแปลงจะต้องมีบ่อพักที่สามารถบรรจุของเหลวอย่างน้อย 3 เท่าของปริมาตรของเหลว ของหม้อแปลงตัวที่ใหญ่ที่สุด และใส่หินเบอร์ 2 จนเต็มบ่อ

5. การตรวจและทดสอบ

- 5.1 ต้องผ่านการตรวจทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบดังกล่าว
- 5.2 ต้องผ่านการตรวจทดสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้ได้จากการไฟฟ้าฯ
- 5.3 ต้องผ่านการทดสอบลัดวงจร หรือ Short Circuit Test จากสถาบันที่เชื่อถือได้ หรือมีเอกสารยืนยันได้ว่าหม้อแปลงที่ออกแบบและผลิตจากโรงงานผู้ผลิตเคยผ่านการทดสอบดังกล่าว
- 5.4 ต้องตรวจทดสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งานเรียบร้อยแล้วนี้-
 - ก. วัดค่าความต้านทานของฉนวนต่าง ๆ อย่างครบถ้วน
 - ข. ตรวจทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ

หมวดที่ 4 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Switchboard)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบและสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งประกอบด้วย แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าปกติ (Main Distribution Board), แผงสวิตช์ประธานไฟฟ้าฉุกเฉิน (Main Essential Distribution Board) และแผงสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป (Distribution Board) ซึ่งแผงทั้งหลายเหล่านี้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing)

2. พิกัดของแผงสวิตช์

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างและทดสอบตาม NEMA, ANSI, IEC, DIN หรือ VDE Standard แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าฯ และ มอก. 1436-2540 ที่กำหนด โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้.-

Rated System Voltage	:	415/240 Volts
System Wiring	:	3-Phase, 4-Wire, Solid Grounded Neutral
Rated Frequency	:	50 Hz.
Rated Current	:	ตามระบุในแบบ
Rated Short-Time Withstand Current (0.5 Second)	:	ไม่น้อยกว่า Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Peak Withstand Current	:	ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ Rated Short-Circuit Current ของ Main Circuit Breaker ที่ระบุในแบบ
Rated Insulation Level	:	600 Volts (Minimum)
Control Voltage	:	220-240 Volts (AC), (นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น)
Temperature Rise	:	25°C at Ambient Temp 40°C
Finishing	:	Epoxy-Polyester Powder Paint (Enamel Paint)

3. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์

3.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ (Vertical Section) มีความสมบูรณ์สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้.-

ความสูง	:	ไม่เกิน 2,200 มม.
ความกว้าง	:	ระหว่าง 600-1,300 มม. (600-1,000 มม.)
ความลึก	:	ระหว่าง 600-1,200 มม. (600-1,000 มม.)

3.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วน ต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่องๆ (Compartment) อย่างน้อยดังนี้ (Form 2b).-

- ก. Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ
- ข. Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Vertical Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์
- ค. Cable Compartment จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้ากำลัง (Power Cable) เข้า-ออก จากแผงสวิตช์

นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้มีอุปกรณ์ Metering & Control ต้องจัดให้มีส่วนของ Metering & Control Compartment อีกช่องหนึ่งสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดอุปกรณ์ป้องกันรวมทั้ง Terminal Block สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้จะจัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์

แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกันแยกกันไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึงจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่าย

3.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรง ต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ยึดกันอย่างแข็งแรงด้วยการเชื่อมและขันด้วย Bolt ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกันช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผง สวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้.-

- ก. ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment และฝาอีกชั้นเป็นฝาปิดส่วนของ Busbar และ Circuit

- Breaker โดยฝาปิดดังกล่าวต้องยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง
- ข. ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชิ้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
 - ค. ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชิ้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรู หรือน็อต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
 - ง. ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิทช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลังให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
 - จ. ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
 - ฉ. Degree of Protection ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC
- 3.4 การประกอบแผงสวิทช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)
- 3.5 การป้องกันสนิมและการทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วยการทาสีป้องกันการผุกร่อนและ รหัสนี้

4. Circuit Breaker

- 4.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC
- 4.2 Circuit Breaker ที่อยู่ภายใน System เดียวกันและต่อเนื่องกัน มีการทำงานตัดวงจร (Time-Current Curve) สัมพันธ์กัน (Co-Ordination) เพื่อให้ Circuit Breaker ที่อยู่ใกล้จุด Fault ทำงานตัดวงจรก่อน Circuit Breaker ทั้งหมด จึงควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน

- 4.3 Main Circuit Breaker เป็นแบบ Manual Operate พร้อม Spring-Assisted Closing Mechanism นอกจากนี้ในกรณีที่กำหนดให้เป็นแบบ Motor Operated จะต้องมี Motor Operating Mechanism ด้วย

Main Circuit Breaker ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบเพื่อทำงานตาม Function ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- ก. Solid State Trip Unit สำหรับการทำงานดังนี้
- Overcurrent Protection
 - Ground-Fault Protection
 - Instantaneous Trip
 - Long Time Delay และ Short Time Delay Setting
- ข. Breaker Position Indicating Device สำหรับแสดงสถานะของ Circuit Breaker ว่าอยู่ในสถานะ "On", "Off" หรือ "Isolated"
- ค. Local "On"/"Off" Push Button สำหรับ Manual Closing และ Tripping Circuit Breaker
- ง. ในกรณีที่ Circuit Breaker เป็นแบบ Draw-Out Type ต้องจัดให้มีการ Interlock ในลักษณะดังนี้คือ
- ตัว Circuit Breaker จะต้องไม่สามารถเสียบเข้าหรือดึงออกหาก Circuit Breaker นั้นอยู่ในตำแหน่ง "On" หรือ "Closed"
 - ตัว Circuit Breaker จะต้องไม่สามารถสับ "Close" ได้ นอกจากตัว Circuit Breaker นั้นจะเสียบเข้าอย่างดีแล้วหรืออยู่ในสถานะ "Isolated" หรือ "Withdrawn"
- จ. Shunt Trip Coil สำหรับการ Tripping ตัว Circuit Breaker และ Trip Circuit Healthy Lamp
- ฉ. Auxiliary Contacts สำหรับการทำ Interlock, Local Status Indication หรือ Control ทั้งนี้ให้ จัดเตรียม Spare ไว้ 50%
- ช. ให้จัดเตรียม Key Lock หรือ Pad Lock (ในกรณีที่กำหนดให้มี)
- ซ. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องมีสำหรับการทำ Function ต่าง ๆ ตามที่กำหนดในข้อกำหนดนี้หรือตามที่ระบุในแบบ

- 4.4 Feeder และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องเป็น Molded Case Type, Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free, Quick-Make, Quick-Break พร้อม Individual Thermal และ Electromagnetic Trip
- 4.5 ทั้ง Main Circuit Breaker, Feeder Circuit Breaker และ Sub-Feeder Circuit Breaker ต้องมีขนาด Rated Continuous Current และขนาด Rated Short Circuit Interrupting Capacity ตามที่กำหนด ในแบบ ทั้งนี้ค่า Rated Short Circuit Interrupting Capacity ให้ใช้ค่าที่ระดับแรงดัน 415 VAC ตามมาตรฐาน IEC

5. Automatic Main Capacitor Bank

- 5.1 Automatic Capacitor Bank สำหรับปรับค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้า โดย Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ IEC
- 5.2 พิกัดของ Automatic Main Capacitor Bank ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

-	Type	:	Indoor (Dry Metallized Film)
-	Number of Phase	:	3
-	Capacitor Rated Voltage	:	ตามที่ระบุไว้ในแบบ
-	Rated Frequency	:	50 Hz
-	Rated Output	:	ตามที่ระบุไว้ในแบบ
-	Switching Step	:	ตามที่ระบุไว้ในแบบ
-	Power Loss	:	≤ 1 W/KVAR
-	Control Voltage	:	220V

- 5.3 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง Capacitor Bank ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วย Capacitor ย่อยหลาย ๆ ตัว ยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

- ก. Fuse Protection ทุก Steps ของ Capacitor Bank
- ข. Contractor แบบ Heavy Duty
- ค. Discharge Coil (หรือเป็นแบบ Built in ใน Capacitor)
- ง. KVAR Controller
- จ. Power Factor Meter

- จ. Indicating Lamp
- ข. Automatic and Manual Switching Device

- 5.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ Unit, Capacitor Bank ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลง และต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่น ๆ Automatic Capacitor Bank ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง
- 5.5 ในกรณีที่ชุด Capacitor Bank ไม่ได้ติดตั้งรวมอยู่ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ แต่ติดตั้งแยกอยู่ภายในแผง สวิตช์ต่างหากโดยเฉพาะ ข้อกำหนดทางด้านกรสร้างตัวแผงสวิตช์ของชุด Capacitor Bank ให้ถือเป็นเช่นเดียวกับข้อกำหนดการสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

6. เครื่องวัดและอุปกรณ์

- 6.1 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ DIN หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ 50 เฮิร์ต เป็นแบบ Encapsulated หรือ Moulded Case โดยมี Secondary Current 5A และ Accuracy ตาม IEC Standard Class 1
- 6.2 Ammeter และ Voltmeter ต้องเป็นแบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดทมิไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม, สเกลชนิด 90° Scale และ Accuracy Class 1.5
- 6.3 Kilowattmeter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดทมิไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม, สเกลชนิด 90° Scale และ Accuracy Class 1.5
- 6.4 Power-Factor Meter ชนิด 3 เฟส 4 สาย แบบ Switchboard Mounted ขนาดหน้าปัดทมิไม่เล็กกว่า 96 x 96 มม สเกลตั้งแต่ 0.5 Leading ถึง 0.5 Lagging และ Accuracy Class 1.5
- 6.5 Kilowatt-Hour Meter ใช้ชนิด 3-Phase, 4-Wire Unbalance Load และ Accuracy, Class II เหมาะกับการใช้งานกับ Instrument Transformer
- 6.6 Pilot Lamp หรือ Indicating Lamp ผลิตตามมาตรฐาน DIN หรือ NEMA เป็นแบบ Flush Mounting บนตู้ Switchboard ใช้หลอด Incandescent 0.6 วัตต์ 6 โวลต์ พร้อม Transformer แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 6 โวลต์ เพื่อให้กับหลอดไฟหรือเป็นหลอด LED ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ Lens ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 6.7 Selector Switch แบบ Switchboard Mounting จำนวน 7 Steps สำหรับ Volt-Selector Switch และ 4 Steps สำหรับ AMP-Selector Switch

7. Busbar และฉนวนยึด

- 7.1 Busbars ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (Bare Rating) โดยให้ Max. Temperature Rise เท่ากับ 25°C ที่ Ambient Temperature 40°C และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้าที่กำหนด แต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้ง Phase-, Neutral- และ Ground-Bus ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- 7.2 การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่าค่าที่การไฟฟ้า กำหนดให้
- 7.3 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy Resin แบบสองชั้นประกบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 7.4 Busbar และ Busbar Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใด ๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใด ๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

8. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

- 8.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม และเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และ อุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed Copper 750 Volts, PVC Insulated ขนาดของสายต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้.-

Current Circuit	:	4	ตารางมิลลิเมตร
Voltage Circuit	:	2.5	ตารางมิลลิเมตร
Control Circuit	:	1.5	ตารางมิลลิเมตร
Ground สำหรับบานประตู	:	10	ตารางมิลลิเมตร

- 8.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (Trunking) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าว ห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- 8.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย

9. Mimic Bus และ Nameplate

- 9.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออก ทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำ สำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
- 9.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic Bus แกะเป็นตัวอักษรสีขาว โดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร หรือตามที่ผู้คุมงานเห็นชอบ
- 9.3 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ ด้านนอกตรงตำแหน่งที่เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว
- 9.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งตัวอย่างวัสดุที่จะใช้ทำ Mimic Bus และ Nameplate เพื่อขออนุมัติจากผู้ควบคุมงาน ก่อนการติดตั้ง

10. การติดตั้ง

- 10.1 แผงสวิตช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน็อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา
- 10.2 ในกรณีที่ เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

11. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้ว เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

- 11.1 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด
- 11.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่าง ๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- 11.3 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

หมวดที่ 5 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมคุณสมบัติและการติดตั้งของแผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board), แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) และสวิตช์ตู้ดวงจรอื่น ๆ

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ Load แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผง สวิตช์ย่อย (Panelboard) ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าฉุกเฉินตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

ก. การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC แต่ต้องไม่ขัดกับกฎหรือมาตรฐานของการไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต S/N

ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังหรือตั้งพื้น ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet Steel หรือเป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าและทาสีตามที่คุณควบคุมงานเห็นชอบ มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็น Flush Lock และต้องมี Key Lock ด้วย และต้องมี Circuit Directory with Clear Plastic Covering บอกรหัส Circuit ต่าง ๆ ติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน

ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type

ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดให้ในแบบ ประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination) และมี Aux. Switch สำหรับ Monitor Status On, Off, Trip ในขนาดที่ได้

จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker, Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Load Schedule และต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker

ฉ. Nameplate แผงสวิตช์ต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่นพลาสติก

สีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

- ข. ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึง หมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดใดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- การติดตั้งแผงสวิตช์ต้องติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบ ในกรณีที่แผงสวิตช์เป็นแบบติดผนัง ต้องติดตั้งกับผนังโดย Expansion Bolts ที่เหมาะสม และต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตรจากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์

3. แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard)

- 3.1 แผงสวิตช์ย่อย เป็นแผงสวิตช์ที่ใช้ควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่ Load ต่าง ๆ โดยมี Branch Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม Load แต่ละกลุ่มหรือแต่ละตัว ตามกำหนดในแบบหรือตาม Panelboard Schedule
- 3.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง
- ก. Panelboard ต้องออกแบบขึ้นตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC หรือ VDE โดยสร้างสำเร็จจากผู้ผลิต Circuit Breaker ที่ใช้สำหรับ Panelboard นี้เพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต หรือ 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย 50 เฮิร์ต ตามกำหนดในแบบและ Panelboard Schedule
- ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูเปิด-ปิดด้านหน้าเป็นแบบ Flush Lock
- ค. Busbar ที่ต่อกันกับ Breaker ต้องเป็น Phase Sequence Type และเป็นแบบที่ใช้กับ Plug-On หรือ Bolt-On Circuit Breaker
- ง. Main Circuit Breaker ต้องเป็น Moulded Case Circuit Breaker มี AMP Trip และ AMP Frame ตามที่กำหนดไว้ในแบบประกอบด้วย Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip และ Thermal Over Current Trip ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Feeder Circuit Breaker ต้นทาง เพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-Ordination)
- จ. Branch Circuit Breaker ต้องเป็นแบบ Quick-Make, Quick-Break, Thermal Magnetic and Trip Indicating และเป็นแบบ Plug-On หรือ Bolt-On Type มีขนาดตามที่ระบุไว้ใน Panelboard Schedule โดย Circuit Breaker ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ Main Circuit Breaker

- จ. Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทบบนแผ่นพลาสติก สีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ
- ข. ผังวงจร ดัชนีย่อยทุกตัว ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตัวดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลขวงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา
- 3.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังด้วย Expansion Bolt ที่เหมาะสม หรือติดตั้งบน Supporting ที่เหมาะสม โดยระดับสูง 1.80 เมตร จากพื้นถึงระดับบนของแผงสวิตช์ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบ

4. Disconnecting Switch หรือ Safety Switch

- 4.1 Disconnecting Switch หรือ Safety Switch ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐาน NEMA หรือ IEC เป็นชนิด Heavy Duty Type
- 4.2 Switch ตัดวงจรไฟฟ้าเป็นแบบ Blade ทำงานแบบ Quick-Make, Quick-Break สามารถมองเห็นสวิตช์ได้ชัดเจน เมื่อเปิดประตูด้านหน้า
- 4.3 Enclosure ตามมาตรฐาน NEMA 1 พับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็ก พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายในอาคารทั่วไป และตาม NEMA 3 R พับจากแผ่นเหล็กชุบ Galvanized พ่นเคลือบด้วยสี Gray-Baked Enamel สำหรับใช้ภายนอกอาคาร ให้มีบานประตูเปิดด้านหน้า ซึ่ง Interlock กับ Switch Blade โดยสามารถเปิดประตูได้เมื่อ Blade อยู่ในตำแหน่ง Off เท่านั้น
- 4.4 ขนาด Ampere Rating จำนวนขั้วสายและจำนวน Phase ให้เป็นไปตามระบุในแบบหรือตามขนาด Protecting Equipment ที่ต้นทาง
- 4.5 ชุดที่กำหนดให้มี Fuse ให้ใช้ Fuse Clips เป็นแบบ Spring Reinforced ตัว Fuse เป็นชนิด High Rupturing Capacity (HRC) โดยขนาดของ Fuse ให้เป็นเช่นเดียวกับข้อ 4.4
- 4.6 การติดตั้ง ให้ติดตั้งกับผนังตามระบุในแบบ โดยระดับความสูงจากพื้น 1.80 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์ ในกรณีบริเวณติดตั้งไม่มีผนัง หรือกำแพง ให้ติดตั้งบนขายึดโครงเหล็กที่แข็งแรง ให้สวิตช์สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ถึงระดับบนของสวิตช์

5. Circuit Breaker Box (Enclosed Circuit Breaker)

- 5.1 ให้ใช้ Molded Case Circuit Breaker ที่มี Ampere Trip Rating จำนวน Pole ตามระบุในแบบ
- 5.2 Enclosure เป็นไปตามมาตรฐาน NEMA โดยที่

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

- ก. NEMA 1 พับจาก Sheet Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่วไป
- ข. NEMA 3 R พับจาก Zinc Coated Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายนอกอาคาร

5.3 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบโดยเป็นแบบ Flush Mounting สำหรับในอาคารและ Surface Mounted สำหรับภายนอกอาคาร โดยสูงจากพื้น 1.50 เมตร ถึงระดับบนสุด

หมวดที่ 6 สายไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Voltage Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

- 2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ตาม มอก. 11-2553
- 2.2 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
- 2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะ หรือ Wireway โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดี่ยว (Single-Core) ตาม มอก. 11-2553, IEC 01
- 2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรง หรือเดินใน Underground Duct ทั้งแบบตัวนำแกนเดี่ยวและตัวนำหลายแกน (Multi-Core) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้น ตาม มอก. 11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี
- 2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรการที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด Flexible Cable หุ้มฉนวนพีวีซี สองชั้น ตาม มอก. 11-2553
- 2.6 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้ (Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า
- 2.7 สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลท์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด Flame-Retardant และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแส และอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสาย ให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

3. การติดตั้ง

- 3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้.-
 - ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรือองสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลท์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้านิตละลายและเทป พีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้า แต่ละชนิด
- จ. ปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้.-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุก ๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลท์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาที ต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 7 สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistance Cable, Flame Retardant Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ครอบคลุมถึงการจัดหาและการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าทนไฟชนิด Fire Resistance Cable และชนิด Flame Retardant Cable (LSOH Cable) ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียดนี้

2. มาตรฐาน

สายไฟฟ้าทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS, IEC, EN หรือมาตรฐานอื่น แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร

3. ข้อมูลทางเทคนิค

3.1 ตัวนำไฟฟ้าเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว หรือสายทองแดงตีเกลียว ตามมาตรฐาน IEC 60228

3.2 ฉนวน (Insulation) จะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Barrier Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟ อื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง (ในกรณีที่เป็นสายไฟฟ้าทนไฟชนิด Fire Resistance Cable) และ ชั้นนอกจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนประเภท Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ชนิดพิเศษมีความหนา ตามมาตรฐาน IEC 60502

ในกรณีที่เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย

3.3 เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefine หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen

3.4 สายไฟฟ้าทนไฟที่ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit) มี Rated Voltage 600/1000V, Maximum Conductor Operating Temperature 90°C สำหรับ Continuous Duty และ 250°C ภายใต้สภาวะ Short-Circuit

สำหรับสายไฟฟ้าทนไฟที่ใช้ในระบบไฟฟ้าสื่อสาร (Control Circuit) มี Rated Voltage 300/500V

3.5 สายไฟฟ้าทนไฟจะต้องไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้

4. คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

- 4.1 คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ อย่างน้อยอย่างหนึ่งดังนี้
- BS-6387 Category CWZ
 - IEC 60331
 - VDE 0472-814
- 4.2 คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ อย่างน้อยอย่างหนึ่งดังนี้
- BS 4066-1 / BS 4066-3
 - IEC 60332-1 / IEC 60332-3
 - BS EN 50265 / BS EN 50266
- 4.3 คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Zero Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ อย่างน้อยอย่างหนึ่งดังนี้
- ก. Halogen Acid Content Test
- BS 6425-1 / BS 6425-2
 - IEC 60754-1 / IEC 60754-2
 - BS EN 50267-2-1 / BS EN 50267-2-2
- ข. Smoke Emission Test
- BS 7622
 - IEC 61034
 - BS EN 50268
- 4.4 ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ให้วิศวกรพิจารณาประกอบการขออนุมัติด้วย

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

5. การติดตั้ง

สายไฟฟ้าทวนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสายหรือเดินใน Cable Tray หรือ Wireway

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค Current Ampere Rating ตลอดจน Test Report หรือ รายละเอียด อื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

หมวดที่ 8 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหารหัส อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนด ดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบ่งออกตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อโลหะต้องเป็นตามมาตรฐาน มอก.770-2533, ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้า โดยเฉพาะ

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท., NEC Article 342
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท, NEC Article 344
- 2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้า ที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท., NEC Article 350 และ NEC Article 360
- 2.5 ท่อโลหะแข็งชนิด High-Density Polyethylene : HDPE ตามมาตรฐาน มอก.982-2533, Class ไม่ต่ำกว่า PN 6.3 มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ฝังดินโดยตรงหรือมีคอนกรีตหุ้มตามที่ระบุในแบบ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 353
- 2.6 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน ต้องเป็นชนิดกันน้ำ สำหรับท่อที่ต้องฝังในคอนกรีต

2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้.-

- ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง
- ข. การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท., NEC
- ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆไม่เกิน 0.9 เมตร
- ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
- จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
- ฉ. การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
- ช. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
- ซ. หากไม่ได้ระบุเป็นอื่น ท่อต่างๆ จะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในฝ้าเพดาน และห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า

3. รางเคเบิล (Cable Tray)

- 3.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized หรือเป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี
- 3.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า
- 3.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. รางเดินสาย (Wireway)

- 4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Electro-Galvanized หรือแผ่นเหล็ก Aluzinc
- 4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 4.3 ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้.-

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร
- 5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี
- 5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่าง ๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- 5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 312
- 5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา
- 5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทึบภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

- 6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตาม มาตรฐานของวสท., การไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง "ความปลอดภัยทาง ไฟฟ้า"
- 6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบ การต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่าจะมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 9 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ (Lighting Fixture)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ให้จัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร
- 1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลัสท์ และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่รับรอง
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต

2. รายละเอียดวัสดุ

2.1 ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้.-

- ก. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA
- ข. ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะ โดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี
- ค. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือเหล็กพอสเฟต และพันเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น
- ง. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เกิน 2 หลอด ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร นอกนั้นให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- จ. สำหรับดวงโคม Down Light ให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.2 หลอดไฟต้องเป็นไปตามกำหนดนี้

- ก. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง (Tubular Fluorescent Lamp) เส้นผ่านศูนย์กลางหลอด 26 มม. (T8) เป็นชนิด Preheat Lamp มีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐาน มอก. 236-2533, IEC 60081 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า หลอดไฟต้องมีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 1300 ลูเมน สำหรับหลอดขนาด 18 วัตต์ และไม่น้อยกว่า 3200 ลูเมน สำหรับหลอด 36 วัตต์ มีค่า CRI ไม่น้อยกว่า 80 โดยทั่วไปใช้หลอดสี Cool White หรือตามที่ระบุในภายหลัง มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 10000 ชั่วโมง
- ข. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง (Tubular Fluorescent Lamp) เส้นผ่านศูนย์กลางหลอด 16 มม. (T5) มีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐาน มอก. 236-2548 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า หลอดไฟต้องมีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 1200 ลูเมน สำหรับหลอดขนาด 14 วัตต์ และไม่มี

น้อยกว่า 2900 ลูเมน สำหรับหลอด 28 วัตต์ มีค่า CRI ไม่น้อยกว่า 80 โดยทั่วไปใช้หลอดสี Cool White หรือตามที่ระบุในภายหลัง มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 15000 ชั่วโมง

- ค. หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) เป็นแบบใช้ต่อกับบัลลัสต์ภายนอก มีคุณสมบัติได้ตามมาตรฐาน IEC, ANSI, UL หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า โดยทั่วไปใช้หลอดสี Cool White หรือตามที่ระบุในภายหลัง มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 8000 ชั่วโมง
- ง. หลอดไส้ (Incandescent Lamp) โดยทั่วไปเป็นชนิดแก้วใส (Clear Bulb) ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ชั่วโมงโดยทั่วไปเป็นแบบเกลียว E27
- จ. หลอดไฟ Fluorescent และหลอดไฟ Incandescent ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3 บัลลัสต์ต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

- ก. บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดชนิด High Intensity Discharge (HID) เป็นแบบ Low Power Loss และ High Power Factor ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (อาจใช้ Low Power Factor Ballast ต่อกับ Capacitor เพื่อ Improve Power Factor ให้ได้ค่าระหว่าง 0.85-0.95) ให้ใช้บัลลัสต์และ Capacitor 1 ชุดต่อหลอด 1 ดวง
- ข. บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด High Frequency Electronic Ballast (กรณีที่ระบุเป็นบัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์) ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ Preheat และได้รับมาตรฐาน มอก, IEC, VDE หรือ EN โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- Supply Voltage	220V \pm 10%
- Mains Frequency	50 Hz.
- Operating Frequency	35 kHz to 50 kHz
- Power Factor	> 0.95
- Input Current THD	< 10% ตามมาตรฐาน IEC61000-3-2, EN61000-3-2, VDE0712 part 23/25, ANSI หรือเทียบเท่า
- Ballast Lumen Factor	\geq 94% of Lamp luminous flux ตามมาตรฐาน มอก 236-2533, IEC60081 หรือเทียบเท่า

- Lamp Current Crest Factor	≤ 1.7 หรือตามมาตรฐาน มอก 1506-2541, IEC60929 หรือเทียบเท่า
- Ambient Temperature Range (ta)	0°C to 50°C
- Case Temperature (tc)	90°C (max) ตามมาตรฐาน มอก 1506-2541, IEC60929 หรือเทียบเท่า
- Dimming Range (กรณีที่มีระบุ)	100 to 1% (Tubular Fluorescent) 100 to 3% (Compact Fluorescent)
- ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังนี้	
Transient Overvoltage	IEEE C 62.41 Cat B.1, IEC หรือเทียบเท่า
EMI, EMC, RFI suppression	CISPR 15, FCC part 18, VDE0875, EN55015, EN55022, EN61547 หรือเทียบเท่า
Fault Condition Protection	มอก 885-2532, IEC60928, EN60928, UL935 หรือเทียบเท่า
- รับประกันอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี	

2.4 หม้อแปลงสำหรับหลอด Halogen 12V เป็นชนิด High Frequency Electronic Transformer และได้รับมาตรฐาน IEC หรือ EN โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- Supply Voltage	220V ± 10%
- Power Range	20 - 60 W
- Loss	< 4 W
- Operating Frequency	> 25 kHz
- Power Factor	> 0.95
- Safety	IEC, EN 61347-2-2 หรือเทียบเท่า
- RFI	CISPR 15, EN 55015 หรือเทียบเท่า
- Harmonic content	IEC, EN 61000-3-2 หรือเทียบเท่า
- Operating Ambient Temperature (ta)	0°C to 50°C
- Case Temperature (tc)	85°C (max)
- Dimming	Yes (กรณีที่มีระบุ)

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

- 2.5 Capacitor ต้องเป็นชนิด Metallized Polypropylene Film และต้องมีคุณสมบัติ Self Healing พร้อม Safety Device เพื่อป้องกัน Short Circuit รุนแรงภายในและต้องมี Discharge Resistance ด้วยการต่อ Capacitor ในวงจรให้ต่อแบบ Parallal โดยมีขนาดตามตารางต่อไปนี้

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Capacitor for Fluorescent and HID Lamps

Lamp Type	Lamp Wattage (Watt)	Parallal Capacitor (250 V) (μ F)
Fluorescent	18	4.0
	32	4.0
	36	4.0
Compact Fluorescent	10	2.0
	13	1.5
	18	2.0
	26	3.0
High Pressure Mercury	50	6.0
	80	7.0
	125	9.0
	250	18.0
	400	25.0
Metal Halide	35	5.0
	70	10.0
	150	18.0
	250	18.0
	400	30.0
	1000	70.0
High Pressure Sodium	50	8.0
	70	10.0
	100	12.0
	150	18.0
	250	30.0
	400	45.0
	1000	100.0

- 2.6 สตาร์ทเตอร์และ Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้
- 2.7 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) หุ้มฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด Incandescent ให้ใช้สายหุ้มฉนวนทนความร้อนสูง เช่น หุ้มฉนวนใยหิน เป็นต้น
- 2.8 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

3. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

- 3.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉิน ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน วสท. 2004-51
- 3.2 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่
- 3.3 แบตเตอรี่ใช้เป็นชนิด Sealed Lead Battery, 12V DC ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ 2 x 55 W (Self-Contained) หรือ Remote Lamp จำนวนตามที่ระบุในแบบ ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่า 1.60 โวลต์ต่อเซลล์ (Low Voltage Cut-Off) ในกรณีที่ใช้เป็น Central Battery Unit นั้น Output Voltage ของชุด Central Battery Unit อาจใช้เป็น 12 VDC, 220 VAC หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3.4 นอกจากที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น วงจรควบคุมของโคมแสงสว่างฉุกเฉิน ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้-

- ก) เครื่องประจุแบตเตอรี่ได้เต็ม ต้องสามารถประจุได้เต็มภายใน 24 ชั่วโมง
- ข) วงจรทดสอบประจำ 3 เดือน

- โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องมีอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระบบ หรือต่อกับอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระยะไกลได้ เพื่อจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟปกติ โดยโคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องส่องสว่างนานไม่น้อยกว่า 30 นาที และกลับสู่สภาพปกติโดยอัตโนมัติ
- ในกรณีที่แบตเตอรี่ ไม่สามารถจ่ายไฟได้นาน 30 นาทีตามกำหนด ระบบจะต้องมีสัญญาณเตือนแจ้งเหตุบกพร่อง ถึงความล้มเหลวของแบตเตอรี่

ค) วงจรทดสอบประจำปี

- โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องมีอุปกรณ์สำหรับการทดสอบระบบ หรือต่อกับอุปกรณ์ สำหรับการทดสอบระยะไกลได้ เพื่อจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟปกติ โดยโคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องส่องสว่างนานไม่น้อยกว่า 60 นาที และกลับสู่สภาพปกติโดยอัตโนมัติ
- ในกรณีที่แบตเตอรี่ ไม่สามารถจ่ายไฟได้นาน 60 นาทีตามกำหนด ระบบจะต้องมี สัญญาณเตือนแจ้งเหตุบกพร่อง ถึงความล้มเหลวของแบตเตอรี่

3.5 Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ และให้มีอุปกรณ์ประกอบ อย่างน้อยดังนี้.-

ก) Test Button

- Every 3 Months Test Button
- Yearly Test Button

ข) Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้.-

- สถานะการประจุแบตเตอรี่ (Charge And Full Charge)
- สถานะของ Input Line (Power "On")
- Every 3 Months Test LED
- Yearly Test LED

- 3.6 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร (ทั้งนี้ขอบล่างของโคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร) ส่วนชุดที่ติดตั้งแยก หลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม (โดยผู้ออกแบบอนุมัติ)
- 3.7 กรณีที่แบบระบุให้ชุดแบตเตอรี่ติดตั้งภายในห้องไฟฟ้าหรือห้องเครื่องประจำชั้น (central Battery) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆต้องมีคุณสมบัติดังนี้.-

- ก) สายไฟฟ้าของ Remote Lamp จากชุด Battery ให้ใช้สายชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)
- ข) ขนาดของสายไฟฟ้าของ Remote Lamp ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสที่ไหลในวงจรได้ แต่ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตรและแรงดันตกไม่เกิน 10%
- ค) สวิตช์และอุปกรณ์ป้องกัน ต้องมีพิสัยไม่น้อยกว่า 2 เท่าของกระแสในวงจร และไม่เกิน 50 แอมแปร์

4. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light & Fire Exit Light)

- 4.1 โคมแสงสว่างป้ายทางออกต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานวสท 2004-51
- 4.2 โคมไฟทางออกต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่เป็นชนิด Seal Lead Battery 12V หรือ 6V พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยปกติจะใช้ไฟฟ้า 220V AC, 50 เฮิรท์ และเมื่อไฟปกติดับจะใช้ไฟฟ้าจาก Battery โดยต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และมีรายละเอียดทางเทคนิคเหมือนกับโคมแสงสว่างฉุกเฉิน
- 4.3 ตัวโคมให้พับขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ
- 4.4 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ความสูงไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (สำหรับระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 24 เมตร) โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคม ทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง
- 4.5 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ
- 4.6 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ และ/หรือตามความเหมาะสม ตามกฎข้อบังคับของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง (ในกรณีติดตั้งระดับสูง ขอบล่างของโคมแสงสว่างป้ายทางออกต้องสูงจากพื้นระหว่าง 2.00-2.70 เมตร)

5. การขออนุมัติ

ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของดวงโคมตลอดจน Photometric Data เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้งทั้งนี้อาจต้องนำตัวอย่างของดวงโคมแสดงตามที่เรียกขอ

หมวดที่ 10 สวิตช์และเต้ารับ (Switches and Outlets)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 824-2551, IEC 60669-1 โดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, Tumble Quiet Type แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์
- 2.2 ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ 250 โวลท์ โดยใช้ Polycarbonate หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้าทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย
- 2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัวเพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน
- 2.4 Coverplate เป็นชนิด Decorative Plastic UV Protection (รุ่นล่าสุด) มีความแข็งแรง ทนทาน เป็นฉนวนไฟฟ้าอย่างดีและไม่ลามไฟ
- 2.5 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร
- 2.6 การติดตั้งฝัง Metal ในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณี เพื่อให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้า

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 824-2551, IEC 60884-1 โดยทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณี ตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.2 เต้ารับไฟฟ้าที่พื้น ต้องเป็นแบบ Pop-Up ชนิดขากกลม และแบบพร้อมขั้วดิน หรือตามที่กำหนดในแบบรายละเอียดโดยติดตั้งตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.3 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Polycarbonate หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์ และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ
- 3.5 Coverplate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด

- 3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิทช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางตัวรับเป็น 0.30 เมตร
- 3.7 ตัวรับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบตัวเสียบ (Plug) ให้ตามจำนวนตัวรับนั้น ๆ
- 3.8 ตัวรับไฟฟ้าที่ต่อจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (UPS) ให้เป็นชนิดที่มีสีแดง

4. สวิทช์หรือไฟ

- 4.1 สวิทช์หรือไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1955-2542 โดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty ใช้ควบคุมไฟหลอดไส้เป็นแบบสไลด์, ปุ่มกดหรือปุ่มหมุนพร้อมสวิทช์ควบคุมการปิด-เปิด โดยติดตั้งฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสม
- 4.2 ขนาด Rating ของสวิทช์หรือไฟ มีขนาดตั้งแต่ 300W – 1,000 W ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของโหลดที่ต่ออยู่
- 4.3 Cover Plate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิทช์ไฟฟ้าตามกำหนด
- 4.4 การติดตั้งให้เป็นเช่นเดียวกับการติดตั้งสวิทช์ไฟฟ้า

5. Two-Wire Remote Control System

- 5.1 Two-Wire Remote Control System ต้องเป็นระบบ Multiplex Transmission ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้
 - Tranformer
 - Transmission Unit
 - Relay Control Terminal Unit
 - Relay
 - Switch
 - Program Timer Unit
 - Contact Input Terminal Unit
 - Pattern Switch และ Pattern Setting Switch (ถ้ากำหนดให้มี)
 - Group On/Off Switch และ Group Setting Switch (ถ้ากำหนดให้มี)
 - Central Selector Switch
 - Wireless Programming Unit
- 5.2 การทำงานของระบบต้องเป็น 24 VAC หรือ 36 VDC โดยมีหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนระดับแรงดันจาก 220V AC, 50 เฮิรท์

- 5.3 Transmission Unit ต้องสามารถควบคุม Relay ได้ไม่น้อยกว่า 256 วงจร และในกรณีที่กำหนดให้ทำ Pattern Control และ/หรือ Group On/Off Control ด้วย จะต้องสามารถควบคุม Pattern หรือ Group ได้ ไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 5.4 Relay ที่ใช้ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 20A, 220V AC ยกเว้นที่ใช้กับระบบควบคุมหรือที่ระบุเฉพาะในแบบ
- 5.5 สวิตช์ไฟฟ้าเป็นแบบ Push Button พร้อมหลอดไฟแสดงภาวะการทำงาน (เปิด-ปิด) ภายในตัวเป็นชนิด ติดฝังในผนังพร้อม Coverplate ชนิดเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าธรรมดา ติดตั้งที่ระดับเดียวกันกับสวิตช์ไฟฟ้า ธรรมดา
- 5.6 Central Selector Switch ต้องเป็นแบบที่มีขนาดกระทัดรัดพอเหมาะ ควบคุมวงจรได้ไม่น้อยกว่า 256 วงจร และสามารถทำการ Setting Pattern หรือ Group On/Off ได้ นอกจากนี้ข้อมูลในการ Setting วงจรต่าง ๆ ต้องสามารถส่งถ่ายระหว่างตัว Central Selector Switch นี้และ Transmission Unit ได้
- 5.7 Transformer, Transmission Unit, Relay Control Terminal Unit และ Relay ให้ติดตั้งไว้ในกล่องโลหะ โดยติดไว้บริเวณใกล้เคียงกับแผงไฟฟ้า (Panelboard) ของวงจรที่จะควบคุมหรือติดไว้ตามตำแหน่งที่ระบุ
- 5.8 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งแผงสวิตช์ Central Switch Panel และ Central Selector Switch ที่สามารถควบคุมได้ทุกวงจรที่ห้อง Control Room และจะต้องติดตั้ง Local Switch ตามวงจรที่กำหนดไว้ในแบบ
- 5.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Wireless Programming Unit จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด สำหรับใช้ในการ Setting และ Programming (ในกรณีที่ เป็น Wireless Setting)

6. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

หมวดที่ 11 ระบบโทรทัศน์รวม

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบโทรทัศน์รวม เป็นระบบส่งสัญญาณโทรทัศน์ จากแหล่งกำเนิดชุดเดียวกันไปยังจุดรับ สัญญาณต่าง ๆ ตามกำหนดโดยที่เครื่องรับเครื่องรับโทรทัศน์ที่จุดใด ๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (Interference) อุปกรณ์ในระบบที่สำคัญต้องประกอบด้วยเสาอากาศรับสัญญาณ (Antennas), ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers), ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-Offs and Splitters or Distribution Boxes), สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable), เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets) และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ได้กำลังของสัญญาณที่จุดรับต่าง ๆ อยู่ในช่วง 65-80 dBuV (Decibel Microvolts)

2. ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers)

- 2.1 ชุดขยายสัญญาณประกอบด้วย Channel Amplifier สำหรับสัญญาณโทรทัศน์แต่ละช่อง และในกรณีที่มีสัญญาณซึ่งได้รับจากเสาอากาศรับสัญญาณมีกำลังอ่อน มีความเพี้ยน และ/หรือมีคลื่นรบกวน อาจมีความจำเป็นต้องใช้ Preamplifier, Filter และ/หรือ Automatic Gain Control (AGC) . โดยสามารถรองรับสัญญาณโทรทัศน์ที่เป็นดิจิทัลในอนาคตได้.
- 2.2 Channel Amplifier เป็นแบบที่มี TV Channel Output สูง Noise Figure ต่ำ Channel Amplifier แต่ละตัวมี Band Width เท่ากับ Band Width ของแต่ละช่อง Impedance 75 OHMS ใช้งานไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายมาจาก Power Supply Unit Channel Amplifier นี้ มีจำนวนเท่ากับจำนวนช่องของโทรทัศน์ที่ออกอากาศ รวมถึงช่องสำหรับรับสัญญาณจากจานรับดาวเทียมทั้งหมดติดตั้งร่วมกันบน Mounting Rail

	(Band I)		(Band III)		UHF	
Frequency Range	47-68 MHz		174-230 MHz		470-862 MHz	
TV Channel	2-4		5-12		21-69	
No. of Outputs	1	2-3	1	2-3	1	2-3
Gain (MIN.)	35	30	35	30	35	30
	dB	dB	dB	dB	dB	dB
Attenuation	-15 dB		-15 dB		-15 dB	
Flatness	<= 1 dB		<= 1 dB		<= 1 dB	

	(Band I)	(Band III)	UHF
Maximum Output	≥ 120 dBuV	≥ 120 dBuV	≥ 120 dBuV
Noise Figure	≤ 8 dB	≤ 8 dB	≤ 8 dB

Multi-Band Amplifier

ใช้ติดตั้งเพื่อขยายสัญญาณทีวี เมื่อสัญญาณมีค่าต่ำกว่า 60 dB

Technical Data

- Frequency Range Band I, Band III and UHF
- Number of Inputs 1,4
- Number of Output 1,2
- Gain 35 dB Adjustable Attenuators for Each Band
- Maximum Output Level 120 dBuV
- Noise Figure Less Than 8 dB

2.3 Channel Pre-Amplifier ในกรณีที่มีสัญญาณเข้า Channel Amplifier มีระดับที่ไม่เพียงพอในการขยายสัญญาณให้ได้ Output Level ตามความต้องการในแต่ละ Channel ให้ใช้ Channel Pre-Amplifier ขยายสัญญาณของ Channel ที่มีระดับสัญญาณไม่เพียงพอก่อนผ่านสัญญาณเข้า Channel Amplifier

Technical Data

- Gain 16 dB
- Noise Figure ≤ 7 dB
- Maximum Output Level 95 dBuV
- Input/Output Impedance 75 OHMS
- Ambient Temperature Range -20°C to $+ 50^{\circ}\text{C}$
- Supply Voltage 12 or 24 VDC

- 2.4 Distribution Amplifier ในกรณีที่ในกรณีที่จำเป็นต้องขยายสัญญาณ ที่ระดับสัญญาณไม่เพียงพอในการขยายสัญญาณให้ได้ Output Level ตามความต้องการ ให้ใช้ Distribution Amplifier ขยายสัญญาณ

Technical Data

- Gain	36 dB
- Noise Figure	≤ 6 dB
- Maximum Output Level	114 dBuV
- Input/Output Impedance	75 OHMS
- Attenuator	0-22.5 dB
- Supply Voltage	180 - 265 VAC

- 2.5 ในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนของระบบเสาอากาศที่รวม ผู้รับจ้างต้องจัดหาชุด Channel Converter เพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณโทรทัศน์เป็นช่องที่เหมาะสม และไม่มีสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (Interference) โดย Channel Converter ของแต่ละช่องสัญญาณต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้.-

Channel To IF Frequency Converter

- Input Frequency Range	.One TV Channel
- Output Frequency Range	33.15-40.15 MHZ
- Gain	9.5+1.5 dB
- Max. Noise Figure	9.5 dB
- Min. Output Level	106 DBV
- Operating Voltage	24+0.5 VDC
- Input/Output Impedance	75 OHMS

IF Frequency to Channel Converter

- Input Frequency Range	33.15-40.15 MHZ
- Output Frequency Range	One TV Channel
- Gain	4.5+2 dB
- MAX. Noise Figure	10 dB

- MIN. Output Level 108 DBV
- Operating Voltage 24+0.5 VDC
- Input/Output Impedance 75 OHMS

IF Modulator

ใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณทีวี และสัญญาณเสียงให้เป็น IF Carrier

Technical Data

Input	Video	Sound
Input Frequency	50 Hz-7 MHz (Video)	50 Hz-15 KHz
	50 Hz-5 Mhz (Video + Sound)	
Output if Carrier	38.9 MHz	38.9 MHz
Output Level (Adjustable)	75-90 dBuV	75-90 dBuV
Soung/Vision Ratio	-10 dB	-10 dB

- 2.6 Power Supply Unit เป็นชนิดที่ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต ซึ่งมี Rectifier ที่ให้ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้อนไปยัง Channel Amplifier ทั้งหมด Power Supply Unit นี้ต้องสามารถจ่ายกระแสได้เพียงพอแก่ Amplifier ทั้งหมดที่ใช้ในระบบ และต้องมีวงจรป้องกันไฟตก-ไฟเกิน และ Short circuit สามารถทำงานได้เป็นปกติตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่เกิดความเสียหาย รวมอยู่ในตู้โลหะมีฝาปิด และมีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

Technical Data

- Mains Voltages 230V, 50-60 Hz
- Output 12 VDC+1%, 5 A MAX.
24 VDC+2%, 2.5 A MAX.
- Rated Input Power 125 VA or 100W
- Ripple \leq 30 MV Peak-to-Peak
- Temperature Range 0°C to 45°C

2.7 AV to RF Modulator

ใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณภาพและเสียงแบบสเตอริโอให้เป็น RF แบบชนิดช่องสัญญาณคู่ มี Modulator Vestigial sideband, และรองรับระบบเสียงแบบ NICAM

Technical Data

Video Channel A/B

Input level	1 Vss/ +/-0.4V
S/N (CCIR 405-1)	=>57dB typ. 59dB

Audio Channel A/B

Output frequency range	40 – 15000 Hz
S/N	typ. 55dB
Audio level	+5dB to -9dB
Distortion	Min 0.6% typ. 0.3%

Modulator

Output frequency range	45 – 862 MHz
Output level	Loop 74 – 89 dBuV, single 84 – 99 dBuV
Thru loss	=<1.5dB
Connector	RF F-type
AV input	BNC / Cinch
	Test pattern generator

- 2.8 การติดตั้งชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องเป็นแบบ Rack Mounting หรือ ลักษณะคล้ายคั้งกันรวมอยู่ในตู้โลหะมีฝาปิดและมีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

3. จานรับสัญญาณดาวเทียม

ตัวจานประกอบด้วยแผ่น Aluminium Reflector คุณภาพสูงติดตั้งบนเสาเหล็กชุบ Galvanized โดยสามารถปรับมุม และทิศทางได้สะดวกพร้อมอุปกรณ์จับยึดจานให้อยู่ตำแหน่งถาวรเมื่อปรับทิศทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว ชุดของ Feed Horn ต้องมีทั้ง Vertical และ Horizontal

Technical Data

-	Input Frequency	3.7-4.2 GHz (C-Band)
-	Output Frequency	950-2150 MHz
-	Size of Disk	3.0 M
-	Gain	38 dB Minimum (C-Band)
-	Polarity	Linear; Circular
-	Noise Figure (25°C)	30 K
-	Output Impedance	75 OHMS
-	Operating Temperature	0-60°C

4. Satellite Receiver

ระบบรับสัญญาณดาวเทียมจัดหาเพื่อรับสัญญาณจาก THAICOM 5 รับช่อง 3,5,7,9,NBT และ TPBS หรือตามที่แบบระบุ ชุดรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องเป็นชนิด Rack-Mounted รับได้ทั้งสัญญาณ Vertical และ Horizontal สามารถรับสัญญาณได้ทั้งแบบอนาล็อก และดิจิตอล

Technical Data

-	IF Input	950-2150 MHz
-	Audio Sub-Carrier	Stereo
-	Input Level	47-70 dBuV
-	Output Frequency	470-862 MHz (PAL)
-	Output Level	90-100 dBuV
-	Operating Temp	10-50°C
-	Power Supply	220/230V + 10% 50 Hz

5. ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-Offs and Splitters or Distribution Boxes)

ชุดแยกสัญญาณ (Tap-Offs) และชุดกระจายสัญญาณ (Splitters or Distribution Boxes) เป็น Passive Equipments ชนิด Directional Coupler คุณสมบัติของอุปกรณ์เหล่านี้ต้องทำให้ได้สัญญาณที่จุดรับต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนด

Tap-Off	1-2 Taps	3-4 Taps
Tap Loss (dB)	13	15
Through Loss (dB)	2	4
Directional Isolation (dB)	≥ 25	≥ 25
Splitter	2 Ways	3-4 Ways
Through Loss (dB)	4	8
Isolation (dB)	≥ 20	≥ 20

Technical Data ข้างต้นใช้ที่ความถี่ UHF หรือที่ความถี่ 5-862 MHz

6. เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets)

- 6.1 เต้าเสียบสำหรับจ่ายสัญญาณให้แก่เครื่องรับวิทยุ-โทรทัศน์ โดยทั่วไปเป็นแบบ Flush Mounting ในกล่องโลหะที่เหมาะสม จุดจ่ายสัญญาณโทรทัศน์บรรจุในกล่องและมีฝาครอบปิด (Cover-Plate) ขึ้นเดียว
- 6.2 เต้าเสียบที่ใช้ อาจเป็นชนิด Loop-Through Network (Loop-Wired System) หรือ Tap-Off Network ได้ โดยต้องใช้เป็นชนิดเดียวกันทั้งโครงการและมีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเพื่อความสมบูรณ์ของระบบอย่างครบถ้วน
- 6.3 ในกรณีที่กำหนดให้เต้าเสียบเป็นแบบติดลอย (Surface Mounting) เต้าเสียบนั้นต้องมีกล่องบรรจุเฉพาะที่สวยงามเหมาะสมกับการติดลอย
- 6.4 เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ โดยทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากระดับพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร
- 6.5 เต้าเสียบต้องทำด้วยพลาสติกทนความร้อนแบบ Wall Plug โดย Output Impedance ที่เต้าเสียบนี้มีค่าประมาณ 75 OHMS และเต้าเสียบนี้ต้องมีวงจรป้องกันการรั่วไหลของไฟฟ้า AC

7. สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable)

สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น Coaxial Cable, 75 OHMS, สำหรับสายที่เดินภายในห้องพัก และร้านค้า Coverage(Shield) $\geq 90\%$ เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงสัญญาณ VHF และ UHF ได้ และเหมาะกับการร้อยในท่อโลหะ การคำนวณขนาดของสายตัวนำสัญญาณให้คิดที่สัญญาณ UHF โดยค่าความสูญเสียของสัญญาณต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนด

	Main (RG11)	Branch (RG6)
Inner Conductor	Copper Clamp Steel	
Dia. (mm)	1.63	1.02
Dielectric	Polyethylene	
Outer Conductor	Cu-Braid / Al-Foid	
Outer Cover (Jacket)	PE (Indoor/Outdoor)	PVC (Inhouse)
Impedance	75 Ohms \pm 5%	
Attenuation Per 100 m at 700 MHz (dB)		
AT 5 MHz	<0.9 dB	<1.6 dB
50 MHz	<2.8 dB	<4.1 dB
600 MHz	<10.1dB	<14.8 dB
862 MHz	<12.4 dB	<19 dB
2150 MHz	<20.4dB	<29.7 dB

8. การติดตั้ง

- 8.1 เส้าและสายอากาศนี้ ให้ติดตั้งไว้บนหลังคาของอาคารในตำแหน่งที่สามารถรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีส่งได้มากที่สุด ทั้งนี้ต้องเป็นตำแหน่งที่ได้รับการบกรวนจากเส้นแรงแม่เหล็กโลกน้อยที่สุดด้วย เส้าอากาศนี้ต้องยึดติดกับฐานไว้อย่างมั่นคงแข็งแรง และต้องไม่อยู่ใกล้สายไฟฟ้าซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเกินกว่า 250 โวลท์ การต่อสายต้องใช้อุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อการต่อสาย Co-Axial Cable โดยเฉพาะ
- 8.2 Power Supply Unit และ Channel Amplifier ให้บรรจุไว้ด้วยกันใน Cabinet ทั้งหมดนี้ต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ใกล้เส้าอากาศมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการซ่อมบำรุงเป็นสำคัญ นอกจากนี้ให้เตรียมที่ว่างไว้สำหรับการติดตั้ง Channel Amplifier เพิ่มเติมในอนาคตได้อีกอย่างน้อย 4 ชุด (เตรียมไว้สำหรับ Cable TV หรือสัญญาณดาวเทียม)
- 8.3 Cabinet จะเป็นแบบที่สามารถตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเอง หรือติดตั้งกับผนังก็ได้ ทำด้วยแผ่นเหล็กที่มีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร ซึ่งจะเชื่อมเป็นรูปร่างมีขนาดบรรจุได้ทั้ง Power Supply Unit พร้อมทั้ง Channel Amplifier สำหรับทุกช่องที่ออกอากาศในกรุงเทพมหานคร นอกจากนี้ต้องมีช่องว่างมากพอที่จะทำการบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก Cabinet นี้ต้องมีประตูพร้อมด้วยกุญแจเปิด-เปิดได้ ด้านหลังของประตูต้องมี Nameplate List สำหรับบอกรายละเอียดของอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายใน

ทั้งหมดติดตั้งด้วยตัว Cabinet นี้เคลือบด้วยสังกะสีโดยผ่านกรรมวิธีที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ แล้วทาหรือพ่นสีทับสองชั้นสีนี้ต้องเป็นแบบแห้งช้า ตำแหน่งและสถานที่ที่จะติดตั้ง Cabinet นี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

- 8.4 Protection System การติดตั้งเสาและสายอากาศทีวี ให้ติดตั้งอยู่ในแนว Protection ของสายล่อฟ้าของตัวอาคาร หากไม่สามารถจัดหาตำแหน่งดังกล่าวได้ ผู้ติดตั้งต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าเพื่อป้องกันการผ่าลงเสาและสายอากาศทีวี โดยประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวเข้ากับสายตัวนำที่อยู่บนอาคาร ทั้งนี้การติดตั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 8.5 Grounding สายดินนี้ต้องเป็นสายทองแดง เดินไปต่อเข้ากับระบบ Grounding จุดที่ใกล้ที่สุด
- 8.6 สายสัญญาณโดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ การวางสายในรางสาย (Wireway) อาจกระทำได้ถ้าได้รับอนุมัติ จากผู้คุมงานและเป็นสถานที่ซึ่งเข้าถึงรางสายได้สะดวก โดยคุณสมบัติของท่อและรางสายให้เป็นไปตาม ข้อกำหนดในหมวดที่ว่าด้วย "ท่อร้อยสายและอุปกรณ์วางสาย"
- 8.7 เต้าเสียบจ่ายสัญญาณโดยทั่วไปให้ติดตั้งสูงจากระดับพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร
- 8.8 ชุดแยกและกระจายสัญญาณ ให้บรรจุในกล่องโลหะที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี โดยเลือกขนาดของ กล่องให้เหมาะสม และให้ยึดกล่องนี้กับโครงสร้างอาคารในตำแหน่งที่กำหนดในแบบ หรือในตำแหน่งที่สมควร
- 8.9 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Riser Diagram แสดงรายละเอียดการติดตั้ง พร้อมคำนวณค่าสัญญาณที่เต้าเสียบสัญญาณจุดใกล้และไกลที่สุดจากเสาอากาศ เพื่อให้ได้ค่าสัญญาณออกที่เต้าเสียบจ่ายสัญญาณตามที่กำหนดเพื่อประกอบการพิจารณาขออนุมัติด้วย
- 8.10 การติดตั้งอื่น ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ

9. การทดสอบระบบ

- 9.1 ตรวจสอบ Output Signal Level ทำการตรวจสอบในขณะที่มีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ทุกช่องที่รับได้ในเขตนั้นต้องจัด Output Signal Level ที่ Outlet ได้ในช่วง 60-80 dB ทุก ๆ Channel
- 9.2 ตรวจสอบการเดินสายและการเข้าสายของวัสดุ และอุปกรณ์ว่าถูกต้องเรียบร้อยตามแบบแสดงตำแหน่งและการคำนวณการสูญเสียของสัญญาณ
- 9.3 ทดสอบความมั่นคงแข็งแรงของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ได้รับการติดตั้งในระบบเสาอากาศทีวีรวมทั้งหมด

หมวดที่ 12 ระบบโทรศัพท์

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะ และการติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ทั้งหมดเพื่อให้การใช้งานโทรศัพท์มีความสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประการ โดยมีขอบข่ายครอบคลุม ดังนี้-

- 1.1 ตู้สาขาโทรศัพท์ (Private Automatic Branch Exchange : PABX)
- 1.2 ชุดพนักงานรับสาย (Attendant Console หรือ Operator Console)
- 1.3 แผงกระจายสายรวม (Main Distribution Frame : MDF)
- 1.4 สายโทรศัพท์ ตลอดจนอุปกรณ์การเดินสาย เฉพาะส่วนที่กำหนดในแบบ
- 1.5 เดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดอย่างครบถ้วนตามกำหนดในแบบ
- 1.6 จัดหาและติดตั้งกล่องพักสายโทรศัพท์ทุกส่วน (Telephone Terminal Cabinet)
- 1.7 จัดหาและพร้อมทั้งติดตั้งตัวรับโทรศัพท์ทั้งหมด
- 1.8 ทดสอบระบบจ่ายสายโทรศัพท์ภายในโครงการร่วมกับผู้ติดตั้งตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์อื่น ๆ
- 1.9 จัดหาและติดตั้งระบบต่อลงดิน

รวมทั้งได้ระบุครอบคลุมถึงการให้บริการเกี่ยวกับการตรวจสอบ และซ่อมบำรุงหลังการติดตั้ง

2. แผงกระจายสายรวม

2.1 แผงกระจายสายรวมสามารถแยกออกได้ 2 ตอนดังนี้.-

- ก. แผงกระจายสายตอนที่หนึ่ง สำหรับพักสายทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ต้องเป็นชนิดที่สามารถเสียบปลั๊กเพื่อแยกสายออกได้ทุกคู่สาย
- ข. แผงกระจายสายตอนที่สอง สำหรับพักสายที่มาจากสายองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และ สายของเครื่องภายในต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า เมื่อใดก็ได้ที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย และมีจำนวนเพียงพอตามกำหนดในแบบ

2.2 อุปกรณ์ประกอบต้องเป็นดังนี้.-

- ก. อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า ต้องเป็นชนิดหลอดบรรจุก๊าซ สามารถนำกระแสไฟฟ้าลงดินได้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่า 230 โวลท์ หรือเกินกว่าที่ตู้สาขาโทรศัพท์จะรับได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ทั้ง Common Mode และ Differential Mode) โดยอุปกรณ์นี้ต้อง เตรียมไว้สำหรับป้องกันสายด้านที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- ข. แผงกระจายสายต้องเป็นชนิดกระทัดรัด แต่มีความแข็งแรง การเข้าสายและถอดสายสามารถกระทำได้ง่ายโดยเครื่องมือพิเศษ ห้ามใช้แบบสกู๊ตแผงกระจายสายนี้ต้องยึดอยู่บนฐานเฉพาะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ
- ค. เครื่องมือพิเศษที่ต้องเตรียมไว้เพื่อมอบพร้อมกับตู้สาขานี้ต้องมีอย่างน้อยดังนี้.-
- (1) เครื่องมือเข้าถอดสาย
 - (2) ปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบสาย 4 ชุด

3. แผงรวมสาย

อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ยึดถือเช่นเดียวกับแผงกระจายสายรวม ยกเว้นเครื่องมือพิเศษไม่รวมอยู่ในรายการนี้

4. เต้าเสียบโทรศัพท์ตัวผู้ (Telephone Jack)

เต้าเสียบโทรศัพท์ตัวผู้ต้องเป็นแบบ Modular Jack Type ชนิด 4 Pole ตามมาตรฐานสหรัฐอเมริกา ผู้รับจ้างต้องจัดหาเต้าเสียบตัวผู้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 500 ชุด โดยมี Extension Cord ยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตรของแต่ละชุด

5. เครื่องรับโทรศัพท์ (Telephone Set)

- 5.1 เครื่องรับโทรศัพท์ทุกชนิดต้องเป็นแบบกดปุ่ม (DTMF)
- 5.2 เครื่องรับโทรศัพท์ต้องเป็นชนิด Decorative Type
- 5.3 เครื่องรับโทรศัพท์ชนิดสาธารณะจะต้องมีที่หยอดเหรียญ มีขนาดเล็กกระทัดรัด
- 5.4 เครื่องรับโทรศัพท์ในส่วนสำนักงานและส่วนบริการอื่น ๆ เป็นแบบตั้งโต๊ะทั่วไป มีปุ่มเรียกเลขหมายซ้ำ (Redial) และมีดวงไฟสัญญาณ เพื่อแจ้งเตือนให้ทราบว่ามีข้อความฝากอยู่ (Message Waiting Lamp)
- 5.5 เครื่องรับโทรศัพท์ภายในห้องพักของโรงแรมให้เป็นแบบตั้งโต๊ะและมีดวงไฟสัญญาณ เพื่อแจ้งเตือนให้ทราบว่ามีข้อความฝากอยู่ (Message Waiting Lamp)

- 5.6 เครื่องรับโทรศัพท์ภายในห้องน้ำในห้องพักของโรงแรม ให้เป็นชนิดแบบแขวนกับกำแพงหรือผนังห้อง ใช้สำหรับรับสายเรียกเข้าหรือโทรออกได้
- 5.7 จำนวนเครื่องรับโทรศัพท์ต่าง ๆ มีดังนี้.-
- ก. เครื่องรับโทรศัพท์ภายในห้องพัก 400 เครื่อง
 - ข. เครื่องรับโทรศัพท์ภายในห้องน้ำในห้องพัก 400 เครื่อง พร้อมฐานติดตั้งกับกำแพง
 - ค. เครื่องรับโทรศัพท์แบบตั้งโต๊ะทั่วไป 100 เครื่อง (สำหรับส่วนสำนักงานและส่วนบริการ)
 - ง. เครื่องโทรศัพท์สาธารณะ 10 เครื่องพร้อม Booth

6. ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าจะต้องประกอบด้วย

- 6.1 Input Voltage 220 VAC, Single Phase, 50 Hz. (จากวงจรฉุกเฉิน)
- 6.2 Output Voltage 48 หรือ 24 VDC
- 6.3 Standby Seal Lead Battery มีขนาดซึ่งสามารถ Service ให้กับระบบโทรศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง กรณีไฟฟ้าดับ
- 6.4 Battery Charger ซึ่งสามารถ Maintain ให้ Battery Full Charge ได้ตลอดเวลา

7. สายโทรศัพท์และอุปกรณ์เดินสาย

- 7.1 สายโทรศัพท์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย และต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำสายไม่ต่ำกว่า 0.65 มิลลิเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 7.2 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่นให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิด TPEV จำนวนคู่สายตามกำหนดในแบบ โดยเดินจาก MDF ไปยัง PABX และ Attendant Console
- 7.3 สายโทรศัพท์เป็นชนิด 4 Conductors สำหรับคู่สายโทรศัพท์ 1 Line

8. การติดตั้ง

- 8.1 ถ้ามิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายโทรศัพท์ชนิดดังต่อไปนี้ในสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้ (อาจใช้สายที่มีคุณภาพเทียบเท่าได้)
 - ก. สาย Alpeh Sheathed Cable ให้เดินใน Underground Duct ร้อยในท่อหรือในรางเดินสาย เพื่อติดตั้งนอกอาคาร

ข. สาย TPEV ให้เดินระหว่าง MDF และ Terminal Box ใน Wireway หรือ Ladder หรือ Conduit ภายในอาคาร

ค. สาย TIEV-4C ให้เดินระหว่าง Terminal Box และ Outlet

8.2 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

9. การทดสอบและการให้บริการ

9.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ตามที่ผู้คุมงานหรือคณะกรรมการที่ได้รับการแต่งตั้งมีความเห็นชอบ

9.2 ต้องจัดให้มีการบริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย เพื่อการบำรุงรักษาตู้สาขาอย่างสม่ำเสมอเป็นระยะเวลา 12 เดือน และให้เสนอลักษณะการบริการ และราคาต่อปีสำหรับระยะเวลาหลังจากหมดการประกันแล้วด้วย

10. การฝึกอบรม

ต้องจัดให้มีการอบรมกับพนักงานรับสาย เจ้าหน้าที่บำรุงรักษา หรือคณะกรรมการของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการที่ได้รับการแต่งตั้งขึ้นให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หมวดที่ 13 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉินนี้ต้องเป็นระบบ Non-Coded, Presignal ระบบการรับส่งสัญญาณเข้าสู่ส่วนกลาง (Control Panel) ให้เป็นแบบ Supervised Multiplex Data Communications พร้อม กับระบบ Close-Loop Initiation Circuit, Individual Zone Supervision, Individual Audio and Visual Signal Circuit Supervision ระบบสัญญาณแจ้งเหตุอย่างน้อยที่สุดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-

- ก. Central Fire Alarm Control Panel (FCP)
- ข. Remote Terminal Unit (RTU)
- ค. Local and Remote Graphic Annunciators
- ง. Manual Stations and Alarm Key Switches
- จ. Smoke Detectors or Heat Detectors
- ฉ. Alarm Bells (or Horns or Speakers -ถ้ามี)
- ช. Fireman Communication System
- ซ. 17" LCD with Keyboard and Printers
- ณ. อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของระบบ และทำให้ระบบทำงานได้
- ญ. อุปกรณ์อื่นๆ ที่แบบระบุให้มีการใช้ร่วมกับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2. มาตรฐาน

สายสัญญาณและอุปกรณ์การเดินสาย พร้อมทั้งวิธีการติดตั้ง ให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, 72 และกฎ การไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้งานเกี่ยวกับระบบการตรวจจับและรับ-ส่งสัญญาณจะต้องได้รับการยอมรับโดยได้ UL Listed

3. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบ Presignal System ให้เป็นดังนี้ เมื่อมีการแจ้งเหตุโดย Manual Station หรือการตรวจจับ สัญญาณจาก Detectors ที่ชั้นใดหรือโซนใด ๆ ระบบจะแจ้งสัญญาณไปที่ FCP เพื่อให้หลอดไฟของ Annunciator หรือ Remote Annunciator กระพริบพร้อมส่งเสียงสัญญาณเตือนเพื่อให้เจ้าหน้าที่รับทราบ จนกว่าจะกดสวิทช์ Acknowledge เสียงสัญญาณจะเงียบแต่หลอดไฟจะยังคงติดสว่างอยู่นกว่าระบบจะ

กลับสู่เหตุการณ์ปกติ แต่ถ้าไม่มีผู้ใดกดสวิตช์ Acknowledge ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ ภายในระยะเวลาที่กำหนด (0-5 นาที ซึ่งสามารถตั้งได้) จึงส่งสัญญาณเตือนไปขึ้นหรือไซนนั้น ๆ โดยอาจจะรวมถึงขึ้นหรือไซนใกล้เคียงหรือสามารถจัด Program ภายหลังได้และภายในเวลา 5-10 นาทีถัดไปซึ่งสามารถตั้งเวลาได้ ให้ระบบส่งสัญญาณเสียงเตือนทั่วอาคาร (General Alarm) และการส่งสัญญาณเสียงเตือนทั่วอาคารนี้สามารถกระทำได้โดยตรง โดยใช้ Keys Switch ที่ Manual Station เมื่อเจ้าหน้าที่ได้ไปตรวจสอบสถานที่แล้ว หลังจากมีสัญญาณแจ้งเหตุที่แผงควบคุม

ลำดับการทำงานและลักษณะการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และเหตุฉุกเฉินจะเป็นดังนี้.-

- ก. เมื่อ FCP ได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน ดวงไฟสัญญาณของไซนนั้น ๆ จะแสดงขึ้นที่ Annunciator หรือ Remote Annunciator พร้อมทั้งขึ้นรายละเอียดบนจอ CRT พร้อมทั้งเปลี่ยนสีของไซนที่เกิดเหตุบนภาพ Graphic ของผังชั้นนั้น ๆ และทำการบันทึกเข้ายังหน่วยความจำหรือหน่วยเก็บข้อมูลของระบบ Event Printer จะทำการพิมพ์รายละเอียดของการเกิดสัญญาณนั้น ๆ รายงานการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถเรียกจากหน่วยเก็บข้อมูลเพื่อทำการพิมพ์รายงานในภายหลังได้
- ข. Alarm Bells, Horns หรือ Fire Speakers ในบริเวณที่กำหนดหรือบริเวณทั่วไปที่ตั้ง Program ไว้จะทำงาน ตามลำดับของระบบ Presignal
- ค. ในกรณีที่ใช้ Fire Speakers, Alarm Tone จะเกิดขึ้นเป็นเวลานานไม่เกิน 15 วินาที หลังจากนั้นระบบ Automatic Persecuted Voice Message จะทำงานต่อเป็นเวลาตามแต่จะตั้งเวลาไว้ หลังจากครบวงจรแล้ว ระบบดังกล่าวจะไปเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นใหม่เป็นเช่นนี้จนกว่าจะมีการรับทราบจาก Signal Silence Switch ที่ FCP การทำงานของรายการข้างต้น ทำโดยการกำหนดจาก Software ซึ่งจะสามารถแก้ไข รายการต่าง ๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการเดินสายหรือเพิ่มอุปกรณ์อื่น ๆ อีก
- ง. เมื่อระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน ต้องมี Alarm Relay Contact เพื่อส่งสัญญาณให้แผงควบคุมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้
 - แผงควบคุมลิฟท์ทุกตัว เพื่อให้ระบบควบคุมลิฟท์เข้าสู่ภาวะการทำงานฉุกเฉินเนื่องจากเพลิงไหม้
 - แผงควบคุมของ Air Handling Unit ทุกตัว เพื่อให้ AHU หยุดทำงานเป็นไซน ๆ หรือหยุดทำงานทั้งหมด
 - แผงควบคุมของ Pressurized Fan และ Smoke Exhaust Fan ทุกตัว เพื่อให้พัดลมทำงาน
- จ. กรณีที่มีการใช้ระบบควบคุมประตู โดยใช้ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จะต้องส่งสัญญาณและไซนที่ละ Alarm ไปยังแผงควบคุม เมื่อประตูหนีไฟนั้น ๆ ถูกเปิดออก

- จ. เมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เช่น สายสัญญาณขาด หรือลัดวงจร แผงวงจรภายในชำรุด ฯลฯ ให้มีการรายงานในลักษณะเดียวกันกับ ข้อ ก. แต่แสดงด้วยดวงไฟ ต่างกันในลักษณะ Trouble พร้อมทั้งมีสัญญาณเสียงเตือน
- ข. การทำงานของ Switch ต่าง ๆ บนแผง FCP
- Acknowledge Switch จะเป็นการรับทราบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น และจะทำการหยุดเสียงเตือนของสัญญาณนั้น ดวงไฟ LED ที่กระพริบเมื่อเกิดเหตุจะหยุดกระพริบ และจะ สว่างตลอดเวลา กรณีที่สัญญาณแจ้งเหตุชุดที่ 2 ถูกส่งเข้ามาที่ FCP การทำงานจะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับสัญญาณชุดที่ 1 เวลาของการรับทราบเหตุโดยการกด Acknowledge Switch และอื่น ๆ จะถูกบันทึกเข้าหน่วยความจำ พร้อมทั้งรายงานโดย Printer
 - System Switch การทำงานเพื่อให้ระบบและสัญญาณต่าง ๆ Reset เข้าสู่สภาวะปกติ
 - Test Switch การทำงานเพื่อทดสอบระบบ
 - Lamp Test Switch เพื่อทำการทดสอบหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ

4. Manual Voice Paging

เมื่อ Fire Speakers ทำงานตามลำดับการทำงานคือ การส่งสัญญาณ Alarm Tone และ Voice Message แล้วหาก เจ้าหน้าที่ทำการใช้ Speaker Manual Control Switch แล้วจะสามารถทำการแจ้งเหตุโดยการใช้ คำพูดต่าง ๆ ด้วย Push-to-Talk Paging Microphone และสามารถเลือกชั้นหรือโซนที่ต้องการพูดแจ้งเหตุ ซึ่ง จะไม่รบกวนการทำงานของบริเวณหรือโซนอื่น ๆ เมื่อทำการปล่อยปุ่ม Push-to-Talk ของ Microphone Alarm Tone จะกลับคืนการทำงานปกติ

5. Fireman Communication System

ตำแหน่งต่าง ๆ ของ Fireman Telephone และ Telephone Jack ต่าง ๆ จะระบุตามแบบ และจะต้องต่อระบบ เข้า กับ Master Phone ในบริเวณเดียวกับ FCP การทำงานจะเป็นดังนี้.-

- ก. เมื่อทำการเสียบ Handset เข้ายัง Phone Jack หรือการยกชุด Handset ขึ้นจากอุปกรณ์รองรับตาม จุด ต่าง ๆ นอกห้อง FCP แล้วจะทำให้เกิดสัญญาณเสียงที่ Master Phone และมีสัญญาณแสง กระพริบของ LED ที่ Annunciator ซึ่งจะแสดงตำแหน่งโซนโทรศัพท์นั้น เมื่อทำการยก Handset ที่ Master Phone ขึ้นระบบจะทำการต่อการสื่อสารเข้าด้วยกันทันที พร้อมทั้ง Reset สัญญาณเสียงและ แสงเตือน

- ข. ระบบการติดต่อเป็นแบบ Two-Way Communication ที่สามารถสื่อสารระหว่างห้องควบคุมกับ Local Fireman Telephone หรือระหว่าง Local Fireman Telephone ด้วยกันเองโดยผ่านห้องควบคุม และยังสามารถทำการประกาศจาก Local Fireman Telephone ไปยังระบบเสียงประกาศเรียกของอาคาร
- ค. จำนวนและการจัดกลุ่มของ Fireman Telephone เป็นไปตามที่แสดงในแบบ โดยสามารถสื่อสารระหว่าง กลุ่มและข้ามกลุ่มได้

6. ลำดับความสำคัญของระบบ (System Priority)

การทำงานของระบบ จะต้องสามารถจัด Program ความสำคัญต่าง ๆ ได้ดังนี้.-

- ก. ความสำคัญอันดับแรก - ระบบการตรวจจับสัญญาณแจ้งเหตุจาก Detectors
- ข. ความสำคัญอันดับสอง - ระบบตรวจจับสัญญาณจาก Flowswitch
- ค. ความสำคัญอันดับสาม - Panic Alarm Switch

7. อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

- 7.1 Fire Alarm Control Panel (FCP) เป็นแผงควบคุมส่วนกลาง มีหน้าที่ในการควบคุมการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งภายในห้องควบคุมและในสนาม รวมทั้งควบคุมการรายงานเหตุการณ์และสัญญาณเตือนต่าง ๆ อุปกรณ์ที่สำคัญของ FCP ที่ใช้ในการควบคุม ได้แก่ Central Processing Unit พร้อมทั้ง Data Storage Unit และ Power Supply Unit

Recorded Voice Message Unit เป็นหน่วยบันทึกข้อความเสียง ติดตั้งรวมไว้ที่ FCP ซึ่งสามารถบันทึกข้อความได้ไม่น้อยกว่า 3 ภาษา มีความยาวไม่น้อยกว่า 24 วินาที โดยจะทำการส่งข้อความเสียงตามทีบันทึกเก็บไว้ เพื่อให้ข้อมูลและแจ้งวิธีการอพยพออกจากอาคาร ผ่านทางระบบประกาศเรียกฉุกเฉินของระบบเสียงของอาคาร

Printer ที่จัดหาจะให้แบบ Hard-Copy Printout ขนาดความกว้างเท่ากัน 80 ตัวอักษรต่อบรรทัด และเป็นชนิด Pin-Feed Paper, Printer จะต้องเป็นแบบตั้งโต๊ะ โดยจัดเตรียมพร้อมโต๊ะหรือ Printer Console การต่อสายสัญญาณให้เป็นไปตามมาตรฐาน Electrical Industrial Association Standard RS232

Annunciator และ Remote Annunciator เป็นแผงแสดงรายละเอียดของสถานที่เกิดเหตุต่าง ๆ เป็น Graphic ให้ทำด้วยแผ่น Standless ชนิดด้าน (Hair Line) กัดเจาะร่องพร้อมติด LED และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น Acknowledge Switch, Test Switch, Reset Switch เป็นต้น ส่วนชนิดธรรมดาให้เป็นแบบ Window Type ที่แสดงอักษรต่าง ๆ และเป็นชุดประกอบสำเร็จแบบ Modular

Power Supply Unit ประกอบด้วยเครื่องอัดประจุไฟฟ้าให้ Battery และ Battery ชนิดของ Battery ให้เป็น Seal Lead มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี ขนาดเพียงพอให้ระบบทำงานได้เต็มกำลัง ขณะไฟฟ้าดับนาน 24 ชั่วโมง และสภาวะแจ้งเหตุได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที Power Supply Unit จะต้องได้ UL Listed ขนาดแรงดันไฟฟ้าเข้าให้เป็น 1 เฟส 220 โวลท์ 50 เฮิร์ต

LCD with Keyboard เป็นชนิด Colour Monitor 17" เพื่อใช้ในการตรวจสอบ แก้ไข Program ต่าง ๆ เรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ภายในระบบตลอดจนแสดงผลทาง Graphic ทั้งนี้ Software ของระบบต้องสามารถรองรับการสร้างภาพ Graphic แผ่นผังตัวอาคารได้ไม่น้อยกว่า 100 ภาพ

- 7.2 Fireman Communication and Control Center เป็นแผงควบคุมการสื่อสารของ Fireman Telephone ระหว่างห้องควบคุมกับจุดที่ตั้ง Fireman Telephone ต่าง ๆ สวิตช์และหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ ให้เป็นแบบ Modular

ภายในแผงควบคุม จะต้องมียุติเครื่องโทรศัพท์ประจำแผง 1 ชุด พร้อมทั้ง Fireman Portable Telephone จำนวน 6 ชุด

- 7.3 Addressable Peripheral Devices แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ คือ Remote Terminal Unit (RTU) และ Detector or Switch ชนิดกำหนดตำแหน่งได้ (Addressable)

Remote Terminal Unit (RTU) เป็นหน่วยรับ-ส่งสัญญาณ Digital Signal จาก Detector หรือ Switch แล้วแปลงเป็น Multiplexing Signal ส่งไป SFCP เพื่อต่อไปยัง FCP อีกครั้ง และในอีกทางหนึ่ง สัญญาณคำสั่งจาก FCP สามารถส่งไป SFCP เพื่อผ่านไป RTU ให้แปลงเป็น Digital Output ไปใช้สั่งงานต่อไป

RTU จะต้องมียุติ Address-Setting Mean เพื่อกำหนดที่อยู่ของ Detector และ Switch แต่ละตัว Control Module จะต้องเป็นชนิด Supervised Zone เพื่อตรวจสอบการทำงานของ Detector, Switch Loop หรือ Loop ของอุปกรณ์ต่าง ๆ

การติดตั้ง RTU ให้ประกอบอยู่ในกล่องโลหะเฉพาะชนิดติดตั้งกับกำแพงหรือผนัง การเปิดฝากล่องหรือเกิด Power Failure จะต้องส่งสัญญาณแจ้งไปยัง SFCP และ FCP จำนวนของสัญญาณนี้จะไม่นับรวมเป็น Input Signal

Addressable Smoke Detector เป็นชนิดกำหนดตำแหน่งได้แบบ Dual-Chamber Ionization Principle โครงสร้างต้องเป็นแบบเหมาะสมสำหรับติดตั้งฝ้า เพดาน โดยมีฐานที่ตั้งตำแหน่งที่อยู่ได้และเป็นแบบ Twist-Lock Base

Addressable Heat Detector เป็นเช่นเดียวกับ Addressable Smoke Detector แต่ตัวตรวจสัญญาณเป็นชนิดตรวจจับความร้อน

7.4 Conventional Peripheral Devices

Smoke Detector เป็นชนิด Photoelectric ซึ่งจะทำงานเมื่อมีการบังหรือหักเหแสงอันเนื่องมาจากอนุภาคควันเข้าไปยังลำแสง, Detector จะต้องมี Stainless Screen เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปใน Chamber Detector แต่ละตัวจะต้องมี LED เพื่อแสดงสถานะการใช้งานและการทำงาน คือกระพริบขณะปกติและสว่างตลอดเมื่อจับสัญญาณควันได้ มี Coverage Area ไม่ต่ำกว่า 80 ตารางเมตรในพื้นที่สูงไม่เกิน 5 เมตร ฐานให้เป็นชนิด Twist Lock

Heat Detector เป็นชนิด Dual Thermal Element การทำงานมี 2 แบบในตัวเดียวกันคือ Rate of Rise และแบบ Fixed Temperature ชนิด Rate of Rise จะทำงานเมื่อจับสัญญาณเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ 8 องศาเซลเซียส (15 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อนาที ชนิด Fixed Temperature จะทำงานเมื่อตรวจจับอุณหภูมิได้ 57 องศาเซลเซียส (135 องศาฟาเรนไฮต์) หรือ 93 องศาเซลเซียส (200 องศาฟาเรนไฮต์) ตามที่กำหนดในแบบ ทั้งนี้ต้องมี Coverage Area ไม่ต่ำกว่า 80 ตารางเมตร

Manual Pull Station เป็นชนิด Single Action, Non-Coded, Pull Level Type with Key Switch for Presignal or General Alarm โครงสร้างเป็นโลหะหล่อพ่นสีแดง มีแท่งแก้วหรือกระจกครอบ ตัว Key Switch ต้องประกอบสำเร็จมาพร้อมกับตัว Pull Station จากโรงงานผู้ผลิต

Audible Alarm Device เป็นกระดิ่งทำด้วยโลหะหล่อ ทาสีแดง แบบติดผนัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์ สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้เท่านั้น ส่วนสัญญาณแจ้งเหตุฉุกเฉินให้เป็นเสียงที่แตกต่างออกไปและให้ตั้งที่แผงควบคุม FCP หรือ Remote Annunciator เท่านั้น

Ceiling Speaker ลำโพงชนิดติดตั้งเพดานเป็นแบบติดตั้งหรือติดลอยกับเพดานพร้อม Decorative Grill ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 18 cm จำนวนตามที่ระบุในแบบ โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Nominal Power Rating : 6W/100V
- Frequency Response : 100-16,000 Hz
- Sound Pressure Level : 90 dB, 1W/1m
- Input Impedance : 100 Volt
- Matching Transformer : 1/1, 1/2, 1/4 (nominal set at 1/4)

Horn Speaker เป็นลำโพงชนิดติดตั้งผนังหรือเพดาน ใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 20 cm โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Nominal Power Rating : 15W/100V
- Frequency Response : 400-5,500 Hz
- Sound Pressure Level : 104 dB, 1W/1m
- Input Impedance : 100 Volt
- Matching Transformer : 1/1, 1/2, 1/4 (nominal set at 1/1)

Audio Power Amplifier จะต้องได้ UL Listed ขนาดเพียงพอในการขับลำโพงต่าง ๆ ได้

ประตูหนีไฟต่าง ๆ ที่ระบุให้มีการจัดเตรียม Door Switch ให้เป็นชนิด Magnetic Contact

Panic Alarm Switch สำหรับแจ้งเหตุฉุกเฉินเมื่อระบุให้จัดหาตามแบบ ให้เป็นชนิด Flush Mounted หรือ Surface Mounted ชนิด Normally Open Maintain Contact Type การปลด Contact ต่าง ๆ ให้คืนสู่สภาวะปกติ ให้ทำได้โดย Key Setting ฝาปิดต่าง ๆ หรือโครงสร้างของ Switch ให้สามารถป้องกันการกระแทกโดยบังเอิญได้

8. การติดตั้ง

- 8.1 FCP ให้ติดตั้งในห้องควบคุมตามที่แสดงในแบบ โดยจัด Monitor และ Printer ไว้บน Console Table ที่ออกแบบเฉพาะ

- 8.2 สายสัญญาณสื่อสารระหว่าง FCP กับ SFCP หรือ SFCP กับ RTU ให้เป็นชนิด Co-Axial Cable หรือเป็น FR Twisted-Pair with Screen Shield หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

สายไฟฟ้าจากอุปกรณ์ Detector, Switch หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุอื่น ๆ มายังกล่องต่อสายย่อย (F/A Box) ให้เป็นชนิด THW ขนาดของสายที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับอุปกรณ์รับสัญญาณตรวจจับ (Initiating Device) และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับอุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือน (Alarm Device) ทั้งนี้รหัสสีของสายที่ใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นดังนี้

	<u>Positive</u>	<u>Negative</u>
- Alarm Bell	สีน้ำเงิน	สีเทา
- Key Switch	สีเหลือง	สีเหลือง
- Manual Pull Station	สีขาว	สีขาว
- Smoke Detector	สีแดง	สีเขียว
- Heat Detector	สีแดง	สีเขียว
- อื่น ๆ	สีดำ	สีดำ

ขนาดและชนิดของท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตามหมวด "ท่อร้อยสายไฟฟ้า" หรือตามที่ระบุในแบบ

- 8.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Riser Diagram แสดงรายละเอียดตัวอุปกรณ์ชนิด และการเดินสายตลอดจนการจัดวางระบบ เพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง

9. การทดสอบและฝึกอบรม

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน UL พร้อมกับยื่นรายการและวิธีการทดสอบเพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการมีความเชี่ยวชาญในการใช้และทดสอบระบบ

หมวดที่ 14 ระบบต่อลงดิน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รังวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้.-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า
"หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน"
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
"TSES. 24-1984 การต่อลงดิน"
- National Electrical Code (NEC) Article 250

2. หลักสายดิน (Ground Rod)

- 2.1 หลักสายดินให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (Grounding Resistance) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Ground-Meter
- 2.2 การปักหลักสายดินต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตร เท่า ๆ กัน โดย หลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือตามที่ระบุในแบบ และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี Exothermic Welding
- 2.3 หลักสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกันคือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสื่อสาร

3. สายดิน (Ground Conductor)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ต้องเป็นดังนี้.-

- 3.1 สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Ground) เพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของระบบไฟฟ้านั้นตามตาราง ที่ 1

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

ตารางที่ 1

ขนาดสายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Ground)

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน.....แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร)	
	ตัวนำทองแดง	ตัวนำอลูมิเนียม
15	2.5	4
20 ถึง 40	4	6
50 ถึง 70	6	10
80 ถึง 100	10	16
200	16	25
400	25	35
500	35	50
800	50	70
1,000	70	95
1200 ถึง 1,600	95	120
2,000	120	185
2,500	185	300
3,000	240	300
4,000	240	300
5,000	400	600
6,000	400	600

4. ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (Isolated Ground)

- 4.1 ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีสายดินแยกจากสายดินทั่วไป ตามที่กล่าวในข้อ 3
- 4.2 สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ขนาดตามที่ระบุในแบบ สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักสายดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับหลักสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

5. การติดตั้งและการทดสอบ

- 5.1 ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดิน ให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน
- 5.2 การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้น ๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาฟท์สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้
- 5.3 สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุก ๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- 5.4 การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

หมวดที่ 15 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1. ความต้องการทั่วไป

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารในโครงการนี้ ให้ใช้ระบบดั้งเดิม (Conventional System) โดยอุปกรณ์และการติดตั้งระบบต้องเป็นไปตามรายละเอียดและตามที่ระบุในแบบ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงดังต่อไปนี้.-

- มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
“มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า”
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
“TSES 12-1980 มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารและสิ่งปลูกสร้างประกอบอาคาร”
- National Fire Protection Association (NFPA) No. 78
- British Standard (BS)
- International Electrotechnical Commission (IEC) 61024-1-2

2. ความต้องการด้านเทคนิค

- 2.1 หลักรายดิน (Ground Rod) ให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว ยาว 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 ต้นขึ้นไปจนกว่าจะได้ค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์มในแต่ละจุด
- 2.2 ตัวนำลงดิน (Down Conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้สายตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร เป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนด
- 2.3 ตัวนำบนหลังคา (Roof Conductor) ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ตัวนำบนหลังคา ซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้าให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด เป็นตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร ในกรณีที่ตัวนำบนหลังคาเป็นชนิด Tape ให้เป็น Annealed Bare Copper Tape ขนาดหน้าตัดไม่น้อยกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร
- 2.4 หลักล่อฟ้า (Air Terminal) โดยทั่วไปให้ใช้หลักล่อฟ้าเป็นแท่งทองแดง (Solid Copper) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ยาว 2 ฟุต ติดตั้งที่สูงสุดของอาคารหรือตามระบุในแบบ
- 2.5 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนวให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร ตามแนวและระดับที่กำหนดในแบบ

- 2.6 การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะ ให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า มีวิธีการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะและสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง หรือตัวนำทองแดงกับเหล็กให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding เว้นแต่ในกรณีจำเป็น ให้ใช้วิธีเชื่อมด้วยทองเหลืองโดยใช้แก๊ส
- 2.7 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะ เช่น ท่อน้ำ บันไดเหล็ก เป็นต้น ติดตั้งอยู่ใกล้ระบบป้องกันฟ้าผ่าจะต้องเชื่อมเข้าระบบด้วย

3. การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อ้างถึงข้างต้น โดยต้องบันทึกการวัดค่าความต้านทานของการต่อลงดินทุกจุดเสนอต่อผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 16 การอุดช่องเดินท่อ ช่องเจาะ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (Fire Barrier System)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นแก่บุคคลที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการเกิดเพลิงลุกไหม้จากบริเวณหนึ่งไปยังบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องและทางเดินสายไฟฟ้า จึงกำหนดให้ใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามตามกำหนดใน NEC Article 300-21 และ ASTM

2. คุณสมบัติของวัสดุ

- 2.1 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.4 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.5 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี
- 2.6 ติดตั้งง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ต่ำกว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

3. การติดตั้ง

- 3.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้.-
 - ก. ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนัง พื้น หรือคาน และซาฟท์ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
 - ข. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารในอนาคต
 - ค. ช่องเปิดหรือช่องลอด (Blockout or Sleeve) สำหรับสายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
 - ง. ภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วางทะลุพื้นคอนกรีต ผนังคอนกรีต ซึ่งเป็นผนังทนไฟ เพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 3.2 กรรมวิธีการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

หมวดที่ 17 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในมืงงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของ บริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และ ทาสีจาก โรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามืรอยถลอก ชูด ชีต รอยคราบสนิมจับ และอื่น ๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ชัดถู และทาสีให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ ใกล้เคียงอื่น ๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ใน ความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

- ก. ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อม และตำหนิต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบ และปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและ เศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมัน เคลือบผิวหลง เหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถู หลาย ๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ด หรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
- ข. ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องชุบสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าว ข้าง ต้น

2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทราย แล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดย เด็ดขาด แล้วจึงทาสีรองพื้น

2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อ ๆ ไปได้

3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

ก. สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

ข. สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อให้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 4

4. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการถูกร่อนสูง
- Black Steel Hanger & Support - Black Steel Sheet - Switchboard, Panelboard ซึ่งทำจาก Black Steel Sheet	ชั้นที่ 1 Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- Galvanized Steel Hanger & Support - Galvanized Steel Sheet ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีออลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
- Stainless Steel Sheet - Aluminium Sheet - Light Alloy - Conduit Clamp	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy

หมายเหตุ:- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

5. รหัสสีและสัญลักษณ์

- 5.1 ให้แสดงรหัสสีที่ Clamp ของท่อรอบสาย และท่อร้อยสาย
- 5.2 ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายต้องมีอักษรสัญลักษณ์
- 5.3 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามตารางข้อ 6

6. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

ลำดับ ที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-รางสายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรมืด	CC	น้ำเงิน	ดำ
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SEC	น้ำเงิน	ดำ
8.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP.	ดำ	ขาว
10.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและ สายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
11.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบ ไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
12.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบ ไฟฟ้าฉุกเฉิน	-	งาช้าง	แดง
13.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	-	น้ำตาล	-
14.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	ดำ	-
15.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	เทา	-
16.	Busbar และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ฟ้า	-
17.	Busbar และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-

หมวดที่ 18 Surge Protective Device (SPD)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ Surge Protective Device (SPD) มีจุดประสงค์เพื่อใช้ลดผลกระทบที่เกิดจากสแนม และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอันเป็นผลของการเกิดฟ้าผ่าจากภายนอกอาคาร รวมทั้ง Surge ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาทางสายไฟฟ้ากำลัง หรือจากการเหนี่ยวนำไฟฟ้า

2. มาตรฐาน

SPD จะต้องได้รับการออกแบบ และรับรองตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

3. ความต้องการทั่วไป

SPD ที่ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลังจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- Lightning Current Arrester
- Surge Voltage Arrester

อุปกรณ์ทั้งสองข้างต้นจะต้องทำงานประสานกันได้ดี โดยให้เพิ่ม Inductance Coil (Decoupling Inductance) เข้าไปด้วยเพื่อให้ระบบทำงานสอดคล้องสมบูรณ์ขึ้น

4. ความต้องการทางเทคนิค

4.1 Lightning Current Arrester

อุปกรณ์เป็นประเภท Spark Gap ทำหน้าที่กำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) พร้อมชุด Trigger เพื่อ Discharge High Current และ Indicator แสดงสถานการณ์ทำงาน โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

- | | | |
|----------------------------------|---|-------------|
| - Arrester class | : | Class I / B |
| - Norminal voltage (Un) | : | 230 Vac |
| - * Max. continuous voltage (Uc) | : | 255 Vac |

- Lightning impulse current (10/350 μ s) (Iimp)	:	50 kA
- Nominal discharge current (8/20 μ s) (In)	:	50 kA
- Voltage protection level (Up)	:	< 2.5 kV
- Response time (ta)	:	< 100 ns
- Back up fuse	:	250 AgL
- Follow current extinguishing capability (Ifi)	:	> 25 kArms
- Operating status / Fault indication	:	Green / Red

4.2 Surge Voltage Arrester

อุปกรณ์เป็นชนิด 4 Pole (3+1) ติดตั้ง Arrester ขนาดระหว่าง L-N และ N-PE ทำจาก Metal Oxide Varistor (MOV) ใช้ดักแรงดันเสิร์จ (Surge Voltage) ที่มาจากระบบ Switching และจาก Impulse ของฟ้าผ่า โดยลดระดับของ Voltage Impulse ลงเหลือในระดับที่ปลอดภัย ระบบอาจจะต้องเพิ่ม Decoupling Elements เพื่อให้การทำงานสอดคล้องประสานได้สมบูรณ์ขึ้น โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

- Arrester class	:	Class II / C
- Norminal voltage (Un)	:	230 / 400 Vac
- Rated voltage (Uc) L-N / N-PE	:	275 / 255 Vac
- Nominal discharge current (8/20 μ s) (In)	:	20 kA
- Maximum discharge current (8/20 μ s) (Imax)	:	40 kA
- Voltage protection level (Up)	:	< 1.5 kV
- Response time (ta) L-N / N-PE	:	< 25 / < 100 ns
- Back up fuse	:	125 AgL
- Short Circuit withstand capability with fuse (Ip)	:	25 kArms
- Type	:	Plug-in Module with base
- Operating status / Fault indication	:	Green / Red

4.3 Surge Voltage Arrester

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Voltage) สำหรับระบบ Power Supply 1 Phase ติดตั้งใกล้กับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และอาจจะต้องเพิ่ม Filter เพื่อลดการรบกวนจาก High Frequency Disturbance Voltage โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

-	Arrester class	:	Class III / D
-	Norminal voltage (Un)	:	230 Vac
-	Rated voltage (Uc)	:	250 Vac
-	Norminal current (IL)	:	25 A
-	Nominal discharge current (8/20 μ s) (In)	:	3 kA
-	Maximum discharge current (8/20 μ s) (Imax)	:	10 kA
-	Voltage protection level (Up) L-N / L-PE,N-PE	:	< 1250 V / < 1500 V
-	Response time (ta) L-N / N-PE	:	< 25 / < 100 ns
-	Back up fuse	:	25 AgL
-	Type	:	Plug-in Module with base
-	Operating status / Fault indication	:	Green / Red

4.4 Impulse Counter

ให้จัดเครื่องนับ Surge เพื่อบันทึกจำนวนครั้งของการเกิด Discharge ของ Lightning Current Arrester คุณสมบัติทางเทคนิคดังนี้

-	Operating threshold for surge current Is	:	> 1 kA with rise time of 8...10 μ s
-	Operating threshold for impulse train t	:	> 1 s
-	LCD indicator	:	electronic counter 0...99
-	Power supply	:	9V battery, exchange cable

5. การติดตั้ง

อุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องติดตั้งอยู่ในตู้หรือกล่องแยกต่างหากจากแผงไฟฟ้าอื่น ๆ โดยมีป้ายแสดงชนิดของอุปกรณ์ติดตั้งให้เห็นอย่างชัดเจน กล่องจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อรับแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะอุปกรณ์ทำงาน และจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตได้ทดสอบให้การรับรอง

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดระบบการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์มีความสมบูรณ์ และพร้อมจะรับเหตุต่าง ๆ ที่
จะเกิดขึ้นตามการออกแบบ

หมวดที่ 19 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า (Circuit Measuring Device)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า สำหรับระบบจ่ายไฟ ตามที่กำหนดในแบบ จนสามารถใช้งานได้ถูกต้องและสมบูรณ์ ตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการ

2. มาตรฐาน

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้านี้ จะต้องได้มาตรฐานตาม UL, VDE หรือมาตรฐานเทียบเท่า

3. ความต้องการทั่วไป

3.1 สามารถวัดสัญญาณได้อย่างน้อยดังนี้

3.1.1 สำหรับตู้ไฟฟ้าหลัก : A, V, kW, KWH, KVAR, Kvarh, KVA, PF, Hz, Harmonic

3.1.2 สำหรับตู้เมนไฟฟ้าย่อย : A, V,

3.2 สามารถแสดงข้อมูลที่วัดได้ ในลักษณะของรูปคลื่น (Waveform) ได้

3.3 สามารถวัดค่าสูงสุด และต่ำสุด (Max/Min) ของสัญญาณ รวมถึงค่า Peak Demand และบันทึกข้อมูลเก็บไว้ได้

3.4 มีหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ แม้ในกรณีไฟดับ

3.5 สามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องวัดได้ และทำให้ระบบขยายออกไปได้ โดยเชื่อมต่อผ่าน Standard Communication Port RS485

3.6 สามารถเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS) ได้

3.7 สามารถเชื่อมต่อกับ Personal Computer และจัดเตรียม Software ที่ช่วยในการจัดการข้อมูล

3.8 จัดหา 21" LCD with PC and Printer และติดตั้งไว้ที่ห้องควบคุมหรือกำหนดไว้ตามแบบ

4. ความต้องการทางด้านเทคนิค

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า จะต้องมีคุณสมบัติทางด้านเทคนิค ดังต่อไปนี้

Input Voltage	:	230 VAC \pm 10%
Input Frequency	:	50 Hz
Temperature Operating	:	-20 to 60°C
Accuracy of Measurement	:	Not More Than 1% Error
Harmonic Response	:	13 th Harmonic or More
Auxiliary Contact	:	2 Universal I/O

5. การติดตั้ง

การติดตั้งเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบ และทำการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดมาตรฐาน จนสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

7. การอบรมการใช้งาน และบำรุงรักษา

7.1 ผู้รับจ้างต้องอบรม และแนะนำวิธีการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง

7.2 ผู้รับจ้างต้องให้คู่มือการปฏิบัติการ และบำรุงรักษาอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 4 ชุด แก่ผู้ว่าจ้างก่อนส่งมอบงาน

หมวดที่ 20 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1. วัตถุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้จะต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.1	<u>Distribution Transformer (Oil Immersed)</u> Teparak Ekarat Thai Maxwell Thai Trafo Tira Thai Chroenchai QTC	Local Local Local Local Local Local Local
2.2	<u>Low Voltage Circuit Breaker</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens Moeller Mitsubishi Fuji Schneider Electric ABB	USA USA USA Germany Germany Japan Japan Thailand/China Italy
2.3	<u>Panelboard</u> Cutler-Hammer GE Square-D Siemens Mitsubishi ABB Schneider Electric Moeller Fuji Electric	USA USA USA Germany Japan Italy Thailand/China Germany Japan
2.4	<u>Contacting and Control Relay</u> Siemens Fuji Mitsubishi Schneider Electric	Germany Japan Japan France

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ต.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.5	ABB Finder	France Italy
	<u>Surge Arrester</u>	
2.6	Dehr Schneider Electric Phoenix Contact Socomec	Germany France Germany France
	<u>Low Voltage Current Transformer and Potential Transformer</u>	
2.7	Celsa Gossen Crompton Cutler-Hammer Siemens Fuji Mitsubishi Schneider Electric	Spain Germany UK USA Germany Japan Japan France
	<u>High Voltage Current Transformer and Potential Transformer</u>	
2.8	ABB KWK Schneider Electric Siemens	Finland Germany France Germany
	<u>Switch and Outlet</u>	
	MK Panasonic Legrand Bticino Schneider Electric Crabtree	UK Local France Italy Australia UK

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.9	<u>Telephone Outlet</u> Legrand Hitachi MK Panasonic Bticino Schneider Electric	France Japan UK Japan Italy Australia
2.10	<u>Telephone Terminal</u> Bell 3M Quante Krone Nortern Telecom Pouyet	USA USA Germany Germany Canada France
2.11	<u>MATV System</u> Wisi Hirschmann Kathrein Maspro Philips Portenseigne	Germany Germany Germany Japan Netherland France
2.12	<u>MATV Cable</u> Wisi TFC Hirschmann Kathrein Maspro	Germany USA Germany Germany Japan
2.13	<u>Luminaire</u> Philips Delight X-Trabrite	Local Local Local

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	EYE	Japan
	Luso	Local
	GE	USA
	Metrolite	Local
	WE-EF	Local
	Panasonic	Japan
	Holophane	USA
	ERCO	Germany
	Sylvania	USA
	Bega	Germany
	Bryant	Local
	Optex	Local
	Zumtobel	Germany
	Litex	Local
	Vinic	Local
	Sill	Germany
	Lanex	Local
	Noral	Sweden
	Ligman	Local
	Endo	Local
2.14	<u>Battery Light</u>	
	Delight	Local
	Sunny	Local
	Max Bright - CEE	Local
	Safeguard	Local
2.15	<u>Battery Unit for Emergency Light</u>	
	Panasonic	Japan
	GS	Japan
	Yausa	Japan
2.16	<u>Lamp</u>	
	GE	USA
	Osram	Germany
	EYE	Japan
	Toshiba	Japan

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.17	Philips Sylvania Panasonic <u>Lamp Holder</u>	Netherland & Local USA Japan
2.18	GE BJB Vossloh Panasonic Philips <u>Ballast</u>	USA Germany Germany Japan Netherland
2.18/1	May & Christ Schwabe EYE Philips MK Vosloh GE Osram <u>Electronic Ballast</u>	Germany Germany Japan Netherland & Local Local Germany & Local USA Germany
2.18/2	Econo-Watd AE Dyno Linear Osram Philips Sylvania Motorola <u>Electronic Transformer</u>	Local Local Local Local Germany Netherland USA USA
	Osram Philips Sylvania	Germany Netherland USA

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.19	<u>Starter</u> Osram Toshiba Phillips Sylvania	Germany Japan Local USA
2.20	<u>Capacitor for Lighting</u> Electronicon PED Phillips Vossloh Atco	Germany France Netherland Gemany Germany
2.21	<u>Conduit (Metalic)</u> Panasonic TAS RSI PAT ABSO Arrow Pipe UI	Local Local Local Local Local Local Local
2.21/1	<u>Conduit (Non Metalic)</u> Clipsal FRE Eflex GRE TAP ท่อน้ำไทย ตราช้าง	Australia Canada Local Local Local Local Local
2.22	<u>Wireway & Cable Tray</u> SCI TST BSM	Local Local Local

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
	SMC	Local
	TAS	Local
	Asefa	Local
	TIC	Local
	UI	Local
2.23	<u>Power & Control Cable</u>	
	Phelpsdodge	Local
	Thai Yazaki	Local
	Bangkok Cable	Local
	MCI	Local
	CTW	Local
2.24	<u>Fire Resistance Cable</u>	
	Prysmian	UK
	Nexan	France
	Studer	Switzerland
	Draka	UK
2.25	<u>Telephone Cable</u>	
	Phelpsdodge	Local
	Thai Yazaki	Local
	Bangkok Cable	Local
	GEC	Local
	CTW	Local
2.26	<u>Data Cable</u>	
	Panduit	USA
	Belden	USA
	Pouyet	France
	Northern Telecom	Canada
	Avaya	USA
	Alcatel	Belgium
	Mod-Tap	USA
	Olex	Australia
	Amp	USA

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.27	3M Krone Schneider Electric <u>Data Terminal</u> Pouyet Northern Telecom Avaya Alcatel Mod-Tap Amp 3M Krone Schneider Electric	USA Germany Australia France Canada USA Belgium USA USA USA Germany Australia
2.28	<u>Data Outlet</u> Pouyet Northern Telecom Avaya Alcatel Mod-Tap Amp 3M Krone Schneider Electric	France Canada USA Belgium USA USA USA Germany Australia
2.29	<u>Fire Alarm System</u> Edward Johnson Control Pyrotronic Kidde Notifier Cerberus Honeywell Simplex	USA USA USA USA USA Switzerland USA USA

เลขที่โครงการ : 15-014

20 ส.ค. 58

ชื่อโครงการ : อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

แก้ไขครั้งที่ 0

ระบบ : ไฟฟ้า และสื่อสาร

Item	Equipment	Country of Original Manufacturer
2.30	<u>Fire Barrier System</u> 3M KBS Abesco Hilti Tremco	USA Germany UK USA USA
2.31	<u>Low Voltage Main and Distribution Board Manufacturer</u> Asefa PMK E.S. International Siam Industry SMD SCI TIC	Local Local Local Local Local Local Local

TYPICAL DETAILS

โครงการ

อาคารกิจการนักศึกษา และนันทนาการ ตำบลในเมือง

อำเภอเมืองจังหวัดนครราชสีมา

งานวิศวกรรมระบบไฟฟ้า และสื่อสาร

รายละเอียดแสดงการติดตั้ง : ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

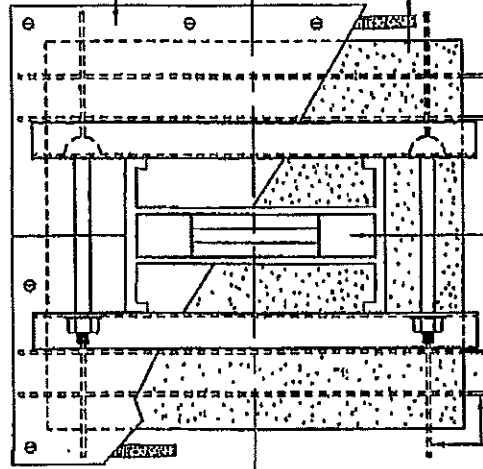
ลำดับ	ชื่อแบบ	ชื่อรายละเอียด
1.	TDEFB001	FIRE BARRIER FOR BUSDUCT IN ELECTRICAL SHAFT
2.	TDEFB002	FIRE BARRIER FOR BUSDUCT IN ELECTRICAL SHAFT
3.	TDEFB003	FIRE BARRIER FOR WIREWAY IN ELECTRICAL SHAFT
4.	TDEFB004	FIRE BARRIER FOR WIREWAY IN ELECTRICAL SHAFT
5.	TDEFB005	FIRE BARRIER DETAIL FOR CONDUIT OR STEEL PIPE
6.	TDELG003	CABLE TO GROUND ROD BY EXOTHERMIC WELDING
7.	TDELG004	CABLE TO CABLE BY EXOTHERMIC WELDING
8.	TDELG005	CABLE TO LUG OR BUS BY EXOTHERMIC WELDING
9.	TDELG010	WELDING CONNECTION FOR COPPER TAPE GROUND CONDUCTOR
10.	TDELG011	BAR TO STEEL SURFACE GROUNDING CONNECTION
11.	TDELG012	BUSBAR TO BUSBAR GROUNDING CONNECTIONS
12.	TDELG014	COPPER TAPE FITTING
13.	TDELG018	LIGHTNING PROTECTION SYSTEM CONDUCTOR FITTING
14.	TDELG020	GROUNDING TEST BOX
15.	TDELG022	DOWN CONDUCTOR TO GROUND ROD
16.	TDELG024	COPPER TAPE FITTING
17.	TDEID001	RECESSED DOWNLIGHT LUMINAIRE INSTALLATION DETAIL
18.	TDEID004	PANEL BOARD INSTALLATION
19.	TDEID006	TYPICAL CONDUIT RUN UNDER SIDE OF BEAM
20.	TDEID007	CABLE DIVIDING BOX DETAIL
21.	TDERW001	WIREWAY FOR SIZE UP TO 200 x 100 mm
22.	TDERW002	WIREWAY FOR SIZE 300 x 100 mm OR LARGER
23.	TDERW003	CABLE TRAY FOR SIZE 300 x 100 mm OR LARGER
24.	TDERW005	WIREWAY CONNECTOR
25.	TDERW006	CABLE TRAY CONNECTOR
26.	TDERW010	MULTIPLES CONDUIT SUPPORT
27.	TDEHP003	DETAIL OF RISER POLE
28.	TDECD002	TYPICAL TWO-WIRE REMOTE CONTROL SYSTEM

รายละเอียดแสดงการติดตั้ง : ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ลำดับ	ชื่อแบบ	ชื่อรายละเอียด
1.	TDEFB001	FIRE BARRIER FOR BUSDUCT IN ELECTRICAL SHAFT
2.	TDEFB002	FIRE BARRIER FOR BUSDUCT IN ELECTRICAL SHAFT
3.	TDEFB003	FIRE BARRIER FOR WIREWAY IN ELECTRICAL SHAFT
4.	TDEFB004	FIRE BARRIER FOR WIREWAY IN ELECTRICAL SHAFT
5.	TDEFB005	FIRE BARRIER DETAIL FOR CONDUIT OR STEEL PIPE
6.	TDELG003	CABLE TO GROUND ROD BY EXOTHERMIC WELDING
7.	TDELG004	CABLE TO CABLE BY EXOTHERMIC WELDING
8.	TDELG005	CABLE TO LUG OR BUS BY EXOTHERMIC WELDING
9.	TDELG010	WELDING CONNECTION FOR COPPER TAPE GROUND CONDUCTOR
10.	TDELG011	BAR TO STEEL SURFACE GROUNDING CONNECTION
11.	TDELG012	BUSBAR TO BUSBAR GROUNDING CONNECTIONS
12.	TDELG014	COPPER TAPE FITTING
13.	TDELG018	LIGHTNING PROTECTION SYSTEM CONDUCTOR FITTING
14.	TDELG020	GROUNDING TEST BOX
15.	TDELG022	DOWN CONDUCTOR TO GROUND ROD
16.	TDELG024	COPPER TAPE FITTING
17.	TDEID001	RECESSED DOWNLIGHT LUMINAIRE INSTALLATION DETAIL
18.	TDEID004	PANEL BOARD INSTALLATION
19.	TDEID006	TYPICAL CONDUIT RUN UNDER SIDE OF BEAM
20.	TDEID007	CABLE DIVIDING BOX DETAIL
21.	TDERW001	WIREWAY FOR SIZE UP TO 200 x 100 mm
22.	TDERW002	WIREWAY FOR SIZE 300 x 100 mm OR LARGER
23.	TDERW003	CABLE TRAY FOR SIZE 300 x 100 mm OR LARGER
24.	TDERW005	WIREWAY CONNECTOR
25.	TDERW006	CABLE TRAY CONNECTOR
26.	TDERW010	MULTIPLES CONDUIT SUPPORT
27.	TDEHP003	DETAIL OF RISER POLE
28.	TDECD002	TYPICAL TWO-WIRE REMOTE CONTROL SYSTEM

STEEL COVER PLATE

FIRE BARRIER MATERIAL

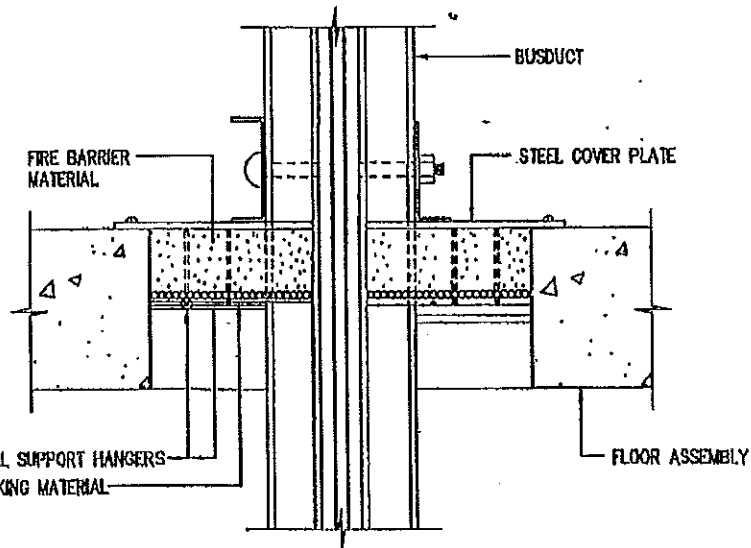


BUSDUCT

STEEL SUPPORT HANGERS



PLAN



BUSDUCT

FIRE BARRIER MATERIAL

STEEL COVER PLATE

STEEL SUPPORT HANGERS
PACKING MATERIAL

FLOOR ASSEMBLY

SECTION A

EEC Engineering Network Co., Ltd.

CAD FILE: TDEFB001

REV: DATE:

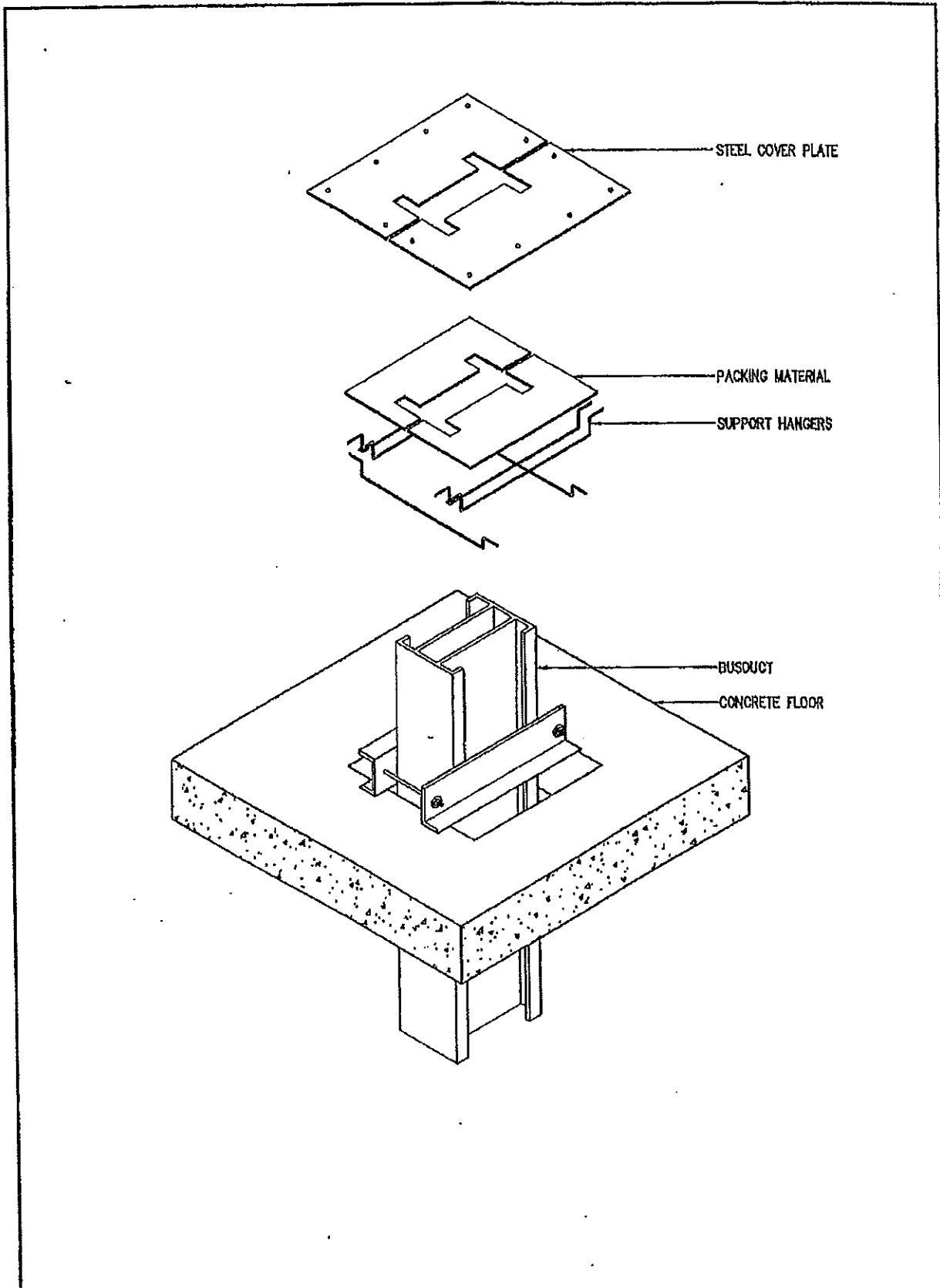
CHECKED BY:

SHEET NO.

1



FIRE BARRIER FOR BUSDUCT
IN ELECTRICAL SHAFT



EEC Engineering Network Co., Ltd.

CAD FILE: 1DEFB002



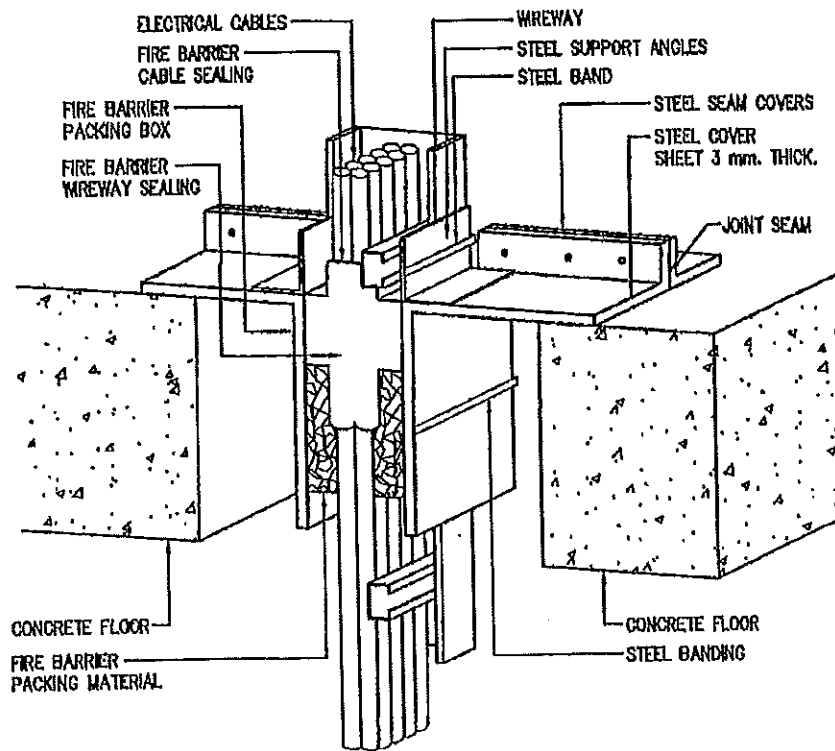
FIRE BARRIER FOR BUSDUCT
IN ELECTRICAL SHAFT

REV: DATE:

CHECKED BY:

SHEET NO.

2



EEC Engineering Network Co., Ltd.

CAD FILE : TDEFB003

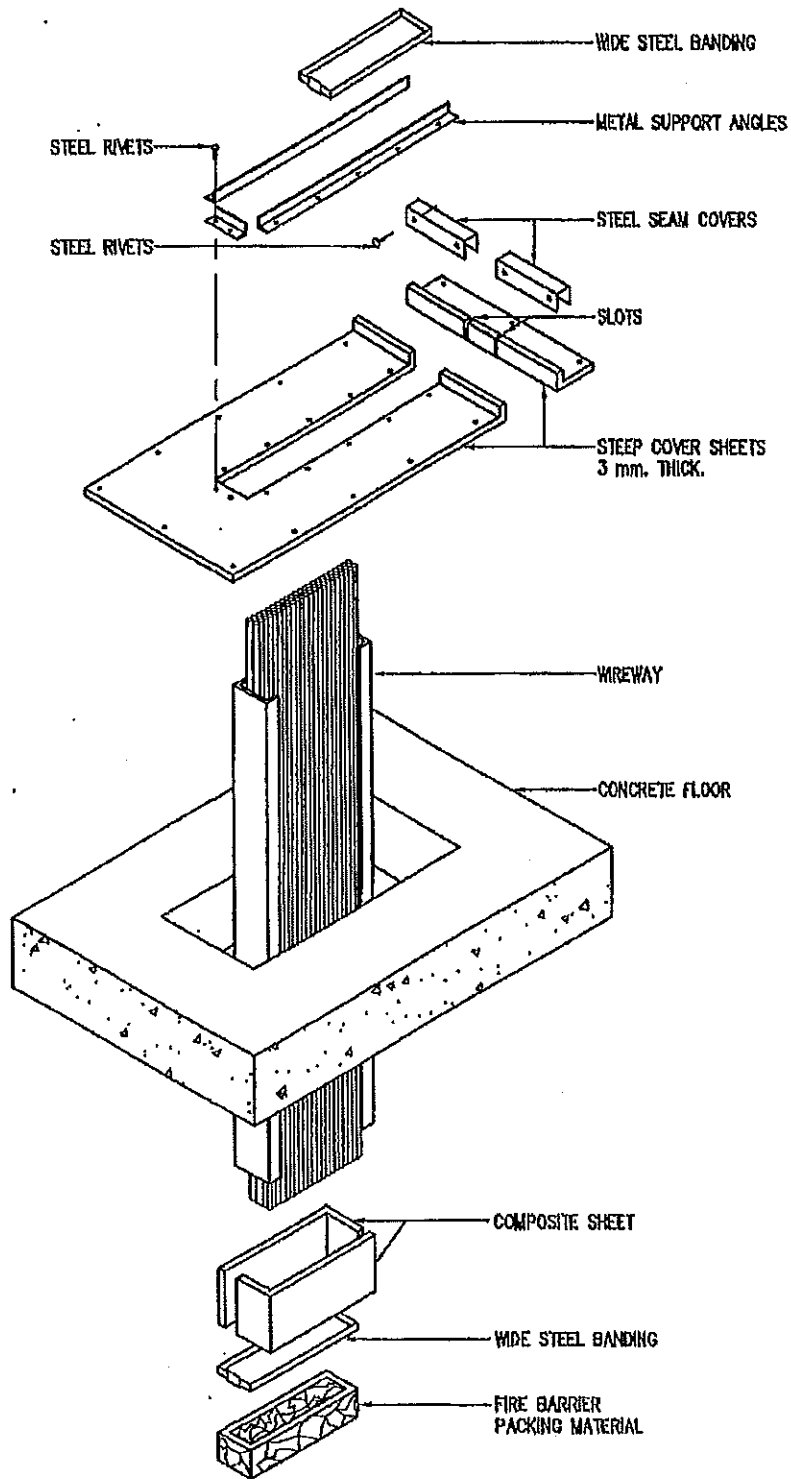
REV: DATE:

CHECKED BY :

SHEET NO. **3**



FIRE BARRIER FOR WIREWAY
IN ELECTRICAL SHAFT



EEC Engineering Network Co., Ltd.

CAD FILE : TDFB004

REV :

DATE :

CHECKED BY :

SHEET NO.

4



FIRE BARRIER FOR WIREWAY
IN ELECTRICAL SHAFT