

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

โครงการออกแบบและปรับปรุงคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์

ออกแบบโดย

ศูนย์นวัตกรรมและการออกแบบและวิจัย

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สารบัญ

หมวด 1	ขอบเขตของงานและเงื่อนไขโดยทั่วไป	3
หมวด 2	แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยและอุปกรณ์	7
หมวด 3	อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสายไฟ	11
หมวด 4	สายไฟฟ้าแรงต่ำ	15
หมวด 5	สวิตช์ไฟฟ้าและเตารับไฟฟ้า	17
หมวด 6	ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ	19
หมวด 7	ระบบแสงสว่างฉุกเฉินอัตโนมัติ และป้ายไฟทางออก	24
หมวด 8	ระบบการต่อลงดิน	26
หมวด 9	สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANCE CABLE)	27
หมวด 10	ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM)	29
หมวด 11	ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)	31
หมวด 12	ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (IP CCTV)	36
หมวด 13	ระบบอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ	42
หมวด 14	ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ (Computer Cabling System)	44
หมวด 15	DIGITAL METER	49
หมวด 16	การทาสีป้องกันผุกร่อนและรหัสสี	50
หมวด 17	วัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติใช้ในโครงการ	53

หมวด 1

ขอบเขตของงานและเงื่อนไขโดยทั่วไป

1. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบมาทำการติดตั้งตามแบบและรายการให้ครบถ้วน พร้อมทั้งทดสอบจนเสร็จเรียบร้อยใช้งานได้ โดย ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร ระบบสัญญาณและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

- ก. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์
- ข. สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า
- ค. ระบบจ่ายและควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้า
- ง. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ
- จ. ระบบพลังงานไฟฟ้าฉุกเฉิน
- ฉ. ระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่าง
- ช. ระบบสายสื่อสารคอมพิวเตอร์
- ซ. ระบบโทรศัพท์
- ฌ. ระบบรักษาความปลอดภัย
- ญ. ระบบต่อลงดิน
- ฎ. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ฏ. ระบบป้องกันไฟและควันลาม
- ฐ. ระบบและอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ตามที่กำหนดในแบบและข้อกำหนด

2. กฎข้อบังคับ

วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบไฟฟ้า ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่หนึ่งที่ได้ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งต่อไปนี้

- 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)
- ณ. Deutsche Industrienormen (DIN)
- ญ. International Electrotechnical Commission (IEC)
- ญ. Japanese Industrial Standard (JIS)
- ณ. National Electrical Code (NEC)
- ฐ. National Electrical Manufacturers' Association (NEMA)
- ท. National Electrical Safety Code (NESC)
- ณ. National Fire Protection Association (NFPA)
- ณ. Underwriters' Laboratories, Inc. (UL)
- ด. Verband Deutscher Electrotechniker (VDE)

3. สถาบันตรวจสอบ

ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันดังต่อไปนี้.-

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

4. รายละเอียดวัสดุและอุปกรณ์

ผู้รับจ้าง จะต้องแจ้งรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิด ที่ใช้ในงานติดตั้งในโครงการนี้แก่วิศวกรเพื่อขอ อนุมัติความเห็นชอบก่อนที่จะดำเนินการใด ๆ หากผู้รับจ้างไม่แจ้งหรือระบุรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ไว้ ให้ ถือเป็นสิทธิ์โดยถูกต้องของวิศวกรที่จะเลือกใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ใด ๆ ก็ตาม ที่เป็นไปโดยถูกต้องตรงตามแบบ และ/ หรือรายการประกอบแบบ และผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามความประสงค์นั้น รายละเอียดของวัสดุ หรืออุปกรณ์อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย ชื่อบริษัทผู้ผลิต ชื่อบริษัทตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับสิทธิ์โดยถูกต้องจากผู้ผลิต สมุดคำอธิบายที่แสดงรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุหรืออุปกรณ์นั้น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องแสดงการ เปรียบเทียบระหว่างรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างจะขออนุมัติใช้

5. การประสานงานและการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดเพื่อทำแบบก่อสร้างให้มีความถูกต้องและไม่มีความขัดแย้งกัน และต้องส่งแบบก่อสร้างให้ผู้รับผิดชอบตรวจสอบก่อนดำเนินการก่อสร้าง ผู้รับจ้างต้องกำหนดตารางและรายละเอียดประกอบการประสานงานและการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ อันอาจเป็นผลกระทบต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมด เพื่อลดปัญหาความขัดแย้ง และให้การดำเนินการเป็นไปด้วยดี ไม่มีอุปสรรค

6. การทดสอบ

ผู้รับจ้าง จะต้องทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และระบบต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายใน โครงการนี้ทั้งหมด โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมบุคลากรที่เหมาะสมสำหรับทดสอบอุปกรณ์และระบบนั้น ๆ และจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น ตลอดจนความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบนั้น ๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำรายละเอียดแสดงวิธีการทดสอบ เพื่อขออนุมัติความ เห็นชอบต่อวิศวกรก่อนการดำเนินการทดสอบจริง อย่างน้อย 15 วัน

7. คู่มือการใช้งานอุปกรณ์

ผู้รับจ้าง จะต้องจัดเตรียมคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งฝึกอบรมผู้ว่าจ้าง ให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

8. ขอบเขตของรายการประกอบแบบ

รายการประกอบแบบนี้ ให้มีผลบังคับครอบคลุมถึงวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ ที่ติดตั้งเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบด้วย

9 การส่งมอบงาน

- ก. ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่เป็นเวลา 24 ชั่วโมงติดต่อกัน
- ข. ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบเครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และแน่ใจ ของผู้ว่าจ้าง ว่าเครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ
- ค. รายการสิ่งของต่างๆ ต่อไปนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ.-
 - แบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing) ที่เป็นแผ่นไข 1 ชุด
 - แบบสร้างจริง (As-Built Drawing) ที่เป็นพิมพ์เขียว 3 ชุด
 - แบบสร้างจริง (As-Built Drawing) ที่เขียนด้วย Auto CAD Version 2008 ขึ้นไปและเขียนลงแผ่น DVD จำนวน 3 ชุด

- หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ 3 ชุด ยกเว้นกรณีที่ส่งก่อนแล้วและ
ผู้ว่าจ้างไม่ได้ขอให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม
 - เครื่องมือพิเศษสำหรับการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่ง
มาให้ด้วย
 - อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด
- ง. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

หมวด 2 แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อยและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

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

2. แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้า (Distribution Board)

2.1 แผงสวิตช์กระจายไฟฟ้าเป็นแผงสวิตช์ประธานของ Load แต่ละส่วน โดยกระจายกำลังไฟฟ้าให้แก่แผงสวิตช์ย่อย (Panelboard) ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งมีใช้ทั้งระบบไฟฟ้าปกติ และระบบไฟฟ้าฉุกเฉินตามกำหนดในแบบและรายละเอียดนี้

2.2 ความต้องการทางด้านการออกแบบและการสร้าง

- ก. การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก, ANSI, NEMA หรือ IEC แต่ต้องไม่ขัดกับกฎหรือมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ เพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต S/N
- ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอยที่ผนังหรือตั้งพื้น ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Coded Gauge Sheet Steel หรือเป็นเหล็กชุบ Electro-Galvanized หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าและหาได้ตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ มีประตูปิดเปิดด้านหน้าเป็น 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 ตามที่กำหนดไว้ในแบบ 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 ในอนาคตได้
- 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 การแกะสลักตัวหนังสือกระทำบนแผ่น

พลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

- ข. ผังวงจร แผงสวิตช์ทุกแผง ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ที่ฝาตู้ ซึ่งบ่งบอกถึงหมายเลข วงจร 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 ตามกำหนดในแบบ และ Panelboard Schedule
- ข. Cabinet ต้องเป็นแบบติดลอย ตัวตู้ทำด้วย Galvanized Code Gauge Sheet Steel with Grey Baked Enamel Finish มีประตูปิด-เปิดด้านหน้าเป็นแบบ 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
- ฉ. Nameplate แผงสวิตช์ย่อยต้องบ่งบอกด้วย Nameplate, Nameplate ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสองชั้น ชั้นนอกเป็นสีดำ และชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือ กระทำบนแผ่น

พลาสติก สีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้ว ตัวหนังสือจะปรากฏสีขาว ตัวหนังสือบน Nameplate เป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ

- ข. ผังวงจร ตู้ย่อยทุกตู้ ต้องมีผังวงจรที่อยู่กับตู้ดังกล่าวติดไว้ในฝาตู้ ซึ่งจะบ่งบอกถึงหมายเลข วงจร ขนาดสาย ขนาดของ Circuit Breaker และ Load ชนิดที่บริเวณใดไว้เพื่อสะดวกในการ บำรุงรักษา

- 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 สามารถมองเห็น สวิตช์ได้ชัดเจน 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

- ก. NEMA 1 พับจาก Sheet Steel with Gray-Baked Enamel Finish สำหรับใช้งานติดตั้งภายในอาคารทั่ว ๆ ไป
- 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

หมวด 3

อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดท้าวสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

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

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ต้องการร้อยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนานปานกลาง (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 หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอมไฟแสงสว่าง 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
- 2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้-

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง

- 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 กล่องตัวรับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้.-

- 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 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 และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

- 6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานของวสท., การไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง “ความปลอดภัยทางไฟฟ้า”
- 6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบ การต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุก ๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
ท่อย่อยสายไฟและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ตลอดจนการติดตั้ง ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบหรือที่
หนึ่งที่ได้จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

หมวด 4 สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติ และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ โดยสายไฟฟ้าแรงต่ำต้องผ่านมาตรฐาน มอก. 11-2553 หรือมาตรฐานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

2. ชนิดของสายไฟฟ้าและการติดตั้ง

ถ้าไม่มีกำหนดไว้ สายไฟฟ้าแรงต่ำ ตลอดจนการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ต่อไปนี้

- 2.1 นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในแบบ การเดินสายไฟฟ้าให้ใช้วิธีเดินในท่อร้อยสายไฟที่เดินซ่อนไว้ในฝ้า ผนังผนังหรือพื้นคอนกรีต
- 2.2 สายไฟสำหรับเดินในท่อร้อยสายไฟที่เดินซ่อนไว้ในฝ้าผนังผนังหรือพื้นคอนกรีต ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดียว แบบแกนทองแดงหุ้มด้วยฉนวนโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ และพิกัดอุณหภูมิใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส (THW) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 2.3 สายไฟฟ้าสำหรับเดินในท่อร้อยสายไฟที่ฝังไว้ในดิน หรือสายไฟฟ้าที่เดินฝังไว้ในดินโดยตรง ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดแกนเดียวหรือหลายแกนแบบทองแดงหุ้มด้วยฉนวน และเปลือกนอกโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) ที่มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 750 โวลต์และพิกัดอุณหภูมิใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส (NYY OR MEA type C) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 2.4 สายไฟฟ้าที่ติดตั้งในตำแหน่งอื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้แล้ว ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ National Electrical Code
- 2.5 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรระบบไฟฟ้าที่ไม่ใช้วงจรควบคุม (สายไฟฟ้าสำหรับเปิดปิดดวงโคมไฟฟ้า พัดลม หรืออื่นๆ ไม่ถือว่าเป็นสายไฟฟ้าสำหรับวงจรควบคุม) ต้องมีพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.
- 2.6 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรสายป้อน และสายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยที่ไม่ได้ออกจากแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยเดียวกัน ไม่อนุญาตให้เดินรวมอยู่ในท่อร้อยสายไฟฟ้าเดียวกัน ยกเว้นสายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยที่เดินไปยังอุปกรณ์ หรือดวงโคมไฟฟ้าเดียวกัน
- 2.7 ไม่อนุญาตให้ใช้สายศูนย์และสายดินร่วม สำหรับวงจรย่อยที่ออกจากแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าทุกวงจร
- 2.8 สายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ของระบบโทรศัพท์หรือสายอื่นๆ ของระบบอื่นๆ ต้องเดินในท่อร้อยสายที่แยกจากกัน ห้ามเดินในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน
- 2.9 ห้ามทำการเดินสายไฟฟ้าในระบบวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal) และสายไฟฟ้าในระบบ วงจรฉุกเฉิน (Emergency Circuit) ในท่อเดียวกัน
- 2.10 สายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตร.มม. ต้องเป็นสายไฟฟ้าชนิดตีเกลียว
- 2.11 สีของสายไฟฟ้าในระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย ต้องเป็น ดังนี้

- เฟส A	: สีน้ำตาล
- เฟส B	: สีดำ

- เฟส C : สีเทา
- สาย N : สีฟ้า
- สายดิน : สีเขียวแถบเหลือง

- 2.12 ในกรณีที่สายไฟฟ้าเป็นชนิดที่มีเฉพาะสีดำ ให้แสดงสีของสายไฟฟ้าด้วยเทปพันสายไฟ และ/หรือตัวอักษรที่แสดงเฟสของไฟฟ้า R, Y, B, GND
- 2.13 สายไฟฟ้าที่เดินฝังไว้ในดินโดยตรง ไม่ผ่านพื้นคอนกรีต ถนนหรือบริเวณที่อาจมีสิ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อสายไฟฟ้าได้ ให้ฝังต่ำกว่าระดับดินไม่น้อยกว่า 50 ซม. รองรับด้วยทรายหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. และกลบด้วยทรายหรือดินที่ไม่มีวัสดุที่อาจทำให้เกิดความเสียหาย แก่สายไฟฟ้าหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. แล้วปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 2 นิ้วตลอดแนว
- 2.14 สายไฟฟ้าที่เดินฝังไว้ในดิน กรณีที่ต้องผ่านพื้นคอนกรีต ถนนหรือบริเวณที่อาจมีสิ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อสายไฟฟ้าได้ ให้เดินในท่อร้อยสายไฟ
- 2.15 การต่อสายไฟฟ้าให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย กล่องพักสาย กล่องสวิตช์ หรือกล่องเต้ารับ และต้องเหลือปลายสายไว้ไม่น้อยกว่า 15 ซม.
- 2.16 การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ หรือดวงโคมไฟฟ้าแบบใดๆ ก็ตาม ต้องทำในกล่องต่อสายของอุปกรณ์ หรือภายในดวงโคมเท่านั้น
- 2.17 ถ้าไม่มีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การต่อสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ National Electrical Code และที่จุดต่อสายทุกจุดต้องพันด้วยเทปพันสายไฟให้ความหนาไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนสายไฟฟ้าที่จุดต่อนั้นๆ เทป พันสายไฟให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ 3M หรือผลิตภัณฑ์อื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- 2.18 การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังไว้ในดินให้ต่อกันด้วยสลักต่อสาย พันทับด้วยเทปพันสายและหุ้มด้วยสารที่สามารถกันความชื้นและน้ำได้อย่างสมบูรณ์
- 2.19 ไม่อนุญาตให้ต่อสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายไฟ และในรางเดินสายไฟฟ้าทุกชนิด
- 2.20 ผู้รับจ้าง ต้องตรวจวัดค่าความต้านทานของฉนวนของสายไฟฟ้าทั้งหมดเมื่อวัดเทียบกับสายดิน และระหว่างสายไฟฟ้าด้วยกัน แล้วทำรายงานสรุปผล การตรวจวัดเสนอต่อวิศวกรเพื่อให้ความเห็นชอบ ค่าความต้านทานของฉนวนของสายไฟฟ้าเมื่อวัดเทียบกับสายดิน และระหว่างสายไฟฟ้าด้วยกัน ต้องมีค่าไม่น้อย 0.5 เมกะโอห์ม ที่ 500 โวลต์

หมวด 5
สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ และ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

- 2.1 สวิตช์ไฟฟ้าจะต้องออกแบบ ประกอบ และทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60669-1 และ มอก. 824-2531
- 2.2 สวิตช์ไฟฟ้าจะต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลท์ ชนิดติดตั้งฝังเรียบในผนังเป็นกลไกแบบกด เปิด-ปิด โดยการกระดกสัมผัส และหน้าสัมผัสต้องเป็นแบบ SILVER CONTACT
- 2.3 สวิตช์ไฟฟ้า ต้องผลิตจากวัสดุ HIGH IMPACT POLYCARBONATE ทนความร้อน ไม่ลามไฟ และทนต่อสี UV (UV RESISTANCE)
- 2.4 สวิตช์ไฟฟ้าพร้อมฝาครอบจะต้องสามารถติดตั้งได้กับแฮนด์ดีบ็อกซ์ ที่มีจัดจำหน่ายในท้องตลาดได้ทุกรุ่น
- 2.5 ฝาครอบพลาสติกจะต้องมีลิฟท์ไสบนหน้าาก เพื่อป้องกันฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรก ระหว่างการติดตั้งอุปกรณ์
- 2.6 สวิตช์ที่ติดตั้งบริเวณที่เปียกชื้นหรือด้านนอกอาคารให้ใช้ฝาครอบแบบกันน้ำ หรือตามแบบระบุ
- 2.7 สวิตช์สำหรับอุปกรณ์ปรับแสง หรือหรี่แสงสว่างต้องสามารถทำงานได้ตั้งแต่ 0-100% และอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, IEC, NEC, TIS
- 2.8 สวิตช์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกับเต้ารับไฟฟ้า
- 2.9 สำหรับสวิตช์หรือไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. ชนิดและขนาดขึ้นกับความเหมาะสมของโหลดที่อยู่

3. เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ และ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบและ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

- 3.1 เต้ารับไฟฟ้าจะต้องออกแบบ ประกอบ และทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60884-1
- 3.2 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลม และแบบแบนใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม
- 3.3 เต้ารับไฟฟ้าจะต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 15 แอมแปร์ 250 โวลท์ หรือสูงกว่า
- 3.4 เต้ารับไฟฟ้าพร้อมฝาครอบจะต้องสามารถติดตั้งได้กับแฮนด์ดีบ็อกซ์ ที่มีจัดจำหน่ายในท้องตลาดได้ทุกรุ่น
- 3.5 เต้ารับไฟฟ้าที่ติดตั้งบริการเปียกชื้น หรือด้านนอกอาคารให้ใช้ฝาครอบชนิดกันน้ำ หรือตามแบบระบุ

- 3.6 เติร์บชนิด Universal เป็นชนิดที่สามารถเสียบได้กับทุกเต้ารับ โดยอุปกรณ์ต้องได้ตามมาตรฐาน UL, NEMA, IEC, NEC, TIS
- 3.7 สีของเต้ารับไฟฟ้าให้ระบุสีดังนี้
- UPS สีแดง
 - Emergency สีเหลือง
 - Normal สีขาว

4. ระบบควบคุมแสงสว่างจากส่วนกลาง(Lighting Control System)

- 4.1 ระบบต้องสามารถควบคุม Relay ได้ไม่น้อยกว่า 256 วงจร และในกรณีที่กำหนดให้ทำ Pattern Control และ/หรือ Group On/Off Control ด้วย จะต้องสามารถควบคุม Pattern หรือ Group ได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 4.2 Relay ที่ใช้ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 20A, 220V AC ยกเว้นที่ใช้กับระบบควบคุมหรือที่ระบุเฉพาะในแบบ
- 4.3 สวิตช์ไฟฟ้าเป็นแบบ Push Button พร้อมหลอดไฟแสดงภาวะการทำงาน (เปิด-ปิด) ภายในตัวเป็นชนิด ติดฝังในผนังพร้อม Coverplate ชนิดเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าธรรมดา ติดตั้งที่ระดับเดียวกันกับสวิตช์ไฟฟ้าธรรมดา
- 4.4 อุปกรณ์ และ Relay ให้ติดตั้งไว้ในกล่องโลหะ โดยติดไว้บริเวณใกล้เคียงกับแผงไฟฟ้า (Panelboard) ของวงจรที่จะควบคุมหรือติดไว้ตามตำแหน่งที่ระบุ
- 4.5 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งแผงสวิตช์ Central Switch Panel และ Central Selector Switch ที่สามารถควบคุมได้ทุกวงจรในห้อง Control Room และจะต้องติดตั้ง Local Switch ตามวงจรที่กำหนดไว้ในแบบ
- 4.6 ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ ได้เช่น SCADA, BAS, AMX, Fire Alarm หรือ Security System โดยผ่าน Dry Contact Output หรือ Protocol Standard เช่น BACNet, ModBus หรือ OPC Server/Client เป็นต้น
- 4.7 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit) เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 4.8 ชุดซอฟต์แวร์ ต้องสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
- สามารถแสดงภาพ Floor Plan ในแต่ละชั้น หรือ พื้นที่ พร้อมสามารถควบคุมและดูสถานะการเปิด-ปิด ได้
 - สามารถตั้งโปรแกรมเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ตามกำหนด รวมถึงสามารถ DIM แสงโคมไฟผ่าน DIMMABLE RELAY CONTROL
 - สามารถกำหนดปุ่มเปิด-ปิด ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group Control)

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของ สายไฟฟ้า

หมวด 6

ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ให้จัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร
- 1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลัสต์ และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต

2. หลอดไฟ

- 2.1 หลอดชนิดมีไส้ (Incandescent Lamp) ให้ใช้ตาม มอก. ขั้วหลอด E 27 ชนิดไส้หรือฝาดตามที่กำหนดในแบบ มีพิกัดใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตหรือตามที่กำหนดในแบบและมีค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- 2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)
 - หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ในสำนักงานหรือพื้นที่อื่นๆ ให้ใช้หลอดตามมาตรฐาน มอก. และมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 10,000 ชั่วโมง
 - หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นชนิดประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง หลอดคอม T8 หรือ T5 ตามที่ระบุในแบบ
- 2.3 หลอด LED หรือ โคม LED มีมาตรฐาน มอก. รองรับและผ่านการทดสอบ IES LM-79, IES LM-80 มีค่า CRI มากกว่า 80 และ THDI น้อยกว่า 15% และต้องมี POWER FACTOR มากกว่า 0.9
- 2.4 หลอดใช้ก๊าซ (Gas-Discharge Lamp) ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบและต้องเป็นชนิด Color Corrected
- 2.5 หลอดคอมแพ็คฟลูออเรสเซนต์ เป็นชนิดขั้วเสียบขนาด 10w, 13w, 18w และ 26w
- 2.6 หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น โดยทั่วไปใช้หลอดสี Cool White

3. บัลลัสต์

- 3.1 บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ต่อไปนี้
 - บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ต้องออกแบบตามมาตรฐาน มอก.1506 ในพิกัดความถี่สูง 25-50 กิโลเฮิร์ตซ์ มีค่าตัวประกอบกำลังวงจรรวมไม่ต่ำกว่า 0.99 มีการจุดหลอดแบบอุ่นไส้ก่อนเป็นไปตามตารางข้อมูลหลอดฟลูออเรสเซนต์ตามมอก. 1713 หรือ IEC60901

- บัลลาสต์จะต้องออกแบบให้ค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรคงที่เมื่อแรงดันขาเข้าเปลี่ยนแปลงอยู่ในระหว่าง 198 โวลต์ ถึง 253 โวลต์ โดยอนุญาตให้ค่าการเปลี่ยนแปลงกำลังไฟฟ้าเข้าวงจรไม่เกินร้อยละ 3
- บัลลาสต์ต้องออกแบบตามมาตรฐานความปลอดภัย มอก.885 หรือ IEC61347-1, IEC61347-2-3 โดยกำหนดให้อุณหภูมิข้างตัวถัง (TC) ไม่ต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส
- ผ่านการรับรองความปลอดภัยด้านคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้า มอก.1955 หรือ EN55015 เพื่อการป้องกันการส่งคลื่นรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งทางด้านสายประธานและการแผ่ในอากาศ
- ค่าความเพี้ยนรวมกระแสขาเข้าไม่เกินร้อยละ 10
- บัลลาสต์ต้องผ่านการรับรองการปฏิบัติตามข้อกำหนดของกลุ่มประเทศยุโรป LOW VOLTAGE DIRECTIVE 73/23/EEC และ 93/68/EEC ตามมาตรฐาน EN61347-1 : 2001 และ EN61347-2-3 : 2001
- บัลลาสต์ต้องผ่านการรับรองการปฏิบัติตามข้อกำหนดของกลุ่มประเทศยุโรป EMC DIRECTIVE 89/336/EEC ตามมาตรฐาน EN55015 : 2000 + A1 : 2000 + A2 : 2002, EN55022, EN61000-3-2/-3 ,EN61547 : 1995 + A1 : 2000, (EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11)
- ในกรณีที่บัลลาสต์ตัดการทำงานในสภาวะผิดปกติของหลอด บัลลาสต์ต้องสามารถทำงานต่อได้โดยอัตโนมัติ เมื่อเปลี่ยนหลอดปกติเข้าไปแทนที่โดยไม่ต้องทำการปิดสวิตช์แรงดันไฟฟ้าขาเข้า
- มีค่าตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสเข้าหลอดไม่เกิน 1.7
- บัลลาสต์ประกอบด้วยสารเคมีต้องห้ามในปริมาณที่กำหนดอยู่ในมาตรฐาน RoHS ของสหภาพยุโรป
- ผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการควบคุมคุณภาพตามมาตรฐาน ISO9001 และ ISO14001
- ผู้ผลิตต้องมีเครื่องบดกรี๊ดโนมิตไม่ใช้สารตะกั่ว และมีเครื่องทดสอบสภาวะแรงดันเกินชั่วขณะตามมาตรฐาน IEC60929 และเครื่องทดสอบการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก.1955 หรือ EN55015 โดยให้ปฏิบัติการสุ่มและส่งผลทดสอบทุก LOT ตามที่มาตรฐาน IEC60929 และ EN55015 กำหนดไว้

3.2 บัลลัสต์แกนเหล็กสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นแบบค่าความสูญเสียต่ำ

Power Factor PF $\geq$ 0.9สูงต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ต่อไปนี้

- อุณหภูมิขดลวดต้องทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 130°C
- Transient เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C62.41A and B
- บัลลาสต์ต้องได้มาตรฐานอุตสาหกรรมไทย (มอก. 13/2521)
- อุณหภูมิการทำงานของบัลลาสต์ต้องไม่เกิน 70°C
- บัลลาสต์ต้องติดตั้งภายในคอมเป็นรูปแบบสำเร็จรูป
- ฉนวนของสายภายในตัวคอมต้องทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 1 kV ทั้งนี้รวมถึง Remote บัลลาสต์ด้วย

- การรับประกันคุณภาพตลอดอายุการใช้งาน 2 ปีเต็ม ในกรณีที่บัลลาสต์เสีย ต้องเปลี่ยนเป็นของใหม่เท่านั้น
- บัลลาสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซ ให้ใช้บัลลาสต์แบบ Inductive ชนิดเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำต่อร่วมกับกะแปซิเตอร์ที่มีขนาด ทำให้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของวงจรสูงกว่า 0.85

3. สตาร์ทเตอร์

สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามข้อกำหนดของ มอก.

4. ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และขั้วรับสตาร์ทเตอร์

- ขั้วรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ชนิด Spring Loaded และ Heavy Duty Type ที่ผลิตตามข้อกำหนดของ มอก.
- ขั้วรับสตาร์ทเตอร์ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามข้อกำหนด มอก. 344

5. กะแปซิเตอร์

- กะแปซิเตอร์สำหรับแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของบัลลาสต์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามข้อกำหนดของ มอก.
- กะแปซิเตอร์ทุกตัวต้องมีตัวต้านทานต่อคร่อมไว้เพื่อเป็นเครื่องปล่อยประจุ

6. ดวงโคมไฟฟ้า

- ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ และ/หรือข้อกำหนด ต่อไปนี้
 - เป็นผลิตภัณฑ์ภายในประเทศที่ผลิตโดยโรงงาน ที่วิศวกรให้ความเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้
 - ดวงโคมต้องทำด้วยเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. สำหรับ ดวงโคมขนาด 60x60 ซม. หรือใหญ่กว่าและหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มม. สำหรับดวงโคมแบบอื่น พับขึ้นรูปเป็นดวงโคมสำหรับใส่หลอดไฟบัลลาสต์-สตาร์ทเตอร์ และอื่นๆ ที่ติดตั้งบัลลาสต์และสายไฟฟ้าต้องทำให้เรียบร้อยมองไม่เห็นบัลลาสต์และสายไฟฟ้าจากด้านล่าง
 - ดวงโคมต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และทำความสะอาดผิวเหล็กจนปราศจากไขมันและน้ำมัน แล้วพ่นทับด้วยสีน้ำมันสีขาวทั้งภายในและภายนอกแล้วอบด้วยกรรมวิธีที่เหมาะสม
- ตัวโคมต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กชนิด ELECTRO-GALVANIZED หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบผิวป้องกันสนิม ด้วยกรรมวิธีทางเคมีที่เหมาะสม แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน (ปกติให้เป็นสีขาว) อย่างน้อย 2 ชั้น
- รูปทรงของโคม ต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักวิธีการ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางแสงสูงสุด และตัวโคมมีความแข็งแรงเพียงพอในการติดตั้ง

- โคมชนิดที่กำหนดให้มีแผ่นกรองแสง (DIFFUSER) ต้องเป็นชนิด PRISMATIC ขึ้นรูปเป็นขนาดที่เหมาะสม และยึดติดกับตัวโคม หรือเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ
- โคมไฟที่ใช้หนากากตะแกรง (LOUVER) กำหนดให้ แผ่นสะท้อนแสงด้านหลังซึ่งยึดติดกับโคมทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวดัดโค้งพาราบอลิ (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM REFLECTOR) ตลอดความยาวตลอด ส่วนตัวหนากากให้มีครีบบตามความยาว หลอดทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมผิวดัดโค้งพาราบอลิ (PARABOLIC MIRROR ALUMINIUM LOUVRE) และครีบบตามขวางทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมมีลายเส้น (PROFILED LAMELLAE) เพื่อลด GLARE
- โคมไฟฟ้าภายในพื้นที่ผลิตที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (โคมกันน้ำ) ตัวโครงทำด้วย Stainless Steel แผ่นครอบสะท้อนแสงทำด้วย Prismatic ช่วยในการสะท้อนแสงยึดด้วย Clip lock ที่ทำด้วย Stainless Steel สายต่อเป็นแบบ ปลั๊กเสียบแบบตัวผู้ตัวเมีย ติดตั้งโคมด้วยวิธีแขวนกับตะขอ Stainless Steel ซึ่งยึดติดอยู่บนเพดาน ดูรายละเอียดการติดตั้งในแบบ
- ดวงโคมสำหรับหลอดชนิดมีไส้ และหลอดใช้ก๊าซให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ และต้องมีห้องภายในดวงโคมสำหรับต่อสายไฟฟ้า
- แผ่นกรองแสง แผ่นกรองแสงสำหรับดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ทั้งหมดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบ ในกรณีที่แผ่นกรองแสงเป็นแบบพลาสติก หรือชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2.5 มม.
- แผ่นสะท้อนแสงจะต้องเป็นชนิดเคลือบเงิน ประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 95% หนา 0.4 มิลลิเมตร

7. การติดตั้งดวงโคม

การติดตั้งดวงโคมต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในแบบและ/หรือข้อกำหนดต่อไปนี้

- ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ติดลอยบนฝ้าเพดานชนิดยิบซัมบอร์ด กระเบื้องกระดาศ หรือวัสดุอื่นที่คล้ายคลึงกัน ห้ามใช้วิธีการติดตั้งโดยให้แผ่นฝ้าเป็นตัวรับน้ำหนักโดยตรง
- ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ติดฝังเสมอเรียบผิวฝ้าเพดาน หรือติดซ่อนไว้ในฝ้าเพดาน ห้ามใช้วิธีการติดตั้งโดยใช้โครงเคร่าของฝ้าเพดานเป็นตัวรับน้ำหนัก ของดวงโคมโดยตรง ให้ใช้วิธีการติดตั้งโดยห้อยดวงโคมจากพื้นเพดานด้วยก้านโลหะที่ไม่เป็นสนิมและสามารถปรับสูงต่ำได้โดยง่าย
- ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์แบบติดห้อยจากฝ้าเพดาน ให้ติดห้อยจากฝ้าเพดานด้วยท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดบางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ½ นิ้ว
- ดวงโคมอินแคนเดสเซนต์ หรืออื่นๆ แบบติดฝังเสมอเรียบผิวฝ้าเพดาน หรือติดลอยบนฝ้าเพดาน ถ้าหากพิจารณาแล้วเห็นว่าน้ำหนักของดวงโคมไม่มีผลทำให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นฝ้าเพดาน ให้ใช้วิธีการติดตั้งโดยให้แผ่นฝ้าเป็นตัวรองรับ น้ำหนักโดยตรงได้
- การติดตั้งดวงโคมชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้แล้ว ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอต่อวิศวกรเพื่อให้ความเห็นชอบ
- การติดตั้งดวงโคมทั้งหมดต้องทำให้ได้แนวทั้งแนวตั้งและแนวนระดับ
- การต่อสายไฟฟ้าเข้าดวงโคมทุกแบบ ต้องทำภายในดวงโคมหรือภายในกล่องต่อสายที่ยึดติดกับดวงโคมเท่านั้น

- ตำแหน่งดวงโคมที่กำหนดไว้ในแบบบางตำแหน่งอาจทำให้ขัดขวาง หรือถูกขัดขวางจากงานติดตั้งของงานในระบบอื่น ดังนั้นผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบประสานงานกับ ผู้รับจ้างระบบอื่นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว และถ้าจำเป็นต้องโยกย้ายตำแหน่งดวงโคม การดำเนินการดังกล่าวต้องได้รับความเห็นชอบและอนุมัติจากวิศวกรก่อน
- นี้อต สกรู และสลักเกลียวที่ใช้ในการติดตั้งดวงโคมต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสี และทุกที่ใช้ให้ใช้ชนิดพลาสติกขนาดไม่เล็กกว่า S7

8. การขออนุมัติ

ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของดวงโคม เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้งทั้งนี้อาจต้องนำตัวอย่างของดวงโคมแสดงตามที่เรียกขอ

2.2 ป้ายไฟทางออก (EXIT SIGN)

- 2.2.1 ตัวโคมให้พับขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสม โดยใช้แผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม มีความหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน
- 2.2.2 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ
- 2.2.3 แบตเตอรี่ใช้ SEALED LEAD BATTERY, 12 VDC สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 2.2.4 ให้มีอุปกรณ์ประกอบ และ INDICATING LAMP อย่างน้อยดังนี้
 - สถานการณ์ประจุแบตเตอรี่ CHARGE
 - สถานะของ INPUT LINE A.C.
 - ON/OFF SWITCH เพื่อเปิด/ปิด การทำงานของเครื่อง
 - TEST BUTTON เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่อง
 - FUSE เพื่อป้องกัน SHORT CIRCUIT หรือ OVERLOAD
- 2.2.5 ให้มีการป้องกันการใช้ประจุ และแรงดันของแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) โดยการตัดการจ่ายแสงสว่างจากโคมไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ไปจนถึงจุดที่เป็นอันตรายสำหรับแบตเตอรี่
- 2.2.6 ป้ายแสดงเครื่องหมาย ให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และ มอก.
- 2.2.7 ต้องให้การรับประกันเครื่อง พร้อมแบตเตอรี่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี

3. การขออนุมัติ

ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของดวงโคม เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้งทั้งนี้อาจต้องนำตัวอย่างของดวงโคมแสดงตามที่เรียกขอ

หมวด 8

ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)

1. ความต้องการทั่วไป

การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าผ่านหรืออุปกรณ์ที่เป็นโลหะและอาจมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ของระบบอื่นๆ เช่น โครงเหล็กค้ำยัน ท่อน้ำ เป็นต้น ต้องต่อลงดิน การต่อลงดินต้องเป็นไปตามแบบ และ/หรือ ตามข้อกำหนด ต่อไปนี้

2. ข้อกำหนด

- วัสดุอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งของระบบการต่อลงดิน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ National Electrical Code ข้อ 250 และ/หรือ การไฟฟ้านครหลวง
- ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อย หรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-95 ของ National Electrical Code และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สายดินที่เดินเชื่อมระหว่างแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าเมน กับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้าย่อยหรือแผงควบคุมอื่นๆ ต้องมีขนาดเป็นไปตามตาราง 250-94 ของ National Electrical Code
- สายไฟฟ้าที่เป็นเส้นดินและเส้นศูนย์ต้องไม่ใช่สายไฟฟ้าเส้นเดียวกัน
- สายดินให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดทองแดงเปลือย หรือสายไฟฟ้าชนิดทองแดงหุ้มด้วย ฉนวนโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride)
- แท่งสายดิน (Ground Rod) ให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 หลักรขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (Grounding Resistance) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Ground-Meter
- การปักหลักสายดินต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตร เท่า ๆ กันโดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือตามที่ระบุในแบบ และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี Exothermic Welding
- หลักสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกันคือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสื่อสาร
- ความต้านทานของระบบเมื่อเทียบกับความต้านทานของดินต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม หากเกินต้องแก้ไขโดยเพิ่มแท่งสายดินจนทำให้ความต้านทานของระบบมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม
- อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น GROUND BAR, GROUND TEST BOX และ GROUND PIT ต้องจัดเตรียมให้ครบตามแบบ และรายละเอียดการติดตั้งให้ใช้ตาม TYPICAL DETAIL ตามข้อกำหนดใน SPEC

3. การทดสอบ

การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

หมวด 9

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Fire Resistance Cable)

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงการจัดหา และการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (Low Smoke, Zero Halogen, Fire Resistance Cable) ตามที่ระบุในแบบและรายละเอียดนี้

2. มาตรฐาน

สายทนไฟต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่น แต่ต้องได้รับการอนุมัติ

3. เทคนิคการผลิต

3.1 สำหรับสายที่มีขนาดต่ำกว่า 6 ตารางมิลลิเมตร ตัวนำเป็นสายทองแดงเส้นเดี่ยว ส่วนสายที่มีขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นสายทองแดงชนิดตีเกลียว (Stranded Wire)

3.2 ฉนวนจะประกอบด้วยเทปทนไฟ (Fire Resistance Tape) เช่น Mica Tape หรือวัสดุทนไฟอื่นพันหุ้มรอบตัวนำทองแดง และชั้นนอกจะหุ้มด้วยฉนวนประเภท Cross-Linked Polyethylene (XLPE) ชนิดพิเศษมีความหมายตาม IEC 502

ในกรณีที่ เป็นสายตัวนำหลายแกน (Multicore Cable) ช่องว่างระหว่างตัวนำแต่ละแกนจะต้องมี Filler เพื่อความแข็งแรงของสาย

3.3 เปลือกหุ้มภายนอก (Outer Sheath) เป็นวัสดุประเภท Polyolefine หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเป็น Low Smoke, Zero Halogen มีความหมายตาม IEC 502

3.4 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟนี้ต้องมี Rate Voltage 600/1,000V มี Maximum Conductor Operating Temperature ที่ 90 °C สำหรับ Continuous Duty และ 250 °C ภายใต้สภาวะ Short – Circuit

3.5 ไม่ทำให้เกิด Corrosive Gases ขณะเกิดเพลิงไหม้

4. คุณสมบัติและมาตรฐานการทดสอบ

4.1 คุณสมบัติด้าน Fire Resistance ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- IEC 331
- IEEE 383
- VDE 0472 Part 814

4.2 คุณสมบัติด้าน Fire Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- IEC 332-3
- IEEE 383
- BS 4066 Part 3

4.3 คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- IEC 332-1
- VDE 0472 Part 804
- BS 4066 Part 1

4.4 คุณสมบัติด้าน Low Smoke and Fumes (LSF) และ Low Smoke and ZERO Halogen (LSOH) ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานต่างๆ ดังนี้

- | | | | |
|-------|--------|---------------|--|
| 4.4.1 | Smoke; | Test Method | <ul style="list-style-type: none"> - 27 m³ Cable Chamber - NBS Chamber |
| | | Test Standard | <ul style="list-style-type: none"> - ASTM D2863 - UITP/APTA Test E4 - London Underground Limited - BS 6724 - IEC 1034 |
- 4.4.2 Halogen Acid Content Measured (Less Than 5% Halogen Acid)
- IEC 754
 - BS 6425 Part 1

4.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอใบรับรองผลการทดสอบคุณสมบัติสายไฟฟ้าชนิดทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ให้วิศวกรพิจารณาประกอบการขออนุมัติ

5. การติดตั้ง

สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ ต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งใช้งานได้โดยการเดินในท่อร้อยสายหรือเดินใน Cable Tray หรือ Wire way

ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดทางด้านเทคนิค Current Ampere Rating ตลอดจน Test Report หรือรายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ผู้ควบคุมงานเรียกขอเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งใช้งาน

หมวด 10 ระบบโทรศัพท์ (Telephone System)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ แรงงาน และอื่น ๆ ทำการติดตั้งระบบโทรศัพท์ ตามที่แสดงไว้ในแบบ และ/หรือ รายการประกอบแบบนี้ อุปกรณ์ต้องติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานและต้องมีการทดสอบระบบ เพื่อให้การใช้งานโทรศัพท์ มีความสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประการ โดยอุปกรณ์สำหรับระบบโทรศัพท์มีดังนี้

- 1.1 สายโทรศัพท์ ตลอดจนอุปกรณ์การเดินสาย
- 1.2 Telephone Terminal Cabinet
- 1.3 เต้ารับโทรศัพท์ทั้งหมดพร้อมสาย Patch Cord
- 1.4 จัดหาและติดตั้งระบบป้องกัน Surge และต่อลงดิน
- 1.5 จัดหาอุปกรณ์อื่นๆหรืองานที่เกี่ยวข้องกับความสมบูรณ์ของระบบโทรศัพท์

2. กฎข้อบังคับ (Regulation Requirement)

ถ้าไม่มีข้อกำหนดไว้ วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์ และ/หรือ CCITT

3. ตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อย (Telephone Terminal Cabinet)

ตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อย ต้องเป็นตู้เหล็กที่ทำด้วยเหล็กแผ่น พ่นรองพื้นด้วยสีกันสนิม ฝาหน้าของตู้ต้องเป็นแบบ เปิด/ปิด และสามารถล็อกได้ การต่อสายโทรศัพท์ภายในตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อยต้องต่อกันด้วยขั้วต่อสายโทรศัพท์ และขั้วต่อสายโทรศัพท์ต้องยึดติดกับแผ่นเหล็กรองรับให้เรียบร้อย

4. เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

- 7.1 ถ้าไม่มีกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับโทรศัพท์ต้องเป็น RJ11 หรือตามระบุในแบบ
- 7.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาเต้าเสียบสำหรับเต้ารับโทรศัพท์ทั้งหมด รวมถึงสาย Patch Cord ยาว 2 ม.

5. สายโทรศัพท์ (Telephone Cable)

ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ สายโทรศัพท์และการติดตั้งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- 5.1 ลวดตัวนำของสายโทรศัพท์ทุกชนิด ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.65 มม. หรือตามระบุในแบบ
- 5.2 สายโทรศัพท์ที่เดินในท่อร้อยสายที่ฝังไว้ในดินต้องเป็นชนิด Foam Skin (Jelly Filled) Cable (AP)

- 5.3 สายโทรศัพท์ที่เดินเชื่อมระหว่างแผงต่อสายโทรศัพท์เมน และตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อยและเดินในท่อร้อยสายหรือรางเดินสายต้องเป็นชนิด TPEV-Cable หรือตามระบุในแบบ
- 5.4 สายโทรศัพท์ที่เดินเชื่อมระหว่างตู้ต่อสายโทรศัพท์ย่อย และเต้ารับโทรศัพท์ และเดินในท่อร้อยสายต้องเป็นชนิด TIEV-Cable หรือตามระบุในแบบ
- 5.5 สายโทรศัพท์ทั้งหมดต้องเดินในท่อร้อย หรือรางเดินสายตามที่กำหนดไว้ในแบบ ท่อร้อยสายและรางเดินสายให้เป็นไปตามข้อกำหนด

6. การรับประกัน และการบริการหลังการขาย

ผู้รับจ้างจะต้องประกันอุปกรณ์ และวัสดุต่าง ๆ อย่างน้อยของระบบโทรศัพท์อย่างน้อย 1 ปี

หมวด 11
ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
(Fire Alarm System)

1. กฎและมาตรฐาน

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์ที่ใช้ทุกชนิด ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ National Fire Protection Association (NFPA) หรือข้อกำหนดของสถาบันอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

2. ข้อกำหนดทั่วไป

- (1) หากมีการกำหนดในแบบ ผู้ว่าจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ และวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในระบบแจ้งสัญญาณเพลิงอัตโนมัติ โดยแบ่งเป็นโซนตามแบบ
- (2) ให้ติดตั้งแผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel, FCP) และอุปกรณ์ต่างๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

3. การทำงานของระบบ

ลำดับการทำงานและลักษณะการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และเหตุฉุกเฉินจะเป็นดังนี้:-

- ก. เมื่อ FCP ได้รับสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน ดวงไฟสัญญาณของโซนนั้น ๆ จะแสดงขึ้นที่ Annunciator หรือ Remote Annunciator พร้อมทั้งขึ้นรายละเอียดบนจอ CRT พร้อมทั้งเปลี่ยนสีของโซนที่เกิดเหตุบนภาพ 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 หยุดทำงานเป็นโซน ๆ หรือหยุดทำงานทั้งหมด
 - แผงควบคุมของ Pressurized Fan และ Smoke Exhaust Fan ทุกตัว เพื่อให้พัดลมทำงาน
- จ. กรณีที่มีการใช้ระบบควบคุมประตู โดยใช้ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ จะต้องส่งสัญญาณและโซนที่ละ Alarm ไปยังแผงควบคุม เมื่อประตูหนีไฟนั้น ๆ ถูกเปิดออก
- ฉ. เมื่อเกิดปัญหาต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เช่น สายสัญญาณขาด หรือลัดวงจร แผงวงจรภายในชำรุด ฯลฯ ให้มีการรายงานในลักษณะเดียวกันกับข้อ ก. แต่แสดงด้วยดวงไฟ ต่างกันในลักษณะ Trouble พร้อมทั้งมีสัญญาณเสียงเตือน
- ช. การทำงานของ Switch ต่าง ๆ บนแผง FCP
- Acknowledge Switch จะเป็นการรับทราบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้น และจะทำการหยุดเสียงเตือนของสัญญาณนั้น ดวงไฟ LED ที่กระพริบเมื่อเกิดเหตุจะหยุดกระพริบและจะ สว่างตลอดเวลา กรณีที่สัญญาณแจ้งเหตุชุดที่ 2 ถูกส่งเข้ามาที่ FCP การทำงานจะเกิดขึ้น เช่นเดียวกับสัญญาณชุดที่ 1 เวลาของการรับทราบเหตุโดยการกด Acknowledge Switch และอื่น ๆ จะถูกบันทึกเข้าหน่วยความจำ พร้อมทั้งรายงานโดย Printer
 - System Switch การทำงานเพื่อให้ระบบและสัญญาณต่าง ๆ Reset เข้าสู่สภาวะปกติ
 - Test Switch การทำงานเพื่อทดสอบระบบ
 - Lamp Test Switch เพื่อทำการทดสอบหลอดไฟสัญญาณต่าง ๆ

4. อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบด้วย

- (1) Remote Terminal Unit (RTU) หรือ Firealarm box
- (2) Annunciator
- (3) Manual Stations and Alarm Key Switches
- (4) Smoke Detectors or Heat Detectors
- (5) อุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของระบบ และทำให้ระบบทำงานได้
- (6) อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ระบุในแบบ ให้มีการใช้ร่วมกับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

- 4.1 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 ไปใช้ใช้งานต่อไป

RTU จะต้องมีการ 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

4.2 Conventional Peripheral Devices

Smoke Detector เป็นชนิด Dual-Chamber Ionization Type โดย Chamber แรกจะตรวจสอบความไวภายในเทียบกับความไวของ Chamber ที่ 2 ซึ่งเป็น Chamber ของควันทะลุไฟการ Ionized ของ Chamber ทั้งสองเกิดจาก Americium 241 โดยมีค่าไม่เกิน 1.0 Microcurie, Detector จะต้องมีการ Stainless Screen เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าไปใน Chamber Detector แต่ละตัวจะต้องมี LED เพื่อแสดงสถานะการใช้งานและการทำงาน คือกระพริบขณะปกติและสว่างตลอดเมื่อจับสัญญาณควันทะลุไฟ ได้ 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 องศาฟาเรนไฮท์) ต่อหน้าที่ ชนิด Fixed Temperature จะทำงาน

เมื่อตรวจจับอุณหภูมิได้ 57 องศาเซลเซียส (135 องศาฟาเรนไฮต์) หรือ 93 องศาเซลเซียส (200 องศาฟาเรนไฮต์) ตามที่กำหนดในแบบ ทั้งนี้ต้องมี Coverage Area ไม่น้อยกว่า 80 ตารางเมตร

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

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

Fire Alarm Speaker กรณีเป็นชนิดติดฝ้าเพดาน ให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร พร้อม Matching Transformer และ Mounting Grill กำลัง 3 วัตต์ โดย Tap ลงมาได้ 1 วัตต์ Sound Pressure Level ที่ 1 กิโลเฮิรท์ วัดไกล 3 เมตร ต้องได้อย่างน้อยที่สุด 70 dB ที่ 1 วัตต์ Input กรณีเป็นชนิด Horn Type ให้เป็นชนิด Wire Range ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร พร้อม Matching Transformer กำลัง 15 วัตต์ และสามารถ Tap ลงมาเหลือ 5 วัตต์ Sound Pressure Level ที่ 1 กิโลเฮิรท์ วัดไกล 3 เมตร ได้อย่างน้อยที่สุด 110 dB ที่กำลัง 1 วัตต์ Input

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 ให้สามารถป้องกันการ กระแทกโดยบังเอิญได้

5. การติดตั้ง

- (1) ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ พร้อมทั้งแบตเตอรี่และเครื่องอัดในแผงควบคุมรวมของอาคาร ตามตำแหน่งที่กำหนด
- (2) สายสัญญาณสื่อสารระหว่าง FCP กับ RTU ให้เป็นชนิด Twisted-Pair with Screen Shield FIRE RESISTANCE หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิต

- (3) สายไฟฟ้าจากอุปกรณ์ Detector, Switch หรืออุปกรณ์แจ้งเหตุอื่น ๆ สายไฟฟ้า ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรส่งสัญญาณเสียง โดยใช้ขนาดตามที่คุณผลิตแนะนำสำหรับระยะทางสาย สายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง สายให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอด เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาดและสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้เรียบร้อย
- (4) ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆ ตามคำแนะนำของผู้ผลิตสาย ให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- (5) ตำแหน่งที่แน่นอนของ Detectors, Manual, Station, Speakers อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง ให้ผู้รับจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อนดำเนินการ
- (6) เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้ว ต้องมีการแก้ไขหรือลง Software เพื่อเชื่อมระบบใหม่เข้ากับระบบเก่าให้เรียบร้อยและทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วน โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย
- (7) ผู้รับจ้างต้องทำการอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง และพนักงานดับเพลิงของกองตำรวจดับเพลิงให้รู้ถึงวิธีใช้ระบบ และอบรมวิธีบำรุงรักษาให้แก่พนักงานของผู้ว่าจ้างด้วย
- (8) ผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ และผลงานการติดตั้งเป็นระยะเวลา 365 วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบระบบมาใช้งาน

6. คุณภาพผลิตภัณฑ์

อุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และต้องได้รับมาตรฐานของ UL Listed

หมวด 12
ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (IP CCTV)

1. ทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- ก. ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบกล้องวงจรปิด (CCTV SYSTEM) แบบ IP CAMERA พร้อมอุปกรณ์ Network และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับดูและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่าง ๆ ตามข้อกำหนดคุณลักษณะด้านเทคนิคและติดตั้งบนโต๊ะหรือ Console ในห้องรักษาความปลอดภัยของอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิด อย่างน้อยประกอบด้วย :-
- กล้องวงจรปิด IP Camera
 - เครื่องบันทึกภาพแบบ NETWORK VIDEO RECORDER พร้อมโปรแกรมบริหารจัดการ
 - ชุดอุปกรณ์ระบบเครือข่าย
 - Client Workstation
 - จอแสดงผลแบบ LED
 - อุปกรณ์สำรองไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (UPS)
 - ตู้ RACK ขนาด 19 นิ้ว
 - สายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบระบบกล้องวงจรปิด

2. ข้อกำหนดด้านเทคนิค

2.1. กล้องวงจรปิดแบบติดตั้งคงที่ติดตั้งภายนอกอาคาร (IP Fix Camera)

- ก. เป็นกล้องวงจรปิดชนิดสี แบบ MEGA PIXEL IP CAMERA
- ข. มีอุปกรณ์รับแสงชนิด CMOS ขนาด 1/3 นิ้ว
- ค. มีความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 2 ล้านพิกเซลโดยมีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1920 x 1800
- ง. เลนส์ที่ใช้เป็นเลนส์สำหรับ กล้อง MEGA PIXEL IP CAMERA โดยเฉพาะ มีขนาด 3-10 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- จ. เป็นกล้องวงจรปิดที่มีระบบการปรับแสงอัตโนมัติ (AUTO IRIS)
- ฉ. มีระบบ DAY/NIGHT MODE โดยปรับระบบเองได้โดยอัตโนมัติ
- ช. สามารถปรับชดเชยแสงด้านหลังได้ (BACK LIGHT COMPENSATION)
- ซ. มีระบบปรับสมดุลสีขาว (WHITE BALANCE) โดยปรับเองได้อัตโนมัติ
- ฌ. สามารถทำ AUTO EXPOSURE (AE) AND GAIN CONTROL (AGC) ได้
- ญ. มีระบบ SHUTTER SPEED สามารถกำหนดเองได้
- ฎ. มีความไวของแสงขณะเป็นภาพสี น้อยที่สุด 0.15 LUX ที่ F 1.4 และภาพขาวดำ ไม่มากกว่า 0.03 LUX หรือดีกว่า
- ฏ. มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 45 dB หรือดีกว่า

- ฐ. สามารถทำ MOTION DETECTION ที่ตัวกล้องได้ไม่ต่ำกว่า 32 DETECTION ZONES
 - ฑ. มีระบบการบีบอัดภาพแบบ DUAL STREAMING สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ คือ H.264 และ MJPEG
 - ฒ. สามารถส่งสัญญาณภาพชนิด H.264 หรือ MJPEG ผ่านระบบเครือข่ายด้วยอัตรา 25 เฟรมต่อวินาที หรือสูงกว่า
 - ณ. สามารถใช้งานร่วมกับ PROTOCOL TFTP, HTTP, RTSP, DHCP ได้
 - ด. มี LAN INTERFACE อย่างน้อย 1 PORT ที่ความเร็ว 100BASE-T ETHERNET
 - ต. มีช่องต่อสัญญาณ ALARM INPUT อย่างน้อย 1 ช่อง และ ALARM OUTPUT อย่างน้อย 1 ช่อง
 - ถ. สามารถใช้งานแบบ POWER OVER ETHERNET (PoE): IEEE 802.3af ได้
 - ท. กรณีที่กำหนดเป็นชนิดใช้งานกลางแจ้ง (OUTDOOR) ให้มีอุปกรณ์หุ้มกล้อง (HOUSING) ทำด้วย ALUMINUM เป็นชนิดปิดทึบป้องกันฝุ่นเข้า มีมาตรฐานการป้องกันไม่น้อยกว่า IP 66 หรือดีกว่า
- 2.2. กล้องวงจรปิดแบบติดตั้งคงที่ชนิดโดมติดตั้งภายในอาคาร (IP DOME CAMERA)
- ก. เป็นกล้องวงจรปิดชนิดสี แบบ MEGA PIXEL IP DOME CAMERA
 - ข. มีอุปกรณ์รับแสงชนิด CMOS ขนาด 1/3 นิ้ว
 - ค. มีความละเอียดของภาพไม่น้อยกว่า 2 ล้านพิกเซล โดยมีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1980 x 1080 พิกเซล
 - ง. เลนส์ที่ใช้เป็นเลนส์สำหรับ กล้อง MEGA PIXEL IP CAMERA โดยเฉพาะ มีขนาด 3-10 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
 - จ. เป็นกล้องวงจรปิดที่มีระบบการปรับแสงอัตโนมัติ (AUTO IRIS)
 - ฉ. มีระบบ DAY/NIGHT MODE โดยปรับระบบเองได้โดยอัตโนมัติ
 - ช. สามารถปรับชดเชยแสงด้านหลังได้ (BACK LIGHT COMPENSATION)
 - ซ. มีระบบปรับชดเชยสี (WHITE BALANCE) โดยปรับเองได้โดยอัตโนมัติ
 - ฌ. สามารถทำ AUTO EXPOSURE (AE) AND GAIN CONTROL (AGC) ได้
 - ญ. มีระบบ SHUTTER SPEED สามารถกำหนดเองได้
 - ฎ. มีความไวของแสงขณะเป็นภาพสี น้อยที่สุด 0.2 LUX ที่ F 1.4 และภาพขาวดำ น้อยที่สุด 0.03 LUX
 - ฏ. มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 45 dB หรือดีกว่า
 - ฐ. สามารถทำ MOTION DETECTION ที่ตัวกล้องได้ไม่ต่ำกว่า 32 DETECTION ZONES
 - ฑ. มีระบบการบีบอัดภาพแบบเป็นแบบ DUAL STREAMING สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ คือ H.264 และ MJPEG
 - ฒ. สามารถส่งสัญญาณภาพชนิด H.264 หรือ MJPEG ที่ความละเอียด 1920 x 1080 ผ่านระบบเครือข่ายด้วยอัตรา 25 เฟรมต่อวินาที
 - ณ. สามารถใช้งานร่วมกับ PROTOCOL TFTP, HTTP, RTSP, DHCP ได้
 - ด. มี LAN INTERFACE อย่างน้อย 1 PORT ที่ความเร็ว 100BASE-T ETHERNET
 - ต. มีช่องต่อสัญญาณ ALARM INPUT อย่างน้อย 1 ช่อง และ ALARM OUTPUT อย่างน้อย 1 ช่อง
 - ถ. สามารถใช้งานแบบ POWER OVER ETHERNET (PoE): IEEE 802.3af ได้

- 2.3. กล้องวงจรปิดแบบติดตั้งคงที่ชนิดโดม 180 องศาติดตั้งภายนอกอาคาร (IP PTZ DOME CAMERA)
- ก. เป็นกล้องวงจรปิดชนิด NETWORK CAMERA แบบเบ็ดเสร็จในตัว
 - ข. มีอุปกรณ์รับแสงชนิด CMOS ขนาด 1/3 นิ้ว
 - ค. สามารถให้ความละเอียดของภาพที่ Full-HDTV 1080P ที่ความละเอียด 1920 x 1080 หรือดีกว่า
 - ง. สามารถเลือกขนาดภาพได้ตั้งแต่ 320X240 จนถึง 1600 x 1200 พิกเซล
 - จ. เลนส์ที่ใช้เป็นเลนส์สำหรับ กล้อง MEGA PIXEL IP CAMERA โดยเฉพาะ มีขนาด 4.3-124 mm ที่ F1.6-4.7 หรือดีกว่า
 - ฉ. เป็นกล้องวงจรปิดที่มีระบบการปรับแสงอัตโนมัติ (AUTO IRIS)
 - ช. สามารถปรับชดเชยแสงด้านหลังได้ (BACK LIGHT COMPENSATION)
 - ซ. มีระบบปรับชดเชยสี (WHITE BALANCE) โดยปรับเองได้อัตโนมัติ
 - ฌ. สามารถทำ AUTO EXPOSURE (AE) AND GAIN CONTROL (AGC) ได้
 - ญ. มีระบบ SHUTTER SPEED สามารถกำหนดเองได้
 - ฎ. มีความไวของแสงขณะเป็นภาพสี น้อยที่สุด 0.2 LUX ที่ F 1.4
 - ฏ. มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 45 dB หรือดีกว่า
 - ฐ. สามารถทำ MOTION DETECTION ที่ตัวกล้องได้ไม่ต่ำกว่า 32 DETECTION ZONES
 - ฑ. มีระบบการบีบอัดภาพแบบเป็นแบบ DUAL STREAMING สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ คือ H.264 และ MJPEG
 - ฒ. สามารถส่งสัญญาณภาพชนิด H.264 หรือ MJPEG ที่ความละเอียด 1920 x 1080 ผ่านระบบเครือข่าย ด้วยอัตรา 25 เฟรมต่อวินาที ที่ขนาดภาพ 1600 x 1200 พิกเซล
 - ณ. สามารถใช้งานร่วมกับ PROTOCOL TFTP, HTTP, RTSP, DHCP ได้
 - ด. มี LAN INTERFACE อย่างน้อย 1 PORT ที่ความเร็ว 100BASE-T ETHERNET
 - ต. มีช่องต่อสัญญาณ ALARM INPUT อย่างน้อย 1 ช่อง และ ALARM OUTPUT อย่างน้อย 1 ช่อง
 - ถ. สามารถใช้งานแบบ POWER OVER ETHERNET (PoE): IEEE 802.3af ได้
- 2.4. เครื่องบันทึกภาพแบบ NETWORK VIDEO RECORDER พร้อมโปรแกรมบริหารจัดการ
- ก. เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (SERVER) ชนิด (RACK SERVER)
 - ข. สามารถรองรับการขยายของจำนวนของกล้อง IP CAMERA ได้ ไม่ต่ำกว่า 60 กล้อง
 - ค. สามารถรองรับกล้อง IP CAMERA ที่มีความละเอียดของกล้อง 5 ล้านพิกเซล ได้
 - ง. สามารถรองรับภาพในการบันทึกเป็นแบบ MJPEG หรือ H.264 หรือดีกว่าได้
 - จ. มีช่องสำหรับเชื่อมต่อระบบเครือข่ายเป็นแบบ 1 GIGABIT RJ45 อย่างน้อย 1 PORT
 - ฉ. มีจำนวนพื้นที่ของฮาร์ดดิสก์ (HDD) ไม่น้อยกว่า 8TB และสามารถต่อขยายได้ไม่น้อยกว่า 4 หน่วย HDD โดยสามารถเก็บข้อมูลต่อเนื่องได้ 30 วัน
 - ช. ช่องเชื่อมต่อ MONITOR สามารถเชื่อมต่อได้เป็นทั้งแบบ VGA และ DVI
 - ซ. ระบบปฏิบัติการ MICROSOFT WINDOWS 7 PROFESSIONAL พร้อม LICENSE หรือดีกว่า
 - ฌ. ผ่านการรับรองมาตรฐาน CE หรือ FCC เป็นอย่างน้อย
 - ญ. เครื่องสามารถเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์บริหารจัดการได้ (CLIENT)

- ก. ระบบสามารถดูภาพโดยการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยดูผ่าน WINDOWS EXPLORER , FIREFOX , APPLE SAFARI , OPERA , GOOGLE CHROME ได้
- ข. ระบบสามารถดูภาพโดยการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตได้โดยดูผ่านมือถือ IPHONE , IPOD TOUCH , BLACKBERRY , WINDOWS MOBILE OS ได้

2.5. ชุดอุปกรณ์ระบบเครือข่าย ประกอบด้วย อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายสำหรับต่อเชื่อมชุดควบคุมระบบและเครื่องคอมพิวเตอร์เครือข่าย

- ก. อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีพอร์ตแบบ 10/100/1000BASE-TX จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- ข. มี POE สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้กับกล้องได้ถึง 8 W ต่อกล้อง เป็นอย่างน้อย
- ค. มี SWITCHING CAPACITY ที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 48 Gbps เป็นอย่างน้อย
- ง. รองรับจำนวน MAC ADDRESS ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 MAC ADDRESS
- จ. อุปกรณ์สามารถรองรับการเพิ่มพอร์ตแบบ 10 GIGABIT ETHERNET ได้ 2 PORT
- ฉ. รองรับการทำงานของ VLAN ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q จำนวนไม่น้อยกว่า 256 VLANs เป็นอย่างน้อย
- ช. รองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.1d (STP), IEEE 802.1w (RSTP) ได้เป็นอย่างน้อย
- ซ. สามารถทำ LINK AGGREGATION ตามมาตรฐาน IEEE 802.3AD ได้
- ฌ. สามารถรองรับการทำงานแบบ IGMP SNOOPING V1, V2 และ V3 ได้เป็นอย่างน้อย
- ญ. สนับสนุนการทำ QUALITY OF SERVICE (QOS) ได้เป็นอย่างน้อย
- ฎ. สามารถกำหนดการส่งผ่านของข้อมูลผ่าน ACCESS CONTROL LISTS (ACL) ได้
- ฏ. รองรับการทำ SECURITY ADMINISTRATOR MODE แบบ SECURE SHELL (SSH) VERSION 2 ได้ เป็นอย่างน้อย
- ฐ. รองรับการทำ SECURITY ตามมาตรฐาน IEEE 802.1X ได้เป็นอย่างน้อย
- ฑ. สนับสนุนมาตรฐานการจัดการ (NETWORK MANAGEMENT) ผ่าน SNMPV1, V2, RMON, CLI (COMMAND LINE INTERFACE), TELNET และ WEB-BASED ได้
- ฒ. อุปกรณ์ทำงานที่แรงดันไฟฟ้าระดับ 220VOLTS ความถี่ 60/50HZ.
- ณ. อุปกรณ์ได้รับมาตรฐาน UL CSA (CSA22.2) , FCC PART15 CLASS A , CB , CE MARK , CE CLASS A เป็นอย่างน้อย

2.6. Workstation for Client

เป็นชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย มีรายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

- ก. หน่วยประมวลผลกลางที่ระดับ Intel® Core i5-6600 3.3GHz or higher
- ข. RAM 4 GB or above
- ค. มีหน่วยประมวลผลภาพชนิด Pcle และมีหน่วยความจำอย่างน้อย 2 GB หรือดีกว่า
- ง. มี Netowrk Interface Card Ethernet 1G bit อย่างน้อย 1 ช่องหรือดีกว่า
- จ. มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 PROFESSIONAL พร้อม LICENSE หรือดีกว่า

2.7. จอแสดงภาพสำหรับระบบ CCTV

- ก. เป็นจอแสดงภาพ Full HD ขนาดของจอที่แสดงภาพได้ไม่น้อยกว่า 32 นิ้ว
 - ข. สามารถแสดงภาพในอัตราส่วน 16:9
 - ค. มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080
 - ง. เป็นจอแสดงผลชนิด LED หรือดีกว่า
 - จ. มีช่องรับสัญญาณภาพชนิด HDMI หรือ DVI-I หรือ VGA หรือดีกว่า
- 2.8. เครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า (UPS) ที่ห้องควบคุม
- ก. เป็นเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยระบบ LINE INTERACTIVE WITH STABILIZER หรือ TRUE ONLINE TRUE ON-LINE มีกำลังไฟฟ้า ตามความต้องการของอุปกรณ์ในระบบทั้งหมด
 - ข. สามารถสำรองไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ในระบบที่เชื่อมต่อกันทั้งหมดได้ ประกอบด้วย NVR, ระบบกล้องทั้งหมด ไม่น้อยกว่า 15 นาที
 - ค. มีระบบตัดการทำงานโดยอัตโนมัติหากใช้ไฟฟ้าเกินกำลัง (OVERLOAD) และไฟฟ้าลัดวงจร (SHORT CIRCUIT)
 - ง. มีระบบแจ้งสถานะการทำงานด้วยเสียง
- 2.9. ตู้ Rack (ขนาด 19 นิ้ว)
- ก. ประตูหน้า (Front Door) จะต้องทำด้วยวัสดุอะคริลิกโปร่งใสสีขาวสามารถเปิด-ปิด ใช้งานได้สะดวกและมีกุญแจป้องกันอุปกรณ์ภายในสูญหายได้
 - ข. มีล้อ 4 ล้อ พร้อมขาตั้งตู้เมื่อไม่ต้องการใช้ล้อ (Stand Type)
 - ค. ตัวตู้ RACK ผ่านขบวนการพ่นและอบสี
 - ง. จะต้องมียุติลระบายอากาศอย่างน้อย 2 ตัว
 - จ. จะต้องมียางปลั๊กไฟฟ้าแบบ 12 ช่อง
 - ฉ. มีสาย Ground เชื่อมบานประตู
- 2.10. สายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบระบบกล้องวงจรปิด
- ก. สายสัญญาณที่ใช้เป็นชนิด UTP CAT.6 สำหรับรับ-ส่งสัญญาณภาพ และ แรงดันไฟฟ้าระหว่างกล้องโทรทัศน์วงจรปิด มายัง เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิตอล มีคุณสมบัติอย่างต่ำตามมาตรฐานดังต่อไปนี้
 - เป็นสายทองแดงชนิด UTP/CAT.6 ขนาด 23 AWG
 - สามารถรองรับอัตราการส่งผ่านข้อมูลได้ไม่ต่ำกว่า 100 Mbps.
 - สามารถส่งผ่านข้อมูลได้ในระยะทาง 100 เมตร ระหว่างอุปกรณ์กระจายสัญญาณ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณ
 - มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EIA/TIA-569, 606
 - ข. สายสัญญาณแบบใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร

- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด MULTIMODE ขนาดของเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นจะต้องเป็นแบบ 50/125 ไมโครเมตรตามมาตรฐาน โดยมีจำนวนใยแก้วไม่น้อยกว่า 6 CORES
- เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีความกว้างของช่องสัญญาณ (BANDWIDTH) ของ MULTIMODE ต้องไม่น้อยกว่า 400 MHZ-KM ที่ 850 NM

ค. ในกรณีต้องใช้สายสัญญาณ COAXIAL CABLE ภายในห้องควบคุม ให้ใช้สายชนิด RG-6 ที่มี SHIELD ไม่น้อยกว่า 90%

3. การติดตั้ง

- 3.1. การเดินสายสัญญาณ และสายควบคุมต่างๆ โดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ สายไฟฟ้า (Power Supply Cable) ให้ใช้สาย IEC 01 ขนาด 2-4/2.5 ตร.มม. ในท่อ 1/2" IMC (หรือที่ระบุในแบบ) หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
- 3.2. กำลังไฟฟ้าที่ระบบต้องการ หากนอกเหนือไปจากที่ระบุไว้ในรายละเอียดหรือในแบบ ให้ถือเป็นอุปกรณ์ประกอบของระบบ และอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในการจัดหาและติดตั้ง เพื่อให้การทำงานของระบบสมบูรณ์ ให้ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และระบบตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร โดยมีผู้ควบคุมงานหรือผู้แทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการเข้าร่วมทดสอบด้วย

หมวด 13

ระบบอุปกรณ์ป้องกันลัด (Surge Protection System)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ป้องกันลัด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันกระแสฟ้าผ่าและแรงดันลัดเนื่องจากฟ้าผ่าและการสวิตช์ซึ่ง SPD จะต้องได้รับการออกแบบ และรับรองตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

2. SPD (Combined Lightning Current and Surge Voltage Arrester : Class B + Class C)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันขั้นต้น และ ชั้นกลาง (Coarse and medium Protection) ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board (MDB) มีลักษณะอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. Arc Quenching spark gap (Arrester Class I/B) และ
2. Metal Oxide Varistor (Class II/C) โดยอุปกรณ์ทั้งสองส่วน สามารถถอด - เปลี่ยนแยกออกจากกันได้ เมื่อเกิดความเสียหาย ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) และ แรงดันลัด (Surge Voltage) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (Line-follow Current) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้โดยอุปกรณ์ มีรายละเอียดดังนี้

Lightning Current Arrester Technical Data

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

- Arrester class	:	Class I / B
- Nominal 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

Surge Voltage Arrester Technical Data

อุปกรณ์เป็นชนิด 4 Pole (3+1) ติดตั้ง Arrestor ขนานระหว่าง L-N และ N-PE ทำจาก Metal Oxide Varistor (MOV) ใช้ดักแรงดันเสิร์จ (Surge Voltage) ที่มาจากระบบ Switching และจาก Impulse ของฟ้าผ่า โดยลระดับของ 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

3. การติดตั้งและทดสอบ

อุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องติดตั้งอยู่ภายในตู้หรือกล่องแยกต่างหากจากแผงไฟฟ้าอื่น ๆ โดยมีป้ายแสดงชนิดของอุปกรณ์ติดให้เห็นอย่างชัดเจน กล่องจะต้องมีความแข็งแรงเพื่อรับแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะอุปกรณ์ทำงาน และจะต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตได้ทดสอบให้การรับรอง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดระบบการทดสอบเพื่อแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์มีความสมบูรณ์ และพร้อมจะรับเหตุต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นตามการออกแบบ

หมวด 14
ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์
(Computer Cabling System)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1. ระบบสายสัญญาณที่เสนอ จะต้องสามารถรองรับกับอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และเป็นไปตามมาตรฐาน
 - EIA/TIA586 ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ (Performance) ของระบบสายสัญญาณ
 - EIA/TIA 569 ข้อกำหนดเกี่ยวกับช่องทางเดิน (Pathway) ของระบบสายสัญญาณ
 - EIA/TIA 606 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการดูแลจัดการ (Administration) ของระบบ สายสัญญาณ
2. ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องถูกออกแบบให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อเป็นระบบย่อยๆ ได้ อย่างสมบูรณ์แบบ คือ การเชื่อมต่อระหว่างอาคาร (Campus Backbone) การเชื่อมต่อระหว่างชั้น (Riser Backbone) การเชื่อมต่อภายในชั้น (Horizontal Cabling) จุดพักและกระจายสาย (Telecom Closet) ตลอดจนจุดของผู้ใช้งาน (Workstation)
3. ระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ Passive ที่เป็นของใหม่ยังไม่เคยใช้งานมาก่อนและมีการติดตั้งอย่างเป็นระบบโครงสร้าง (Structured) เรียบร้อยสวยงาม สะดวกต่อการใช้งาน
4. อุปกรณ์ต่อเชื่อมและสายสัญญาณทั้งหมดในระบบสายสัญญาณที่เสนอจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน หรือเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่มีนโยบายการรับประกันร่วมกัน โดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตอย่างชัดเจน
5. ผู้เสนอราคาจะต้องมีประสบการณ์ในการติดตั้งระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ในลักษณะที่เสนอมานี้แล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี พร้อมทั้งต้องมีพนักงานประจำที่ผ่านการฝึกอบรมในการติดตั้งระบบสายสัญญาณเครือข่ายเป็นอย่างดี โดยมี Certification จากผู้ผลิตรับรองอย่างชัดเจน
6. ขอบเขต ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ทั้งหมดตามที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยสาย Fiber Optic และสาย UTP พร้อมอุปกรณ์

ประกอบต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 Outdoor Fiber Optic Cable มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด 50/125 Multi-mode, Graded-Index มีจำนวนใยแก้วนำแสง (Cores) ตามที่แสดงในแบบ
- สามารถรองรับการทำงานบนระบบเครือข่าย Gigabit Ethernet ได้เป็นอย่างดี
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC793/2 FDDI และ EIA/TIA 568A สามารถใช้ติดตั้งได้ทั้งโดยวิธีแขวนในอากาศหรือร้อยท่อฝังดิน
- ผิวด้านนอกของสายเคเบิลที่ใช้ติดตั้งภายนอกอาคารต้องทำด้วยวัสดุชนิด UV-Resistant PE (Polyethylene)
- มีรหัสสีเพื่อใช้จำแนกสายใยแก้วแต่ละเส้นเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและใช้งาน
- สายใยแก้วทั้งหมดต้องบรรจุอยู่ในท่อโดยมีโครงสร้างเป็นแบบ Central tube มีวัสดุเสริมความแข็งแรง Reinforced Yarn ที่มีคุณสมบัติในการกันน้ำ (Watertightness) บรรจุล่อมรอบอยู่เพื่อป้องกันการกัดแทะของสัตว์ (Rodent Protection)
- สายเคเบิลต้องปราศจากส่วนประกอบที่ทำด้วยโลหะ (All Dielectric Structure)
- มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

■ - Maximum Pulling Tension	1,400N
■ - Minimum Bending Radius	25 mm.
■ - Maximum Attenuation	2.7dB/Km at 850 nm.
	○ 0.8dB/Km at 1,300 nm.
■ - Maximum Bandwidth	600MHz. Km. at 850 nm.
	○ 1200 MHz. Km. at 1,300 nm.
- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินสายใต้ดิน (Underground Duct) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามมาตรฐาน และคุณลักษณะของสาย โดยจัดเก็บภายใน Fiber Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet

2.2 Indoor Fiber Optic Cable มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด 50/125 (Multi-mode, Graded-Index มีจำนวนใยแก้วนำแสง (Cores) ตามที่แสดงในแบบ
- คุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60793 และ IEC 60794 และสามารถรองรับการทำงานบนระบบเครือข่าย Gigabit Ethernet ได้เป็นอย่างดี
- ผิวด้านนอกของสายเคเบิลที่ใช้ติดตั้งภายในอาคารต้องทำด้วยวัสดุชนิด LSHF-FR (Low Smoke Halogen Free-Flame Retardant) เพื่อป้องกันภัยจากควันและก๊าซพิษเมื่อเกิดไฟไหม้
- มีรหัสผ่านเพื่อจำแนกสายใยแก้วแต่ละเส้นเพื่อให้สะดวกต่อการติดตั้งและใช้งาน

- สายเคเบิลใยแก้วต้องมีโครงสร้างเป็นแบบ Tight Buffer โดยมีชั้นของ Reinforcing Yarn ที่มีคุณสมบัติในการกันน้ำ (Watertightness) แทรกอยู่ในระหว่างสายใยแก้วแต่ละเส้นเพื่อเสริมความแข็งแรงของสายเคเบิล
- มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้
 - - Maximum Pulling Tension 450 N
 - - Minimum Bending Radius 25 mm.
 - - Maximum Attenuation 2.8dB/Km at 850 nm.
○ 0.9dB/Km at 1,300 nm.
 - - Maximum Bandwidth 600MHz. Km. at 850 nm.
○ 1,200 MHz. Km. at 1,300 nm.
- วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อหรือวางร้อยสายในอาคารจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
- ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดเก็บปลายสายและอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามมาตรฐานและคุณลักษณะของสาย โดยให้จัดเก็บภายใน Fiber Optic Shelf ซึ่งติดตั้งอย่างเป็นระเบียบภายใน Rack Cabinet

2.3 Unshielded Twisted Pair (UTP) Cable มีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้

- วัสดุและอุปกรณ์ทุกอย่างเป็นชนิด Category 5E หรือสูงกว่า โดยเฉพาะวัสดุที่เป็นสายนำสัญญาณสามารถรองรับการส่งสัญญาณได้ที่
 - IEEE 802.3
 - 155 Mbps ATM
 - Ethernet 10BASE-T
 - Ethernet 100BASE-TX
 - Ethernet 100BASE-T
- ชนิดสายสัญญาณ 4 – Pairs (Bonded Technology), 100-ohm unshielded twisted pair (UTP) cables, Category 5E, 24 AWG ชนิด Solid Copper Conductors มีฉนวนเป็น PVC (CMR) ที่เกี่ยวข้องกับคู่มือมาตรฐาน TIA/EIA 568 Category 6, ISO/IEC 11801-1995 Class E และ EN 50173 และสามารถรองรับการทดสอบได้สูงกว่า 300 MHz. หรือสูงกว่า
- สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -10 to 60 degree C during operation ตามมาตรฐาน TIA/EIA
- ค่า Min PSNEXT (Power Sum near End Cross Talk) จะต้องไม่ต่ำกว่า 42 dB @ 100 MHz. และ 36 dB @ 250 MHz.
- ค่า Max Attenuation จะต้องไม่เกินกว่า 20 dB/100m @ 100 MHz. และ 33 dB/100m @ 250 MHz.

- ค่า Min Return Loss จะต้องไม่ต่ำกว่า 20 dB @ 100 MHz. และ 18 dB @ 250 MHz.

2.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ Terminated ปลายสาย UTP ทั้ง 2 ด้านเข้ากับ UTP Patch Panel และ Outlet ด้วยเครื่องมือพิเศษ พร้อมทั้งจัดเก็บความเรียบร้อยของสายที่ติดตั้งไปตามแนวต่างๆ โดยใช้ ท่อ (Conduit) ราง (Wireway) หรือรางครอบสายอื่น ๆ ตามความเหมาะสมและสภาพแวดล้อมการติดตั้ง

2.5 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง Fiber Optic มีคุณลักษณะดังนี้

- ที่ปลายสายทุกแกน (Core) ของ Fiber Optic ทุกเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างอาคารหรือภายในอาคารจะต้องเข้าหัวสาย (Terminate) ด้วยหัวต่อชนิด SC Connector แบบ Multimode ที่สามารถใช้ได้กับเคเบิลที่ Jacket ขนาด 3.0 mm. และ buffer ขนาด 900 micron มีค่า Insertion Loss < 0.3dB และ Return Loss > 20dB
- Fiber Optic Cable ทุกเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างอาคารภายในอาคารจะต้องถูกพักไว้ที่แผงพักและกระจายสาย (Fiber Optic Patch Panel) ที่มีโครงสร้างเป็นโลหะ สามารถติดตั้งใน Standard Rack ขนาด 19 นิ้ว และสามารถรองรับการติดตั้งหัวต่อได้ทั้งชนิด SC Connector ได้ไม่น้อยกว่า 24 Connectors ต่อ 1 ชุด (1HU)

2.6 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง UTP Cable มีคุณลักษณะทางเทคนิคอย่างน้อย ดังนี้

- แผงพักและกระจายสาย (UTP Patch Panel) ที่เสนอจะต้องมีลักษณะเป็น Modular ทำด้วยโลหะสามารถรองรับการติดตั้ง RJ45 Modular Jack ในลักษณะ Snap-In ได้ไม่ น้อยกว่า 24 Port ต่อชุด (1HU) สามารถรองรับการติดตั้งสายใยแก้วนำแสงในแผงเดียวกันได้ และสามารถติดตั้งเข้ากับ Standard Rack ขนาด 19 นิ้ว โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียม UTP Patch Panel ให้เพียงพอสำหรับระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ตามที่แสดงในแบบ
- ตัวรับ (Outlet) ที่เสนอจะต้องเป็นแบบ RJ45 Modular Jack ตามมาตรฐาน EIA/TIA 568-A-5 Category 5E มีรหัสสีแบบ TIA568A/B สามารถรองรับการเข้าสายได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือ (Toolless) มีคุณสมบัติในการรับ-ส่งสัญญาณ โดยมีค่า NET > 43dB และ Return Loss > 20dB ที่ 100MHz. หน้ากากตัวรับ (Faceplate) ต้องสามารถรองรับการติดตั้งตัวรับคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งมีสัญลักษณ์ชัดเจน (Label) กำกับไว้อย่างชัดเจน
- สายเชื่อมต่อ UTP Patch Cord ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน Cat 5E โดยมีขนาดยาวไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร สำหรับสายเชื่อมต่อ Patch Panel กับอุปกรณ์ระบบเครือข่าย ทั้งนี้จำนวนต้องพอกับจำนวนของ Outlet ตามที่แสดงในแบบ

3. การทดสอบและการรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบสายสัญญาณที่ได้มาตรฐาน และดำเนินการทดสอบสายสัญญาณ Fiber Optic และ UTP หลังการติดตั้งและรายงานผลการทดสอบให้กับผู้ว่าจ้างทราบ ทั้งนี้ผลการทดสอบจะต้องเป็น Certified Test Report ตามมาตรฐานสากลกำหนด โดยมีรายละเอียดอย่างน้อย ดังนี้

- ระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable)
- ความยาวของสายสัญญาณ (Length)
- ค่าลดทอนของสายสัญญาณ (Attenuation)
- แผนผังการเชื่อมต่อของสายสัญญาณ (Wire Map)
- ค่า Near End Cross Talk (NEXT)
- ค่า Impedance และ Capacitance
- ค่า Return Loss
- ค่า Parameter อื่น ๆ ที่จำเป็น

ภายหลังการติดตั้งและการส่งมอบงานแล้วเสร็จ จะต้องจัดให้มีการรับประกันระบบสายสัญญาณอย่างน้อย 2 ปี

หมวด 15 Digital Power Meter

1. ทั่วไป

มิเตอร์สำหรับพื้นที่เช่าต้องเป็นแบบแสดงผลเป็นตัวเลข จะต้องได้มาตรฐานตาม UL, VDE หรือมาตรฐานเทียบเท่า

2. ความต้องการของระบบ

2.1 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า จะต้องมีความสมบัติทางด้านเทคนิค 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

2.2 สามารถวัดสัญญาณได้อย่างน้อยดังนี้ : A, V, kW, KWH, Kvar, Kvarh, KVA, PF, Hz, Harmonic

2.3 สามารถแสดงข้อมูลที่วัดได้ ในลักษณะของรูปคลื่น (Waveform) ได้

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

2.5 มีหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลที่บันทึกไว้ได้ แม้ในกรณีไฟดับ

2.6 สามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องวัดได้ และทำให้ระบบขยายออกไปได้ โดยเชื่อมต่อผ่าน Standard Communication Port RS485

2.7 สามารถเชื่อมโยงกับระบบ Building Automation System (BAS) ได้

2.8 สามารถเชื่อมต่อกับ Personal Computer และจัดเตรียม Software ที่ช่วยในการจัดการข้อมูล

3. การติดตั้งและทดสอบ

การติดตั้งเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต และผ่านการทดสอบจนอุปกรณ์สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์

หมวด 16 การทาสีป้องกันผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ในโรงงานโลหะทุกชนิด ก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อน และ/หรือ การทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ทุกประการ วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุใด ๆ ที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อน และทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้ว หากตรวจพบว่ามียรอยถลอก ขูดขีด รอยคราบสนิมจับ และอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม ขัดถู และทาสี ให้เรียบร้อย โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ในระหว่างการทาสีใด ๆ ก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้น ผนัง และอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อน ต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2. การเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

- 2.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็ก หรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก
 - 2.1.1 ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำแหน่งต่าง ๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัสดุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงานไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (Volatile Solvent) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าดเช็ดถูหลายๆ ครั้งแล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาดพร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิทจึงทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด
 - 2.1.2 ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อน จึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น
- 2.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก

ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่องขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาดแล้วจึงทาสีรองพื้น
- 2.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสี

ให้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น
- 2.4 พื้นผิวทองแดง ตะกั่ว พลาสติก ทองเหลือง

ให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

3. การทาหรือพ่นสี

- 3.1 ในการทาสีแต่ละชั้น ต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อน จึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้
- 3.2 สีที่ใช้ทา ประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

- 3.2.1 สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิม และ/หรือ เพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน
- 3.2.2 สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้าย เพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่าง ๆ ชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม
- 3.3 ประเภทหรือชนิดของสีที่ใช้ให้เป็นไปตามระบุในตารางข้อ 1

1. ตารางการใช้ประเภทสีตามชนิดของวัสดุในสภาวะแวดล้อม

ชนิดของผิววัสดุ	บริเวณทั่วไป	บริเวณที่มีความชื้นสูง, บริเวณที่มีการผูกเรือนสูง
- 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 สีทับ 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 ในกรณีที่ไม่ได้ระบุรหัสสี ให้ใช้สีทับหน้าเป็นอลูมิเนียม	ชั้นที่ 1 Wash Lead Primer ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer ชั้นที่ 3 สีทับ 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 - Aluminum Sheet - Light Alloy - Conduit Clamp	ชั้นที่ 1 Wash Lead Primer ชั้นที่ 2 สีทับ Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Lead Primer ชั้นที่ 2 สีทับ Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy

หมายเหตุ :- ในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัด การเจาะ การขีดหรือการทำเกลียวให้ใช้สีรองพื้นจำพวก Zinc Rich Primer ก่อนลงสีทับหน้า

4. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

- 4.1 ให้แสดงรหัสที่ Clamp ของท่อรอบสาย และท่อร้อยสาย
- 4.2 รหัสสีที่ท่อร้อยสายต้องเป็นแถบสีมีความกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ในตำแหน่งใกล้ ๆ กับกล่องต่อแยกสาย
- 4.3 ที่ฝากล่องต่อแยกสายและกล่องดึงสายต้องมีอักษรสัญลักษณ์

4.4 กำหนดสีของรหัส และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตาราง ข้อ 2

2. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

รหัสสีต่างๆขอให้ใช้ตามข้อกำหนดของ วสท.หรือมาตรฐานในประเทศไทย ก่อน หากไม่มีให้พิจารณาตามตารางดังนี้

ลำดับที่	รายละเอียด	ตัวอักษร	รหัสสี	สัญลักษณ์
1.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	N	แดง	ดำ
2.	ท่อ-ราง สายไฟฟ้าแรงดัน	E	เหลือง	แดง
3.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้	FA	ส้ม	แดง
4.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบเสียง	S	ขาว	ดำ
5.	ท่อ-ราง สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์รวม	MA	ขาว	ดำ
6.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบโทรทัศน์วงจรปิด	CC	น้ำเงิน	ดำ
7.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบรักษาความปลอดภัย	SEC	น้ำเงิน	ดำ
8.	ท่อ-ราง สัญญาณนาฬิกาไฟฟ้า	CL	น้ำตาล	ดำ
9.	ท่อ-ราง สายสัญญาณระบบการจัดพลังงาน (BAS)	BAS	ฟ้า	ดำ
10.	ท่อ-ราง สายสัญญาณโทรศัพท์	TEL	เขียว	ดำ
11.	ท่อ-ราง สายสัญญาณคอมพิวเตอร์	COMP.	ดำ	ขาว
12.	อุปกรณ์ยึดแขวนท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ	-	เทาเข้ม	-
13.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าปกติ	-	งาช้าง	ดำ
14.	Distribution Board & Motor Control Board ระบบไฟฟ้าแรงดัน	-	งาช้าง	แดง
15.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส A (R)	-	ดำ	-
16.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส B (S)	-	แดง	-
17.	Busbar และสายไฟฟ้า เฟส C (T)	-	น้ำเงิน	-
18.	Busbar และสายไฟฟ้าสายศูนย์ (N)	-	ขาว	-
19.	Busbar และสายไฟฟ้าสายดิน (G)	-	เขียว	-

หมวด 17

วัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติใช้ในโครงการ

1. ข้อกำหนดทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผู้รับจ้างจะเลือกใช้สำหรับติดตั้งภายในโครงการนี้อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีคุณภาพถูกต้องหรือเป็นไปตามรายละเอียดต่างๆ ที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ และ/หรือแบบแปลน

2. รายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ในโครงการนี้

รายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ข้างต้นนี้เป็นรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติ ให้ใช้สำหรับติดตั้งภายในโครงการนี้ หากผู้รับจ้างจะเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่นอกเหนือจากชื่อที่กำหนดไว้ ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของวัสดุและอุปกรณ์นั้น ๆ ว่ามีคุณภาพเทียบเท่ากับวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่กำหนดไว้ และมีคุณภาพถูกต้องหรือเป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในรายการประกอบแบบ และ/หรือแบบแปลน

ในการเสนอราคาสำหรับหมวดงานวิศวกรรมไฟฟ้า ผู้เสนอราคาต้องแจ้งหรือระบุรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้สำหรับติดตั้งในโครงการนี้ พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิคของวัสดุนั้น ๆ แนบไปด้วย

(1) แผงสวิตช์จ่ายไฟแรงต่ำเมน (L.V. Main Distribution Panel)

- ตู้โลหะ (CABINET)
 - TIC
 - UMS
 - PMK
 - ASEFA
 - USMD
 - ESI
- แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (MAGNETIC CONTACTOR)
 - AEG
 - TELEMECANIQUE
 - MOELLER
- METERING, INDICATING AND PROTECTIVE DEVICE
 - SCHNEIDER
 - CELSA
 - CROMPTION
 - SOCOMEC

- DIGITAL METERING, DIGITAL KWHr. METER
 - E-POWER
 - ENERCON
 - KBR
 - SQUARE-D
 - SOCOMEC

(2) แผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย (PANEL BOARD)

- SQUARE D
- CUTLER - HAMMER
- GE
- MG Merlin-Gerin
- MOELLER
- ABB
- SIEMENS

(3) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (CIRCUIT BREAKER)

- CUTLER - HAMMER
- MERLIN GERIN
- SQUARE D
- MOELLER
- GE
- ABB
- SIEMENS

(4) ดวงโคมไฟฟ้า (LIGHTING FIXTURE) นอกเหนือจากอุปกรณ์ที่ระบุในแบบ

- HILIGHT
- PHILLIPS
- GE
- PANASONIC
- DELIGHT
- ERCO
- LUSO
- OPTEX

- LIGMAN

(5) หลอดไฟ (LAMP)

- TOSHIBA
- PHILIPS
- SYLVANIA
- EYE
- OSRAM
- GE

(6) บัลลาสต์ (BALLAST)

- PHILIPS
- OSRAM
- ECONO - WATD
- TOSHIBA
- GE
- EYE
- SYLVANIA

(7) สตาร์ทเตอร์ (STARTER)

- PHILIPS
- TOSHIBA
- OSRAM
- SYLVANIA

(8) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน (EMERGENCY LIGHTING SYSTEM)

- DELIGHT
- HILIGHT
- SUNNY
- MAX BRIGHT
- SAFEGUARD

(9) ระบบป้ายทางออกฉุกเฉิน (EXIT SIGN SYSTEM)

- DELIGHT
- HILIGHT
- SUNNY
- MAX BRIGHT

- SAFEGUARD

(10) สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า (SWITCH AND CONVENIENT OUTLET)

- BTICINO
- PANASONIC
- CLIPSAL
- UNIC
- CRABTREE
- TOSHIBA
- MK

(11) สายไฟฟ้า (CABLE)

- PHELPS DODGE
- THAI YAZAKI
- BANGKOK CABLE
- MCI DRAKA
- CTW

(12) ท่อร้อยสายไฟ (CONDUIT)

- PANASONIC
- ARROW PIPE
- DAIWA
- TAS
- BSM

(13) WIRE WAY, LADDER, CABLE TRAY

- UMS
- TIC
- BSM
- TAS

(14) Lighting Control System

- PANASONIC
- SIEMENS
- CLIPSAL
- TOSHIBA
- BTICINO

(15) ระบบโทรศัพท์ (TELEPHONE SYSTEM AND PABX)

- NORTEL
- SIEMENS
- ALCATEL
- ERICSON
- NEC

(16) TELEPHONE CABLE

- PHELPS DODGE
- THAI YAZAKI
- BANGKOK CABLE
- LINK
- CTW

(17) TELEPHONE OUTLET

- PANASONIC
- BTICINO
- CLIPSAL
- MK
- TOCHIBA

(18) DATA OUTLET

- AMP
- BELDEN
- LINK
- KRONE

(19) DATA CABLE

- AMP
- BELDEN
- LINK
- KRONE

(20) ระบบ LAN

- CISCO
- 3 COM
- LUCENT
- ALCATEL
- LINK

(21) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FIRE ALARM SYSTEM)

- SIEMENS
- EDWARD
- SIMPLEX
- NOTIFIER
- HONEYWELL
- JOHNSON CONTROL

(22) ระบบ CCTV

- PELCO
- BOSCH
- SIEMENS
- PANASONIC
- AVIGILON
- HONEYWELL

(23) สายทนไฟ

- STUDER
- RADOX
- PIRELLI
- DRAKA
- SIGMA

(24) ระบบกันไฟลาม (FIRE BARRIER SYSTEM)

- 3M
- KBS
- NELSON
- ASTROSLAME

(25) ระบบป้องกันฟ้าผ่า

- LOCAL

(26) SURGE PROTECTION

- MCG
- CIRCUTOR
- PHOENIX
- DEHN
- KLEINHUIS