



รายการประกอบแบบ  
หมวดงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

โครงการ ออกแบบปรับปรุงสำนักงานภารกิจด้านอำนวยการ  
สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี

โดย  
บริษัท อีเอ็ม ดีไซน์ แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด

20 มกราคม 2568

คำเตือน

1. เอกสารประกอบแบบ เป็นรายการแสดงรายละเอียดประกอบแบบปลูกสร้างของงานนี้ ซึ่งเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาปลูกสร้างได้พิจารณาโดยละเอียด ถือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาจ้างเหมาปลูกสร้าง และยอมรับปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
2. ในกรณีที่แบบและรายการประกอบแบบขัดแย้งไม่ชัดเจน ผู้รับเหมาจะต้องแจ้งแก่เจ้าของโครงการ เพื่อให้เจ้าของโครงการ และผู้ออกแบบแก้ไขข้อขัดข้องนั้นทันทีที่พบ ค่าวินิจฉัยของเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบถือเป็นเด็ดขาด
3. การเปลี่ยนแปลงวัสดุที่กำหนดตามแบบและเอกสารประกอบแบบ โดยผู้รับเหมาด้วยเหตุจากผู้แทนจำหน่ายวัสดุผู้รับเหมาจะต้องแจ้งอย่างน้อย 3 เดือนก่อนกำหนดการใช้วัสดุนั้น เพื่อขออนุมัติการเปลี่ยนวัสดุ
4. การเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามข้อ (2) และ (3) จะทำเป็นหนังสือระหว่างเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาปลูกสร้างเท่านั้น จึงจะบังคับได้

## สารบัญ

	หน้า
หมวดที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป	1-1 - 1-3
หมวดที่ 2 เงื่อนไขทั่วไป	2-1 - 2-7
หมวดที่ 3 ระบบและวิธีการติดตั้ง	3-1 - 3-7
หมวดที่ 4 มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์ทั่วไป	4-1 - 4-12
หมวดที่ 5 แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวม	5-1 - 5-12
หมวดที่ 6 ระบบควบคุมทางเข้า-ออก	6-1 - 6-3
หมวดที่ 7 ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)	7-1 - 7-4
หมวดที่ 8 โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน	8-1 - 8-2
หมวดที่ 9 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงอัตโนมัติ	9-1 - 9-6
หมวดที่ 10 ระบบโทรศัพท์วงจรปิด	10-1 - 10-10
หมวดที่ 11 ระบบเสียงประกาศ	11-1 - 11-4
หมวดที่ 12 ระบบโทรศัพท์	12-1 - 12-4
หมวดที่ 13 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ	13-1 - 13-3
หมวดที่ 14 ระบบสายคอมพิวเตอร์	14-1 - 14-2
หมวดที่ 15 ระบบเรียกพยาบาล	15-1 - 15-4
หมวดที่ 16 ระบบใส่รหัสคนอุปกรณ์	16-1 - 16-6
หมวดที่ 17 รายการวัสดุอุปกรณ์ , อะไหล่และเครื่องมือ	17-1 - 16-4

## หมวดที่ 1

### ข้อกำหนดเฉพาะ

#### 1. ขอบเขตของงาน

##### 1.1 การติดต่อประสานงาน

ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างตกแต่งภายใน ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ ผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล ผู้รับจ้างตู้สาขาโทรศัพท์ และผู้รับจ้างรายอื่นที่ผู้ว่าจ้างกำหนด เพื่อให้การปฏิบัติงานตามแบบและรายการประกอบแบบเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด

ติดต่อและประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่น ให้บักเสภาพวดสายไฟฟ้าแรงสูง จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ถึงเสาไฟซึ่งติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง ; ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้ารวมการตรวจอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้า

ติดต่อและประสานงานกับผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐาน ( TOT หรือ TT&T หรือ TRUE ) ให้ร้อยสายโทรศัพท์ จากภายนอกโครงการถึงแผงต่อสายโทรศัพท์รวม ( MDF ) ภายในอาคาร

ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะต้องจ่ายให้หน่วยงานของรัฐบาล และรัฐวิสาหกิจตามขอบเขตของงาน ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระให้เองโดยตรง แต่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ติดต่อประสานงาน และรับเงินจากผู้ว่าจ้างไปชำระ แล้วนำใบเสร็จรับเงินกลับมามอบให้ผู้ว่าจ้างโดยมิชักช้า

##### 1.2 ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

1.2.1 จัดหาและติดตั้งแผงสวิทช์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า แผงสวิทช์เมนแรงต่ำ และคเคแปซิเตอร์ตามกฎหมายของการไฟฟ้า ดังที่แสดงในแบบ

1.2.2 จัดหาและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล แผงควบคุมและอุปกรณ์, เครื่องสูบน้ำมัน, ถังน้ำมัน, Minium Louver with Gravity Shutter, Sound Attenuator Air Intake Louver, Acoustic Door, บุผนังป้องกันเสียงรบกวนในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามขนาดและตำแหน่งที่แสดงในแบบ

1.2.3 จัดทำฐานคอนกรีตสำหรับแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า แผงสวิทช์เมนแรงต่ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ตามขนาดและตำแหน่งที่แสดงในแบบ

1.2.4 จัดหาและติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ สวิทช์ตัดตอน สายบ่อน ท่อร้อย สายบ่อน แผงสวิทช์จ่าย ไฟฟ้ารอง และแผงสวิทช์จ่ายไฟฟ้าย่อยพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน

1.2.5 จัดหาและติดตั้งท่อร้อยสาย, สายไฟฟ้า, เต้ารับไฟฟ้า, พัดลมระบายอากาศในห้องเครื่องไฟฟ้า, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป, ดวงโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน, ชุดแบตเตอรี่สำรองดังที่แสดงในแบบ

1.2.6 จัดหาและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและสายดิน รวมทั้งการเชื่อมเหล็กโครงสร้างอาคารเพื่อใช้เป็นสายดิน ดังที่แสดงในแบบ

1.2.7 จัดหาและติดตั้งสายบ่อนไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งต่อสายไฟเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุมของระบบปรับอากาศ และระบบสุขาภิบาล ดังที่แสดงในแบบ

1.2.8 จัดหาและติดตั้งแผงต่อสายโทรศัพท์รวม ( MDF ) ของอาคาร, แผงต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น และแผงต่อสายโทรศัพท์ย่อย ท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดิน บ่อพักสาย รางเดินสายโทรศัพท์ และสายโทรศัพท์ดังแสดงในแบบ

1.2.9 จัดหาและติดตั้งระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ ( Fire Alarm System ) ตามที่กำหนดในแบบ

1.2.10 จัดหาและติดตั้งระบบเสาอากาศกลาง ( Master Antenna Television ) ตามที่กำหนดในแบบ

- 1.2.11 จัดหาและติดตั้งระบบกระจายเสียง ( Sound System ) ตามที่กำหนดในแบบ
- 1.2.12 ทำการจัดวางกรอบหรือท่อสวมทะเลลูนัน ผนัง พื้น หลังคา ตามที่จำเป็นสำหรับท่อร้อยสาย รางร้อย สาย และอื่น โดยให้ประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารและผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้มีเหตุเสียหายและความล่าช้าขึ้น
- 1.2.13 ทำการอุดรูภายในท่อร้อยสายใต้ดินของระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำขนาดใหญ่ ท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินขนาดใหญ่ เพื่อกันสัตว์เล็กเข้าไปในท่อและความชื้นใต้ดิน
- 1.2.14 ทำการอุดรูรอบท่อร้อยสาย โดยรอบสายไฟและภายในรางร้อยสาย ทั้งที่ ทะลูนัน หลังคา พื้น โดยใช้สารประเภททนไฟ เพื่อป้องกันเพลิงลามผ่านได้
- 1.2.15 จัดส่งรายละเอียดของวัสดุ และอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการติดตั้ง เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ก่อนดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์
- 1.2.16 จัดทำแบบก่อสร้าง ( Shop Drawing ) เสนอขออนุมัติต่อตัวแทนผู้ว่าจ้าง ก่อนการดำเนินการสั่งซื้ออุปกรณ์หรือติดตั้ง
- 1.2.17 จัดทำแบบตามที่สร้างจริง ( Asbuilt Drawing ) เอกสารข้อกำหนดทางเทคนิค คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้างเมื่อดำเนินการติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว
- 1.2.18 จัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษามอบให้ผู้ว่าจ้างตามรายการในแบบใบเสนอราคา

## 2. งานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น

งานในรายการที่แสดงนี้เป็นงานที่จัดทำโดยผู้รับจ้างรายอื่น แต่ผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบติดต่อและประสานงาน เพื่อให้งานเชื่อมโยงถึงกัน และใช้งานได้โดยสมบูรณ์

- 2.1 การบักเสापาดสายไฟฟ้าจากภายนอกโครงการมาถึงเสาไฟฟ้าซึ่งติดตั้งมิเตอร์ จัดทำโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 2.2 แผงควบคุมระบบสุขาภิบาลจัดทำโดยผู้รับจ้างระบบสุขาภิบาล แต่ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องต่อสายบ่อนเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุม
- 2.3 แผงควบคุมระบบปรับอากาศจัดทำโดยผู้รับจ้างระบบปรับอากาศ แต่ผู้รับจ้างไฟฟ้าต้องต่อสายบ่อนเข้าถึงเมนสวิทช์ของแผงควบคุม
- 2.4 การเดินสายเคเบิลโทรศัพท์จากภายนอกโครงการมาถึงแผงต่อสายโทรศัพท์รวม ( MDF ) ของอาคารจัดทำโดยผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐาน
- 2.5 การจัดหาและติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูงก่อนเข้าหม้อแปลง จัดทำโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

## 3. ข้อกำหนดเพิ่มเติม

- 3.1 นอกจากเงื่อนไขทั่วไป ข้อกำหนดอื่น ๆ และรายการในแบบ ให้ผู้รับจ้างถือปฏิบัติตามข้อกำหนดเพิ่มเติมนี้ด้วย หากมีข้อความใดในบทอื่นขัดแย้งกับข้อความในบทนี้ให้ถือข้อความในบทนี้เป็นหลักในการปฏิบัติ
- 3.2 ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง
  - 3.2.1 แผงสวิทช์แรงต่ำต้องประกอบในประเทศไทย โดยผู้ทำที่ผ่านงานด้านการทำแผงสวิทช์แรงต่ำมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี ผู้ทำต้องมีสามัญวิศวกรแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมอำนาจการติดตั้ง
  - 3.2.2 สวิทช์ตัดตอนที่ใช้ในแผงสวิทช์เมนแรงต่ำ ต้องใช้ของผู้ทำผลิตภัณฑ์เดียวกันทุกอัน ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่ามาตรฐานที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ

- 3.2.3 ขนาดตู้แผงสวิตช์ตามที่กำหนดในแบบเป็นขนาดขั้นต่ำ หากขนาดสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ที่เลือกใช้มีขนาดใหญ่กว่า ให้ผู้รับจ้างขยายขนาดตู้ให้ใหญ่ขึ้นโดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมา และจะไม่มีการเพิ่มราคางานจากราคาเดิมที่เสนอไว้
- 3.2.4 ขนาดสวิตช์ตัดตอนและขนาดสายบ่อน อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามภาวะการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริง จึงให้ผู้รับจ้างขอทราบขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้าง และจากผู้รับจ้างรายอื่นที่เกี่ยวข้อง ก่อนดำเนินการวางท่อร้อยสายไฟและสั่งสายไฟ
- 3.2.5 สายที่ต่อเข้าสวิตช์ และดวงโคมให้ใช้ขนาดเดียวกับสายวงจรย่อย
- 3.2.6 ฝาครอบสวิตช์และเต้ารับทั้งไฟฟ้าและโทรศัพท์ให้ใช้ชนิด Anodized Aluminium หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3.2.7 หลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้หลอดประเภทประหยัดพลังงาน ขนาด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์ หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3.2.8 บัลลัสต์ใช้ชนิด Low – Loss ตามมาตรฐาน มอก.33 มีตะป้าซีเตอร์ขนาดเหมาะสมต่อคร่อมและสตาร์ทเตอร์ใช้แบบธรรมดา
- 3.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- 3.3.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องทำเป็นห้องเก็บเสียง ( Sound Proof Room ) โดยมีรายละเอียดและข้อกำหนดแสดงในบทเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- 3.3.2 ใยเสียดและหม้อพักส่วนที่อยู่ในอาคาร ให้หุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนและหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.
- 3.4 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้อัตโนมัติ
- 3.4.1 ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ให้ใช้ชนิด Multiplex type
- 3.4.2 การเดินสายวงจร Detector ใช้ระบบ 2-Wire Supervisory ( Class B )
- 3.5 แบบก่อสร้าง ( Shop Drawing )
- ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้าง เพื่อแสดงวิธีการติดตั้ง และตำแหน่งโดยละเอียด เสนอให้ผู้ว่าจ้างเห็นชอบตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด แต่อย่างน้อยจะต้องจัดทำดังนี้
- 3.5.1 การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า
- 3.5.2 แบบตู้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง, แรงต่ำ และ แบบแสดงตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ
- 3.5.3 แนวท่อร้อยสายแรงสูง และรายละเอียดการติดตั้ง
- 3.5.4 แนวบัสเวย์ ท่อร้อยสายบ่อน ท่อร้อยสายอื่น ๆ ที่สำคัญและรายละเอียดการติดตั้ง
- 3.5.5 การติดตั้งหลักล่อฟ้าและสายดิน
- 3.5.6 แบบแปลนต่าง ๆ และวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ ที่สำคัญ โดยเฉพาะวงจรควบคุมต่าง ๆ
- 3.5.7 รายละเอียดการติดตั้งท่อต่างๆจากภายนอกเข้าตัวอาคาร

## หมวดที่ 2

### เงื่อนไขทั่วไป

#### 1. นิยาม

- 1.1 "ผู้ว่าจ้าง" หมายความว่า ผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการจ้างในนามของ "เจ้าของงาน" และหมายรวมถึงผู้แทนของผู้ว่าจ้าง คือ วิศวกร ผู้ตรวจงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งเป็นผู้แทนของตน
- 1.2 "ผู้รับจ้าง" หมายความว่า ผู้มีอำนาจซึ่งดำเนินการรับจ้างในนามของ "ผู้รับงาน" และหมายรวมถึงพนักงานผู้แทนของผู้รับจ้างซึ่งได้รับการแต่งตั้งโดยรับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้
- 1.3 "งาน" หมายความว่า วัสดุ อุปกรณ์ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญา
- 1.4 "แบบ" หมายความว่า แบบแปลนที่แนบทำสัญญา และรวมถึงแบบที่จัดเพิ่มเติมโดยผู้ว่าจ้างและ/หรือผู้รับจ้าง เพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมให้ชัดเจน เพื่อให้ประกอบการปฏิบัติงานนี้
- 1.5 "วัน" หมายความว่า วันในปฏิทินของปี หรือยี่สิบสี่ (24) ชั่วโมงนับเป็นหนึ่งวัน
- 1.6 "เดือน" หมายความว่า สามสิบ (30) วัน นับเป็นหนึ่งเดือน
- 1.7 "ปี" หมายความว่า สามร้อยหกสิบห้า (365) วัน นับเป็นหนึ่งปี
- 1.8 "มาตรฐาน" หมายความว่า มาตรฐานต่างๆ ที่อ้างถึง ซึ่งให้ยึดถือมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ลงนามในสัญญา เป็นมาตรฐานอ้างอิง
- 1.9 "การไฟฟ้าท้องถิ่น" หมายความว่า การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้านครหลวงและ/หรือการไฟฟ้าภูมิภาค

#### 2. เงื่อนไขเบื้องต้น

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบและปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่น ๆ ที่มีไว้สำหรับการปฏิบัติงานทั้งโครงการ และอาจจะไม่ได้นำมากล่าวไว้ในที่นี้ และถ้ามีกล่าวซ้ำไว้ก็เพื่อเป็นการเน้นให้ผู้รับจ้างสนใจ และ/หรือเข้าใจเป็นพิเศษ มิใช่หมายความว่าผู้ว่าจ้างจะไม่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมากล่าว
- 2.2 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่เอางานทั้งหมดหรือส่วนใดส่วนหนึ่ง ไปให้ผู้รับจ้างช่วงอีกทอดหนึ่งโดยมิได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้าง แต่ทั้งนี้ผู้รับจ้างยังต้องรับผิดชอบงานที่ให้ช่วงไปนั้นทุกประการ
- 2.3 การเปลี่ยนงาน การเพิ่มหรือลดงาน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์สั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงานหรือลดงานตามสัญญาได้ โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วย จะคิดโดยวิธีตกลงราคากับผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงานเพิ่มงานหรือลดงาน จะทำได้ก็ต่อเมื่อได้รับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น และถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะเวลาการทำงาน ให้ผู้รับจ้างแจ้งกับผู้ว่าจ้าง เพื่อทำความตกลงกันต่อไป
- 2.4 กรรมสิทธิ์
  - 2.4.1 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น แต่ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่สำหรับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหายถูกทำลายและ/หรือความเสียหายใด ๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ
  - 2.4.2 รูปแบบและรายการทั้งหมด ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใด ๆ และ/หรือนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่น นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว

## 2.5 ขอบเขตของการเห็นชอบ

การที่ผู้ว่าจ้างรับทราบและ/หรือให้ความยินยอมใด ๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ ฝีมือ รูปแบบ รายการ วิธีการ หรือกรรมวิธีการนัยแห่งการกระทำใด ๆ สิ่งที่ทำ การติดตั้งและ/หรือข้อเสนอดังกล่าว โดยผู้รับจ้าง ให้เป็นที่เข้าใจแต่เพียงว่าเป็นการรับของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นซึ่งยังไม่เกิดผลอันสมควรที่จะคัดค้านเรื่องต่างๆ ดังกล่าวการกระทำดังกล่าวโดยผู้ว่าจ้างย่อมไม่ทำให้ผู้รับจ้างต้องพ้นภาระจากความรับผิดชอบเต็มที่ ในเรื่องความถูกต้องและสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามรูปแบบและรายละเอียดข้อกำหนด และ/หรือต้องพ้นภาระจากหน้าที่ โดยตรงของผู้รับจ้างเกี่ยวกับพันธกรรม หนี้สินและ/หรือความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อทรัพย์สินและ/หรือบุคคล

## 3. เงื่อนไขในการปฏิบัติงาน

### แผนงาน

- 3.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงานให้ผู้ว่าจ้างภายในสิบห้า (15) วันหลังจากวันลงนามในสัญญา แผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานออกให้เหมาะสมและละเอียดตามสมควรและต้องแจ้งจำนวนของพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน/แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับมาด้วยในระหว่างปฏิบัติงานถ้าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรือทั้งหมดผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงไม่น้อยกว่า (15) วัน เพื่อทำความเข้าใจกันก่อนการเปลี่ยนแปลงแผนงานจะทำได้ เมื่อรับแจ้งเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
- 3.1.2 ถ้าหากในสัญญาจ้างระบุให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งกำหนดการส่งวัสดุและอุปกรณ์ให้แก่ผู้ว่าจ้าง ถ้าหากกำหนดการนั้นไม่เหมาะสมหรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงกำหนดการส่งของระยะเวลาทำงาน ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบ

### วัสดุและอุปกรณ์

- 3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ใด ๆ ที่สัญญาว่าจ้างกำหนดให้ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา ผู้รับจ้างจะดำเนินการจัดหาและนำไปติดตั้งได้ต่อเมื่อได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างเป็นหนังสือก่อนแล้ว ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาภายในหกสิบ (60) วัน นับแต่วันลงนามในสัญญาหรือภายในระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างได้ทำความเข้าใจการที่ผู้รับจ้างนำรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างไปให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาซ้ำกว่ากำหนดจะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเปลี่ยนชนิดของวัสดุและอุปกรณ์และ/หรือขอต่อเวลาทำงานมิได้ เมื่อผู้ว่าจ้างได้พิจารณาและให้ความยินยอมในรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างของวัสดุและอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดและ/หรือตัวอย่างที่ได้รับความยินยอมสอง (2) ชุด โดยให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐานหนึ่งชุดและเก็บแสดงไว้ที่สถานที่ปฏิบัติงานอีกหนึ่งชุด รายละเอียดและ/หรือตัวอย่างดังกล่าวจะไม่คืนให้แก่ผู้รับจ้าง แต่ผู้รับจ้างอาจขอให้นำตัวอย่างไปใช้ในงานตามสัญญานี้ได้ แต่ต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และหากผู้ว่าจ้างต้องการให้ถอดออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นอื่นผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้โดยไม่มีคิดค่าใช้จ่ายใดๆ วัสดุอุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องทำการขนย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงานโดยเร็วที่สุด ถ้าผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ หรือถ้าผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทดสอบคุณสมบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ก่อนที่จะยินยอมให้นำมาใช้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการและเสียค่าใช้จ่าย

- 3.2.2 ในการกำหนดนามและ/หรือผู้ทำวัสดุอุปกรณ์ไว้นั้น มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุไว้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป แต่ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าหรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ได้ระบุไว้ในแบบและ/หรือรายการ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 3.3 การกำหนดตำแหน่งวัสดุและอุปกรณ์
- ผู้รับจ้างต้องตรวจดูแบบและข้อกำหนดอื่นๆ ( Specification ) ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานนี้ เช่น แบบโครงสร้างระบบปรับอากาศระบบสุขาภิบาล เป็นต้น เพื่อกำหนดตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ให้ได้ตามแบบและไม่ขัดกับงานอื่นๆ โดยจะต้องประสานงานกับผู้รับผิดชอบในงานนั้นๆ เมื่อตำแหน่งของวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ที่จะติดตั้งขัดกับงานอื่นผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีที่ตรวจพบแต่ต้องไม่ช้ากว่าสิบห้า (15) วัน ก่อนกำหนดที่จะติดตั้งเพื่อผู้ว่าจ้างจะได้จัดให้มีการทำความเข้าใจ ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งวัสดุและ/หรืออุปกรณ์ขัดกับงานอื่นหลังจากที่ได้ติดตั้งไปแล้ว โดยผู้รับจ้างไม่ได้แจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบตามกำหนดผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขโดยผู้รับจ้างจะเรียกค่าจ้างเพิ่มเติมหรือขอต่อเวลาทำงานมิได้
- 3.4 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบแปลน และในรายการ ถึงแม้ว่างานบางรายการมีแสดงในแบบแต่ไม่ปรากฏในรายการหรือมีกำหนดในรายการ และไม่แสดงในแบบก็ตามผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานนั้นเช่นกันเสมือนกับว่าแสดงไว้ทั้งสองแห่งงานที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำ เพื่อให้งานลุล่วงถูกต้องตามแบบและรายการ แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบรายการและ/หรือบัญชีรายการวัสดุและอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้าง ซึ่งให้ถือเป็นเพียงแนวทางในการคิดราคาเท่านั้น และ/หรือบัญชีใบเสนอราคาของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องทำให้ถูกต้องครบถ้วนโดยไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น ในกรณีที่รายการและ/หรือแบบขัดกัน และ/หรือมีความจำเป็นที่ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการแต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันทีเพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบ หากผู้รับจ้างดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องทุกประการได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายโดยทั่วไปหากรายละเอียด
- ในข้อกำหนดและในแบบไม่ตรงกัน ให้ถืออันที่ถูกต้องและ/หรือดีกว่าเป็นหลัก
- 3.5 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้ ในการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพและเป็นชนิดที่ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำเป็นจำนวนที่เพียงพอ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะบังคับให้ผู้รับจ้างเพิ่มและ/หรือเปลี่ยนแปลงจำนวนและ หรือประเภทของเครื่องมือต่างๆ เมื่อเห็นว่าผู้รับจ้างมีเครื่องมือไม่เพียงพอและ/หรือใช้เครื่องมือที่ไม่ถูกต้องเหมาะสมกับงาน
- 3.6 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยอันเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวงและบุคคลต่าง ๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยตลอดเวลา
- 3.7 พนักงาน
- 3.7.1 ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าและ/หรือวิศวกรในสาขาอื่น ผู้เป็นภาควิศวกรหรือสูงกว่าในสาขาไฟฟ้ากำลังและ/หรือสาขาอื่นซึ่งถูกต้องตาม พรบ. วิชาชีพวิศวกรรม เป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมการสร้างและอำนาจการติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบและรายการที่ถูกต้องตามหลักวิชาที่ดีและต้องเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานด้วย
- 3.7.2 ผู้รับจ้างต้องมีนายงานที่ดีเพื่อสั่งงานและควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาปฏิบัติงาน และต้องใช้คนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงาน ตามวิธีการที่ถูกต้องตามหลักวิชาทางช่างที่ดีด้วยฝีมือที่ดีตาม

กฎข้อบังคับต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น และมีจำนวนคนงานเพิ่มเติมที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างถอนคนงาน ที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ ผู้รับจ้างต้องหาคนงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพ

#### 4. แบบใช้งาน ( Shop Drawings )

ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบใช้งานและแบบแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ก่อนดำเนินการติดตั้งขนาดของแบบต้องเท่าแบบของผู้ว่าจ้าง หรือขนาดตาม มอก.33 เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วต้องส่งแบบพิมพ์ให้ผู้ว่าจ้างสาม (3) ชุด ภายใน 60 วัน เพื่อใช้ในการควบคุมงาน

##### 4.1 แผนผังและแบบตามที่สร้างจริง ( As-Built Drawings )

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานไปจากแบบ เช่น เปลี่ยนแนวทางเดินท่อ เป็นต้น หรือมีการสั่งเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่ผู้ว่าจ้างไม่ได้จัดทำแบบให้ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนผังและแบบตาม ที่ สร้างจริง โดยให้ส่งแบบพิมพ์ 1 ชุด ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าและ/หรือวิศวกรสาขาอื่นของผู้รับจ้างลงนามรับรองความถูกต้องแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้างภายในสามสิบ (30) วัน นับแต่วันทำงานนั้น ๆ แล้วเสร็จ แต่ไม่ช้ากว่าวันตรวจทดสอบเพื่อรับงาน เมื่อผู้ว่าจ้างรับทราบหรือแก้และส่งแบบคืนให้ผู้รับจ้าง ผู้รับจ้าง ต้องส่ง ต้นฉบับเขียนลงกระดาษเขียนแบบชนิดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 100/105 กรัม/ต่อตารางเมตร หรือเป็นแบบพิมพ์ลงกระดาษซีเปียรหนาชนิดใช้น้ำยาพร้อมแบบพิมพ์อีกสาม (3) ชุดและต้นฉบับแบบพิมพ์ที่ผู้ว่าจ้างรับทราบแล้วให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน ขนาดของแบบให้ใช้เหมือนกับที่กำหนดสำหรับแบบใช้งาน

4.2 แบบสำหรับการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำและพิมพ์แบบตามที่การไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการเพื่อใช้ในการตรวจและทดสอบอุปกรณ์และงานที่ผู้รับจ้างทำ

4.3 หนังสือคู่มือใช้และบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วยวิธีใช้ วิธีบำรุงรักษา รายการอะไหล่และอื่น ๆ เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ และใช้ระบบเอสไอสำหรับอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน (2) ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน

#### 5. เงื่อนไขเกี่ยวกับกฎและค่าธรรมเนียม

5.1 วัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา จะต้องเป็นของที่ออกแบบสำหรับระบบไฟฟ้าหรือระบบสื่อสารหรือ ระบบ อื่นที่กำหนดทำขึ้นด้วยระดับฝีมือช่างที่ดีเป็นที่ยอมรับ เป็นของที่ถูกต้องตามข้อกำหนดความต้องการของ ผู้ว่าจ้าง เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนเป็นของที่หน่วยงานของรัฐบาลผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมาย เช่น การไฟฟ้า ท้องถิ่น องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ยินยอมให้ใช้และได้รับความยินยอม โดยผู้ว่าจ้างแล้ว ของเหล่านี้ต้องเป็นสิ่งผลิตมาตรฐานของผู้ทำ ซึ่งทำตามมาตรฐานของหน่วยงานมาตรฐานต่าง ๆ ที่ยอมรับกัน ทั่วไป เช่น

สมอ.	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ANSI	American National Standards Institute
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
UL	Underwriters Laboratories, Inc.
BSI	British Standard Institute
JEM	Japanese Electrical Manufacturers Association
JIS	Japanese Industrial Standard Committee
VDE	Deutsches Institute Fur Normung

IEC International Electromechanical Commission

- วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเป็นของที่ได้รับการรับรอง ( Type Approved ) โดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น UL ( Underwriter Laboratories, Inc. ) สมอ., CSA. ยกเว้นวัสดุที่ได้รับการความยินยอมให้ใช้ได้เป็นกรณีพิเศษ
- 5.2 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามหลักวิชาทางช่างที่ดี และเป็นไปตามกฎข้อบังคับของการไฟฟ้าท้องถิ่น กฎข้อบังคับของท้องถิ่น ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า กฎข้อบังคับของ U.S. National Electrical Code ( Ne Code ), VDE, กฎของ IEC และกฎขององค์การโทรศัพท์หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนด โดยให้ปฏิบัติตามกฎที่ดีที่สุด ผู้รับจ้างต้องรับแก้ไขงานที่ผิดกฎดังกล่าวให้ถูกต้องไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น
- 5.3 การติดต่อกับหน่วยงานผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายของรัฐบาล
- 5.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นจนแล้วเสร็จสมบูรณ์มีกระแสไฟฟ้าใช้งานได้ พร้อมมีเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าถาวร ดังนี้ :-
- 5.3.1.1 ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนดแบบและวิธีการสำหรับการสร้างท่อร้อยสายแรงสูงใต้ดินและบ่อการเดินสายแรงสูงใต้ดิน การปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงสูง การติดตั้งหม้อแปลง และอื่น ๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ
- 5.3.1.2 ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นดำเนินการจัดหาและติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูงใต้ดินเสาและสายไฟฟ้าแรงสูงและวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ
- 5.3.1.3 ให้การไฟฟ้าท้องถิ่นติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าถาวร ( และชั่วคราวด้วยหากจำเป็น ) รวมทั้งการตรวจและทดสอบอุปกรณ์และติดตั้ง จนกระทั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ใช้งานได้ครบถ้วนก่อน วันตรวจและทดสอบ เพื่อตรวจรับมอบงานขั้นสุดท้าย
- 5.3.2 การติดต่อกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ( ทศท. ) หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนด ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อประสานงาน กับ ทศท. จนงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ ดังนี้
- 5.3.2.1 ให้ ทศท. หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนดกำหนดแบบและวิธีการสำหรับการสร้างท่อร้อยสายโทรศัพท์ใต้ดินและบ่อพัก การปักเสาและงานอื่น ๆ ตามที่จำเป็น ดังที่กำหนดในแบบ
- 5.3.2.2 ให้ ทศท. หรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนดดำเนินการจัดหา และติดตั้งสายโทรศัพท์ เสา และวัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ตามที่จำเป็นดังที่กำหนดในแบบ
- 5.4 ค่าใช้จ่าย
- 5.4.1 ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจ และค่าใช้จ่ายทุกชนิดที่ต้องชำระให้การไฟฟ้าท้องถิ่นตามระเบียบที่กำหนดในการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระเอง และไม่รวมอยู่ในค่าจ้าง
- 5.4.2 ค่าธรรมเนียม ค่าตรวจ และค่าใช้จ่ายอื่นที่ต้องชำระให้แก่หน่วยงาน ผู้มีความรับผิดชอบตามกฎหมายของรัฐบาล เช่น องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยหรือผู้ให้บริการโทรศัพท์พื้นฐานที่เจ้าของกำหนด และอื่น ๆ ถ้ามีผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ชำระเองและไม่รวมอยู่ในค่าจ้าง
- 5.4.3 ค่าวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ค่าแรง ค่าขนส่ง ค่าติดตั้ง ค่าตรวจอุปกรณ์ โดยการไฟฟ้าท้องถิ่นและหน่วยงานอื่นและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ทุกชนิดที่ต้องใช้ในงานแล้วเสร็จสมบูรณ์ตามรายการและแบบผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ชำระเองทั้งสิ้นและถือเป็นค่าจ้างเหมาสำหรับงานตามรายการและแบบนี้

## 6. เงื่อนไขเกี่ยวกับการตรวจ การทดสอบ การอธิบาย การใช้งานของอุปกรณ์ และการตรวจรับงาน

- 6.1 ผู้รับจ้างจะจ่ายไฟเข้าในวงจร หรือระบบไฟฟ้าใด ๆ ได้เพียงเมื่อเป็นการทดสอบตามขั้นตอนในการปฏิบัติงานเท่านั้น การจ่ายไฟเข้าวงจรหรือระบบไฟฟ้าใด ๆ เพื่อประโยชน์อย่างอื่น จะต้องได้รับความยินยอมเป็นหนังสือจากผู้ว่าจ้าง ก่อนจึงจะทำได้ หากกระทำโดยไม่ได้ได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้างก่อน ถือเป็นการละเมิดสัญญา และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่อข้อเสียหาย หรือตามเงื่อนไขที่ระบุในสัญญา
- 6.2 การแจ้งต่อเจ้าหน้าที่รัฐบาลผู้มีอำนาจตามกฎหมายให้มาตรวจและ/หรือทดสอบเพื่อขออนุญาตนั้น ผู้รับจ้างต้องกระทำล่วงหน้าให้สมควรตามช่วงเวลา เพื่อให้งานดำเนินไปได้ทันตามกำหนด ถ้ามีความล่าช้าเนื่องจากข้อนี้ ผู้รับจ้างจะให้เป็นข้ออ้างในการต่อเวลาทำงานมิได้
- 6.3 เมื่อผู้ว่าจ้างเห็นเป็นการเหมาะสม ผู้ว่าจ้างอาจจะเรียกร้องให้ผู้รับจ้างทดสอบเพียงบางส่วนของงานก่อนงานทั้งหมดแล้วเสร็จก็ได้ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหาพนักงานและเครื่องมือในการทดสอบและเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น การทดสอบตามขั้นตอนก่อนงานทั้งหมดแล้วเสร็จนี้ไม่ถือเป็นเงื่อนไขหรือข้อผูกมัดในการรับงานอย่างใด
- 6.4 เมื่องานแล้วเสร็จ ในการตรวจรับมอบ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบอุปกรณ์ และทดลองการใช้งานของระบบไฟฟ้า และอื่น ๆ ตามกฎของท้องถิ่น และตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบและทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามรายการและแบบทุกประการ โดยต้องมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบและทดลองด้วยผู้รับจ้าง ต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น
- 6.5 การฝึกอบรมและการชี้แจง
  - 6.5.1 ผู้รับจ้างต้องฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้าง ให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาทุกส่วนของระบบงานที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำ
  - 6.5.2 ในระบบงานที่ผู้รับจ้างเป็นผู้ทำ ถ้ามีวัสดุหรืออุปกรณ์ใดที่จะต้องส่งมอบให้เป็นสมบัติหรือส่งมอบให้ใช้ในการบำรุงรักษาแก่ผู้อื่นที่ใช้ผู้ว่าจ้าง (เช่น การไฟฟ้าองค์การโทรศัพท์) ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้รับมอบทราบถึงรายละเอียด ในการใช้งาน และการบำรุงรักษาของวัสดุหรืออุปกรณ์นั้น ๆ
- 6.6 บ้ายชื่อ  
ผู้รับจ้างต้องจัดทำป้ายชื่อติดที่ผู้แผงสวิทช์จ่ายไฟ บัสเวย์ ท่อร้อยสายเมน อุปกรณ์ต่าง ๆ หลอดไฟสัญญาณ สวิตช์พิเศษต่าง ๆ เครื่องวัดและอื่น ๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย(และ/หรือภาษาอังกฤษ) และระบบเมตริกตามข้อความที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ บ้ายชื่อ ให้ทำด้วยแผ่นพลาสติก และแกะสลักตัวอักษร ซึ่งเมื่อแกะแล้วจะเห็นตัวอักษรได้ชัดโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม บ้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร
- 6.7 การรับประกัน
  - 6.7.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันเปลี่ยนและ/หรือแก้ไขวัสดุ อุปกรณ์ และแก้ไขงานตามความเห็นของผู้ว่าจ้างที่จำเป็นต้องให้ผู้รับจ้างทำ เพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และงานเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง กฎของการไฟฟ้า ท้องถิ่นและกฎอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ให้ปฏิบัติตาม รวมทั้งข้อผิดพลาดและสิ่งตกหล่นที่เกิดขึ้นเพราะผู้รับจ้างในการเสนอราคาซึ่งผู้ว่าจ้างตรวจพบ ไม่ว่าจะก่อนและ/หรือหลังการตรวจรับในระหว่างระยะเวลาการรับประกัน ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแก้ไขและ/หรือติดตั้งเพิ่มเติมตามที่ผู้ว่าจ้างสั่งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ จากผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น หากผู้รับจ้างไม่เริ่มดำเนินการตามที่ได้รับแจ้งภายในสิบห้า (15) วัน ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์จ้างผู้อื่นหรือดำเนินการเอง แล้วคิดเงินจากผู้รับจ้างสำหรับค่าใช้จ่ายทุกชนิด

- 6.7.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันแก้ไขงานที่ไม่ถูกต้อง เปลี่ยนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เสีย และเสื่อมคุณภาพ ภายในระยะเวลาสามร้อยหกสิบห้า (365) วัน นับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างรับมอบงานหรือนับแต่วันที่ผู้ว่าจ้างเริ่มใช้งาน ประจำโดยถือวันที่กำหนดก่อนเป็นเกณฑ์ หลอดไฟฟ้าทุกชนิดให้รับประกันเพียงเฉพาะในกรณีหลอดเสื่อมหมดอายุการใช้งาน (Average Life) แต่ไม่เกินเก้าสิบ (90) วัน สำหรับหลอดมีไส้ธรรมดา และสามารถร้อยหกสิบห้า (365) วัน สำหรับหลอดใช้แก๊ส เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดแสงจันทร์ เป็นต้น หากผู้รับจ้างไม่เริ่มแก้ไข และดำเนินการให้เสร็จโดยเร็วแล้วผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะดำเนินการเองแล้วคิดค่าใช้จ่ายจากผู้รับจ้างทั้งสิ้น
- 6.7.3 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันได้ตามลักษณะและจำนวนเท่าวงเงินค้ำประกันสัญญา โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์นำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

### หมวดที่ 3

#### ระบบและวิธีการติดตั้ง

#### 1. ระบบไฟฟ้า

- 1.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูง ให้ใช้ตามระบบที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด
- 1.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ให้ใช้ระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 แฮร์ตซ์
- 1.3 ระบบสีของสายไฟและบัสบาร์
  - 1.3.1 ระบบไฟฟ้า 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้
 

สายเฟส A	ใช้สีน้ำตาล
สายเฟส B	ใช้สีดำ
สายเฟส C	ใช้สายสีเทา
สายศูนย์	ใช้สีฟ้า
สายดิน	ใช้สีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย
  - 1.3.2 ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 2 สาย ให้ใช้ระบบสีดังนี้
 

สายเฟส	ใช้สีน้ำตาล
สายศูนย์	ใช้สีฟ้า
สายดิน	ใช้สีเขียวแถบเหลืองหรือใช้สายทองแดงเปลือย
  - 1.3.3 สายขนาดใหญ่และสายอื่นที่มีทำเฉพาะสีเดียว ให้ใช้ได้แต่ต้องใช้สี หรือเทปสีทำเครื่องหมายที่สายไฟทุกแห่งที่มีการต่อสาย และการต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า
  - 1.3.4 บัสบาร์ ( Bus bar ) ให้ทาสีหรือเทปสีตามระบบสีดังกล่าวข้างต้น

#### 2. การต่อลงดิน ( Grounding System )

- 2.1 การต่อลงดิน ต้องทำให้ได้ครบตามความต้องการของข้อบังคับนี้
  - 2.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยในเรื่อง "ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า " หมวด 6"
  - 2.1.2 กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น
  - 2.1.3 มาตรฐานของ NEC
 ถ้ามีการขัดแย้งกันในข้อบังคับดังกล่าว จะต้องเลือกทำตามข้อบังคับที่เข้มงวดมากที่สุด
- 2.2 สิ่งที่ต้องต่อลงดิน สิ่งต่อไปนี้ต้องต่อลงดิน
  - 2.2.1 สายศูนย์ ( Neutral )
  - 2.2.2 เปลือก หรือโครง หรือฝาครอบหรือที่ล้อมที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกอย่าง
  - 2.2.3 ทางเดินสายที่เป็นโลหะ ท่อน้ำที่เป็นโลหะ โครงลวดที่เป็นโลหะกรอบและทางวิ่งของเครื่องยกไฟฟ้าหรือสิ่งอื่นที่เป็นโลหะและไม่ได้ทำหน้าที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แต่อาจมีกระแสไฟฟ้ารั่วไหลมาถึงได้
- 2.3 วัสดุที่ใช้ในการต่อลงดิน
  - 2.3.1 สายดินต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดในเรื่องที่กล่าวถึงสายไฟเป็นสายเปลือยหรือหุ้มฉนวนสีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลืองมีขนาดตามที่กำหนด
  - 2.3.2 รางเดินสายไฟและท่อร้อยสายไฟที่เป็นโลหะ ไม่ให้ใช้เป็นสายดิน
  - 2.3.3 หลักรีด โดยปกติให้ใช้แท่งเหล็กฉาบทองแดงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15.87 มม. (3/4 นิ้ว)

มีความยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม. ในกรณีที่ต้องการปักหลักดินให้ลึกกว่า 3,000 มม. อาจจะใช้แท่งเหล็กทาบทองแดงที่มีขนาดความยาวต่าง ๆ ได้ โดยใช้ข้อต่อแบบมีเกลียวต่อให้ได้ความยาวตามต้องการที่ยึดสายดินเข้ากับหลักดินต้องทำด้วยโลหะที่ไม่ผุกร่อน และไม่มีปฏิกิริยาที่เรียกว่า Galvanic Action กับสายดิน และหลักดิน ในกรณีที่สภาพดินไม่เหมาะสมอาจใช้แผ่นเหล็กหุ้มทองแดง หรือชุบสังกะสีหนาอย่างน้อย 6.35 มม. ขนาดอย่างน้อย 0.186 ตร.ม.

#### 2.4 วิธีการต่อลงดิน

- 2.4.1 วิธีการต่อลงดินนี้ใช้กับระบบไฟด้านแรงต่ำ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 แอมป์ ใช้สายศูนย์ต่อลงดิน
- 2.4.2 สายดินที่ต่อลงดินจะต้องมีการป้องกันไม่ให้ขาดหรือเป็นอันตรายได้
- 2.4.3 หลักดินจะต้องปักลึกลงในดินอย่างน้อย 3,000 มม. เมื่อติดตั้งแล้วต้องวัดค่าความต้านทานว่ามีไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าเกินให้ปักหลักดินขนาดเท่าเดิมเพิ่มตามที่จำเป็น โดยอยู่ห่างจากหลักดินอันแรกไม่น้อยกว่า 1,830 มม. แล้วต่อสายดินเชื่อมเข้าหากัน
- 2.4.4 การเชื่อมต่อสายดินกับสายดิน สายดินกับหลักดิน ให้ใช้ Exothermic Welding หรือ Compression Connector ที่ทำสำหรับใช้กับระบบสายดิน และรับรองโดย UL หรือสถาบันอื่นที่เทียบเท่า
- 2.4.5 การต่อลงดินกับอุปกรณ์ให้ใช้หางปลาและสลักเกลียว

### 3. การติดตั้งท่อร้อยสาย

#### 3.1 การติดตั้งทั่วไป

- 3.1.1 การติดตั้งท่อร้อยสายให้เลือกขนาดและชนิด ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น หรือตามข้อกำหนดใน NE Code ข้อ 300 อย่างไรก็ตามหนึ่งที่เข้มงวดหรือดีกว่า นอกจากได้ระบุเป็นอย่างอื่นในแบบหรือข้อกำหนด ท่อโดยทั่วไปที่ไม่ได้ระบุชนิดให้หมายถึงท่อ EMT และถ้าไม่ได้ระบุขนาดให้หมายถึงท่อขนาด 1/2 นิ้ว
- 3.1.2 ข้อต่อท่อที่อยู่นอกอาคารหรือฝังในคอนกรีตใช้ชนิดกันน้ำ
- 3.1.3 ท่อร้อยสายที่ไม่ใช่โลหะห้ามดัดงอ ให้ใช้ท่อหรือข้อต่อโค้งที่มีรัศมีความโค้งเพียงพอหรือใช้กล่องต่อสาย ยกเว้นท่อ PVC ที่ยอมให้ทำท่อให้โค้งได้โดยวิธีใช้ความร้อน แต่ต้องทำไม่ให้เกิดเสียหายหรือตีบเล็กเกินควร
- 3.1.4 ปลายท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม ( Reamer ) ท่อต่อเข้ากล่องต่อสายและกล่องอื่นต้องมีข้อต่อเข้ากล่องใส่ไว้ จุดจ่ายไฟทุกจุดและสวิทช์ต้องมีกล่องต่อสายเหล็กทาบสังกะสี ( Outlet Box ) ขนาดที่เหมาะสม
- 3.1.5 ตัวยึดและตัวแขวน ให้ใช้เหล็กทาบสังกะสีทั้งหมด

#### 3.2 การใช้ท่อ

- 3.2.1 ท่อร้อยสายทั่วไปที่ฝังในคอนกรีตให้ใช้ท่อ IMC และต้องเดินฝังอยู่ในเนื้อคอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.
- 3.2.2 ท่อเดินฝังข้างผนังหรือในเสา อนุญาตให้ใช้ท่อ EMT ได้ แต่อุปกรณ์ประกอบท่อทั้งหมดต้องเป็นชนิดป้องกันน้ำ
- 3.2.3 ท่อเดินลอยในฝ้า หรือท่อเดินลอยที่ระดับสูงกว่า 2,500 มม. และปลอดภัยจากอันตราย ที่อาจเกิดจากการกระแทกจากภายนอกให้ใช้ท่อชนิด EMT

- 3.2.4 ท่อเดินลอยที่ระดับต่ำกว่า 2,500 มม. ให้ใช้ท่อ IMC
  - 3.2.5 การติดตั้งท่อฝังดินโดยตรงที่กำหนดให้ใช้ท่อ IMC หรือ RSC จะต้องทำด้วยสารประเภท Bituminus (เช่น Flintkote) อย่างน้อย 3 ชั้น เพื่อป้องกันการผุกร่อน
  - 3.2.6 ท่อที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสันตะเทียน เช่น มอเตอร์ และท่อชนิดอื่นที่อยู่ในที่เปียกชื้นและนอกอาคารให้ใช้ชนิดกันน้ำ
- 4. การเดินสายและเครื่องประกอบการเดินสาย**
- 4.1 การติดตั้งสายไฟในทางเดินสายไฟโดยทั่วไป
    - 4.1.1 การติดตั้งสายไฟ ผู้รับจ้างต้องตรวจก่อนว่าสายไฟมีสภาพดี ถูกต้องตามข้อกำหนดของสายไฟประเภทที่จะใช้นั้น ๆ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้จัดหาสายไฟและผู้รับจ้างพบว่าสายไฟนั้น ๆ มีสภาพไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบและต้องไม่นำสายไฟนั้น ๆ ไปติดตั้ง
    - 4.1.2 ผู้รับจ้างจะติดตั้งสายไฟในทางเดินสายไฟได้ต่อเมื่อได้ติดตั้งทางเดินสายไฟในช่วงนั้น ๆ เรียบร้อยและยึดอยู่กับที่มั่นคงดีแล้ว
    - 4.1.3 ก่อนร้อยสายไฟเข้าในทางเดินสายไฟใด ๆ จะต้องตรวจดูก่อนว่าสายไฟแต่ละเส้นมีขนาด ชนิดและสีถูกต้อง และทางเดินสายไฟมีขนาดถูกต้อง ถ้ามีสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่ถูกต้องจะต้องแก้ไขเสียก่อน
    - 4.1.4 ก่อนร้อยสายไฟเข้าในทางเดินสายไฟใด ๆ จะต้องตรวจก่อนว่าไม่มีวัสดุที่จะเป็นอันตรายต่อฉนวน หรือเปลือกนอกของสายไฟ ถ้ามีจะต้องนำออกเสียก่อนและทำความสะอาดทางเดินสายไฟให้เรียบร้อยในการทำความสะอาดห้ามใช้วัสดุที่จะเป็นอันตรายต่อทางเดินสายไฟ หรือฉนวนหรือเปลือกนอกของสายไฟ
    - 4.1.5 ในการร้อยสายเข้าทางเดินสายไฟ ต้องระวังไม่ให้เกิดแรงดึงในสายเกินกว่าที่ผู้ผลิตสายแนะนำไว้ อันอาจทำให้สายไฟเสียหายได้ ถ้าพบว่ามีแรงดึงในสายสูงถึงระดับที่ผู้ผลิตสายแจ้งไว้ ต้องหยุดการดึงสายเพื่อหาสาเหตุและแก้ไขเสียก่อนจึงจะดึงสายต่อไปได้
    - 4.1.6 สายไฟที่เดินเข้าในแผงจ่ายไฟ หรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน จะต้องจัดให้เป็นระเบียบใช้เชือกหรือสายรัดผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่
    - 4.1.7 สายไหนแต่ละเส้นจะต้องมีการทำเครื่องหมายให้ทราบได้ถึงวงจร และหน้าที่ของสายไฟนั้น ๆ เครื่องหมายเหล่านี้ให้ทำไว้ที่สายตรงที่อยู่ในกล่องดึงสายกล่องต่อสายและ/หรือในบอร์ร้อยสาย และตรงปลายที่ต่อสายเข้าอุปกรณ์ ถ้าในแบบได้ระบุชื่อหรือเครื่องหมายที่แสดงถึงวงจรหรือหน้าที่ของสายไฟนั้น ๆ ไว้ให้ทำเครื่องหมายให้ตรงกับที่ระบุไว้ในแบบ
    - 4.1.8 สายไฟที่ติดตั้งในทางเดินสายไฟที่เดินในแนวตั้ง จะต้องยึดให้มั่นคง โดยทำตามมาตรฐานใน NEC
    - 4.1.9 เมื่อร้อยสายเข้าทางเดินสายไฟแล้ว ต้องเหล็ปลายสายไว้ให้เพียงพอสำหรับต่อเข้าที่กล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ หากตัดสั้นเกินไปหรือไม่พอเพียงสายไฟที่ร้อยไปแล้วจะต้องเปลี่ยนใหม่และห้ามนำของเก่าไปใช้อีกโดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้
    - 4.1.10 การต่อสายขนาด 6 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ต่อด้วย Pressure Connector หรือ Wire nut สายที่มีขนาดโตกว่าให้ใช้ต่อด้วย Compression Connector ถ้าหัวต่อสายเป็นโลหะเปลือยต้องใช้ Vinylastic Plastic Tape พันโดยทับกันประมาณ 50% 3 ชั้นและให้พันเลยเข้าไปที่สายไฟประมาณ 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสายไฟ

- 4.1.11 เมื่อร้อยสายหรือเดินสายแต่ละช่วงแล้วเสร็จ และโดยที่ยังไม่ต่อสายไปหาสายช่วงอื่น ๆ หรือยังไม่ต่อเข้าสู่อุปกรณ์ ให้ทดสอบก่อนว่าสายแต่ละเส้นไม่ขาดและไม่รั่วลงสู่ทางเดินสาย หรือรั่วไปหาสายเส้นอื่น ๆ ทุกเส้นที่อยู่รวมในทางเดินสายเดียวกัน วิธีทดสอบให้ใช้ตามที่กำหนดในมาตรฐานของสายประเภทที่ใช้ นั้น ๆ ถ้ามีสายเสียต้องเปลี่ยนและทดสอบใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนี้
  - 4.1.12 สายไฟที่เดินออกจากทางเดินสายเข้าในแผงจ่ายไฟ แผงจ่ายไฟย่อยหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ต้องจัดให้เป็นหมวดหมู่ได้ระเบียบโดยใช้เชือกหรือที่รัดสาย สายไฟที่ยาวเกินจำเป็นต้องตัดทิ้ง ปลายที่ต่อเข้าขั้วต่อที่อุปกรณ์ทุกอย่างต้องต่อให้แน่น
  - 4.1.13 ขนาดสายบ่อนอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามภาระการใช้ไฟฟ้าที่แท้จริง จึงให้ผู้รับจ้างขอรับทราบขนาดที่แน่นอนจากผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องก่อนดำเนินการวางท่อร้อยสายไฟและสั่งซื้อสายไฟ
  - 4.1.14 การเดินสายไฟฟ้าขนาดเล็กโดยไม่มีท่อร้อยสายให้ใช้เข็มขัดอลูมิเนียม ยึดสาย โดยเข็มขัดต้องมีระยะห่างกันไม่เกิน 150 มม.
  - 4.1.15 การต่อสายโทรศัพท์ และสายสัญญาณให้ต่อในกล่องต่อสาย และต้องใช้หัวต่อแบบที่ไม่ต้องปกกสาย โดยมีวัสดุใส่เพื่อกันความชื้น
- 4.2 การเดินสายในท่อ
- 4.2.1 ถ้าประสงค์จะใช้ลวดดึงสาย ผู้รับจ้างต้องจัดหาเองและจะร้อยลวดดึงสายได้ เมื่อได้ติดตั้งท่อสายไฟในช่วงที่จะร้อยลวดดึงสายเรียบร้อยแล้ว
  - 4.2.2 ให้ร้อยสายไฟที่จะเดินในท่อร้อยสายพร้อมกันทั้งหมดในคราวเดียว ถ้าประสงค์จะใช้วัสดุที่ช่วยลดความฝืดในการร้อยสาย จะต้องใช้วัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อท่อร้อยสาย หรือฉนวนหรือเปลือกนอกของสายไฟ และต้องเป็นวัสดุที่ได้รับอนุมัติให้ใช้ได้
  - 4.2.3 สายไฟที่เดินระหว่างทางเข้าและทางออกของท่อร้อยสาย แต่ละช่วงจะต้องเป็นความยาวเดียวกันไปตลอด ห้ามต่อสายในท่อร้อยสาย การต่อสายจะทำได้เฉพาะในกล่องที่เป็นทางเข้าออกของสายเท่านั้น
  - 4.2.4 ขนาดของท่อร้อยสายที่กำหนดเป็นขนาดขั้นต่ำ และจำนวนสายในท่อที่แสดงในแบบ ได้แสดงไว้เพื่อเป็นแนวทางเท่านั้น จำนวนสายที่แสดงในแบบโดยเฉพาะวงจรวงโคมและเต้ารับอาจคลาดเคลื่อนได้จึงให้ผู้เสนอราคาตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อและจำนวนสายก่อนการเสนอราคา หากขนาดท่อเล็กไปหรือจำนวนสายไม่ถูกต้องให้เปลี่ยนทำให้ถูกต้อง ขนาดท่อให้ถือตามมาตรฐานประกาศกระทรวงมหาดไทยฯ ทั้งนี้โดยถือว่าผู้เสนอราคาได้เสนอราคาไว้ในฐานะที่จะต้องทำให้ถูกต้องด้วยแล้วจึงจะไม่มี การเพิ่มราคาให้จากราคาที่ได้เสนอไว้ในกรณีที่จำเป็น ต้องมีการเปลี่ยนขนาดท่อ และจำนวนสายให้ถูกต้อง
  - 4.2.5 ท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องอยู่ห่างจากท่อร้อยสายโทรศัพท์ไม่น้อยกว่า 51 มม. ห้ามร้อยสายโทรศัพท์ผ่านเข้าไปในกล่องต่อสายหรือท่อร้อยสายเดียวกับสายไฟฟ้า
- 4.3 การเดินสายในรางร้อยสาย ( Wireway )
- 4.3.1 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟทุกเส้นที่เดินในรางร้อยสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางร้อยสายตรงช่วงที่สายเดินผ่านไป จำนวนสายไฟที่เดินใน Wireway ต้องไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่นับรวมสายที่มีกระแสไฟไหลเพียงชั่วคราวหรือสายดิน ทั้งนี้มีข้อยกเว้นตามมาตรฐาน NEC

- 4.3.2 การต่อสายหรือต่อแยกสายใน Wireway เมื่อทำแล้วต้องพันสายตรงที่ต่อกับเทปให้เรียบร้อยทั้งสายไฟข้อต่อ และวัสดุอื่น ๆ ที่ใช้ในการต่อสายต้องกินเนื้อที่รวมกันไม่เกิน 75% ของพื้นที่หน้าตัดภายในช่องวางร้อยสาย
- 4.4 การเดินสายในรางวางสาย (Cable Tray)
- 4.4.1 เมื่อต้องการต่อสายไฟในช่วงที่เดินในรางวางสาย ต้องต่อสายและพันเทปปิดข้อต่อด้วยวิธีที่ยอมรับ ส่วนที่ต่อสายจะต้องไม่สูงพ้นขอบกันของรางวางสายขึ้นมา จุดที่ต่อสายต้องอยู่ตรงที่ ๆ เข้าถึงเพื่อการตรวจตราหรือบำรุงรักษาได้ง่าย
- 4.4.2 การเดินสายในรางวางสายทั้งที่อยู่ในแนวนอนและแนวตั้ง ต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง
- 4.4.3 ถ้ามีสายไฟที่ใช้งานแบบวงจรต่อขนานเดินในรางวางสาย ต้องจัดสายสำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมเป็นชุด ๆ โดยแต่ละชุดมีสายของไฟแต่ละเฟส สายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้น และสายดิน (หากมี) ครอบคลุมในแต่ละชุด
- 4.4.4 จำนวนสายที่จะเดินได้ในรางวางสายแต่ละขนาด ต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดใน NEC และต้องจัดวางสายในรางวางสายให้ได้ตามความต้องการของ NEC
5. การติดตั้งแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย สวิทช์ เต้ารับ ดวงโคม และอุปกรณ์ประกอบ
- การติดตั้งอุปกรณ์ในข้อกำหนดนี้ต้องทำให้ถูกต้องตามกฎที่กำหนดไว้ใน "ประกาศกระทรวงมหาดไทย" "กฎของการไฟฟ้าท้องถิ่น" และ NEC ดังระบุไว้ในเรื่องเงื่อนไขทั่วไปและดังที่ระบุต่อไปนี้
- 5.1 การติดตั้งแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย
- 5.1.1 การติดตั้งให้ติดลอยหรือฝังตามที่กำหนดในรายการ การยึดติดกับผนังปูนให้ใช้ Expansion Bolt แบบปลอกโลหะยึด ถ้าเป็นผนังไม้หรือโลหะให้ใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวยึดแผงติดสูงจากพื้น 1,500 มม วัดถึงแนวศูนย์กลางของแผงหรือสูงตามที่กำหนดในระหว่งติดตั้ง แต่ส่วนที่สูงที่สุดของสวิทช์ตัดตอนต้องสูงไม่เกิน 1,900 มม. นอกเหนือจากท่อที่ใช้ร้อยสายเข้าแผงแล้ว แผงที่ฝังจะต้องวางท่อว่างขนาด 25.4 มม. (1 นิ้ว) อย่างน้อย 2 ท่อขึ้นไปทั้งไว้ในฝ้า และอีก 2 ท่อลงไปได้พื้น หรือจำนวน และขนาดตามที่กำหนดในแบบ การติดตั้งแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อยกับโครงสร้างโลหะห้ามใช้วิธีเชื่อม
- 5.1.2 ที่อำนวยความสะดวกในการติดตั้งต่าง ๆ ที่ทำสำเร็จรูปมาจากผู้ผลิตแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย เช่น Knockout รูสำหรับร้อยสลักเกลียวเพื่อยึดตู้ ห้ามแก้ไขหรือทำเพิ่มเติม นอกจากจะได้รับอนุมัติก่อน
- 5.1.3 ผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันผิวและสีของแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อยไม่ให้ถลอกเสียหาย ระหว่างการติดตั้งและก่อนส่งมอบงาน ถ้าเกิดการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนของหรือซ่อมแซมให้เหมือนสภาพของเดิมหรือตามที่ผู้ว่าจ้างพอใจ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายเอง
- 5.1.4 เมื่อติดตั้งแผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย ต้องติดตั้งให้ส่วนล่างของตู้อยู่ในแนวนอนโดยผิดพลาดได้ไม่เกิน 0.5 มม. ต่อ 150 มม. การติดตั้งอุปกรณ์เข้าไปในตัว หรือร้อยสายไฟจะทำให้เมื่อยึดตัวตู้มั่นคงแล้วด้วย
- 5.1.5 ผู้รับจ้างต้องรักษาแผ่นป้ายสำหรับแสดงรายละเอียดของวงจรต่าง ๆ ประจําตู้ไว้อย่าให้หาย และต้องกรอกรายการในแผ่นป้ายนั้น ๆ ให้ครบและถูกต้อง
- 5.2 การติดตั้งสวิทช์
- 5.2.1 สวิทช์ให้ติดสูงจากพื้น 1250 มม. วัดถึงแนวศูนย์กลางของสวิทช์ หรือตามที่กำหนดในแบบ

- 5.2.2 สวิตช์ให้ติดตั้งเรียงในผนัง โดยใช้กล่องโลหะและต้องต่อลงดิน ยกเว้นในกรณีที่ไม่จำเป็นต้องติดตั้งให้ติดตั้งโดยใช้กล่องโลหะหล่อแบบติดตั้ง นอกจากในกรณีที่ใช้สวิตช์พิเศษที่จำเป็นต้องใช้กล่องพลาสติกแบบติดตั้ง ก็จะใช้ได้โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง
- 5.2.3 ในกล่องแต่ละกล่องที่ใช้ติดตั้งสวิตช์ ห้ามไม่ให้ติดตั้งสวิตช์เกินหนึ่งอัน ถ้ามีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสวิตช์เกิน 300 โวลต์ ยกเว้นในกรณีที่ติดตั้งแผ่นฉนวนกันระหว่างสวิตช์ หรือใช้สวิตช์แบบไม่มีชิ้นส่วนที่มีกระแสไฟให้แตะต้องได้ จึงจะติดตั้งกันหลายอันในกล่องเดียวกันได้
- 5.3 การติดตั้งสวิตช์หรี่ไฟ ( Dimmer Switch ) ให้ติดตั้งเหมือนสวิตช์ทั่วไป
- 5.4 การติดตั้งเต้ารับ
- 5.4.1 เต้ารับทุกชนิดให้ติดตั้งสูงจากพื้น 300 มม. วัดถึงแนวศูนย์กลางของเต้ารับหรือตามที่กำหนดในแบบ
- 5.4.2 การติดตั้งเต้ารับให้ทำเหมือนการติดตั้งสวิตช์ดังกล่าวข้างต้น
- 5.5 การติดตั้งดวงโคม
- 5.5.1 การติดตั้งดวงโคม ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมทุกอย่างไว้ให้พร้อมดวงโคมทุกดวงจะต้องติดตั้ง ณ ตำแหน่งซึ่งแสดงไว้ในแบบ ถ้ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งใหม่ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างเสียก่อนจึงจะทำการได้การติดตั้งดวงโคมทุกชนิด ผู้รับจ้างจะต้องทำให้มีความแข็งแรงทนทานและปลอดภัย ถ้าหากพบว่าสิ่งใดไม่เป็นไปตามความประสงค์ของผู้ว่าจ้าง ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะให้ผู้รับจ้างซ่อมแซมแก้ไขหรือติดตั้งใหม่ โดยไม่มีการเรียกร้องค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด
- 5.5.2 ดวงโคมทุกดวงในระบบการเดินสายแบบใช้ท่อร้อยสาย ต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามต่อสายจากท่อร้อยสายเข้าดวงโคมโดยตรง และห้ามร้อยสายวงจรย่อยทะลุดวงโคมไปยังจุดจ่ายไฟอื่น ๆ ให้ต่อสายได้เฉพาะตำแหน่งในกล่องต่อสาย
- 5.5.3 ดวงโคมชนิดฝังในฝ้าเพดานแต่ละดวง ต้องมีท่อร้อยสายชนิดอ่อนต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงโคมท่อร้อยสายชนิดอ่อนนี้ต้องยาวพอที่จะทำให้สามารถถอดดวงโคมได้สะดวก
- 6. การป้องกันการผุกร่อน**
- 6.1 การป้องกันการผุกร่อนต้องทำตามมาตรฐาน NEC
- 6.2 ท่อร้อยสายโลหะ และชิ้นส่วนที่เป็นโลหะซึ่งฝังในดิน ต้องทำด้วยสายประเภทแอลพีลด์ ( เช่น ฟลินไคด์ ) ให้ทั่วด้านนอกอย่างน้อย 3 ครั้ง โดยทำให้ถูกต้องตามกรรมวิธีที่ดี
- 6.3 ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กต้องป้องกันการผุกร่อน โดยการอบสังกะสีหรือพ่นสีกันสนิมหรือโดยวิธีอื่นใดที่เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ ทั้งนี้ให้ทำตามผู้ว่าจ้างกำหนดหรือวินิจฉัย
- 6.4 การป้องกันการผุกร่อนโดยใช้สีให้ทำดังนี้
- 6.4.1 ขัดผิวโลหะให้เรียบสะอาดและหมดสนิม แล้วล้างด้วยน้ำยาเพื่อล้างไขมันหรือน้ำมัน และสนิมออกจนโลหะสะอาด หรือใช้โลหะชนิด Elector Galvanized
- 6.4.2 พ่นสีรองพื้นชนิดกันสนิมให้ทั่วถึงทุกจุด เช่น Zinc phosphate. หรือ Etching primer เป็นต้น แล้วอบให้แห้ง
- 6.4.3 พ่นสีชั้นนอก ถ้าใช้สีน้ำมันต้องใช้ชนิดสีอบและพ่นอย่างน้อย 2 ชั้นหรือจะใช้สี Epoxy ชนิดผงพ่นแล้วอบก็ได้

## 7. รหัสและป้ายชื่อ

- 7.1 เพื่อความสะดวกแก่การซ่อมบำรุงในอนาคต จึงกำหนดให้จัดทำรหัสและป้ายชื่อกำกับวัสดุ – อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารตามรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้
- 7.2 ระบบไฟฟ้า ทั้งแรงสูงแรงต่ำให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีรหัสดังต่อไปนี้
  - 7.2.1 สีน้ำตาล สำหรับสายไฟฟ้า เฟส A
  - 7.2.2 สีดำ สำหรับสายไฟฟ้า เฟส B
  - 7.2.3 สีเทา สำหรับสายไฟฟ้า เฟส c
  - 7.2.4 สีฟ้า สำหรับศูนย์ (Neutrol)
  - 7.2.5 สีเขียวคาดเหลือง สำหรับสายดิน
  - 7.2.6 ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานผลิตเป็นเดี่ยวให้ใช้ปลอก หรือเทป พีวีซี สี ตามกำหนดสวม หรือคาดไว้ที่ปลายไฟฟ้านั้นทั้ง 2 ด้าน
- 7.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า แต่ละระบบให้มีรหัสดังต่อไปนี้
  - 7.3.1 สีแดง สำหรับระบบไฟฟ้าปกติ
  - 7.3.2 สีเหลือง สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน
  - 7.3.3 สีเขียว สำหรับระบบโทรศัพท์
  - 7.3.4 สีส้ม สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้
  - 7.3.5 สีขาว สำหรับระบบเสียง
  - 7.3.6 สีน้ำเงิน สำหรับระบบรักษาความปลอดภัย ระบบ MATV และ ระบบ CCTV
  - 7.3.7 สีฟ้า สำหรับ ระบบไฟฟ้าควบคุม
  - 7.3.8 สีน้ำตาล สำหรับระบบนาฬิกาไฟฟ้า
  - 7.3.9 สีเทา สำหรับระบบคอมพิวเตอร์

โดยให้ทำสีคาดทอร้อยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1 เมตร หรือหาที่อุปกรณ์ยึดจับทอ (Clamp) ทุกอัน ส่วนกล่องต่อสาย – พักสายต่าง ๆ ให้ทำสีภายในกล่อง และที่กล่องทุกกล่อง
- 7.4 ให้ทำป้ายชื่อแสดงชื่อ Feeder หรือ Branch Circuit ด้วยป้ายพลาสติกที่มีพื้นที่สีดำและแกะสลักเป็นตัวอักษรสีขาวติดไว้อย่างแน่นหนาส่วนขนาดของป้ายให้เหมาะสมกับวัสดุ – อุปกรณ์นั้น ๆ ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน
- 7.5 เครื่องหมาย “ ไฟฟ้าแรงสูง” ให้ใช้สีแดงพ่นบนแผงสวิทช์ทอร้อยสายไฟฟ้าด้วยขนาดที่เหมาะสมและเห็นได้ชัดเจน

## หมวดที่ 4

## มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์ทั่วไป

## 1. สายไฟฟ้าและเคเบิล

## 1.1 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้ในอาคาร

- 1.1.1 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้ในอาคาร ต้องมีคุณสมบัติในการไม่ไหม้ลุกลาม ( Fire retardant ) เท่ากันหรือดีกว่าตามที่กำหนดไว้สำหรับชนิดและเปลือกนอกสายไฟฟ้าใน มอก. 11
- 1.1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้สำหรับไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่างต้องผลิตโดยผู้ผลิต ที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน มอก.11 สำหรับสายตัวนำทองแดงและตามมาตรฐาน มอก. 293 สำหรับตัวนำอะลูมิเนียมขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ ประเภทของสายไฟฟ้าและเคเบิลนี้ ต้องเลือกใช้แบบที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ
- 1.1.3 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้กับการกำลังหรือแสงสว่าง ที่มีลักษณะการก่อสร้างหรือมีคุณสมบัติอื่น เช่น พิกัดอุณหภูมิใช้งานต่างจากที่มาตรฐาน มอก. ได้กำหนดผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐาน UL หรือ IEC นั้น ๆ ที่ใช้ขนาดของตัวนำต้องไม่เล็กกว่ากำหนดในแบบ
- 1.1.4 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้ในอาคารเพื่อกิจการอื่น เช่น การสื่อสาร การควบคุมต้องเป็นของที่ผลิตตามมาตรฐานที่เชื่อถือได้ และเหมาะแก่การใช้งาน เช่น มาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, มอก., UL ต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือได้รับการทดสอบและรับรองแล้วโดยผู้มีอำนาจรับผิดชอบสำหรับมาตรฐานนั้น ๆ ว่าใช้ได้ ขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ

## 1.2 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้นอกอาคาร

- 1.2.1 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้นอกอาคาร ถ้าเป็นแบบมีฉนวนและ/หรือเปลือกนอกฉนวน และ/หรือเปลือกนอก ต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อการแตกตัวเนื่องจากแสงอาทิตย์ ( Sunlight Resistance ) และต้องมีคุณสมบัติทนทานต่อภาวะอากาศ ( Weather-Proof ) โดยต้องทำให้ได้ตามข้อกำหนดมาตรฐานนั้น ๆ ที่เลือกใช้ สายที่ใช้ได้ดินต้องเป็นสายชนิดมีเปลือกนอกหนาพิเศษ ( เช่น ตามตาราง 13, 14, 15, 21 มอก. 11 )
- 1.2.2 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่ใช้นอกอาคารต้องผลิตโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ได้รับการทดสอบ และรับรองแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ใช้กับสายไฟฟ้า หรือเคเบิลที่ใช้นั้น ๆ
- 1.2.3 ประเภทของสายไฟฟ้าและเคเบิล และขนาดของตัวนำให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ
- 1.2.4 ถ้าไม่กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้สายไฟฟ้าและเคเบิล สำหรับไฟฟ้ากำลังและแสงสว่างดังนี้

## ประเภทของสายไฟฟ้า / เคเบิล

## มาตรฐาน

- |   |  |
|---|--|
| - สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย                    | มอก. 85 , ASTM B 231                                     |
| - สายอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก            | มอก. 86 , ASTM B 232                                     |
| - สายอะลูมิเนียมหุ้มฉนวนใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 V | มอก. 293   |
| - สายอะลูมิเนียมแบบ Spaced                        | การไฟฟ้าท้องถิ่น Aerial ใช้กับแรงดันตั้งแต่ 5 KV. ขึ้นไป |

- สายแรงสูงตั้งแต่ 5 KV ขึ้นไปแบบ มี Metal Shield	การไฟฟ้าท้องถิ่น
- สายแรงต่ำ ตัวนำทองแดง	มอก. 11
- สายทองแดงเปลือย	มอก. 64
- สาย Copperweld เปลือย	ASTM B 228
- สายทนไฟ	IEC 331, BS 6387 C.W.Z

### 1.3 สายไฟฟ้านิรติทนไฟ (Fire resistant cable : FR)

สายทนไฟ (Fire resistant cable : FR) จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 1.3.1 เป็นสายทองแดงชนิดแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มด้วยฉนวนที่เป็นวัสดุประเภท Low smoke halogen free, Flame & Fire retardant หรือดีกว่า และไม่เกิดไอพิษในขณะเกิดเพลิงไหม้ สามารถทนพิกัดแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 0.6/1kV 90oC โดยทดสอบผ่าน IEC 754-1, IEC 754-2, IEC332-3, IEC 1034-2 , IEC 332-1 และ BS 6387 CWZ จากสถาบันกลางที่เชื่อถือได้ เช่น LPCB สายไฟ LSOH ต้องทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าว ยกเว้น BS6387 CWZ
- 1.3.2 หรือเป็นสายชนิดเดียวกับข้อ (1.3.1) แต่เปลี่ยนนอกหุ้มด้วยวัสดุชนิด corrosion protective covering (copper sheet) ในกรณีนี้เปลี่ยนนอกของสายทุกเส้นจะต้องมีการต่อลงดินด้านต้นทาง และปลายทาง
- 1.3.3 สายทนไฟที่ใช้จะต้องผ่านการทดสอบและผลิตตามมาตรฐาน IEC 331, BS 6378 C.W.Z
- 1.4 ชนิดสายไฟฟ้าและเคเบิล สายไฟฟ้า และเคเบิลที่ใช้ภายในอาคารให้ใช้สายชนิด THW 750 V. 70°C และที่ใช้ภายนอกอาคาร หรือฝังดินโดยตรงให้ใช้สายชนิด NYY แกนเดียว 750 V. 70°C ขนาดของสายที่ใช้เล็กสุดอย่างต่ำ 2.5 ตร.มม. ยกเว้นจะกำหนดได้เป็นอย่างอื่นในแบบ
- 1.5 การทดสอบสายไฟฟ้า ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำตัวอย่างจากสายไฟฟ้าที่ส่งไปใช้งาน ไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเลือกทำการทดสอบ ตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้จ่ายค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างนั้นไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้ว่าจ้างจะไม่ยินยอมให้ใช้สายไฟฟ้าของโรงงานนั้นทั้งหมด และผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้ทั้งสิ้นโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดเพิ่มขึ้นจากสัญญา และในการนี้ถ้าเกิดความล่าช้าแก่งานผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบด้วย
- 1.6 สายไฟฟ้าและเคเบิลที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะดีเรียบร้อย หากมีลักษณะไม่ดี เช่น ตัวอักษรแจ้งรายละเอียดของสายไม่ชัดเจน ผิวของสายขรุขระฉนวนหรือเปลี่ยนรอบ ๆ สายมีความหนาต่างกันมาก จะไม่อนุญาตให้ใช้สายของผู้ผลิตนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นสายที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้นแล้วก็ตาม

## 2. แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย ( Distribution Panelboard or Load Center )

แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อยต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้น และทดสอบแล้วว่าจะใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

- 2.1 แผงสวิทช์จ่ายไฟย่อย ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐาน NEMA แผงสวิทช์พร้อมอุปกรณ์ในแผงและเมนสวิทช์ต้องได้รับการรับรองหรือผ่านการทดสอบโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ
- 2.2 ชนิดของแผงสวิทช์ ต้องเป็นชนิด Dead - front ทำสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย เป็นแผงชนิด 1 เฟส 2 เฟส หรือ 3 เฟส ตามที่กำหนดในแบบและรายการ และมีฝาปิดด้านหน้าหากมีกำหนดไว้

- แผงสวิตช์ และอุปกรณ์ต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 240 โวลต์ สำหรับ 1 เฟส และ 415 โวลต์ สำหรับ 2 เฟส และ 3 เฟส
- 2.3 แผงบัสบาร์ บัสบาร์เป็นทองแดงชุบทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 100 แอมแปร์ สำหรับแผงขนาดไม่เกิน 24 ช่อง และไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์ สำหรับแผงขนาดเกิน 24 ช่อง บัสบาร์เป็นชนิดที่ถอดและเพิ่มสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติได้ง่าย และใส่จำนวนได้ตามที่กำหนด แผง 3 เฟส ต้องสามารถใส่สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติได้ทั้งชนิด 1 เฟส 2 เฟส และ 3 เฟส ปนกัน ที่ขั้วต่อสายบ่อนหรือจุดใกล้เคียงให้ทำสีตามระบบสีที่กำหนด แผงบัสบาร์พร้อมฉนวนทั้งหมดต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ
- 2.4 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติมี Instantaneous short circuit trip, inverse time overcurrent trip ขนาดตามที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ขนาดเฟรมไม่น้อยกว่า 50 แอมแปร์ หรือตามที่กำหนด และมี Interrupting rating ไม่น้อยกว่า 5,000 แอมแปร์ Symmetrical RMS หรือตามที่กำหนดที่กำหนดที่แรงดันไฟฟ้าระบุของแผงบัสบาร์
- 2.5 เมนสวิตช์ แผงที่กำหนดให้มีเมนสวิตช์ ให้ใช้เมนสวิตช์ตามชนิดที่กำหนดดังนี้
- 2.5.1 สวิตช์ตัดตอน (Molded case switch) ขนาดตามที่กำหนด และสามารถตัดกระแสไฟฟ้าที่ระบุได้ ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับ 1 เฟส และ 500 โวลต์ สำหรับ 2 หรือ 3 เฟส
- 2.5.2 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติใช้ชนิด Molded - case circuit breakers with hermal overcurrent trip, instantaneous magnetic short circuit trip ; interrupting rating ไม่น้อยกว่า 10,000 แอมแปร์ Symmetrical RMS ที่แรงดันไฟฟ้าที่ระบุหรือตามที่กำหนดขนาด Overcurrent trip ใช้ตามที่กำหนด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสและขนาดเฟรมต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 2.6 ตู้แผงสวิตช์ เป็นชนิดฝังหรือติดผนังตามที่กำหนด และเป็นแบบมีฝาปิดเปิดได้ แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม พ่นสีแล้วอบ ถ้าตู้ที่ใช้ไม่มีที่ทำไว้สำหรับติดเมนสวิตช์โดยเฉพาะให้ทำตู้ใส่เมนสวิตช์ขนาดกว้างเท่าแผงแยกต่างหากติดไว้ด้านบนหรือล่างของแผงตามทางเข้าของสายบ่อน
- 2.7 การติดตั้งสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติเข้ากับบัสบาร์ ต้องทำเป็นแบบ plug-in, plug-on หรือ bolt-on และต้องสามารถใส่หรือถอดแต่ละตัวออกได้ โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออกก่อน

### 3. ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ

ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยและทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับดังระบุในเรื่องเงื่อนไขทั่วไป และดังที่ระบุต่อไปนี้ :-

#### 3.1 ดวงโคม

- 3.1.1 ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและ/หรือรายการต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่กำหนด ขนาดที่กำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร ( มม. ) ให้ใช้เป็นแนวทางโดยประมาณ ดวงโคมที่ทำในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างกันเล็กน้อยตามความจำเป็น ดวงโคมทำจากต่างประเทศให้ใช้ขนาดตามมาตรฐานของผู้ผลิต ดวงโคมทุกชนิดต้องเสนอแบบ/และหรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างตรวจให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อและ/หรือเริ่มทำ ดวงโคมที่ทำในประเทศไทยต้องเสนอตัวอย่างและทดลองติดตั้งใช้งานก่อนพิจารณาอนุมัติให้เริ่มทำ
- 3.1.2 ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ชนิดทำในประเทศ

- ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 344 ขั้วรับหลอดใช้ชนิด Heavy duty , spring - loaded type ใส่หลอดได้โดยไม่ต้องบิดหลอด
- แผ่นเหล็กให้ใช้หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ทำให้แข็งแรงพอไม่ให้โคมบิดตัวได้ง่ายผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟสพ่นสีชนิดอบความร้อน เช่น Alkydstoved enamel Epoxy เป็นต้น
- สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมให้ใช้สายอ่อนตาม มอก. 11 ชนิด 105 องศา เซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 0.5 ตร.มม. สายไฟฟ้าต้องเดินซ่อนปิดให้เรียบร้อยไม่ให้เห็นสายจากด้านล่าง
- ที่ติดตั้งบัลลาสต์ต้องทำให้เรียบร้อย มองไม่เห็นบัลลาสต์จากด้านล่างสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีเพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์เพิ่มขึ้นสูงเกินขีด จำกัดในขณะใช้งาน
- ต้องมีขั้วต่อสายไฟ และขั้วต่อสายดินติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้
- ดวงโคมต้องทำโดยโรงงานที่ผู้ว่าจ้างพิจารณาแล้วเห็นว่าสามารถทำดวงโคมที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและอนุมัติให้ใช้ดวงโคมจากโรงงานนั้นได้

3.1.3 ดวงโคมภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนดินฟ้าอากาศภายนอก ( Weather proof )

3.1.4 ดวงโคมใช้หลอดมีไส้หรือหลอดมีก๊าซ แบบติดฝังหรือติดลอยซึ่งติดตั้งกับท่อร้อยสายต้องมีกล่องต่อสายที่เหมาะสมติดอยู่เหนือดวงโคม

## 3.2 หลอดไฟฟ้า

3.2.1 หลอดไฟฟ้านชนิดมีไส้ ( Incandescent Lamps )

- หลอดธรรมดาให้ใช้ตาม มอก. 4 ขั้วหลอด E27 ชนิดใสหรือฝ้าตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด ขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่กำหนดในแบบหรือรายการ
- หลอดชนิดอื่น ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบ

3.2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์

- หลอดชนิดต้องใช้สตาร์ทเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 236 และต้องเป็นหลอดที่ได้ รับการรับรองโดย สมอ. ให้ใช้ตรงมาตามมาตรฐานได้ สี Cool White หรือ Daylight ตามที่ผู้ว่าจ้างจะเลือก
- หลอดชนิดไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ให้ใช้หลอดแบบราปิดสตาร์ท ( Rapid Start ) ขนาด 20 หรือ 40 วัตต์ มีอายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า 15000 ชั่วโมงหรือ หลอดชนิดมีประสิทธิภาพสูง ( 18 หรือ 36 วัตต์ ) ที่สามารถใช้กับบัลลาสต์แบบราปิดสตาร์ท 20 หรือ 40 วัตต์ ได้ตามที่กำหนดในรายการหลอดใช้สี Cool White หรือ Daylight หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเลือก
- หลอดชนิดใช้สตาร์ทเตอร์แบบมีประสิทธิภาพสูงให้ใช้หลอด 18 วัตต์ และ 36 วัตต์

3.2.3 หลอด LED TUBE T8

- ชุดหลอดใช้กำลังไฟฟ้ารวมไม่เกิน 20 วัตต์โดยปริมาณแสงหลอดต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 110 lumen/watt โดยมีค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่ต่ำกว่า 0.9 และมีอายุการใช้งานของ chip LED ไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง ได้ตามที่กำหนดในรายการหลอดให้ใช้โทนสี Cool White หรือ Daylight หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเลือก โดยมีเอกสารรับรองผลการทดสอบการคงค่าความสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 ทั้งนี้ต้องมีใบรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบริษัทผู้ผลิตและผู้จำหน่ายที่คล้ายกัน: ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ มอก.1955/2551 และผ่านการทดสอบคุณลักษณะทางแสงและทางไฟฟ้าดังกล่าวจากสถาบันที่มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ในประเทศไทย และเป็นที่ยอมรับในระบบมาตรฐาน ทั้งนี้ผู้ผลิตต้องมีประสบการณ์ผลิต และจำหน่ายอุปกรณ์ส่องสว่างเช่น หลอดไฟ,

โคมไฟ, อุปกรณ์ซิป ไม่น้อยกว่า 5 ปี

### 3.2.4 หลอด LED

- หลอด LED สำหรับโคมไฟดาวไลท์ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 80 lumen/watt โดยมีค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่ต่ำกว่า 0.95 และมีอายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ได้ตามที่กำหนดในรายการ หลอดให้ใช้โทนสี Cool White หรือ Daylight หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเลือก
- หลอด LED สำหรับโคมไฟไฮเบย์ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 103 lumen/watt โดยมีค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ไม่ต่ำกว่า 0.95 และมีอายุการใช้งานที่กำหนดไม่น้อยกว่า 50000 ชั่วโมง ได้ตามที่กำหนดในรายการ หลอดให้ใช้โทนสี Cool White หรือ Daylight หรือตามที่ผู้ว่าจ้างเลือก

### 3.3 บัลลัสต์สำหรับฟลูออเรสเซนต์

#### 3.3.1 บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้ตาม มอก. 23

- หลอดขนาด 20 วัตต์ และเล็กกว่า และหลอดดวงกลมชนิดที่ใช้สตาร์ทเตอร์ บัลลัสต์เป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ มีคะแพซิเตอร์ต่อคร่อม ปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงเกิน 0.85
- หลอดชนิด 40 วัตต์และหลอดมีประสิทธิภาพสูง ให้ใช้หลอดและบัลลัสต์ 2 ชนิดตามที่กำหนด คือ
  - ก. ชนิดต้องใช้สตาร์ทเตอร์ บัลลัสต์ เป็นแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูง ( ต้องเป็นแบบปิดมิดชิดทึบแสงเรซิน ) หรือเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูง เกิน 0.85
  - ข. ชนิดไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ บัลลัสต์เป็นแบบรวดเร็วสตาร์ท ( Rapid Start ) ปิดมิดชิดทึบแสงเรซิน แบบเพาเวอร์ แฟกเตอร์สูงเกิน 0.85 บัลลัสต์ขนาด 40 วัตต์ สามารถใช้กับหลอดประสิทธิภาพสูงได้ โดยความร้อนไม่สูงเกินมาตรฐาน
- บัลลัสต์แบบรวดเร็วสตาร์ท และแบบเพาเวอร์แฟกเตอร์สูงที่ใช้ภายในตัวอาคารต้องเป็นแบบมี Self resetting thermal protector ไล่ฝังไว้ในบัลลัสต์

#### 3.3.2 บัลลัสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซอื่น ๆ ให้ใช้บัลลัสต์เพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำมีคะแพซิเตอร์ต่อคร่อมปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงเกิน 0.85 บัลลัสต์ทำตามมาตรฐานของประเทศผู้ทำ และได้รับการรับรองโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ

### 3.4 สตาร์ทเตอร์ สตาร์ทเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ใช้ตาม มอก. 183 หรือ Electronic Starter ตามที่กำหนด

### 3.5 คะแพซิเตอร์ คะแพซิเตอร์ให้ใช้ตาม มอก. 191 และต้องมีตัวต้านทานต่อคร่อมเพื่อเป็นเครื่องปล่อยประจุ

## 4. สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า ( Switch and Receptacles )

สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือและเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัย และทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

### 4.1 สวิตช์ ( Switch ) สวิตช์สำหรับใช้กับดวงโคม และเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ใช้ได้ดังนี้

- 4.1.1 สวิตช์ทั่วไปเป็นแบบฝังในผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลต์ หรือสูงกว่าสามารถใช้กับบัลลัสต์ หลอดชนิดมีไส้ และมอเตอร์ขนาดเล็ก
- 4.1.2 ก้านสวิตช์เป็นกลไกแบบกดปิดเปิดโดยวิธีกระดก ( Rocker operated ) ทำด้วยพลาสติกแข็ง สีขาว หรือสีตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

- 4.1.3 ขั้วต่อสายไฟเป็นชนิดมีรูเสียบสายอัดด้วยสปริงหรือมีรูเสียบสายอัดด้วยสกรู สามารถกันการแตะต้อง  
ขั้วที่เป็นโลหะได้ ( ห้ามใช้ชนิดที่ยึดสายไฟโดยการพันสายใต้หัวสกรูโดยตรง )
- 4.1.4 สวิตช์อื่น ๆ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ
- 4.2 เต้ารับไฟฟ้า ( Receptacles )
  - 4.2.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปเป็นแบบฝังในผนัง ชนิดคู่ขนาดไม่ต่ำกว่า 10 แอมป์ 250 โวลต์ มีชาดิน ( Grounding duplex receptacles ) และเป็นชนิดใช้ได้ทั้งเต้าเสียบกลมและแบน ( Universal )
  - 4.2.2 เต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นแบบและสีเดียวกัน และทำโดยผู้ผลิตเดียวกันกับสวิตช์ยกเว้นจุดที่ได้รับความเห็นชอบเป็นพิเศษจากผู้ว่าจ้าง
  - 4.2.3 วัสดุฉนวนด้านข้างรอบรูเต้ารับไฟฟ้า ต้องมีความหนาเพียงพอที่จะกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรกับฝาครอบโลหะได้ง่ายในขณะเสียบหรือถอดเต้าเสียบ หรือเนื่องจากความชื้นหรือมด
  - 4.2.4 เต้ารับอื่น ๆ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ
- 4.3 ฝาครอบสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า ( Cover Plate ) ฝาครอบสวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้ ทั่วไปภายในอาคารต้องเป็นแบบเดียวกัน ทำโดยผู้ผลิตเดียวกันทั้งอาคารยกเว้นฝาครอบพิเศษ ฝาครอบให้ใช้ตามที่กำหนดจากชนิดต่าง ๆ ดังนี้
  - 4.3.1 ชนิด hairline finish stainless steel
  - 4.3.2 ชนิด brushed or anodized aluminum
  - 4.3.3 ชนิดพลาสติกแข็ง สี และแบบตาม que ผู้ว่าจ้างเลือกให้ใช้ชนิดนี้ในกรณีที่กรอบสวิตช์และกล่องไม่มีการต่อลงดิน
- 4.4 สวิตช์หรี่ไฟ ( Dimmer Switch )
  - 4.4.1 ใช้กับไฟระบบ 220 โวลต์ 50 ไซเคิล / วินาที
  - 4.4.2 ต้องสามารถปรับความสว่างของหลอดไฟแบบต่อเนื่องได้ตั้งแต่ 0 - 100%
  - 4.4.3 ภายในชุดต้องประกอบด้วยสวิตช์เปิด / ปิด
  - 4.4.4 สวิตช์หรี่ไฟต้องเป็นแบบ และสีเดียวกัน และทำโดยผู้ผลิตเดียวกันสวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้า ยกเว้นจุดที่ได้รับความเห็นชอบเป็นพิเศษจากผู้ว่าจ้าง
  - 4.4.5 สวิตช์หรี่ไฟเป็นแบบฝังในผนังขนาดไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ 220 โวลต์ หรือให้ใช้ขนาดตามที่กำหนดในแบบ
5. กล่องต่อสาย กล่องใส่อุปกรณ์ และ Conduit Body ( Junction Box , PullBox and Conduit Body )

กล่องต่อสาย กล่องใส่อุปกรณ์ และ Conduit Body ในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ ให้ใช้แบบมีฝาปิดทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรืออลูมิเนียม ต้องเป็นของที่มีคุณภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดเวลาช่วงระยะเวลาก่อสร้าง โดยมีลักษณะ ขนาด และวิธีการติดตั้ง ตามที่กำหนดใน NEC ARTICLE 370

  - 5.1 กล่องต่อสายมาตรฐาน กล่องต่อสายมาตรฐานขนาดเล็ก สำหรับใช้กับท่อร้อยสายโลหะ แบบใช้กับสายขนาดไม่เกิน 10 ตร.มม. ให้ใช้กล่องทำด้วยเหล็กหนาประมาณ 1-2 มม. สำหรับติดเกาะกับผนัง และเพดานให้ใช้กล่องเหล็กประมาณ 54 มม. หากที่ใดจำเป็นต้องใช้กล่องตันให้ใช้ขนาดลึก 38 มม. แทนได้ และให้ใช้กล่องดังนี้

- 5.1.1 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นอยู่กับขนาดจำนวนท่อร้อยสายไฟหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีโค้งงอในกล่องสายตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 373
- 5.1.2 กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า ใช้ขนาดที่เหมาะสมกับสวิตช์และเต้ารับไฟฟ้าที่ใช้
- 5.1.3 กล่องต่อสายสำหรับต่อวงจรโคมและเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้ใช้กล่องชนิดแปดเหลี่ยมขนาดประมาณ 101 มม.
- 5.1.4 กล่องต่อสายอื่น ๆ ให้ใช้แบบมีฝาปิด ขนาดที่กำหนดใน NEC โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมความจำนวนสายในกล่อง
- 5.2 กล่องต่อสายพิเศษ ให้ใช้แบบมีฝาปิดทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ชนิดอบสังกะสีหรือชนิดพ่นสีอบหรือทำด้วยอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.8 มม. ฝายึดด้วยสลักเกลียว
- 5.3 กล่องต่อสายภายนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนภาวะอากาศภายนอกอาคารเป็นชนิดอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบ หรือทำด้วยเหล็กแผ่น หรืออะลูมิเนียมแผ่น แต่ต้องทำให้กันน้ำและฝนเข้าได้

## 6. ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

### 6.1 ท่อร้อยสาย (CONDUIT)

ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน เป็นของที่ได้รับการทดสอบและรับรองโดยสถาบันที่เกี่ยวข้องและเป็นสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ได้ ดังนี้

- 6.1.1 ท่อร้อยสายโลหะที่ไม่ใช่แบบอ่อน (Flexible) ต้องมีลักษณะกลมทั้งภายนอก และภายในมีขนาดทางการค้าระหว่าง 15 มม. ( 1 / 2" ) ถึง 155 มม. ( 6 นิ้ว ) ท่อโลหะมีความยาวระบุ (Nominal) 3 เมตร ( 10 ฟุต )
- 6.1.2 ท่อร้อยสายเหล็กอบสังกะสีชนิดอ่อน และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องมีขนาดทางการค้า ( 6 นิ้ว ) ท่ออ่อนขนาด 10 มม. ( 3 / 8 นิ้ว ) จะใช้ได้เฉพาะเมื่อเป็นกรณียกเว้นเปลือกนอก วัสดุที่ใช้ประกอบต้องเป็นแบบที่เหมาะสม กับท่ออ่อนที่ใช้และเป็นแบบที่อนุมัติให้ใช้ได้
- 6.1.3 ท่อร้อยสายพีวีซี ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 17 ประเภท 8.5 และ 13.5 หรือตาม มอก. 216 ดังที่ระบุไว้ในแบบ
- 6.1.4 ท่อ Asbestos Cement ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 106
- 6.1.5 ท่อ HDPE (High Density Polyethylene) ต้องผลิตตามมาตรฐานของ ISO R161, ASTM D2666 หรือ AWWA C902-78
- 6.1.6 ขนาดของท่อร้อยสายที่ใช้ จะต้องโตพอสำหรับจำนวนและขนาดของสายไฟที่ต้องการใช้เดินในท่อ โดยเลือกให้ได้ขนาดตามความต้องการในมาตรฐานที่กำหนดในการประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า หรือ ตาม NEC โดยใช้ขนาดที่โตกว่า
- 6.1.7 ท่อโลหะหนา ( Rigid Steel Conduit , RSC ) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อโลหะหนาต้องทำด้วยเหล็กฉาบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสีผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.1 ท่อโลหะหนาต้องเป็นแบบที่ทำเกลียวหัวท้ายเสร็จมาจากโรงงานลบคมเรียบร้อย และมีข้อต่อติดมาด้วยท่อนละ 1 อัน ท่อโลหะหนาที่ทำขึ้นให้มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนโดยใช้โลหะอื่นที่ไม่ใช่เหล็ก และจะต้องมีเครื่องหมายหรือข้อความแจ้งไว้ที่ตัวท่อ ท่อโลหะหนาทุกท่อนต้องแสดงชื่อผู้ผลิตและเครื่องหมายการค้าที่ติดแน่น

ทนทาน ไม่ลบง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับท่อโลหะหนา เช่น ข้อต่อ ทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนอยู่แล้วในตัว เพื่อให้ทนทานต่อการผุกร่อนได้ไม่น้อยกว่าท่อ ข้อต่อ ข้อลด ไม่ว่าจะเป็แบบตรง หรือมีการหักงอก็ตามทำสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิต ห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นเอง

6.1.8 ท่อโลหะปานกลาง ( Intermediate Metal Conduit , IMC ) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ ท่อโลหะปานกลางต้องทำด้วยเหล็กฉาบผิวทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสีหรือน้ำยาป้องกันการผุกร่อน จะใช้ได้เฉพาะภายในอาคารตรงที่เป็นที่ ต้องผลิตตามมาตรฐาน UL1242 ท่อโลหะปานกลางแต่ละท่อจะต้องมีข้อต่อจัดมาให้ด้วย 1 อัน ท่อโลหะปานกลางที่ทำขึ้นให้มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนในตัว โดยใช้โลหะที่ไม่ใช่เหล็กจะต้องทำเครื่องหมายบอกไว้ ท่อโลหะปานกลางแต่ละท่อ จะต้องทำเครื่องหมายด้วยตัวอักษร IMC ไว้ทุก ๆ ระยะ 762 มม. ( 30 นิ้ว ) เครื่องหมายตัวอักษรต้องทนทานไม่ลบง่าย ท่อโลหะปานกลางแต่ละท่อจะต้องแสดงชื่อผู้ผลิต และเครื่องหมายการค้าที่ติดแน่นทนทานไม่ลบง่ายอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับ ท่อโลหะปานกลางเช่น ข้อต่อ ข้องอ ที่ยึด ที่รองรับ จะต้องมีการฉาบโลหะหรือน้ำยาเพื่อป้องกันการผุกร่อน หรือทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติป้องกันการผุกร่อนอยู่แล้วในตัว เพื่อให้ทนมาจากโรงงานผู้ผลิตห้ามใช้อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นเอง

6.1.9 ท่อโลหะบาง ( Electrical Metallic Tubing , EMT ) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อโลหะบาง และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบจะต้องมีการฉาบสารป้องกันการผุกร่อนทั้งภายในและภายนอกด้วยสังกะสี ผลิตตามมาตรฐาน ANSI C80.3 ท่อโลหะบางจะต้องทำให้ผิวภายนอกมีลักษณะที่เห็นได้ว่าต่างท่อโลหะหนา ลักษณะที่เห็นได้ว่าต่างกับท่อโลหะหนานี้จะต้องทนทานอยู่ให้เห็นได้หลังการติดตั้งแล้ว ถ้าท่อโลหะบางเป็นแบบที่ใช้ต่อกันด้วยเกลียวที่ทำสำเร็จมาจากผู้ผลิต ข้อต่อท่อจะต้องเป็นแบบที่ออกแบบให้ป้องกันท่อบิดงอตรงส่วนที่เป็นเกลียว

6.1.10 Flexible Metallic Tubing และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ ต้องทำขึ้นโดยมีการป้องกันการผุและ 18 มม. (3/ 4 นิ้ว ) ขนาด 10 มม. ( 3.8 นิ้ว ) จะใช้ได้เฉพาะที่เป็นกรนียกเว้นรอยต่อได้มิดชิด

## 6.2 อุปกรณ์ประกอบท่อ (FITTING)

6.2.1 อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย อ้างอิงตามมาตรฐาน UL 514B ซึ่งสัมพันธ์กับมาตรฐาน NEC (National Electrical Code,NFPA70) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับกับท่อ EMT, IMC, RSC, Flexible และ Liquid-tight Flexible รวมทั้งกล่องต่อสายหรือกล่องดึงสาย

6.2.2 โครงสร้างของอุปกรณ์ประกอบท่อต้องประไปด้วย

6.2.2.1 การป้องกันสนิม (Protection Against Corrosions)

- อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย ที่ติดตั้งอยู่ภายในกล่องต่อสายหรือกล่องดึงสายต้องมีการชุบ Zinc หรือ Cadmium ที่มีค่าเฉลี่ยทั่วชิ้นงาน 3 จุด หนาไม่น้อยกว่า 3.8  $\mu\text{m}$  และจุดที่ต่ำสุดต้องหนาไม่น้อยกว่า 2.5  $\mu\text{m}$
- ส่วนอุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสายที่ติดตั้งภายนอกกล่องต่อสายหรือกล่องดึงสาย ต้องมีการชุบ Zinc หรือ Cadmium ที่มีค่าเฉลี่ยทั่วชิ้นงาน 3 จุด หนาไม่น้อยกว่า 12.7  $\mu\text{m}$  และจุดที่ต่ำที่สุดต้องหนาไม่น้อยกว่า 10.2  $\mu\text{m}$

6.2.2.3 ความหนาของอุปกรณ์ (Wall thickness of fittings)

- อุปกรณ์ประกอบที่ร้อยสายที่ผลิตจากแผ่นเหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.635 mm. และในส่วนของเกลียวต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.635 mm.
- อุปกรณ์ประกอบที่ร้อยสาย ที่ผลิตจาก Die-cast aluminium, Die-cast zinc และ Malleable iron ต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm. และในส่วนที่เป็นฐานเกลียวต้องหนาไม่น้อยกว่า 0.8 mm.
- ความหนาของ Locknut หนาไม่น้อยกว่า 3 mm.

### 6.3 การใช้งาน (Method of Assembly)

- 6.3.1 เมื่อประกอบอุปกรณ์ประกอบที่ร้อยสาย เข้ากับที่ร้อยสายไฟ และกล่องต่อสายหรือกล่องดึงสายเรียบร้อยแล้ว จะต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสายไฟและ ที่ร้อยสาย
- 6.3.2 การใช้ตัวอุปกรณ์ประกอบที่ร้อยสาย จะต้องพิจารณาโดยเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ได้แก่ ชนิดที่ร้อยสาย, ขนาดที่ร้อยสาย และสภาพแวดล้อมการใช้งาน
- 6.3.3 อุปกรณ์ประกอบที่ร้อยสาย เมื่อใช้งานกับกล่องต่อสายหรือกล่องดึงสายจะต้องใส่ Locknut เสมอและเมื่อขันแน่นด้วยมือแล้วต้องใช้ไข้อนตอก ขันแน่นให้ได้  $\frac{1}{4}$  รอบ
- 6.3.4 การขันแน่นน็อตหรือสกรู
- น็อตหรือสกรู #6 ต้องขันแน่นได้ 12 lbf-in (1.36 N.m)
  - น็อตหรือสกรู #8 ต้องขันแน่นได้ 20 lbf-in (2.26 N.m)
  - น็อตหรือสกรูใหญ่กว่า #8 ต้องขันแน่นได้ 35 lbf-in (3.96 N.m)

## 7. รางร้อยสาย ( Wireways ) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

รางร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากผู้ผลิตซึ่งได้ผลิตรางร้อยสายอยู่เป็นประจำ และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางร้อยสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อและเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ ๆ เห็นได้หลังการติดตั้งแล้ว รางร้อยสายต้องผลิตและติดตั้งตามมาตรฐาน NEC

- 7.1 รางร้อยสาย เป็นทางเดินสายไฟมีช่องหน้าต่างตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ทำด้วยโลหะมีฝา ปิด - เปิด ทำเป็นแบบมีบานพับหรือเป็นถอดออกได้ รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาน้อย 1.6 มม. รางร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องทำขึ้นโดยมีวิธีป้องกันสนิมแล้วอบแห้ง และต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมุดเกลียว/สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้น และผนังของรางร้อยสายไม่มีส่วนคมอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง
- 7.2 รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร ต้องมีลักษณะ กันน้ำได้ NEMA type และผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมาย หรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย
- 7.3 ขนาดของรางร้อยสายมาตรฐาน รางร้อยสายมาตรฐานที่ใช้เหล็กหนา 1.6 มม ความยาวมาตรฐาน 2400 มม มีขนาดต่าง ๆ ดังนี้ ( ขนาดเป็นความกว้าง x ความสูง )
- ( 1 ) แบบที่ 1. 50x50 มม.
  - ( 2 ) แบบที่ 2. 75x50 มม.
  - ( 3 ) แบบที่ 3. 100x75 มม.
  - ( 4 ) แบบที่ 4. 100x100 มม.
  - ( 5 ) แบบที่ 5. 150x75 มม.
  - ( 6 ) แบบที่ 6. 150x100 มม.

( 7 ) แบบที่ 7. 150x150 มม.

( 8 ) แบบที่ 8. 200x200 มม.

#### 7.4 อุปกรณ์ประกอบ

- ( 1 ) ข้อต่อตรง ( Fitting )
- ( 2 ) ข้อต่อตรงปรับระยะได้ ( Telescope Fitting )
- ( 3 ) ข้อต่อฉาก ( 90 Elbow )
- ( 4 ) ข้อต่อฉากกว้าง ( 90 Sweep Elbow )
- ( 5 ) ข้อต่อสามทาง ( Tee )
- ( 6 ) ข้อต่อกากะบาท ( Cross Junction Box )
- ( 7 ) ข้อโค้ง 22.5 องศา ( 22.50 Elbow )
- ( 8 ) ข้อโค้ง 45 องศา ( 45 Elbow )
- ( 9 ) ข้อต่อแปลน ( Flange Adaptor Fitting )
- (10) แผ่นปิดท้ายราง ( Closing Plate )
- (11) ห้ามใช้อุปกรณ์ประกอบที่ใช้หรือดัดแปลงขึ้นเอง

#### 8. รางวางสาย ( Cable Tray Cable Ladder ) และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ

กฎและวิธีการติดตั้งรางวางสายและจำนวนสายให้ใช้ตามที่กำหนดใน NEC ดังระบุไว้ในเรื่องเงื่อนไขทั่วไป และดังที่ระบุต่อไปนี้

8.1 การต่อเนื้อถึงกัน ( Bonding ) การใช้รางวางสายสำหรับวางสายไฟฟ้าโดยรางเป็นโลหะ จะต้องระวังเกี่ยวกับการต่อเนื้อถึงกันตลอดของเส้นทางต่อลงดินไม่ ให้มีการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างรางวางสายแต่ละช่วงจะต้องแน่นสนิท และรางวางสายจะต้องมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าต่ำ ตลอดระยะทาง และต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากการลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

8.2 ขนาดของรางวางสายมาตรฐาน รางวางสายต้องผลิตตามมาตรฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป

8.3 อุปกรณ์ประกอบสำหรับรางวางสายจะต้องใช้ชนิดที่ทำขึ้นมาเฉพาะสำหรับการใช้งานลักษณะนั้น โดยห้ามมิให้ใช้อุปกรณ์ประกอบที่ทำหรือดัดแปลงขึ้นเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ( 1 ) ข้อโค้งแนวราบ ( Elbows ) แบบ 30 , 45 , 60 , 90 องศา
- ( 2 ) ข้อโค้งแนวตั้ง ( Vertical Riser ) แบบ 45 , และ 90 องศา
- ( 3 ) ข้อต่อรางแบบลดขนาด ( Reducer )
- ( 4 ) ข้อต่อรางแบบสามทาง ( Tee )
- ( 5 ) ข้อต่อรางแบบกากะบาท ( Cross )
- ( 6 ) อุปกรณ์การแขวน ( Suspension )
- ( 7 ) อุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางแนวราง

#### 9. การอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลาม ( Fire Seal )

วัสดุป้องกันไฟลามเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จจากต่างประเทศที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ เช่น UL, NFPA และ ASTM โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

### 9.1 คุณสมบัติ

- 9.1.1 ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
- 9.1.2 เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต, โลหะ, ไม้, พลาสติก และ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี
- 9.1.3 สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว ทนการสั่นสะเทือนได้ดี
- 9.1.4 สามารถขยายตัวแทนที่ฉนวนหุ้มท่อ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าและท่อต่างๆได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ เพื่อป้องกันไฟลามหรือควันไฟลาม
- 9.1.5 สามารถทนความร้อนได้ถึง 1000 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
- 9.1.6 ไม่มีอะโรหาระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้
- 9.1.7 สามารถถอดประกอบใหม่ เพื่อจ่ายต่อการเพิ่มท่อต่างๆ และสายไฟฟ้าได้ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพการทนไฟเปลี่ยนไป
- 9.1.8 สามารถทนทานต่อสภาพความชื้นสูง มีคุณสมบัติในการเกาะยึดพื้นผิวได้ดี และสามารถทนต่อแรงดันน้ำในสายฉีดน้ำดับเพลิงได้ โดยจะต้องไม่มีการหลุด ร่อนหรือเปลี่ยนแปลงสภาพคุณสมบัติการทนไฟและควันลามหลังจากฉีดน้ำดับเพลิงแล้ว

### 9.2 วิธีการติดตั้ง

การใช้วัสดุป้องกันไฟลามต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด ความเสียหายใดๆ ที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้รับจ้าง และ/หรือไม่ได้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติม

### 9.3 การใช้งาน

- 9.3.1 ใช้อุดรอบท่อน้ำ ท่อลมและภายในท่อร้อยสาย รางร้อยสาย รางวางสาย สายเดินลอย บัสดักที่ของช่องท่อต่างๆช่วงที่เดินทะลุผ่านพื้นและผนัง ระหว่างชั้นทั้งหมด ตามความเห็นชอบของผู้ออกแบบและ/หรือผู้ควบคุมงาน
- 9.3.2 ช่องเปิดที่เปิดไว้สำหรับท่อน้ำ ท่อลม สายไฟ ราง และท่อร้อยสายในอนาคต ให้อุดช่องดังกล่าวเพื่อป้องกันไฟลามด้วย

## 10. บัสเวย์ ( Busways )

- 10.1 กฎและวิธีการ บัสเวย์และอุปกรณ์ให้ใช้ชนิดและวิธีการติดตั้งตามกฎที่กำหนดไว้ใน "Article 364 , NE Code" ผู้ผลิตต้องได้มาตรฐาน ISO9001, ISO14001
- 10.2 มาตรฐานและการรับรอง
  - 10.2.1 บัสเวย์, ปลั๊กอินบ็อกซ์ และอุปกรณ์ขนาดกระแสไฟฟ้า 600 อัมแปร์ และต่ำกว่า อย่างน้อยต้องได้รับการรับรองโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น และต้องทำตามมาตรฐาน IEEE , NEMA, IEC60439-1,2 , IEC61439-1,-6 หรือเทียบเท่า
  - 10.2.2 บัสเวย์, ปลั๊กอินบ็อกซ์ และอุปกรณ์ขนาดอื่น ต้องได้รับการรับรองโดย Underwriters Laboratories, IEC หรือสถาบันที่เทียบเท่า และต้องทำตามมาตรฐาน IEEE, NEMA, IEC60439-1,2 IEC61439-1,-6 หรือเทียบเท่า

- 10.3 ข้อกำหนดทั่วไปบัสเวย์แบบ Feeder และ/หรือ Plug-in เป็นแบบใช้บัสอะลูมิเนียมหรือทองแดง ตามที่กำหนด อยู่ในกล่องหุ้มปิด (Totally Enclosed Housing) ใช้ติดตั้งได้ทุกตำแหน่ง โดยไม่ทำให้ค่าการนำกระแสลดลง บัสเวย์แบบ Plug-in และ Feeder ต้องติดตั้งต่อกัน หรือสลับกันได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ การติดตั้งต้องพยายามใช้ขนาดช่วงความยาวมาตรฐานให้มากที่สุด และใช้ช่วงพิเศษตามที่จำเป็นเพื่อให้เป็นไปตามสถานที่ติดตั้ง บัสเวย์ที่ติดตั้งในแนวนอนต้องมีแวนทุกช่วงระยะไม่เกินประมาณ 2000 มม. บัสเวย์ติดตั้งในแนวตั้ง ต้องมีการยึดด้วย Spring Hanger ทุกช่วงระยะประมาณ 4000 มม.หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต บัสเวย์ที่อยู่ภายนอกอาคาร ต้องมีระดับการกันน้ำไม่น้อยกว่า IP 67 สำหรับชนิดติดตั้งภายในอาคารต้องมีระดับการกันน้ำไม่น้อยกว่า IP65 บัสเวย์ที่ติดตั้งทะเล พื้น หรือผนังกันไฟ ต้องมีแผ่นกันเพลิงลาม (Firestop) ติดตั้งตามจุดต่างๆที่เหมาะสม โครงสร้างผ่านการทดสอบแผ่นดินไหวและริโซแนนซ์ระดับ 5 ปลายบัสเวย์ต้องมีฝาครอบปิด (End Closer) บัสเวย์ที่กำหนดให้มีแผ่นสายดิน ต้องใช้แผ่นสายตั้งทุกชิ้น ต้องใช้ของที่ทำโดยผู้ผลิตบัสเวย์ และทำตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 10.4 แรงดันไฟฟ้าตก ( 3 Phase, Line-to-Line, 80% Power Factor )
- 10.4.1 Feeder Busway ไม่เกิน 3.32 โวลต์ ต่อ 100 ฟุต ( 30.48 เมตร )
- 10.4.2 Plug-in Busway ไม่เกิน 1.92 โวลต์ ต่อ 100 ฟุต ง่ายโหลดเฉลี่ย
- 10.5 การทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจร บัสเวย์ทุกชนิดต้องทนกระแสไฟฟ้าลัดวงจรตามที่กำหนด ในแบบ แต่ต้องไม่น้อยกว่ามาตรฐาน NEMAและIEC สำหรับบัสเวย์แต่ละขนาด
- 10.6 คุณสมบัติในระหว่างการใช้งาน อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60439-1,2, IEC61439-1,-6
- 10.7 บัสบาร์ต้องทำด้วยอลูมิเนียม ( 55% Conductivity ) หรือทองแดง ( 98%Conductivity ) ตามที่กำหนดในแบบตลอดความยาวต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิด Epoxy Class B ( 130 องศาเซลเซียส ) หรือ Mylar ตลอดความยาว ถ้าหากบัสบาร์หลายแผ่นอยู่ชิดกัน และอยู่ชิดกับกล่องนอก ต้องมีแผ่นฉนวนไมลาร์ กั้นระหว่างบัสบาร์และกับกล่องนอกด้วยหรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 10.8 กล่อง ( Housing ) กล่องหุ้มเป็นแบบหุ้มมิด ทำด้วยPolyester Coated Extruded Aluminum บัสเวย์แบบ Plug-in ต้องมีช่องเปิดเป็นฝาแบบมีบานพับสำหรับแต่ละช่อง ตามมาตรฐาน IP2X
- 10.9 จุดต่อ ( Joint ) จุดต่อสำหรับบัสเวย์ขนาดกระแสไฟเกิน 500 อัมแปร์ ต้องเป็นแบบที่สามารถตรวจความแน่นของจุดต่อได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ต้องตัดไฟ การต่อใช้สลักเกลียว การขัน และการตรวจสลักเกลียว ต้องทำจากด้านหน้าด้านเดียวได้บัสเวย์ต้องถอดออกได้ โดยไม่ต้องรื้อถอนช่วงอื่น
- 10.10 ช่องเปิด ( Plug-in openings ) เฉพาะบัสเวย์แบบ Plug-in ตรงช่องเปิดต้องมีอุปกรณ์รับที่แข็งแรงพอรับกระแสไฟลัดวงจรได้ ถ้าหากมีแผ่นสายดินในบัสเวย์ต้องมีที่รับแผ่นสายดินของ Plug-in Unit ด้วย
- 10.11 Plug-in Units สำหรับใช้กับบัสเวย์แบบ Plug-in ต้องใช้ชนิดและขนาดตามที่กำหนดในแบบ Plug-in Units ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการใส่หรือถอดขณะที่สวิตช์ปิด ( ON ) ตัวกล่องและแผ่นสายดินต้องลงดินกับกล่องบัสเวย์ และแผ่นสายดินในบัสเวย์ ก่อนที่บัสบาร์ที่มีไฟจะแตะกัน ตัว Plug-in Units ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการฝาเปิดในขณะที่สวิตช์ปิด ( Defeatable Interlock ) และป้องกันการสับสวิตช์เข้าได้ในขณะที่ฝาเปิด กล่องต้องสามารถใส่กุญแจได้ในขณะที่ฝาปิดและสวิตช์เปิด ( OFF ) อยู่ Plug-in แบบไม่มีสวิตช์ ( Cable Tap Box ) ให้ใช้ฝาแบบยึดด้วยสลักเกลียว ภายในต้องมีหัวต่อสายที่ใช้ได้กับสายอะลูมิเนียมหรือทองแดงที่มีขนาดและจำนวนเพียงพอกับขนาดกระแสไฟฟ้า

10.12 บัดเวย์ต้องมีข้อต่อแบบขยายตัวได้ ( Expansion Joint ) ใส่ไว้ตามระยะทางที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ หรือตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

## 11. ระบบป้องกันฟ้าผ่า ( Lightning Protection System )

ระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องสามารถป้องกันสิ่งก่อสร้างจากการถูกฟ้าผ่าลงไปที่สิ่งก่อสร้าง นั้นได้ระบบนี้ประกอบด้วยหลักล่อฟ้าสายดินและหลักดินการติดตั้งต้องทำให้ถูกต้องตามกฎหมายที่ดี และให้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตทุกประการ

### 11.1 หลักล่อฟ้า ( Lightning Air Terminal ) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

11.1.1 หลักล่อฟ้าให้ทำด้วยทองแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 600 มม. ปลายแหลม ยึดติดกับอาคารโดยใช้แป้นทองแดงที่ทำเฉพาะโดยใช้เกลียวหรือเชื่อมติด หรือใช้สิ่งอื่นแทนหลักล่อฟ้าหากกำหนดในแบบ

11.1.2 ในกรณีที่หลักล่อฟ้ายึดติดกับเสาเหล็กเพื่อให้ได้ความสูงตามที่ต้องการ เสาต้องใช้เสาเหล็กอาบสังกะสีตามมาตรฐาน มอก.26 ประเภทที่ 2 และให้ใช้ขนาดท่อและความสูง ( ไม่รวมหลักล่อฟ้า ) ไม่น้อยกว่าดังนี้

- เสาสูงไม่เกิน 1000 มม. ให้ใช้ท่อขนาด 25 มม.
- เสาสูงเกิน 1000 มม. แต่ไม่เกิน 2000 มม. ให้ใช้ท่อขนาด 40 มม.
- เสาสูงเกิน 2000 มม. ให้ใช้ท่อขนาด 40 มม. และมีลวดสลิงยึดติดกับหลังคาสามเส้น

11.1.3 ระยะห่างระหว่างหลักล่อฟ้าทั้งหมดให้ยึดถือตามแบบและตามกฎหมายของ NFPA

### 11.2 หลักดิน ( Ground Rod )

หลักดินต้องเป็นแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดง ( Copper Clad ) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มม. ( 3/4 นิ้ว ) มีความยาวไม่น้อยกว่า 3,000 มม. หรือตามที่กำหนดในแบบ

### 11.3 สายดิน ( Conductor )

11.3.1 สายดินให้ใช้สายทองแดงเปลือยขนาดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมติดระหว่างหลักล่อฟ้ากับหลักดิน ( Ground rod ) และโครงสร้างอาคารหรือใช้เชื่อมเหล็กโครงสร้างของเสาต้นที่กำหนดแทน หากกำหนดในแบบ

11.3.2 ระหว่างหลักล่อฟ้าทั้งหมด ให้ใช้สายทองแดงเปลือยขนาดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. หรือสายทองแดงชนิดตาที่กำหนด ที่มีเนื้อที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมต่อกันทุกหลัก

11.3.3 ระหว่างหลักดินทุกหลักให้ใช้ สายทองแดงเปลือยขนาดไม่เล็กกว่า 150 ตร.มม. เชื่อมต่อกันทุกหลัก หรือใช้เชื่อมเหล็กโครงสร้างของคานคอดินแทนหากกำหนดในแบบ

11.3.4 ระยะห่างระหว่างหลักดินทั้งหมดให้ยึดถือตามแบบเป็นเกณฑ์

### 11.4 รอยต่อ ( Joints )

11.4.1 การเชื่อมต่อระหว่างหลักล่อฟ้ากับแป้นยึดหลักล่อฟ้า ให้ใช้เกลียวของหลักล่อ ฟ้าหรือ ใช้ Bolt ยึดในกรณีที่ใช้หลักล่อฟ้าชนิดที่ไม่มีเกลียว

11.4.2 การเชื่อมต่อระหว่างแป้นยึดหลักล่อฟ้ากับสายเชื่อมต่อระหว่างหลักล่อฟ้าสาย เชื่อมต่อระหว่างแป้นยึดหลักล่อฟ้ากับสายดินให้ใช้วิธีการเชื่อมแบบ Exothermic Welding ที่ได้รับการรับรองให้ใช้ได้

11.4.3 การเชื่อมต่อระหว่างสายดินกับสายดิน สายดินกับเหล็กหลักดิน ให้ใช้กรรมวิธีเดียวกับข้อ 11.4.4

11.4.4 การเชื่อมต่อระหว่างสายดินกับเหล็กโครงสร้างให้ใช้วิธีการเชื่อมแบบ Exothermic Welding หรือในกรณีจำเป็นให้ใช้การเชื่อมทองเหลืองแบบใช้แก๊ส ( Gas Welding ) แทนโดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน

#### 11.5 การทดสอบ

11.5.1 เมื่อได้ทำระบบป้องกันฟ้าผ่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบหลักล่อฟ้าทุกหลักว่าต่อลงดินได้ดีไม่มีส่วนใดขาดตอน โดยให้จัดหลักดินพิเศษ สำหรับตรวจสอบแล้วต่อสายดินชั่วคราวขึ้นไปทำการทดสอบโดยใช้ Earth Tester พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการทดสอบมอบไว้ให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐาน

11.5.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบหลักดินทุกหลักว่าต่อลงดินได้ดี โดยใช้ Earth Tester พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการทดสอบมอบไว้ให้ผู้ว่าจ้าง

11.5.3 ในกรณีที่หลักล่อฟ้าต้นใดต่อลงดินไม่ดี ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขเพื่อให้หลักล่อฟ้าต่อลงดินได้ดี โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

## หมวดที่ 5

### แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวม

#### 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB) แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board EMDB) และแผงสวิตช์ไฟฟ้ารองทั่วไป (Sub Distribution Board SDB or Feeder Board)
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ฯ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในห้อง และ/หรือ สถานที่ที่จัดเตรียมไว้
- 1.3 การจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ทำต้องมีประสบการณ์ผ่านงานด้านการทำแผงสวิตช์ฯ มาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี สามารถประกอบได้ หรือเทียบเท่ามาตรฐานตามที่ผู้ว่าจ้างยอมรับผู้ทำต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ และได้การรับรองมาตรฐาน ISO 9001-2015
- 1.4 การจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในแผงสวิตช์ฯ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนดนี้
- 1.5 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Moulded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ฯ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกันกับ Main Circuit Breaker ยกเว้น Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นก็ได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง
- 1.6 ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 1.7 ขนาดของแผงสวิตช์ฯ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ/หรือในรายการ แต่ถ้าหากสวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าให้ขยายขนาดแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานไม่มีการเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

#### 2. พิกัดของแผงสวิตช์ฯ

- 2.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ฯ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม IEC 61439 และมาตรฐานอื่นๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนดไว้โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

Rate System Voltage	:	400/230 Volt.
System Wiring	:	3-Phase. 4-Wire. Full Neutral, 25%G.
Rated Frequency	:	50 HZ.
Rated Current	:	ตามระบุในแบบ (Single line)
Rated Short Circuit Withstand	:	ตามระบุในแบบ (Single line)
Rated Peak Withstand	:	1,000 Volt.
Control Voltage	:	220-240 VAC.
Degree of Protection	:	IP31
Typical Forms	:	3b
Temperature Rise	:	70°C (At 35 °C Ambient)

### 3. ลักษณะโครงสร้างและการจัดสร้างแผงสวิตช์ฯ

3.1 แผงสวิตช์ที่ใช้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) ชนิด Dead – Front โครงสร้างของแผงสวิตช์ฯ ต้องเป็นแบบ Modularized Design System, Self – Standing Metal Structure โดยโครงสร้างรอบนอกที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2.0 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียวถ้าแผงสวิตช์ฯ มีหลายส่วน

3.2 แผงสวิตช์ฯจะต้องออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน IEC 61439 โดยมีเอกสารรับรองการทดสอบเฉพาะแบบ (Type-test Assembly, TTA) ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบดังต่อไปนี้

- ความคงทนของวัสดุและชิ้นส่วน
- ระดับชั้นการป้องกันของสิ่งปิดหุ้ม
- ระยะห่างในอากาศและระยะห่างตามผิวฉนวน
- การป้องกันไฟฟ้าช็อกและความสมมาตรของวงจรป้องกัน:
- การรวมกันของอุปกรณ์สวิตช์และส่วนประกอบ
- วงจรไฟฟ้าภายในและการเชื่อมต่อ
- ขั้วต่อสำหรับตัวนำภายนอก
- คุณสมบัติไดอิเล็กทริก:
- การทดสอบขีดจำกัดของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
- การทดสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า
- การทดสอบความทนต่อการเกิดกระแสลัดวงจร
- การทดสอบประสิทธิภาพของวงจรป้องกันทางด้านไฟฟ้า
- การตรวจสอบการใช้งานทางกล

3.3 แผงสวิตช์ที่ใช้เป็นแบบตั้งพื้น (Floor Standing) โครงสร้างของแผงสวิตช์ฯ ต้องเป็นแบบ Modularized design system, Self-Standing Metal Structure โดยโครงสร้างรอบนอกที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงทำด้วยเหล็กหนาอย่างน้อย 2.0 มม. เชื่อมติดกัน หรือยึดติดกันด้วยสลัก และแป้นเกลียวถ้าแผงสวิตช์ฯ มีหลายส่วน

3.4 ภายในของแผงสวิตช์ฯ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง (Compartment) ตามข้อกำหนดของ Form

3.5 เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชั้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electrogalvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

3.6 กรณีที่ใช้งานและติดตั้งอยู่กลางแจ้ง หรือมีโอกาสสัมพัทธ์ไอเกลือ ผู้ผลิตจะต้องมีผลการทดสอบการคงทนต่อการผุกร่อน หรือ Test certificated โดยการทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1000 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้

3.7 กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนด แต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม

วิธีทำความสะอาดโลหะ

- ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด
- ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)

ค. เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการมีสนิม และไม่ใช้แผ่นเหล็กใหม่ ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิมเพื่อให้ สนิมที่เหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมดน้ำยาล้างสนิมให้ใช้ของ ICI หรือเทียบเท่า การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60-80 ไมครอนกรณีที่เป็นตู้ INDOOR TYPE และสีต้องเป็นชนิด Indoor Type และความหนาสี 60-90 ไมครอนกรณีที่เป็นตู้ OUTDOOR TYPE สีต้องเป็นชนิด outdoor Type แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศา โดยผู้ผลิตต้องแนบเอกสาร Mill Test Material หรือ Property Test Characteristics

#### 4. บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ

- 4.1 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีค่าความนำไม่น้อยกว่า 98.99% IACS ( CDA) ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้า โดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 4.2 ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟส หรือตามที่กำหนดขนาดของบัสบาร์เส้นดิน (Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 25% ของเส้นเฟสแต่ทั้งนี้ Main Busbars ทั้งเส้นเฟสเส้นศูนย์และเส้นดิน
- 4.3 บัสบาร์มีขนาดตามที่กำหนดในแบบ และมีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 61439 โดยให้คิดแบบ พ่นสี/ทาสี (Coated/Painted) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK และได้รับการยอมรับตามมาตรฐานที่การไฟฟ้ากำหนด ตัวนำ (Conductor) ทำด้วยทองแดงทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาด CIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ โดยทาสีแสดงเฟสเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 10 ซม. โดยกำหนดสีดังนี้
- |         |   |          |
|---------|---|----------|
| LINE R  | : | สีน้ำตาล |
| LINE S  | : | สีดำ     |
| LINE T  | : | สีเทา    |
| NEUTRAL | : | สีฟ้า    |
| GROUND  | : | สีเขียว  |
- 4.4 การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ. เฟสบี. และเฟสซี. โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างไม่อย่างหนึ่ง
- 4.5 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงถาวร บัสบาร์เส้นดิน และเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริษัท
- 4.6 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxy resin แบบสองชั้นประกอบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า และต้องสามารถทนแรงที่เกิดจากกระแสลัดวงจรได้ตามข้อกำหนดโดยไม่ทำให้เกิดการเสียหายเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร
- 4.7 Busbar และ Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน
- 4.8 ในกรณีที่มีการเชื่อมต่อบัสบาร์ระหว่างหม้อแปลงหรือบัสดักกับหม้อแปลง ให้ติดตั้ง FLEXIBLE BUSBAR แบบ PRESS-WELDED (บัสบาร์ทองแดงแบบให้ตัวได้ โดยบริเวณหน้าสัมผัสผ่านกระบวนการกดอัดด้วยความร้อนให้ผสานเป็นเนื้อเดียวกัน) ไว้ระหว่างจุดต่อดังกล่าวเพื่อป้องกันความเสียหายของบัสบาร์เนื่องจากการสั่นของหม้อแปลงและความร้อนสะสมเนื่องจากการอาร์คในช่องว่างที่เกิดจากการซ้อนทับของแผ่นทองแดงไม่แนบสนิท และต้องผลิต

จากโรงงานที่ได้มาตรฐานสากล ISO 9001: 2015 โดยคุณสมบัติของ FLEXIBLE BUSBAR ต้องเป็นชนิด HIGHLY CONDUCTIVE SE-COPPER FOILS (minimum conductance values 56.0 MS/m;MIN98.99% /IACS) copper HCP-foils ตามมาตรฐาน DIN EN13599 และ DIN 46276-1

## 5. สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์

5.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า กับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์จนทนความร้อนได้ 105 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโดยง่าย ต้องระบุไว้ในแบบ (As Built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

CURRENT CIRCUIT	:	2.5	ตารางมิลลิเมตร
VOLTAGE CIRCUIT	:	1.5	ตารางมิลลิเมตร
CONTROL CIRCUIT	:	1.5	ตารางมิลลิเมตร
GROUND สำหรับบานประตู	:	6.0	ตารางมิลลิเมตร

- 5.2 การตรวจเช็คเพื่อการกำลัง การตรวจเช็คเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่น ระหว่างบัสบาร์กับสวิตช์ตัดตอนเป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 105 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดง ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าฉนวนของสายไฟฟ้าขนาดของสายไฟฟ้า หรือบัสบาร์ต้องโตพอที่จะรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาดเฟรม (Frame Size) ของ Circuit Breaker หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ
- 5.3 การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ ให้เดินในท่อร้อยสายหรือรางพลาสติกช่วงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกก่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวน และเปลือกนอก
- 5.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลดกวมยากแก่การลอกหลุดหาย
- 5.5 ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง
- 5.6 สลักเกลียว แบนเกลียวและแหวน (Bolte, Nut&Washer) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High-Tensile, Electro-Galvanized or Chrome-Plated (Class 8.8) ให้ใช้จำนวนสลักและแบนเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วย Torque wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้
- 5.7 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วสายกับบัสบาร์หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ให้ใช้สลักและแบนเกลียวพร้อมแหวนสปริงก่อนต่อต้องทำความสะอาดบริเวณผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ

## 6. Mimic Bus และ Nameplate

แผงสวิตช์ ต้องมีข้อมูลขั้นตอนแสดงไว้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างน้อยดังนี้

- 6.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกดำสำหรับแผงสวิตช์ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
- 6.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus แกะเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

- 6.3 บ้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว

## 7. Circuit Braker

### 7.1 Circuit Breaker ชนิด AIR CIRCUIT BREAKER

#### ข้อกำหนดทั่วไป (General)

- Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน
  - IEC 947-1 และ IEC 947-2, และเป็นเบรกเกอร์ Category B
- การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือ Draw out ตามที่แบบกำหนด
  - โครงสร้างและส่วนประกอบ (Construction)
- Main Contacts ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมาย แสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค โดยสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ (Visual wear indicator) เมื่อถอด Arc Chutes ออกแล้ว
- Arc Shutes หรือชุดดับอาร์ค ต้องสามารถถอด - ประกอบ ที่หน้างานได้สะดวก และที่ Arc Shutes ต้องประกอบด้วยตะแกรงโลหะสานละเอียด (metal Filters) ที่ทำจาก Stainless Steel เพื่อลดความเสียหายภายนอกเมื่อเกิด Fault
- กรณีที่เป็นชนิด Draw Out Type ในการเลื่อนเบรกเกอร์ เข้า - ออก จะต้อง มี 3 ตำแหน่งคือ Connect - Test - Disconnect โดยแต่ละตำแหน่งจะต้องมีปุ่มกด เพื่อปลด ในการเปลี่ยนตำแหน่งดังกล่าว (Release Button ) ที่ด้านหน้าของ เบรกเกอร์
- Air Circuit Breaker ต้องเป็นชนิดฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)
- Rate current 100% continuous
- อุปกรณ์ช่วยเพิ่มเติม (Electrical Auxiliaries)
- Under voltage Release ต้องเป็นชนิดหน่วงเวลาได้ (Time delay) โดยปรับได้ตั้งแต่ 0.5 – 3 วินาที
- Under voltage, Shunt Trip, Closing Coil, Motor operated, Auxiliary Contact สามารถใช้ร่วมกันได้ทุกรุ่น (Common Auxiliaries) คือตั้งแต่ 800 – 6300 A เพื่อความสะดวกในเรื่อง Spare part
- Built in ground fault
- Phase protection w/shunt trip
- Closing coil motor operated
- Aux contact

#### ทรียูนิต (trip units)

- ข้อกำหนดทั่วไปของทรียูนิต (General)
  - CT ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟ ภายในตัวเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (accuracy) ในการวัดค่ากระแส
  - ทรียูนิตต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS

- ทริปยูนิตต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์โหลดหลายครั้งติดๆกัน
- ฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกิน (overcurrent protection) Trip Unit ของ Main Circuit Breaker จะต้องเป็น Solid State Type ประกอบด้วยการทำงานดังต่อไปนี้
  1. Long time protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1 ของ Rated Current (In) และปรับค่าหน่วงเวลา long time delay ได้
  2. Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 10 เท่า และสามารถปรับ
  3. หน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
  4. Instantaneous Trip (INST) ปรับค่ากระแส pick-up ได้ และสามารถ OFF ได้
  5. Ground Fault Protection สามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
    - มี LED แสดงผลของชนิด Fault (LT, ST, GF)
    - ค่ากระแส Pick-up และการหน่วงเวลาที่ใช้ปรับตั้ง จะต้องสามารถแสดงที่หน้าจอแสดงผล ในหน่วย แอมแปร์ และวินาที เพื่อถ่ายต่อการอ่านค่า
    - ฟังก์ชันพื้นฐานการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic measurements function)
    - แอมมิเตอร์พร้อมจอแบบดิจิทัล แสดงค่า RMS ของกระแสของแต่ละเฟส
    - Bar graph แบบLEDหรือ LCD (ต้องมี backlight) แสดงค่ากระแส 3 เฟสพร้อมๆกัน
    - มี Maxi meter เก็บค่ากระแสRMS สูงสุดของแต่ละเฟส ไว้ในหน่วยความจำภายใน และสามารถแสดงค่าทางจอแสดงผลของ trip unit ได้

## 7.2 Circuit Breaker ชนิด Molded Case Circuit Breaker

- 7.2.1 Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-2 CAT A Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position
- 7.2.2 Trip Unit ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal-Magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ได้ตั้งแต่ 0.8 – 1.0 ของ Rated Current (In)
- 7.2.3 Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป จะต้องเป็น Electronic Trip สามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.4 – 1.0 ของ Rated Current (In) และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 2 – 10 เท่า
- 7.2.4 Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกระพริบตลอดเวลา
- 7.2.5 MCCB ขนาดตั้งแต่ 100 – 630 AF ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate breaking capacity (Icu) คือ  $I_{cs} = 100\% I_{cu}$
- 7.2.6 เพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation) Rate current 100% continuous
- 7.2.7 CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดมากกว่า 225 A. ให้ใช้ TERMINAL เป็น BUS BAR CONNECTION TYPE. ขนาดเล็กกว่าให้ใช้ FEEDER

7.2.8 ขนาดของ MINIATURE CB ที่ระบุในแบบ PANEL SCHEDULE ขนาด 100 AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ 63 AF แทนได้ แต่ค่า KAIC ให้เป็นไปตามที่ระบุ

## 8. Main Circuit Breaker

- 8.1 Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมด ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, VDE หรือ IEC และต้องมีค่า Interrupting Capacity ไม่น้อยกว่า 50 KA ( 400 V ) หรือตามที่กำหนดในแบบ
- 8.2 การติดตั้งเป็นแบบ Fixed, Plug-in หรือ Draw-out ตามที่กำหนดในแบบ
- 8.3 Drives เป็นชนิด Mechanically Operated สับเข้าด้วยมอเตอร์ หรือโซลินอยด์ซึ่งบังคับได้โดยการกดปุ่ม
- 8.4 Main Circuit Breaker เป็นชนิด Solid State Trip ประกอบด้วยระบบการทำงานดังนี้
- Ground Fault Protection
  - Overcurrent Protection
  - Instantaneous Trip
  - Long Time Delay and Short Time Delay setting
- 8.5 Main Circuit Breaker ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ ( Accessories ) ดังนี้
- Under Voltage Release with Time-Delay
  - Shunt Trip
  - Auxiliary Contacts สำหรับการทำให้ Interlock, Signalling, Control และต้องเหลือสำรองไม่น้อยกว่า 50 %
  - ต้องมี Key Interlock ถ้ามีกำหนดในแบบ

## 9. Tie Circuit Breaker

- 9.1 มีคุณสมบัติเหมือน Main Circuit Breaker ทุกประการ
- 9.2 มี Key Interlock กับ Main Circuit Breaker ของยูนิตข้างเคียงทั้ง 2 ชุด ซึ่ง Tie Circuit Breaker จะไม่สามารถสับเข้าได้ ถ้า Main Circuit Breaker สับเข้าอยู่ทั้ง 2 อัน ซึ่ง Tie Circuit Breaker จะสับเข้าได้เฉพาะเมื่อ Main ตัวใดตัวหนึ่งสับออกแล้วเท่านั้น

## 10. Feeder Circuit Breaker

- 10.1 Feeder Circuit Breaker ทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมดและการเลือกคุณลักษณะของ Feeder Circuit Breaker ต้องมี Coordination Pattern ที่เหมาะสมกับ Main Circuit Breaker ที่อยู่ต้นทาง และ Sub Feeder Circuit Breaker ที่อยู่ปลายทาง
- 10.2 เป็นชนิด Molded Case หรือ Open Frame การติดตั้งเป็นชนิด Fixed, Plug-in หรือ Draw-Out ตามที่กำหนดในแบบ
- 10.3 Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position หรือ Drives เป็นชนิดอื่น ตามที่กำหนดในแบบ

## 11. Automatic Transfer Switch With Bypass (สำหรับงานโครงการดังกล่าวนี้)

- 11.1 คุณสมบัติทั่วไป

- ATS ทุกชุดต้องประกอบด้วยตัวสวิตช์ (Transfer Switch) และแผงควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Controller) โดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ
- ATS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ร่วมที่ใช้กับ ATS ทุกตัวต้องผ่านการทดสอบ และยอมรับตามมาตรฐาน Transfer Switch Equipment IEC 60947 - 6-1 Low-voltage switch and control gear; Multifunction equipment; Automatic Transfer Switch Equipment / UL1008

#### 11.2 รายละเอียดดกลไกของตัวสวิตช์ (Transfer Switch)

ตัวสวิตช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Switch Contact / Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้า และมีการล็อคตำแหน่งและกดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer) แล้ว และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 50 วินาที

11.3 สวิตช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกดเพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง

11.4 ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัด โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer And Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกันจนกว่าการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านเสร็จสิ้นลง (Overlapping Neutral) การเชื่อมกันของสายศูนย์นี้ต้องเกิดขึ้นไม่นานเกินกว่า 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิตช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

#### 11.5 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)

- แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆได้โดยใส่รหัสผ่าน
- แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ In-phase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้า ปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว
- การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิตช์มีดังนี้

11.5.1 Normal Source Voltage Drop -Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

11.5.2 Normal Source Voltage Pick -Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน

11.5.3 Emergency Source Voltage Drop - Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98% ของพิกัดแรงดันใช้งาน

- 11.5.4 Emergency Source Voltage Pick – up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งาน
- 11.5.5 Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-6 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง
- 11.5.6 Normal - To - Emergency Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน
- 11.5.7 Emergency - To - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ
- 11.5.8 Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว
- 11.5.9 Engine Exerciser
- สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์
  - สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม
  - เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด(Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้
- 11.6 ATS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐาน IEC60947-6-1 / UL1008
- 11.7 โรงงานผู้ผลิต ATS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO9001 International Quality Standard)

## 12. AUTOMATIC CAPACITOR BANK

- 12.1 AUTOMATIC CAPACITOR BANK สำหรับปรับค่า POWER FACTOR ของระบบไฟฟ้า โดย CAPACITOR ต้องผลิตตามมาตรฐานของ IEC 60831 , VDE 0560 , BS 1650 , UNE 20827, UNE 20010 และ UL810
- 12.2 พิกัดของ AUTOMATIC MAN CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ ดังต่อไปนี้
- |                          |  |
|--------------------------|--|
| - TYPE                   | : INDOOR (SELF HEALING, DRY TYPE POLYPROPYLENE FILM) |
| - NUMBER OF PHASE        | : 3  |
| - RATED VOLTAGE(Un)      | : 525V   |
| - CONTINUOUS OVERVOLTAGE | : 1.1 x Un   |
| - RATED FREQUENCY        | : 50 Hz  |
| - CONTINUOUS OVERVOLTAGE | : 1.3 x In   |
| - RATED OUTPUT           | : ตามระบุในแบบ                                       |
| - SWITCHING STEP         | : ตามระบุในแบบ                                       |
| - DIELECTRIC LOSSES      | : <0.2 W/KVAR  |
| - TOTAL CAPACITOR LOSSES | : <0.4 W/KVAR  |
| - HUMIDITY               | : 95 %   |

- |                        |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| - DISCHARGE RESISTANCE | : 75 V/3 MINUTES            |
| - TEMPERATURE RANGE    | : - 40/+55°C (MAXIMUM)      |
| - LIFE EXPECTANCY      | : > 130,000 h at category C |
| - CONTROL VOLTAGE      | : 230V                      |
| - DEGREE OF PROTECTION | : IP42 หรือมากกว่า          |
| - INTERNAL PROTERTION  | : internal Fuse             |
| - FIRE PROTECTION      | : Containing Anti-Flame     |
- 12.3 DETUNED REACTOR SHALL BE FOLLOWING CHARACTERISTIC
- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| - TYPE                 | : Indoor             |
| - RATED PERCENTAGE     | : 6%                 |
| - RATED VOLTAGE        | : 400V               |
| - RATED FREQUENCY      | : 50Hz               |
| - AMBIENT TEMPEAURE    | : MIN-10°C, MAX+40°C |
| - DEGREE OF PROTECTION | : IP 00              |
- 12.4 POWER FACTOR CONTROLLER SHALL BE FOLLOWING CHARACTERISTIC
- |                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| - SWITCHING STEP     | : 6 or 12 Steps                |
| - RATED FREQUENCY    | : 50Hz $\pm$ 1 Hz              |
| - INPUT VOLTAGE      | : 230V OR 400V                 |
| - CONNECTION         | : WITH OR WITHOUT NEUTRAL LINE |
| - STEPPING OPERATION | : AUTOMATIC AND MANUAL         |
- 12.5 ความต้องการด้านการออกแบบและการสร้าง CAPACITOR ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมและประกอบกันเป็นชุด ติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิม มีการระบายอากาศและการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมและป้องกัน ประกอบด้วย
- FUSE PROTECTION ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 เท่าของ CAPACITOR และมีฟิวส์กระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุดจะมีระบบอัตโนมัติที่จะตัดทั้ง 3 FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง 1 ชุด
  - CONTACTOR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) Class AC-6b เท่านั้น กรณีที่ใช้เป็น Class AC-3 ต้องแสดงเอกสารประกอบการเลือกใช้งานของผู้ผลิตโดยตรงเท่านั้น
  - DISCHARGE COIL (หรือเป็นแบบ BUILT IN ใน CAPACITOR)
  - KVAR CONTROLLER เป็นแบบ ELECTRONIC CONTROL 220 V., CYCLIC OPERATION.
  - POWER FACTOR METER.
  - INDICATING LAMP
  - AUTOMATIC AND MANUAL SWITCH
  - TARGET P.F. ADJUSTABLE

- STARTING CURRENT SETTING(C/K)

อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับระบบการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และต้องแสดงไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

### 13. ระบบดับเพลิงไหม้อัตโนมัติภายในแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวม

#### 13.1 ขอบเขตการทำงาน

กำหนดให้ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติภายในตู้ Main Distribution Board และตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าอื่นๆ (หากมีระบุเพิ่มเติมในแบบ) เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นจากภายในตู้

- ผลิตภัณฑ์ที่อนุมัติให้ใช้งาน Firepro, Dynameco, Fireman

#### 13.2 ข้อกำหนดผลิตภัณฑ์

13.2.1 เป็นอุปกรณ์ดับเพลิงที่ทำงานได้โดยอัตโนมัติ สารดับเพลิงเป็นแบบ Aerosol

เมื่อทำงานจะเปลี่ยนสภาพจากของแข็ง (SKB Compound)

เป็นละอองปกคลุมพื้นที่ในลักษณะสารแขวนลอยและการเปลี่ยนสภาพเป็นแบบ Total Flooding

สามารถลอยตัวปกคลุมเพื่อดับเพลิงไม่น้อยกว่า 100 นาที

13.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 2010 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

13.2.3 สารดับเพลิงต้องไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความเสียหายและสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

13.2.4 การบรรจุสารดับเพลิงต้องอยู่ในภาชนะบรรจุไว้แรงดัน

13.2.5 สารดับเพลิงและส่วนประกอบอื่นๆ ต้องไม่มีสารประกอบจำพวกเชื้อปะทุ (non-pyrotechnic)

13.2.6 สามารถดับเพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิง แบบ Class A , B , C

13.2.7 การดับเพลิงใช้วิธีการแทรกแซงปฏิกิริยาการเผาไหม้ โดยไม่ลดปริมาณออกซิเจนภายในพื้นที่ป้องกัน

13.2.8 สารดับเพลิงต้องมีค่าความเป็นฉนวนจนถึงแรงดัน 24 KV.

13.2.9 อายุการใช้งานอย่างน้อย 15 ปี

### 14. อุปกรณ์และเครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟฟ้ารวม

แผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้ารวมจะต้องมีอุปกรณ์เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น Control Wiring, Mimic Bus, Name Plate และอื่น ๆ ตามข้อกำหนดในบท "เครื่องวัดและอุปกรณ์ประกอบสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟฟ้า"

## 15. การติดตั้ง

แผงสวิตช์ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยน็อต จำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต น็อตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion Bolt

## 16. การทดสอบ

การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 61439 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้

- ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
- ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
- ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
- ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)
- นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้
- ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ ทั้งหมด
- ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายบ่อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์
- ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
- ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบที่โรงงานและเห็นชอบพร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ

## 17. เครื่องมือบำรุงรักษา

- ที่ข้างแผงสวิตช์ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 (หนึ่ง) อัน โดยมีประคบติดไว้กับแผงสวิตช์ ให้สูงประมาณ 1.80 ม.
- ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไชควงสำหรับถอดสลักยึดแผ่นโลหะ 1 (หนึ่ง) อัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม 1 (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัลเบาร์และสวิตซ์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ 1 (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษาให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ

## หมวดที่ 6

## รายละเอียดระบบควบคุมการเข้าออก (ACCESS CONTROL SYSTEM)

## 1. ตัวควบคุมสำหรับ Access Control

- ทำงานด้วย 32 bit Intel Microprocessor พร้อมหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 Mbyte non-volatile Flasheprom
- สื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมควบคุมโดยทาง Network โดยใช้ Protocol TCP/IP หรือผ่านทาง PSTN Connection โดยการใช้ Remote Dial-up และสามารถใช้งานร่วมกับระบบ Network ของหน่วยงานที่มีอยู่ได้
- ควบคุมประตูได้สูงสุด 2 ประตู (เข้า-ออก)หรือ 4 ประตู (เข้า) ต่อ 1 ตัวควบคุม
- สามารถต่อเครื่องอ่านบัตรได้ไม่น้อยกว่า 4 เครื่องอ่านบัตรต่อ 1 ตัวควบคุม
- มี 8 inputs 4 state สำหรับ Open, Closed, Short Circuit (Tmper), Open Circuit (Tamper)
- มี 4 Outputs Relay สำหรับควบคุมประตู และสามารถตั้งค่าเป็น Alarm Outputs, Logic activated Outputs หรือ Time activated outputs.
- สามารถต่อขยายอินพุตและเอาต์พุตเพิ่มได้ผ่าน Expansion Board ได้ไม่น้อยกว่า 72 อินพุต 36 เอาต์พุตต่อชุดควบคุม
- มีระบบนาฬิกาในตัวเองและจะทำการตั้งเวลาให้ตรงกับเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมควบคุมอย่างน้อย 1 ครั้งต่อชั่วโมง
- มีระบบตรวจสอบตัวเองเพื่อตรวจสอบ RAM, Flash, Ethernet Circuitry, Serial Ports, Real Time Clock, Circuitry, Onboard I/O และ ระบบจ่ายไฟ
- มีหน่วยความจำ RAM ที่สามารถบรรจุข้อมูลผู้ถือบัตรได้ไม่น้อยกว่า 30,000 ผู้ถือบัตร
- มีหน่วยความจำ RAM ที่สามารถบรรจุข้อมูลเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 10,000 เหตุการณ์
- มี Port สำหรับการเชื่อมต่อ คือ
  - RJ 45 1 port ; Ethernet 10 BaseT, TCP/IP สำหรับเชื่อมต่อกับ Computer ผ่าน LAN/WAN
  - RS232 1 port.
- ระยะสายระหว่างตัวควบคุมกับเครื่องอ่านบัตร ได้ไกลไม่น้อยกว่า 200 เมตร
- Access Criteria Changes
  - Access Control zones 100 per day
  - Lift level changes 100 per day
  - Alarm zone changes 100 per day
- รองรับ Access Zone ได้ไม่น้อยกว่า 16 ต่อ 1 เครื่องควบคุม
- รองรับ Alarm Zone ได้ไม่น้อยกว่า 256 ต่อ 1 เครื่องควบคุม
- รองรับ Access Group ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 ต่อ 1 เครื่องควบคุม
- รองรับ Time Schedule ได้ไม่น้อยกว่า 200 ต่อ 1 เครื่องควบคุม
- มี Buffer สำหรับบันทึก Alarm ที่ยังไม่ได้ดำเนินการ (Alarm Buffer) 100 Record
- ตัว Housing ของ ตัวควบคุมเป็นแบบทนไฟตามมาตรฐาน UL94/ V0
- อุณหภูมิการใช้งาน -10 องศา ถึง +50 องศาเซลเซียส
- Humidity 95% non-Condensing

- อุปกรณ์ Access Control ทุกตัวต้องได้รับมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้
  - FCC part 15
  - CE approval BS EN 50130-4 Alarm Systems Electromagnetic Compatibility (Immunity)
  - CE approval BS EN 55022 Emissions
  - Encoders and Readers will also meet CE ETS 300 683 Short Range Devices
  - C-Tick AS/NZS 4251 Generic Emission Standard
  - C-Tick RFS29

## 2. เครื่องอ่านบัตร แบบไม่มีปุ่มกด

- เป็นเครื่องอ่านบัตรชนิด Smart Card Contactless ตามมาตรฐาน ISO14443A
- ใช้การส่งคลื่นความถี่กับบัตรแบบ 13.56 MHz และมีการเข้ารหัสแบบ 16 bit error detection protocol สำหรับการอ่านบัตร
- ระยะทางในการอ่านบัตรอย่างน้อย 3 เซนติเมตร
- มีหลอดไฟ LED สำหรับแสดงสถานะและ ลำโพงในตัวเพื่อใช้บอกสถานะและเสียงเตือนให้กับผู้ใช้บัตร
- ระยะห่างจากเครื่องควบคุมประตูและเครื่องอ่านบัตรได้ 200 เมตร
- ทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง +50 องศาเซลเซียส
- IP54 Environment Protection Rating or IP65 Environment Protection Rating for Outdoor

## 3. บัตร

- เป็นบัตรชนิด Smart Card Contactless ตามมาตรฐาน ISO14443A
- ขนาดบัตรเครดิตมาตรฐาน 2.127" x 3.375" x 0.033" max. (5.40 x 8.57 x 0.084 cm)
- การเข้ารหัสสำหรับ Access Control จะประกอบด้วย
  - Region Codes : 16
  - Facility Codes : 50,000
  - Card Numbers : 15,999,999
  - Issue Levels : 15

## 4. กลอนแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมชุดจ่ายไฟ

- เป็น Electromagnetic Lock แบบคู่มือหรือแบบเดี่ยวขนาดแรงดึง 600 ปอนด์ จำนวนเท่ากับประตูที่ติดตั้งในระบบควบคุมการผ่านเข้า-ออก ด้วยคอมพิวเตอร์
- เป็น Lock แม่เหล็กที่ทำงานด้วยไฟฟ้าใช้กับแรงดันไฟฟ้า 24 VDC หรือ 12 VDC ได้
- มี LED แสดงสถานะของประตู
- สามารถใช้งานร่วมกับ Access Control System ได้เป็นอย่างดี

- สามารถติดตั้งกับบานประตูได้อย่างเหมาะสมและแข็งแรง
5. แหล่งจ่ายไฟตรงพร้อมแบตเตอรี่สำรอง ( Power Supply with Battery Backup)
- ชุดจ่ายไฟต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ Controller, Reader, Lock และอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ
  - มีแบตเตอรี่สำรองกรณีไฟดับซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าทดแทนได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
6. อุปกรณ์เปิดประตูฉุกเฉิน
- เป็นสวิตช์ฉุกเฉินแบบมีกระจกครอบ โดยมีทุบกระจก จะสามารถปลด Lock ได้ทันทีพร้อมทั้งส่งสัญญาณให้เครื่องควบคุมทราบ
7. อุปกรณ์แจ้งสถานะประตู
- เป็น Magnetic Switch ชนิดใช้กับประตูเหล็กระยะห่างระหว่าง Magnetic กับ Reed Switch ต้องไม่น้อยกว่า 0.5 นิ้ว
  - Reed Switch Contact ขนาดไม่ต่ำกว่า 30 Volts 0.3 Amp.
  - สามารถประกอบเข้ากับบานประตูได้อย่างแข็งแรงและสวยงาม
  - สามารถเชื่อมโยงสัญญาณเข้ากับระบบควบคุมการผ่านเข้า – ออก ด้วยคอมพิวเตอร์ได้
8. สายนำสัญญาณ
- เป็นสายนำสัญญาณที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับระบบ Access Control และมีคุณภาพในการรับส่งสัญญาณเป็นอย่างดี

## หมวดที่ 7

### ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY (UPS)

#### 1. วัตถุประสงค์และขอบเขตทั่วไป

ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS) มีความสามารถจ่ายโหลดไม่น้อยกว่า ที่ระบุในแบบ Power Factor ไม่น้อยกว่า 1 จำนวน 1 ชุด โดย UPS สามารถสำรองไฟฟ้าที่ขนาดโหลดเต็มกำลัง (Full Load Rated) ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาทีต่อเนื่อง

#### 2. คุณสมบัติทั่วไปของระบบ

- 2.1 ระบบ UPS เป็นแบบ On-Line Double Conversion VFI-SS-111 Class ตามมาตรฐาน IEC 62040-3 ควบคุมการทำงานด้วย Digital Processor สำหรับทุกฟังก์ชันการควบคุม โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอที่ขนาดแรงดันไฟฟ้า 380 หรือ 400 หรือ 415 VAC.3 Phase 4 Wires 50 Hz
- 2.2 ระบบ UPS สามารถทำงานกับโหลดได้ทั้งกรณีที่เป็นโหลดแบบเชิงเส้น (Linear Load) และโหลดแบบไม่เชิงเส้น (Non Linear Load)
- 2.3 ระบบ UPS สามารถรองรับการต่อขนานแบบ Parallel Redundant (N+1) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ และสามารถรองรับการต่อขนานที่อาจจะต้องเพิ่มในอนาคตได้
- 2.4 ระบบ UPS จะต้องมีการ Protection Device ในจุดที่เป็นการป้องกันความเสียหายในแต่ละส่วน
- 2.5 ระบบควบคุม/ตรวจสอบ ต้องสามารถกระทำได้ที่ Front Panel ของแต่ละเครื่องได้ และจะต้องมีระบบควบคุม/ตรวจสอบแบบระยะไกล (Remote Monitoring Access) ด้วยการติดตั้ง Ethernet Connection (RJ45) ซึ่งจะสามารถรองรับการต่อเชื่อมด้วยโปรแกรมประเภท Web Navigator และสามารถแจ้งเตือนด้วย e-mail ได้
- 2.6 ระบบ UPS ที่เสนอจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน และได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ IEC หรือ EN

#### 3. ส่วนประกอบสำคัญสำหรับ UPS แต่ละเครื่อง

- 3.1 Rectifier/Charger เป็นชนิด PFC Rectifier Technology ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ IGBT เซมิคอนดักเตอร์หรือดีกว่า ชุด Inverter เป็นชนิด IGBT โดยใช้หลักการการทำงานแบบ PWM โดยชุด Inverter ประกอบเป็นชุดเดียวกับ Rectifier พร้อมเทคโนโลยีการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction) มีหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรงที่สม่ำเสมอ เพื่อจ่ายให้กับชุด Inverter ขณะเดียวกันจะทำการประจุแบตเตอรี่ให้เต็มตลอดเวลา พร้อมระบบปรับกระแสประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิบริเวณที่ติดตั้งแบตเตอรี่ ระบบแบตเตอรี่ที่ใช้ต้องแยกเป็น 2 ชุด แต่ละชุดได้รับการประจุแบบแยกอิสระต่อกัน เพื่อชุดใดชุดหนึ่งเกิดขัดข้อง อีกชุดหนึ่งก็ยังสามารถจ่ายสำรองได้โดยไม่กระทบต่อระบบ

- 3.2 Battery เป็นแบบ Maintenance Free, Sealed Lead Acid มี Expected หรือ Designed Life Time ไม่น้อยกว่า 10 ปี ที่อุณหภูมิ 20 ° C หรือ 25 ° C สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่ระบบ UPS ได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที ที่สภาวะโหลดเต็มกำลังของแต่ละเครื่อง UPS พร้อมแสดงรายละเอียดการคำนวณประกอบโดยใช้ค่า Full Load Rated ที่มี Power factor ไม่น้อยกว่า 1, End Voltage ไม่น้อยกว่า 1.70 V./C, Inverter Efficiency ไม่น้อยกว่า 96% และชุดแบตเตอรี่ติดตั้งบน Rack ที่แข็งแรงซึ่งทำด้วยสแตนเลสพร้อมทั้งชุดป้องกันการลัดวงจรของชุดแบตเตอรี่ (Battery Protection Device) สามารถปรับแรงดันแบตเตอรี่ใน String ขนาดลูกละ 12 โวลต์ ได้ตั้งแต่ 30-40 ลูก เพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง หรือปรับเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่เสียออก
- 3.3 Inverter เป็นชนิด IGBT โดยใช้หลักการทำงานแบบ PWM ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง ( จาก Rectifier/Charger หรือ Battery )เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีคุณภาพสูง จ่ายให้กับ Load
- 3.4 Static Bypass Switch จะทำหน้าที่ย้าย Load จากชุด Inverter ให้รับไฟฟ้าจาก Reserve โดยอัตโนมัติไม่ขาดตอน ในกรณี Over Load หรือภาวะเครื่อง UPS ทำงานขัดข้อง และสามารถย้าย Load กลับสู่ชุด Inverter โดยอัตโนมัติไม่ขาดตอนเช่นกัน เมื่อสภาวะดังกล่าวหมดไป
- 3.5 Manual Bypass Switch สำหรับกรณีบำรุงรักษาระบบ UPS เพื่อที่จะทำการย้าย Load ไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าด้าน Bypass โดยต่อเนื่องไม่ขาดตอน และประกอบมาพร้อมเซอร์จิกจากโรงงานผู้ผลิต
- 3.6 Control Panel ประกอบด้วย Graphic LCD Display สามารถแสดงสถานะการทำงาน ค่าทางไฟฟ้า และเก็บบันทึกเหตุการณ์ย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 1,000 เหตุการณ์

#### 4. ลักษณะการทำงานของระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS)

##### 4.1 ในสภาวะปกติ (Normal Mode)

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ หรือเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบ UPS เป็นปกติ ชุด Rectifier/Charger จะทำงานและ จ่ายกระแสไฟฟ้า DC ที่สม่ำเสมอเพื่อ Charge Battery โดยมีวงจรจำกัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ประจุไฟฟ้า Battery เกินค่าที่กำหนด (Battery Current Limit) ให้อยู่ในสภาพ Fully Charged ตลอดเวลา พร้อมกับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุด Inverter ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้า AC ที่มีคุณภาพดีตามข้อกำหนด โดยปราศจาก Electrical Noise, Spikes และคลื่นรบกวน เพื่อจ่ายให้ Load ต่อไป

##### 4.2 ในสภาวะฉุกเฉิน (Emergency Mode)

เมื่อกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ หรือเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบ UPS เกิดขัดข้อง ชุด Rectifier/Charger จะหยุดทำงานพร้อมกับสัญญาณเสียงแจ้งเตือนให้ได้รับรู้โดยอัตโนมัติขณะเดียวกัน Battery จะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้า DC ให้กับชุด Inverter ทำงานต่อไปทันที โดยไม่ขาดตอน (Uninterrupted) เป็นเวลาไม่น้อยกว่าระยะเวลา Reserve time หลังจากนั้นถ้ากระแสไฟฟ้ายังไม่จ่ายมาก่อนที่เครื่องจะหยุดตัวเองโดยอัตโนมัติ จะต้องมีสัญญาณเสียงแจ้งเตือนให้ทราบล่วงหน้าและ เมื่อกระแสไฟฟ้าจ่ายกลับคืนมาให้ตามปกติ ระบบ UPS จะต้องทำงานได้ทันทีในสภาวะปกติโดยอัตโนมัติ

#### 4.3 ในสภาวะ Bypass Mode

เมื่อระบบ UPS ทำงานขัดข้องหรือใช้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัด (Overload Rating) ชุด Static Bypass Switch จะต้องทำหน้าที่ย้ายโหลดจากชุด Inverter ไปใช้กระแสไฟฟ้าจาก Reserve ได้ อย่างอัตโนมัติโดยไม่ขาดตอน (Uninterrupted) และเมื่อทุกอย่างปกติแล้ว Static Bypass Switch จะต้องย้าย Load กลับมาอย่างเดิมโดยอัตโนมัติและไม่ขาดตอนเช่นกัน

#### 4.4 ในสภาวะการโอนย้ายโหลดเพื่อบำรุงรักษา (Manual Bypass Mode)

จะต้องมี Bypass Switch เพื่อที่จะโอนย้ายโหลดไปยังแหล่งจ่ายไฟทางด้าน Bypass โดยไม่มีการขาดตอนในกรณีที่ต้องทำการซ่อมบำรุงรักษาระบบ UPS

#### 4.5 ในภาวะการใช้งานแบบประหยัด (Economic and Always on Mode)

เมื่อต้องการให้ระบบ UPS ทำงานแบบประหยัดแต่ยังคงประสิทธิภาพสูงสุด และยังคงตรวจสอบคุณภาพไฟฟ้า โดยเฉพาะฮาร์มอนิกย้อนกลับ จะควบคุมเป็นอย่างดีโดยไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ในขณะเดียวกันหากพบว่าคุณภาพไฟฟ้าไม่เหมาะสมต่อการใช้งานจะทำการโอนย้ายอัตโนมัติเข้าสู่การใช้งานสภาวะปกติ หรือสภาวะฉุกเฉินทันที และไม่มีผลกระทบต่อโหลดงานที่ใช้อยู่

### 5. คุณลักษณะเฉพาะด้านระบบไฟฟ้า (Electrical Specification )

#### 5.1 Rectifier/Charger Unit

Input Voltage	: 380/400 VAC .ไม่น้อยกว่า $\pm 20\%$ , 3Ph 4Wires
Input Frequency	: 50 Hz. ไม่น้อยกว่า $\pm 20\%$
Input Power factor	: ไม่น้อยกว่า 0.99
THDI	: ไม่เกิน 3% (ที่ทุกสภาวะโหลดตั้งแต่ 50 – 100 % โดยไม่มีการใช้ Filter ใด ๆ เพิ่มเติม)

#### 5.2 Inverter Unit

Output Voltage	: 380 or 400 or 415 VAC., 3Ph 4Wires
Output Voltage Tolerance	: ไม่เกิน $\pm 1\%$ (Static load)
Output Frequency Tolerance	: 50Hz ไม่เกิน $\pm 0.02\%$ (Free running)
THDV	: ไม่เกิน 1% at Linear Load
Power Factor Range	: 0.8 lag. หรือดีกว่า
Overload Rating	: 125% $\geq 10$ min .และ 150% $\geq 1$ min.
Crest Factor	: ไม่ต่ำกว่า 3 : 1
Wave Form	: Sinusoidal
Overall Efficiency	: ไม่น้อยกว่า 96%

## 5.3 Environmental Specifications

อุณหภูมิ (Temperature)	: ขณะเครื่องทำงาน 0°C ถึง 35°C หรือดีกว่า
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)	: Maximum 95% non – condensing
Audible Noise Per Unit	: ไม่เกิน 60 dBA at 1 m

## 5.4 Battery

Typical	: Sealed Lead Acid Battery Maintenance Free
Standard	: ISO 9001, IEC หรือ UL
Reserve Time Per Unit	: ไม่น้อยกว่า 30 min ที่ภาวะโหลดเต็มกำลัง
Expected/Designed Life Time	: ไม่น้อยกว่า 10 years
Battery Bank	: โครงสร้างมีลักษณะเป็นแบบ Dual Battery/Dual Charger Architecture

## 6. แผนควบคุมสัญญาณเตือน มาตรฐาน หรือภาคแสดงสถานะ

6.1 ระบบควบคุมการทำงานของระบบ UPS เป็นระบบควบคุม Digital Process พร้อมชุด Graphical LCD แสดงค่าและสถานะการทำงาน การขัดข้องของระบบและการซ่อมบำรุงรักษา และสามารถเก็บบันทึก เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะระบบ UPS ทำงานอยู่ เช่น แรงดัน กระแส ความถี่ แบตเตอรี่ เป็นต้น

6.2 สัญญาณเตือนสถานะเครื่อง UPS ขัดข้อง และแสดงผลอย่างน้อยดังนี้

- INPUT MAIN/BYPASS MAIN OUT OT TOLERANCE
- OVERLOAD IN OUTPUT
- BATTERY ALARM/ FLAT / OPEN CIRCUIT
- MANUAL BYPASS ACTIVATED
- TEMPERATURE OVER LIMIT
- DEVICE ALARM AT RECTIFIER / CHARGER / INVERTER/ BYPASS

6.3 สถานะการทำงานของระบบ UPS

- ภาวะโหลด รับไฟฟ้าจาก Battery หรือจากระบบ UPS
- เวลาในการสำรองจากแบตเตอรี่
- การหยุดจ่ายไฟ

## หมวดที่ 8

### ระบบโคมแสงสว่างฉุกเฉินโคมและแสงสว่างป้ายทางออก

#### 1. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Self-Contained Battery Emergency Light)

1.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะตัดวงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่ (Low Voltage Cut-Off )

1.2 แบตเตอรี่ใช้เป็นชนิด Lithium Iron Phosphate (LiFePO4) หรือ Sealed Nickel Metal Hydride ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ 2 x 12 W หรือ Remote Lamp จำนวนตามที่ระบุในแบบ ได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

1.3 ให้มี Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้

ก. สถานะการประจุแบตเตอรี่ (Charge และ Full Charge)

ข. สถานะของ Input Line (Power “On”)

1.4 ให้มี Test Button หรือ Remote Infrared Testing เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่

1.5 Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุม เป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดีหรือวัสดุอื่นที่ทนทานและไม่เป็นสนิม และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

1.6 การติดตั้ง ให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำกว่าระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม (โดยผู้ออกแบบอนุมัติ)

#### 2. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light & Fire Exit Light)

2.1 โดยไฟทางออกต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ในแบตเตอรี่เป็นชนิด Lithium Iron Phosphate (LiFePO4) หรือ Sealed Nickel Metal Hydride พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยปกติจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V , 50 เฮิร์ต และเมื่อไฟปกติดับจะใช้ไฟฟ้าจาก Battery โดยต้องสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และมีรายละเอียดทางเทคนิคเหมือนกับโคมแสงสว่างฉุกเฉิน

2.2 ตัวโคมให้พับขึ้นรูป ขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น หรือวัสดุ Aluminum Extrusion with epoxy powder coating

2.3 บ้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระยะ 24 เมตร (ความสูงองค์ประกอบภาพไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร) โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้านของตัวโคม ทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง

2.4 หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ

2.5 การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ และ/หรือ ตามความเหมาะสม ตามกฎข้อบังคับของหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง

### 3. การขออนุมัติ

ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของดวงโคมตลอดจน Photometric Data เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง ทั้งนี้อาจต้องนำตัวอย่างของดวงโคมแสดงตามที่เรียกขอ

## หมวดที่ 9

## ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงอัตโนมัติ

## 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Multiplex การรับส่งสัญญาณจากอุปกรณ์เข้าสู่ตู้ควบคุม ส่วนกลางให้เป็นแบบ Supervised Data Multiplex System โดยตู้ควบคุมและอุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพสินค้าจากสถาบัน Underwriters Laboratories Inc. (UL Listed) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, NFPA-72, หรือ ว.ส.ท. 2002/49 หรือตามระบุในแบบ
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผลิตภัณฑ์จากผู้จัดจำหน่ายที่เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าโดยตรงจากผู้ผลิต (หากมีใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ) โดยจะต้องแสดงเอกสารการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจัดจำหน่ายที่ออกจากโรงงานผู้ผลิต สำหรับโครงการนั้นๆ (เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับโครงการในกรณีที่ได้สินค้าไม่ตรงรุ่น, อะไหล่สำรอง และคุณภาพของการบริการ)

## 2. ขอบเขตของงาน

ผู้รับจ้างต้องจัดหาติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆอย่างน้อยดังต่อไปนี้ (หากมีระบุในแบบนอกเหนือไปจากนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้จนสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น)

- ตู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel)
- คอมพิวเตอร์แสดงผลพร้อมรูปอาคาร (Computer Color Graphic)
- ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)
- อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Devices)
- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Devices)
- อุปกรณ์รับ - ส่งสัญญาณ (Interface Modules)
- อุปกรณ์อื่นๆ เช่น Output สำหรับ Pressurize Fan, Fire Pump

ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ (Conduit and Wiring System) รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

## 3. การทำงานของระบบ

การทำงานของระบบคือเมื่อวงจรเริ่มสัญญาณ ได้รับสัญญาณเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือจาก Manual Station ระบบจะแสดงข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD พร้อมแสดงสัญญาณ Alarm เป็นไฟสีแดงกระพริบและมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังเป็นจังหวะและระบบจะส่งสัญญาณไปที่หลอดไฟของตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ Remote Graphic Annunciator (ถ้ามี) และส่งสัญญาณไปยัง Computer Color Graphic Panel ซึ่งจะแสดงจุดเกิดเหตุบนหน้าจอ Computer เพื่อแสดงจุดเกิดเหตุเพลิงไหม้บนแผนผังอาคาร จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Local Silence ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะติดค้างและเสียงสัญญาณจะเงียบลง

สัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้จะประกอบด้วยสัญญาณเสียง (Audible signal) หรือสัญญาณแสง (Visible signal) (ตามระบุในแบบ) การหยุดเสียงสัญญาณเตือนทำได้โดยการกดปุ่ม Alarm Silence

ถ้าไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ภายในเวลาที่กำหนด ระบบจะส่งแจ้งสัญญาณเตือนไปยังโซนหรือชั้นที่เกิดเหตุ อาจรวมทั้งโซนที่ใกล้เคียงนั้นสามารถโปรแกรมได้รวมทั้งสามารถตั้งเวลาในแต่ละช่วงได้ (Sequence) หลังจากนั้นใน

ระยะเวลาที่กำหนดซึ่งสามารถตั้งได้ถ้ายังไม่มีมีการกดปุ่ม Alarm Silence ระบบจะส่งสัญญาณเตือนไปทั่วทั้งอาคาร (General Alarm) รวมทั้งส่งสัญญาณไปที่ระบบพัดลมอัดอากาศและระบบลิฟต์

ถ้าหากเจ้าหน้าที่ต้องการไม่ให้เสียงสัญญาณในโซนหรือชั้นที่เกิดเหตุดังก่อนครบเวลาที่ตั้งหน่วยงานที่ได้โปรแกรมไว้ สามารถกดที่ปุ่ม Alarm Silence ได้ และหลอดไฟแสดงโซนที่เกิดเหตุที่ผู้ควบคุมและแผงแสดงผลจะยังคงติดค้างอยู่ หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในโซนใหม่สัญญาณเสียงจะกลับมาเตือนซ้ำอีกครั้ง

ระบบต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุมความปลอดภัย (Central Commander) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถติดต่อสื่อสารกับ Server ของระบบผ่านทาง Port RS-232 หรือระบบ LAN เมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุมความปลอดภัยเพื่อให้สามารถสั่งงานควบคุมระบบอื่นๆ ต่อไป เช่น

- เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ที่โซนใดๆ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุมความปลอดภัย ที่หน้าจอของระบบควบคุมความปลอดภัยจะแสดงจุดเกิดเหตุ และถ้ามีกล้องวงจรปิดที่สามารถแสดงตำแหน่งนั้นๆ ได้ (ตามที่ระบุในแบบ) ระบบควบคุมความปลอดภัยจะแสดงภาพเหตุการณ์จากกล้องในหน้าจอ

เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ คือสายขาด, สายวงจรรั่วลงดิน, ไฟฟ้าขัดข้อง, ไฟเบตเตอร์ต่ำรวมทั้งแผงวงจรควบคุมชำรุด ให้แสดงสัญญาณ Trouble เป็นไฟสีเหลืองกระพริบพร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ผู้ควบคุมตั้งเป็นจังหวะ จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Local Silence ไฟสัญญาณ Trouble สีเหลืองจะติดค้างและเสียงสัญญาณจะเงียบลง โดยเจ้าหน้าที่สามารถทราบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD ในกรณีที่ระบบได้รับการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมจะ Reset ระบบให้กลับสู่สภาวะปกติอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่ม Reset ที่ผู้ควบคุม

#### 4. วัสดุอุปกรณ์

##### 4.1 ผู้ควบคุม (Fire Alarm Control Panel)

ผู้ควบคุมเป็นระบบ Multi-processor based networked system ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผู้ควบคุมประกอบด้วยอุปกรณ์ Hardware และ Software เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ควบคุมต้องถูกออกแบบจากผู้ผลิตรายเดียวรวมทั้งการพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้เป็นระบบ Integrate Security Management ที่สมบูรณ์ ผู้ควบคุมมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- รองรับอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเหตุได้ไม่น้อยกว่า 2500 อุปกรณ์
- รองรับระบบ Network โดยต่อเชื่อมได้ทั้งระบบไม่น้อยกว่า 64 จุด โดยนับรวมทั้งผู้ควบคุมและผู้แสดงผลแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- สามารถบันทึกเหตุการณ์ได้ไม่น้อยกว่า 1000 เหตุการณ์
- กำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ด้วย Electronic Address หากอุปกรณ์ชำรุด แล้วทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ทดแทนอุปกรณ์ที่ติดตั้งแทนอุปกรณ์เดิมจะถูกต้องค่าตามค่าเดิมที่ตำแหน่งนั้นในระบบโดยไม่ต้องตั้งค่า Address และไม่ต้องทำการโปรแกรมใหม่
- สามารถรายงานข้อมูลสภาวะต่าง ๆ ในระบบได้ทั้งบนจอหรือพิมพ์รายงานทางเครื่องพิมพ์ (หากระบุในแบบ)
- สามารถให้ผู้ใช้งานเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานได้เช่น วัน-เวลา รหัสผ่าน สั่งเครื่องเริ่มทำงาน

หากมีการใช้ผู้ควบคุมต่อรวมเป็น Network ผู้ควบคุมในระบบ Network มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- สามารถโอนโปรแกรมการใช้งานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ลงในระบบที่ผู้ควบคุมใด ๆ ก็ได้
- ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการใช้งานจากผู้ควบคุมใด ๆ ก็ได้ (ในกรณีที่ติดตั้ง แผงควบคุม)

ในกรณีที่มีเหตุไฟฟ้าหลักขัดข้อง แหล่งจ่ายไฟต้องสามารถสลับไปใช้ไฟจากไฟสำรองที่เตรียมไว้ได้โดยอัตโนมัติแหล่งจ่ายไฟต้องมีการตรวจสอบสถานะของตัวเอง และแจ้งสาเหตุของอาการที่ขัดข้องได้แบตเตอรี่สำรองจะถูกตรวจสอบสถานะโดยแผงแหล่งจ่ายไฟในกรณีถ้าหากแรงดันไฟของแบตเตอรี่ต่ำเกินไปหรือมีการปลดขั้วแบตเตอรี่ออก ระบบจะต้องสามารถอัดประจุแบตเตอรี่คืนได้โดยอัตโนมัติ

ระบบต้องมีชุดจ่ายไฟสำรอง (Battery Backup) หากระบบจ่ายไฟฟ้าหลักเกิดปัญหา ชุดจ่ายไฟสำรองจะต้องสามารถจ่ายทดแทนระบบในสภาวะปกติได้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง และในสภาวะเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างน้อย 15 นาที

#### 4.2 ตู้แสดงแผนผังแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator Panel)

เป็นแผนผังแสดงโซนที่เกิดเหตุจะต้องทำจาก Aluminum Anodized (ตามที่ระบุในแบบ)

ประกอบด้วย

- หลอดไฟสีแดงแสดงโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
- Test Lamp Button เพื่อทำการทดสอบการทำงานของหลอดไฟทุกดวง
- Acknowledge Button เพื่อปิดเสียงเตือน

#### 4.3 อุปกรณ์ตรวจจับ (Initiating Devices) (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

##### 4.3.1 อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Smoke Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อนแบบระบุตำแหน่ง (Addressable Smoke Detector) การกำหนด Address ต้องเป็นแบบ Electronic Address การตั้งค่าความไวในการตรวจจับควันสามารถตั้งค่าได้จากโปรแกรม โดยตั้งค่าได้ 5 ระดับ และถ้าหากต้องการตั้งค่า Pre-alarm สามารถตั้งค่าได้แต่ละระดับ ระดับละ 5% อุปกรณ์สามารถปรับค่าและชดเชยค่าโดยเปรียบเทียบกับค่าในสภาวะปัจจุบันได้ นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าระดับ Maintenance Alert ของอุปกรณ์ตรวจจับควันได้ตั้งแต่ 75% - 100 % การตรวจจับความร้อน อุปกรณ์จะทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 130 – 140°F (54 - 60°C)

##### 4.3.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดระบุตำแหน่ง (Addressable Heat Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดระบุตำแหน่งแบบ Combination คือสามารถตรวจจับเพลิงไหม้จากความร้อนที่เกิดขึ้นได้ทั้งแบบ Rate of Rise และ Fixed Temperature การกำหนด Address ต้องเป็นแบบ Electronic Address อุปกรณ์จะทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิในห้องสูงเกินกำหนด 15°F (9°C) หรือในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกิน 135°F (57°C) หากอุปกรณ์ชำรุดแล้วทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ทดแทนอุปกรณ์ที่ติดตั้งแทนอุปกรณ์เดิมจะถูกป้อนค่าตามค่าเดิมที่ตำแหน่งนั้นในระบบโดยไม่ต้องตั้งค่า Address และไม่ต้องทำการโปรแกรมใหม่

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิดระบุตำแหน่งแบบ Fixed Temperature คือสามารถตรวจจับเพลิงไหม้จากความร้อนที่เกิดขึ้นแบบ Fixed Temperature การกำหนด Address ต้องเป็นแบบ Electronic Address อุปกรณ์จะทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135°F (57°C)

##### 4.3.3 ฐานอุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Base)

เป็นแบบ Plug-in เข้าสายที่ฐานอุปกรณ์ สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ตรวจจับได้ทั้งแบบตรวจจับควันและแบบตรวจจับความร้อน

##### 4.3.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือแบบระบุตำแหน่ง (Addressable Manual Station)

เป็นชนิด Addressable แบบ Single Action ทำด้วยโลหะ และมีแท่งแก้วหรือพลาสติก ด้านหน้าป้องกันการติดตั้งหรือถอดได้ง่ายในสภาวะปกติ การกำหนด Address ต้องเป็นแบบ Electronic Address

#### 4.3.5 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Conventional Smoke Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับควันจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- การตรวจจับควันแบบ Photoelectric หรือดีกว่า
- มีระบบ Self-Diagnostic
- สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสถึง 49 องศาเซลเซียส
- สามารถทำงานได้ในสภาพความชื้น 0%-95% RH
- ในสภาวะปกติหลอด LED จะกะพริบเพื่อแสดงสถานะการทำงาน
- ในสภาวะ Alarm หลอด LED จะติดค้าง
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับผู้ควบคุมระบบ
- ได้รับมาตรฐาน UL 268, FM

#### 4.3.6 อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อน (Conventional Smoke and Heat Detector)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันและตรวจจับความร้อนภายในอุปกรณ์เดียวกัน ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- การตรวจจับควันแบบ Photoelectric หรือดีกว่า
- มีการตรวจจับความร้อนแบบ Fixed Temperature 135°F และ Rate of rise 15°F/Minute
- มีระบบ Self-Diagnostic
- สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสถึง 49 องศาเซลเซียส
- สามารถทำงานได้ในสภาพความชื้น 0%-95% RH
- ในสภาวะปกติหลอด LED จะกะพริบเพื่อแสดงสถานะการทำงาน
- ในสภาวะ Alarm หลอด LED จะติดค้าง
- สามารถเชื่อมต่อ Remote LED ได้
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับผู้ควบคุมระบบ
- ได้รับมาตรฐาน UL 268, FM

#### 4.3.7 อุปกรณ์ตรวจจับควันสำหรับพื้นที่เปิด (Open-area Smoke Imaging Detection, OSID)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันโดยอาศัยลำแสงตรวจจับคลื่นอนุภาคคู่ (Dual Wavelength Particle Detection) ของคลื่นแสง Ultraviolet (UV) และคลื่นแสง Infrared (IR) ที่ทำงานร่วมกับอุปกรณ์รับภาพ Optical Imaging

ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ระยะห่างสูงสุดที่สามารถตรวจจับควัน (Maximum detection range) ไม่น้อยกว่า 150 เมตร
- หลอดไฟแสดงสถานะการทำงาน 3 ชนิด Fire, Trouble และ Power
- อุปกรณ์รับภาพ (Imager) 1 ตัว สามารถรองรับ ตัวส่ง (Emitter) ได้สูงสุด 7 ตัว
- สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 20 – 30 VDC

- มี Output dry contact relay 2 ชุด Alarm และ Trouble
- สามารถเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่าน Port USB เพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ได้
- ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบัน UL และ ULC

#### 4.3.8 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Conventional Heat Detector)

4.3.8.1 เป็นชนิดที่มีการทำงาน 2 ลักษณะคือ ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิน 15°F (9°C) ต่อ นาที (Rate of Rise Temperature) เป็นแบบ self-restoring และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135°F (57°C) (Fixed Temperature) เป็นแบบ non-restorable

4.3.8.2 เป็นชนิดที่ทำงานตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยเมื่อตรวจจับความร้อนแล้วอุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดแล้ว อุปกรณ์จะทำงานทันที (อุณหภูมิที่กำหนดตามระบุในแบบ)

#### 4.3.9 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Stations)

Manual Pull Station เป็นแบบ Single Action ทำด้วยโลหะอลูมิเนียมพร้อม Toggle Switch อยู่ในเป็นตัวยกสัญญาณแจ้งเหตุ ตัวกล่องเป็นสีแดงพร้อมตัวหนังสือ "PULL IN CASE OF FIRE" มีแท่งแก้วด้านหน้าป้องกันการดึงได้ง่ายในสภาวะปกติ

#### 4.3.10 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเหตุเพลิงไหม้ (Indicating Devices) (ชนิดของอุปกรณ์เป็นไปตามระบุในแบบ)

##### 4.3.10.1 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียงและแสง (Alarm Horns with Strobe Light)

- ทำงานที่ขนาดแรงดัน 24 VDC
- ความดังเสียง ไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ระยะห่าง 10 ฟุต
- ความสว่างของแสง ไม่น้อยกว่า 75 Candela

##### 4.3.10.2 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยเสียงกระดิ่ง (Alarm Bell)

- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว
- ทำงานที่ขนาดแรงดัน 24 VDC
- ความดังเสียง ไม่น้อยกว่า 85 dB ที่ระยะห่าง 10 ฟุต

#### 4.3.11 อุปกรณ์รับ - ส่งสัญญาณ (Interface Modules)

##### 4.3.11.1 Monitor Module

อุปกรณ์ Addressable Monitor Module แบบตั้ง Address ได้โดย Electronic Address พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสถานะ Normal จะกระพริบสีเขียว กรณีเกิด Alarm หรือ Trouble จะกระพริบสีแดง

##### 4.3.11.2 Control Relay Module

อุปกรณ์ Addressable Relay Module แบบตั้ง Address ได้โดย Electronic Address หน้าสัมผัส Form C ขนาด 24 Vdc 2 amps ใช้เพื่อส่งสัญญาณหน้าสัมผัสไปควบคุมระบบหรืออุปกรณ์อื่นในระบบ โดยทำงานตามที่โปรแกรมไว้

##### 4.3.11.3 Control Module

อุปกรณ์ Addressable Notification Appliance Circuit Module แบบตั้ง Address ได้โดย Electronic Address มี 1 วงจรแจ้งเหตุ ขนาด 24 Vdc 2 amps หรือสัญญาณเสียงขนาด 25 Vrms 50 watts หรือ 70 Vrms 35 watts โดยทำงานตามที่โปรแกรมไว้

#### 4.3.11.4 Isolator Module

อุปกรณ์ Addressable Isolator Module แบบตั้ง Address ได้โดย Electronic Address เพื่อแยกวงจรสัญญาณที่สายลวดวงจรออกจากระบบเมื่อมีการลัดวงจร ทำให้ระบบที่เหลือยังคงใช้งานได้ตามปกติ

4.3.11.5 อุปกรณ์อื่นๆ หากมีระบุในแบบนอกเหนือจากข้อกำหนดให้ผู้รับจ้างจัดหามาติดตั้งให้ระบบเกิดความสมบูรณ์ โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

### 5. การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และ Catalog ของอุปกรณ์ทุกชิ้นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยจะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการให้ใช้สีสะท้อนแสงแสดงให้ ผู้ออกแบบสงวนสิทธิในการอนุมัติวัสดุ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงระบบ เพื่อให้ทันสมัยและใช้งานได้ดีขึ้น โดยผู้รับจ้างไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

### 6. การติดตั้ง

6.1 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า

6.2 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งตามมาตรฐาน NFPA 72, วสท. (ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้)

6.3 ตำแหน่งที่แน่นอนของอุปกรณ์ อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

6.4 ให้ผู้รับจ้างทำแบบแสดงการติดตั้ง (Shop Drawing) ส่งผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนการติดตั้งทุกครั้ง

### 7. การทดสอบระบบ

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 72 หรือตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาส่งมอบก่อนการทดสอบระบบ

### 8. การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 365 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

## หมวดที่ 10

### ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

#### 1. ทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับดูและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่างๆ และติดตั้งบน Top-Desk Rack ในห้องรักษาความปลอดภัยของอาคารตามที่แสดงในแบบโดยมีวัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV นั้นคือกล้องและ CCTV Controller ได้รับรองจาก UL หรือ CE
- 1.2 การเชื่อมต่อ (Interface) หรือ Intregation กับระบบอื่นๆ ระบบควบคุมการทำงานและการแสดงสภาวะการทำงานของระบบและการแจ้งเหตุ (Alarm) ที่เสนอต้องสามารถที่จะเชื่อมต่อกับระบบควบคุมการเข้าออกและป้องกันการบุกรุก (ACS และ IAS) ซึ่งจัดหาและติดตั้งโดยผู้อื่น (By Other) จากผู้ผลิตที่แตกต่างกันโดยผ่าน Protocol, มาตรฐานต่างๆ เช่น BACnet หรือ Lon หรือ Ethermet TCP/IP, OLE for Process Control (OPC) หรือ ODBC เป็นต้นโดยสามารถเชื่อมกับระบบควบคุมการเข้าออกและป้องกันการบุกรุก (ACS และ IAS) โดยใช้มาตรฐาน RS-485 หรือดีกว่า
- 1.3 ระบบกล้องวงจรปิดต้องเป็นระบบ Network IP Camera การติดตั้งให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตแนะนำ
- 1.4 การรับประกันสินค้า ในส่วนของกล้อง ต้องรับประกันคุณภาพสินค้าอย่างน้อย 2 ปี และรับรองการสำรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยมีหนังสือรับรองการรับประกันคุณภาพสินค้าโดยตรง จากตัวแทนผู้ผลิต

#### 2. ขอบเขตของงาน

- 2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่างๆ สำหรับดูและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณต่าง ๆ และติดตั้งบนโต๊ะหรือ Console ในห้องควบคุมของอาคารตามที่แสดงในแบบ โดยที่วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในระบบ CCTV เป็นระบบ Network IP Camera ซึ่งระบบกล้องวงจรปิดจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังต่อไปนี้ (หากมีระบุในแบบนอกเหนือไปจากนี้ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหามาให้จนสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้ข้างต้น)

- กล้องติดตั้งคงที่ ชนิดโดม ( Fixed Dome IP Camera)
- กล้องติดตั้งคงที่ ชนิดโดม สำหรับติดตั้งในลิฟต์ ( Fixed Dome IP Camera for Lift)
- กล้องติดตั้งคงที่ ภายนอกอาคาร ( Fixed IP Camera Outdoor)
- กล้องติดตั้งคงที่ ชนิดโดม มุมมองภาพ 180° (Dome IP Camera 180°)
- กล้องติดตั้งคงที่ มุมมองภาพ 360° (Dome IP Camera 360°)
- ซอฟต์แวร์ควบคุมระบบกล้องวงจรปิด (Management Software)
- เครื่องคอมพิวเตอร์ Server (Computer Server)
- อุปกรณ์เก็บข้อมูลผ่านเครือข่าย (Network Storage)
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงภาพและจัดการ (Work Station)
- จอภาพ (Monitor)
- อุปกรณ์อื่นๆ เพื่อความสมบูรณ์ของระบบ

2.2 ระบบจะต้องสามารถรองรับการบันทึกภาพสำหรับกล้องทั้งหมดได้อย่างน้อย 30 วัน

- กล้องแบบติดตั้งคงที่ บันทึกที่ 12 fps หรือมากกว่า
- กล้องแบบติดตั้งคงที่ ชนิดโดม บันทึกที่ 12 fps หรือมากกว่า
- กล้องแบบติดตั้งคงที่ ชนิดโดม มุมมองภาพ 180° บันทึกที่ 12 fps หรือมากกว่า
- กล้องแบบติดตั้งคงที่ ชนิดโดม มุมมองภาพ 360° บันทึกที่ 10 fps หรือมากกว่า

### 3. ข้อกำหนดทางเทคนิค

3.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค ชนิดโดม

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- Image Sensor เป็นชนิด CMOS แบบ (Day/Night) หรือดีกว่า
- ความละเอียดภาพ สูงสุดไม่น้อยกว่า 1280x720 Pixel
- ติดตั้งร่วมกับเลนส์ชนิด Motorized Lens ขนาด 2.8 - 10 mm. หรือดีกว่า
- มีความสามารถ Remote Zoom, Auto Back Focus
- กล้องมีความไวแสง 0.1 lux สำหรับภาพสี และที่ 0.01 Lux สำหรับภาพขาวดำ
- มีความสามารถมองย้อนแสง (WDR) 65 dB หรือมากกว่า
- สามารถแสดงเมนูการปรับตั้งค่าการทำงานของตัวกล้อง ผ่าน Web Browser ได้
- รองรับการบีบอัดภาพแบบ H.264 และ Motion JPEG
- สามารถส่งสัญญาณภาพขนาด 1280x720 Pixel ที่ความเร็ว 30 ภาพต่อวินาทีหรือดีกว่า
- รองรับเน็ตเวิร์คโปรโตคอล TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast), HTTP, HTTPS, SSL, SSH, SMTP, FTP, RTSP, UPnP, DNS, NTP, RTP, LDAP (client) ได้
- รองรับการใช้ Micro SDHC หรือ SDXC ความจุสูงสุดถึง 32 GB
- มีความสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวในตัว (Motion Detection)
- มีความสามารถตรวจจับการปิดบังหน้ากล้อง (Sabotage Detection)
- มีระบบ White balance
- สามารถเลือกต่อใช้งานกับระบบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าแบบ 18-32 VAC หรือ PoE IEEE 802.3af ได้
- กรณีติดตั้งภายนอกสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน IP 66 หรือดีกว่า
- รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G
- จะต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UL, cUL

3.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค ชนิดโดมสำหรับติดตั้งในลิฟต์

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- Image Sensor เป็นชนิด CMOS หรือดีกว่า
- ความละเอียดภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1280x720 Pixel
- กล้องมีความไวแสงสำหรับภาพสี 0.01 lux หรือดีกว่า
- สามารถแสดงเมนูการปรับตั้งค่าการทำงานของตัวกล้อง ผ่าน Web Browser ได้
- รองรับการบีบอัดภาพแบบ H.264
- รองรับการเชื่อมต่อแบบ Multi-Streams ได้อย่างน้อย 2 Streams

- สามารถส่งสัญญาณภาพขนาด 1280x720 Pixel ที่ความเร็ว 30 ภาพต่อวินาทีหรือมากกว่า
- รองรับเน็ตเวิร์คโพรโตคอล TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast), HTTP, HTTPS, SSL, SSH, SMTP, FTP, RTSP, UPnP, DNS, NTP, RTP, LDAP (client) ได้
- มีความสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวในตัว (Motion Detection)
- มีระบบ White Balance
- สามารถต่อใช้งานกับ PoE IEEE 802.3af ได้
- รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G
- ต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UL, cUL

### 3.3 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค แบบติดตั้งคงที่ภายนอกอาคาร

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับกลางวันและกลางคืน (Day/Night)
- Image Sensor เป็นชนิด CMOS หรือดีกว่า
- ความละเอียดภาพ สูงสุดไม่น้อยกว่า 1280x720 Pixel
- ติดตั้งร่วมกับเลนส์ชนิด Motorized Lens ขนาด 2.8 - 10 mm. หรือดีกว่า
- มีความสามารถ Remote Zoom, Auto Back Focus
- กล้องมีความไวแสง 0.3 lux และที่ 0 Lux, IR
- มีระบบ Adaptive IR ระยะไม่น้อยกว่า 35 เมตร
- มีความสามารถมองย้อนแสง (WDR) 65 dB หรือมากกว่า
- สามารถแสดงเมนูการปรับตั้งค่าการทำงานของตัวกล้อง ผ่าน Web Browser ได้
- รองรับการบีบอัดภาพแบบ H.264 และ Motion JPEG
- สามารถส่งสัญญาณภาพขนาด 1280x720 Pixel ที่ความเร็ว 30 ภาพต่อวินาทีหรือดีกว่า
- รองรับเน็ตเวิร์คโพรโตคอล TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast), HTTP, HTTPS, SSL, SSH, SMTP, FTP, RTSP, UPnP, DNS, NTP, RTP, LDAP (client) ได้
- รองรับการใช้ Micro SDHC หรือ SDXC ความจุสูงสุดถึง 32 GB
- มีความสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวในตัว (Motion Detection)
- มีความสามารถตรวจจับการปิดบังหน้ากล้อง (Sabotage Detection)
- มีระบบ White balance
- สามารถเลือกต่อใช้งานกับระบบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าแบบ 18-32 VAC หรือ PoE IEEE 802.3af ได้
- สามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำ โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน IP 66 หรือดีกว่า
- ได้มาตรฐานการป้องกันการบุกรุกทำลาย IK10
- รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G
- จะต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UL, cUL

### 3.4 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค ชนิดโดมมุมมองภาพ 180°

กล้องโทรทัศน์วงจรปิดประเภทไอพีเน็ตเวิร์ค ชนิดโดมมุมมองภาพ 180° จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ชนิดสีมี Image Sensor เป็นชนิด CMOS ขนาด 2048 x 1536 Pixel จำนวน 4 ชุด

- ความละเอียดภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 8192 x 1536 (12 megapixel)
- กล้องมีความไวแสงไม่น้อยกว่า 0.3 lux ที่ F2.0
- มีความสามารถมองย้อนแสง (WDR) มากกว่า 100dB
- รองรับการบีบอัดภาพแบบ H.264 และ Motion JPEG
- สามารถส่งสัญญาณภาพขนาด 8192x1536 Pixel ที่ความเร็วสูงสุด 12 ภาพต่อวินาที หรือมากกว่า
- รองรับเน็ตเวิร์คโปรโตคอล TCP/IP, UDP/IP (Unicast, Multicast), UPnP, DNS, RTP, RTSP, NTP, HTTP, HTTPS, LDAP (client), SSH, SSL, SMTP, FTP ได้
- สามารถแสดงเมนูการปรับตั้งค่าการทำงานของตัวกล้อง ผ่าน Web Browser ได้
- รองรับการใส่ Micro SDHC
- มีระบบ Video Analytics ในตัวกล้อง รองรับการทำ Analytics ได้อย่างน้อยดังนี้ Abandoned Object, Adaptive Motion Detection, Camera Sabotage, Directional Motion, Loitering Detection, Object Counting, Object Removal, Stopped Vehicle
- ใช้งานกับระบบแรงดันไฟฟ้าแบบ PoE+ IEEE 802.3at ได้
- รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน ONVIF Profile S และ ONVIF Profile G
- ในกรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำได้ โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า
- ได้มาตรฐานการป้องกันการทาบทำลาย IK10
- ต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UL, cUL

### 3.5 กล้องโทรทัศน์วงจรมุมมอง 360 องศา

กล้องโทรทัศน์วงจรมุมมอง 360 องศาเน็ตเวิร์ค ชนิดโดมมุมมองภาพได้แบบ 360° จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรมุมมอง ชนิดซีมี Image Sensor เป็นชนิด CMOS
- ความละเอียดภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 2144 x 1944 Pixel
- กล้องมีความไวแสงไม่น้อยกว่า 0.2 lux F2.0
- รองรับการบีบอัดภาพแบบ H.264 และ Motion JPEG
- สามารถส่งสัญญาณภาพความละเอียดสูงสุด ที่ความเร็ว 10 ภาพต่อวินาที
- มีความสามารถมองย้อนแสง (WDR) มากกว่า 90dB
- มีความสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวในตัว (Motion Detection)
- รองรับเน็ตเวิร์คโปรโตคอล TCP/IP, HTTP, DNS, NTP, FTP, SMTP, RSTP
- สามารถเลือกต่อใช้งานกับระบบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าแบบ 12VDC และ Power over Ethernet IEEE 802.3af ได้
- รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน ONVIF Profile S
- ในกรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำได้ โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า
- จะต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UL, cUL

### 3.6 กล้องแบบปรับมุมมองภาพได้ (Pan Tilt Zoom Camera)

กล้องแบบปรับมุมมองภาพได้ (Pan Tilt Zoom Camera) จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- เป็นกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ชนิดสีมี Image Sensor เป็นชนิด CMOS
- ความละเอียดภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 Pixel
- สามารถปรับซูมภาพได้ 30 เท่าแบบ Optical และ 12 เท่าแบบ Digital หรือดีกว่า
- เลนส์ 4.3 mm. - 129.0 mm. หรือดีกว่า
- กล้องมีความไวแสงไม่น้อยกว่า 0.08 lux สำหรับภาพสี 0.015 lux สำหรับภาพขาวดำ
- รองรับการบีบอัดภาพแบบ H.264 และ Motion JPEG
- สามารถส่งสัญญาณภาพความละเอียดสูงสุด ที่ความเร็ว 30 ภาพต่อวินาที
- มีความสามารถมองย้อนแสง (WDR) มากกว่า 80 dB
- มีความสามารถ Backlight Compensation, Automatic Gain Control, Active Noise Filtering, Electronic Image Stabilization (EIS)
- มีความสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวในตัว (Adaptive Motion Detection)
- มีความสามารถ Auto Tracker
- รองรับเน็ตเวิร์คโพรโตคอล TCP/IP, UDP/IP, UPnP, DNS, DHCP, RTP, RTSP, NTP, IPv4, HTTP, HTTPS, LDAP (client), SSH, SSL, SMTP, FTP
- สามารถเลือกต่อใช้งานกับระบบแรงดันไฟฟ้าขาเข้าแบบ 24VDC หรือ 24VAC หรือ Power over Ethernet IEEE 802.3af ได้
- รองรับการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน ONVIF Profile S
- ในกรณีที่ติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำได้ โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า
- จะต้องได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UL, cUL

### 3.7 ซอฟต์แวร์ควบคุมระบบกล้องวงจรปิด (Management Software)

#### 3.7.1 คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นระบบเปิด ที่สามารถทำงานกับกล้อง IP Camera ได้ไม่น้อยกว่า 15 ยี่ห้อ และรองรับการทำงานรวมกัน DVR ได้
- รองรับการเพิ่มขยายอุปกรณ์เช่น กล้องวงจรปิด, เครื่องบันทึกภาพ และเครื่องลูกข่ายที่เชื่อมต่อกับระบบ ได้ไม่จำกัดจำนวน
- รองรับการทำงานในรูปแบบ Multi-Site Multi- Server ได้ไม่จำกัดจำนวน
- ต้องมีหนังสือเพื่อแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอ ซึ่งแต่งตั้งโดยเจ้าของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

#### 3.7.2 การจัดการระบบ

- รองรับควบคุม และสั่งการ จอภาพสำหรับแสดงผล (Virtual Matrix Monitor) ใดๆ ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย เพื่อแสดงผลภาพจากกล้องวงจรปิด และแผนที่แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ที่มีสัญญาณแจ้งเตือนได้

- รองรับการเพิ่มขยายอุปกรณ์ในอนาคตเช่น กล้องวงจรปิด, เครื่องบันทึกภาพ (NVR/DVR), Access Control, จอภาพแสดงผล (Virtual Matrix Monitor), อุปกรณ์รับสัญญาณ Input/Output (Network I/O Device) และเครื่องลูกข่ายที่เชื่อมต่อกับระบบ ได้ไม่จำกัดจำนวน
- มีระบบ Network Monitoring สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมโยงใน ซึ่งถ้าอุปกรณ์ใดไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายระบบรักษาความปลอดภัย ระบบจะต้องมีการแจ้งเตือน

### 3.7.3 การบันทึกภาพ

- มีมาตรฐานการบีบอัดภาพแบบ MJPEG, H.264 หรือดีกว่า
- สามารถเลือกบันทึกภาพจากแต่ละกล้องด้วยขนาดภาพ และอัตราการบันทึกที่แตกต่างกันได้
- สามารถตั้งเวลาในการบันทึกภาพ หรือบันทึกภาพเมื่อเกิดการเคลื่อนไหวได้
- สามารถกำหนดค่า Motion Sensitivity ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว และสามารถกำหนดค่าการตรวจจับความเคลื่อนไหวของแต่ละช่องสัญญาณแตกต่างกันได้
- สามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกก่อนและหลัง (Pre/Post Alarm) ตรวจพบความเคลื่อนไหวได้

### 3.7.4 การแสดงภาพที่บันทึก

- สามารถแสดงภาพที่บันทึกไว้แล้วได้สูงสุด 64 ภาพพร้อมกันบนจอภาพเดียว (ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์)
- สามารถแสดงภาพจากเครื่องบันทึกภาพต่างเครื่องได้พร้อมกันในจอภาพเดียว
- สามารถค้นหาภาพโดยการกำหนดชื่อกล้อง วัน เวลา ได้
- สามารถถ่ายข้อมูลภาพที่บันทึกไว้แล้วลงโน้ตแผ่น DVD หรือ CD และนำไปเปิดใช้ดูจากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้
- สามารถเปลี่ยนความเร็วในการ Playback ทั้งแบบ forward และ reverse ได้

### 3.7.5 การแสดงภาพสด

- สามารถแสดงภาพปัจจุบันได้สูงสุด 64 กล้องต่อจอภาพ และสามารถแสดงภาพจากเครื่องบันทึกต่างเครื่องบนหน้าจอเดียวกันได้ (ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์)
- มีรูปแบบการทำงานในลักษณะ Multi-level maps ซึ่งผู้ใช้สามารถคลิกที่ Icon ของกล้องใน map และสามารถเปิดภาพกล้อง และรองรับการเลือกที่จะส่งภาพกล้องไปยังจอภาพใด ๆ (Virtual Matrix) ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้
- ระบบแผนที่สามารถที่จะแสดง Icon และทำงานร่วมกับอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ เช่น กล้องวงจรปิด, Input/Output ของกล้องวงจรปิด, แผนที่, View เป็นต้น
- สามารถแสดงสัญญาณแจ้งเตือนได้ในทุกระดับชั้นของแผนที่
- สามารถแสดงภาพแบบ Camera Sequence ในตำแหน่งใด ๆ บนจอภาพได้

### 3.7.6 การจัดการผู้ใช้งาน (User Management)

- สามารถกำหนดสิทธิในการใช้งานของผู้ใช้แต่ละคนให้แตกต่างกันได้
- มีระบบตรวจสอบผู้ใช้และสิทธิของผู้ใช้ด้วยชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน

## 3.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ Server (Computer Server)

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็น Intel Xeon Quad Core หรือดีกว่า
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความถี่นาฬิกา ไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
- หน่วยความจำหลัก (RAM) เป็นชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- สามารถติดตั้งเข้าตู้ Rack แบบมาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้
- RAID Controller ต้องสนับสนุนการทำ RAID 1, RAID 5 ได้เป็นอย่างดี
- มี Ethernet พอร์ตแบบ Gigabit อย่างน้อย 2 พอร์ต
- มีระบบปฏิบัติการ Windows Server หรือระบบปฏิบัติการอื่นที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

### 3.9 อุปกรณ์เก็บข้อมูลผ่านเครือข่าย (Network Storage)

จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็น Intel Atom Dual Core หรือดีกว่า
- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีความถี่นาฬิกา ไม่น้อยกว่า 2.0 GHz
- หน่วยความจำหลัก (RAM) เป็นชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- RAID Controller ต้องสนับสนุนการทำ RAID 5 ได้เป็นอย่างดี
- สามารถใส่ Harddisk ชนิด SATA III หรือดีกว่า
- สามารถใส่ Harddisk ได้ 12 Harddisk หรือมากกว่า
- รองรับ Harddisk ได้ความจุสูงสุด 6TB ต่อ 1 Harddisk
- มี Ethernet พอร์ตแบบ Gigabit อย่างน้อย 4 พอร์ต
- มี Redundant Power Supply

### 3.10 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับแสดงภาพและจัดการ (Work Station)

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็น Intel Xeon หรือดีกว่า
- มีความถี่นาฬิกา (Clock Frequency) ไม่น้อยกว่า 2 GHz
- หน่วยความจำหลัก (RAM) เป็นชนิด DDR3 หรือดีกว่ามีขนาดไม่น้อยกว่า 4GB
- มีการ์ดประมวลผลกราฟิก (Graphic Card) หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1GB รองรับการทำงานจอภาพแบบสองจอภาพ
- มี Network Interface สนับสนุนความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลที่ 1000 Mbps.หรือดีกว่า
- หน่วยเก็บข้อมูลมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB
- มีเมาส์และคีย์บอร์ด จำนวนไม่น้อยกว่าอย่างละ 1 ชุด
- มี พอร์ต USB 2.0 อย่างน้อย 4 พอร์ต
- มีระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือดีกว่า ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง

### 3.11 จอมอนิเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 21.5 นิ้ว

เพื่อแสดงผลภาพใช้งานร่วมกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับแสดงภาพและการจัดการ

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- จอภาพสีชนิด LED ขนาด 21.5 นิ้ว หรือมากกว่า
- มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x1080 Pixel
- มีช่องรับสัญญาณ ชนิด VGA, DVI, HDMI, Display Port อย่างใดอย่างหนึ่ง

### 3.12 จอมอนิเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 40 นิ้ว

เพื่อแสดงผลภาพใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผลภาพ

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- จอภาพสี ชนิด LCD หรือ LED ขนาด 40 นิ้ว หรือมากกว่า
- มีความละเอียดจอไม่น้อยกว่า 1920 x1080 Pixel
- มีช่องรับสัญญาณ ชนิด VGA, HDMI อย่างใดอย่างหนึ่ง

### 3.13 อุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Network System)

#### 3.13.1 อุปกรณ์ Main Network Switch

- เป็นอุปกรณ์ Switch ที่มีพอร์ตชนิด 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 28 พอร์ต และสามารถเชื่อมต่อแบบ SFP ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- มี Switching Capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 56 Gbps
- รองรับการทำให้ Link Aggregation IEEE 802.3ad LACP
- รองรับการทำให้ VLAN แบบ IEEE 802.1q และรองรับ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 1024 VLAN
- รองรับมาตรฐาน IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3d, IGMP
- รองรับ Layer 3 Static Routing
- สามารถปรับตั้งค่าการทำงานด้วย Browser

#### 3.13.2 อุปกรณ์ Switch 24 Ports PoE

- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ Main Network Switch
- มีพอร์ต 10/100/1000 PoE จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- รองรับ PoE+ (IEEE 802.3at)
- พอร์ตเชื่อมต่อแบบ SFP อย่างน้อย 2 พอร์ต
- มี Switching Capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 56 Gbps
- สามารถจ่ายกำลัง PoE ได้ไม่น้อยกว่า 192W
- รองรับการทำให้ Link Aggregation IEEE 802.3ad LACP
- รองรับมาตรฐาน IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3d, IGMP
- รองรับ Layer 3 Static Routing
- สามารถปรับตั้งค่าการทำงานด้วย Browser

### 3.14 ตู้ Rack 19 นิ้ว สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- เป็นตู้ Rack 19 นิ้ว 42U สีดำออกแบบสำหรับการติดตั้ง Server โดยเฉพาะ
- มีขนาดอย่างน้อย 80 x 100 cm.
- ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ อย่างน้อย 3 ตัว
- ติดตั้งรางปลั๊กไฟฟ้า อย่างน้อย 12 ช่อง
- ให้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบกล้องวงจรปิด เช่น เครื่องบันทึกภาพ เครื่องบริหารจัดการระบบ อุปกรณ์ระบบเครือข่าย ไว้ในตู้ Rack ซึ่งจะต้องรองรับอุปกรณ์ทั้งหมดได้

### 3.15 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)

#### 3.15.1 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 1 kVA จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- มีหลอด LED หรือหน้าจอ LCD สำหรับแสดงการทำงานต่างๆ
- ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาเข้า ดังนี้  
เป็นระบบ Single Phase 220 VAC
- ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาออก ดังนี้  
ระดับแรงดันไฟฟ้า (Output Voltage) เป็น 220VAC  
ระดับความถี่กระแสไฟฟ้า (Output Frequency) เป็น 50 Hz +/- 0.25Hz  
รูปแบบคลื่นสัญญาณ Sinewave

#### 3.15.2 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 3 kVA จะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- ใช้เทคโนโลยีการแปลงไฟฟ้าแบบ Double conversion
- มีหน้าจอ LCD สำหรับแสดงการทำงานต่างๆ
- สามารถติดตั้งใน Rack 19" มาตรฐานได้
- ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาเข้า ดังนี้  
เป็นระบบ Single Phase 220 VAC  
รองรับแรงดัน 110 ถึง 300 VAC  
รองรับความถี่ 50 ถึง 60 Hz
- ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาออก ดังนี้  
ระดับแรงดันไฟฟ้า (Output Voltage) เป็น 220VAC  
ระดับความถี่กระแสไฟฟ้า (Output Frequency) 50 Hz  
รูปแบบคลื่นสัญญาณ Sinewave  
มี Output power factor ไม่น้อยกว่า 0.8

## 4. การขออนุมัติ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแบบ และ Catalog ของอุปกรณ์ทุกชิ้นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง โดยจะต้องเป็นข้อมูลทางเทคนิคที่เหมาะสม พร้อมแสดงอุปกรณ์ที่ขออนุมัติโดยการให้ใช้สีสะท้อนแสงแสดงให้ชัดเจน แบบแปลนการติดตั้งของอุปกรณ์ จะต้องแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้ง และจุดต่อสายทุกจุด ตลอดจนแนวท่อและจำนวนสายให้ชัดเจนเพื่อสะดวกแก่การบำรุงรักษาภายหลัง ผู้ออกแบบสงวนสิทธิในการอนุมัติวัสดุ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงระบบ เพื่อให้ทันสมัยและใช้งานได้ดีขึ้น โดยผู้รับจ้างไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

## 5. การติดตั้ง

สายนำสัญญาณสำหรับกล่องให้ใช้สาย UTP CAT6 หรือดีกว่า และสายไฟฟ้า (Power Supply Cable) ให้ใช้สาย THW ขนาด 2-2.5/2.5 ตร.มม. ในท่อ 1/2" IMC (หรือตามที่ระบุในแบบ) หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC หรือ MEA ในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

## 6. การทดสอบระบบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการ และรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนด ทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

1. การรับประกัน

ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

## หมวดที่ 11

### ระบบเสียงประกาศ

#### 1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสียงตามแผนผังที่แสดงในแบบ เป็นเพียงแนวทางซึ่งแสดงชนิดและจำนวนขั้นต่ำของอุปกรณ์ เพื่อกำหนดวิธีการในการออกแบบรายละเอียด และเลือกอุปกรณ์เพื่อการเสนอราคาเท่านั้น ผู้เสนอราคาจะต้องออกแบบรายละเอียดแสดงรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ส่งพร้อมใบเสนอราคา

ส่วนประกอบมาตรฐานของระบบเสียงประกาศ เช่น เครื่องควบคุม (Voice Alarm System) , เครื่องขยายเสียง (Power Amplifier) , ไมโครโฟนประกาศ (Call Station) และลำโพง อุปกรณ์ในระบบจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้งหมด

#### 2. ข้อกำหนดทางเทคนิคและการติดตั้ง

2.1. อุปกรณ์ระบบเสียงที่ห้องควบคุม ( Sound Control Panel ) ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งหมด แต่ผู้รับจ้าง อาจใช้ อุปกรณ์บางเครื่องที่เป็นผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันก็ได้ ถ้าอุปกรณ์เครื่องนั้นมีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานมากกว่า

2.2. เครื่องขยายเสียง, เครื่องเล่น CD, วิทยู, Mixer และ Patch Panel ต้องติดตั้งบน Steel Rack อยู่ในตู้โลหะด้านหน้า มีฝาเปิด บุด้วยพลาสติกใสสามารถมองเห็นการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน

#### 3. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยผู้ขาย ต้องแนบรายละเอียดของอุปกรณ์พร้อมเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทคนิค เสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยระบบเสียงประกาศจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

- เครื่องควบคุมระบบ
- เครื่องขยายเสียง
- เครื่องเล่นแผ่นซีดีและวิทยู
- ไมโครโฟนตั้งโต๊ะ
- ลำโพงเพดาน ขนาด 6 วัตต์
- อุปกรณ์รับระดับเสียงขนาด 30 วัตต์
- อุปกรณ์รับระดับเสียงขนาด 60 วัตต์
- ตู้สำหรับใส่อุปกรณ์ในระบบ ขนาด 19"

#### 4. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

##### 4.1. เครื่องควบคุมระบบ

เป็นอุปกรณ์หลักของระบบเสียงประกาศ จะต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังนี้

- 4.1.1 สามารถต่อพ่วงโซนลำโพงได้ 6 โซน หรือมากกว่า
- 4.1.2 กำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 360 วัตต์
- 4.1.3 มี Output ชนิด 100 โวลต์และ 70 โวลต์
- 4.1.4 สามารถบันทึกเสียงประกาศฉุกเฉินไว้ในตัวเครื่องได้

- 4.1.5 ตอบสนองความถี่ ตั้งแต่ 50 Hz ถึง 20 KHz หรือดีกว่า
- 4.1.6 ความเพี้ยนของสัญญาณ น้อยกว่า 1%
- 4.1.7 ระดับสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 85 dB
- 4.1.8 สามารถต่อพ่วงอุปกรณ์ Extension เพื่อขยายโซนประกาศเสียงได้
- 4.1.9 สามารถตั้งค่าการทำงานของอุปกรณ์ได้ผ่านพอร์ต USB
- 4.1.10 สามารถต่อพ่วง Remote Microphone ด้วยพอร์ต RJ45
- 4.1.11 สามารถใช้งานได้ภายใต้อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 4.2. เครื่องขยายเสียงขนาด 240 วัตต์ หรือมากกว่า
  - 4.2.1. มี Output ชนิด 100 โวลต์
  - 4.2.2. ตอบสนองความถี่ ตั้งแต่ 80 Hz ถึง 15 KHz หรือดีกว่า
  - 4.2.3. ความเพี้ยนของสัญญาณ น้อยกว่า 1%
  - 4.2.4. ระดับสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 60 dB
  - 4.2.5. สามารถใช้งานได้ภายใต้อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 4.3. เครื่องขยายเสียงขนาด 420 วัตต์ หรือมากกว่า
  - 4.3.1. มี Output ชนิด 100 โวลต์
  - 4.3.2. ตอบสนองความถี่ ตั้งแต่ 80 Hz ถึง 15 KHz หรือดีกว่า
  - 4.3.3. ความเพี้ยนของสัญญาณ น้อยกว่า 1%
  - 4.3.4. ระดับสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 60 dB
  - 4.3.5. สามารถใช้งานได้ภายใต้อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 4.4. เครื่องขยายเสียงขนาด 1000 วัตต์ หรือมากกว่า
  - 4.4.1. มี Output ชนิด 100 โวลต์
  - 4.4.2. ตอบสนองความถี่ ตั้งแต่ 80 Hz ถึง 15 KHz หรือดีกว่า
  - 4.4.3. ความเพี้ยนของสัญญาณ น้อยกว่า 0.1%
  - 4.4.4. ระดับสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มากกว่า 90 dB
  - 4.4.5. สามารถใช้งานได้ภายใต้อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 4.5. ไมโครโฟนตั้งโต๊ะ
  - 4.5.1. มีปุ่มเลือกโซนประกาศที่ฐาน 10 ปุ่มหรือดีกว่า
  - 4.5.2. สามารถต่อพ่วงปุ่มเลือกโซนได้
  - 4.5.3. อุปกรณ์รับเสียงเป็นชนิด Unidirectional electret Condenser
  - 4.5.4. ตอบสนองความถี่ 100 ถึง 20 kHz
  - 4.5.5. สามารถต่อพ่วงเครื่องควบคุมระบบด้วยพอร์ต RJ-45
- 4.6. เครื่องรับวิทยุ
  - 4.6.1. รับสัญญาณวิทยุ FM ในช่วงความถี่ 87.5 – 108.00 MHz
  - 4.6.2. รับสัญญาณวิทยุ AM ในช่วงความถี่ 530 – 1710 kHz
  - 4.6.3. สามารถบันทึกช่องสัญญาณได้ 60 สถานีหรือมากกว่า
  - 4.6.4. สามารถติดตั้งใน Rack 19" ได้

#### 4.7. เครื่องเล่น CD และ USB

4.7.1. รองรับการเล่นเพลงจาก CD และ USB Flash Drive

4.7.2. รองรับการเล่นเพลงจากรูปแบบไฟล์ MP3

#### 4.8. ลำโพงเพดาน ขนาด 6 วัตต์

4.8.1. กำลังงานสูงสุด 6 วัตต์ และสามารถเลือกเป็น 3W หรือ 1W ได้

4.8.2. Sound Pressure Level 90 dB ที่ 1 Watt 1m หรือสูงกว่า

4.8.3. ช่วงตอบสนองความถี่ 65 Hz – 18 kHz หรือดีกว่า

4.8.4. รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

#### 4.9. ลำโพงฮอร์น ขนาด 15 วัตต์

4.9.1. กำลังงานสูงสุด 15 วัตต์ และสามารถเลือกเป็น 10W, 5W หรือ 3W ได้

4.9.2. Sound Pressure Level 112 dB ที่ 1 Watt 1m หรือสูงกว่า

4.9.3. ช่วงตอบสนองความถี่ 280 Hz – 12 kHz หรือดีกว่า

4.9.4. รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

#### 4.10. อุปกรณ์ปรับระดับเสียงขนาด 30 วัตต์

4.10.1. สามารถต่อเชื่อมลำโพงโดยรองรับกำลังงานสูงสุดที่ 30 วัตต์

4.10.2. สามารถปรับระดับความดังได้อย่างน้อย 5 ระดับ

4.10.3. รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

#### 4.11. อุปกรณ์ปรับระดับเสียงขนาด 60 วัตต์

4.11.1. สามารถต่อเชื่อมลำโพงโดยรองรับกำลังงานสูงสุดที่ 60 วัตต์

4.11.2. สามารถปรับระดับความดังได้อย่างน้อย 5 ระดับ

4.11.3. รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

#### 4.12. อุปกรณ์ปรับระดับเสียงขนาด 120 วัตต์

4.12.1. สามารถต่อเชื่อมลำโพงโดยรองรับกำลังงานสูงสุดที่ 120 วัตต์

4.12.2. สามารถปรับระดับความดังได้อย่างน้อย 5 ระดับ

4.12.3. รองรับแรงดันไฟ 100 โวลต์

### 5. การติดตั้ง

#### 5.1. การติดตั้งสายสัญญาณ และสายไฟฟ้า

5.1.1. ให้ทำการติดตั้งภายในท่อ หรือรางโลหะที่มีฝาปิดมิดชิด ยกเว้นสายสัญญาณที่ติดตั้งตามพื้น หรือเส้นทางที่ไม่สามารถใช้ท่อ หรือรางโลหะติดตั้งได้ ให้พิจารณาตามความเหมาะสม โดยจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถจะป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับสายสัญญาณได้เป็นอย่างดี จุดต่อเชื่อมท่อต้องใช้กล่องโลหะ มีฝาปิด และ พันตัวอักษร ตามข้อกำหนดการกำหนดรหัสสี

5.1.2. สายสัญญาณจะต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอด ไม่มีการตัดต่อระหว่างอุปกรณ์

5.1.3. ต้องทำหมายเลขปลายสายสัญญาณทุกเส้น โดยการเขียนลงบนพลาสติกแข็งที่ใช้สำหรับระบุชื่อสาย โดยเฉพาะ พร้อมรัดแนบปลายสายให้แน่น

- 5.1.4. ต้องทำการบันทึกคุณสมบัติของสายสัญญาณทุกเส้น ซึ่งต้องมีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้ ชื่อสาย, ตำแหน่งที่สายต่อเชื่อมอุปกรณ์ และความยาวสาย พร้อมทั้งส่งมอบให้กับเจ้าหน้าที่ควบคุมงาน
- 5.2. การติดตั้งให้ถือความสมบูรณ์ในการติดตั้งชุดควบคุมระบบเสียงประกาศ เป็นหลัก หากอุปกรณ์ชนิดใดที่มีความจำเป็นซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในข้อกำหนด แต่มีความจำเป็นต้องติดตั้งเพื่อให้งานติดตั้งชุดควบคุม ระบบ ฯ สมบูรณ์ และเพื่อให้ระบบ ฯ ทำงานได้ครบทุกฟังก์ชันการใช้งาน ผู้ขายจะต้องจัดหาให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมกับ โครงการ
6. การทดสอบ
- หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด ต่อหน้าผู้ซื้อหรือตัวแทนผู้ซื้อตามวิธีการ และรายละเอียดที่ผู้ซื้อกำหนด ทั้งนี้ ผู้ขายต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์กรณีที่เกิดความเสียหายจากการทดสอบทั้งหมด
7. การขออนุมัติ
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบแปลนการติดตั้งพร้อม Catalogue ที่แสดงข้อมูลทางเทคนิค ขออนุมัติก่อนการจัดซื้อ โดยแบบแปลนจะต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ทุกจุดตามแบบ พร้อมสายไฟที่จ่ายให้แก่ลำโพง การขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ ผู้ว่าจ้างหรือผู้ออกแบบขอสงวนสิทธิ์ในการอนุมัติวัสดุอุปกรณ์ และการเปลี่ยนแปลงวัสดุอุปกรณ์ตามความจำเป็น โดยไม่ให้คิดเงินเพิ่มเติมจากสัญญา
8. การรับประกัน
- ต้องรับประกันคุณภาพการใช้งาน และการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัยของอุปกรณ์ ฯ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 365 วัน นับตั้งแต่วันที่คณะกรรมการได้ทำการตรวจรับของไว้เรียบร้อยแล้ว

## หมวดที่ 12

### ระบบโทรศัพท์

#### 1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 อุปกรณ์ระบบโทรศัพท์ทั้งหมดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศ โดยเฉพาะและตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยรับรองใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ได้ทั่วไป อุปกรณ์จะต้องเป็นของใหม่ล่าสุดไม่เคยทำการติดตั้งใช้งานมาก่อนอุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พร้อมที่จะใช้งานไม่ชำรุดบุบสลายมาก่อน
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างเทคนิค วิศวกรผู้มีความชำนาญงานติดตั้งมาดำเนินการโดยเฉพาะและปฏิบัติงานควบคุมอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อให้ปฏิบัติงานได้ถูกต้องและสมบูรณ์

#### 2. มาตรฐานวัสดุและอุปกรณ์

##### 2.1 SUB MAIN DISTRIBUTION FRAME (MDF)

ตู้ MDF ใช้ในการต่อสายโทรศัพท์รวมของทั้งอาคารส่วนตู้ทำจากเหล็กแผ่นมีขนาดพอเพียงสำหรับการติดตั้งแผงต่อสายมีฝาปิดและกุญแจล็อก กรรมวิธี การป้องกันสนิมและทำสีให้เป็นไปตามข้อกำหนดเดียวกับแผงจ่ายไฟฟ้าวรวมภายในตู้จะประกอบด้วย Telephone Terminal สำหรับการต่อสายและ Surge Protector โดยมีการต่อสายเป็นแบบ Cross Connect ขนาดและจำนวนของแผงให้เป็นไปตามแบบ

##### 2.2 TELEPHONE TERMINAL

Telephone Terminal ที่ใช้งานของระบบโทรศัพท์จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้น เพื่อใช้งานกับระบบโทรศัพท์เท่านั้น Terminating Block จะต้องติดตั้งบนฐานรองรับอยู่ในกล่องต่อสายโดยเฉพาะขนาดชุดละ 10 PRS (ขนาดและจำนวนคู่สายทั้งหมดดูรายละเอียดจากแบบ) ในกรณีทีกล่องต่อสายมีขนาดใหญ่จะต้องมี Wire Retainer และ Wire Guide เพื่อจัดหมวดหมู่ของสายให้เรียบร้อย การต่อสายโทรศัพท์ ณ ที่ Terminals จะต้องสามารถจัดทำด้วยเชิงกลโดยเครื่องมือต่อสายโดยเฉพาะเท่านั้น

##### 2.3 TELEPHONE CABINET (TC)

ประกอบด้วยกล่องเหล็ก (Steel Box) มีฝาปิด แบบบานพับพร้อมมือจับ สามารถปิดล็อกได้โดยใช้กุญแจภายในบรรจุ Terminal Strips จำนวนตามแบบระบุที่ตัวกล่องมี Knock Out เตรียมไว้สำหรับเจาะติดตั้งท่อร้อยสายไฟได้และจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และทำสีให้เหมือนกับผนัง

##### 2.4 TELEPHONE OUTLET

เต้ารับโทรศัพท์ทั่วไปจะต้องเป็นชนิดติดตั้งผนังแบบ Modular (RJ-11) ติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะมีฝาปิดเรียบร้อย ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างขนาดสีของ Cover Plate ให้สถาปนิกฝ่ายผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

##### 2.5 TELEPHONE CABLE

- 2.5.1 Telephone Station Wire เป็นสายตัวนำทองแดง ชนิด UTP CAT6 เป็นสายทองแดงขนาดไม่ต่ำกว่า 23 AWG ตีเกลียวคู่ จำนวน 4 คู่ , เปลือกหุ้มสายต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟ
- 2.5.2 Telephone Distribution Wire สายโทรศัพท์ที่ใช้จะต้องเป็นแบบ Polyethylene Insulated and PVC Sheathed With Alluminum Shield ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. สายโทรศัพท์ที่ใช้เดินภายนอกอาคารหรือในท่อร้อยสายฝังใต้ดินให้ใช้สาย Double Sheathed Alpeph Cable

### 3. การติดตั้งและทดสอบ

- 3.1 การวางท่อและขนาดของท่อต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในระบบไฟฟ้า
- 3.2 การต่อสายโทรศัพท์ในระหว่างทางหรือในตำแหน่งที่ไม่มี Telephone Terminal จะต้องต่อสายโดยใช้เครื่องมือกล ปีบ และมีของเหลวหล่อหุ้มเพื่อป้องกันการเกิด OXIDE
- 3.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางทะเบียนการต่อสายโทรศัพท์ของแผง MDF และ TC ทุกแผง หลังจากทำการเข้าสายในแผงเหล่านั้นเสร็จแล้ว
- 3.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการเข้าสายโทรศัพท์ให้กับผู้ว่าจ้างจำนวน 1 ชุด

## หมวดที่ 13

### อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ

#### 1. ความต้องการทั่วไป

การป้องกันแรงดันเสิร์จให้มีการป้องกันเป็นระบบครอบคลุมระบบ Power Supply อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จด้าน Power Supply ต้องอ้างอิงมาตรฐาน IEC61643-1 และ EN61643-11

#### 2. ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จจากฟ้าผ่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอุปกรณ์จาก กระแสฟ้าผ่าและแรงดันเสิร์จเนื่องจากฟ้าผ่า รวมถึงการสวิตชิง ซึ่งการเลือกอุปกรณ์แต่ละแบบจะขึ้นกับลักษณะการติดตั้งดังต่อไปนี้

##### 2.1 การติดตั้งที่ MDB

เสิร์จที่ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board ควรมีลักษณะอุปกรณ์เป็น Aerial Spark Gap หรือ Encapsulated Spark gap ขนาดโดยตรงกับ Metal Oxide Varistor ( Type 1+2 ) ทำหน้าที่ดัก กำจัดกระแสฟ้าผ่า และแรงดันเสิร์จ ในบริเวณที่จะได้รับผลกระทบโดยตรงอันเนื่องมาจากกระแสฟ้าผ่า โดยมีรายละเอียดดังนี้

Type 1 Surge Arrester ป้องกันผลกระทบโดยตรงเนื่องจากฟ้าผ่า

##### Technical Data

Surge Arrester Type	1 or Class B
Rated Voltage (Un)	230 Vac / 50 Hz
Arrester Voltage (Uc)	440 Vac / 50 Hz
Lightning test current (10/350 $\mu$ s) acc. to IEC 1024-1	50 kA per phase
Peak Value (I imp) with disconnection fuse	35 kArms
Response time	$\leq 1 \mu$ s
Protection level	$\leq 1.5$ kV

Type 2 Surge Arrester ป้องกันผลกระทบเนื่องจากการเหนี่ยวนำ ของฟ้าผ่า และการสวิตชิง

##### Technical Data

Surge Arrester Type	2 or Class C
Nominal Voltage Un	230 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	>340 Vac
Nominal discharge Surge Current In (8/20 $\mu$ s)	15 kA per phase
Maximum discharge Surge Current I <sub>max</sub> (8/20 $\mu$ s)	40 kA per phase
Response time	25 ns
Protection level with In	$\leq 1.5$ kV

##### การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง ระหว่าง L-G ที่ Main Distribution Board ( MDB ) และให้ Back up fuse หรือใช้ Circuit Breaker ตามขนาดที่ผู้ผลิตกำหนด Surge ที่เลือกใช้ต้องสามารถแสดงสถานะ ทำงาน หรือ หมดสภาพการทำงานได้

## 2.2 การติดตั้งที่ DB

อุปกรณ์เสริมที่ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ลักษณะของอุปกรณ์ ทำจาก Metal Oxide Varister (MOV) หรือ Complementary Small gastube device ทำหน้าที่ป้องกันผลกระทบทางอ้อมจากฟ้าผ่าซึ่งทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ(Induced)ให้เกิดแรงดันเสริม หรือผลกระทบจากการสวิตชิ่ง โดยกำหนดให้ใช้เป็น Surge Arrester Type2 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

Type 2 Surge Arrester ป้องกันผลกระทบเนื่องจากการเหนี่ยวนำ ของฟ้าผ่า และการสวิตชิ่ง

### Technical Data

Surge Arrester Type	2 or Class C
Nominal Voltage Un	230 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	>340 Vac
Nominal discharge Surge Current In (8/20 $\mu$ s)	15 kA per phase
Maximum discharge Surge Current I <sub>max</sub> (8/20 $\mu$ s)	40 kA per phase
Response time	25 ns
Protection level with In	$\leq 1.5$ kV

### การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4 Pole ขนาดระหว่าง L-G และ N-G ที่ Sub Distribution board และให้มี Back up fuse หรือ Circuit Breaker ตามขนาดที่ผู้ผลิตกำหนด Surge ที่เลือกใช้ต้องสามารถแสดงสถานะ ทำงาน หรือ หมดสภาพการทำงานได้

## 2.3 การติดตั้งที่ Load Center และ Consumer Unit

อุปกรณ์เสริมที่ใช้ติดตั้งกับตู้ Load Center และ Consumer Unit ซึ่งต่อเข้ากับโหลดประเภทอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์สื่อสาร หรือ คอมพิวเตอร์ กำหนดให้ใช้ เป็น Surge Arrester Type 2 แบบ

Plug-On เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุง โดยตำแหน่งและจำนวนจะระบุไว้ตามแบบ และให้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด

Type 2 Surge Arrester สำหรับตู้ Load Center และ Consumer Unit

### Technical Data

Surge Arrester Type	2 or Class C
Nominal Voltage Un	220/240 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	320 Vac
Nominal discharge Surge Current In (8/20 $\mu$ s)	6 kA per phase
Maximum discharge Surge Current I <sub>max</sub> (8/20 $\mu$ s)	15 kA per phase
Protection level with In	$\leq 1.5$ kV
Standard	IEC61643-1

### การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Surge Arrester Type2 ขนาดระหว่าง L-G ในตู้ Load Center เป็น 3 Poles และในตู้ Consumer Unit เป็น Single Pole Surge ที่เลือกใช้ต้องสามารถแสดงสถานะ ทำงาน หรือ หมดสภาพการทำงานได้

## หมวดที่ 14

### ระบบสายคอมพิวเตอร์

#### 1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งสายสัญญาณระบบคอมพิวเตอร์, เต้ารับ, แฉงท่อสาย รวมถึงการทดสอบ และรายงานการทดสอบ เพื่อให้ระบบสายสัญญาณใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์

#### 2. มาตรฐานอุปกรณ์

##### 2.1 สายสัญญาณชนิดตัวนำทองแดง

###### 2.1.1 สายสัญญาณ CAT 5E UTP Enhanced Cables

2.1.1.1 เป็นสายทองแดงขนาด 24 AWG ทีเกลียวคู่ จำนวน 4 คู่ , เปลือกหุ้มสายต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟ

2.1.1.2 ออกแบบและผลิตได้รับตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B Category 5E, IEC11801, UL E197771

2.1.1.3 สามารถรองรับการใช้งาน Gigabit Ethernet (1000 Base T), Fast Ethernet (100 Base T, 10 Base T, IEEE802.3u), 155 Mbps ATM, ISDN, Video and Voice

2.1.1.4 มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

- Impedance 100+- 15 Ohms at 350 MHz
- Attenuation Loss ไม่เกิน 22 dB/100m. at 100 MHz และ 44.9 db/100m at 350 MHz
- Operating Temp 20°C ถึง 60°C

2.1.1.5 สินค้าต้องได้รับ มอก. และรับประกันอย่างน้อย 5 ปี

###### 2.1.2 สายสัญญาณ CAT 6 ULTRA UTP Enhanced Cables

2.1.2.1 เป็นสายทองแดงขนาดไม่ต่ำกว่า 23 AWG ทีเกลียวคู่ จำนวน 4 คู่ ,เปลือกหุ้มสายต้องเป็นชนิดไม่ลามไฟ

2.1.2.2 ออกแบบและผลิตได้รับตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-B Category 5E, IEC11801

2.1.2.3 สามารถรองรับการใช้งาน Gigabit Ethernet (1000 Base T), Fast Ethernet (100 Base T, 10 Base T, IEEE802.3u), 155 Mbps ATM, ISDN, Video and Voice

2.1.2.4 มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้

- Impedance 100+- 15 Ohms at 600 MHz
- Attenuation Loss ไม่เกิน 32.8 dB/100m. at 250 MHz และ 54.8 db/100m at 600 MHz
- Operating Temp 20°C ถึง 60°C

2.1.2.5 สินค้าต้องได้รับ มอก. และรับประกันอย่างน้อย 5 ปี

##### 2.2 สายสัญญาณชนิด Fiber Optic

- 2.2.1 สายใยแก้วนำแสงชนิดใช้ภายในอาคาร
  - 2.2.1.1 ได้รับการออกแบบและทดสอบตามมาตรฐาน Bellcore GR-409-Core, TIA/EIA 568B, IEEE802.3, IEC60793, IEC60794
  - 2.2.1.2 สายใยแก้วเป็นชนิด Silica Fiber, มี Aramid Yarns ช่วยรับแรงดึง เปลือกนอกของสายเป็นวัสดุไม่ลามไฟ
  - 2.2.1.3 ชนิด Multimode 50/125 micro M. มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้
    - Max Attenuator 2.7 dB/Km at 850 nm. Wave length
    - Max Attenuator 0.8 dB/Km at 1300 nm. Wave length
    - Min Bandwidth 500 MHz.Km at 850 nm. Wave length
    - Min Bandwidth 500 MHz.Km at 1300 nm. Wave length
  - 2.2.1.4 ชนิด Multimode 62.5/150 micro M. มีคุณสมบัติทางเทคนิคขั้นต่ำดังนี้
    - Max Attenuator 3.0 dB/Km at 850 nm. Wave length
    - Max Attenuator 0.7 dB/Km at 1300 nm. Wave length
    - Min Bandwidth 200MHz.Km at 850 nm. Wave length
    - Min Bandwidth 600 MHz.Km at 1300 nm. Wave length

### 2.3 เต้ารับ (Outlet)

- 2.3.1 เต้ารับตัวเมีย CAT 5e
  - 2.3.1.1 เป็นแบบ 8 pin, RJ45 Modular การต่อสายตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B ได้รับรองตามมาตรฐาน IEC11801, UL E196947
  - 2.3.1.2 หน้าสัมผัสเคลือบด้วยทอง บน Nickle Plate หนา 50 micron ตามมาตรฐาน UL94V-OPBT
  - 2.3.1.3 การเข้าสายทองแดงทำโดยเทคนิค Insulated Displacement Contact
  - 2.3.1.4 มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ความถี่ 100MHz ดังนี้ Attenuation ไม่เกิน 0.11dB, Return Loss ไม่เกิน 26.2dB
  - 2.3.1.5 มีเครื่องหมายการค้าติดบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน
- 2.3.2 เต้ารับตัวเมีย CAT 6
  - 2.3.2.1 เป็นแบบ 8 pin, RJ45 Modular การต่อสายตามมาตรฐาน TIA/EIA-568A/B ได้รับรองตามมาตรฐาน IEC11801 Class E
  - 2.3.2.2 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000Mbps(Gigabit) ตามมาตรฐาน Category 6
  - 2.3.2.3 หน้าสัมผัสเคลือบด้วยทอง บน Phosphor Bronze หนา 50 micron
  - 2.3.2.4 มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ความถี่ 250MHz ดังนี้ Attenuation ไม่เกิน 0.10dB, Return Loss ไม่เกิน 17.4dB
  - 2.3.2.5 มีเครื่องหมายการค้าติดบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน
- 2.3.3 ฝาครอบเต้ารับ

- 2.3.3.1 ใช้แบบพลาสติกตามมาตรฐานของผู้ผลิต หรือต้องมีอุปกรณ์เสริมต่อรวมเพื่อใช้ฝาครอบชนิด/รูปแบบเดียวกับเต้ารับไฟฟ้าและต้องเป็นชนิดที่สามารถติด Label ได้
- 2.3.3.2 ฝาครอบต้องสามารถติดตั้งเต้ารับได้ 1 หรือ 2 ช่องบนฝาเดียวกัน

## 2.4 UTP Patch Panel

### 2.4.1 UTP Cat 5E Patch Panel

- 2.4.1.1 ตัวแผงทำด้วย Anodized Aluminium ติดตั้งใน Rack ขนาดมาตรฐาน 19"
- 2.4.1.2 การเข้าสาย UTP ทำจากด้านหลัง โดยใช้เทคนิคการเข้าสายแบบ Insulated Displacement Contact หน้าสัมผัสเคลือบด้วยทองหนา 50 microniches,บน Nickle Plate
- 2.4.1.3 มีจำนวนหัวต่อสายขนาดมาตรฐาน 12, 24 และ 48 Port โดยแต่ละ Port มีที่เตรียมสำหรับติด Label
- 2.4.1.4 ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน TIA/EIA568A/B Cat 5E, IEC11801
- 2.4.1.5 มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ความถี่ 100MHz ดังนี้ Attenuation Loss ไม่เกิน 0.20dB, Return Loss ไม่เกิน 23.0dB
- 2.4.1.6 มีเครื่องหมายการค้าติดบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

### 2.4.2 UTP Cat 6 Patch Panel

- 2.4.2.1 ตัวแผงทำด้วย Anodized Aluminium ติดตั้งใน Rack ขนาดมาตรฐาน 19"
- 2.4.2.2 สามารถรองรับความเร็วในการส่งสัญญาณในระดับ 1000Mbps(Gigabit) ตามมาตรฐาน Category 6
- 2.4.2.3 การเข้าสาย UTP ทำจากด้านหลัง โดยใช้เทคนิคการเข้าสายแบบ Insulated Displacement Contact หน้าสัมผัสเคลือบด้วยทองหนา 50 microniches,บน Phosphor Bronze
- 2.4.2.4 มีจำนวนหัวต่อสายขนาดมาตรฐาน 12, 24 และ 48 Port โดยแต่ละ Port มีที่เตรียมสำหรับติด Label
- 2.4.2.5 ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน TIA/EIA568B 2-1, IEC11801 Class E
- 2.4.2.6 มีคุณสมบัติทางเทคนิคที่ความถี่ 250MHz ดังนี้ Attenuation Loss ไม่เกิน 0.10dB, Return Loss ไม่เกิน 17.4dB
- 2.4.2.7 มีเครื่องหมายการค้าติดบนผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

## 2.5 Fiber Optic Patch Panel

### 2.5.1 Fiber Optic Rack Mount Draw out Type

- 2.5.1.1 เป็นอุปกรณ์พักสายชนิดติดตั้งบนตู้ Rack 19" ความจุ 12 Fiber Port
- 2.5.1.2 มีพื้นที่ขีดหรือเก็บสายอยู่ภายใน สามารถดึงถาดออกมาด้านหน้าเพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 2.5.1.3 สามารถติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อสาย ( Adapter Snap Plate ) เพื่อเปลี่ยนแปลงชนิดของหัวต่อสายได้ง่าย
- 2.5.1.4 มีการจัดเตรียมที่ติด Label ตามมาตรฐาน

## 2.6 Equipment Rack

- 2.6.1 Floor Mounted Rack 19" Cabinet
  - 2.6.1.1 ตัวตู้เป็นแบบ Modular Nock Down ผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 เหมาะสำหรับงานข่ายสายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม ขนาดมาตรฐาน 19"
  - 2.6.1.2 ผลิตจากเหล็ก Electro Galvanized ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม.
  - 2.6.1.3 ด้านบนเป็นแผ่นที่มีช่องสำหรับติดตั้งลมระบายอากาศ ขนาด 4" ไม่น้อยกว่า 4 ตัว ชนิด Heavy Duty
  - 2.6.1.4 ฝาหน้าเป็นเหล็กมีโครงสร้างแข็งแรง มีเป็นบานพับ เจาะช่องมีแผ่นอะครีลิกใส มองเห็นอุปกรณ์ภายใน มีกุญแจล็อกได้
  - 2.6.1.5 ฝาด้านข้างสามารถถอดออกได้ โดยการปลดล๊อคจากภายใน
  - 2.6.1.6 ฝาลังมีบานพับเปิดได้และมีช่องอากาศเข้าที่ด้านล่างของตู้
  - 2.6.1.7 ฐานตู้แบบ Fixed Type ต้องสามารถปรับระดับได้โดยอิสระทั้ง 4 ขา, ถ้าเป็นแบบลูกล้อต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 kg/ล้อ และสามารถล๊อคล้อไม่ให้เคลื่อนที่ได้
  - 2.6.1.8 ต้องมีรางไฟเต้ารับไฟฟ้าจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่องเสียบ ชนิด Universal w/Ground ขนาด 250VAC 15A มี Circuit Breaker ควบคุมในแต่ละรางเต้ารับ สายไฟมีขนาด 3x2.5 ตร.มม. ชนิด VCT
  - 2.6.1.9 มีความสูงเพียงพอต่อการใส่อุปกรณ์ทั้งหมด และต้องมีพื้นที่สำรองไม่น้อยกว่า 50%
- 2.6.2 Wall Mounted Rack
  - 2.6.2.1 ตัวตู้เป็นแบบ Modular Nock Down ผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA 310D-1992 เหมาะสำหรับงานข่ายสายคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม ขนาดมาตรฐาน 19"
  - 2.6.2.2 ผลิตจากเหล็ก Electro Galvanized ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม.
  - 2.6.2.3 ด้านบนเป็นแผ่นที่มีช่องสำหรับติดตั้งลมระบายอากาศ ขนาด 4" ไม่น้อยกว่า 2 ตัว ชนิด Heavy Duty
  - 2.6.2.4 ฝาหน้าเป็นเหล็กมีโครงสร้างแข็งแรง เจาะช่องมีแผ่นอะครีลิกใส มองเห็นอุปกรณ์ภายใน มีกุญแจล็อกได้ มีบานพับฝาหน้า 2 ชั้นเพื่อเปิดฝาหน้าชั้นแรก และเปิดเพื่อต่อสายด้านหลังอุปกรณ์
  - 2.6.2.5 เป็นชนิดยึดติดผนัง
  - 2.6.2.6 ต้องมีรางไฟเต้ารับไฟฟ้าจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่องเสียบ ชนิด Universal w/Ground ขนาด 250VAC 15A มี Circuit Breaker ควบคุมในแต่ละรางเต้ารับ สายไฟมีขนาด 3x2.5 ตร.มม. ชนิด VCT
  - 2.6.2.7 มีความสูงเพียงพอต่อการใส่อุปกรณ์ทั้งหมด และต้องมีพื้นที่สำรองไม่น้อยกว่า 50%

### 3. การติดตั้ง

- 3.1 การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานเหมือนกับระบบโทรศัพท์
- 3.2 สายสัญญาณทั้งหมดต้องเดินร้อยในท่อ IMC หรือราง Wire way ตามระบุในแบบ
- 3.3 อุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ให้เป็นไปตามกำหนดในหมวดอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

- 3.4 เดินสายในลักษณะ Star Network คือทุกเส้นให้เดินออกจากจุดที่ติดตั้ง Branch Server ไปยังจุด Outlet ที่ติดตั้งคอมพิวเตอร์
- 3.5 การติดตั้งระบบสาย Data เป็นไปตามมาตรฐาน Ethernet
- 3.6 สาย UTP Cat 5 ที่นำมาติดตั้ง **ห้าม** มีการตัดต่อสายระหว่างทาง
- 3.7 ในการลากสายเข้าท่อให้ลากอย่างระมัดระวัง มิให้สายถลอกหรือขาดใน

#### 4. การทดสอบและอุปกรณ์ประกอบ

- 4.1 หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทดสอบการทำงานของระบบในทุก ๆ ด้านโดยสมบูรณ์ ตามที่ผู้ควบคุมงานที่ได้รับการแต่งตั้งมีความเห็นชอบ
- 4.2 ผู้รับจ้างต้องจัดส่งเครื่องมือชนิดพิเศษสำหรับเข้าสายสัญญาณ ให้กับเจ้าของโครงการจำนวน 1 ชุด

## หมวดที่ 15

### ระบบเรียกพยาบาลแบบไอพี (IP NURSE CALL SYSTEM)

#### 1. ขอบเขตของงานระบบเรียกพยาบาล

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัดชุด อุปกรณ์ และติดตั้งระบบเรียกพยาบาล ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้ สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง โดยระบบเรียกพยาบาลที่เสนอต้องเป็นแบบ IP BASED รองรับ TCP/IP, UDP, FTP Protocols อุปกรณ์ทุกตัวในที่เชื่อมต่อในระบบจะมี Address เฉพาะตัวและกำหนด Address ได้โดยอัตโนมัติผ่าน Web Base และสามารถเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายผ่าน POE โดยระบบเสียงเป็นแบบ VOIP รองรับการสนทนา Full-Duplex ระบบที่เสนอต้องสามารถใช้งานแบบ Multimedia (ข้อมูล, เสียง, ภาพ, วิดีโอ) และสามารถเชื่อมต่อไปยังระบบอื่น ๆ ได้ เช่น IP Phone, Security, Hospital Information System (HIS) เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ต้องได้รับมาตรฐาน DIN-VDE 0834

ระบบเรียกพยาบาลที่เสนอประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- IP NURSE CALL MASTER STATION WITH HANDSET
- PATIENCE HANDSET WITHOUT INTERCOM
- IP COMMUNICATION TERMINAL
- TOILET PULL CORD AND CANCEL BUTTON
- ROOM SIGNAL LIGHT
- SYSTEM SWITCH
- NETWORK SWITCH, POWER SUPPLY AND ACCESSARY
- MANAGEMENT CENTER AND SYSTEM SOFTWARE (ใช้ของเดิมที่โรงพยาบาลมีอยู่)
- CONTROL PANEL SOFTWARE WITH EVENT DATABASE SOFTWARE
- CABLE

#### 2. ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

ระบบเรียกพยาบาลที่นำเสนอสามารถใช้งานได้เบื้องต้นดังนี้

- สามารถอัปเดต Patience Handset เป็นแบบ IP Telephony Handsets ตามมาตรฐาน H.323 และ SIP เพื่อใช้ Patience Handset เป็น IP Telephone ในตัว
- สามารถใช้ร่วมกับ RFID Card ได้เพื่อรองรับการใช้บัตรประจำตัวพยาบาล ในการทำ Nurse Presence ในอนาคต
- รองรับการใช้งาน Internet และ Video Streaming
- ระบบ IP Nurse Call System เป็นแบบ Centralized Configuration ผู้ผลิตสามารถเข้ามาทำการตรวจสอบ, แก้ไข, หรือ อัปเดต Firmware ได้ที่ Management Center ขณะเดียวกันการเพิ่มลดเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ระบบเรียกพยาบาลสามารถทำได้ที่ System Switch ของแต่ละ Ward ได้โดยตรง ทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา, อัปเดตและความปลอดภัยของระบบ
- เมื่อเกิดเหตุอันใดก็ตามที่ทำให้ Nurse Call Server, Server Switch, ward switch เสียหาย ระบบ Nurse Call ที่ติดตั้งจะต้องสามารถทำงานได้เป็นปกติแบบ Stand Alone ผ่าน System Switch

- สามารถรองรับ Remote Maintenance ทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและความปลอดภัยของระบบ
- 

## 2.1 IP Nurse Call Master Station

IP NURSE CALL MASTER STATION WITH HANDSET จะต้องเป็นแบบ IP BASED รองรับ POE บนสาย CAT6 เส้นเดียว ไม่มีการเดินสายไฟจ่ายกระแสให้ตัวอุปกรณ์ มีจอ TOUCH SCREEN เพื่อแสดงสถานะของการเรียก, หมายเลขห้อง และหมายเลขเตียงผู้ป่วยที่เรียกมาและมีสัญญาณเสียงเพื่อแจ้งให้พยาบาลรับทราบ ระบบที่เสนอจะต้องสามารถแสดงผลการเรียกจากผู้ป่วยได้ทั้งแบบธรรมดาและแบบฉุกเฉินได้

- รองรับ IP Telephone ได้
- สามารถทำการประกาศ ALL CALL และ ประกาศเฉพาะพยาบาลได้
- สามารถโอน Ward (Transfer Ward) และ รวม Ward (Interconnecting Ward) ได้ การโอนสายการเรียกพยาบาลไปฝากที่ Ward อื่นๆนั้นทำได้อิสระ และสามารถยกเลิกการโอนได้ที่ Master Station (Manual Transfer) การโอนไป Ward อื่นหรือรวม Ward พยาบาลหรือเจ้าหน้าที่ Ward นั้นต้องสามารถคุยสนทนากับผู้ป่วยได้
- ในกรณีที่ผู้ป่วยกดเรียกพยาบาลระบบพยาบาลสามารถกำหนดหรือตั้งเวลาได้ว่าถ้าเกินเวลาที่กำหนดไว้ การเรียกสายนั้นจะถูกโอนสายไปที่ Master Station ตัวอื่นที่ต้องการได้ เพื่อให้พยาบาล Ward อื่นรับเรื่องแทนได้
- สามารถถึงสถานะ Reminder ได้อย่างน้อย 3 สถานะ (3 สี) เพื่อเตือนพยาบาล, แพทย์, แม่บ้านหรือเจ้าหน้าที่อื่น ว่าจะต้องเข้าไปบริการผู้ป่วยในห้องนั้น โดยเมื่อกดปุ่มสัมผัส Reminder ไฟหน้าห้องจะติดกระพริบเพื่อแจ้งให้ทราบว่าผู้ป่วยรอการรับบริการอยู่
- ในกรณีที่ผู้ป่วยพิเศษ หรือ ผู้ป่วย VIP พยาบาลที่ Nurse Station สามารถเพิ่มระดับความสำคัญของผู้ป่วยห้องนั้นหรือเตียงนั้นได้ โดยมีปุ่ม Enhanced Patience Bed พยาบาลสามารถทำได้โดยกดบนตัว Master Station
- สามารถดูสถานะ Nurse Presence ได้บนหน้าจอ Touch Screen ว่ามีเจ้าหน้าที่เข้าดูแลผู้ป่วยแล้ว
- จะต้องมีปุ่ม Code Blue และ CPR เพื่อเรียกไปใน WARD หรือ ตำแหน่ง CPR Room ที่ต้องการได้
- เมื่อการทำงานของระบบเรียกพยาบาลขัดข้อง อุปกรณ์ชำรุด หรือหลุดออกจากระบบ ระบบจะต้องสามารถแจ้งเตือนไปหน้าจอ Touch Screen พร้อมสัญญาณเสียง (Faults)
- พยาบาลสามารถกดหน้าจอบน Master Station เพื่อดู หน้าจอได้ 4 สถานะ (Call, Reminder, Presence, Fault)

## 2.2 ห้องผู้ป่วย แบบ IP HANDFREE INTERCOM

ประกอบด้วย

2.3.1) PATIENCE HANDSET WITHOUT INTERCOM ติดตั้งที่หัวเตียงผู้ป่วยใช้สำหรับกดเรียกพยาบาล CALL CORD เป็นสายสีขาวมีปุ่มกดพร้อมไฟแสดงสถานะที่ปลายสายสำหรับกดเรียกพยาบาล สายกดเรียกมีความยาวไม่น้อยกว่า 2.8 เมตร

- รองรับปุ่มกด เปิด-ปิด ไฟได้

- Patience Handset ต้องมีคุณสมบัติที่เมื่อมีการกระตุกสายในทิศทางใดๆ ตัวปลั๊กสามารถหลุดออกจากตัว Socket ได้โดยอิสระและไม่ทำให้ Socket มีความเสียหายจากการกระชากหรือกระตุกสายนั้นๆ Socket
- มีปุ่มสำหรับการยกเลิกการกดเรียกพยาบาลในตัวพร้อม Diagnostic Port เพื่อต่อกับอุปกรณ์การแพทย์
- มีไฟเรืองแสงสีแดงอ่อนๆเพื่อการมองเห็นในที่มืด

2.3.2) IP COMMUNICATION TERMINAL ติดตั้งที่หัวเตียงผู้ป่วย คู่กับ HANDSET WITHOUT INTERCOM เป็น IP Based รองรับ VOIP และ POE ทำหน้าที่เป็น Intercom เพื่อให้แพทย์ พยาบาล ใช้กดเรียกและสนทนากับ Master Station

- เป็นตัวแสดงสถานะ เพื่อแสดงสถานะว่ามีพยาบาล, แพทย์ หรือ แม่บ้าน ประจำอยู่ในห้องโดยเมื่อกดปุ่มแล้ว ไฟหน้าห้องจะติดเป็นสีเขียว, สีฟ้า หรือ สีเหลือง
- ทำการประกาศ (Announcement) ได้ในตัว
- เมื่อพยาบาลกดปุ่ม Nurse Presence หลอดไฟหน้าห้องสีเขียวติด หากมีผู้ป่วยห้องอื่นกดเรียกพยาบาลหน้าจอบน IP Communication Terminal จะแสดงหมายเลขห้อง และหมายเลขเตียงผู้ป่วยที่กดเรียกและมีสัญญาณเสียงแจ้งเตือนให้พยาบาลรับทราบ พยาบาลสามารถสนทนากับผู้ป่วยได้ทันทีและสามารถทิ้งสถานะ Reminder ได้ที่อุปกรณ์ โดยไม่ต้องกลับไป Master Station
- สามารถตั้งเวลาแจ้งเตือนบนหน้าจออุปกรณ์ได้ เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้ง ระบบจะส่งเสียงเตือนไปที่ Master Station ให้พยาบาลรับทราบและเข้ามาบริการผู้ป่วยอีกครั้ง

### 2.3 ห้องตรวจ, ห้องพักพยาบาล, ห้องพักแพทย์ (ที่ต้องการ Intercom), ห้องทันตกรรม, ห้องผ่าตัด

ประกอบด้วย IP COMMUNICATION TERMINAL สำหรับติดในห้อง เป็น IP Based รองรับ VOIP และ POE ทำหน้าที่เป็น Intercom เพื่อให้แพทย์ พยาบาล ใช้กดเรียกและสนทนากับ Master Station

- ใช้เป็นตัวแสดงสถานะ เพื่อแสดงสถานะว่ามีพยาบาล, แพทย์ หรือ ผู้ป่วย ประจำอยู่ในห้องโดยเมื่อกดปุ่มแล้ว ไฟหน้าห้องจะติดเป็นสีเขียว, สีฟ้า หรือ สีเหลือง
- เมื่อพยาบาลกดปุ่ม Nurse Presence หลอดไฟหน้าห้องสีเขียวติด หากมีผู้ป่วยห้องอื่นกดเรียกพยาบาลหน้าจอบน IP Communication Terminal จะแสดงหมายเลขห้อง และหมายเลขเตียงผู้ป่วยที่กดเรียกและมีสัญญาณเสียงแจ้งเตือนให้พยาบาลรับทราบ พยาบาลสามารถสนทนากับผู้ป่วยได้ทันทีและสามารถทิ้งสถานะ Reminder ได้ที่อุปกรณ์ โดยไม่ต้องกลับไป Master Station
- ในห้องตรวจที่มี Intercom แพทย์สามารถสื่อสารกับพยาบาลที่ Master Station ได้โดยการกดปุ่มเรียกพยาบาลที่ IP Communication Terminal การสนทนาเป็นแบบ Hand free ห้องที่มีแพทย์ออกตรวจอยู่สามารถแสดงสถานะได้โดยการกดปุ่ม Doctor Presence บนตัว Communication Terminal ไฟหน้าห้องจะติดเป็นสีฟ้าเพื่อแสดงว่าห้องตรวจนั้นมีแพทย์อยู่ในห้อง นอกจากนั้นสามารถแสดงสถานะว่ามีผู้ป่วยเข้ารับการตรวจอยู่ได้ โดยกดปุ่ม Patience Presence ไฟหน้าห้องจะติดเป็นสีเหลืองเพื่อแสดงว่าห้องตรวจนั้นมีผู้ป่วยอยู่ในห้อง
- ในห้องผ่าตัด IP Communication Terminal ต้องสามารถต่อร่วมกับ Foot Switch ได้ เพื่อให้แพทย์กดเรียกพยาบาลผ่าน Foot Switch และสนทนาผ่าน IP Communication Terminal

2.7 TOILET PULL CORD AND CANCEL BUTTON ติดตั้งอยู่ในห้องน้ำสำหรับให้ผู้ป่วยดึงเรียกพยาบาลเพื่อขอความช่วยเหลือแบบฉุกเฉิน ตัวอุปกรณ์มีไฟเรืองแสงสีแดงอ่อนๆเพื่อการมองเห็นในที่มืด มีปุ่มกด CANCEL BUTTON ติดตั้งใกล้ประตูห้องน้ำ ใช้เพื่อยกเลิกการกดเรียกในห้องน้ำ หรือ ยกเลิกจาก Room Terminal ที่ติดตั้งหน้าห้องน้ำ

2.8 ROOM SIGNAL LIGHT เป็นหลอดไฟ 5 สี ติดบริเวณเหนือประตูหน้าห้องผู้ป่วย, ห้องตรวจ และ ตำแหน่งอื่นๆที่ระบุในแบบ เพื่อใช้แสดงสถานะการเรียกแบบธรรมดา และแบบฉุกเฉิน หรือเพื่อแสดงสถานะการรับทราบการเรียก (DOCTOR PRESENCE, NURSE PRESENCE, STAFF PRESENCE)

2.9 SYSTEM SWITCH ติดตั้งในแต่ละ Ward เป็นตัวเชื่อมต่ออุปกรณ์ Nurse call กับ Nurse Call Server

- มี Port Gigabit uplink เพื่อรองรับ Multimedia และ TV Streaming
- รองรับ IGMP snooping

2.10 NETWORK SWITCH, POWER SUPPLY AND ACCESSARY เป็นอุปกรณ์ต่อเชื่อมเพื่อให้ระบบเรียกพยาบาลสามารถรองรับการเชื่อมต่อแบบ TCP/IP ได้

- Server Switch ที่ใช้ต่อกับ Nurse Call Server (Management Center) และ Ward Switch ต้องเป็น Layer-3-switch รองรับ gigabit ports
- Ward Switch ที่ใช้เชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ Nurse Call ต้องเป็น Layer-3-switch รองรับ 2 gigabit uplink ports และ Fast Ethernet downlink ports

2.11 MANAGEMENT CENTER AND SYSTEM SOFTWARE (Nurse call Server) (ใช้ของเดิมที่โรงพยาบาลมีอยู่) ติดตั้งที่ห้องควบคุมเป็นตัวที่ใช้ควบคุมระบบเรียกพยาบาลทั้งหมด การโปรแกรมหรืออัปเดต Firmware หรือการเพิ่มลดเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ระบบเรียกพยาบาล สามารถทำได้ที่ Management Center หรือที่ switch โดยตรง เมื่อ Management center หรือ Nurse call server เสียหาย ระบบ Nurse call ต้องสามารถใช้งานได้ปกติ

2.12 CONTROL PANEL SOFTWARE WITH EVENT DATABASE SOFTWARE เป็น Windows-based Application รองรับ Graphic Display

- สามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสื่อสารกับทุกๆ Nurse Call Master Station ได้
- วาง Floor Plan ในแต่ละชั้น แต่ละ Ward ได้ ทำให้เห็นการกดเรียกพยาบาลในทุกๆ Ward
- สามารถดูรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งในระบบเรียกพยาบาลทั้งหมดได้บนจอคอมพิวเตอร์
- สามารถดูบันทึกวันเวลา ข้อมูลของการสื่อสาร การกดเรียก การตอบรับ ของการกดเรียกของผู้ป่วยได้

2.13 CABLE สายที่ใช้ในระบบสัญญาณเรียกพยาบาล เป็นสาย UTP CAT 6 และ สาย 6 pole flat cable เดินในท่อ CONDUIT ชนิดและขนาดตามที่ระบุในแบบ

### 3. การทำงานของระบบเรียกพยาบาล

3.1 เมื่อผู้ป่วยกด Patience Handset เพื่อขอความช่วยเหลือ จะมีสัญญาณไฟและเสียงที่ Master Station พร้อมกับไฟสีแดงทั้งที่ PATIENCE HANDSET และที่ไฟทางเดินหน้าประตูห้องพักผู้ป่วย (ROOM SIGNAL LIGHT) ผู้ป่วยสามารถสนทนากับพยาบาลได้ผ่านตัว Patience handset with INTERCOM

- 3.2 เมื่อพยาบาลที่ Nurse Call Master Station กดปุ่มตอบรับจะสามารถพูดโต้ตอบกับผู้ป่วยได้ และพยาบาลที่ Ward สามารถกดปุ่ม Reminder เพื่อแสดงสถานะการเตือนในห้องที่ทำการกดเรียกมาได้ โดยหลอดไฟหน้าห้องจะติดกะพริบ เพื่อให้พยาบาลที่ออกตรวจสามารถรู้ว่าผู้ป่วยห้องใดกำลังรอการช่วยเหลืออยู่
- 3.3 ในระหว่างที่พยาบาลออกตรวจถ้ามีผู้ป่วยอื่นกดเรียกในขณะที่กำลังปฏิบัติหน้าที่ เมื่อพยาบาลเห็นไฟสีแดงที่ทางเดินหน้าประตูห้องผู้ป่วยหรือเห็นไฟกะพริบสีเขียว พยาบาลสามารถเข้าไปบริการผู้ป่วย และกดปุ่ม Nurse Presence โดย ROOM SIGNAL LIGHT จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวค้างเพื่อแจ้งให้ทราบว่าได้มีพยาบาล เข้ามาบริการผู้ป่วยแล้ว หรือ ROOM SIGNAL LIGHT จะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าค้างเมื่อมีการกด Doctor Presence เพื่อแจ้งให้ทราบว่า得有แพทย์ เข้ามาบริการผู้ป่วยอยู่ เมื่อ แพทย์,พยาบาล บริการหรือตรวจผู้ป่วยเรียบร้อยแล้ว แพทย์,พยาบาลหรือแม่บ้าน สามารถกดปุ่มยกเลิกสัญญาณไฟ Nurse Presence / Doctor Presence / Staff Presence ได้
- 3.4 ในกรณีที่พยาบาลอยู่ในห้องที่ติดตั้ง IP COMMUNICATION TERMINAL (หลอดไฟสีเขียวหน้าห้องติดค้าง) ถ้าเกิดเหตุฉุกเฉิน พยาบาลสามารถขอความช่วยเหลือเพิ่มเติมได้อย่างน้อย 3 ระดับดังนี้
  - 3.4.1) พยาบาลสามารถกดปุ่มเรียกพยาบาลซ้ำ เพื่อขอความช่วยเหลือแบบฉุกเฉินได้ (Emergency Call)
  - 3.4.2) ในกรณีต้องการความช่วยเหลือจากแพทย์ พยาบาลสามารถกดปุ่ม Code Blue หรือ ปุ่ม Doctor Call บน IP COMMUNICATION TERMINAL ได้ สัญญาณจะไปดังที่ Master Station ในแผนกที่ต้องการ
  - 3.4.3) ในกรณีฉุกเฉินมาก พยาบาลสามารถกดปุ่ม เหลือง และ ปุ่ม Code Blue บน IP COMMUNICATION TERMINAL เพื่อส่งสัญญาณ Heart Alarm ขอความช่วยเหลือไปที่แผนก CPR ได้ การยกเลิกสัญญาณ CPR ต้องมายกเลิกที่ห้องที่กดเรียกเท่านั้น ไม่สามารถยกเลิกได้ที่ Master Station
- 3.5 ที่ตัว Master Station พยาบาลสามารถดูสถานะของการเรียกพยาบาลของผู้ป่วยได้ โดยระบบสามารถจัดลำดับความสำคัญของการเรียกได้ โดยการเรียกที่สำคัญสุดจะอยู่แถวบนสุด เรียงลำดับความสำคัญลงมาเรื่อยๆ นอกจากนั้นแล้วพยาบาลยังสามารถดูสถานะ การเตือนของห้องที่ยังไม่มีพยาบาลเข้าไปบริการ (Reminder) และสามารถดูสถานะ การเข้าไปให้บริการ (Presence) ในขณะนั้นของพยาบาลหรือแพทย์หรือแม่บ้าน ได้บนหน้าจอของ Master Station
- 3.6 พยาบาลที่ Nurse Station สามารถทำการประกาศแบบ ALL CALL หรือ SELECTIVE CALL ได้ (ประกาศเรียกเฉพาะ Nurse Station, ประกาศ เรียกเฉพาะ ห้องตรวจที่มีหมออยู่, ประกาศเรียกทั้งในส่วนพยาบาลและหมอ)
- 3.7 สำหรับปุ่มหรือสายกดเรียกพยาบาลในห้องน้ำกำหนดให้ผู้ป่วยสามารถใช้ดึงเพื่อขอความช่วยเหลือแบบฉุกเฉิน (Emergency Call) พร้อมกับมีไฟสีแดงและสีขาวยึดที่ไฟทางเดินหน้าประตูห้องพักผู้ป่วย (ROOM SIGNAL LIGHT) อย่างไรก็ตามการเรียกพยาบาลจากห้องน้ำ พยาบาลจะต้องเข้ามาบริการผู้ป่วยและทำการยกเลิกการกดเรียกในห้องผู้ป่วยเท่านั้น
- 3.8 เมื่อพยาบาลที่บริการผู้ป่วยในห้องที่ติดตั้ง IP COMMUNICATION TERMINAL พยาบาลสามารถตั้งเวลานับถอยหลังบน IP Communication Terminal ได้ และเมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ ระบบจะมีสัญญาณเสียงเรียกกลับไป Master Station เพื่อเตือนให้พยาบาลเข้ามาบริการผู้ป่วยอีกครั้ง
- 3.9 ในกรณีผู้ป่วยพิเศษ หรือ ผู้ป่วย VIP พยาบาลที่ Nurse Station สามารถเพิ่มระดับความสำคัญของผู้ป่วยห้องนั้นหรือเตียงนั้นได้ โดยมีปุ่ม Enhanced Patience Bed พยาบาลสามารถทำได้โดยกดบนตัว Master Station

ระบบสัญญาณเรียกพยาบาล

SCHRACK SECONET, AIPHONE, BITCARE

**หมวดที่ 16****คุณสมบัติทางเทคนิคระบบโสตทัศนอุปกรณ์**

อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยเทียบเท่า หรือดีกว่า

(หากเสนอในลักษณะเทียบเท่าหรือดีกว่า ต้องแสดงเอกสารทางวิชาการที่น่าเชื่อถือเพื่อประกอบการพิจารณา)

**ระบบเสียง****1 ไมโครโฟนชุดประชุมดิจิทัล สำหรับประธาน****คุณสมบัติทางเทคนิค**

- เป็นไมโครโฟนชุดประชุมแบบดิจิทัล สำหรับประธาน
- ปุ่มควบคุม: มีปุ่มกดสามารถปิดไมโครโฟนของชุดประชุมผู้เข้าร่วมประชุมได้, มีไฟ LED แสดงสถานะของไมโครโฟน
- ลำโพงในตัว: ลำโพงคุณภาพสูงที่ให้เสียงคมชัด
- การเชื่อมต่อหูฟัง: มีช่องต่อหูฟังพร้อมการควบคุมระดับเสียง
- การเชื่อมต่อสาย: การเชื่อมต่อสายที่ซ่อนอยู่เพื่อความเรียบร้อย
- การจ่ายพลังงาน: 48V DC ผ่านสาย Cat 5
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล: 16 บิต
- การตอบสนองความถี่: 25 Hz–15,000 Hz ( $\pm 3$  dB)
- คุณสมบัติของก้านไมโครโฟน :
- ประเภท: คอนเดนเซอร์แบบไฮเปอร์คาร์ดิโออิด (Hypercardioid)
- ความยาว: 50 เซนติเมตร
- การตอบสนองความถี่: 30–20,000 Hz
- ความไวของสัญญาณเปิดวงจร: -40 dB (10.0 mV) เมื่อเทียบกับ 1V ที่ 1 Pa
- ความต้านทาน: 130 โอห์ม
- ระดับเสียงสูงสุดที่รับได้: 140 dB SPL ที่ 1 kHz เมื่อความผิดเพี้ยน 1%
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR): 66 dB
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่น่าเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ AUDIO TECHNICA , BOSCH , TELEVIC

**2 ไมโครโฟนชุดประชุมดิจิทัล สำหรับผู้ร่วมประชุม****คุณสมบัติทางเทคนิค**

- เป็นไมโครโฟนชุดประชุมแบบดิจิทัล สำหรับผู้ร่วมประชุม
- มีปุ่มกดสำหรับปิด-เปิดไมโครโฟน, มีไฟ LED แสดงสถานะของไมโครโฟน
- ลำโพงในตัว: ลำโพงคุณภาพสูงที่ให้เสียงคมชัด
- การเชื่อมต่อหูฟัง: มีช่องต่อหูฟังพร้อมการควบคุมระดับเสียง
- การเชื่อมต่อสาย: การเชื่อมต่อสายที่ซ่อนอยู่เพื่อความเรียบร้อย
- การจ่ายพลังงาน: 48V DC ผ่านสาย Cat 5
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล: 16 บิต
- การตอบสนองความถี่: 25 Hz–15,000 Hz ( $\pm 3$  dB)
- คุณสมบัติของก้านไมโครโฟน :

- ประเภท: คอนเดนเซอร์แบบไฮเปอร์คาร์ดิโออิด (Hypercardioid)
- ความยาว: 50 เซนติเมตร
- การตอบสนองความถี่: 30–20,000 Hz
- ความไวของสัญญาณเปิดวงจร: -40 dB (10.0 mV) เมื่อเทียบกับ 1V ที่ 1 Pa
- ความต้านทาน: 130 โอห์ม
- ระดับเสียงสูงสุดที่รับได้: 140 dB SPL ที่ 1 kHz เมื่อความผิดเพี้ยน 1%
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR): 66 dB
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่น่าเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ AUDIO TECHNICA , BOSCH , TELEVIC

### 3 เครื่องควบคุมและจ่ายไฟชุดไมโครโฟนประชุมดิจิทัล

#### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นเครื่องควบคุมและจ่ายไฟสำหรับระบบไมโครโฟนประชุมดิจิทัล
- การประมวลผลสัญญาณเสียง: ดิจิตอล 16 บิต
- การควบคุมระดับเสียง: 0 dB ถึง -72 dB พร้อมปุ่ม "OFF"
- การเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุต:
  - AUX 1 IN: XLR แบบบาลานซ์
  - AUX 2 IN: RCA แบบอับบาลานซ์
  - AUX 1 OUT: RCA แบบอับบาลานซ์
  - AUX 2 OUT: RCA แบบอับบาลานซ์
  - LAN: RJ45
- สามารถเชื่อมต่อกับไมโครโฟนประชุมได้ไม่น้อยกว่า 50 ตัว
- คุณสมบัติพิเศษ:
  - มีโหมดสแตนด์บายเพื่อประหยัดพลังงาน
  - การควบคุมผ่านปุ่มสัมผัสและเมนู LCD
  - เว็บเซิร์ฟเวอร์ในตัวสำหรับการเข้าถึงผ่าน LAN และเว็บเบราว์เซอร์มาตรฐาน
  - รองรับการบันทึกเสียงผ่าน USB (ไม่รวม USB drive)
  - รองรับการควบคุมกล้อง
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่น่าเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ AUDIO TECHNICA , BOSCH , TELEVIC

### 4 เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล

#### คุณสมบัติทางเทคนิค

#### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นเครื่อง Automatic Mixers ที่มีช่องต่อไมโครโฟน แบบ Balanced 4 ช่อง, มีช่องต่อไมค์/ไลน์ แบบ Balanced 2 ช่อง, มีช่องต่อสเตอริโอ แบบ Unbalanced 1 ช่อง

- ช่องต่อเอาต์พุตมีช่องต่อแบบสเตอริโอ 1 ช่อง และช่องต่อแบบโมนอ 1 ช่อง
- มีช่องต่อ USB audio interface แบบ 2 ช่องสัญญาณ สำหรับการประชุม Soft Codec
- มีระบบ Acoustic Echo Canceler (AEC) ในตัว
- มี Audio routing matrix แบบ 8 x 3
- Input Impedance: ไมค์ 1,600 โอห์ม, โลว์ 10,000 โอห์ม, ST (L/R) 10,000 โอห์ม
- Output Impedance: Balanced 150 โอห์ม, Unbalanced 150 โอห์ม
- Frequency Response: 20 Hz ถึง 20 kHz
- Total Harmonic Distortion: 0.03% หรือน้อยกว่า, 1 kHz unity
- มีภาคจ่ายไฟ Microphone Phantom Power: +48V DC
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่น่าเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ AUDIO TECHNICA , BIAMP , QSC

## 5 เครื่องขยายเสียงลำโพงเพดาน

### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นเครื่องขยายเสียงแบบ 100 โวลท์ และ 70 โวลท์
- กำลังขยายเสียงปกติไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ Class D
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 100 dBA
- Frequency Response: 20 Hz ถึง 20 kHz
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ QSC , LABGROUPEEN, EV

## 6 ลำโพงติดเพดานขนาด 4.5"

### คุณสมบัติทางเทคนิค

- ช่วงความถี่ที่ตอบสนอง: 70 Hz ถึง 16 kHz
- กำลังไฟฟ้า (RMS): 16 วัตต์ / 11.3 โวลต์ (RMS)
- ความไว (Sensitivity): 89 dB SPL
- มุมกระจายเสียง (-6 dB): 140° (ที่ความถี่ 500 Hz ถึง 5 kHz)
- ความดังสูงสุด:
  - ต่อเนื่อง: 101 dB SPL
  - สูงสุด: 107 dB SPL
- อิมพีแดนซ์: 8 โอห์ม
- การเชื่อมต่อทรานส์ฟอร์มเมอร์:
  - สำหรับระบบ 70V: 16, 8, 4, 2, 1 วัตต์ และโหมดบายพาส 8 โอห์ม
  - สำหรับระบบ 100V: 16, 8, 4, 2 วัตต์ และโหมดบายพาส 8 โอห์ม
- ดอกลำโพง: กรวยโพลีโพรพิลีนขนาด 4 นิ้ว
- วัสดุตะแกรงหน้า: เหล็กเคลือบสี
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่น่าเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ

- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ QSC , TANNNOY, BOSE

### ระบบภาพ

#### 7 จอ 4K Smart TV ขนาด 85 นิ้ว

##### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นจอโมนิเตอร์ ขนาด 85 นิ้ว
- มีช่องรับสัญญาณภาพ HDMI อย่างน้อย 2 ช่อง
- รองรับ Aspect Ratio เป็นชนิด 16 : 9 หรือ 16 : 10
- ความละเอียดจอแสดงผล 3840 x 2160 หรือสูงกว่า
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ SAMSUNG , LG, Hisense

#### 8 กล้อง Conference

##### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นกล้อง PTZ (Pan-Tilt-Zoom) ความละเอียด Full HD
- มีเซ็นเซอร์: 1/2.8" แบบ CMOS รองรับความละเอียด 1920x1080p 60fps
- ช่องต่อสัญญาณวิดีโอ: 3G-SDI, HDMI, LAN, USB 3.0
- ออปติคอลลูม: 20x
- ความสว่างขั้นต่ำ: 0.5 ลักซ์
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนวิดีโอ (S/N Ratio):  $\geq 50$ dB
- รูปแบบสัญญาณวิดีโอ LAN Interface H.265, H.264
- รองรับ โพรโตคอล VISCA/Pelco-D/Pelco-P
- มุมกล้อง Pan : +170° ถึง -170°, มุมกล้อง Tilt : +90° ถึง -30°
- ตั้ง Preset ได้ไม่น้อยกว่า 255 Presets
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ QSC , LUMENS, MINRRAY

#### 9 แผงรับ-ส่งสัญญาณภาพ HDMI แบบ HDBase-T

##### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นแผงรับ-ส่งสัญญาณภาพ HDMI แบบ HDBase-T
- รองรับ HDMI 2.0b, HDCP 2.2 และ DisplayPort 1.2a
- รองรับแบนด์วิดท์วิดีโอสูงสุด HDMI: 18Gbps / USB-C: 5.4Gbps
- รองรับความละเอียดสูงสุด 4K@60Hz (4:4:4) และรองรับ HDR, 3D, Dolby Vision
- ขยายสัญญาณผ่าน HDBaseT ได้ไกล 70m (1080P) หรือ 40m (4K) ด้วยสาย CAT6/6a/7
- รองรับอินพุต HDMI และ USB-C พร้อมพอร์ตชาร์จ USB-C

- รองรับระบบเสียง Dolby Digital, DTS, DTS-HD Master Audio และ DSD
- รองรับการควบคุมผ่าน RS-232 และมีฟังก์ชัน POE (จ่ายไฟจาก Receiver ไปยัง Transmitter)
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ ATLONA , EXTRON, VAVE

#### 10 ชุดรับ-ส่งสัญญาณ USB แบบ HDBase-T

##### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นชุดรับ-ส่งสัญญาณภาพ USB แบบ HDBase-T
- ช่วยขยายสัญญาณ USB 3.0 ได้ไกลสูงสุด 100 เมตรผ่านสาย CAT6a
- รองรับความเร็วสูงสุด 5Gbps และใช้งานร่วมกับ USB 2.0 / 1.1 ได้
- พอร์ต USB-A จำนวน 4 ช่อง (จ่ายไฟ 5V/1.5A และ 5V/1A)
- รองรับ RS-232 pass-through และ FSYNC GPIO
- รองรับ Bi-directional 24V POC สำหรับส่งพลังงานทั้งสองทิศทาง
- ติดตั้งง่าย แบบ Plug and Play ไม่ต้องใช้ไดรเวอร์
- ระบบป้องกันไฟฟ้าสถิต (ESD) ตามมาตรฐาน IEC 61000-4-2
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ ATLONA , EXTRON, VAVE

#### 11 ชุดรับ-ส่งสัญญาณภาพ HDMI แบบ HDBase-T

##### คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นชุดรับ-ส่งสัญญาณภาพ HDMI แบบ HDBase-T
- รองรับ HDCP 2.2, HDCP 1.4 และ DVI 1.0
- รองรับแบนด์วิดท์วิดีโอ 18Gbps
- ระยะเวลาส่งสัญญาณสูงสุดผ่านสาย Cat5e/6:
  - 120 เมตร สำหรับสัญญาณ 4K2K
  - 150 เมตร สำหรับสัญญาณ 1080P
- รองรับ HDMI loop output บนอุปกรณ์ส่ง
- รองรับการแยกเสียงออกเป็นสเตอริโอแอลกอฮอล์ที่รับ
- รองรับ IR แบบสองทาง, RS-232 และ CEC pass-through
- รองรับ HDR, HDR10+, Dolby Vision และ HLG
- ผู้เสนอราคาผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอตามข้อกำหนดจะต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Product Line ) พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี ณ วันยื่นเอกสารตามประกาศ ต้องเป็นเครื่องใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน โดยมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยแนบมาพร้อมในวันยื่นเอกสารตามประกาศ
- ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ ATLONA , EXTRON, VAVE

#### 12 เครื่อง HDMI Capture

## คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นเครื่อง HDMI Capture Card
- รองรับวิดีโอ 4K HDR : อินพุตและเอาต์พุตผ่าน HDMI 2.0
- บันทึกวิดีโอสูงสุด 4K 30FPS : รองรับการบันทึก 2160p30, 1440p60, 1080p120 และ 1080p60 HDR
- รองรับเฟรมเรตสูง 120FPS : สำหรับ Full HD
- รองรับเสียง : อินพุตผ่าน HDMI และไมโครโฟน, เอาต์พุตผ่าน HDMI และ Line-out
- การติดตั้งแบบ Plug & Play : ไม่ต้องใช้ไดรเวอร์ รองรับ UVC
- รองรับหลายฟอร์แมต : YUY2, NV12, P010 และ RGB32
- EDID Transparent Transmission : อ่านและคัดลอก EDID อัตโนมัติ
- รองรับซอฟต์แวร์ใช้งานกับ Microsoft Teams, Zoom, VLC, OBS Studio
- ผลิตภัณ์ที่ยอมรับ ATLONA , INOGENI, MINRRAY

## 13 ตู้เก็บอุปกรณ์ 15U

## คุณสมบัติทางเทคนิค

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐาน ขนาด 15U
  - มีรางเก็บสายไฟและเต้าเสียบเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
  - ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
  - มีระบบพัดลมระบายความร้อน
  - ผลิตภัณ์ที่ยอมรับ เป็นผลิตภัณ์ในประเทศไทย
-

## หมวดที่ 17

## รายการวัสดุอุปกรณ์ , อะไหล่และเครื่องมือ

## 1. รายการอุปกรณ์ที่อนุมัติ

รายการวัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติให้ใช้ตามหัวข้อข้างล่างนี้ เป็นเพียงแนวทางประกอบการคัดเลือกวัสดุและอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวัสดุ และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่ระบุในรายการ โดยจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของระบบไฟฟ้า ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียดทางเทคนิค แคตตาล็อก พร้อมทั้งระบุรุ่นและขนาดของอุปกรณ์นั้นให้ชัดเจนระหว่างการเสนอราคา และจะต้องเสนอขออนุมัติต่อผู้ออกแบบหรือคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อ

## 1. ดิสทริบิวชันบอร์ด (Distribution Board)

- ASEFA
- TIC
- ESI
- SPE
- SANGCHAI

## 2. สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker)

- SCHNEIDER
- SIEMENS
- ABB
- CHINT

## 3. โหลดเซ็นเตอร์ (Load Center)

- ASEFA
- SCHNEIDER
- ABB
- CHINT

## 4. คาปาซิเตอร์ และชุดควบคุม

- ABB
- SIEMENS
- ELECTRONICON

## 5. อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

- ABB
- SCHNEIDER

- SIEMENS
- CHINT

#### 6. หม้อแปลงไฟฟ้า

- เอกวิษฐ์
- QTC
- เจริญชัย

#### 7. สายไฟฟ้า (Conductors)

- THAI YAZAKI
- BANGKOK CABLE
- PHELP DODGE

#### 8. ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit)

- PANASONIC
- CLIPSAL
- ARROW
- UI

#### 9. สวิตช์ และเต้ารับไฟฟ้า/สื่อสาร

- BTICINO
- PANASONIC
- SCHNEIDER
- HACO

#### 10. โคมไฟฟ้าสำหรับ Fluorescent และ Downlight

- MODULAR
- PHILIPS
- L & E

#### 11. หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบ

หลอดไฟ

- PHILIPS
- SYLVANIA
- OSRAM

**12. อุปกรณ์โทรศัพท์และคอมพิวเตอร์**

สายสัญญาณ

- BELDEN
- PHELP DODGE
- COMMSCOPE
- FURUKAWA

แผงต่อสาย

- KRONE
- LINK
- TYCO

**13. โคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินและป้ายทางหนีไฟ**

- MAX BRIGHT
- SUNNY
- DYNO

**14. อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก**

- ERICO
- STABIL
- ABB
- KUMWELL

**15. สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ**

- PRYSMIAN
- STUDER
- PHELP DODGE

**16. เครื่องวัดทางไฟฟ้า**

- JANITZA
- RTR
- CIRCUTOR
- E-POWER

**17. ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้**

- EDWARDS
- GE SECURITY
- WIZMART

**18.ระบบเสียงประกาศ และเสียงห้องประชุม**

- TOA
- BOSCH
- CMX
- DSPPA

**19.ระบบอินเวอร์เตอร์โซลาร์เซลล์ (Solar roof System)**

- L&E
- EVE
- HUAWEI

**20 . FIRE BARRIER**

- 3M
- GE
- MATACAULK

**21. ระบบเรียกพยาบาลแบบไอพี (IP NURSE CALL SYSTEM)**

- AIPHONE
- SCHRACK SECONET
- BITCARE

**22. ระบบระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด**

- Pelco
- Milesight
- 

รายการผลิตภัณฑ์มาตรฐานตามรายการข้างต้นทั้งหมด ให้ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ หากผู้รับจ้างต้องการเสนอผลิตภัณฑ์เทียบเท่ากับรายการอุปกรณ์ดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเสนอเหตุผลในการเปลี่ยนแปลงและส่งรายละเอียดอุปกรณ์เทียบเท่าทั้งหมดที่ต้องการ โดยเสนอมาพร้อมกับการเสนอราคา