



โครงการจ้างออกแบบ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑
พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

รายการประกอบแบบวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

กันยายน ๒๕๖๑





สารบัญ

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.ศุภยรังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

สารบัญ

		หน้า
หมวดที่ 1	รายละเอียดทั่วไป	1/14
หมวดที่ 2	หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันในระบบจำหน่าย	1/4
หมวดที่ 3	แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ	1/12
หมวดที่ 4	อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ	1/10
หมวดที่ 5	รางเดินสายไฟฟ้า	1/4
หมวดที่ 6	สายไฟฟ้าชนิดทนไฟและความร้อน	1/2
หมวดที่ 7	ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	1/6
หมวดที่ 8	การอุดช่องเพิ่มป้องกันไฟลาม	1/1
หมวดที่ 9	ดวงโคมและอุปกรณ์	1/4
หมวดที่ 10	เครื่องไฟฉุกเฉินอัตโนมัติ	1/2
หมวดที่ 11	ป้ายไฟทางออกฉุกเฉินอัตโนมัติ	1/2
หมวดที่ 12	สวิตช์และปลั๊ก	1/1
หมวดที่ 13	อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก	1/4
หมวดที่ 14	ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า	1/2
หมวดที่ 15	ระบบโทรศัพท์	1/6
หมวดที่ 16	ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์	1/18
หมวดที่ 17	ระบบเสียงประกาศ PA	1/7
หมวดที่ 18	ระบบเสารอากาศทีวีรวม DIGITAL_MATV_SYSTEM	1/10
หมวดที่ 19	ระบบกล้องวงจรปิดIP CCTV	1/9
หมวดที่ 20	ระบบภาพและเสียง	1/16
หมวดที่ 21	ระบบนาฬิกา	1/3
หมวดที่ 22	ระบบ DATA IT NETWORK	1/10
หมวดที่ 23	ระบบควบคุมการเข้า - ออก	1/6
หมวดที่ 24	ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR SET)	1/4
หมวดที่ 25	รายการวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ระบุให้ใช้ในโครงการและบริษัทผู้ผลิตจำหน่าย	1/3



หมวดที่ 1 ข้อกำหนดงานวิศวกรรมงานไฟฟ้าและสื่อสาร

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 จุดประสงค์ของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอ จัดหา ติดตั้ง ทดสอบและรับประกันผลงาน ระบบไฟฟ้าและสื่อสารที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดต่อไปนี. ข้อกำหนดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและตามที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อให้ทุกระบบทำงานได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ ในเรื่องขนาดและชนิดของสายไฟฟ้าต้องได้มาตรฐานสายไฟฟ้าใหม่ มอก.11-2553 และอ้างอิงมาตรฐาน IEC 60227 ด้วย

1.2 ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้า

1.2.1 ขอบเขตของงานระบบไฟฟ้าที่ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ อย่างน้อยมีดังต่อไปนี้

- งานระบบไฟฟ้ากำลัง
- งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- งานระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- งานระบบไฟฟ้าต่อลงดิน
- งานจัดหาและติดตั้งแผงจ่ายไฟฟ้ากำลัง
- งานระบบป้องกันฟ้าผ่า
- งานระบบโทรศัพท์
- งานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- งานระบบเสียงประกาศ
- งานระบบโทรศัพท์วงจรรวม
- งานระบบโทรศัพท์วงจรปิด
- งานระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์
- งานระบบควบคุมการเข้า-ออก
- งานระบบเสียงและภาพ

1.2.2 ถ้าจำเป็นต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์นอกเหนือจากแสดงไว้ในแบบและรายการประกอบแบบแล้วผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และจัดหาและติดตั้งให้ครบถ้วน เพื่อให้ระบบไฟฟ้าและสื่อสารของโครงการทำงานได้ตามจุดประสงค์ โดยคำนึงถึงมาตรฐานสากล, ความปลอดภัย ความประหยัด ความเชื่อถือได้และความง่ายต่อการบำรุงรักษา



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

1.3 ข้อกำหนดทั่วไป

1.3.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้งและทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ ระบบไฟฟ้า และอื่น ๆ ซึ่งติดตั้ง
ดังแสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของผู้
ว่าจ้าง

1.3.2 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุ อุปกรณ์การประกอบ และการติดตั้งที่ระบุ
ไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบ เพื่อให้ใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ให้ถือ
ตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- กฎและระเบียบกระทรวงอุตสาหกรรม
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- กฎและระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- กฎและระเบียบการไฟฟ้านครหลวง
- American National Standard Institute (ANSI)
- American Society of Testing Material (ASTM)
- Deutsche Industrial Norm, Germany (DIN)
- International Electro technical Commission (IEC)
- Japanese Industrial Standard (JIS)
- National Electrical Code (NEC)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- National Electrical Safety Code (NESC)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Underwriters Laboratories, Inc. (UL)
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)

1.3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียด วัสดุ อุปกรณ์ เสนอผู้คุมงาน เพื่ออนุมัติก่อนการสั่งซื้อ
อย่างน้อย 14 วัน พร้อมทั้งแนบเอกสารสนับสนุน เช่น แค็ตตาล็อกและมีเครื่องหมายชี้บอก
ขนาดและความสามารถ เพื่อประกอบการพิจารณา

1.3.4 ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้งานตามสัญญานี้ให้ทดสอบในสถานที่
ผู้ว่าจ้างยอมรับ



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 1.3.5 ผู้รับจ้างต้องยอมรับและดำเนินการโดยมิชักช้า เมื่อได้รับรายการให้แก่ไขข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานจากผู้ควบคุมงาน เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในสัญญา และถูกต้องตามหลักวิชา
- 1.3.6 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดทำแทน ฐาน และอุปกรณ์รองรับน้ำหนักเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามหลักวิชาการ และมีความแข็งแรงสามารถรับภาระสิ้นสะท้อนขณะใช้งานได้เป็นอย่างดีและส่งรายการคำนวณพร้อมลงนามรับรองยื่นเสนอให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง
- 1.3.7 ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง จะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างที่ได้รับอนุมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
- 1.3.8 การเปลี่ยนแปลงแบบ รายการ และวัสดุอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญา ด้วยความจำเป็นหรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้างเพื่ออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อหรือทำการติดตั้ง
- 1.3.9 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้างมีคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ตามรายการที่ออกแบบกำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งผู้ควบคุมงาน และเสนอแนวทางในการแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตามความประสงค์ให้ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยชี้แจงแสดงเหตุผลและหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต
- 1.3.10 ทันทีที่ได้รับทราบว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง (Shop Drawing) ซึ่งแสดงรายละเอียดการติดตั้งเครื่อง อุปกรณ์ และตำแหน่งที่จะดำเนินการติดตั้ง (หากตำแหน่งผิดไปจากแบบเดิม) ยื่นเสนอขออนุมัติดำเนินการต่อผู้ควบคุมงานอย่างน้อย 30 วัน ก่อนการติดตั้ง โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้
 - (1) วิศวกรผู้รับผิดชอบของผู้รับจ้าง ต้องตรวจสอบแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างให้ถูกต้องตามการใช้งาน และการติดตั้งตามข้อแนะนำของผู้ผลิตพร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับบนแบบที่เสนอขออนุมัติทุกแผ่น
 - (2) ในกรณีที่แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างของผู้รับจ้างแตกต่างไปจากแบบประกอบสัญญา ผู้รับจ้างต้องจัดทำสารบัญรายการที่แตกต่าง และใส่เครื่องหมายแสดงการเปลี่ยนแปลงกำกับทุกครั้ง พร้อมทั้งลงนามรับรอง และลงวันที่กำกับ
 - (3) ผู้รับจ้างต้องศึกษาทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง แบบตกแต่งภายในและงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องประกอบกัน รวมทั้งตรวจสอบสถานที่ติดตั้งจริง เพื่อให้การจัดทำแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างเป็นไปโดยถูกต้อง และไม่เกิดอุปสรรคกับผู้รับจ้างอื่น ๆ จนเป็นสาเหตุให้หมายกำหนดงานโครงการต้องล่าช้า
 - (4) แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้าง ต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากแบบขยายเพื่อการแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ถูกต้อง ให้ใช้ขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสมตามสากลนิยม ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- (5) ผู้ควบคุมงานมีอำนาจและหน้าที่สั่งการให้ผู้รับจ้างเตรียมแบบขยายแสดงการติดตั้งส่วนหนึ่งส่วนใดของงานระบบที่เห็นว่าจำเป็น
 - (6) ผู้รับจ้างต้องไม่ดำเนินการใดๆ ก่อนที่แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างจะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน มิฉะนั้นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด หากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขตามแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 - (7) แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างที่ได้อนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่า เป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากผู้ควบคุมงานตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลัง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 - (8) แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างที่ไม่มีรายละเอียดเพียงพอ ผู้ควบคุมงานจะแจ้งให้ทราบและส่งคืนโดยไม่มีการพิจารณาแต่ประการใด
 - (9) แบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างที่ส่งเสนอขออนุมัติ ต้องเป็นพิมพ์เขียวอย่างน้อย 4 ชุด ภายหลังจากได้รับอนุมัติแล้ว ต้องส่งแบบพิมพ์เขียวให้ผู้ควบคุม 4 ชุด
- 1.3.11 ในระหว่างดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบก่อสร้างจริง (As - built Drawing) แสดงตำแหน่งของเครื่อง อุปกรณ์ รวมทั้งการแก้ไขอื่น ๆ ที่ปรากฏในระหว่างการจัดตั้ง ส่งให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบเป็นระยะ ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ ดังนี้
- (1) แบบก่อสร้างจริง ต้องมีขนาดและมาตราส่วนเท่ากับแบบประกอบสัญญา นอกจากนี้แบบขยายให้ใช้มาตราส่วนตามแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติ
 - (2) ผู้รับจ้างจัดทำแบบก่อสร้างจริงให้เสร็จก่อนการปิดฝ้าเพดาน การก่อกองผนังปิดหรือถมดิน
 - (3) แบบก่อสร้างจริง (As - built Drawing) ทั้งหมดต้องลงนามรับรองความถูกต้องโดยผู้รับจ้างและส่งให้ผู้ควบคุมงาน 1 ชุด ก่อนกำหนดการทดสอบเครื่องและการใช้งานของระบบอย่างน้อย 30 วัน
- 1.3.12 หนังสือคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ เป็นเอกสารประกอบการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเย็บเล่มปกแข็งเรียบร้อย ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานโดยแบ่งออกเป็น 5 ภาค คือ

ภาคที่ 1 : ประกอบด้วย เอกสารรายละเอียดข้อมูลของเครื่องอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ยื่นเสนอ และได้รับการอนุมัติให้ใช้ในโครงการ (Submittal Data)

ภาคที่ 2 : ประกอบด้วย แคตตาล็อก เครื่อง อุปกรณ์ แยกเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งเอกสารแนะนำวิธีการติดตั้ง ซ่อมบำรุงแบบมาด้วย (Installation Operation and Maintenance Manual)

ภาคที่ 3 : ประกอบด้วย รายงานการทดสอบเครื่อง และระบบตามความเป็นจริง



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

ภาคที่ 4 : ประกอบด้วย รายการเครื่องอะไหล่ และชิ้นอะไหล่ที่ควรจะมีสำรองไว้ขณะใช้งาน

ภาคที่ 5 : ประกอบด้วย รายการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ แต่ละชนิด เช่น รายเดือน ทุก 3 เดือน ทุก 6 เดือน และรายหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ ต้องเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งต้นฉบับเสนอผู้ควบคุมงาน 1 ชุด เพื่อ ตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับภาษาไทยจำนวน 3 ชุด และต้นฉบับ ภาษาอังกฤษ 1 ชุด

- 1.3.13 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ผู้รับจ้างติดต่อประสานงานกับหน่วยงานของรัฐในระบบที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งความสมบูรณ์ของระบบในห้องควบคุมนั้น โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการติดต่อดำเนินงาน รวมถึงค่าธรรมเนียมและค่าดำเนินการ โดยหน่วยงานของรัฐที่ถูกเรียกเก็บ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 1.3.14 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และบำรุงรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้างให้มีความรู้ความสามารถเข้าใจอย่างถ่องแท้ในการใช้งาน และการบำรุงรักษาเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน ติดต่อกันภายหลังส่งมอบงาน
- 1.3.15 ในการส่งมอบงาน ผู้รับจ้างต้องเปิดใช้งาน เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มความสามารถในช่วงเวลา 24 ชม. ติดต่อกัน และ/หรือ ทำการทดสอบเครื่อง อุปกรณ์ และระบบตามที่ผู้ควบคุมงานจะกำหนดให้ทดสอบ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าการทำงานของระบบ ที่ทำการทดสอบถูกต้องตามความประสงค์ พร้อมเอกสารประกอบและรายการสิ่งของที่ผู้รับจ้างต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วย คือ
- แบบก่อสร้างจริงกระดาษใหญ่ ขนาด A1 จำนวน 1 ชุด
 - แบบก่อสร้างจริงพิมพ์เขียว ขนาด A1 จำนวน 4 ชุด
 - หนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์ จำนวน 4 ชุด
 - เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้
 - อะไหล่ต่าง ๆ

สำหรับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน จะอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

การส่งมอบงานมิได้หมายถึง การเป็นความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง หากตรวจพบภายหลังว่าวัสดุ และอุปกรณ์ที่ผู้รับจ้างนำมาใช้งาน และติดตั้งไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการ



เปลี่ยนหรือแก้ไขให้ถูกต้องโดยทันที มิฉะนั้นผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะจัดหาผู้อื่นมาดำเนินการโดย
ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบ ส่วนอุปกรณ์นำมาเปลี่ยนหรือแก้ไขในช่วงการ
รับประกันคุณภาพ ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ความสามารถของอุปกรณ์นั้น ๆ ใหม่กว่าใช้
งานได้ดีเป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ตรวจรับมอบงานแก้ไข

1.3.17 ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.) เป็นระดับสามัญวิศวกรใน
สาขาที่เกี่ยวข้อง และมีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 3 ปี ประจำหน่วยงานตลอดเวลาโดยจำนวน
วิศวกรสามารถจะกำหนดตามความจำเป็นได้ จนกว่าจะส่งมอบงานเรียบร้อย

1.4 รหัสและป้ายชื่อ

เพื่อความสะดวกแก่การซ่อมบำรุงระบบในอนาคต จึงกำหนดให้จัดทำรหัสและป้ายชื่อกำกับ วัสดุ
อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และสื่อสารตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.4.1 ระบบไฟฟ้าทั้งแรงสูงและแรงต่ำ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่มีรหัสสี ดังต่อไปนี้

สีน้ำตาล	สำหรับสายไฟฟ้าเฟส A
สีดำ	สำหรับสายไฟฟ้าเฟส B
สีเทา	สำหรับสายไฟฟ้าเฟส C
สีฟ้า	สำหรับศูนย์ (Neutral)
สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง	สำหรับสายดิน

ในกรณีที่สายไฟฟ้ามีมาตรฐานผลิตเป็นสีเขียว ให้ใช้ปลอกหรือเทป พีวีซี สีตาม
กำหนดสวมหรือคาดไว้ที่ปลายสายไฟฟ้านั้น ทั้ง 2 ด้าน

1.4.2 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าแต่ละระบบ ให้มีรหัส ดังต่อไปนี้

สีดำ	สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างปกติ
สีน้ำตาล	สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำรอง
สีแดง	สำหรับระบบปลั๊กไฟฟ้าปกติ
สีส้ม	สำหรับระบบปลั๊กไฟฟ้าสำรอง
สีเหลือง	สำหรับระบบคอมพิวเตอร์
สีเขียว	สำหรับระบบทีวี
สีน้ำเงิน	สำหรับระบบวงจรป้ายไฟฟ้าฉุกเฉินอัตโนมัติ
สีม่วง	สำหรับระบบโทรศัพท์
สีเทา	สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้
สีขาว	สำหรับระบบกล้องวงจรปิด
สีทอง	สำหรับระบบเสียงประกาศ
สีเงิน	สำหรับระบบไฟฟ้าควบคุมการเข้าออก



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- รหัสสีตามข้อ 1.4.2 สามารถเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมโดยได้รับความเห็นชอบจาก
ผู้ว่าจ้าง
- โดยให้ทาสีคาดท่อร้อยสายไฟฟ้าทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 1 เมตร หรือหาที่อุปกรณ์ยึดจับท่อ
(Clamp) ทุกอัน ส่วนกล่องต่อสาย ทักสายต่าง ๆ ให้ทาสีภายในกล่องและที่ฝากล่องทุกกล่อง
ส่วนระบบอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมา ให้พิจารณาร่วมกับผู้ออกแบบภายหลัง
- 1.4.3 ให้ทำป้ายชื่อแสดงชื่อ Feeder หรือ Branch Circuit ด้วยป้ายพลาสติกที่พื้นสีดำและ
แกะสลักเป็นตัวอักษรสีขาวติดไว้อย่างแน่นหนา ส่วนขนาดของป้ายให้เหมาะสมกับ
วัสดุอุปกรณ์นั้น ๆ ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน
- 1.4.4 เครื่องหมาย " ไฟฟ้าแรงสูง " ให้ใช้สีแดงพื้นบนแผงสวิทช์ ท่อร้อยสายไฟฟ้าแรงสูง ด้วย
ขนาดที่เหมาะสมและเห็นได้ชัดเจน
- 1.4.5 ให้ทำเครื่องหมายที่ปลายสายไฟฟ้าทั้งสองข้าง เพื่อแสดงว่าต่อกันระหว่างอุปกรณ์หรือไฟฟ้า
ส่วนไหนให้ชัดเจนและมีความคงทน
- 1.5 การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป
- 1.5.1 การทดสอบระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับกฎที่กำหนด โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/การไฟฟ้า
นครหลวง เมื่อติดตั้งระบบต่าง ๆ เสร็จสิ้นเรียบร้อย ผู้รับจ้างต้องทดสอบระบบไฟฟ้าต่อหน้า
ผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมดรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้การ
ทดสอบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
- 1.5.2 System Test ทดสอบระบบไฟฟ้าแรงสูงและระบบไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมด โดยจ่ายไฟฟ้าให้แก่
อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดให้อยู่ในสภาพเหมือนถูกใช้งานปกติ Relay หรือ Circuit Breakers
จะต้อง Set Up ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ หากพบว่ามีอุปกรณ์ไม่ทำงานหรือคลาดเคลื่อนไป
จากความต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 1.5.3 Equipment Test อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องถูกตรวจสอบหน้าที่และการทำงาน ตลอดจน
คุณสมบัติ หากพบความบกพร่องหรือความเสียหายจากผลของการติดตั้ง ต้องแก้ไขหรือ
เปลี่ยนแปลงโดยทันที
- 1.5.4 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมโดยทดสอบทุกเงื่อนไขของการทำงานให้ Switch, Relay,
Timer ทุกตัวทำงาน

2. งานระบบไฟฟ้ากำลัง

2.1 ขอบเขต

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบเครื่อง อุปกรณ์, ระบบไฟฟ้า และอื่น ๆ ซึ่งติดตั้ง ดัง
แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด เพื่อให้ใช้งานได้สมบูรณ์และถูกต้องตามความประสงค์ของ



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมศูนย์กันที่ประกอบอาคาร มอ.สุโขทัย
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับ ให้ใช้งานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด สำหรับปลายสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อแผ่น Terminal Block นี้

2.3 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

เพื่อให้การใช้งาน และการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และถูกต้อง ตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดนำวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนด ดังรายละเอียดนี้

2.3.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้า โดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Pure Zinc Coat สำหรับภายนอกและเคลือบ Stove Enamel สำหรับภายในซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ ดังต่อไปนี้

1. ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานหรือผนัง ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้เสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนด NEC Article 348
2. ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนด NEC Article 345
3. ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังในโครงสร้างได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346
4. ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit : FMC) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มี หรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้สถานที่ขึ้นแฉะและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกั้นน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350
5. ท่อ HDPE สำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าฝังในดิน เป็นอุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน

ส่วนการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

1. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกก่อนทำการติดตั้ง
 2. การติดตั้งท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีความโค้งของการติดตั้ง ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 3. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
 4. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 5. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพ และสถานที่
 6. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร
 7. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 8. ท่อโลหะที่ไม่ได้ติดตั้งฝังในคอนกรีต ต้องทาสีทึบอย่างน้อย 2 ชั้น และสีที่ใช้ ต้องกลมกลืนกับสีของอาคาร
- 2.3.2 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากแผ่นเหล็กเคลือบ Aluzinc แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้ อย่างดี Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกชิ้นทุก ๆ ระยะ 30 เซนติเมตรหรือน้อยกว่าการติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 2.3.3 Wire Way ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นเคลือบ Aluzinc และทาสีทึบอย่างน้อย 2 ชั้น และสีที่ใช้ต้องกลมกลืนกับสีของอาคาร ความหนาของ Wire Way ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 มม. พร้อมฝาครอบการติดตั้งใช้งาน Wire Way ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร
- 2.3.4 กิ่งต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเด้ารับ กิ่งต่อสาย (Junction Box) กิ่งต่อสายหรือกิ่งดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 และต้องเป็นไปตามกำหนดต่อไปนี้
1. กิ่งต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Alluzine และกิ่งต่อสายที่ใช้งานภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำ และผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มม. กิ่งต่อสายที่ใช้งานฝังในผนัง ให้ใช้ชนิดชุบ Hot Galvanize ได้



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

2. กล้องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล้องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Allzinc
3. ขนาดของกล้องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้า-ออก กล้องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373
4. กล้องต่อสายทุกชนิด และทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม
5. การติดตั้งกล้องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล้องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้รหัสสีทากภายในและที่ฝากล้องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล้องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ที่ซึ่งเข้าถึง และทำงานได้สะดวก

2.5 ระบบต่อลงดิน

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะ อันอาจ มีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ถือตามกฎและมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า ฯ " หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน "
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า สำนักงานพลังงานแห่งชาติ " ISES,24-1984 การต่อลงดิน "
- National Electrical Code (NEC) Article 250
- National Fire Protection Association NFPA No. 78

โดยวัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนการติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้

1. หลักสายดินให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต เพื่อให้ได้ความต้านทานของการต่อลงดิน (Grounding Resistance) ไม่เกิน 5 โอห์ม ถ้าไม่ได้ตามที่กำหนด ให้ผู้รับจ้างตอกและเชื่อมหลักสายดินเห็นจนได้ความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ตามที่กำหนด โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหา
2. สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดิน เพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของสายศูนย์ของระบบไฟฟ้านั้นตามตารางที่ 1 และสายดินสำหรับโครงโลหะรอบนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ไม่ควรจะเป็นส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าไหล และเป็นส่วนที่อาจถูกสัมผัสได้ให้มีการต่อลงดินเพื่อ



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

ป้องกันอันตรายอันอาจเกิดขึ้น โดยขนาดของสายดินให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกัน
สำหรับวงจรมัน ๆ ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1

ขนาดสายดินสำหรับต่อสายศูนย์ลงดิน

ขนาดสายศูนย์ตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดสายดินตัวนำทองแดง (ตารางมิลลิเมตร)
35 หรือเล็กกว่า	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 2

ขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน แอมแปร์)	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร)	
	ตัวนำทองแดง	ตัวนำอลูมิเนียม
16	2.5	4
20-25	4	6
30-63	6	10
80-100	10	16
125-200	16	25
225-400	25	35
500	35	50
600-800	50	70
1,000	70	95
1,200-1,250	95	120
1,600-2,000	120	150
2,500	185	185
3,000-4,000	240	300
5,000-6,000	400	600



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.คุณยั้งลิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

3. ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดินให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ว่าจ้าง
4. การตรวจสอบให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน เพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานที่อ้างอิง
5. การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดิน (Ground Rod) รวมถึงการต่อสายดินในส่วนที่ฝังอยู่ในดินให้ใช้วิธีเชื่อมแบบ Exothermic Welding
6. โครงมอเตอร์ ตู้อุปกรณ์และแผงสวิตช์ จะต้องต่อลงดินหมด ถ้าในตู้มี Ground Bus ให้ต่อสายดินเข้ากับ Ground Bus และต่อ Ground Bus ลงตู้ ถ้าในตู้ไม่มี Ground Bus ให้ต่อสายดินเข้ากับโครงตู้ด้านใน



หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้า

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 2

หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันในระบบจำหน่าย

ความต้องการทั่วไป

(1) มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องได้รับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC 60076 (2000), ANSI / IEEE C57.12, มอก.384-2543 หรือมาตรฐานเทียบเท่าที่ได้รับความเห็นชอบ ผู้ผลิตจะต้องมีระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001,ระบบบริหารสิ่งแวดล้อม ISO 14001ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย OHSAS 18001 และมีผลการทดสอบลัดวงจร (Short Circuit Test) ซึ่งได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ ตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. และตราสัญลักษณ์ Q-MARK

(2) รายละเอียดทางเทคนิค

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ติดตั้งจะต้องมีขนาดและลักษณะ สำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ โดยเป็นค่าที่ประกอบการติดตั้งใช้งานที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิปกติเฉลี่ยสูงสุด 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 90 %

- ชนิด : หม้อแปลงชนิดจุ่มในน้ำมัน เต็มน้ำมันเต็ม ไม่มีโพรงอากาศ, ใช้งานภายนอกอาคาร
Hermetically Sealed Type
- ชนิดการระบายความร้อน : ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ONAN)
- จำนวนเฟส : 3
- ขนาดพิกัด : ระบุในแบบ
- ความถี่ : 50 Hz.
- พิกัดแรงดัน
 - ด้านแรงสูง : 22 kV (กฟภ.)
 - ด้านแรงต่ำ : 400/230 V (กฟภ.)
- เวคเตอร์กรุป : Dyn 11
- แท้ปรับแรงดันด้านแรงสูง : $\pm 2 \times 2.5 \%$ (กฟภ.)
- ค่าความสูญเสียของหม้อแปลงที่แกนเหล็ก : ให้ระบุในใบเสนอราคา



หมวดที่ 1 รายละเอียดทั่วไป

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

ผู้ว่าจ้าง ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น อุปกรณ์ และการติดตั้งที่เกี่ยวข้อง ให้ยึดตามข้อกำหนดใน
หมวดนี้

ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าให้ยึดตามระเบียบ, ข้อกำหนด และมาตรฐานของการไฟฟ้าภูมิภาค และตามที่ระบุไว้ใน
แบบ

2.2 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าโดยทั่วไปต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค/นครหลวง และ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.11-2553 และอ้างอิงมาตรฐาน IEC 60227

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 สายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน XLPE หรือ Cross-Linked Polyethylene Insulated, PVC
Sheathed Power Cable 0.6V/1KV และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียสตาม
มาตรฐาน IEC 502 ใช้เดินในรางเดินสาย, เดินในท่อเหนือดิน หรือเดินในท่อฝังดิน

2.2.2 สายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวน Polyvinyl Chloride (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750
โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส (สำหรับสายตัวนำแกนเดี่ยว) หรือ
สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 300 โวลต์ (สำหรับสายคู่) ตาม มอก. 11-2553 หรือ IEC
60227 ใช้เดินในท่อเหนือดินภายในอาคาร

2.2.3 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูง เช่น โคมที่ใช้หลอดไส้
(Incandescent Lamp), High Intensity Discharge Lamp เป็นต้น ให้ใช้สายทนความร้อนซึ่ง
หุ้มด้วยฉนวน Asbestos หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

2.2.4 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 6 ตร. มม. ต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (Stranded Wire)
ตาม มอก 11-2553 หรือ IEC 60227 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อให้ร้อยสายไฟฟ้า
เข้าท่อได้ เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว โดยการดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่ง
ออกแบบมาให้ใช้ เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้าโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตและอาจจำเป็นต้อง
ใช้สารหล่อลื่นโดยสารนั้น ต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า ทั้งนี้
การติดตั้งหรือร้อยสายไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน
NEC

2.2.5 การต่อเชื่อม และการต่อสายไฟฟ้าให้กระทำได้ในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้านั้นห้ามต่อ
ในช่องท่อโดยเด็ดขาด โดยสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตร.มม. ให้ใช้ Insulated
Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600โวลต์ และ
สายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่มากกว่า 10 ตร.มม. และไม่เกิน 240 ตร.มม. ให้ใช้ปลอก
ทองแดงชนิดให้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้านิรละสาย และ
เทปพีวีซีอีกชั้นหนึ่ง ส่วนสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่มากกว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้



หมวดที่ 2
หม้อแปลงไฟฟ้าแรงดันในระบบจำหน่าย

ความต้องการทั่วไป

(1) มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องได้รับการผลิต และทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC 60076 (2000), ANSI / IEEE C57.12, มอก.384-2543 หรือมาตรฐานเทียบเท่าที่ได้รับความเห็นชอบ ผู้ผลิตจะต้องมีระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001,ระบบบริหารสิ่งแวดล้อม ISO 14001ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย OHSAS 18001 ,และมีผลการทดสอบลัดวงจร (Short Circuit Test) ซึ่งได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ ตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. และตราสัญลักษณ์ Q-MARK

(2) รายละเอียดทางเทคนิค

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ติดตั้งจะต้องมีขนาดและลักษณะ สำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ โดยเป็นค่าที่ประกอบการติดตั้งใช้งานที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิปกติเฉลี่ยสูงสุด 40 °C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 90 %

- ชนิด : หม้อแปลงชนิดจุ่มในน้ำมัน เต็มน้ำมันเต็ม ไม่มีโพรงอากาศ, ใช้งานภายนอกอาคาร
Hermetically Sealed Type
- ชนิดการระบายความร้อน : ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ONAN)
- จำนวนเฟส : 3
- ขนาดพิกัด : ระบุในแบบ
- ความถี่ : 50 Hz.
- พิกัดแรงดัน
 - ด้านแรงสูง : 22 kV (กฟภ.)
 - ด้านแรงต่ำ : 400/230 V (กฟภ.)
- เวกเตอร์กรุป : Dyn 11
- แท้ปรับแรงดันด้านแรงสูง : + -2 x 2.5 % (กฟภ.)
- ค่าความสูญเสียของหม้อแปลงที่แกนเหล็ก : ให้ระบุในใบเสนอราคา



หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้า

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- ที่จุดขดลวดเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด : ไม่เกิน 1.5 % (Rated Capacity) ที่ 75 °C
- อิมพีแดนซ์หม้อแปลง : 4 % สำหรับ (50-630 kVA)
: 6% สำหรับ (800-2500 kVA)
- BASIC INSULATION LEVEL (BIL) : 125 kV
- ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายโหลดต่อเนื่องที่พิกัดหม้อแปลง
ในจุดขดลวด : ไม่เกิน 65 °C
Top Oil : ไม่เกิน 60 °C
- Hottest Spot Winding Temp Rise : ไม่เกิน 85 °C
- Audible Sound Levels : ให้ระบุในแบบที่เสนอ

(3) โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งในโครงการ จะต้องมีการก่อสร้างที่ประกอบด้วย

- 3.1 ตัวถังเป็นชนิด Corrugated tank ที่ทำจากเหล็กที่ประกอบขึ้นเป็นรูปแล้ว สามารถกันการรั่วซึมของฉนวนน้ำมันได้ ที่ตัวถังจะต้องมีหูเพื่อใช้ในการยกขึ้นประกอบการติดตั้ง และเมื่อประกอบเสร็จแล้วทุกพื้นผิวของตัวถัง จะต้องได้รับการทำความสะอาดอย่างทั่วถึงก่อนทำการทาสีพื้นผิวภายในของตัวถัง และจะต้องทาสีด้วยสีทนต่อการทำลายของฉนวนน้ำมัน และพื้นผิวภายนอกของตัวถังจะต้องทาสีรองพื้นก่อน แล้วทาทับด้วยสีที่เป็น Weather Resistant Coated โครงสร้างของถังส่วนที่เป็นการระบายความร้อนด้วยวิธี Natural air-cooled ได้
- 3.2 แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องทำจากเหล็กซิลิกอนที่มีคุณภาพสูงไม่เสื่อมสภาพและมีค่า Permeability สูง แกนเหล็กของหม้อแปลงประกอบด้วย เหล็กซิลิกอน แผ่นบาง จะมีการอาบเคลือบไว้ด้วยฉนวนที่ทนต่อความร้อน การตัดและเรียงเหล็กเป็นแบบ Step Lap Stacking Core จัดเรียงแกนเหล็กโดยใช้ Stacking table เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อน และแอนตัวในระหว่างการจัดเรียง แกนเหล็กของหม้อแปลงจะต้องจับยึดเข้าด้วยกันให้มั่นคงแข็งแรงไม่ให้เคลื่อนออกจากตำแหน่งที่ได้จัดวางไว้เมื่อทำการขนส่ง และเพื่อเป็นการลดเสียงสั่นที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน
- 3.3 ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการออกแบบอย่างดี และทันสมัย ซึ่งระดับการฉนวนขดลวดต้องเหมาะสมกับพิกัดแรงดัน และ insulation level ของหม้อแปลง ขดลวดแรงสูงทำจากลวดทองแดงกลม อาน้ำยา หรือลวดทองแดงแบนหุ้มฉนวนพันเป็นลักษณะ long layer winding และมีช่องทางการไหลเวียนของน้ำมันที่เพียงพอ โดยระหว่างชั้นของขดลวดจะต้องมีฉนวนกระดาษอย่างดีเหมาะสมกับแรงดันระหว่างชั้นขดลวด และที่ปลายขดลวดจะต้องมีการฉนวนเป็นพิเศษที่สามารถทนต่อ Abnormal Line



หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้า

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

Disturbance ชุดชดลดแรงต่ำทำจาก copper foil และมีฉนวนระหว่างชั้น และช่องทางการไหลเวียนของน้ำมันเพียงพอ เครื่องจักรที่ใช้พันชุดชดลดต้องผลิตโดยเครื่องจักรที่ทันสมัยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ติดตั้งภายในห้องปรับอากาศ เพื่อควบคุมความชื้นและฝุ่นละออง อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ชุดชดลดมีคุณภาพต่ำลง

- 3.4 บุชชิ่งของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ส่วนของบุชชิ่งที่เป็น Porcelain จะต้องผิวเรียบเป็นชิ้นเดียวกันตลอด สีน้ำตาล เป็นบุชชิ่งที่ระดับแรงดันเดียวกันสามารถเปลี่ยนแทนกันได้ สำหรับบุชชิ่งด้านแรงสูงจะต้องมี Full Wave Peak Impulse Withstand or BIL ที่ไม่ต่ำกว่า 125 kV สำหรับระบบแรงดัน 12/24, 22, 24 kV หรือ 170 kV. สำหรับระบบแรงดัน 33 kV.
- 3.5 ฉนวนน้ำมันหม้อแปลงเป็น Mineral Oil ที่ผ่านการ Purify ก่อนการบรรจุลงถังหม้อแปลง ต้องมีค่า Dielectric Strength ไม่ต่ำกว่า 35 kV โดยวิธีทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC หรือมาตรฐานเทียบเท่า และค่า Dielectric Strength ของฉนวนน้ำมันที่บรรจุลงในหม้อแปลงที่ผลิตใหม่จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 28 kV เมื่อวัดโดยวิธีตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC ที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบมาตรฐานของฉนวนน้ำมัน
- 3.6 กระบวนการอบไล่ความชื้นให้หม้อแปลง ต้องทำภายใต้สภาวะสุญญากาศผู้ผลิตจะต้องมีกระบวนการที่สามารถทำให้เชื่อได้ว่าฉนวนระหว่างชั้นสามารถถูกทำการไล่ความชื้นได้อย่างทั่วถึงทุกชั้นโดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ความชื้นสามารถถูกนำพาออกจากฉนวน เพื่อป้องกันการสะสมความชื้นในชั้นภายในของชุดชดลดและการเติมน้ำมัน (Oil Filling) ต้องทำการเติมในทันทีทันใดภายใต้สภาวะสุญญากาศ หลังทำการอบไล่ความชื้นโดยมิให้ในกระบวนการทำให้หม้อแปลงสัมผัสกับอากาศได้ (การอบไล่ความชื้นและการเติมน้ำมันต้องอยู่กระบวนการเดียวกันภายใต้สภาวะสุญญากาศ โดยมิให้หม้อแปลงสัมผัสกับอากาศในระหว่างทั้ง 2 กระบวนการ)

(4) อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละเครื่องที่จะต้องประกอบด้วย อุปกรณ์เหล่านี้

- H.V. and L.V. Bushing with terminal connectors
- Arcing horns (stainless steel)
- Tap Changer
- Name Plate
- Lifting Lugs
- Earthing terminal
- Oil Level Indicator
- Lifting Eyes



หมวดที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้า

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนยรังสิต
(โรงเรียนสาริตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- Oil Check Valve
- Oil Filling Pipe
- Oil Thermometer with alarm and trip contact (สำหรับ 1000 kVA ขึ้นไป)

อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุให้ขึ้นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

(5) การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งต้องเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าได้รับการผลิตและประกอบสำเร็จที่โรงงานผู้ผลิต และหม้อแปลงไฟฟ้างดังกล่าวจะต้องผ่านการทดสอบต่างๆ ดังต่อไปนี้ โดยที่ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งจะต้องผ่านการทดสอบตามรายการที่ระบุจากโรงงานผู้ผลิตพร้อมกับการผ่านการตรวจสอบสภาพการพร้อมใช้งานจากการไฟฟ้าที่รับผิดชอบพื้นที่

Routine Tests

- Insulation Resistance Test
- Applied Potential Test
- Induced Potential Test
- Ratio Test on the Rated Voltage Connections and on all Tap Connection
- Polarity and Phase-relation Test
- No-load Loss & Exciting Current
- Full-load Loss & Impedance Voltage
- Oil Test

การทดสอบในสนาม

การทดสอบในสนามจะกระทำเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าได้ถูกติดตั้งในตำแหน่งที่กำหนดในโครงการแล้ว และก่อนทำการจ่ายไฟเพื่อใช้งาน การทดสอบในสนามประกอบด้วย

- ตรวจสอบด้วยสายตาและตรวจสอบมิติ
- ตรวจสอบค่า Insulation Resistance



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 3

แผงสวิตช์

MAIN DISTRIBUTION BOARD

ความต้องการทั่วไป

- ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และสร้างแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำซึ่งประกอบด้วยแผงสวิตช์ไฟฟ้าประธานปกติ (Main Distribution Board, MDB) แผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Distribution Board EMDB) และแผงสวิตช์ไฟฟารองทั่วไป (Sub Distribution Board SDB or Feeder Board)
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งแผงสวิตช์ พร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในห้อง และ/หรือ สถานที่ที่จัดเตรียมไว้
- การจัดสร้างแผงสวิตช์ ที่ประกอบในประเทศไทย ผู้ทำต้องมีประสบการณ์ผ่านงานด้านการทำแผงสวิตช์มาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี สามารถประกอบได้ หรือเทียบเท่ามาตรฐานตามที่ผู้ว่าจ้างยอมรับผู้ทำต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมรับผิดชอบการผลิต และการติดตั้งแผงสวิตช์ และได้การรับรองมาตรฐาน ISO 9001-2000
- การจัดสร้างแผงสวิตช์ ต้องทำด้วยฝีมือช่างที่ดี วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่า คุณสมบัติที่จะกล่าวในข้อกำหนดนี้ อุปกรณ์ที่ให้ในแผงสวิตช์ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามมาตรฐานนั้นๆ ที่ระบุให้เลือกใช้ในข้อกำหนดนี้
- สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติหรือ Moulded Case Circuit Breaker ทุกตัวที่ใช้ในแผงสวิตช์ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกันกับ Main Circuit Breaker ยกเว้น Automatic Transfer Switch (ATS) ให้ใช้จากผู้ผลิตรายอื่นก็ได้ แต่ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ว่าจ้าง
- ก่อนสั่งซื้อหรือจัดสร้างแผงสวิตช์ ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawing และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- ขนาดของแผงสวิตช์ ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบ และ/หรือในรายการ ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ แต่ถ้าหากสวิตช์ตัดตอน และอุปกรณ์อื่นที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าให้ขยายขนาดแผงสวิตช์ให้ใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาะสมจะไม่มีกรเพิ่มราคาจากราคาที่เสนอไว้

1 พิภักดิ์ของแผงสวิตช์

- 1.1 ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้แผงสวิตช์ ที่กล่าวถึง รวมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างตาม NEMA, IEC และมาตรฐานอื่นๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้ แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนดไว้ แผงสวิตช์ ต้องมีคุณสมบัติใช้ได้ตามความต้องการของ NEC CODE ข้อ 384 โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- ความกว้าง : ระหว่าง 700-1300 มม.
ความลึก : ระหว่าง 600-1,000 มม.
- 2.4 ภายในของแผงสวิตช์ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง (Compartment) อย่างน้อย 3 ช่อง ดังนี้
- 2.4.1 Circuit Breaker Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
- 2.4.2 Metering & Control Compartment สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดฯ อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง Terminal Block สำหรับ ต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วน บนของแผงสวิตช์
- 2.4.3 Busbars & Cable Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Vertical Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์ และจัดเตรียม Cable Ladder สำหรับรองรับสายไฟ
- 2.5 ฝาด้านบนเป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด/ปิด ถอดฝาได้ง่าย บานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอได้ ฝาสำหรับ Metering and Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
- 2.6 ฝาปิดด้านหลังทั้งหมด ให้ใช้แบบถอดได้ ยึดด้วยสปริง (Snap-On lid) หรือแบบอื่นที่สามารถถอดฝาเปิด/ปิดได้ง่ายโดยไม่ต้องได้รับพิจารณาให้ความยินยอมจากวิศวกรก่อน และให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip-proof Louver) โดยมีแผ่นเหล็กชนิดรูพรุน (Perforated Sheet Metal) ติดด้านในที่ฝาปิดช่วงล่างด้านหน้า และที่ฝาปิดช่วงบน ด้านหลัง
- 2.7 ฝาข้างริมนอกทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ด้วยสลัก หรือสลักและแป้นเกลียว ขนาด และจำนวนที่เหมาะสมให้มีความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์ หลายส่วน (Verticle Section) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน (Sheet Metal Safety Partition) ต้องเป็นแผ่นเหล็กเรียบหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
- 2.8 ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ด้วยสลัก หรือ สลัก และแป้นเกลียว ขนาด และจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรง
- 2.9 ส่วนฝาทุกด้าน รวมทั้งแผ่นกั้นช่องต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. และฝาของแผงสวิตช์ทุกด้านต้องมีสายดินของบริเวณนี้ โดยใช้ทองแดงชุบแบบถักต่อลงดินที่โครงการของแผงสวิตช์



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.10 การประกอบแผงสวิตช์ ต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายใน โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้ให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen)
- 2.11 การป้องกันสนิมและทาสี ให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชิ้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ (Electrogalvanized Steel) หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่น ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 2.12 กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง
- 2.13 ชิ้นส่วนที่เป็นอลูมิเนียมและโลหะไม่เป็นสนิมชนิดอื่น ถ้ากำหนดไว้ให้พ่นสีก็ให้ใช้วิธีการเดียวกันกับที่กำหนดแต่ไม่ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิม
- 2.14 วิธีทำความสะอาดโลหะ
 - ก. ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด
 - ข. ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมัน หรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)
 - ค. เฉพาะแผ่นเหล็ก ถ้ามีร่องรอยของการมีสนิม และไม่ใช้แผ่นเหล็กใหม่ ต้องล้างด้วยน้ำยากันสนิมเพื่อให้สนิมที่เหลืออยู่หลังการขัดหลุดออกทั้งหมดนำยาล้างสนิมให้ใช้ของ ICI หรือเทียบเท่า
- 2.15 การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี/โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 60 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศา

3 บัสบาร์และการติดตั้งแผงสวิตช์

- 3.1 บัสบาร์ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ โดยผลิตตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 3.2 ขนาดของบัสบาร์ เส้นศูนย์ให้มีขนาดเท่ากับเส้นเฟส หรือตามที่กำหนดขนาดของบัสบาร์เส้นดิน (Ground Bus) ให้ใช้ทองแดงที่มีความสามารถรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 25% ของเส้นเฟสแต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้งเส้นเฟสเส้นศูนย์และเส้นดิน ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแผงสวิตช์ ที่ใช้ Main Breaker มีขนาดเกิน 800 แอมแปร์
- 3.3 การติดตั้งเมนบัสบาร์ให้ใช้แบบนอน และฟีดเตอร์บัสบาร์ให้ใช้แบบตั้ง การจัด Busbars ทั้ง Phase-to-Phase และ Phase-to-Ground ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (Live Part) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกต้องแบบให้ใช้หุ้มบัสบาร์โดยเฉพาะ และมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของบัสบาร์ที่กำหนด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของบัสบาร์ที่อาจลดลง



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 3.4 การจัดเรียงบัสบาร์ในแผงสวิตช์ฯ ให้จัดเรียงตามเฟสเอ, เฟสบี, และเฟสซี. โดยเมื่อมองเข้ามาด้านหน้าของแผงสวิตช์ฯ ให้มีลักษณะเรียงจากหน้าไปหลังหรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือ จากซ้ายมือไปขวามือ อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 3.5 บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอน (รวมทั้ง Neutral Bus และ Ground Bus) ต้องมีความยาวตลอดเท่าความกว้างของแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
- 3.6 บัสบาร์เส้นดินต้องต่อกับโครงของแผงสวิตช์ทุกส่วนๆ และต้องมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าที่มั่นคงการบัสบาร์เส้นดิน และเส้นศูนย์ต้องมีพื้นที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเตรียมไว้สำหรับต่อสายดินของบริภัณฑ์
- 3.7 Busbar Holders ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforced Polyester หรือ Epoxyresin แบบสองชั้นประกอบ Busbar โดยยึดด้วย Bolt และ Nut หุ้ม Spacer ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า ห้ามใช้วัสดุในตระกูล Bakelite หรือตระกูล Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
- 3.8 Busbar และ Holders ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 KA. โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง Bolts และ Nuts ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

4 สายไฟฟ้าสำหรับภายในแผงสวิตช์ฯ

- 4.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ให้ใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายไฟฟ้านหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้สีต่างกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโยกย้ายต้องระบุไว้ในแบบ (As Built Drawing) ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการ แต่ไม่เล็กกว่ากำหนดดังนี้

CURRENT CIRCUIT	:	4	ตารางมิลลิเมตร
VOLTAGE CIRCUIT	:	2.5	ตารางมิลลิเมตร
CONTROL CIRCUIT	:	1.5	ตารางมิลลิเมตร
GROUND สำหรับบานประตู	:	1.0	ตารางมิลลิเมตร

- 4.2 การต่อวงจรเพื่อการกำลัง การต่อวงจรเพื่อการกำลังในแผงจ่ายไฟ เช่น ระหว่างบัสบาร์กับสวิตช์ตัดตอนเป็นต้น ให้ต่อด้วยสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดทนแรงดันได้ 750 โวลต์ และทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 75 องศาเซลเซียส หรือต่อด้วยบัสบาร์ทองแดงหุ้มฉนวนแบบหดตัวด้วยความร้อน (Heat Shrinkable Tubing) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าขนาดของสายไฟฟ้าขนาดของสายไฟฟ้าหรือบัสบาร์ต้องโตพอที่จะรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาดเฟรม (Frame Size) ที่ 40 องศาเซลเซียส ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้าหา หรือขนาดตามที่กำหนดในแบบ



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 4.3 การเดินสายไฟฟ้าภายในแผงสวิตช์ ให้เดินในท่อร้อยสายหรือรางพลาสติกขั้ววงที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ร้อยในท่อพลาสติกก่อน การต่อสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิดสองด้านห้ามต่อตรงกับอุปกรณ์ ถ้ามีสายไฟฟ้าส่วนที่ต้องเดินอยู่นอกให้ใช้สายไฟฟ้าชนิดหลายแกนมีฉนวน และเปลือกนอก
 - 4.4 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบปลอกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย
 - 4.5 ขั้วต่อสาย (Terminal) ให้ใช้แบบใช้เครื่องมือกลบีบ ขั้วต่อสายไฟฟ้าเป็นชนิดที่ใช้กับสายทองแดง
 - 4.6 สลักเกลียว แบนเกลียวและแหวน (Bolte, Nut&Washer) สำหรับต่อบัสบาร์ให้ใช้ชนิด High-Tensile, Eletro-Galvanized or Chrome-Plated) ให้ใช้จำนวนสลักและแบนเกลียวให้เพียงพอแล้วขันด้วย Torque wrench ให้เพียงพอตามที่กำหนดไว้
 - 4.7 การต่อสายไฟเข้ากับบัสบาร์ต้องต่อผ่านขั้วต่อสาย การต่อขั้วสายกับบัสบาร์หรือต่อบัสบาร์กับบัสบาร์ ให้ใช้สลักและแบนเกลียวพร้อมแหวนสปริงก่อนต่อต้องทำความสะอาดบริเวณผิวสัมผัสด้วยแปรงโลหะ
- 5 Mimic Bus และ Nameplate
- แผงสวิตช์ฯ ต้องมีข้อมูลขั้นตอนแสดงไว้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างน้อยดังนี้
- 5.1 ที่หน้าแผงสวิตช์ฯ ต้องมี Mimic Bus เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า และออกทำด้วยแผ่นพลาสติกดำสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ และสีแดงสำหรับแผงสวิตช์ฯ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ฯ ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา
 - 5.2 ให้มี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัววงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใด เป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ Mimic bus และเป็นอักษรสีขาวโดยความสูงของอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
 - 5.3 ป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ฯ ด้านนอกตรงที่ๆ เห็นได้ง่ายหลังการติดตั้งแล้ว
- 6 การติดตั้ง
- 6.1 แผงสวิตช์ฯ ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริง ต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยนอตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุด ตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนา
 - 6.2 ในกรณีที่เป็นพื้นคอนกรีต นอตที่ใช้ต้องเป็นแบบ Expansion bolt
- 7 การทดสอบ



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 7.1 การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 439-1 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้
- ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)
 - ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric test)
 - ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective measures)
 - ตรวจสอบ ค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation resistance)
- 7.2 นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้ว ต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้
- ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ฯ ทั้งหมด
 - ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (Feeder) ต่างๆ ที่ออกจากแผงสวิตช์ฯ
 - ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง
 - ในขั้นตอนการตรวจสอบจะต้องให้ผู้ควบคุมงานร่วมตรวจสอบที่โรงงานและเห็นชอบพร้อมอนุมัติผลการตรวจสอบ
- 8 เครื่องมือบำรุงรักษา
- 8.1 ที่ข้างแผงสวิตช์ฯ แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้า 1 (หนึ่ง) อัน โดยมีประกอบติดไว้กับแผงสวิตช์ฯ ให้สูงประมาณ 1.80 ม.
- 8.2 ให้จัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษา ประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้า (หนึ่ง) อัน ไขควงสำหรับถอดสลักยึดแผ่นโลหะ 1 (หนึ่ง) อัน Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสม 1 (หนึ่ง) อัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดต่อฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้ 1 (หนึ่ง) ชุด และกล่องโลหะสำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด ชุดเครื่องมือบำรุงรักษานี้ ให้จัดให้ตามจำนวนที่กำหนดในรายการ
- 9 AIR CIRCUIT BREAKER (ใช้สำหรับที่มี RATE CURENT > 1,250 A)
- 9.1 ข้อกำหนดทั่วไป (General)
- Air Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 947-1 และ TEC 947-2, และเป็นเบรกเกอร์ Category B
 - การติดตั้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือ Draw out ตามที่แบบกำหนด
- 9.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ (Construction)



หมวดที่ 3 แม่แรงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- Main Contacts ต้องเป็นแบบ Free maintenance ภายใต้การใช้งานปกติ และต้องมีเครื่องหมายแสดงถึงความเสียหายของหน้าคอนแทค 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

9.3 ทริปยูนิท (trip units)

- ข้อกำหนดทั่วไปของทริปยูนิท (General)
 - CT ที่ทำหน้าที่ในการตรวจวัดระดับกระแสไฟ ภายในตัวเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบ Air CT เพื่อให้ความแม่นยำ (accuracy) ในการวัดค่ากระแส
 - ทริปยูนิทต้องวัดค่ากระแสในแบบ True RMS
 - ทริปยูนิทต้องประกอบด้วย Thermal memory เพื่อเก็บสะสมค่าอุณหภูมิเดิมที่เพิ่มขึ้นไว้ในหน่วยความจำในกรณีทริปเนื่องจากโอเวอร์โหลดหลายครั้งติดๆกัน



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศุขยรังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 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 และสามารถปรับหน่วงเวลาได้ตั้งแต่ 0.1 – 0.4 วินาที
 3. 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 เพื่อง่ายต่อการอ่านค่า
 - ฟังก์ชันพื้นฐานการวัดค่าทางไฟฟ้า (Basic measurements function)
 - แอมมิเตอร์พร้อมจอแบบดิจิทัล แสดงค่า RMS ของกระแสของแต่ละเฟส
 - Bar graph แบบ LED หรือ LCD (ต้องมี backlight) แสดงค่ากระแส 3 เฟสพร้อมๆกัน
 - มี Maxi meter เก็บค่ากระแส RMS สูงสุดของแต่ละเฟส ใช้ในหน่วยความจำภายใน และสามารถแสดงค่าทางจอแสดงผลของ trip unit ได้
- 10 MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER
- 10.1 Molded Case Circuit Breaker ที่นำมาใช้ทั้งหมดต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 947-2 CAT A
 - 10.2 Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position
 - 10.3 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)
 - 10.4 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
 - 10.5 TRIP UNIT ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป เมื่อ Load current มีค่าตั้งแต่ 95 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณสว่างตลอดเวลา และถ้ามีค่าตั้งแต่ 105 % ขึ้นไปจะมี LED แสดงเป็นสัญญาณกะพริบตลอดเวลา
 - 10.6 MCCB ขนาดตั้งแต่ 100 – 630 AF



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 10.7 ค่า Service breaking capacity (Ics) ต้องมีค่าเท่ากับ Ultimate breaking capacity (Icu) คือ $Ics = 100\% Icu$
- 10.8 เพื่อความปลอดภัย MCCB ทุกตัวต้องเป็นฉนวน 2 ชั้น (Double Insulation)
- 10.9 Rate current 100% continuous
- 10.10 CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดมากกว่า 225 A. ให้ใช้ TERMINAL เป็น BUS BAR CONNECTION TYPE. ขนาดเล็กกว่าให้ใช้ FEEDER
- 10.11 ขนาดของ MINIATURE CB ที่ระบุในแบบ PANEL SCHEDULE ขนาด 100 AF. สามารถใช้อุปกรณ์ที่ 63 AF แทนได้ แต่ค่า KAIC เป็นไปตามที่ระบุ

11 METERING

- 11.1 CURRENT TRANSFORMER (CT) SECONDARY RATED CURRENT 5A, PRIMARY RATED CURRENT ตามที่กำหนดในแบบ หรือ เหมาะสมกับ LOAD นั้นๆ ACCURACY CLASS : 1.0 หรือดีกว่า TROPICAL PROOF ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ RATED BURDEN ตามความเหมาะสม
- 11.2 AMMETER ใช้ CT TYPE AMMETER เป็นชนิดที่มีสเกลอ่านได้ตามขนาด PRIMARY CURRENT RATING เป็นแบบใช้ต่อกับ CURRENT TRANSFORMER ชนิด 5A SECONDARY RATED CURRENT, ACCURACY CLASS 1.0 หรือ ดีกว่า
- 11.3 AMMETER SELECTOR SWITCH (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิด โดยทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์
- 11.4 VOLTMETER เป็นชนิดตรงมีสเกลอ่านได้ 0-500 V หรือตามแบบ ACCURACY CLASS 1.5 หรือ ดีกว่า
- 11.5 VOLTMETER SELECTOR SWITCH (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย
- 11.6 KILOWATTHOUR METER (KWH) เป็นชนิดต่อตรง หรือใช้กับ CT แบบธรรมดาหรือ MAXIMUM DEMAND TYPE ตามที่กำหนดใช้กับระบบไฟฟ้า 380/220 v, 3 PHASE, 4 WIRE หรือตามที่กำหนด ACCURACY CLASS 2.5% หรือดีกว่า
- 11.7 ฟิวส์ สำหรับระบบควบคุม และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด CARTRIDGE ตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 20KA ที่ 380V และจะต้องเตรียม FUSE HANDLE 1 ชุด ติดตั้งไว้ในตู้
- 11.8 INDICATOR LAMPS ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน VDE หรือเทียบเท่ามีเลนส์ด้านหน้าใช้สำหรับกระแสสลับ 220 โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ E14 และหลอดนีออน



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 11.9 CONTROL WIRING สายคอนโทรลใช้ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 70 องศาเซลเซียส สายที่ต้องมีการเคลื่อนไหวให้ใช้สายชนิดอ่อน สายให้แยกใช้หลายสีเพื่อสะดวกในการบำรุงรักษาเดินในรางพลาสติก สายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน (TERMINAL RAIL) ไม่ให้ต่อตรงระหว่างอุปกรณ์จุดที่ต่อเข้าอุปกรณ์ให้ใช้หางปลาขนาดที่เหมาะสม
- 11.10 MIMIC DIAGRAM ต้องทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำประกอบกันเป็น SCHEMATICAL FORM
- 11.11 NAME PLATE ทั้งหมดต้องเป็นไปดั่งแสดงไว้ในแบบ, NAME PLATE ต้องทำด้วยพลาสติกสองชั้น โดยชั้นนอกเป็นสีดำและชั้นในเป็นสีขาว การแกะสลักตัวหนังสือทั้งหมดกระทำบนแผ่นพลาสติกสีดำ เพื่อว่าเมื่อประกอบกันแล้วตัวหนังสือ จะปรากฏเป็นสีขาว ตัวหนังสือทั้งหมดเป็นไปดั่งแสดงไว้

12 AUTOMATIC CAPACITOR BANK

- 12.1 เครื่องแก้เฟาเวอร์เฟคเตอร์ (AUTOMATIC CAPACITOR BANK) สำหรับปรับค่าเฟาเวอร์เฟคเตอร์อย่างอัตโนมัติ
- 12.2 พิกัดของ AUTOMATIC CAPACITOR BANK ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- TYPE INDOOR (NONFLAMMABLE DRY TYPE POLYPROPYLENE FILM OR METALLIZED POLY PROPYLENE IMPREGNATED WITH NON-PCB LIQUID, SELF HEALING
 - NUMBER OF PHASE 3 เฟส 220/380 V
 - RATED VOLTAGE 400 V (หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต)
 - RATED FREQUENCY 50 Hz.
 - RATED OUTPUT ตามที่ระบุไว้ในแบบ
 - SW TCHING STEPS CYCLIC OPERATION (12 STEPS)
 - POWER LOSS ไม่เกิน 1 W/KVAR
 - OPERATING - 10/+45°C
- 12.3 CAPACITOR BANK ต้องเป็นชนิดประกอบด้วย CAPACITOR ย่อยหลายๆ ตัวยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะพร้อมด้วยอุปกรณ์ควบคุม และประกอบกันเป็นชุดติดตั้งภายในตู้เหล็กกันสนิมมีการระบายอากาศอย่างดี (แผ่นเหล็กเจาะรูพ่น) และการต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย
- FUSE PROTECTION ทุก STEP ของ CAPACITOR BANK ขนาด FUSE และ CONTACTOR ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 เท่าของ CAPACITOR และมีพิกัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าจุดที่ติดตั้ง และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE) ที่ FUSE แต่ละชุดจะมีระบบอัตโนมัติที่จะตัดทั้ง 3 FUSE เมื่อเกิด FUSE เสียหายเพียง 1 ชุด
 - CONTACTOR ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY TYPE และมีชุดลดกระแสฟุ้งเข้า (ชนิด RESISTANCE)



หมวดที่ 3 แผงสวิตช์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- DISCHARGE RESISTANCE (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)

12.4 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ส่วนบนของแต่ละ UNIT, CAPACITOR BANK ต้องเป็นแบบที่สามารถ
ตัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ AUTOMATIC CAPACITOR BANK
ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติ และการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้งเข้ากับ
ระบบการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องติดตั้ง AUTOMATIC CAPACITOR BANK ตามคำแนะนำของ
บริษัทผู้ผลิต และตั้งแสดงไว้ในแบบทุกประการ ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง
AUTOMATIC CAPACITOR BANK ทั้งระบบตามหลักวิชาการ โดยมีผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย

- ผลิตภัณฑ์ที่อนุมัติให้ใช้

สวิตช์บอร์ด	: ASEFA, SCHNEIDER, Cutler Hummer
Circuit Breaker	: Merlin Gelin, Squar-D, Cutler Hammer
Capacitor	: Merlin Gelin, Electronicon, ABB
Digital Meter	: Merlin Gelin, Zurguter, Lovato



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ

1. สวิตช์ตัดคอนอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker)
เป็นชนิดผลิตสำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380 / 220 โวลต์ แต่ต้องทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์ สำหรับชนิด 1 เฟส และ 480 โวลต์ สำหรับชนิด 2 เฟส และ 3 เฟส และเป็นชนิด Tropicalized มีคุณสมบัติและลักษณะดังนี้
 - 1.1 CASE
 - 1.1.1 Circuit Breaker เป็นชนิด Molded Case or Open Frame
 - 1.1.2 Circuit Breaker ขนาดตั้งแต่ 100 ถึง 250 แอมป์ Tripping Unit เป็นชนิด Thermal-Magnetic non-adjustable type
 - 1.1.3 Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 250 ถึง 600 แอมป์ Tripping Unit เป็นชนิด Thermal-Magnetic adjustable type
 - 1.1.4 Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 600 แอมป์ขึ้นไป Tripping Unit เป็นชนิด Solid State Trip ซึ่งสามารถปรับค่า Overload Tripping และ Instantaneous Tripping ได้
 - 1.1.5 Circuit Breaker ขนาดสูงกว่า 600 แอมป์ขึ้นไป Tripping Unit เป็นชนิด Solid State Trip ซึ่งสามารถปรับค่า Overload Tripping และ Instantaneous Tripping ได้ และต้องมี Ground fault protection
 - 1.1.6 ขนาด Interrupting Current ต้องเป็นไปตาม IEC 157- (P1) และตามที่กำหนดในแบบ แต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด
 - 1.2 Mounting เป็นชนิดติดตั้งแบบ Fixed, Plug - in, Draw - out ตามที่กำหนดในแบบ
 - 1.2.1 Fixed Type เป็นแบบติดตั้งถาวร ยึดติดกับโครงโลหะในตู้ด้วยสลักและแป้นเกลียว
 - 1.2.2 Plug-in Type สำหรับขนาดเฟรมไม่เกิน 400 แอมแปร์ มี Plug Terminal ติดอยู่ด้านหลังของสวิตช์ส่วน Sockets นั้นติดตั้งกับโครงโลหะในตู้
 - 1.2.3 Draw - out Type สำหรับขนาดเฟรมเกิน 400 แอมแปร์ ต้องติดตั้งบนรางเลื่อนเข้าออก โดยมี Hand crank เพื่อช่วยผ่อนแรง Plug and Sockets ต้องเป็นแบบ 2 จังหวะ คือสามารถดึงออกมาช่วงหนึ่งโดยยังไม่ตัดขาด เพื่อให้สามารถทำการทดสอบขณะมีไฟอยู่ได้ต้องมีสายคอนโทรลชนิดอ่อน และ Plug and Socket สำหรับต่อสายคอนโทรล
 - 1.3 Drives มีชนิดต่าง ๆ ดังนี้
 - 1.3.1 Manual Drive เป็นแบบสับเข้าและออกได้ด้วยมือ โดยวิธีบิดหรือสับขึ้นลง อาจจะเป็นแบบมีสปริง (Spring Loaded) ก็ได้



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 1.3.2 Motor or Solenoid Drive เป็นแบบสับเข้าด้วยมอเตอร์หรือโซลินอยด์ ซึ่งสามารถบังคับได้โดยการกดปุ่มและมี Cutout Switch ซึ่งจะตัดไฟจากมอเตอร์หรือโซลินอยด์โดยอัตโนมัติ เมื่อสับเข้าแล้วมอเตอร์หรือโซลินอยด์ให้ใช้ชนิดสำหรับกระแสไฟฟ้าที่กำหนดในแบบ และต้องมีปุ่มกดสำหรับบังคับการสับเข้าและออกที่แผงสวิทช์ และตามตำแหน่งอื่นที่กำหนดในแบบ
- 1.4 Terminals ขั้วต่อสายของสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ ใช้สองแบบดังนี้
- 1.4.1 สำหรับขนาดเฟรมขึ้นไปถึง 250 แอมแปร์ ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือแบบต่อปลั๊กบาร์เข้าได้
- 1.4.2 สำหรับขนาดเฟรม 320 แอมแปร์ และใหญ่กว่า ให้ใช้ขั้วชนิดต่อปลั๊กบาร์
- 1.4.3 ขั้วต่อสายต้องเป็นแบบใช้ได้ทั้งทองแดงและอลูมิเนียม ถ้าหากใช้กับอลูมิเนียมโดยตรงไม่ได้ ต้องมีแผ่นรอง (Cupai Insert) ให้มาด้วย หรือทำด้วยทองแดงต่อออกมาพร้อมขั้วต่อสายสำหรับสายอลูมิเนียมและทองแดง
- 1.5 Releases สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องมี Releases สำหรับตัดไฟโดยอัตโนมัติดังนี้
- 1.5.1 Overcurrent Releases ต้องเป็นชนิด Adjustable thermal overload releases, Ambient temperature compensated ให้ตั้งกระแสไฟสำหรับโอเวอร์โหลด ตามที่กำหนดในแบบ (นอกจากอนุญาตให้เป็นพิเศษในแบบ จึงใช้ชนิด Fixed type overload release ได้)
- 1.5.2 Short-Circuit Release ต้องเป็นชนิด Adjustable or fixed instantaneous magnetic short circuit release
- 1.6 Accessories ให้ติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ
- 1.6.1 Undervoltage Release เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิทช์เมื่อแรงดันไฟฟ้าตก และจะป้องกันไม่ให้สามารถสับสวิทช์เข้าได้ ถ้าแรงดันไฟฟ้ายังสูงไม่พอ สามารถใช้สำหรับ Interlocks, Remote release เป็นต้น คอยล์ใช้ชนิด 380 หรือ 220 โวลต์ ตามที่กำหนด
- 1.6.2 Shunt Trip เป็นคอยล์สำหรับตัดสวิทช์ โดยใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบคอนโทรล คอยล์ใช้ชนิดกระแสไฟฟาสลับ หรือกระแสไฟฟ้าตรง ตามชนิดและแรงดันไฟฟ้าของระบบคอนโทรล
- 1.6.3 Auxiliary Switches เป็นสวิทช์ที่จะทำงานเมื่อสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ สำหรับใช้ในการ Interlocks, Signalling และอื่น ๆ สามารถทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 380 โวลต์ เอซีติดตั้งตามที่จำเป็นและตามที่กำหนดในแบบ
- 1.6.4 Alarm Switch เป็นสวิทช์ที่จะทำงานเมื่อสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติตก เพราะกระแสไฟเกิน กระแสไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าตก หรือถูกบังคับให้ตก โดยผ่าน Undervoltage release หรือ Shunt Trip สวิทช์นี้ต้องสามารถทนกระแสไฟไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 380 โวลต์ เอ ซี
- 1.6.5 Electrical Tripping Time-Lag Device ประกอบด้วยความต้านทาน (Resistor) และคัปเปเตอร์
- 1.6.6 สำหรับถ่วงระยะเวลาการทำงานของ Under voltage release ต้องสามารถถ่วงระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1.5 วินาที หรืออาจใช้แบบ Mechanical Delay ก็ได้



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 1.7 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบคอนโทรลสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ให้ใช้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายจากสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติในตัวอุปกรณ์เอง ถ้าจะใช้แหล่งจ่ายไฟจากภายนอกให้ผู้รับจ้างเสนอขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
2. Asymmetrical Relay
เป็นรีเลย์ชนิด Solid State สำหรับใช้กับไฟฟ้าระบบ 380/220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ตซ์ ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสแตกต่างกัน โดยสามารถตั้งจุดที่ทำงานได้ระหว่าง 5% ถึง 15% Asymmetry มีคอนแทกชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็น Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งคู่
3. Undervoltage Relay
เป็นรีเลย์ชนิด Solid State Controlled สำหรับใช้กับไฟฟ้า 380 โวลต์ แต่ต้องสามารถตั้งให้ Cut-out point อยู่ที่ 342 โวลต์ได้ มีคอนแทกชนิด Changeover จำนวนอย่างน้อย 2 อัน ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 380 โวลต์ และทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 6 แอมแปร์ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized ชนิด Plug-in พร้อม Socket หรือต่อสายออกมามี Plug and Socket ให้พร้อมทั้งคู่
4. Ground Fault Protection System
สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดเฟรม 1,000 แอมแปร์และใหญ่กว่า ต้องมี Ground Fault Sensor ที่จะตัดสวิตช์ออกโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ดังนี้
 - 4.1 Ground Fault Clearing Time ของเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ต้องช้ากว่าของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของสายป้อน (Feeder)
 - 4.2 Ground Fault Current Pickup อย่างต่ำไม่เกิน 200 แอมแปร์ สามารถปรับได้ง่ายขึ้นไปถึงไม่น้อยกว่า 1,200 แอมแปร์
 - 4.3 ต้องสามารถเลือกตั้งระยะเวลาถ่วง (Time Delay) ได้ที่ 0.1 , 0.2 , 0.3 , 0.5 วินาที
 - 4.4 อุปกรณ์ที่เสนอต้องเป็นไปตาม NE Code Article 110-10 , 230-95
5. Load-Break Switch หรือ Molded Case Switch
เป็นสวิตช์แบบเดียวกันกับสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ แต่ไม่มี Overcurrent releas และไม่มี Short-Circuit Release แต่มี Arc Chambers ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ เหมือนกันทุกประการ



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

6. Tie Circuit Breaker

เป็นสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติที่มีคุณสมบัติเหมือนกับที่กำหนดไว้ในข้อ 1 แต่เป็นแบบเหมือนตัวเมน และมี Key Interlock กับเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของยูนิตซ์บัสแต่ละชั้น 2 ชุด ที่มีสวิตช์ตัวนี้เชื่อมโยงถึงกัน สวิตช์ตัวนี้ จะสับเข้าไม่ได้ ถ้าหากว่าเมนสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติสับเข้าอยู่ที่ 2 อัน จะสับเข้าได้เฉพาะเมื่อเมนสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งสับออกแล้วเท่านั้น

7. Tie Bus Duct

เป็นวัสดุที่ทำขึ้นสำหรับเชื่อมโยงยูนิตซ์บัสแต่ละชั้น 2 ชุด ให้บัสบาร์ชนิดและขนาดตามแบบ ติดตั้งบนฉนวนชนิด Cast Resin Resin Brackets หรือ Sectional Glass Reinforced Polyester Brackets และต้องทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. และต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้าท้องถิ่นกำหนด แผ่นโลหะที่หุ้มรอบนอกต้องเป็นแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. หรือแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. มีโครงโลหะตามวิธีที่จำเป็น แล้วพ่นสีตามกรรมวิธีที่กำหนด บัสดัก ต้องยึดให้แข็งแรงพอที่จะไม่บิดงอได้ ถ้าเป็นช่วงยาวต้องยึด กับเพดานด้วย และต้องสามารถรับการขยายตัวและหดตัว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ด้วย

8. ฟิวส์และฐาน

8.1 ฟิวส์สำหรับป้องกันสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติและสวิตช์อื่น ๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด HRC ตามมาตรฐาน DIN 43620 และ VDE 0660 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 100 kA. ที่ 380 โวลต์ ฐานฟิวส์ให้ใช้ชนิด Triple - Pole ติดชิดกัน 3 อัน โดยมี Phase Barriers สำหรับฟิวส์ขนาด 224 แอมแปร์ขึ้นไป

8.2 ฟิวส์สำหรับระบบคอนโทรล และสำหรับป้องกันเครื่องวัดต่าง ๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน DIN 49360 และ 49515 , VDE 0635 ซึ่งสามารถป้องกันกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 kA. ที่ 380 โวลต์ฐานฟิวส์ใช้ชนิด Flush-Mounting สำหรับที่ติดกับฝาตู้ และชนิดธรรมดาสำหรับฟิวส์ที่ติดในตู้

9. ตะแกรงสำหรับเก็บแก๊สหรือแฟกเตอร์ ให้ใช้ชนิดที่มีสมบัติดังนี้

9.1 ชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 415 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ หรือตามที่กำหนดในแบบ

9.2 เป็นแบบ Noninflammable , Dry type

9.3 Enclosure Type P43 to DIN 40050 สำหรับขนาดถึง 30 kVAR และ P32 or P44 สำหรับ 40 และ 50kVAR

9.4 มี Discharge Resistors ติดให้ด้วย

9.5 สามารถใช้ได้ให้อุณหภูมิถึง 45 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

10. Automatic/Manual Power Factor Control ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้
 - 10.1 Reactive Power Regulator สามารถสับคะแปซิเตอร์เข้า-ออก ได้ไม่น้อยกว่า 6 ชั้น หรือตามแบบโดยสามารถรักษาระดับเพาเวอร์แฟกเตอร์ตามที่ตั้งไว้ได้โดยอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์สำหรับคะแปซิเตอร์
 - 10.2 Manual / Automatic Switch
 - 10.3 On and OFF push-button จำนวนเท่าคอนแทคเตอร์
 - 10.4 Indicator lights จำนวนเท่าคอนแทคเตอร์ และทำงานเมื่อสับเข้า
 - 10.5 HRC Fuses หรือสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ขนาดและจำนวนตามแบบ
 - 10.6 Contactors ขนาดและจำนวนตามแบบ
 - 10.7 Control Fuse

11. Magnetic Contactor
 - 11.1 คอนแทคเตอร์สำหรับคะแปซิเตอร์ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - 11.1.1 Tropicalized , Three-Phase , Air-Break Contactor , to VDE 0660 and IEC 158-1
 - 11.1.2 Coil Voltage 220 V 50 Hz.
 - 11.1.3 AC 1 Duty
 - 11.1.4 Contact rating เหมาะสมกับขนาดของคะแปซิเตอร์ที่ใช้ ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

 - 11.2 คอนแทคเตอร์สำหรับปิด-เปิดไฟแสงสว่าง ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - 11.2.1 Tropicalized , Air-Break Contactor , to 0660 and IEC 158-1
 - 11.2.2 Coil Voltage 220 V 50 Hz. หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 11.2.3 AC 1 Duty rated for Compensated Fluorescent and Tungsten Lamp Loads
 - 11.2.4 Contact rating ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในแบบ
 - 11.2.5 Auxiliary switch : 1 No.
 - 11.2.6 Protection Grade IPOO (DIN Standard)

12. Motor Staters
 - 12.1 Direct-On-Line (DOL) Starters ต้องมีคุณสมบัติดังนี้



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 12.1.1 Tropicalized , air-break contactor , with thermal overload release for all phases, to VDE 0660 and / or IEC 158-1
- 12.1.2 Coil Voltage ตามที่กำหนดในแบบ
- 12.1.3 AC 3 Duty
- 12.1.4 Contact Rating ตามขนาดมอเตอร์ (ไม่เกิน 3 kW) ที่กำหนดในแบบ
- 12.1.5 Auxiliary Switch อย่างน้อย 1 NO.
- 12.2 Automatic Star-Delta Starters ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - 12.2.1 Tropicalized , Air-break , Automatic Star-Delta Contactors, with thermal overload release for all phases
 - 12.2.2 Coil Voltage ตามที่กำหนดในแบบ
 - 12.2.3 AC 3 Duty
 - 12.2.4 Contact Rating ตามขนาดมอเตอร์ (4 kW. ขึ้นไป) ที่กำหนดในแบบ
 - 12.2.5 Auxiliary Switch อย่างน้อย 1 NO. ที่ Main Contactor และอื่น ๆ ตามที่จำเป็นต้องใช้สำหรับ Automatic Star-Delta Contactors
 - 12.2.6 Protection Grade : IPOO (DIN Standard)
- 13. Current Transformer (CT)
Secondary rated current : 5A, Primary Rating ตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class 1.0 หรือดีกว่า Tropical Proof , ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ Rated Burden ตามที่จำเป็นต้องใช้
- 14. Voltmeter
เป็นชนิดต่อตรง มีสเกลอ่านได้ 0-500 โวลต์ หรือตามแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 15. Voltmeter Switch (VS)
เป็นชนิดเลือกได้ 7 จังหวะ (RS-ST-TR-O-RO-SO-TO) สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟสและกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย หรือใช้ชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ (RS-ST-TR-O) สำหรับเฉพาะไฟ 3 เฟส 3 สาย
- 16. Ammeter ใช้ 2 ชนิด ตามที่กำหนดในแบบ ดังนี้
 - 16.1 Direct Connection Ammeter ขนาดและจำนวนตามที่กำหนดในแบบ Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
 - 16.2 CT Type Ammeter เป็นชนิดมีสเกลอ่านได้ตามขนาด Primary Current Rating เป็นแบบใช้ต่อกับ Current Transformer ชนิด 5 แอมแปร์ Secondary Rated Current, Accuracy Class 1.5 หรือดีกว่า
- 17. Ammeter Switch (AS)



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครูภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

เป็นชนิดเลือกได้ 4 จังหวะ เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิดด้วย (O-R-S-T) ทนกระแสไฟได้
ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์ สำหรับใช้กับอัมมิเตอร์แบบใช้ CT

18. Power Factor Meter

เป็นแบบสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส โดยตรงเข้ากับระบบไฟฟ้าแรงต่ำและ Current Transformers
ชนิด 5 แอมแปร์ Secondary Class 1.5 หรือดีกว่า

19. Frequency Meter

เป็นชนิด Vibrating Type (13 Reeds) สำหรับต่อเข้ากับระบบไฟ 380 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ วัดได้ระหว่าง 47-
53 Hz, Accuracy + 0.5 Hz (Accuracy Class 0.5)

20. Kilowatthour Meter (kWH)

เป็นชนิด 1 เฟส หรือ 3 เฟส แบบธรรมดา หรือ Maximum Demand Type ตามที่กำหนดสำหรับต่อตรงหรือใช้กับ
CT ระบบไฟฟ้า 380 / 220 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย หรือตามที่กำหนด Accuracy 2.5 % หรือดีกว่า ผ่านการทดสอบ
โดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

21. Indicator Lamps

ใช้ชนิดที่ผลิตตามมาตรฐาน DIN มีเลนส์สีด้านหน้า ใช้ 2 ชนิด ตามแรงดันไฟฟ้าดังนี้ :-

21.1 สำหรับ 220 โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ E14 และหลอดนีออน

21.2 สำหรับกระแสไฟ 24 โวลต์ ใช้ฐานหลอดแบบ BA 9 S หลอด 24 โวลต์ 3 วัตต์

21.3 สำหรับกระแสไฟตรง 24 โวลต์ ใช้แบบเดียวกับข้อ 21.2 แต่มีความต้านทาน (Dropping Resistor)
ลดแรงดันไฟฟ้าลงมาเป็น 24 โวลต์

22. Control Power Supply

ใช้ร่วมกันสำหรับอุปกรณ์ทางด้านไฟแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า และอุปกรณ์ทางด้านไฟแรงต่ำ โดยใช้ตามที่
กำหนดในแบบ ซึ่งจะเลือกใช้ 2 ชนิด ดังนี้

22.1 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ โดยจ่ายไฟจาก UPS นานไม่น้อยกว่า 15 นาที

22.2 ชนิดกระแสไฟตรง โดยมีเครื่องอัดแบตเตอรี่อัตโนมัติใช้ไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ และแบตเตอรี่อัดได้ชนิด
Sealed Lead-Acid หรือ Nickel-Cadmium ตามที่กำหนด แรงดันไฟฟ้าใช้ตามที่กำหนดในแบบ

23. Manual Transfer Switch (MTS)



เป็นสวิตช์สับเลือกสองทาง (Double-Throw) แบบ Load-Break และมี Arc Chambers ขั้วต่อสายเป็นแบบ สำหรับใช้กับบัสบาร์ และมี Auxiliary Switch สำหรับใช้กับ Indicating Lights เพื่อแสดงตำแหน่งของสวิตช์

24. Automatic Transfer and Bypass-isolation Switch

24.1 เป็นแบบใช้กับไฟ 3 เฟส 50 เฮิร์ตซ์ 380 โวลต์ มีฟังก์ชันกระแสใช้งานต่อเนื่องได้ตามที่กำหนด ซึ่งสามารถ ใช้งานได้ดีกับโหลดทุกประเภท โดยอุปกรณ์ทั้งคู่ให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกัน ที่ได้ประกอบสำเร็จและผ่านการ ทดสอบการทำงานจากโรงงานผู้ผลิตแล้วเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่มีจำหน่ายทั่วไป(ห้ามนำสวิตช์ตัดตอน คอนแทคเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุมมาประกอบขึ้นเองเป็น ATS เว้นแต่จะกำหนดให้เป็นกรณีพิเศษ) และ ต้องเป็น Mechanically Interlock, Mechanically Held, Electrically Operated, Solid State Control ซึ่งทำงานได้ครบถ้วนตามข้อกำหนดมาตรฐาน อุปกรณ์ชุดนี้ต้องมีส่วนที่สามารถ Bypass และแยกโหลด เพื่อใช้ในการทดสอบหรือบำรุงรักษา Automatic Transfer Switch และชุดควบคุมได้ แต่ต้องมีการป้องกัน ไม่ให้มีการจ่ายไฟขนานกัน การ Bypass นี้จะไม่ทำให้การจ่ายไฟขาดตอนไม่ว่าขณะนั้นจะใช้ไฟจากกรณี ปกติ หรือกรณีฉุกเฉิน

24.2 ชุดควบคุมการทำงานเป็นแบบ Solid State ซึ่งควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติ และมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

24.1.1 Engine Start/Stop Relay สำหรับสตาร์ทและหยุดเครื่อง มีคอนแทค 1 อัน ซึ่งจะสตาร์ทเครื่อง เมื่อเปิดและดับเครื่องเมื่อเปิด

24.1.2 Normal Differential Voltage Sensing Relay ตั้งได้ระหว่างร้อยละ 75-98 ของแรงดันปกติ ต้องทำงานไม่ว่าไฟในเฟสหนึ่งเฟสใดตกกว่าร้อยละ 85 ของแรงดันปกติ (380/220 โวลต์)

24.1.3 Engine Starting Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0-30 วินาที สำหรับช่วงระยะเวลาที่จะเริ่มสตาร์ท เครื่องหลังจาก Voltage Sensing Relay ทำงานแล้ว

24.1.4 Normal-To-Emergency Time Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0-30 วินาที สำหรับช่วงระยะเวลา ก่อนที่สวิตช์จะสับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งแรงดันและความถี่อยู่ในระดับที่ใช้งานได้แล้ว

24.1.5 Emergency Voltage Relay ตั้งได้ระหว่างร้อยละ 85-100 ของแรงดันปกติ สำหรับป้องกันสวิตช์ สับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จนกว่าแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเป็นร้อยละ 90 ของแรงดันปกติ

24.1.6 Frequency Relay ตั้งได้ระหว่างร้อยละ 90-100 ของความถี่ปกติ สำหรับป้องกันสวิตช์ สับเปลี่ยนไปใช้ไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จนกว่าความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะอยู่ระหว่าง 48 ถึง 52 เฮิร์ต แล้วจึงจะทำงาน

24.1.7 Emergency -To-Normal Time Delay Relay ตั้งได้ระหว่าง 0-4 นาที สำหรับช่วงระยะเวลา ก่อนที่สวิตช์จะสับกลับไปใช้เป็นปกติ



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 24.1.8 Engine Cool-Off Timer ตั้งได้ระหว่าง 0-5 นาที สำหรับถ่วงระยะเวลาการดับเครื่องหลังจาก
สวิตช์สับกลับไปใช้ไฟปกติแล้ว
- 24.1.9 Function Selector Switch สำหรับเลือกการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสวิตช์สับเปลี่ยนมี
3 จังหวะ ดังนี้
- (1) " ENG OFF " เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะไม่ทำงานไม่ว่าในกรณีใด
 - (2) " AUTO " ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติตามปกติ
 - (3) " TEST WITH TRANSFER " สำหรับทดสอบระบบการทำงานโดยสมมุติว่าไฟปกติเสีย
และสวิตช์จะทำงานเหมือนกับจังหวะ " AUTO " ทุกประการ
 - (4) " TEST WITHOUT TRANSFER " สำหรับทดสอบระบบการทำงานโดยสมมุติว่าไฟปกติ
เสีย และสวิตช์จะไม่มีสับเปลี่ยน
- 24.1.10 Auxiliary Contact ชนิด DPDT อย่างน้อย 2 ชุด ติดที่ " NORMAL " 1 ชุด " เพื่อทำงานร่วมกับ
Transfer Switch ส่วนจำนวนที่แท้จริงจะระบุในแบบ
- 24.1.11 Engine-Generator Exercise Timer เพื่อเดินเครื่องโดยไม่สับเปลี่ยนไปจ่ายโหลด ตั้งให้เครื่อง
เดินทุกสัปดาห์ ครั้งละ 0-15 นาที
25. หนังสือคู่มือบำรุงรักษา
ต้องจัดรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ วิธีใช้ และบำรุงรักษา (Specifications Instruction and Maintenance
Manuals) เป็นภาษาไทย และ / หรือภาษาอังกฤษ สาม (3) ชุด มอบแก่ผู้ว่าจ้างก่อนรับเงินงวดสุดท้าย
26. การติดตั้งแผงสวิตช์จ่ายไฟ
- 26.1 เมื่อมีการส่งแผงสวิตช์จ่ายไฟมายังสถานที่ก่อสร้าง ผู้รับจ้างตรวจดูหีบห่อที่บรรจุแผงสวิตช์จ่ายไฟมาว่า
ไม่มีการเสียหาย โดยตรวจดูก่อนนำหีบห่อลงจากพาหนะที่ขนมา ถ้าพบว่าหีบห่อบรรจุเสียหาย หรือ
เปียกน้ำและแผงสวิตช์จ่ายไฟ อาจจะเป็นอันตรายได้ ผู้รับจ้างต้องให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับทราบไว้ก่อน
เพื่อประโยชน์ทางการประกันการขนส่ง ในกรณีที่มีการส่งแผงสวิตช์จ่ายไฟมาโดยไม่ได้บรรจุหีบห่อ
ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบสภาพทั่วไปของแผงสวิตช์จ่ายไฟ ก่อนนำลงจากพาหนะที่ขนส่ง ถ้าพบว่ามีความเสียหาย
เช่น บวมสีถลอก หรืออื่น ๆ ต้องให้ผู้ทำการขนส่งลงนามรับทราบเช่นเดียวกัน ถ้าแผงสวิตช์จ่ายไฟมีการ
เสียหายเนื่องจากการขนส่ง และผู้รับจ้างไม่ได้ให้ผู้ทำการขนส่งรับทราบไว้เป็นลายลักษณ์อักษร ผู้รับจ้าง
ต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าเสียหายที่เกิดขึ้นเอง
- 26.2 ให้เก็บแผงสวิตช์จ่ายไฟ ไว้ตรงที่ ๆ จะติดตั้ง เพื่อไม่ให้ต้องเคลื่อนย้ายมากครั้งโดยไม่จำเป็น และอาจจะ
ทำให้แผงสวิตช์จ่ายไฟเสียหายได้ ถ้ามีความจำเป็นอันทำให้ยังนำแผงสวิตช์จ่ายไฟเข้าเก็บยังที่ติดตั้งไม่ได้
ผู้รับจ้างต้องเก็บแผงสวิตช์จ่ายไฟไว้ในที่ ๆ ไม่มีความเปียกชื้น และต้องจัดวิธีการที่ป้องกันแผงสวิตช์
จ่ายไฟไม่ได้รับความเสียหายใด ๆ ก็ได้ ถ้าเกิดความเสียหายขึ้นกับแผงสวิตช์จ่ายไฟในช่วงระหว่างที่
เก็บไว้จนถึงระหว่างที่กำลังทำการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อค่าเสียหายทุกประการ



หมวดที่ 4 อุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 26.3 ระหว่างที่ทำการติดตั้งหรือก่อนจ่ายไฟเข้าแผงสวิตช์จ่ายไฟ ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบว่า มิติของแผงสวิตช์จ่ายไฟถูกต้องตามแบบ ขนาดและจำนวนของอุปกรณ์ที่อยู่ในแผงสวิตช์จ่ายไฟทุกอย่างถูกต้องตามแบบ การต่อวงจรถูกต้องและที่ต่อทุกแห่งแน่นและมั่นคง ถ้ามีสิ่งใดไม่ถูกต้อง ต้องแก้ไขหรือแจ้งให้ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบตามสัญญาฯ มาแก้ไขให้ถูกต้องเสียก่อน
 - 26.4 ผู้รับจ้างต้องทำฐานสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟ โดยทำเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กตรงที่ๆ กำหนดในแบบสูงจากพื้นห้องที่ตั้งแผงสวิตช์จ่ายไฟขึ้นมาอีก 50 มม. ฐานต้องกว้างและยาวกว่าตัวตู้โลหะทุกด้านๆ ละ 30 มม. ด้านข้างของฐานทุกด้านต้องเรียบและตรง ผิวของฐานด้านบนทำเป็นแบบคอนกรีตขัดมัน เมื่อทำฐานเสร็จแล้ว ให้ทาด้วยสีน้ำมันชนิดที่ใช้สำหรับทาพื้นคอนกรีตให้ทั่วทุกด้าน
 - 26.5 ให้ยึดแผงสวิตช์จ่ายไฟกับฐานคอนกรีตด้วย Expansion Bolts
 - 26.6 จากจุดที่แผงสวิตช์จ่ายไฟที่ทำเตรียมไว้สำหรับต่อลงดินและจากบัสบาร์ เส้นศูนย์ของแผงสวิตช์จ่ายไฟให้ต่อลงดินที่ Electrode ในแต่ละกรณีต้องใช้สายดินแยกกัน สายดินให้ใช้สายทองแดงขนาด 16 มม. หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 26.7 อุปกรณ์ต่างๆ ในแผงสวิตช์จ่ายไฟที่จะต้องมีการปรับค่า เมื่อเริ่มทดลองจ่ายไฟ เช่น การปรับค่า Ampere Trip ของสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ปรับจนได้ค่าตามต้องการ
 - 26.8 แผงสวิตช์จ่ายไฟต้องได้รับการตรวจและทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องจัดอำนวยความสะดวกในการตรวจ ถ้าหากมีสิ่งใดต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
 - 26.9 ให้จัดทำสายดินขนาดตาม NEC ข้อ 250 จากท่อร้อยสายป้อนที่เป็นโลหะ บัสเวย์รางร้อยสาย รางเดินสาย ต่อลงดินที่บัสของแผงสวิตช์จ่ายไฟ
27. การทดสอบ
- อุปกรณ์ทั้งหมดต้องได้รับการตรวจทดสอบโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดต่างๆ ให้ตามที่ทำการไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขหรือเปลี่ยน เพื่อให้ผ่านการตรวจดังกล่าวผู้รับจ้างต้องทำให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม



หมวดที่ 5 รางเดินสาย

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 5

รางเดินสาย

1. รางเดินสาย CABLE LADDER & CABLE TRAY (HOT - DIP GALVANIZED, LH AND VH TYPE)
 - 1.1 รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย และได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 : 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำ และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อ และเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ เห็นได้ชัดเช่น
 - 1.2 การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC CODE ARTICLE 18 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA และกฎของการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-45
 - 1.3 รางเดินสาย CABLE LADDER จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ความหนาสังกะสีต่ำสุด 65 Micron ตามมาตรฐาน BS 729 หรือ ASTM 123
 - 1.3.1 ด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E-SHAPE) ความหนาเหล็ก ดังนี้
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 1.3.2 ลูกชั้น (RUNG) ขนาด 40x20 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัวซี (C-SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 1.3.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.
 - 1.4 รางเดินสาย (CABLE TRAY) ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสี (HOT - DIP GALVANIZED) ความหนาเหล็กสังกะสีต่ำสุด 65 Micron ตามมาตรฐาน BS 729 หรือ ASTM 123
 - 1.4.1 โดยมีขอบด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm. เป็นรูปตัวอี (E-SHAPE)
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 1.4.2 ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีรูระบายอากาศ (VENTILATED AND CORRUGATED) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ด้านพื้นทั้งหมด
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 1.4.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.
 - 1.5 รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่าง SUPPORT (SPAN) เท่ากับ 2.0 M. ไม่น้อยกว่า 200 kg/m. ที่ UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยว และผ่านการทดสอบมาตรฐาน NEMA VE 1 CLASS 8 C โดยได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ภายในประเทศ



หมวดที่ 5 รางเดินสาย

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 1.6 ขนาดมาตรฐานความกว้าง (WIDTH) ของรางเดินสายต้องเป็นความกว้างระหว่าง 200-1000 mm.
 - 1.7 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้
2. รางเดินสาย CABLE LADDER & CABLE TRAY (EPOXY/POLYESTER POWDER PAINT, LP AND VP TYPE)
- 2.1 รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย และได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 : 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำ และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือรางเดินสายแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อ และเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตให้เห็นได้ชัดเจน
 - 2.2 การติดตั้งรางเดินสาย และจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนดใน NEC CODE ARTICLE 318 และผลิตตามมาตรฐาน BS, NEMA และกฎของการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-45
 - 2.3 รางเดินสาย CABLE LADDER จะต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธี ชุบ Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น EPOXY/POLYESTER ความหนาสี 60-80 Micron.
 - 2.3.1 ด้านข้าง(SIDERAIL) สูง 100 mm ด้านตัดเป็นรูปตัวอี (E- SHAPE) ความหนาเหล็ก 2.0 mm.
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 2.3.2 ลูกชั้น (RUNG)ขนาด 40x20 mm. ด้านตัดเป็นรูปตัวซี (C- SHAPE) เพื่อการรับน้ำหนักตามมาตรฐานกำหนด
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 2.3.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.
 - 2.4 รางเดินสาย (CABLE TRAY) ต้องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธีชุบ Electroplated Zinc และพ่นสีทับด้วยสีฝุ่น EPOXY/POLYESTER ความหนาสี 60-80 Micron.
 - 2.4.1 โดยมีขอบด้านข้าง (SIDERAIL) สูง 100 mm. เป็นรูปตัวอี (E- SHAPE)
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 2.4.2 ด้านพื้น (BOTTOM PLATE) เป็นโลหะลูกฟูกมีระบายอากาศ (VENTILATED AND CORRUGATED) ไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ด้านพื้นทั้งหมด
 - ความหนาเหล็ก 1.6 mm. สำหรับความกว้าง 200 - 500 mm.
 - ความหนาเหล็ก 2.0 mm. สำหรับความกว้าง 600 - 1000 mm.
 - 2.4.3 ความยาวมาตรฐาน 3000 mm.



หมวดที่ 5 รางเดินสาย

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.5 รางเดินสายจะต้องรับน้ำหนักสายไฟฟ้าที่ระยะห่างSUPPORT (SPAN) เท่ากับ 2.0 M. ไม่น้อยกว่า 200 kg/m. ที่ UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD โดยไม่เกิดการบิดเบี้ยว
 - 2.6 ขนาดมาตรฐานความกว้าง (WIDTH) ของรางเดินสายต้องเป็นความกว้างระหว่าง 200-1000 mm.
 - 2.7 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้
3. รางเดินสาย WIREWAY (PAINTING , WP TYPE)
- 3.1 รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย และได้รับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 : 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายไฟแต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ ๆ เห็นได้ชัดเจน
 - 3.2 มาตรฐานการผลิตรางเดินสายให้กำหนดตามมาตรฐาน BS 4678 (class 2) , NEMA NO. VE1, กฎการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-45
 - 3.3 การติดตั้งรางเดินสายและจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนด NEC CODE, ARTICLE 318
 - 3.4 รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิด COLD ROLLED MILD STEEL SHEET หรือ HOT ROLLED MILD STEEL SHEET ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยการชุบ ZINC PHOSPHATE แล้วพ่นทับด้วยสี EPOXY POWDER โดยกรรมวิธี ELECTRO-STATIC ความหนาของรางเดินสาย มีดังนี้

TYPE WP (WxHxL)	Minimum nominal thickness of body with return flange(mm)	Minimum nominal thickness of cover(mm)
WP 75x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WP 100x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WP 100x75x2440	T = 1.0	T = 1.0
WP 100x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WP 150x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WP 200x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WP 250x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 300x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 350x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 400x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 450x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 500x100x2440	T = 2.0	T = 1.6

STANDARD LENGTH : 2440 mm.



หมวดที่ 5 รางเดินสาย

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 3.5 การทดสอบ Salt Spray Resistance Test ตามมาตรฐาน ISO 7253 มากกว่า 1440 ชั่วโมง โดยผ่านการรับรองผลการทดสอบจากสถาบันหรือองค์กรที่เชื่อถือได้
4. รางเดินสาย WIREWAY (PAINTING , WP TYPE)
- 4.1 รางเดินสายจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตในประเทศไทย และได้รับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 : 2000 ซึ่งได้ผลิตรางเดินสายอยู่เป็นประจำและเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ รางเดินสายไฟ แต่ละท่อนจะต้องแสดงชื่อเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตไว้ในที่ ๆ เห็นได้ชัดเจน
- 4.2 มาตรฐานการผลิต รางเดินสายให้กำหนดตามมาตรฐาน BS 4678(class 2), NEMA NO. VE1, กฎการไฟฟ้าและมาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-45
- 4.3 การติดตั้งรางเดินสายและจำนวนสายให้ใช้กฎและวิธีการตามที่กำหนด NEC CODE, ARTICLE 318
- 4.4 รางเดินสายต้องผลิตจากเหล็กมาตรฐานชนิด GALVANIZED STEEL SHEET ความหนาของรางเดินสายมีดังนี้

TYPE WP (WxHxL)	Minimum nominal thickness of body with return flange(mm)	Minimum nominal thickness of cover(mm)
WP 75x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WP 100x50x2440	T = 1.0	T = 1.0
WP 100x75x2440	T = 1.0	T = 1.0
WP 100x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WP 150x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WP 200x100x2440	T = 1.2	T = 1.2
WP 250x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 300x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 350x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 400x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 450x100x2440	T = 1.6	T = 1.6
WP 500x100x2440	T = 2.0	T = 1.6

STANDARD LENGTH : 2440 mm



หมวดที่ 6 สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มห.ศูนยรังสิต
(โรงเรียนสาริตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 6

สายไฟฟ้าแรงต่ำชนิดทนไฟ (FIRE RESISTANT CABLE) และชนิด LSOH (FLAME RETARDANT CABLE)

1. ความต้องการทั่วไป

ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ สายนำไฟฟ้าจะต้องยังคงรักษาสภาพการนำไฟฟ้าที่แรงดันและกระแสในสภาวะที่ปกติ และวัสดุที่ใช้ทำสายไฟฟ้า จะต้องไม่เชื้ออำนาจต่อการ ติดไฟ, ลามไฟ และสายไฟจะต้องไม่ก่อกำเนิดปริมาณควันที่เป็นอันตราย และรวมถึงแก๊สพิษและกรดแก๊สจากธาตุในหมู่ HOLOGEN

2. ลักษณะของสายไฟ

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

- สามารถนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้เป็นปกติในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ตามมาตรฐาน BS 6387 C..W. Z. โดยมีผลทดสอบแยกกันดังนี้
 - ข้อกำหนด C ที่อุณหภูมิ 950°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
 - ข้อกำหนด W ให้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 650° C เป็นเวลา 15 นาที แล้ว พ่นด้วยน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 15 นาที
 - ข้อกำหนด Z สายไฟต้องยังสามารถนำไฟฟ้าได้เป็นปกติขณะที่กระทำด้วย แรงกลจากภายนอกที่อุณหภูมิ 950° C เป็นเวลา 15 นาที
- สายไฟมีค่าแรงดัน 0.6 / 1KV (เพาเวอร์/คอนโทรล)
- สายไฟมีค่าแรงดัน 300/500 (สายสื่อสาร)
- สายไฟต้องผ่านการทดสอบที่แสดงว่าไม่เชื้ออำนาจต่อการลามไฟของสายไฟตามมาตรฐาน
 - IEC 332-1
 - IEC 332-3 A B C
 - VDE 0472 Part 804/C
- ปริมาณควันไฟ เมื่อสายถูกเผาไฟไหม้ ควันที่เกิดขึ้นจะต้องยอมให้ปริมาณแสงผ่านได้ไม่น้อยกว่า 70 %
 - IEC 1034-2
- ปริมาณ HALOGEN เป็นศูนย์



- IEC 754-1
 - ค่าความเป็นกรด ต่างที่เหมาะสม
 - IEC 754-2
 - ไม่มีแก๊สพิษต่างๆ
 - NFC20-454
 - NES 713
 - เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระยะการลามไฟจะน้อยเมื่อค่าความร้อนของฉนวนที่ไหม้น้อยกว่า 8500 BTU หรือ 20 KJ// GRAM
 - ความสามารถต่อการลัดวงจร และการใช้เกินกระแสพิกัดสายไฟจะต้องทนที่อุณหภูมิ 250๐ C เป็นเวลา 5 วินาที และ 200๐ C เป็นเวลา 15 วินาที
 - การควบคุมคุณภาพ บริษัทผู้ผลิตสายไฟเหล่านี้ จะต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานประกันคุณภาพ ISO 9001, LPCB
 - อุปกรณ์ขั้วต่อสาย จะต้องมีการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติทนไฟเหมือนกับสาย
 - สายไฟ ชนิด FLAME RETARDANT (LSOH) ให้ผลิตตามมาตรฐานข้างต้น โดยยกเว้นการมี Glass Mica
3. การติดตั้ง
- สายไฟชนิดทนไฟ และชนิด LSOH ให้ติดตั้งบนรางเดินสาย CABLE TRAY หรือ WIRE WAY หรือ เดินในท่อโลหะ การจัดวางจะต้องไม่ทำให้เกิดการนำกระแสไฟลดลงแต่อย่างไรกรณีเดินในรางจะต้องรัดสายด้วย สายรัดชนิด STAINLESS การจัดวางสายและระยะทางของสายเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด



หมวดที่ 7 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (The Fire Alarm System)

1. ความต้องการทั่วไป
 - 1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Multiplex System หรือ Addressable System หรือ Semi Addressable ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL Listed หรือ JFEII หรือมาตรฐานอื่นที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ โดยผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายต้องเป็นบริษัทที่เชื่อถือได้และได้รับมาตรฐาน ISO 9000 อุปกรณ์ในระบบต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
 - 1.2 ระบบต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก อย่างน้อยดังนี้
 - 1.2.1 ตู้ควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm Control Panel: FCP)
 - 1.2.2 ตู้แยกแจ้ง (Fire Annunciator)
 - 1.2.3 อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเพลิงไหม้ (Signal Initiating Devices)
 - 1.2.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (Audible Alarm Devices)
 - 1.2.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ (Other Devices)
 - 1.3 สายไฟฟ้าที่เดินระหว่าง FCP กับ Addressable Modules และ Addressable Detectors เป็นระบบ Multiplex Wiring ส่วนสายไฟฟ้าที่เดินระหว่าง Addressable Module ไปยังอุปกรณ์อื่นๆ เป็นระบบ Hard-Wiring โดยใช้สาย THW ขนาดตามที่ระบุในแบบ
 - 1.4 ระบบต้องมีโทรศัพท์ติดต่อกันได้ระหว่าง FCP และจุดรับสัญญาณโทรศัพท์ (Telephone Outlet) ที่ระบุในแบบ
2. การทำงานของระบบ
 - 2.1 เมื่อมีสัญญาณเพลิงไหม้ส่งมาจาก Address ใดๆ มาอยู่ที่ FCP จะเกิดสัญญาณเสียงเตือนที่ FCP และ FCP จะแสดงรายละเอียด Loop และ Address นั้นๆ ในขณะเดียวกันจะมีฟังก์ชันหน่วงเวลา สำหรับตรวจสอบสัญญาณดังนี้ :-
 - ในกรณีที่ใช้ Conventional Detectors : เมื่อมีสัญญาณจาก Detector จะใช้เวลาตรวจสอบประมาณ 60 วินาที ภายในช่วงเวลาดังกล่าวถ้าไม่มีสัญญาณเพลิงไหม้อีก FCP จะรีเซ็ตตัวเองอัตโนมัติ แต่ถ้ามีสัญญาณดังกล่าวเกิดขึ้นอีกใน Address เดิม FCP จะยอมรับสัญญาณเพลิงไหม้
 - ในกรณีที่ใช้ Addressable Detectors: เมื่อสัญญาณเพลิงไหม้ส่งมาสำหรับ Heat Detectors จะใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีในการตรวจสอบและ Smoke Detectors จะใช้เวลาการตรวจสอบประมาณ 60 วินาที ภายในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าไม่ใช่สัญญาณเพลิงไหม้ FCP จะรีเซ็ตตัวเองโดยอัตโนมัติ



หมวดที่ 7 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.2 ในกรณีที่เป็นสัญญาณเพลิงไหม้จริง หน้าจอ LCD Display ที่ FCP จะแสดง Address ที่เกิดเพลิงไหม้ พร้อมข้อความแสดงรายละเอียดของ Address และมีสัญญาณเสียงดังขึ้นด้วยพร้อมหลอดไฟ Alarm ติดกระพริบที่ตู้ Annunciator จะแสดงไฟติดกระพริบบนโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
 - 2.3 ผู้ควบคุมจะต้องสามารถที่จะเลือกการส่งเสียงสัญญาณแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนต่างๆที่ต้องการได้โดยการตั้งโปรแกรมที่ FCP
 - 2.4 ผู้ควบคุมจะต้องสามารถปิดเสียงสัญญาณเตือนที่ FCP ได้โดยการกดปุ่ม Acknowledge แต่หน้าจอ LCD Display จะยังคงแสดงสถานะเดิมอยู่และหลอดไฟ Alarm ติดค้างจนกว่าจะมีการแก้ไขระบบให้เข้าสู่สภาวะปกติและกดปุ่ม รีเซ็ตที่ FCP เพื่อให้ผู้ควบคุมฯ กลับเข้าสู่สภาวะปกติ
 - 2.5 ระบบจะต้องมี Portable Telephone สำหรับติดต่อกันระหว่างจุดรับสัญญาณโทรศัพท์ (Telephone Outlet), ตู้แยกแจ้ง (Fire Annunciator) กับ FCP
 - 2.6 ระบบจะต้องสามารถส่งสัญญาณควบคุมการเปิด-ปิด ไปยังระบบอื่นๆ ได้ เช่น ลิฟท์, Damper, Fire Pump, Pressurizing Fan และอื่นๆ ที่จำเป็น
 - 2.7 ระบบจะต้องสามารถเก็บบันทึกข้อมูลได้อย่างน้อย 1000 เหตุการณ์ และสามารถต่อเครื่องพิมพ์ เพื่อพิมพ์แสดง ข้อมูลที่ได้นับที่ไว้
 - 2.8 ระบบจะต้องมีฟังก์ชันการตรวจสอบการขี้อัด หรือ การขาดของสายส่งสัญญาณต่างๆ สำหรับ Detectors, Data Transmission, Addressable Modules, Power Supply และ อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ ตลอดเวลา
 - 2.9 ระบบจะต้องสามารถแสดงค่าสัญญาณที่วัดได้จาก Addressable Detectors เช่น ค่าระดับความเข้มข้นของควัน (%/m) และอุณหภูมิ (°C)
 - 2.10 ระบบจะต้องสามารถรับสัญญาณ N.O.Contact จากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อทำการตรวจสอบสภาวะการทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง
 - 2.11 ระบบจะต้องสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดสุ่มตัวอย่าง (VESDA) ผ่านสายสัญญาณหลัก (Addressable Loop) ได้โดยตรง
 - 2.12 ผู้ควบคุมฯจะต้องสามารถเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายได้สูงสุดได้ 64 ตู้ผ่านการเดินสายระบบ LAN และมีอุปกรณ์สามารถต่อเชื่อมได้ด้วยสายเคเบิลใยแก้ว
 - 2.13 ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับผู้ควบคุมระบบแจ้งประกาศฉุกเฉิน (Voice Evacuation System) ได้
3. ความต้องการด้านเทคนิค
- 3.1 ผู้ควบคุมระบบแจ้งเตือนเพลิงไหม้ (Fire Alarm Control Panel: FCP) มีส่วนประกอบดังนี้-
 - 3.1.1 Main Control Unit เป็นแผงควบคุมการทำงานของระบบ ชุดควบคุม 1 Loop ต่ออุปกรณ์ได้ 255 Address สามารถต่อชุดแผงควบคุมเพิ่มได้อีก 3 Loop มีจำนวน Address สูงสุด 1020 Address ต่อ 1 FCP แผงควบคุม ประกอบด้วยชุดแสดงผลและชุดควบคุมการทำงานอย่างน้อยดังนี้



หมวดที่ 7 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- LCD Display เป็นจอภาพขนาด 120 ตัวอักษร (30 ตัวอักษร x 4 แถว) สำหรับแสดงข้อมูลการทำงานต่างๆ เช่น ตำแหน่ง Address ,ชนิดของอุปกรณ์ที่ทำงาน, รายละเอียดลำดับและจำนวนที่เกิดเหตุการณ์
- ชุดปุ่มควบคุมการทำงานต่างๆประกอบด้วย :
 - ปุ่ม Acknowledge กดเพื่อทำการตอบการรับรู้สัญญาณเตือนที่เกิดขึ้นและตัดสัญญาณเสียงเตือนที่ FCP
 - ปุ่ม Silence กดเพื่อตัดการทำงานจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
 - ปุ่ม Drill กดเพื่อตัดการทำงานจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทุกตัวในระบบ
 - ปุ่ม System Reset กดเพื่อทำการรีเซ็ตระบบให้กลับสู่สภาวะปกติ
 - ปุ่ม ลูกศร ขึ้น-ลง-ซ้าย-ขวา ใช้ควบคุมการทำงานของหน้าจอในการดูและแก้ไขรายละเอียดต่างๆ
 - ปุ่ม ตัวเลข 1-10 ใช้สำหรับป้อนค่าตัวเลขในเมนู
 - ปุ่ม Esc ใช้ในการยกเลิกการป้อนค่าตัวเลขหรือใช้ในการย้อนกลับไปดูเมนูก่อนหน้า
 - ปุ่ม Enter ใช้ในการยืนยันการป้อนค่าตัวเลขหรือใช้ในการเข้าไปดูรายละเอียดในเมนู
- ชุดหลอดไฟแสดงการทำงานต่างๆประกอบด้วย :
 - AC Power Lamp เป็นหลอดไฟสีเขียวแสดงสถานะเมื่อมีไฟ AC จ่ายเข้ามาในระบบ
 - Standby Power Lamp เป็นหลอดไฟสีเขียวแสดงสถานะเมื่อระบบใช้ไฟสำรอง DC จากแบตเตอรี่ในกรณีที่แหล่งจ่ายไฟหลักดับไป
 - Alarm Lamp เป็นหลอดไฟสีแดงแสดงสถานะแจ้งเหตุเพลิงไหม้
 - Pre-Alarm Lamp เป็นหลอดไฟสีแดงแสดงสถานะเมื่อเกิดสัญญาณ Pre-Alarm
 - Supervisory Lamp เป็นหลอดไฟสีเหลืองแสดงการตรวจจับสถานะอุปกรณ์ภายนอกที่ ต้องการตรวจสอบ
 - Trouble Lamp เป็นหลอดไฟสีเหลืองแสดงสถานะเมื่อเกิดปัญหาขึ้นในระบบ
 - Silenced Lamp เป็นหลอดไฟสีเหลืองแสดงสถานะเมื่อระบบมีปัญหาเกิดขึ้น

3.2 ตู้แยกแจ้ง (Fire Annunciator) แบ่งตามการใช้งาน 2 ประเภทดังนี้ :

- 3.2.1 ตู้ LCD Remote Annunciator มีหน้าจอเมนูชนิด LCD สำหรับแสดงข้อมูลต่างๆ จาก FCP มีสวิทช์ควบคุมหลักประกอบด้วย Acknowledge, Silence, Drill และ System Reset. พร้อมหลอดไฟแสดงสถานะดังนี้ Power, Alarm, Pre-Alarm, Supervisory, Trouble และ Silenced ทำติดต่อกับ FCP ส่งผ่านทาง Serial Port RS-485
- 3.2.2 ตู้ Graphic Annunciator ประกอบด้วยแผงผังแสดงรูปโดยอาคาร มี LED Lamp สำหรับบอกตำแหน่ง หรือโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ มี Buzzer และสวิทช์ตัดเสียงประกอบอยู่บนตู้ และติดต่อกับ FCP ผ่านทาง Serial Port RS-485



- 3.3 อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเพลิงไหม้ (Signal Initiating Devices)
- 3.3.1 Addressable Module for Initiating Device เป็นอุปกรณ์โมดูลที่รับสัญญาณจาก Detector และ Contact Device ขึ้นมาได้ มี LED 2 จุดแสดงสถานะการทำงาน Normal และ Alarm or Trouble
- 3.3.2 Addressable Module for Manual Station เป็นอุปกรณ์โมดูลที่ใช้รับสัญญาณจาก อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ ด้วยมือ (Manual Alarm Station) มี LED 2 จุดแสดงสถานะการทำงาน Normal และ Alarm or Trouble สามารถติดตั้งเข้ากับด้านหลังอุปกรณ์แจ้งเหตุได้โดยตรง
- 3.3.3 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) เป็นชนิด Photoelectric มี Response Lamp แสดงสถานะการทำงานพื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 150 ตารางเมตร Operating Temperature อยู่ในช่วง -15°C ถึง 55°C สำหรับอุปกรณ์ชนิด Analog Addressable จะต้องสามารถปรับตั้งค่า Sensitivity ได้ตามที่โปรแกรม
- 3.3.4 อุปกรณ์ตรวจจับควันระยะไกล (Projected Beam Smoke Detector) ประกอบด้วยชุดส่ง (Transmitter) และชุดรับสัญญาณแสง (Receiver) สามารถตรวจจับได้ระยะทางตั้งแต่ 5 ถึง 100 เมตร Operating Temperature อยู่ในช่วง -10°C ถึง 55°C
- 3.3.5 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) ชนิด Fixed Temperature มี Response Lamp แสดงสถานะการทำงานพื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 70 ตารางเมตร ตรวจจับสัญญาณที่อุณหภูมิ 65°C Operating Temperature อยู่ในช่วง -15°C ถึง 45°C สำหรับอุปกรณ์ชนิด Analog Addressable จะต้องมี Thermistor เป็น Sensor อ่านค่าอุณหภูมิเพื่อส่งเป็นข้อมูลให้ FCP
- 3.3.6 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) เป็นชนิด Combination Type หรือชนิด Rate-of-Rise มี Response Lamp แสดงสถานะการทำงานพื้นที่ตรวจจับไม่น้อยกว่า 70 ตารางเมตร ตรวจจับสัญญาณเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงขึ้นอย่างรวดเร็วเกินกว่า 15°C (Rate-of-Rise) หรือเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 57°C Operating Temperature อยู่ในช่วง -10°C ถึง 50°C สำหรับอุปกรณ์ชนิด Analog Addressable จะต้องมี Thermistor เป็น Sensor อ่านค่าอุณหภูมิเพื่อส่งเป็นข้อมูลให้ FCP
- 3.3.7 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือ (Manual Alarm Station) วัสดุทำด้วยโลหะ รูปทรงสี่เหลี่ยม มีอักษร PULL และ FIRE เห็นได้อย่างชัดเจน เมื่อดึงแล้วสามารถรีเซ็ตได้โดยใช้กุญแจไข
- 3.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ (Audible Alarm Devices)
- 3.4.1 Addressable Module for Output Type เป็นอุปกรณ์โมดูลที่ใช้ส่งไปยังอุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือน มี LED 2 จุดแสดงสถานะการทำงาน Normal และ Alarm or Trouble มีให้เลือกใช้ได้ 2 ประเภทคือ ชนิด Wet Output 24 VDC และ ชนิด Dry Contact Rating 2 A at 30 VDC



หมวดที่ 7 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มท. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 3.4.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียง เป็นแบบกระดิ่ง (Bell) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. ชนิด Motor-Driven ตัวกระดิ่งทำด้วย Die Cast Alloy สีแดง ใช้แรงดัน 24 V.DC., 10 mA ระดับความดังไม่น้อยกว่า 90 dB ที่ระยะ 1 เมตร
- 3.4.3 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแสงชนิดไฟกระพริบแจ้งเตือน (Strobe Light) เป็นชนิดติดผนังสีแดงใช้กับแรงดัน 24VDC สามารถปรับเลือกระดับความเข้มของแสงได้ที่ 15cd, 30cd, 75cd และ 110cd
- 3.4.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงพูดฉุกเฉิน (Speaker & Speaker strobes)

ในกรณีที่มีระบบตู้ควบคุมระบบแจ้งประกาศฉุกเฉิน (Voice Evacuation System) ให้ใช้ลำโพงชนิด ดังนี้
(1) ลำโพงแบบกลมหรือสี่เหลี่ยม ทำสำหรับติดตั้งในฝ้าหรือผนังใช้งานในอุณหภูมิได้สูงถึง 120 องศาฟาเรนไฮต์ สามารถใช้งานกำลังสูงสุดได้ถึงประมาณ 70 วัตต์ RMS โดยไม่เสียหาย เสียงดังได้ประมาณ 87 db at 10 feet on axis at power of 2 watt ระหว่างช่วงคลื่น ความถี่ 400 ถึง 4000 เฮิรท์ เลือกต่อกำลังได้ 7 ระดับ คือ 8 วัตต์ 4 วัตต์ 2 วัตต์ 1 วัตต์ ½ วัตต์ และ ¼ วัตต์ / 8 วัตต์ สำหรับอุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงพูดฉุกเฉินและส่งสัญญาณแสงในตัวเดียวกันให้มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดข้างต้นและประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

- 3.5 ตู้ควบคุมระบบแจ้งประกาศฉุกเฉิน (Voice Evacuation System) ตู้ควบคุมระบบแจ้งประกาศฉุกเฉิน (Voice Evacuation System) ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้
 - 3.5.1 เครื่องขัดแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ที่ใช้สำหรับระบบสัญญาณเพลิงต้องมิกำลังพอให้กับระบบสัญญาณนี้
 - 3.5.2 อุปกรณ์ควบคุมและกำเนิดสัญญาณเสียงต้องเป็นแบบ Multi-Function Supervised Paging, Massaging, Background Music delivery and Emergency มีที่ต่อไมโครโฟนแบบมีสวิทช์มีอุปกรณ์ปรับระดับสัญญาณและสามารถบันทึกข้อความอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 8 ข้อความ
 - 3.5.3 เครื่องขยายเสียงต้องสามารถทำงานร่วมกับตู้ควบคุมมีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 80 วัตต์ต่อหนึ่งวงจร เครื่องขยายเสียงต้องมีการตรวจสอบการทำงานตลอดเวลา หากโหลดที่ต่อใช้งานเกินพิกัดจะต้องสามารถตัดวงจรส่งสัญญาณเสียงประกาศออกจากระบบ
 - 3.5.4 เครื่องขยายเสียงต้องมีอุปกรณ์ (Splitter Module) ที่จะแยกการส่งสัญญาณออกไปได้ตามจำนวนโชนที่กำหนด ระบบการส่งเสียงสัญญาณและเสียงพูดใช้ระบบ 25 หรือ 70.0 โวลต์ RMS
- 3.6 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ (Other Devices)
 - 3.6.1 อุปกรณ์แยกวงจร (Short Circuit Isolator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกวงจรสายสัญญาณ Addressable Loop ที่เกิดลัดวงจรออกเพื่อให้โชนอื่นสามารถทำงานได้ต่อไป
 - 3.6.2 เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet) เป็นเต้ารับ Jack สำหรับเสียบโทรศัพท์ (Telephone Handset) เพื่อติดต่อกับตู้ FCP



หมวดที่ 7 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

4. การติดตั้งและทดสอบ

- 4.1 ให้ติดตั้ง FCP และอุปกรณ์อื่นๆ ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ
- 4.2 ให้ทดสอบการทำงานของระบบตามมาตรฐานของผู้ผลิต โดยมีตัวแทนผู้ว่าจ้างเข้าร่วมด้วย



หมวดที่ 8 การอุดช่องเพิ่มป้องกันไฟลาม

1. ทั่วไป
วัสดุป้องกันไฟลาม เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จจากต่างประเทศ ที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ทั่วไป เช่น UL, NFPA, ASTM หรือ BS STANDARD
 2. คุณสมบัติ
 - 2.1 ขยายตัวได้อย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนสูง
 - 2.2 เกาะยึดได้ดีกับคอนกรีต โลหะ ไม้ พลาสติก และ ฉนวนหุ้มสายไฟฟ้าได้ดี
 - 2.3 สามารถตัดออกได้ง่ายเมื่อแห้งตัว ทนการสั่นสะเทือนได้ดี
 - 2.4 สามารถขยายตัวแทนที่ฉนวนหุ้มไฟฟ้าเมื่อเกิดเพลิงไหม้
 - 2.5 สามารถทนความร้อนได้ถึง 1900 องศาเซลเซียส ได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
 - 2.6 ไม่มีไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ทั้งในขณะปกติและขณะเกิดเพลิงไหม้
 3. วิธีการติดตั้ง
 - 3.1 การใช้วัสดุป้องกันไฟลาม ต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด ความเสียหายใดๆที่เกิดจากความผิดพลาดของผู้รับจ้างและ/หรือไม่ได้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติม
 - 3.2 ผู้รับจ้างต้องมีประสบการณ์ ในการติดตั้ง ไม่ต่ำกว่า 5 ปี โดยจะต้องแนบ REFERENCE LIST เพื่อประกอบการพิจารณา
 4. การใช้งาน
ใช้อุดครอบและภายในท่อร้อยสาย รางร้อยสาย สายเดินลอย บัสดักท์ที่เดินทะลุพื้น ผนัง ระหว่างชั้นทั้งหมด
 5. การใช้งานต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับตำแหน่งและรูปแบบของพื้นที่นั้นๆ โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนจึงจะดำเนินการ
- ดูแบบประกอบ จุดที่ต้องการอุดช่องเพื่อป้องกันไฟลามช่องเปิดที่ปิดไว้สำหรับสายไฟ ราง และท่อร้อยในขนาดค
ให้อุดช่องเพื่อป้องกันไฟลามด้วย



หมวดที่ ๑ ดวงโคมและอุปกรณ์

1. ดวงโคม
 - 1.1 ดวงโคมและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งทำขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้ได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ ดังที่ระบุในเรื่องเงื่อนไขทั่วไปและดังต่อไปนี้
 - 1.2 ดวงโคมให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบและ / หรือรายการ ต้องมีคุณสมบัติทั่วไปตามที่กำหนด ขนาดที่กำหนดให้เป็นมิลลิเมตร (มม.) ให้ใช้เป็นแนวทางโดยประมาณเท่านั้น ดวงโคมที่ทำในประเทศอาจมีขนาดแตกต่างได้เล็กน้อยตามความจำเป็น ดวงโคมทำจากต่างประเทศ ใช้ขนาดตามมาตรฐานของผู้ทำดวงโคมทุกชนิด ต้องเสนอแบบและ / หรือตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้างตรวจให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการสั่งซื้อ และ / หรือเริ่มทำ
 - 1.3 ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ ชนิดทำในประเทศ
 - 1.3.1 ขั้วรับหลอดและขั้วรับสตาร์ทเตอร์ ให้ตาม มอก. 344 ขั้วรับหลอดใช้ชนิด Heavy Duty, Spring-Loaded Type ใส่หลอดได้โดยไม่ต้องบิดหลอด หรือที่ต้องบิดหลอด โดยใช้ของตามที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติ
 - 1.3.2 แผ่นเหล็กให้ใช้หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ทำให้แข็งแรงพอ ไม่ให้โคมบิดตัวได้ง่าย ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ขุบพอสเฟส พ่นสีอบความร้อน เช่น ใช้สี อีพ็อกซีฝุ่นหรือ POLYESTER เป็นต้น สีที่ใช้ต้องไม่เปลี่ยนสีเงาภายหลัง
 - 1.3.3 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคมใช้สายอ่อนชนิด 105 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 0.6 ตร. มม. สายไฟต้องเดินซ่อนปิดให้เรียบร้อย ไม่ให้เห็นสายจากด้านล่าง
 - 1.3.4 ที่ติดตั้งบัลลาสต์ต้องทำให้เรียบร้อย มองไม่เห็นบัลลาสต์จากด้านล่างสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีพอ เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์เพิ่มขึ้นสูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน
 - 1.3.5 ต้องมีขั้วต่อสายไฟและขั้วต่อสายดิน ติดตั้งไว้ให้เรียบร้อย ดวงโคมต้องต่อลงดินไว้ที่ขั้วต่อสายดินนี้
 - 1.4 ดวงโคมภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดทนดินฟ้าอากาศภายนอก (Weatherproof) เป็นแบบที่ทำให้มาตรฐาน BS, VDE, DIN, NEMA, JIS หรือมาตรฐานที่เทียบเท่า
2. หลอดไฟฟ้า
 - 2.1 หลอดไฟฟ้าชนิด LED
 - 2.1.1 หลอด LED ขั้วหลอด E27 เม็ดแอลอีดี เป็นชนิดคุณภาพสูงผลิตจากประเทศอเมริกาหรือญี่ปุ่นตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนด ขนาดกำลังไฟฟ้าตามที่กำหนดในแบบหรือรายการ



2.1.2 หลอดชนิดอื่น ให้ใช้ตามที่กำหนดในแบบหรือรายการ

2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์

2.2.1 ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ตาม มอก. 236 และต้องเป็นหลอดที่ได้รับการรับรองโดย สมอ. ชนิดของแสง Cool White มีความสว่างไม่น้อยกว่า 1350 ลูเมน สำหรับหลอด 14 วัตต์ และ 2900 ลูเมน สำหรับหลอด 28 วัตต์

2.3 หลอดใช้ก๊าซ

2.3.1 หลอดไอปรอท ขนาดเล็กกว่า 250 วัตต์ ใช้ชนิด Cool-Corrected High Pressure Mercury Vapor or Color-Corrected Metal Halide ขนาด 250 วัตต์ขึ้นไป ใช้ชนิด Color-Corrected Metal Halide ขั้วหลอดชนิดเกลียว E27 หรือ E40 ให้ใช้หลอดตามที่กำหนดในแบบ หรือรายการ

2.3.2 หลอดไอโซเดียม ใช้ 2 ชนิด ชนิดและขนาดตามที่กำหนด คือ :-

(1) ความดันต่ำ คือ Low Pressure Sodium (SOX or LPS)

(2) ความดันสูง คือ High Pressure Sodium (SON or HPS)

2.4 หลอดแอลซีดี

เป็นหลอดแอลซีดีคุณภาพสูง ที่ผลิต โดยตรงจากโรงงานในประเทศญี่ปุ่นหรืออเมริกา มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ค่า PF เท่ากับ 0.9 หรือมากกว่า ค่า IP เท่ากับ 54 หรือมากกว่า ความถี่ใช้งานที่ 50-60 Hz ค่าอุณหภูมิใช้งานที่ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส คุณสมบัติประกอบ อื่นๆ ตามที่กำหนดในรูปแบบรายการ ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบหรือผู้ควบคุมงานก่อน ดำเนินการนำอุปกรณ์เข้าหน่วยงาน

3. บัลลัสต์

3.1 บัลลัสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ใช้ตาม มอก. และเป็นชนิด Electronic Ballast ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ไม่ต่ำกว่า 0.95 ค่าฮาร์มอนิกต่ำกว่า 10% หรือเป็นชนิด Low Loss มีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียไม่เกิน 6 วัตต์ ตามแบบที่กำหนด

3.2 บัลลัสต์สำหรับหลอดใช้ก๊าซอื่น ใช้บัลลัสต์เพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ มีคัปเปอเรเตอร์ต่อคร่อม ปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงเกิน 0.85 บัลลัสต์ ทำตามมาตรฐานของประเทศผู้ทำ และได้รับการรับรองโดยสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ



4. **คะแปซิเตอร์**

คะแปซิเตอร์ใช้ตามมอก. 191 ต้องมีตัวต้านทานต่อคร่อม เพื่อเป็นเครื่องปล่อยประจุ ตัวคะแปซิเตอร์ให้ใช้ชนิด Metalized Plastic Film . Dry Type
5. **การติดตั้งดวงโคม**
 - 5.1 ดวงโคมแบบแขวนชนิดมีก้านหรือสายห้อย ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 2,500 มม.หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 5.2 ดวงโคมแบบติดข้างผนัง ให้ติดตั้งสูงจากพื้น 2,000 มม. หรือตามที่กำหนดในแบบ
 - 5.3 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้รับน้ำหนักดวงโคมได้ และต้องทำให้แข็งแรงพอการยึดให้ใช้ Lead Anchor and Screw หรือในกรณีที่โคมมีน้ำหนัก ต้องใช้ Expansion Bolt การยึดกับกล่องต่อสายต้องทำให้กล่องและเหล็กยึดรับน้ำหนักได้เพียงพอ ในทุกกรณีต้องรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 23 กก.
 - 5.4 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ในการติดตั้งผู้รับจ้างต้องวัดและกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมกับสถานที่ และเพื่อให้ได้คุณภาพของแสงตามต้องการโดยทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมว่าจ้าง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจาแบบเล็กน้อยได้ตามสมควร โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างแต่ประการใด
 - 5.5 การติดตั้งดวงโคมบนฝ้าทีบาร์ ดวงโคมที่มีน้ำหนักมาก เช่น ดวงโคมฟลูออเรสเซนต์ซึ่งติดบนฝ้าทีบาร์หรือแบบอื่นที่คล้ายคลึงกัน (Suspended Ceiling) ต้องติดตั้งโดยมีก้านโลหะหรือโซ่ รั้งหนักยึดติดกับเพดานคอนกรีตโดยตรง และต้องสามารถปรับระดับได้ง่าย ห้ามวางน้ำหนักดวงโคมลงบนโครงฝ้าโดยตรง
 - 5.6 การติดตั้ง Floodlight โครงของ Floodlight ต้องต่อลงดินเมื่อติดตั้งแล้วต้องปรับทิศทางของแสงให้ได้ตามต้องการ แล้วยึดไว้ที่ตำแหน่งนั้น โคมที่ติดตั้งระดับพื้นดินต้องมีฐานคอนกรีต
 - 5.7 **เสาไฟถนนชนิดท่อเหล็ก**
 - 5.7.1 ท่อเหล็ก ความหนาและค่า Tensile Strength ของเนื้อเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐาน JIS.SS41 และท่อเหล็กหลังจากการพับแล้วต้องผ่านกรรมวิธีการชุบสังกะสีตลอดทั้งด้านในและด้านนอก โดยกรรมวิธีการชุบสังกะสีให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI / STMA 526-76 ถ้ากำหนดให้พื้นที่ต้องใช้สีสำหรับพ่นสังกะสีโดยเฉพาะโดยไม่ลอกหลุดได้
 - 5.7.2 ฐานส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ต้องมีช่องต่อสาย มีฝาปิด/เปิดได้ ชนิดทนลมภาวะอากาศภายนอก ยึดโดยใช้สลักเกลียว
 - 5.7.3 ในช่องต่อสาย ให้ติดตั้งฟิวส์กระปุกทนกระแสไฟลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์ ขนาด 2 แอมแปร์ หรือใหญ่กว่าตามความจำเป็น ติดไว้ด้านละ 1 ชุด และมีขั้วต่อสายที่เหมาะสม รวมทั้งขั้วต่อสายดิน ติดไว้สำหรับต่อสายเข้าและพ่วงออกไปดินอื่นได้สะดวก
 - 5.7.4 เสาไฟต้องต่อลงดิน โดยมีหลักดินและสายดิน นอกจากนั้นต้องมี สายดินไปจนถึงแผงสวิตช์จ่ายไฟย่อย



หมวดที่ ๑ ดวงโคมและอุปกรณ์
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

5.7.5 ฐานรากของเสา ให้ใช้ฐานคอนกรีตซึ่งสามารถรับน้ำหนักและแรงลมได้โดยไม่มีกรทรุดหรือเอียง เสาเหล็กให้มีแป้นติดกับฐานปูนด้วยสลักและแป้นเกลียวขนาดที่เหมาะสม



หมวดที่ 10 เครื่องไฟฉุกเฉินอัตโนมัติ

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 10 เครื่องไฟฉุกเฉินอัตโนมัติ

- ทั่วไป
เครื่องไฟฉุกเฉินอัตโนมัติเพื่อจ่ายระบบไฟแสงสว่างสำรองในกรณีที่ระบบไฟจากการไฟฟ้าฯ ขัดข้อง
หัวเสียบปลั๊กเป็นชนิด 3 ขา
- หลอดไฟ
ใช้หลอดไฟแบบ LED ขนาด 5 WATT 12VOLT หัวโคมทรงสี่เหลี่ยมหรือทรงกลม ให้แสงสว่างพุ่งตรงยาวลึก โคม
ของหลอดไฟฟ้าสองชุดแยกเป็นอิสระและสามารถปรับซ้าย-ขวา ปรับขึ้น-ลงได้สะดวก และสามารถเลือกเปิดใช้
งานเพียงหลอดใดหลอดหนึ่งหรือทั้งสองหลอดได้
- แบตเตอรี่
แบตเตอรี่แบบแห้งชนิดปิดมิดชิด (SEALED LEAD ACID BATTERY) ซึ่งไม่จำเป็นต้องตรวจเช็คระดับน้ำกลั่น-
กรด ตลอดอายุการใช้งาน (FREE MAINTENANCE) ขนาด 12VOLT สามารถใช้งานในขณะที่การไฟฟ้าฯ ดับได้
นาน 3 ชั่วโมง แบตเตอรี่ผ่านการทดสอบและได้รับมาตรฐาน CE, UL และ ISO9002
- ระบบป้องกันและซีบ็อก
มีชุดป้องกันการใช้ประจุแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) ซึ่งตัดการทำงานของแบตเตอรี่ เมื่อ
แรงดันถึง FINAL VOLTAGE เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ และมีอุปกรณ์ป้องกันและซีบ็อกอย่างน้อย ดังนี้
 - L.E.D. "A.C.PWER" เพื่อแสดงว่าแรงดันไฟฟ้าทางด้าน A.C.INPUT
 - L.E.D. "CHARGE" เพื่อแสดงว่าเครื่องกำลังชาร์จไฟเข้าแบตเตอรี่
 - L.E.D. "FULL GHARGE" เพื่อแสดงว่าแบตเตอรี่ได้รับการประจุไฟจนเต็มแล้ว
 - L.E.D. "STANDBY" เพื่อแสดงความสมบูรณ์ของระบบไฟแสงสว่าง
 - ON/OFF SWITCH เพื่อสามารถเลือก เปิด/ปิด หลอดไฟแสงสว่าง
 - TEST BUTTON เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่อง
 - DC. FUSE เพื่อป้องกัน SHORT CIRCUIT และ OVERLOAD ทางด้าน DC.
 - AC. FUSE เพื่อป้องกัน SHORT CIRCUIT และ OVERLOAD ทางด้าน AC.
- กล่องหรือตู้
ตัวกล่องทำจากเหล็ก ELECTRO-GALVANIZED SHEET เพื่อพับขึ้นรูปหนา 1 มม. พ่นสีฝุ่นป้องกันสนิมอย่างดี
และมีช่องระบายอากาศขนาดตามความเหมาะสม
- การทำงาน
ในสภาวะปกติเมื่อจ่ายไฟ AC.220-230 VOLT เข้าเครื่องต้องเปิดสวิตช์ทั้งสองตัว ให้อยู่ในตำแหน่ง ON เพื่อให้
เครื่องทำการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ ช่วงของการชาร์จใช้เวลาประมาณ 13-15 ชม. หลังจากที่แบตเตอรี่ได้
ถูกชาร์จจนเต็มแล้ว วงจรชุดชาร์จแบตเตอรี่อัตโนมัติจะตัดการทำงานโดยอัตโนมัติและจะอยู่ในสภาวะเตรียมพร้อม



หมวดที่ 10 เครื่องไฟฉุกเฉินอัตโนมัติ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หากเกิดเหตุจากการไฟฟ้าดับ เครื่องไฟฉุกเฉินก็จะจ่ายแสงสว่างขึ้นเองโดยอัตโนมัติ และจะดับลงเมื่อไฟจากการไฟฟ้า กลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งในช่วงนี้วงจรชาร์จแบตเตอรี่ ก็ทำงานโดยอัตโนมัติเช่นกัน และต้องแสดงรายการคำนวณเสนอขออนุมัติใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

การคำนวณ

MAXIMUM LOAD OUTPUT	WATT.
INPUT VOLTAGE	VOLT.
DISCHARGE CURRENT	AMP.
BATTERY CAPACITY x EFFICIENCY	85%
DISCHARGE CURRENT	AMP.
DURATION OF SERVICE ≥ 3.0	HOURS.



หมวดที่ 11 ป้ายไฟทางออกฉุกเฉินอัตโนมัติ

1. ทั่วไป
ป้ายไฟทางออก (EXIT LIGHT) เพื่อจ่ายระบบไฟสำรองในกรณีที่ระบบไฟจากการไฟฟ้าฯ ขัดข้อง
หัวเสียบบล็อกเป็นชนิด 3 ขา
2. หลอดไฟ
ใช้หลอดไฟ LED ขนาด 2 x 5 WATT รับแรงดัน AC 220VOLT จ่ายไปยัง Driver และสามารถรับแรงดัน DC
12VOLT ผ่าน DC ELETRONIC BALAST เพื่อจุดหลอด กรณีไฟจากการไฟฟ้าฯ ดับได้เช่นเดียวกัน
- ลักษณะการทำงานที่ 1 เมื่อเปิดสวิตช์ที่ 1 หลอดที่ 1 จะทำงานในภาวะปกติ ทำงานตลอดเวลา
ทำหน้าที่เป็นป้ายบอกทางในภาวะปกติ
- ลักษณะการทำงานที่ 2 เมื่อเปิดสวิตช์ที่ 2 หลอดที่ 2 จะพร้อมทำงานในภาวะที่ไฟฟ้าขัดข้อง ไฟดับ ทำงานต่อ
เนื่องเป็นเวลานานสูงสุด 3 ชั่วโมงต่อเนื่อง ทำหน้าที่เป็นป้ายบอกทางในภาวะไฟฟ้าขัดข้อง ไฟดับ
3. แบตเตอรี่
แบตเตอรี่เป็นแบบแห้ง ชนิดปิดมิด (SEALED LEAD ACID BATTERY) ซึ่งไม่ต้องตรวจเช็คน้ำกลั่น-กรด ตลอด
อายุการใช้งาน (FREE MAINTENANCE) ขนาด 12VOLT สามารถใช้งานในขณะที่การไฟฟ้าดับฯ ได้นาน 3
ชั่วโมง แบตเตอรี่ผ่านการทดสอบและได้รับมาตรฐาน CE, UL และ ISO9002
4. เครื่องชาร์จแบตเตอรี่
เครื่องชาร์จแบตเตอรี่เป็นแบบอัตโนมัติ (AUTOMATIC BATTERY CHARGER) ใช้ระบบไฟฟ้า SINGLE
PHASE, 220-230 VOLT, 50 Hz วงจรเป็นแบบ SOLID STATE ลักษณะการชาร์จเป็นแบบ TRICKLE
CHARGE CONSTANT VOLTAGE1 เพื่อรักษาอายุแบตเตอรี่
5. ระบบป้องกันและซีแบก
มีชุดป้องกันการให้ประจุแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF) ซึ่งตัดการทำงานของแบตเตอรี่ เมื่อ
แรงดันถึง FIANL VOLTAGE เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ และมีอุปกรณ์ป้องกันและซีบกอย่างน้อย
ดังนี้
 - 5.1 L.E.D. "A.C. POWER" เพื่อแสดงแรงดัน INPUT 220VAC.
 - 5.2 L.E.D. "D.C. POWER" เพื่อแสดงแรงดัน 12VDC.
 - 5.3 1AC/1DC FUSE ซ่อนภายในตัวเครื่อง



- 5.4 ON/OFF SWITCH เพื่อปิด-เปิด ระบบทางด้าน DC
6. กิ่งงหรือตู้
ตัวกล่องทำจากเหล็ก ELECTRO-GALVANIZED SHEET พับขึ้นรูป หนา 1 มม. พ่นสีฝุ่นกันสนิมอย่างดีและมี
ช่องระบายอากาศขนาดตามความเหมาะสม
7. สัญลักษณ์และ PLATE
แผ่นสัญลักษณ์ใช้ CLEAR ACRYLIC PLATE นำมากัดเป็นร่องตามแบบที่กำหนด ให้แสงเรืองเป็นแสงพื้นสี
เขียว ตัวหนังสือสัญลักษณ์เป็นสีขาว ตามความสูงตัวหนังสือไม่น้อยกว่า 100 มม. มีทั้ง (SINGLE SIDE) และ
(DOUBLE SIDE) โดยเลือกรูปแบบลักษณะที่เหมาะสมกับตำแหน่งติดตั้งภายหลัง
8. การทำงาน
ในสภาวะปกติเมื่อจ่ายไฟ AC.220-230 VOLT เข้าเครื่องต้องเปิดสวิตช์ทั้งสองตัว ให้อยู่ในตำแหน่ง ON เพื่อให้
เครื่องทำการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ ช่วงของการชาร์จใช้เวลาประมาณ 13-15 ชม. หลังจากที่แบตเตอรี่
ได้ถูกชาร์จจนเต็มแล้ว วงจรชุดชาร์จแบตเตอรี่อัตโนมัติจะตัดการทำงานโดยอัตโนมัติและจะอยู่ในสภาวะ
เตรียมพร้อม หากเกิดเหตุจากการไฟฟ้าดับ เครื่องไฟฉุกเฉินก็จะจ่ายแสงสว่างขึ้นเองโดยอัตโนมัติ และจะดับ
ลงเมื่อไฟจากการไฟฟ้า กลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งในช่วงนี้วงจรชาร์จแบตเตอรี่ ก็จะทำงานโดยอัตโนมัติเช่นกัน
และต้องแสดงรายการคำนวณเสนอขออนุมัติใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

การคำนวณ

MAXIMUM LOAD OUTPUT	WATT
INPUT VOLTAGE	LOLT
BATTERY CAPACITY x EFFICIENCY	85%
DISCHARGE CURRENT	AMP.
DURATION OF SERVICE ≥ 3	HOURS.



หมวดที่ 12 สวิตช์และปลั๊ก

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 12 สวิตช์และปลั๊ก

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL , JIS หรือ VDE
2. สวิตช์และปลั๊กไฟทุกตัวจะต้องติดตั้งภายใน OUTLET BOX
3. แผงสวิตช์รวมที่ติดตั้ง อยู่ภายในบริเวณเดียวกันเกินกว่า 6 ตัว ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP DRAWINGS ให้วิศวกรอนุมัติก่อน
4. รายละเอียดทางเทคนิค
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 16 AMPS. 250 VOLTS หรือ มีขนาด ไม่น้อยกว่า 125% ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 16 AMPS. 250 VOLTS เป็นแบบที่ใช้ขาเสียบกลม และแบน (UNIVERSALTYPE) และมีรูกลมที่ 3 สำหรับสาย GROUND โดยต่อสาย GROUND เข้ากับ CONDUIT BUSHING หรือ OUTLET BOX ในกรณีที่ไม่มีสายดิน
 - สวิตช์และปลั๊กทุกตัว สำหรับวงจรไฟฟ้าสำรองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ใช้ สีดำ
 - ปลั๊กทุกตัว สำหรับวงจรไฟฟ้าสำรองจากยูทีเอส ให้ใช้ สีแดง
5. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กหรือสวิตช์ที่กันน้ำ หรือติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จะต้องมียาปิดกันน้ำ
6. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นปลั๊กพื้นต้องเป็นแบบปิด-เปิดฝาปลั๊กด้วยการกดปุ่ม (POP-UP)
7. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น FLOOR JUNCTION BOX ให้เป็นชนิดฝาเกลียวของเหลืองพร้อมปะกันยางกันน้ำ
8. ฝาครอบสวิตช์และปลั๊กทั้งหมด ให้ใช้ชนิด Aluminum Anodized ยกเว้นฝาครอบชนิดกันน้ำใช้พลาสติกหรือซิลิโคน
9. ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1.30 เมตร สำหรับสวิตช์
 - 0.30 เมตร สำหรับปลั๊กติดผนังทั่วไป
 - 1.00 เมตร สำหรับปลั๊ก COUNTER
10. ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง



หมวดที่ 13 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก

1. คุณสมบัติทั่วไป

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระชอกที่ใช้ต้องผลิตขึ้นตามมาตรฐานของ IEEE หรือ IEC เหมาะสมสำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ และสามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระชอกเนื่องจากผลของฟ้าผ่าได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถป้องกันการเกิดไฟฟ้ากระชอกภายในได้ดี อีกด้วย

1.1 SPD ที่ระบบไฟฟ้ากำลัง

SPD ที่ระบบไฟฟ้ากำลัง หมายถึง SPD ที่ติดตั้งที่ MDB , DB และ Load Center การติดตั้งให้เป็นชนิดต่อแบบขนานกับเมนบัสบาร์ของตู้ ขนาดพิกัดของความสามารถที่รับกระแสไฟฟ้ากระชอก(Surge Current Per Phase) ของ SPD เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

ข้อกำหนดอุปกรณ์

- | | | |
|-------|--|--------------|
| 1.1.1 | ระดับแรงดันไฟฟ้า (3 PH 4W + G) | 400-415 Vac. |
| 1.1.2 | ความถี่ | 50 Hz |
| 1.1.3 | ทดสอบที่รูปคลื่นผสม (20 kV / 10 kA Combination Wave Test) < 700 V. | |
| 1.1.4 | ความไวในการทำงาน (Response Time) | 0.5 nSec. |
| 1.1.5 | โหมดการป้องกัน(7 Mode) | L-N,L-G,N-G |
| 1.1.6 | มีหลอดแสดงการทำงานของอุปกรณ์ ครบทุกเฟส และ หลอดแสดง สถานะที่ผิดปกติ (Status Indicator) ของ SPD | |
| 1.1.7 | ควรผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ | |

1.2 SPD ที่อิเล็กทรอนิกส์ไหลด

SPD ที่อิเล็กทรอนิกส์ไหลด หมายถึง SPD ติดตั้งที่ FA , PABX , CCTV หรือ อิเล็กทรอนิกส์ไหลดอื่นใด การติดตั้งให้เป็นชนิดต่อแบบอนุกรมกับพาวเวอร์ซีพหลาย ขนาดพิกัดของความสามารถที่รับกระแสไฟฟ้ากระชอก(Surge Current Per Phase)ของ SPD เป็นไปตามที่ระบุในแบบ

ข้อกำหนดอุปกรณ์

- | | | |
|-------|---|--------------|
| 1.2.1 | ระดับแรงดันไฟฟ้า (1 PH 2W + G) | 220-230 Vac. |
| 1.2.2 | ความถี่ | 50 Hz |
| 1.2.3 | ทดสอบที่รูปคลื่นผสม (6 kV / 3 kA Combination Wave Test)< 100 V. | |
| 1.2.4 | ความไวในการทำงาน (Response Time) | 1 nSec. |
| 1.2.5 | โหมดการป้องกัน(3 Mode) | L-N,L-G,N-G |
| 1.2.6 | มีหลอดแสดงการทำงานของอุปกรณ์ | |
| 1.2.7 | ควรผ่านการทดสอบจากสถาบันที่เชื่อถือได้ | |



- | | | |
|-------|--|-------------------|
| 1.3 | SPD สำหรับ ระบบโทรศัพท์สายนอก (Dial-up / Modem / Fax (Fused)) | |
| 1.3.1 | Standard Clamp Voltage | 240 Volts |
| 1.3.2 | Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl) | 75 Amps |
| 1.3.3 | Response Time | < 5 nSec. |
| 1.3.4 | Maximum Shunt Capacitance | < 95 pF |
| 1.3.5 | Connector Type | Up to application |
| 1.4 | SPD สำหรับ Ethernet 10Base-2 | |
| 1.4.1 | Standard Clamp Voltage | 7.5 Volts |
| 1.4.2 | Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl) | 132 Amps |
| 1.4.3 | Response Time | < 5 nSec. |
| 1.4.4 | Maximum Shunt Capacitance | < 30 pF |
| 1.4.5 | Series Resistance | None |
| 1.4.6 | Insertion Loss@40 MHz | -0.5 dB |
| 1.4.7 | Connector Type | Up to application |
| 1.5 | SPD สำหรับ 10Base-T Ethernet , RS-422 , RS-423 , RS-485 , Parallel | |
| 1.5.1 | Standard Clamp Voltage | 7.5 Volts |
| 1.5.2 | Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl) | 132 Amps |
| 1.5.3 | Response Time | < 5 nSec. |
| 1.5.4 | Maximum Shunt Capacitance | < 40 pF |
| 1.5.5 | Connector Type | Up to application |
| 1.6 | SPD สำหรับ 100Base-T Ethernet CAT5/5E | |
| 1.6.1 | Standard Clamp Voltage | 12 Volts |
| 1.6.2 | Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl) | 97 Amps |
| 1.6.3 | Response Time | < 5 nSec. |
| 1.6.4 | Maximum Shunt Capacitance | < 25 pF |
| 1.6.5 | Connector Type | Up to application |
| 1.7 | SPD สำหรับ 1000Base-T Ethernet CAT6 | |
| 1.7.1 | Standard Clamp Voltage | 7.5 Volts |
| 1.7.2 | Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl) | 132 Amps |
| 1.7.3 | Response Time | < 5 nSec. |
| 1.7.4 | Maximum Shunt Capacitance | < 5 pF |



หมวดที่ 13 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

1.7.5	Connector Type	Up to application
1.8	SPD สำหรับ Power Over Ethernet	
1.8.1	Standard Clamp Voltage	
	- Pin 1, 2, 3 & 6	7.5 Volts
	- Pin 4, 5, 7 & 8	60 Volts
1.8.2	Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl)	
	- Pin 1, 2, 3 & 6	132 Amps
	- Pin 4, 5, 7 & 8	50 Amps
1.8.3	Response Time	< 5 nSec.
1.8.4	Maximum Shunt Capacitance (Ethernet Lines Only)	< 25 pF
1.8.5	Connector Type	Up to application
1.9	SPD สำหรับ RS-232 or Digital 4-20 mA Current Loop	
1.9.1	Standard Clamp Voltage	18 Volts
1.9.2	Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl)	60 Amps
1.9.3	Response Time	< 5 nSec.
1.9.4	Maximum Shunt Capacitance	< 40 pF
1.9.5	Connector Type	Up to application
1.10	SPD สำหรับ Digital, ISDN, DDS, T-1/E-1, CSU/DSU	
1.10.1	Standard Clamp Voltage	60 Volts
1.10.2	Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl)	500 Amps
1.10.3	Response Time	< 5 nSec.
1.10.4	Maximum Shunt Capacitance	< 75 pF
1.10.5	Connector Type	Up to application
1.11	SPD สำหรับ CCTV	
1.11.1	Standard Clamp Voltage	7.5 Volts
1.11.2	Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl)	132 Amps
1.11.3	Response Time	< 5 nSec.
1.11.4	Maximum Shunt Capacitance	< 30 pF
1.11.5	Series Resistance	None
1.11.6	Insertion Loss@40 MHz	-0.5 dB
1.11.7	Connector Type	BNC Male/Female
1.12	SPD สำหรับ Cable / Satellite TV	



หมวดที่ 13 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชาก
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

1.12.1 Standard Clamp Voltage	90 Volts
1.12.2 Peak Pulse Current (8 / 20 uS s.c. Waveform @ Vcl)	20 kA
1.12.3 Response Time	< 5 nSec.
1.12.4 Maximum Shunt Capacitance	1 pF
1.12.5 Series Resistance	None
1.12.6 Insertion Loss@ 1.5 GHz	< 1 dB
1.12.7 Connector Type	F Series
1.13 SPD สำหรับ AS400/3X Twinaxial	
1.13.1 Standard Clamp Voltage	10 Volts
1.13.2 Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl)	103 A
1.13.3 Response Time	< 5 nSec.
1.13.4 Maximum Shunt Capacitance	< 30 pF
1.13.5 Series Resistance	None
1.13.6 Insertion Loss@ 1.5 GHz	- 0.5 dB
1.13.7 Connector Type	Twinaxial
1.14 SPD สำหรับ Analog 4-20 mA Current Loop	
1.14.1 Standard Clamp Voltage	27 Volts
1.14.2 Peak Pulse Current (10 / 1000 uS s.c. Waveform @ Vcl)	40 Amps
1.14.3 Response Time	< 5 nSec.
1.14.4 Maximum Shunt Capacitance	< 40 pF
1.14.5 Connector Type	Up to application



หมวดที่ 14 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า

ระบบป้องกันฟ้าผ่า

ระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องสามารถป้องกันสิ่งก่อสร้างตามแบบจากการถูกฟ้าผ่า ลงไปที่สิ่งก่อสร้างนั้นได้ ระบบนี้ประกอบด้วย หลักล่อฟ้า สายดิน และหลักดิน การติดตั้งต้องทำให้ถูกต้องตาม NFPA No.78 และ ให้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตทุกประการ

1. หลักล่อฟ้า (Lightning Air Terminal) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - 1.1 หลักล่อฟ้า ให้ทำด้วยทองแดง เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 600 มม. ปลายแหลมยึดติดกับอาคารโดยใช้แป้นทองแดงที่ทำเฉพาะ โดยใช้เกลียวหรือเชือกมัด หรือใช้สิ่งอื่นแทนหลักล่อฟ้า หากกำหนดในแบบ
 - 1.2 ในกรณีหลักล่อฟ้ายึดติดกับเสาเหล็ก เพื่อให้ได้ความสูงตามที่ต้องการ เสาต้องใช้เสาเหล็กอาบสังกะสี ตามมาตรฐาน มอก. 26-2516 ประเภทที่ 2 และให้ใช้ขนาดท่อ และความสูง (ไม่รวมหลักล่อฟ้า) ไม่เล็กกว่า ดังนี้
 - 1.2.1 เสาสูงไม่เกิน 1000 มม. ใช้ท่อขนาด 25 มม.
 - 1.2.2 เสาสูงเกิน 1000 มม. แต่ไม่เกิน 2000 มม. ให้ใช้ท่อขนาด 40 มม.
 - 1.2.3 เสาสูงเกิน 2000 มม. ให้ใช้ท่อขนาด 40 มม. และมีลวดสลิงยึดติดกับหลังคา 3 เส้น
 - 1.3 ระยะห่างระหว่างหลักล่อฟ้าทั้งหมด ให้ยึดถือตามแบบและตามกฎหมายของ NFPA No. 78
2. สายล่อฟ้า (Conductor)
 - 2.1 สายล่อฟ้า ให้ใช้สายทองแดงเปลือย ขนาดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมต่อระหว่างหลักล่อฟ้ากับหลักดิน (Ground Rod Copper Clade Type 5/8" x 10') และโครงสร้างอาคารหรือใช้เชื่อมเหล็กโครงสร้างของเสาต้นที่กำหนดแทน หากกำหนดในแบบ
 - 2.2 ระหว่างหลักล่อฟ้าทั้งหมด ให้ใช้สายทองแดงเปลือย ขนาดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. หรือสายทองแดงชนิดตามที่กำหนด ที่มีเนื้อที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมต่อกันทุกหลัก
 - 2.3 ระหว่างหลักดินทุกหลัก ให้ใช้สายทองแดงเปลือย ขนาดไม่เล็กกว่า 70 ตร.มม. เชื่อมต่อกันทุกหลักหรือใช้เชื่อมเหล็กโครงสร้างของคานคอดินแทน หากกำหนดในแบบ
 - 2.4 ระยะระหว่างหลักดินทั้งหมด ให้ยึดถือตามแบบเป็นเกณฑ์



หมวดที่ 14 ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

3. รอยต่อ (Joints)

- 3.1 การเชื่อมต่อระหว่างหลักล่อฟ้ากับแป้นยึดหลักล่อฟ้า ใช้เกลียวของหลักล่อฟ้า หรือใช้ Bolt ยึดในกรณีที่ใช้หลักล่อฟ้าชนิดที่ไม่มีเกลียว
- 3.2 การเชื่อมต่อระหว่างแป้นยึดหลักล่อฟ้ากับสายเชื่อมต่อระหว่างหลักล่อฟ้า สายเชื่อมต่อระหว่างแป้นยึดหลักล่อฟ้ากับสายดิน ให้ใช้วิธีการเชื่อมแบบหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันหรือ Exothermic Welding
- 3.3 การเชื่อมต่อระหว่างสายดินกับสายดิน สายดินกับเหล็กหลักดิน ให้ใช้กรรมวิธีเดียวกันกับข้อ 3.2
- 3.4 การเชื่อมต่อระหว่างสายดินกับเหล็กโครงสร้าง ให้ใช้วิธีเดียวกันกับข้อ 3.2 หรือ การเชื่อมแบบ Exothermic Welding หรือในกรณีจำเป็น ใช้การเชื่อมทองเหลืองแบบใช้แก๊ส (Gas Welding) แทน โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน
- 3.5 ติดตั้ง TEST BOX สำหรับตัวนำลงดินตามที่กำหนดในแบบ
- 3.6 ทดสอบค่าความต้านทานวิธีตามมาตรฐาน วสท. ค่าความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม

4. การทดสอบ

- 4.1 เมื่อได้ทำระบบป้องกันฟ้าผ่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบหลักล่อฟ้าทุกหลักว่าต่อลงดินได้ดี ไม่มีส่วนใดขาดตอน โดยให้จัดหลักดินพิเศษสำหรับตรวจสอบ แล้วต่อสายดินชั่วคราวขึ้นไป ทำการทดสอบโดยใช้ Earth Tester พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการทดสอบมอบให้ผู้ว่าจ้างไว้เป็นหลักฐาน
- 4.2 ในกรณีที่หลักล่อฟ้าตันใดต่อลงดินไม่ดี อันเนื่องมาจากความผิดของผู้รับจ้าง รวมทั้งการที่ไม่ได้ทำการเชื่อมกับโครงสร้างอาคารให้ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขตามที่ผู้ว่าจ้างสั่ง เพื่อให้หลักล่อฟ้าต่อลงดินได้ดี โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น



บทที่ 15
ระบบโทรศัพท์

ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้โทรศัพท์ติดต่อสื่อสารระหว่างภายในและภายนอกของมหาวิทยาลัยเป็นไปด้วยความสะดวก มีประสิทธิภาพ ทั้งการติดต่อด้วยพนักงานรับสายโทรศัพท์ และระบบอัตโนมัติรวมทั้งการวางระบบโครงข่าย(Networking) ร่วมกับระบบสื่อสารทั้งเสียงและข้อมูล และต้องสามารถรองรับระบบ ISDN (Pri) ได้ ตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติอย่างน้อยต้องมีคุณลักษณะและคุณสมบัติทั่วไปดังต่อไปนี้

1. คุณลักษณะทั่วไปของตู้สาขาโทรศัพท์
 - 1.1 ตู้สาขาโทรศัพท์แบบ Fully Digital PABX จะต้องประกอบด้วย Central Processing Unit (CPU), Switching Unit และ Memory Unit
 - 1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบต้องประกอบด้วย Micro Processor Intel ขนาด 32 bits หรือสูงกว่า โดยในการประมวลผลนี้อาจใช้ CPU ทำงาน 1 ชุด หรือประกอบด้วย CPU หลาย ๆ ชุด เพื่อช่วยตอบสนองการทำงานให้มีประสิทธิภาพก็ได้
 - 1.3 ตู้สาขาโทรศัพท์ต้องได้รับการออกแบบในลักษณะ Modular Design คือในส่วนของโครงสร้างตู้จำเป็นต้องออกแบบให้ แผงวงจรแต่ละชนิดต้องเป็นแบบใส่และถอดเปลี่ยนได้ง่ายโดยไม่ต้องปิดระบบ และในส่วนของ การติดตั้ง การขยายขนาดของตู้ หรือ โครงข่าย (Networking) ต้องสามารถติดตั้งตู้สาขาแต่ละตู้(Node) เอาไว้ด้วยกันที่เดียวคือ แบบรวม (Centralized Node) และสามารถแยกตู้แต่ละตู้ (Node) ออกจากกันในระยะทางไกล ๆ คือ แบบกระจาย (Distributed Node) โดยต้องสามารถติดตั้งแต่ละตู้ให้อยู่ห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 7 กิโลเมตร
 - 1.4 ตู้สาขาโทรศัพท์ที่เสนอ ต้องสามารถเชื่อมต่อกับสายนอกองค์การโทรศัพท์แบบ ISDN (Primary 30B+ d) สามารถเชื่อมต่อผ่านทั้งโครงข่ายสายทองแดง และโครงข่ายใยแก้วนำแสง
 - 1.5 ต้องติดตั้งแบตเตอรี่สำรองไฟ กรณีไฟฟ้าดับ ตู้สาขาฯ ต้องสามารถทำงานได้เป็นปกติ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ข้อมูลและคำสั่งต่าง ๆ จะต้องถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำ โดยไม่สูญหายเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง และต้องสามารถทำงานได้ตามปกติ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าส่งมาอีกครั้ง
 - 1.6 ตู้สาขาโทรศัพท์ ต้องสามารถเก็บ และส่งถ่าย (Load) ข้อมูลคำสั่งโดยใช้อุปกรณ์ Compact Flash หรือ ดีกว่า และต้องสามารถถอดออกและใส่เข้าไปเพื่อทำการเปลี่ยนแปลง แก้ไขหรือส่งถ่ายข้อมูลได้
 - 1.7 ตู้สาขาโทรศัพท์ ต้องสามารถให้บริการโทรศัพท์สาธารณะได้
 - 1.8 ตู้สาขาโทรศัพท์ ต้องสามารถทำงานในลักษณะเครือข่าย (Networking) กับตู้สาขาโทรศัพท์ด้วยกัน โดยการเชื่อมโยงระหว่างตู้ต้องเชื่อมโยง (Link) กันได้โดย IP Address เพื่อประโยชน์ในการเชื่อมโยงสาขาและ



หมวดที่ 15 ระบบโทรศัพท์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

ประหยัดค่าใช้จ่ายโดยจะต้องเชื่อมต่อระหว่างตู้ (IP Trunk) ได้โดยตรงมีโซลูชัน IP ขึ้นมาต่อพ่วง
ภายนอก

- 1.9 ตู้สาขาโทรศัพท์ที่เสนอหากจะมีการเพิ่มขยายเบอร์ภายหลังต้องสามารถซื้อตู้ที่ใหญ่ขึ้นและนำการ์ดสาย
นอก/สายในของเดิมมาใส่ในตู้ใหม่ได้เพื่อความประหยัดทำ
- 1.10 ตู้สาขาโทรศัพท์ต้องสามารถบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์ได้ไม่น้อยกว่า 500,000 ครั้ง โดยไม่ต้องเพิ่ม
อุปกรณ์ต่อพ่วงใดๆ หรือต้องสามารถเก็บข้อมูลดังกล่าวเอาไว้ใน Compact Flash หรือดีกว่า สามารถเรียก
ข้อมูลเพื่อประมวลผลค่าโทรศัพท์ด้วยโปรแกรม Billing
- 1.11 ตู้สาขาฯ ต้องติดตั้งระบบเสียงอัตโนมัติ (Digital Announce Machine) เพื่อทำหน้าที่ตอบรับสายเรียกเข้า
โดยอัตโนมัติ กรณีมีสายจากภายนอกเรียกเข้าและสามารถโอนสายไปยังหมายเลขภายในใดๆ (DISA) ได้
ตามต้องการโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกใดๆ และ สามารถ ตอบรับได้ไม่น้อยกว่า 3 ภาษา
(Multi Lingual)
- 1.12 เมื่อติดตั้งตู้สาขาฯแล้ว ต้องสามารถทำการโปรแกรมเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขฟังก์ชันการทำงานหรือระดับ
ความสามารถในการใช้งานของเครื่องภายในได้จากศูนย์บริการ (Remote Maintenance) ด้วยระบบ IP
Address
- 1.13 สามารถโปรแกรมระบบ IVR (Interactive Voice Response) ในแบบ Audio text โดยไม่จำกัดจำนวน
Text ในการบันทึกและบันทึกเสียงได้ไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ต่อพ่วง
ภายนอกใดๆ
- 1.14 สามารถรับสายเรียกเข้าอัตโนมัติได้พร้อมกัน ไม่น้อยกว่า 8 คู่สาย
- 1.15 กรณีที่ระบบไฟฟ้าขัดข้องจนตู้สาขาฯไม่สามารถทำงานได้ปกติ ระบบจะต้องต่อสายนอกตรงเข้ากับเครื่อง
ภายในที่กำหนดโดยอัตโนมัติไม่น้อยกว่า 8 เลขหมาย
- 1.16 ติดตั้งเครื่องโทรศัพท์โอเปอเรเตอร์แบบตั้งโต๊ะรับสายเรียกเข้าพร้อมกันได้ ไม่น้อยกว่า 5 สาย จำนวน 1
เครื่อง
- 1.17 ผู้เสนอราคาสินค้าที่ผลิตในประเทศไทยจะต้องมีหนังสือยืนยันระยะเวลาการรับประกันสินค้า และยืนยัน
การมีอะไหล่ (Spare Parts) ของสินค้าไม่น้อยกว่า 5 ปี จากบริษัทผู้ผลิตสินค้าโดยตรงพร้อมเอกสารยืนยัน
การจดทะเบียนเอาไว้กับสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
- 1.18 ตู้สาขาโทรศัพท์ต้องผ่านการผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ISO 9001 หรือ ISO 14001
version 2000
- 1.19 ต้องแสดงหนังสือยืนยันการเป็นผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทฯ ผู้นำเข้า ผู้ผลิต (Authorized
Dealer)

2. คุณสมบัติทั่วไปของตู้สาขาโทรศัพท์



หมวดที่ 15 ระบบโทรศัพท์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มอ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.1 ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการติดตั้งตู้สาขาขนาดสายนอกแบบ Analog จำนวนเลขหมายไม่น้อยกว่า ตาม
ระบุในแบบ รองรับคู่สายภายในแบบ Analog จำนวนเลขหมายไม่น้อยกว่าตามระบุในแบบ จำนวน 1 ชุด
และรองรับ IP Trunk ไม่น้อยกว่า 8 เลขหมาย
 - 2.2 รองรับ IP Extension ได้ตาม IP Class โดยเพิ่ม License อย่างเดียวไม่ต้องเพิ่มการ์ดใดๆ
 - 2.3 ติดตั้งเครื่องโทรศัพท์แบบ Digital สำหรับ ไอเปอเรเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 2.4 ระบบตอบรับอัตโนมัติ 3 ภาษา 8 วงจร พร้อม Audiotext และ Voice Mail บันทึกเสียงได้นานไม่น้อยกว่า
6 ชั่วโมง
 - 2.5 ชุด Billing System พร้อมชุด PC , Printer และ UPS จำนวน 1 ชุดโดยระบบ Billing System ต้องเป็นยี่ห้อ
เดียวกันกับตู้สาขาเพื่อการทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
 - 2.6 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าทั้งสายภายนอก และ สายภายใน เท่ากับจำนวนเลขหมายรวม
 - 2.7 ชุด Power Fail Transfer ขนาด 8 คู่สาย จำนวน 1 ชุด
 - 2.8 ชุด Modem for Remote Maintenance 1 ชุด
3. ความสามารถในการทำงานของตู้สาขาโทรศัพท์
- 3.1 ACCOUNT CODE CLASS OF SERVICE สามารถกำหนดให้เครื่องภายในทุกเครื่องต้องกรทรหัสผ่าน (ACCOUNT CODE) ก่อนการโทรออก โดยผู้ใช้จะมีรหัสผ่านของแต่ละคนขึ้นอยู่กับระดับความสามารถในการโทรออกที่กำหนดไว้ (CLASS OF SERVICE) ผู้ใช้สามารถใส่รหัสผ่านเมื่อต้องการโทรออกไม่ว่าจะนำไปใช้กับเครื่องโทรศัพท์เครื่องใดใดในระบบนั้นๆ และระบบจะต้องบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์เอาไว้
 - 3.2 CLASS OF SERVICE ตู้สาขาจะต้องสามารถกำหนดความสามารถในการโทรเพื่อป้องกันการโทรออกโดยสามารถโปรแกรมการโทรออกของเครื่องภายในทุกเครื่องได้อย่างอิสระไม่น้อยกว่า 11 ระดับทั้งการโทรออกภายนอก , การโทรทางไกลในประเทศ , การโทรเข้าโทรศัพท์มือถือ และการโทรทางไกลต่างประเทศ
 - 3.3 CALL FORWARD สามารถฝากสายให้ไปตั้งยังเครื่องภายในที่ต้องการ
 - 3.4 CALL PICK-UP เครื่องภายในสามารถกรทรหัส เพื่อทำการรับสายแทนจากเครื่องภายในเครื่องอื่นในกลุ่มเดียวกัน
 - 3.5 OVERREDE สามารถแทรกสายเข้าไปยังเครื่องภายในปลายทางที่สายไม่ว่างหรือกำลังมีการสนทนาอยู่กรณีมีเหตุจำเป็นเร่งด่วน
 - 3.6 TIME SETTING สามารถตั้งจำกัดเวลาในการรับสายนอกและโทรออกภายนอกได้ตั้งแต่ 1 นาทีจนถึง 59 นาที
 - 3.7 CALL BACK สามารถของสายภายในหรือสายนอกกรณีที่ไม่ว่างโดยการกรทรหัส เมื่อเครื่องภายในหรือสายนอกว่างจะทำการเรียกกลับโดยอัตโนมัติ
 - 3.8 WAKE UP CALL เครื่องภายในสามารถตั้งเวลาปลุกได้ด้วยตัวเอง พร้อมทั้งมีเสียงปลุก ซึ่งบันทึกไว้แจ้งให้ทราบเมื่อยกหูฟัง



หมวดที่ 15 ระบบโทรศัพท์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 3.9 CONFERENCE สามารถประชุมสายได้ไม่น้อยกว่า 15 คู่สาย โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกใด
 - 3.10 MUSIC ON HOLD มีเสียงดนตรีขณะพักสาย พร้อมต่อ External Music ได้ 2 ชุด
 - 3.11 CREDIT SETTING สามารถตั้งจำกัดวงเงินการใช้โทรศัพท์ของเครื่องภายในทุกเครื่อง และระบบจะทำการตัดการให้โทรศัพท์ทันทีเมื่อมีการใช้เต็มวงเงิน พร้อมทั้งจะมีเสียงแจ้งให้ ทราบว่าวงเงินเต็ม
 - 3.12 TRANSFER เครื่องภายในต้องสามารถโอนสายไปยังเครื่องภายในอื่นโดยไม่จำกัดว่าจะ เป็นสายเรียกจากภายนอกหรือเรียกจากเครื่องภายในด้วยกัน
 - 3.13 Voice Mail Service ผู้ใช้ต้องสามารถฝากข้อความไปยังเลขหมายภายในที่ต้องการได้ทั้งจากภายนอก และภายในได้ไม่จำกัดจำนวนข้อความและความยาวของข้อความ กรณีที่ต้องการฟังข้อความซึ่งมีผู้ฝากเอาไว้จะต้องสามารถเรียกฟังได้ทั้งจากเครื่องโทรศัพท์ภายในและสามารถโทรจากภายนอกเพื่อเรียกฟังข้อความโดยจะต้องกรหัสผ่านส่วนตัว (PASSWORD) เพื่อป้องกันผู้อื่นเรียกฟังโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกใดใด
 - 3.14 Audio text service สามารถบันทึกเสียงรายการ Audio text เอาไว้ในระบบตามต้อง เมื่อมีสายเรียกจากภายนอกเข้ามา สามารถกดฟังรายการข้อมูลต่าง ๆ ใน Menu ต่าง ๆ โดยการกดแป้นโทรศัพท์โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอกใดใด
 - 3.15 Call Screen สามารถเลือกสายที่ต้องการรับ หรือ ไม่รับได้โดยการฟังเสียงผู้เรียกเข้ามา
 - 3.16 Caller ID support สามารถแสดงหมายเลขโทรเข้ายังเลขหมาย ISDN บนหน้าจอโอเปอเรเตอร์
 - 3.17 Billing System สามารถบันทึกการใช้โทรศัพท์ และคำนวณค่าใช้จ่ายโทรศัพท์ ในการโทรออกภายนอกของ หมายเลขภายใน พร้อมทั้งพิมพ์รายการแสดงออกมาได้
4. คุณสมบัติของเครื่องโทรศัพท์แบบ Operator IP Phone
- 4.1 มีจอสีสำหรับแสดงผลเป็นแบบ Graphic LCD แสดงสีได้ไม่น้อยกว่า 65,535 สี พร้อมแสดงวันที่เดือน และ เวลาเมื่อไม่มีการใช้งาน
 - 4.2 สามารถสนทนาโดยไม่ต้องยกหูโทรศัพท์ และมีระบบการวางสายภายในอัตโนมัติเมื่อปลายทางวางสาย (FULLY HANDFREE OPERATION)
 - 4.3 ต้องแสดงสถานะของการใช้สายทั้งสายที่โทรติดต่อกออก , สายที่เรียกเข้า หรือสายที่กำลังใช้งานด้วย สัญลักษณ์ต่างๆ บนหน้าจอ
 - 4.4 มีสัญลักษณ์ (Icon) แสดงสถานะของการฝากข้อความ (Message Icon) และสามารถใช้งานระบบฝากข้อความอัตโนมัติ (Voice Mail) เพื่อเรียกฟังข้อความ ,ฝากข้อความและสามารถบันทึกเสียงตอบรับส่วนตัวได้
 - 4.5 ขณะที่กำลังสนทนา สามารถปรับความดังของเสียงคู่สนทนา ทั้งกรณีสนทนาโดย ไม่ต้องยกหู (Speaker Phone) และเมื่อยกหู (Headset)



หมวดที่ 15 ระบบโทรศัพท์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 4.6 สามารถแสดงเลขหมายภายในและภายนอกที่โทรเข้าทั้งที่รับสาย (Received Call) และไม่ได้รับสาย (Missed Call) , หมายเลขที่โทรออก (Dialed Call) และวันเวลาที่เรียกเข้าและโทรออก
 - 4.7 มีปุ่มสำหรับปรับความดังของเสียงกริ่งโทรศัพท์และสามารถเลือกเสียงกริ่งได้ไม่น้อยกว่า 5 เสียง
 - 4.8 สามารถแสดงรูปภาพของคนโทรเข้าได้โดยทำการบันทึกภาพไว้ก่อนหน้านั้น (Caller Picture)
 - 4.9 เครื่องโทรศัพท์ Operator IP Phone จะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกับตู้สาขาโทรศัพท์
5. ระบบจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)
- 5.1 INPUT VOLTAGE 220 VAC 50 Hz
 - 5.2 OUTPUT VOLTAGE 24 VDC หรือ 48 VDC
 - 5.3 ภาคจ่ายไฟและควบคุมแรงดันไฟจะต้องเป็นแบบ SWITCHING สามารถต่อฟองแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟ
 - 5.4 แบตเตอรี่สำรองไฟจะต้องเป็นแบบ SEALED LEAD ACID ชนิดไม่ต้องบำรุงรักษา (Maintenance Free Type)
6. ตู้กระจายสาย (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)
- 6.1 แผงต่อสายภายในตู้กระจายสายต้องใช้แผงชนิด MODULAR, CROSS CONNECTION TYPE ที่สามารถเสียบเครื่องมือตรวจสอบสายภายใน และภายนอก เพื่อความสะดวกในการทดสอบสายเท่านั้น โดยไม่ต้องปลอกสาย
 - 6.2 CONNECTION MODULAR ที่ใช้งานแต่ละชุดสามารถต่อใช้งานได้ชุดละ 10 คู่สายและจำนวน MODULAR จะต้องติดตั้งให้เพียงพอสำหรับจำนวนคู่สายที่ต่อเข้าและออกไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางและสำหรับขนาดไม่น้อยกว่า 25%
 - 6.3 CONNECTION MODULAR จะต้องติดตั้งบนฐานรองรับที่มีความแข็งแรงทนทานในด้านเชิงกลและไฟฟ้า โดยทำขึ้นมาสำหรับ MDF โดยเฉพาะเท่านั้น
 - 6.4 ชุด CONNECTION MODULAR จะต้องประทับตราหรือสัญลักษณ์ของผู้ผลิต (BRAND NAME) ให้ชัดเจน เพื่อเป็นการป้องกันของเทียม หรือทำเลียนแบบ และจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยมีเอกสารอ้างอิง
 - 6.5 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าแรงสูงชนิด GAS DISCHARGE PROTECTORS ตามมาตรฐานองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย เท่าจำนวนสายนอกโดยแผง ARRESTER จะต้องต่อลงดินให้ถูกต้อง
 - 6.6 ตู้ใส่แผงต่อสาย ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 mm. มีฝาบานพับถอดได้พร้อมล็อกและไขด้วยกุญแจอย่างดี ตู้พันสีกันสนิมก่อนพันสีทับแล้วอบ
 - 6.7 ในตู้แผงต่อสายจะต้องยึดสายต่าง ๆ ให้เรียบร้อย มีที่ตัดม้วนสาย JUMPER มีที่ติดเครื่องมือเข้าสาย เครื่องมือเสียบทดสอบสาย และสามารถที่จะติดตั้งระบบ GROUNDING ได้



หมวดที่ 15 ระบบโทรศัพท์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 6.8 ตู้กระจายสาย จะต้องลงดินให้ถูกต้องโดยใช้ TERMINATOR ต่อสาย ชั้นด้วยสกรูที่ไม่ขึ้นสนิมอย่างดี โดยสายไฟและแท่งหลักดิน ที่ใช้มีขนาดดังระบุในแบบ
- 6.9 ตู้กระจายสายที่ใช้ จะต้องเป็นแบบที่ติดตั้งบนผนัง (WALL MOUNTED)
7. TELEPHONE FLOOR CABINET (TFC) AND TELEPHONE CABINET (TC)
 - 7.1 TERMINALS ต่างๆ ที่ใช้งานในระบบโทรศัพท์จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานในระบบโทรศัพท์เท่านั้น TERMINATING BLOCK แต่ละชุดสามารถต่อใช้งานกับสายป้อนกลุ่มละ 10 คู่สายและสำหรับ 10 คู่สายนอก ติดตั้งบนฐานรองรับอยู่ในกล่องต่อสายโดยเฉพาะ (ขนาดและจำนวนคู่สายดูรายละเอียดจากแบบ)
 - 7.2 จะต้องเป็นแบบที่ติดตั้งบนผนังในกรณีทีกล่องต่อสายมีขนาดใหญ่จะต้องมี WIRE RETAINER และ WIRE GUIDE เพื่อจัดหมวดหมู่ของสายให้เรียบร้อย การต่อสายโทรศัพท์ ณ. ที่ TERMINALS จะต้องสามารถจัดทำด้วยเชือกกลโดยเครื่องมือต่อสายโดยเฉพาะเท่านั้น
8. เดีร์รับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)
 - 8.1 เดีร์รับโทรศัพท์ทั่วไปจะต้องติดตั้งฝาผนัง แบบ MODULAR JACK ติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะมีฝาปิดแบบ Aluminum Anodized และติดตั้งฝั้เป็นแบบ POP UP TYPE การต่อสายเข้าเดีร์รับจะต้องต่อสาย 4 เส้น ต่อ 1 เดีร์รับ (4 CORE / 1 MODULAR JACK)
9. TELEPHONE CABLE AND WIRES
 - 9.1 สายที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.65 มม. มีจำนวนคู่สายตามที่ระบุในรูปแบบการจัดสายโทรศัพท์ทั้งหมด ห้ามมิให้ทำการตัดต่อระหว่างทางและนอกจากระบุเป็นอย่างอื่น สายโทรศัพท์ที่ใช้ให้เป็น ดังนี้
 - 9.2 สายที่เชื่อมโยงระหว่างอาคารต่างๆ ให้ใช้สาย FIG 8AP : FIGURE 8 ALPETH SHEATHED CABLE และ AP APLETH SHEATHED CABLE
 - 9.3 สายที่ใช้งานจาก MDF ไปยัง TC ให้ใช้สาย TPEV : POLYETHYLENE INSULATED AND PVC SHEATHED TERMINATING CABLE
 - 9.4 สายที่ใช้งานกับเครื่องรับโทรศัพท์ภายในอาคารให้ใช้สาย TIEV : INSIDE-OUTSIDE STATION WIRE



หมวดที่ 16
ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์

1. ความต้องการทั่วไป
ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์ (Computer . Cabling System) ตามขอบเขตที่กำหนดในแบบ โดยระบบที่จัดหาจะต้องสามารถ Support Analog And Digital Voice Application , Data , Local Area Network (LAN) Video รวมถึงสัญญาณควบคุมต่างๆ ในอาคาร และมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดค่าสุดของมาตรฐานที่อ้างถึง
2. ส่วนประกอบของระบบ
ระบบข่ายสายร่วมโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้
 - 2.1 สายกระจายสัญญาณตามแนวนาน (HORIZONTAL CABLING SYSTEM)
 - 2.1.1 เป็นสายชนิด 4 Pair Unshielded Twisted Pair (4-Pair UTP) โดยใช้สายทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG. หุ้มฉนวนด้วย พีวี พันตีเกลียวเป็นคู่ตามมาตรฐาน EIA/TA
 - 2.1.2 สาย 4-Pair UTP 1 เส้น จะต้องใช้กับ Voice and data ใน 1 information outlet เท่านั้น
 - 2.1.3 ความยาวของสายตามแนวนานจาก Telecommunications closet box ไปยังแต่ละ information outlet ไม่เกิน 80 เมตร (262 ฟุต)
 - 2.1.4 สายจาก Telecommunications closet box ถึง information outlet จะต้องมีความต่อเนื่องกันตลอดไม่อนุญาตให้มีการตัดต่ออย่างเด็ดขาด
 - 2.1.5 สาย 4-Pair UTP จะต้องมีความสมบัติตามมาตรฐาน EIA/TIA Category CAT 6 หรือดีกว่า
 - 2.2 สายกระจายสัญญาณตามแนวตั้ง (Backbone Subsystem)
 - 2.2.1 จะต้องเป็นสายทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG ชนิดหลายคู่ (multi-pair) โดยสายทองแดงแต่ละเส้นจะต้องหุ้มฉนวน และพันตีเกลียวเข้าด้วยกัน
 - 2.2.2 ในกรณี backbone subsystem เป็น fiber cable จะต้องมีความสมบัตินี้
 - multi-core optical fiber shall consist of multiple mode 50/125 micron meter fiber
 - The fiber cable shall meet the following specifications
 - Max fiber loss : 3 dB/km at 850 nm.
1 dB/km at 1300 nm
 - Min bandwidth : 160 MHz-km. at 850 nm.
500 MHz-km. at 1300 nm
 - Numerical aperture : 0.275



2.3 ตู้ RACK

เป็นตู้ขนาดมาตรฐาน ความกว้าง 19 นิ้ว ผ่านกรรมวิธีการกำจัด ป้องกันสนิม และพ่นสีตามกรรมวิธีที่ได้มาตรฐาน และต้องมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1. ขนาด 45 U
2. มีล้อเลื่อนพร้อมขาตั้งแบบล็อกและปรับได้
3. ฝาข้างและฝาด้านหลังเป็นแบบทึบ สามารถเปิดได้
4. ฝาด้านหน้าเป็นแบบโปร่งใส สามารถมองเห็นอุปกรณ์จากภายนอกได้และมีกุญแจล็อก
5. มี Breaker หรือ Plug ไม่ต่ำกว่า 8 Plug สามารถเปิดปิด Power จากด้านหน้าได้
6. มีระบบระบายอากาศที่ดี โดยมีพัดลมระบายอากาศอย่างน้อย 3 ตัว ติดตั้งที่ด้านหลัง
7. มีถาดสำหรับวางอุปกรณ์ชนิดยึด 4 จุด 3 ชุด
8. มีถาดสำหรับวางอุปกรณ์ชนิดถาดเลื่อน 1 ชุด
9. มีโครงสร้างที่แข็งแรง

2.4 แผงกระจายสัญญาณ (TELECOMMUNICATIONS CLOSET BOX) ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

- 2.4.1 Terminal block โดยมีคุณสมบัติตาม category 6 และจะต้องเป็นชนิด cross-connection
- 2.4.2 Terminal block จะต้องเป็นชนิด Modular Jack patch panel และมี label strips เพื่อกำหนด identification number สำหรับ outlet ต่างๆ ได้อย่างชัดเจน
- 2.4.3 Patch cord จะต้องเป็นชนิด factory assembled plug-ended jumpers โดยใช้แบบ 2 คู่ สำหรับระบบโทรศัพท์ และ 4 คู่ สำหรับระบบข่ายสายร่วมๆ และมีความยาวที่สามารถต่อถึงกันได้จากจุดที่ห่างกันที่สุดในตู้
- 2.4.4 อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ในการเดินสายภายในแผงเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.5 ปลั๊กต่อสัญญาณ (INFORMATION OUTLET) จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 2.5.1 ปลั๊กทุกตัวจะต้องเป็นชนิด RJ45 (modular universal application) และมีคุณสมบัติตาม EIA/TIA category CAT6
- 2.5.2 จะต้องเป็นปลั๊กที่เหมาะสมสำหรับ ISDN 8-position/8 conductor standard และยังสามารถใช้ได้กับ jack/plug ชนิด 4 และ ± pin
- 2.5.3 จะต้องเป็นชนิด multivendor supportive ซึ่งสามารถประยุกต์เข้าใช้งานให้สอดคล้องกับความต้องการได้หลายวิธี



3. การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งในขั้นต้นสุดท้ายจะต้องมีการทดสอบ (acceptance tests) เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ของระบบที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการติดตั้งโดยมีหัวข้อการทดสอบดังนี้

- 3.1 Transmission performance test โดยค่าที่ทดสอบต้องอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน EIA/TIA category 6
- 3.2 Continuity test เป็นการทดสอบความต่อเนื่องของจุดต่อต่างๆ
- 3.3 Short circuit test เพื่อป้องกันคู่สายใดๆ ในระบบลัดวงจร
- 3.4 Insulation test ทดสอบโดยป้อนแรงดัน 50 VDC ระหว่าง line-earth ค่าที่ได้ไม่ควรต่ำกว่า 2 Mohms \pm 10%
- 3.5 การทดสอบอื่นๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต และจะต้องส่งผลการทดสอบให้กับผู้ควบคุมงาน
- 3.6 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบผู้รับจ้างเป็นผู้ออกทั้งหมด

4. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค Fiber Optic cable

- 4.1 สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor) แบบฉนวนเป็น LSZH
 - 4.1.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Multi-Mode ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA-568B
 - 4.1.2 ผ่านมาตรฐาน UL ประเภท OFNR Riser
 - 4.1.3 รองรับการใช้งาน 1 Gigabit Ethernet
 - 4.1.4 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ LSZH (Low Smoke Zero Halogen)
 - 4.1.5 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน [4, 6, 12] Core
 - 4.1.6 มี Buffer coating เป็นชนิด Tight Buffer และมี Aramid Yarn เพื่อเพิ่มความแข็งแรง
 - 4.1.7 มีค่า Tensile load ขณะติดตั้ง ไม่น้อยกว่า 650N
 - 4.1.8 มีค่า Tensile load ขณะใช้งาน ไม่น้อยกว่า 200N
 - 4.1.9 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะติดตั้ง เท่ากับ 20 เท่า (20xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
 - 4.1.10 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะใช้งาน เท่ากับ 10 เท่า (10xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
 - 4.1.11 มีค่า Physical และ Optical Characteristics ดังต่อไปนี้
 - Core Diameter 50 μ m
 - Cladding Diameter 125 μ m
 - Maximum Attenuation 3.5 dB/km @850 nm
1.5 dB/km @1300 nm



- Minimum Bandwidth 500 MHz/km @850 nm
1000 MHz/km @1300 nm
- 4.1.12 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับแผงกระจายสาย Fiber Patch Panel
- 4.2 สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายในอาคาร (Indoor) แบบฉนวนเป็น PVC
- 4.2.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด [Multi-Mode, Single-Mode] ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA-568B
- 4.2.2 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ PVC ที่ผ่านมาตรฐาน OFNR Rated
- 4.2.3 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน [4, 6, 12] Core
- 4.2.4 มี Buffer coating เป็นชนิด Tight Buffer และมี Aramid Yarn เพื่อเพิ่มความแข็งแรง
- 4.2.5 มีค่า Tensile load ขณะติดตั้งไม่น้อยกว่า 1000N
- 4.2.6 มีค่า Tensile load ขณะใช้งาน ไม่น้อยกว่า 300N
- 4.2.7 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะติดตั้ง เท่ากับ 15 เท่า (15xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.2.8 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะใช้งาน เท่ากับ 10 เท่า (10xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.2.9 มีค่า Physical และ Optical Characteristics ดังต่อไปนี้

Fiber Type	Multi-Mode	Single-Mode
Core Diameter	50µm	9µm
Cladding Diameter	125µm	125µm
Maximum Attenuation	3.5 dB/km @850 nm 1.5 dB/km @1300 nm	0.45 dB/km @1310 nm 0.3 dB/km @1550 nm
Minimum Bandwidth	500 MHz/km @850 nm 1000 MHz/km @1300 nm	Not Specified Not Specified

- 4.2.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับแผงกระจายสาย Fiber Patch Panel



- 4.3 สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor) แบบมี Armored ชนิดร้อยท่อฝังดิน
- 4.3.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด [Multi-Mode, Single-Mode] ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA-568B
- 4.3.2 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน[4,6, 12] Core
- 4.3.3 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ PE Sheath
- 4.3.4 เป็นสายใยแก้วนำแสงที่สามารถติดตั้งภายนอกอาคารโดยการร้อยท่อฝังดิน
- 4.3.5 มีโครงสร้างแบบ Loose tube และภายใน Loose tube มี filling compound เพื่อป้องกันความชื้น
- 4.3.6 มีโครงสร้าง PSP (Polyethylene Steel Polyethylene) หุ้ม cable core ตลอดความยาวสาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้นและน้ำ
- 4.3.7 มีค่า Tensile load ขณะติดตั้งไม่น้อยกว่า 1500N
- 4.3.8 มีค่า Tensile load ขณะใช้งาน ไม่น้อยกว่า 600N
- 4.3.9 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะติดตั้ง เท่ากับ 20 เท่า (20xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.3.10 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะใช้งาน เท่ากับ 10 เท่า (10xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.3.11 มีค่า Physical และ Optical Characteristics ดังต่อไปนี้

Fiber Type	Multi-Mode	Single-Mode
Core Diameter	50µm	9µm
Cladding Diameter	125µm	125µm
Maximum Attenuation	3 dB/km @850 nm 1 dB/km @1300 nm	0.36 dB/km @1310 nm 0.22 dB/km @1550 nm
Minimum Bandwidth	500 MHz/km @850 nm 1000 MHz/km @1300 nm	Not Specified (20 x Cable Diameter) Not Specified (20 X Cable Diameter)

- 4.3.12 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับแผงกระจายสาย Fiber Patch Panel

- 4.4 สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor) แบบมี Armored ชนิดฝังดินได้โดยตรง
- 4.4.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด [Multi-Mode, Single-Mode] ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน
- 4.4.2 TIA/EIA-568B



- 4.4.3 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน [4, 6, 12,24] Core
- 4.4.4 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ PE Sheath
- 4.4.5 เป็นสายใยแก้วนำแสงที่สามารถติดตั้งภายนอกอาคารโดยฝังดินได้โดยตรง
- 4.4.6 มีโครงสร้างแบบ Loose tube และภายใน Loose tube มี filling compound เพื่อป้องกันความชื้น
- 4.4.7 มีชั้น Water Blocking Material และ ชั้น APL (Aluminums Polyethylene Laminate) หุ้มตลอดความยาวสายเพื่อป้องกันน้ำและความชื้น
- 4.4.8 มีโครงสร้าง PSP (Polyethylene Steel Polyethylene) หุ้ม cable core ตลอดความยาวสาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้นและน้ำ
- 4.4.9 มีค่า Tensile load ขณะติดตั้งไม่น้อยกว่า 1500N
- 4.4.10 มีค่า Tensile load ขณะใช้งาน ไม่น้อยกว่า 600N
- 4.4.11 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะติดตั้ง เท่ากับ 20 เท่า (20xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.4.12 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะใช้งาน เท่ากับ 10 เท่า (10xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.4.13 มีค่า Physical และ Optical Characteristics ดังต่อไปนี้

Fiber Type	Multi-Mode	Single-Mode
Core Diameter	50µm	9µm
Cladding Diameter	125µm	125µm
Maximum Attenuation	3 dB/km @850 nm 1 dB/km @1300 nm	0.36 dB/km @1310 nm 0.22 dB/km @1550 nm
Minimum Bandwidth	500 MHz/km @850 nm 1000 MHz/km @1300 nm	Not Specified Not Specified

- 4.4.14 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับแผงกระจายสาย Fibre Patch Panel

- 4.5 สายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายใน / ภายนอกอาคาร (Indoor/Outdoor) แบบฉนวนเป็น LSZH
- 4.5.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด [Multi-Mode, Single-Mode] ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA-568B
- 4.5.2 เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวน [4, 6, 12] Core
- 4.5.3 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ LSZH (Low Smoke Zero Halogen)



- 4.5.4 เป็นสายใยแก้วนำแสงที่สามารถติดตั้งภายในและภายนอกอาคารได้
- 4.5.5 มี Aramid yarns ห่อหุ้ม buffered tube เพื่อเพิ่มความแข็งแรง
- 4.5.6 โครงสร้างภายในบรรจุ water-resistant filling compound เพื่อป้องกันน้ำและความชื้น
- 4.5.7 โครงสร้างของสายเป็น all dielectric self supporting
- 4.5.8 มีค่า Tensile load ขณะติดตั้งไม่น้อยกว่า 650N
- 4.5.9 มีค่า Tensile load ขณะใช้งาน ไม่น้อยกว่า 200N
- 4.5.10 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะติดตั้ง เท่ากับ 20 เท่า (20xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.5.11 มีค่ารัศมีความโค้งของสายขณะใช้งาน เท่ากับ 10 เท่า (10xD) ของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายใยแก้วนำแสง
- 4.5.12
- 4.5.13 มีค่า Physical และ Optical Characteristics ดังต่อไปนี้

Fiber Type	Multi-Mode	Single-Mode
Core Diameter	50µm	9µm
Cladding Diameter	125µm	125µm
Maximum Attenuation	3 dB/km @850 nm 1 dB/km @1300 nm	0.36 dB/km @1310 nm 0.22 dB/km @1550 nm
Minimum Bandwidth	500 MHz/km @850 nm 1000 MHz/km @1300 nm	Not Specified Not Specified

- 4.5.14 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับแผงกระจายสาย Fibre Patch Panel
- 4.6 แผงกระจายสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Panel)
 - 4.6.1 เป็นอุปกรณ์พักและกระจายสายใยแก้วนำแสง ตามมาตรฐาน IEC และ TIA/EIA ความจุ 24 หรือ 48 Fiber ports ตามการใช้งาน
 - 4.6.2 เป็นชนิดที่ใช้สำหรับติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด Rack มาตรฐาน 19"
 - 4.6.3 มีพื้นที่ขดสายหรือเก็บสายอยู่ภายใน (Internal Management Ring)
 - 4.6.4 สามารถเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์เก็บสายภายในให้เป็นอุปกรณ์ต่อสาย (splice tray) ได้
 - 4.6.5 สามารถติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อสาย (adaptor snap plate) และยังสามารถเพิ่มเติม, เปลี่ยนแปลงจำนวน หรือประเภทของหัวต่อได้ง่าย



- 4.6.6 มีลักษณะเป็นแบบถาด slide ซึ่งทำให้ง่ายต่อการติดตั้ง, ดูแลบำรุงรักษาหรือติดตั้งเพิ่มเติม
- 4.6.7 ด้านหน้าของแผงกระจายสาย มีพื้นที่สำหรับติดฉลาก หรือชื่อ (Label)
- 4.6.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 4.7 แผงกระจายสายใยแก้วนำแสงชนิดติดผนัง (Fiber Optic Wall mount enclosure)
 - 4.7.1 เป็นอุปกรณ์พักและกระจายสายใยแก้วนำแสงชนิดติดผนัง
 - 4.7.2 มีพื้นที่ขดสายหรือเก็บสายอยู่ภายใน (Internal Management Ring)
 - 4.7.3 สามารถติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อสาย (adaptor snap plate) และยังสามารถเพิ่มเติม, เปลี่ยนแปลงจำนวน หรือประเภทของหัวต่อได้ง่าย
 - 4.7.4 มีฝาปิดด้านหน้า 2 ฝาและภายใน enclosure แบ่งเป็น 2 ส่วน เพื่อความสะดวกในการแบ่งแยกสายให้เป็นระเบียบ
 - 4.7.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 4.8 หัวต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Connector)
 - 4.8.1 หัวต่อสายเป็นเป็นชนิด ST, SC หรือ LC Connector ชนิด Single-Mode หรือ Multi-Mode ตามการใช้งาน
 - 4.8.2 เป็นหัวต่อที่ใช้กับ Epoxy โดยมีแกน Ferrule เป็นแบบ Ceramic
 - 4.8.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 4.9 ชุดเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Adaptor)
 - 4.9.1 ชุดเชื่อมต่อสายเป็นเป็นชนิด ST, SC หรือ LC Connector และมีลักษณะเป็นตัวเมีย 2 ด้าน ชนิด Single-Mode หรือ Multi-Mode ตามการใช้งาน
 - 4.9.2 Sleeve ทำด้วย Zirconia Ceramic
 - 4.9.3 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 4.10 สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord)
 - 4.10.1 เป็นสายเชื่อมต่อซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA หรือ ISO/IEC เป็นอย่างน้อย
 - 4.10.2 เป็นสายเชื่อมต่อที่มีหัวต่อแบบ ST/ST, ST/SC หรือ ST/LC หรือหัวต่อชนิดอื่นๆ ตามการใช้งาน
 - 4.10.3 สายเชื่อมต่อเป็นชนิด Single-Mode หรือ Multi-Mode ตามการใช้งาน
 - 4.10.4 มีแกน Ferrule เป็นแบบ Zirconia Ceramic
 - 4.10.5 มีเปลือกหุ้มสาย (Jacket) เป็นชนิด OFNR หรือ LSZH ตามการใช้งาน
 - 4.10.6 มี Maximum Insertion Loss เท่ากับ 0.4dB
 - 4.10.7 มีความทนทานในการเชื่อมต่อ (Connector Durability) 500 ครั้ง



- 4.10.8 เป็นสายเชื่อมต่อนิตที่มีความยืดหยุ่นสูง คือมีรัศมีความโค้งของสายน้อยกว่า 10 mm เพื่อป้องกันแกน Fiber Optic หัก/งอ
 - 4.10.9 วัสดุเคลือบภายนอกเป็น Permanent Polymeric Coating เพื่อเพิ่มความทนทาน
 - 4.10.10 เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
 - 4.10.11 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
5. ข้อกำหนดของงานระบบสายสัญญาณทองแดง(UTP Cabling System Specification)
- 5.1 ข้อกำหนดทั่วไป
 - 5.1.1 ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งระบบสายสัญญาณ จะต้องเสนออุปกรณ์ประกอบไปด้วย สาย UTP (Unshielded Twisted Pair), แผงกระจายสาย (Patch Panel), สายต่อเชื่อมอุปกรณ์ (Patch Cord), เต้ารับ (Outlet), หัวต่อสาย (Connector), สายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) และ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องพร้อมการ ติดตั้งส่งมอบพร้อมที่จะใช้งาน
 - 5.1.2 บริษัท ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องเสนอผลิตภัณฑ์ในระบบสายสัญญาณที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน
 - 5.1.3 บริษัท ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องผ่านการอบรมทางด้านการติดตั้ง, การออกแบบระบบสายสัญญาณตามมาตรฐาน TIA/EIA 568B หรือ ISO/IEC 11801 (TIA/EIA 568-B.2-10 และ ISO/IEC 11801 Class EA *กรณี UTP Cat6A)จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 5.1.4 บริษัท ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายเฉพาะโครงการนั้นๆ จากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 5.1.5 บริษัท ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องทดสอบสัญญาณทุกจุดที่ติดตั้ง และต้องส่งผลการทดสอบ (Test Report) ด้วย โดยการทดสอบต้องทำด้วยเครื่องทดสอบการติดตั้งสาย UTP และ Fiber Optic โดยเฉพาะ
 - 5.1.6 บริษัท ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งจะต้องส่ง shop drawing diagram พร้อม label ที่ถูกต้องตามความเป็นจริง
 - 5.1.7 ผลิตภัณฑ์ระบบสายสัญญาณจะต้องได้รับการรับประกันประสิทธิภาพ (Performance system warranty) จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ประจำประเทศไทย โดยมีระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 ปี
 - 5.1.8 บริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ จะต้องมี สำนักงานหลักตั้งอยู่ในประเทศไทยเท่านั้น (บริการหลังการขาย)
6. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค สายทองแดง ชนิด Cat5e
- 6.1 สายทองแดงตีเกลียวชนิดไม่มีชีลด์ Cat5e (UTP = Unshielded Twisted Pair Cable)
 - 6.1.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Cat5e ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย



- 6.1.2 รองรับการใช้งาน IEEE Gigabit Ethernet, 155Mbps ATM และ 622Mbps ATM เป็นอย่างน้อย
- 6.1.3 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ FR PVC (Flame Retardant), UL Listed CM Fire Rated
- 6.1.4 ฉนวนหุ้มทองแดงทำจาก PE หรือ HDPE
- 6.1.5 ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ (Conductor Diameter) มีขนาดอย่างน้อย 24 AWG
- 6.1.6 และอัตราการลดทอนสัญญาณตามมาตรฐานหรือดีกว่า Category 5e ดังต่อไปนี้
- มีค่า Attenuation (dB/100m) ไม่มากกว่า 22 dB ที่ 100 MHz
 - มีค่า Return Loss (dB) ไม่น้อยกว่า 20.1 dB ที่ 100 MHz
 - มีค่า NEXT (Near End Cross Talk (dB)) ไม่น้อยกว่า 35.3 dB ที่ 100 MHz
 - มีค่า ELFEXT (dB) ไม่น้อยกว่า 23.8 dB ที่ 100 MHz
- 6.1.7 มีค่า Propagation delay 538ns/100m. max ที่ 100 MHz
- 6.1.8 มีค่า DC resistance เท่ากับ $9.38 \Omega_{max} / 100m$
- 6.1.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 6.1.10 รายละเอียดทางไฟฟ้า Appendix 1
- 6.2 แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) Cat5e
- 6.2.1 เป็น Patch panel ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ IDC ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย
- 6.2.2 ประกอบด้วย RJ45 Modular Jack Cat5e จำนวน 24 port มีลักษณะเป็น Module โดย Module ละ 1 port เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ที่เป็นแบบแผง Module ละ 6 ถึง 8 port เพราะยากต่อการบำรุงรักษาเนื่องจากถ้ามีการชำรุด 1 port (module) จะต้องเปลี่ยนทั้งแผง
- 6.2.3 Contact pins ของ patch panel ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches
- 6.2.4 สามารถติดตั้งภายในตู้ใส่อุปกรณ์สื่อสาร ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้ และมีความสูงมาตรฐาน 1U
- 6.2.5 มีแผงจัดสายด้านหลัง (Cable support tray) มีแถบแผ่นพลาสติกใสเพื่อใช้ในการติดป้าย Label ที่ด้านหน้า
- 6.2.6 RJ45 Modular Jack Cat5e สามารถเสียบสาย UTP Patch Cord ได้อย่างน้อย 750 mating cycles
- 6.2.7 สามารถเข้าสายได้ทั้ง Cooler code แบบ 568A และ 568B
- 6.2.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat5e
- 6.3 สายต่อเชื่อมอุปกรณ์ (UTP Patch Cord) Cat5e
- 6.3.1 คุณสมบัติของ UTP Patch Cable Cat5e เป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย
- 6.3.2 ปลายสายทั้งสองข้างเป็นหัวต่อแบบ RJ 45 Modular Plug และ pin ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches



- 6.3.3 Contact pin ของสาย UTP Patch Cord ต้องสามารถเสียบ RJ45 Modular Jack เข้า-ออก ได้ อย่างน้อย 1000 mating cycles โดยไม่เสียหาย
- 6.3.4 ต้องเป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 6.3.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat5e
- 6.4 เต้ารับสัญญาณตัวเมีย (Modular RJ45 Jack Connector) Cat5e
 - 6.4.1 คุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย
 - 6.4.2 Contact pin ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches
 - 6.4.3 เป็นชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ IDC และมีฝาปิดล็อกกันสายหลุดและเพิ่มความแข็งแรงของจุด terminate
 - 6.4.4 สามารถเข้าสายได้ทั้ง Cooler code แบบ 568A และ 568B
 - 6.4.5 สามารถเสียบสาย UTP Patch Cord ได้อย่างน้อย 750 mating cycles
 - 6.4.6 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat5e
- 6.5 หน้ากากเต้ารับ RJ45 (Face Plate or Wall Plate)
 - 6.5.1 สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 ได้
 - 6.5.2 ผิวเรียบเป็นมัน วัสดุทำจาก Polycarbonate plastic ไม่เป็นเชื้อไฟ
 - 6.5.3 มีช่องสำหรับใส่สัญลักษณ์ (Icon) คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์ และ ฉลาก (Label) เพื่อความสะดวกในการใช้งานและจัดการ
 - 6.5.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat5e
- 6.6 เต้ารับไฟฟ้าและสวิตช์ไฟฟ้า (ถ้ามี)
 - 6.6.1 เป็นเต้ารับไฟฟ้า 3 ขา แบบมีกราวด์ พร้อมม่านนิรภัย
 - 6.6.2 สวิตช์ไฟฟ้าและเต้ารับไฟฟ้าทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ใน Outlet Box เท่านั้น โดยใช้ Cover plate ยึดกับ Box
 - 6.6.3 สวิตช์ไฟฟ้าและเต้ารับไฟฟ้าต้องเป็นวัสดุที่ทนแรงกระแทกได้สูงและไม่เป็นเชื้อไฟ โดยทำจาก Polycarbonate plastic ไม่อนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก Plastic ABS
 - 6.6.4 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหน้ากากเต้ารับ RJ45 ในข้อ 5 เพื่อให้เกิดความกลมกลืนและความสวยงาม



Appendix 1

Electrical Characteristics

Frequency (MHZ)	Return Loss(DB)	Attenuation (db/100m.)	NEXT (dB)	ACR (dB)	PSNEXT (dB)	ELFEXT (dB)	PSELFEXT (dB)	Delay (ns./100m)
0.772	19.4	1.8	67.0	65	64.0	66.0	63.0	575.0
1	20.0	2.0	65.3	63	62.3	63.8	60.8	570.0
4	23.0	4.1	56.3	52	53.3	51.7	48.7	552.0
8	24.5	5.8	51.8	46	48.8	45.7	42.7	546.7
10	25	6.5	50.3	44	47.3	43.8	40.8	545.4
16	25	8.2	47.3	39	44.3	39.7	36.7	543.0
20	25	9.3	45.8	37	42.8	37.7	34.7	542.0
25	24.3	10.4	44.3	34	41.3	35.8	32.8	541.2
31.25	23.6	11.7	42.9	31	39.9	33.9	30.9	540.4
62.5	21.5	17.0	38.4	21	35.4	27.8	24.8	538.6
100	20.1	22.0	35.3	13	32.3	23.8	20.8	537.6

7. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค สายทองแดงชนิด Cat6

7.1 สายทองแดงตีเกลียวชนิดไม่มีชีลด์ Cat6 (UTP = Unshielded Twisted Pair Cable)

7.1.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Cat6 ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย

7.1.2 รองรับการใช้งาน IEEE Gigabit Ethernet, TIA/EIA 1000 Base-TX, 1.2Gbps ATM เป็นอย่างน้อย

7.1.3 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ FR PVC (Flame Retardant), UL Listed CM Fire Rated

7.1.4 ฉนวนหุ้มทองแดงทำจาก PE หรือ HDPE

7.1.5 ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ (Conductor Diameter) มีขนาดอย่างน้อย 23 AWG

7.1.6 และอัตราการลดทอนสัญญาณตามมาตรฐานหรือดีกว่า Category 6 ดังต่อไปนี้

- มีค่า Attenuation (dB/100m) ไม่มากกว่า 32.8 dB ที่ 250 MHz
- มีค่า Return Loss (dB) ไม่น้อยกว่า 17.3 dB ที่ 250 MHz
- มีค่า NEXT (Near End Cross Talk (dB)) ไม่น้อยกว่า 38.3 dB ที่ 250 MHz
- มีค่า ELFEXT (dB) ไม่น้อยกว่า 19.8 dB ที่ 250 MHz

7.1.7 มีค่า Propagation delay 536.3ns/100m. max ที่ 250 MHz

7.1.8 มีค่า DC resistance เท่ากับ $7.32 \Omega_{\max} / 100m$



- 7.1.9 รายละเอียดทางไฟฟ้า Appendix1
- 7.1.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 7.2 แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) Cat6
 - 7.2.1 เป็น Patch panel ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ IDC ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย
 - 7.2.2 ประกอบด้วย RJ45 Modular Jack Cat6 จำนวน 24 port มีลักษณะเป็น Module โดย Module ละ 1 port เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ที่เป็นแบบแผง Module ละ 6 ถึง 8 port เพราะยากต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากถ้ามีการชำรุด 1 port (module) จะต้องเปลี่ยนทั้งแผง
 - 7.2.3 RJ45 Modular Jack Cat6 โค้งสร้างภายในเป็นชนิด Lead Frame เทคโนโลยี เพื่อประสิทธิภาพการนำสัญญาณสูงสุด และเป็นการจำกัดการบกพร่องของแผง PC Board
 - 7.2.4 RJ45 Modular Jack Cat6 ต้องมีฝา Shutter ปิดช่อง RJ 45 ได้เองเมื่อถอดสายออก เพื่อป้องกันฝุ่น, แมลง, ความชื้น และสิ่งแปลกปลอม มาสัมผัสกับ Contact Pins ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ Contact pins เสียหายในกรณีที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน
 - 7.2.5 RJ45 Modular Jack Cat6 สามารถเสียบสาย UTP Patch Cord ได้อย่างน้อย 1000 mating cycles
 - 7.2.6 Contact pins ของ patch panel ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches
 - 7.2.7 สามารถติดตั้งภายในตู้ใส่อุปกรณ์สื่อสาร ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้ และมีความสูงมาตรฐาน 1U
 - 7.2.8 มีแผงจัดสายด้านหลัง (Cable support tray) มีแถบแผ่นพลาสติกใสเพื่อใช้ในการติดป้าย Label ที่ด้านหน้า
 - 7.2.9 สามารถเข้าสายได้ทั้ง Color code แบบ 568A และ 568B
 - 7.2.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6
- 7.3 ใ้เข้ารับสัญญาณตัวเมีย (Modular RJ45 Jack Connector) Cat6
 - 7.3.1 คุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย
 - 7.3.2 RJ45 Modular Jack Cat6 โค้งสร้างภายในเป็นชนิด Lead Frame เทคโนโลยี เพื่อประสิทธิภาพการนำสัญญาณสูงสุด และเป็นการจำกัดการบกพร่องของแผง PC Board
 - 7.3.3 RJ45 Modular Jack Cat6 ต้องมีฝา Shutter ปิดช่อง RJ 45 ได้เองเมื่อถอดสายออก เพื่อป้องกันฝุ่น, แมลง, ความชื้น และสิ่งแปลกปลอม มาสัมผัสกับ Contact Pins ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ Contact pins เสียหายในกรณีที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน
 - 7.3.4 Contact pin ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches
 - 7.3.5 เป็นชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ IDC และมีฝาปิดล็อกกันสายหลุดและเพิ่มความแข็งแรงของจุด terminate



หมวดที่ 16 ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาริตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 7.3.6 สามารถเข้าสายได้ทั้ง Color code แบบ 568A และ 568B
- 7.3.7 RJ45 Modular Jack Cat6 สามารถเสียบสาย UTP Patch Cord ได้อย่างน้อย 1000 mating cycles
- 7.3.8 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6
- 7.4 สายต่อเชื่อมอุปกรณ์ (UTP Patch Cord) Cat6
 - 7.4.1 คุณสมบัติของ UTP Patch Cable Cat6 เป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2 และ ISO/IEC 11801 เป็นอย่างน้อย
 - 7.4.2 ปลายเป็นสายทั้งสองข้างเป็นหัวต่อแบบ RJ 45 Modular Plug และ pin ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches
 - 7.4.3 Contact pin ของสาย UTP Patch Cord ต้องสามารถเสียบ RJ45 Modular Jack เข้า-ออก ได้อย่างน้อย 1000 mating cycles โดยไม่เสียหาย
 - 7.4.4 ต้องเป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
 - 7.4.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6
- 7.5 หน้ากากเด้ารับ RJ45 (Face Plate or Wall Plate)
 - 7.5.1 สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 ได้
 - 7.5.2 ผิวเรียบเป็นมัน วัสดุทำจาก Polycarbonate plastic ไม่เป็นเชื้อไฟ
 - 7.5.3 มีช่องสำหรับใส่สัญลักษณ์ (Icon) คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์ และ ฉลาก (Label) เพื่อความสะดวกในการใช้งานและจัดการ
 - 7.5.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6
- 7.6 เด้ารับไฟฟ้าและสวิตช์ไฟฟ้า (ถ้ามี)
 - 7.6.1 เป็นเด้ารับไฟฟ้า 3 ขา แบบมิกราวด์ พร้อมม่านนิรภัย
 - 7.6.2 สวิตช์ไฟฟ้าและเด้ารับไฟฟ้าทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ใน Outlet Box เท่านั้น โดยใช้ Cover plate ยึดกับ Box
 - 7.6.3 สวิตช์ไฟฟ้าและเด้ารับไฟฟ้าต้องเป็นวัสดุที่ทนแรงกระแทกได้สูงและไม่เป็นเชื้อไฟ โดยทำจาก Polycarbonate plastic ไม่อนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก Plastic ABS
 - 7.6.4 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหน้ากากเด้ารับ RJ45 ในข้อ 5 เพื่อให้เกิดความกลมกลืนและความสวยงาม



Appendix1

Electrical Characteristics

Frequency (MHz)	Return Loss (db)	Attenuation (dB/100)	NEXT (dB)	ACR (dB)	PSNEXT (dB)	ELFEXT (dB)	PSELFEXT (dB)	Delay (ns/100m)
1	20.0	2.0	74.3	72	72.3	67.8	64.8	570.0
4	23.0	3.8	65.3	61	63.3	55.8	52.8	552.0
8	24.5	5.3	60.8	55	58.8	49.7	46.7	546.7
10	25.0	6.0	59.3	53	57.3	47.8	44.8	545.4
16	25.0	7.6	56.2	49	54.2	43.7	40.7	543.0
20	25.0	8.5	54.8	46	52.8	41.8	38.8	542.0
25	24.3	9.5	53.3	44	51.3	39.8	36.8	541.2
31.25	23.6	10.7	51.9	41	49.9	37.9	34.9	540.4
62.5	21.5	15.4	47.4	32	45.4	31.9	28.9	538.6
100	20.1	19.8	44.3	25	42.3	27.8	24.8	537.6
150	18.9	24.7	41.7	16.9	39.7	24.3	21.3	536.9
200	18.0	29.0	39.8	10.8	37.8	21.8	18.8	536.5
250	17.3	32.8	38.3	5.5	36.3	19.8	16.8	536.3

8. ข้อกำหนดทางด้านเทคนิคสายทองแดง Cat6A

8.1 สายทองแดงที่เกลียวชนิด Cat6A (UTP = Unshielded Twisted Pair Cable)

8.1.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Cat6 ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B-2-10 และ ISO/IEC 11801 Class EA เป็นอย่างน้อย

8.1.2 รองรับการใช้งาน IEEE 10Gigabit Ethernet BaseT, TIA/EIA 1000 Base-TX เป็นอย่างน้อย

8.1.3 ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ FR PVC (Flame Retardant), UL Listed CM Fire Rated

8.1.4 ฉนวนหุ้มทองแดงทำจาก PE หรือ HDPE

8.1.5 ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ (Conductor Diameter) มีขนาดอย่างน้อย 23 AWG

8.1.6 และอัตราการผลิตทองสัญญาณตามมาตรฐานหรือดีกว่า Category 6A ดังต่อไปนี้

- มีค่า Attenuation (dB/100m) ไม่มากกว่า 45.3 dB ที่ 500 MHz
- มีค่า Return Loss (dB) ไม่น้อยกว่า 15.2 dB ที่ 500 MHz
- มีค่า NEXT (Near End Cross Talk (dB)) ไม่น้อยกว่า 33.8 dB ที่ 500 MHz
- มีค่า ELFEXT (dB) ไม่น้อยกว่า 13.8 dB ที่ 500 MHz



- 8.1.7 มีค่า Propagation delay 536 ns/100m. max ที่ 500 MHz
- 8.1.8 มีค่า DC resistance เท่ากับ $72 \Omega_{max} / Km$
- 8.1.9 รายละเอียดทางไฟฟ้า Appendix1
- 8.1.10 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายใยแก้วนำแสง
- 8.2 แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) Cat6A
 - 8.2.1 เป็น Patch panel ชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ IDC ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2.10 Category 6A และ ISO/IEC 11801 Class Ea เป็นอย่างน้อย
 - 8.2.2 ประกอบด้วย RJ45 Modular Jack Cat6 จำนวน 24 port มีลักษณะเป็น Module โดย Module ละ 1 port เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ที่เป็นแบบแผง Module ละ 6 ถึง 8 port เพราะยากต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากถ้ามีการชำรุด 1 port (module) จะต้องเปลี่ยนทั้งแผง
 - 8.2.3 RJ45 Modular Jack Cat6A โครงสร้างภายในเป็นชนิด Lead Frame เทคโนโลยี เพื่อประสิทธิภาพการนำสัญญาณสูงสุด และเป็นการจำกัดการบดพ่วงของแผง PC Board
 - 8.2.4 RJ45 Modular Jack Cat6A สามารถเสียบสาย UTP Patch Cord ได้อย่างน้อย 750 mating cycles
 - 8.2.5 สามารถติดตั้งภายในตู้ใส่อุปกรณ์สื่อสาร ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้ และมีความสูงมาตรฐาน 1U
 - 8.2.6 มีแผงจัดสายด้านหลัง (Cable support tray) มีแถบแผ่นพลาสติกใสเพื่อใช้ในการติดป้าย Label ที่ด้านหน้า
 - 8.2.7 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6A
- 8.3 ใ้เข้ากับสัญญาณตัวเมีย (Modular RJ45 Jack Connector) Cat6A
 - 8.3.1 คุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2.10 Category 6A และ ISO/IEC 11801 Class EA เป็นอย่างน้อย
 - 8.3.2 RJ45 Modular Jack Cat6A โครงสร้างภายในเป็นชนิด Lead Frame เทคโนโลยี เพื่อประสิทธิภาพการนำสัญญาณสูงสุด และเป็นการจำกัดการบดพ่วงของแผง PC Board
 - 8.3.3 เป็นชนิดเข้าสายด้านหลังแบบ IDC และมีฝาปิดล็อกกันสายหลุดและเพิ่มความแข็งแรงของจุด terminate และไม่ต้องใช้เครื่องมือในการเข้าหัว (Termination without Punch down Tool)
 - 8.3.4 RJ45 Modular Jack Cat6A สามารถเสียบสาย UTP Patch Cord ได้อย่างน้อย 750 mating cycles
 - 8.3.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6A



- 8.4 สายต่อเชื่อมอุปกรณ์ (UTP Patch Cord) Cat6A
- 8.4.1 คุณสมบัติของ UTP Patch Cable Cat6 เป็นไปตามมาตรฐาน TIA/EIA 568-B.2.10 และ ISO/IEC 11801 Class Ea เป็นอย่างน้อย
 - 8.4.2 ปลายเป็นสายทั้งสองข้างเป็นหัวต่อแบบ RJ 45 Modular Plug และ pin ทำจาก Nickel เคลือบทองหนา 50 micro-inches
 - 8.4.3 Contact pin ของสาย UTP Patch Cord ต้องสามารถเสียบ RJ45 Modular Jack เข้า-ออก ได้อย่างน้อย 750 mating cycles โดยไม่เสียหาย
 - 8.4.4 ต้องเป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
 - 8.4.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6A
- 8.5 หน้ากากตัวรับ RJ45 (Face Plate or Wall Plate)
- 8.5.1 สามารถรองรับการใช้งานกับ RJ45 ได้
 - 8.5.2 ผิวเรียบเป็นมัน วัสดุทำจาก Polycarbonate plastic ไม่เป็นเชื้อไฟ
 - 8.5.3 มีช่องสำหรับใส่สัญลักษณ์ (Icon) คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์ และ ฉลาก (Label) เพื่อความสะดวกในการใช้งานและจัดการ
 - 8.5.4 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสาย UTP Cat6A
- 8.6 ตัวรับไฟฟ้าและสวิทช์ไฟฟ้า (ถ้ามี)
- 8.6.1 เป็นตัวรับไฟฟ้า 3 ขา แบบมีกราวด์ พร้อมม่านนิรภัย
 - 8.6.2 สวิทช์ไฟฟ้าและตัวรับไฟฟ้าทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ใน Outlet Box เท่านั้น โดยใช้ Cover plate ยึดกับ Box
 - 8.6.3 สวิทช์ไฟฟ้าและตัวรับไฟฟ้าต้องเป็นวัสดุที่ทนแรงกระแทกได้สูงและไม่เป็นเชื้อไฟ โดยทำจาก Polycarbonate plastic ไม่อนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก Plastic ABS
 - 8.6.4 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับหน้ากากตัวรับ RJ45 ในข้อ 5 เพื่อให้เกิดความกลมกลืนและความสวยงาม



หมวดที่ 16 ระบบข่ายสายคอมพิวเตอร์

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มจ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

Appendix1

Electrical Characteristics (Unshielded Twisted pair Cat 6 A)

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100)	NEXT (dB)	PSNEXT (dB)	ELFEXT (dB)	PSELFEXT (dB)	RL (dB)	Delay (ns/100m)	PSANEXT (dB)	PSAARRF (dB)
1	2.1	74.3	72.3	67.8	64.8	20	570	67	67
4	3.8	65.3	63.3	55.8	52.8	23	552	67	66.2
8	5.3	60.8	58.8	49.7	46.7	24.5	547	67	60.1
10	5.9	59.3	57.3	47.8	44.8	25	545	67	58.2
16	7.5	56.2	54.2	43.7	40.7	25	543	67	54.1
20	8.4	54.8	52.8	41.8	38.8	25	542	67	52.2
25	9.4	53.3	51.3	39.8	36.8	24.3	541	67	50.2
31.25	10.5	51.9	49.9	37.9	34.9	23.6	540	67	48.3
62.5	15	47.4	45.4	31.9	28.9	21.5	539	65.6	42.3
100	9.1	44.3	42.3	27.8	24.8	20.1	538	65.6	38.2
200	27.6	39.8	37.8	21.8	18.8	18	537	58	32.2
250	31.1	38.3	36.3	19.8	16.8	17.3	536	56.5	30.2
300	34.3	37.1	35.1	18.3	15.3	16.8	536	55.3	28.7
400	40.1	35.3	35.1	15.8	12.8	15.9	536	53.5	26.2
500	45.3	33.8	31.8	13.8	10.8	15.2	536	52	24.2



หมวดที่ 17

ระบบเสียงประกาศ (Public Address System)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสียงประกาศจะต้องถูกออกแบบในการส่งกระจายเสียง ตามบริเวณที่ต้องการสื่อสารข้อมูลตามชั้นต่างๆ เพื่อการกระจายข่าวสาร และ หรือเพลงบรรเลงเพื่อการพักผ่อน เมื่อผู้ใช้งานเปิดสวิทช์การใช้งานของตัวไมโครโฟนที่ใช้ในการประกาศข่าวสารที่ห้องควบคุม ต้องสามารถเลือกโซนในการประกาศข่าวสารในโซนหนึ่งโซนใด หลายโซนพร้อมกัน หรือทุกโซนพร้อมกันได้ โดยเสียงเพลงที่เปิดเป็น BACKGROUND MUSIC จะถูกตัดโดยอัตโนมัติและเป็นเสียงของการประกาศเข้ามาแทนที่

การเลือกโซนการประกาศสามารถที่จะเลือกได้โซนหนึ่งโซนใด, หลายโซนพร้อมกัน หรือทุกโซนพร้อมกัน ได้จากชุดไมโครโฟนในการประกาศได้โดยตรงโดยก่อนการเปิดจะมีเสียงระฆังอิเล็กทรอนิกส์ดังก่อนการประกาศ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ได้ยินในโซนที่เลือกประกาศ โดยระบบเสียงต้องเป็นระบบที่รองรับการเพิ่มจำนวนโซนและลำโพงได้ในอนาคตได้

กรณีติดตั้ง Volume Control ผู้รับจ้างต้องเดินสายสัญญาณ 2 Core แยกจากสายสัญญาณเสียงสำหรับ Override กรณีที่ Volume Control ดังกล่าวปิดการใช้งานอยู่ให้สามารถส่งผ่านไฟ 24 VDC เพื่อเปิด Relay ที่ Volume Control เพื่อประกาศจากส่วนกลางได้

2. คุณลักษณะเฉพาะทางวิชาการ

2.1 ชุดควบคุมกลางของระบบเสียงประกาศ (Sound Controller / Mixer/Pre amp)

- 2.1.1 ออกแบบมาสำหรับงาน Public address และ Voice Alarm
- 2.1.2 เป็นชนิด Plug and play โดยมีการตั้งค่าแบบ Intuitive พร้อมทั้งมีการตรวจจับ Fault diagnosis พร้อมแจ้งเตือน
- 2.1.3 มีโครงสร้างระบบแบบ Modular ที่รองรับขยายจำนวนโซนลำโพงได้ไม่น้อยกว่า 128 โซน
- 2.1.4 รองรับช่องเสียงได้แบบ Dual channel พร้อมทั้งมี Digital Volume Control ได้ทุกช่องสัญญาณเข้าและออก
- 2.1.5 ภายในตัวเครื่องมี Audio Storage, Signal processing, Routing, Control และ Supervisor พร้อมทั้งมีภาคขยายเสียงในตัวไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ แบบ Class D พร้อมทั้งสามารถจำหน่ายโซนออกได้ไม่น้อยกว่า 8 โซน
- 2.1.6 ตัวเครื่องสามารถ Playback Audio ควบคุมโซน พร้อมทั้งสามารถทำ Schedule broadcast ที่สามารถ Monitor Audio ได้ในตัวแบบเบ็ดเสร็จได้ในอุปกรณ์ตัวเดียว



- 2.1.7 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD ที่ด้านหน้าเครื่องพร้อมปุ่มกดใช้งานที่ด้านหน้าเครื่องไม่น้อยกว่า 24 ปุ่ม ทั้งนี้คำแนะนำการใช้งานจะปรากฏขึ้นที่หน้าจอให้เรากดปุ่มต่างๆ ได้เองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี
- 2.1.8 การเฝ้าระวัง ตรวจสอบ และรายงานระบบต้องสามารถรายงานได้เกี่ยวกับ Main Power, Back up power, CPU, Microphone, เครื่องขยายเสียง, โซนลำโพง และ Dry contact ได้ โดยการแจ้งแสดงผลที่จอด้านหน้าพร้อมทั้งสามารถเก็บประวัติเหตุการณ์ที่เกิด Fault ไว้ในหน่วยความจำของตัวเครื่องได้
- 2.1.9 มี Built in วงจรตั้งเวลา (Timer) ภายในตัวเครื่อง พร้อมทั้งมีหน่วยความจำถาวรสำหรับบันทึกเสียงได้ไม่น้อยกว่า 1 GB โดยสามารถบันทึกเสียงจากการพูดที่ไมโครโฟนเข้ามาจัดเก็บและเล่นกลับด้วยการสั่งงานจากไมโครโฟนจุดเดียวได้โดยตรงและง่าย
- 2.1.10 รองรับการจัดทำ Standby amp สำหรับระบบได้
- 2.1.11 สามารถใช้งานต่อกับแหล่งจ่ายไฟหลักพร้อมแหล่งจ่ายไฟรอง (Backup) ได้พร้อมกันโดยทั้งคู่สามารถรับแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 220 ถึง 240 V ที่ความถี่ 50/60 Hz ได้
- 2.1.12 มี Fuse สำหรับแรงดันไฟฟ้าเข้าที่ 10AH 250 V และตัวเครื่องกินไฟไม่เกิน 750 วัตต์
- 2.1.13 ความไวไมโครโฟนขาเข้าไม่เกิน -65 +/-3dB หรือไวกว่า (ตัวเลขลบมากกว่า) ที่ความต้านทาน 250 โอห์ม โดยตอบสนองความถี่ที่ได้ตั้งแต่ 90 Hz – 13 kHz ได้ พร้อมทั้งมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 50 dB ที่ A-Weight
- 2.1.14 มีช่องต่อ AUX เข้าไม่น้อยกว่า 2 ช่องโดยมีความไวไม่เกิน 1V (0dBV) ที่ความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม โดยตอบสนองความถี่ที่ได้ตั้งแต่ 85 Hz – 18 kHz ได้ พร้อมทั้งมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 77 dB ที่ A-Weight
- 2.1.15 มีช่องต่อ MIC ที่เลือกใช้งานเป็น Line เข้าได้โดยมีความไวที่เลือกได้ที่ -50dBV และ 0 dBV ที่ความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม โดยตอบสนองความถี่ที่ได้ตั้งแต่ 85 Hz – 18 kHz ได้ พร้อมทั้งมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 77 dB ที่ A-Weight โดยช่องดังกล่าวนี้สามารถจ่ายไฟ DC 24 V สำหรับ Phantom ได้
- 2.1.16 มีช่องต่อ Call station ที่รองรับแรงดันไฟฟ้าเข้าและจ่ายออกได้ไม่น้อยกว่า 2 V ที่ความต้านทานขาเข้าและขาออกไม่น้อยกว่า 20 กิโลโอห์ม โดยตอบสนองความถี่ที่ได้ตั้งแต่ 85 Hz – 18 kHz ได้
- 2.1.17 มีช่องต่อ Audio ออกแยกอิสระระว่าง ช่องที่ 1 ช่องที่ 2 และช่องออกเพื่อบันทึกเสียง โดยมีระดับสัญญาณออกที่ 1V (0dBV) โดยมีความเพี้ยนน้อยกว่า 0.5%
- 2.1.18 มีช่องต่อเพื่อควบคุมเครื่องขยายเสียงแยก 3 ช่อง คือช่องที่ 1 ช่องที่ 2 และ Backup amp โดยมีระดับสัญญาณออกที่ 1.4V โดยมีความเพี้ยนน้อยกว่า 0.5% ที่มีสัญญาณควบคุมสำหรับ Self-test, Amplifier fault และ สัญญาณควบคุมเพื่อประหยัดพลังงาน
- 2.1.19 มีช่องต่อออกสำหรับลำโพงสำหรับกลุ่มลำโพง A และ B รวมได้ไม่น้อยกว่า 8 กลุ่มโดยมีกำลังขับได้ไม่น้อยกว่า 500 วัตต์



- 2.1.20 มีช่องต่อ Contact เข้าสำหรับ Monitor ไม่น้อยกว่า 10 ช่อง พร้อมทั้งมีช่องต่อ Contact ออกไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ที่ตั้งค่าสำหรับ NO, NC และ Com ได้ และสามารถกำหนดค่าการทำงานให้เป็นแบบ Emergency ได้ โดย Contact ทั้งหมดนี้สามารถรับแรงดันไฟฟ้าทำงานที่ AC 250 V และ DC 30 V ได้ อีกทั้งใช้งานกับกระแสฟัด 2.5A ได้
 - 2.1.21 มีช่องต่อจ่ายออกสำหรับ DC ที่ 24 V ที่ 1 A ได้
 - 2.1.22 มี Monitor Speaker ในตัวขนาด 2 วัตต์ ความต้านทาน 8 โอห์ม
 - 2.1.23 สามารถทำงาน (Operating) ที่อุณหภูมิ -10 ถึง + 50 องศาเซลเซียสได้
 - 2.1.24 มาตรฐานรับรอง CE และ CB (Certificate)
 - 2.1.25 มีไมโครโฟนติดตั้งมาพร้อมกันที่ด้านหลังเครื่อง(ไม่นับรวมกับ Call station)
 - 2.1.26 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายระบบการสนับสนุนโครงการนี้จากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตในประเทศไทยยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค
- 2.1 ชุดไมโครโฟนประกาศชนิดเลือกโซนที่ฐานไมโครโฟน (Microphone/Call station)
- 2.2.1 ออกแบบมาสำหรับงาน Public address และ Voice Alarm
 - 2.2.2 สามารถกำหนดค่าการบันทึกเสียงและเล่นกลับได้จากไมโครโฟน
 - 2.2.3 สามารถต่อเครื่องเล่นเสียงจากภายนอกที่ตัวไมโครโฟนนี้ได้โดยตรง โดยไมโครโฟนจะส่งสัญญาณดังกล่าวออกไปเป็นสัญญาณเสียง BGM (Background music) ได้
 - 2.2.4 มีปุ่มเพื่อปรับระดับความดังเสียงสำหรับไมโครโฟนและเครื่องเล่นจากภายนอกแยกกันอิสระได้
 - 2.2.5 มีอย่างน้อย 8 ปุ่มสำหรับการตั้งค่าได้จากผู้ใช้งานแบบอิสระหรือสำหรับเลือกโซนการประกาศ
 - 2.2.6 รองรับการเพิ่ม Keypad สำหรับการตั้งค่าได้จากผู้ใช้งานแบบอิสระหรือสำหรับเลือกโซนการประกาศได้ตามแสดงในแบบ
 - 2.2.7 มีระบบ Automatic Fault Detection ในตัว
 - 2.2.8 ใช้สายสัญญาณแบบ CAT5 ได้ไกลไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร
 - 2.2.9 สามารถรับแหล่งจ่ายไฟได้จาก Sound Controller หรือเลือกรับจากแหล่งจ่ายไฟภายนอกได้
 - 2.2.10 รองรับการขยายการเพิ่มไมโครโฟนในระบบได้ไม่น้อยกว่า 6 ตัว โดยไมโครโฟนสามารถเลือกโซนประกาศ ปิดเสียงโซน ตรวจสอบสัญญาณเสียงที่เปิดอยู่ ส่งบันทึกเสียง และเล่นกลับเสียงที่บันทึก รวมทั้งปรับระดับความดังเสียงได้
 - 2.2.11 มี LED อย่างน้อย 4 ดวงที่แจ้งเตือนสำหรับ Power supply, General fault, Network fault และ Busy audio channel ได้
 - 2.2.12 ช่องต่อ Line เข้าที่ไมโครโฟนนี้รองรับสัญญาณเสียงจาก CD , DVD และ Tuner ได้ โดยไมโครโฟนสามารถ Broadcast เสียงออกไปในระบบได้
 - 2.2.13 ใช้กับแรงดันไฟฟ้า DC 24 V โดยกินไฟไม่เกิน 10 วัตต์



- 2.2.14 ความไวของไมโครโฟนไม่เกิน 5mV ที่ความต้านทาน 600 โอห์ม โดยตอบสนองความถี่เสียง 100Hz-10kHz โดยมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 77 dB ที่ A Weight ทั้งนี้ความเพี้ยนรวมต้องน้อยกว่า 0.5% และมีระยะพูดที่เหมาะสมที่ระยะ 10-20 ซม.
- 2.2.15 ความไวของช่องต่อ Line เข้าไม่เกิน 1V(0dBV) ที่ความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม โดยตอบสนองความถี่เสียง 50Hz-18kHz โดยมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 90 dB ที่ A Weight
- 2.2.16 มี Monitor Speaker ในตัวขนาด 2 วัตต์ ความต้านทาน 8 โอห์ม
- 2.2.17 สามารถทำงาน (Operating) ที่อุณหภูมิ -10 ถึง + 55 องศาเซลเซียสได้
- 2.2.18 โครงสร้างทำด้วยอลูมิเนียมเพื่อความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน
- 2.2.19 มาตรฐานรับรอง CE และ CB (Certificate)
- 2.2.20 เป็นผลิตภัณฑ์ตราสินค้าเดียวกันกับ Sound Controller
- 2.2.21 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายระบบการสนับสนุนโครงการนี้จากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตในประเทศไทยยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

2.3 เครื่องเล่น DVD

- 2.3.1 มีหน้าจอแสดงผลที่ด้านหน้าเครื่อง
- 2.3.2 มีชุดควบคุมการทำงานแบบไร้สาย
- 2.3.3 สามารถเล่นแผ่น DVD และ MP3 ได้
- 2.3.4 มีช่องเสียบ USB ที่ด้านหน้าเครื่อง

2.4 ลำโพงแบบฝังฝ้า (Ceiling speaker)

- 2.4.1 เป็นลำโพงแบบ Full range กำลังขับไม่น้อยกว่า 6 วัตต์ (เล็กเท่าได้ 6/3/1.5 วัตต์) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20 ซม. และฝังลึกเข้าไปในฝ้าไม่เกิน 6.5 ซม.
- 2.4.2 ความดังของเสียงที่ 1 วัตต์/เมตร ตามมาตรฐาน IEC268-5 ได้ไม่น้อยกว่า 97.5 dB และสูงสุดไม่น้อยกว่า 105.3 dB
- 2.4.3 ตอบสนองความถี่ (Frequency response) ได้ตั้งแต่ 58 – 24,000 เฮิรท์
- 2.4.4 มุมการกระจายเสียงทั้งแนวตั้งและแนวนอนไม่น้อยกว่า 180 องศา
- 2.4.5 อุณหภูมิการทำงานตั้งแต่ -20 ถึง +80 องศาเซลเซียส
- 2.4.6 มีขายึดกับฝ้าเพดานโดย Spring Clamp โดยไม่ใช้ Screw
- 2.4.7 อัตราทนแรงดันขับ 100 โวลท์
- 2.4.8 ต้องได้มาตรฐาน RoHS และมี Shock Resistant housing
- 2.4.9 เป็นผลิตภัณฑ์ของยุโรปหรืออเมริกา
- 2.4.10 มีหน้ากากเป็นโลหะหุ้มด้วย Powder coat ตามมาตรฐาน



- 2.4.11 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตยื่นมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้
อุปกรณ์

2.5 ลำโพงแบบ Sound Projector

- 2.5.1 มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 20 วัตต์ โดยสามารถเลือกต่อใช้งานได้ที่ 20, 10, 5 และ 2.5 วัตต์ได้
- 2.5.2 ช่วงการตอบสนองความถี่ 150-20,000 Hz หรือดีกว่า
- 2.5.3 ความดังเสียงที่ 1 เมตร ตามมาตรฐาน IEC268-5 ไม่น้อยกว่า 99.5 ดีบี และความดังเสียง
สูงสุดไม่น้อยกว่า 112.5 ดีบี
- 2.5.4 การกระจายเสียงที่ -10 ดีบีได้ 360 องศา และมีตะแกรงด้านหน้าเป็นโลหะ
- 2.5.5 ช่วงอุณหภูมิที่ -20 ถึง +150 องศาเซลเซียส
- 2.5.6 เป็นลำโพง Sound projector ที่ผลิตจากวัสดุ High impact plastic หรือโลหะ
- 2.5.7 มาตรฐาน DIN IEC 268-5 และ RoHS
- 2.5.8 เป็นยี่ห้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา
- 2.5.9 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตยื่นมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้
อุปกรณ์

2.6 ลำโพง Horn

- 2.7.1 ความดังเสียงที่ 1 W ที่ระยะ 1 เมตรมีความดังไม่น้อยกว่า 101 dB. โดยมีความดังเสียงสูงสุดได้ไม่
น้อยกว่า 111 dB.
- 2.7.2 มีกำลังขับปกติ 10 วัตต์ ทั้งนี้ต้องสามารถเลือกต่อใช้งานได้ที่ 10, 5, 2.5 และ 1 วัตต์ ได้ตามความ
เหมาะสมของแต่ละพื้นที่
- 2.7.3 สามารถต่อใช้งานได้ที่ 70 V และ 100 V ได้
- 2.7.4 ช่วงการตอบสนองความถี่ 300-20,000 Hz หรือดีกว่า
- 2.7.5 มาตรฐานในการป้องกันน้ำและฝุ่นไม่ต่ำกว่า IP56
- 2.7.6 สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ -20 ถึง +90 องศาเซลเซียสได้
- 2.7.7 มีขั้วต่อสายแบบ spring clamp และมีจุดต่อสายเข้าผ่าน Cable gland
- 2.7.8 มาตรฐานรับรอง CE
- 2.7.9 มีขนาดเล็กโดยยื่นออกมาจากผนังไม่เกิน 9 ซม.
- 2.7.10 ผลิตจากวัสดุ Flame resistant plastic และเมื่อติดตั้งแล้วสามารถปรับมุมการกระจายเสียงที่ปาก
Horn ทรงกลมได้ 360 องศา
- 2.7.11 ผู้ผลิตได้มาตรฐาน ISO 9001 (พร้อมแสดงเอกสาร)



2.7.12 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตแนบมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

2.7 ลำโพงตู้ติดผนัง

- 2.7.1 เป็นลำโพงตู้ขนาดเล็กโดยมีขนาดกว้าง x สูงไม่เกิน 15x20 ซม. โดยเป็นสีดำและมีขายึดผนังแบบปรับได้ทั้ง 2 แกนแบบ Ball Bracket ที่เมื่อติดตั้งแล้วสามารถปรับหมุนได้ 90 องศาและก้มเงยได้ไม่น้อยกว่า 45 องศาหรือมากกว่า โดย Bracket สามารถติดตั้งได้ทั้งผนังและฝ้า โดยมี Plate ที่แยกขึ้นกับขายึดสามารถประกบทาบและเสียบใช้งานได้โดยไม่ต้องต่อสายเข้าที่ตัวลำโพง ทำให้เมื่อติดตั้งแล้วจะไม่เห็นสายลำโพง
- 2.7.2 มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาดที่ 4 นิ้วพร้อมดอกลำโพงเสียงสูงขนาดที่ 0.75 นิ้วแบบ Ferro Fluid cooled โดยเป็นลำโพงแบบ 2 ทาง Full Range system ที่มี Cross over อยู่ภายในและเป็นชนิดใช้งานได้กับแรงดันเสียงแบบ 100V โดยมี Matching อยู่ภายใน โดยวัสดุตัวตู้ทำจาก ABS ไม่ลามไฟและสามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- 2.7.3 ตัวตู้ลำโพงเป็นแบบ Weatherproof โดยมีมาตรฐานในการป้องกันฝุ่นและน้ำไม่ต่ำกว่า IP54 และตะแกรงเป็นชนิดทนต่อแสงแดด โอเกสชั่นและความชื้น
- 2.7.4 ช่วงการตอบสนองความถี่ที่ -3 dB ที่ 100 Hz ต่อเนื่องถึง 20 kHz และที่ -10 dB ที่ 75 Hz ตลอดถึง 20 kHz
- 2.7.5 ความดังเสียงที่ 1 W ไม่น้อยกว่า 86.5 dB โดยมีความดังเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 104.5 dB ทั้งนี้ต้องให้มุมการกระจายเสียงไม่น้อยกว่า 110 องศาในแนวนอนและแนวตั้ง
- 2.7.6 กำลังขับต่อเนื่องที่ 100 ชม ไม่น้อยกว่า 15 วัตต์และสูงสุดไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
- 2.7.7 สามารถเลือกใช้งานที่ Transformer ที่ 70V ได้ที่ 3.7, 7.5 และ 15 วัตต์ได้ รวมทั้งสามารถเลือกใช้งานที่ 100V ได้ที่ 7.5 และ 15 วัตต์ได้
- 2.7.8 มีน้ำหนักไม่เกิน 1.8 กิโลกรัม
- 2.7.9 ได้ตามมาตรฐาน IEC 60068-2-5 สำหรับการทดสอบ Solar Radiation, IEC 60068-2-11 สำหรับการทดสอบ Salt Mist, IEC 60068-2-42 สำหรับการทดสอบ SO₂, IEC 60068-2-60 สำหรับการทดสอบ Chlorine, มาตรฐาน IEC 60529 สำหรับการทดสอบ IP54 โดยขายึดทดสอบตามมาตรฐาน EIA 636
- 2.7.10 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย ระบุการสนับสนุนโครงการนี้ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

2.8 ชุดตรวจสอบสัญญาณเสียง (Sound monitor panel)

- 2.8.1 เป็นแบบติดตั้งกับตู้แร็คขนาด 19 นิ้วได้โดยตรงขนาด 2U โดยเป็นชนิดสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.8.2 มีช่องเสียบหูฟังที่ด้านหน้าเครื่องกำลังขับไม่น้อยกว่า 1 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- 2.8.3 สามารถตรวจสอบสัญญาณเสียงได้ไม่น้อยกว่า 10 โปรแกรม จากแรงดันเสียงตั้งแต่ Low impedance จาก 1 ถึง 100 V line ได้ต่อเนื่อง
- 2.8.4 มี Volume ปรับความดังเสียงของช่องต่อหูฟังและลำโพงแยกจากกัน



- 2.8.5 มีปุ่มปรับ Volume ของทั้ง 10 ช่องสัญญาณอิสระ
- 2.8.6 มี LED แสดงผลการทำงานทั้ง 10 ช่องสัญญาณอิสระช่องละไม่น้อยกว่า 5 ดวง
- 2.8.7 ช่วงการตอบสนองความถี่ 100 Hz ถึง 20 kHz
- 2.8.8 สามารถใช้งานกับไฟฟ้า 220 Vac ได้โดยตรงที่ความถี่ต่อเนื่อง 50-60Hz และสามารถใช้งานได้กับไฟฟ้ากระแสตรง 24 VDC สำหรับ Emergency power ได้ โดยกินไฟไม่เกิน 12 วัตต์
- 2.8.9 มีช่องต่อ AUX เข้าที่ความต้านทานไม่น้อยกว่า 10 กิโลโอห์ม โดยช่องสัญญาณต่อเข้าเป็นแบบ Balance ที่ระดับแรงดัน 0dB
- 2.8.10 มีลำโพงในตัวแบบ Full range กำลังขับไม่น้อยกว่า 2 วัตต์
- 2.8.11 มีปุ่มเปิด/ปิดพร้อมหนุ้จับยึดที่ด้านหน้าเครื่องพร้อม LED แสดงการเปิดเครื่องใช้งาน
- 2.8.12 เป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มประเทศยุโรป หรืออเมริกา
- 2.8.13 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตยื่นมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์

2.9 ชุดปรับระดับความดังเสียง (Volume Control)

- 2.9.1 สามารถต่อ SUPPLY สำหรับการ OVERRIDE 24V ได้ในกรณีที่ผู้ใช้ปิดการใช้งานอยู่
- 2.9.2 มีขนาด 12 วัตต์ หรือ 50 วัตต์ หรือ 100 วัตต์
- 2.9.3 สามารถปรับระดับความดังของเสียงเป็นขั้นๆ ได้ไม่น้อยกว่า 10 ขั้นๆละ 3 ดีบี และมี Step สำหรับปิด
- 2.9.4 สามารถใช้ได้กับงานเสียงประกาศในระบบ volt Line(100 volt)
- 2.9.5 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตยื่นมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์

2.10 เครื่องขยายเสียง

- 2.10.1 เป็นเครื่องขยายเสียงที่มี DSP (Digital Signal Processing) อยู่ในตัวที่ออกแบบมาสำหรับงาน Live โดยมี Processor สำหรับลำโพงพร้อมที่ FIR Drive ในตัว
- 2.10.2 สามารถใช้งานกับดนตรีแบบ Acoustic และ Rock ได้อย่างเสถียร โดยสามารถขับที่ 2 โอห์มได้
- 2.10.3 รองรับการใช้ซอฟต์แวร์ในการควบคุมและตั้งค่าได้
- 2.10.4 มีกำลังขับที่ 1 ช่องที่ 8 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 950 วัตต์, ที่ 4 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,800 วัตต์, ที่ 2.6 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 2,700 วัตต์ และที่ 2 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 3,200 วัตต์
- 2.10.5 มีกำลังขับที่ 2 ช่องที่ 8 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 900 วัตต์, ที่ 4 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,700 วัตต์, ที่ 2.6 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 2,500 วัตต์ และที่ 2 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์
- 2.10.6 มีกำลังขับที่ Bridged mode ที่ 8 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 3,400 วัตต์ และที่ 4 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 6,000 วัตต์



- 2.10.7 มีช่องจ่ายสัญญาณออกเพื่อขับลำโพงแบบ 100V และ 70 V ได้
- 2.10.8 มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 2x2,500 วัตต์ที่ 100V ที่ Dual channel mode ได้ที่ -1.5 dB
- 2.10.9 มีค่าแรงดันกระเพื่อมสูงสุดที่ RMS ไม่น้อยกว่า 90.6 V โดยมีความเพี้ยนไม่เกิน 1% ที่ความถี่ 1 kHz
- 2.10.10 มีอัตราขยายแรงดันไม่น้อยกว่า 32 dB ที่ความถี่ 1 kHz
- 2.10.11 มีความเพี้ยนรวมที่ 450 วัตต์ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 0.05% ที่ความถี่ 1 kHz ที่ MBW เท่ากับ 80 kHz
- 2.10.12 มีค่า IMD- SMPTE ที่ 60 Hz น้อยกว่า 0.1% ความถี่ 7 kHz
- 2.10.13 มีค่า DIM30 ที่ 3.15 kHz น้อยกว่า 0.05% ที่ความถี่ 15kHz
- 2.10.14 ระดับสัญญาณเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า +21 dBu
- 2.10.15 อัตราการข้ามช่องสัญญาณที่ความถี่ 1kHz ที่กำลังขับ 100 วัตต์ที่ความต้านทาน 4 โอห์มไม่น้อยกว่า -80 dB
- 2.10.16 ค่าการตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 10 Hz ถึง 21 kHz ที่ -1 dB ความถี่ 1kHz
- 2.10.17 ค่าความต้านทานขาเข้าที่ช่องสัญญาณแบบ Active Balanced ไม่น้อยกว่า 20 กิโลโอห์ม
- 2.10.18 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนที่เต็มกำลังขับที่ความต้านทาน 8 โอห์ม A-weighted ได้มากกว่า 109 dB
- 2.10.19 สัญญาณรบกวนขาออก A-weighted น้อยกว่า -68 dBu
- 2.10.20 มีโครงสร้างรูปแบบอัตราขยาย Class H
- 2.10.21 ใช้งานได้กับแรงดันไฟฟ้า 240 V หรือ 230 V ตลอดย่านความถี่ 50 ถึง 60 Hz ได้ และมี Main Fuse ป้องกัน
- 2.10.22 อัตราการกินกำลังงานไม่เกิน 850 วัตต์
- 2.10.23 มีวงจรมีป้องกันอย่างน้อย ดังนี้คือ Audio limiter, High temperature, DC, HF, Back EMF, Peak current limiter, Inrush current limiter และ Turn on delay เป็นอย่างน้อย
- 2.10.24 มีพัดลมระบายอากาศจากด้านหน้าถ่ายเทออกด้านหลังโดยมีการทำงานแบบ 3 ลำดับ
- 2.10.25 อุณหภูมิการทำงานที่ +5 ถึง +40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าพร้อมระดับความปลอดภัย Class I
- 2.10.26 มีการประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) แบบ FIR Filter, Audio limiter, Output delay ในแต่ละช่องสัญญาณออก , มี 31 Band กราฟฟิก EQ (GEQ) ในแต่ละช่องสัญญาณ, พารามิเตอร์ EQ (PEG) ในแต่ละช่องสัญญาณ และ Load Impedance เป็นอย่างน้อย
- 2.10.27 รองรับ PC Remote Control Software ได้
- 2.10.28 มีน้ำหนักไม่เกิน 19 กิโลกรัม
- 2.10.29 มีหน้าจอแสดงผลการทำงานและมีปุ่มกดเปิดปิดที่ด้านหน้าเครื่อง
- 2.10.30 ตัวเครื่องมีรูสำหรับยึดแร็คมาพร้อมกัน
- 2.10.31 เป็นยี่ห้อผลิตภัณฑ์ในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- 2.10.32 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยระบุการสนับสนุนโครงการนี้ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค



หมวดที่ 17 ระบบเสียงประกาศ

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต

(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

2.11 ตู้แร็คสำหรับจัดวางอุปกรณ์ระบบเสียง

- 2.11.1 ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วชนิด Export rack และมีล้อ
- 2.11.2 เป็นแบบ Knock down โดยมีฝาหน้าทำจาก Acrylic ใสพร้อมกุญแจล็อก
- 2.11.3 มีรางไฟฟ้าและเต้าเสียบแบบ 3 ขา
- 2.11.4 สามารถเปิดได้ 4 ด้าน
- 2.11.5 มีพัดลมระบายอากาศแบบ Heavy Duty ความเร็วไม่น้อยกว่า 2550 รอบ / นาที

Vender List : RCS , DNH, Electro-Voice, IC Audio ,BOSCH, Honeywell, Dynacord



หมวดที่ 18

ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมแบบ DIGITAL (DIGITAL MATV SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

งานติดตั้งระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมแบบดิจิทัลทั้งหมดเป็นส่วนหนึ่งที่ทำโดยผู้รับเหมางานระบบไฟฟ้าของอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้ง และจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมดที่ประกอบขึ้น เพื่อให้ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่แสดงในแบบและมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดนี้ทุกประการ ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายการวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นใช้งานกับระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมให้วิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้งภายในระยะเวลาอันสมควร ในกรณีที่มีรูปแบบข้อกำหนดและสถานที่งานก่อสร้างขัดแย้งกัน ให้ถือคำชี้ขาดของวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้างเป็นข้อยุติ ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะคิดราคาค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงานเป็นงานเพิ่มมิได้ ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่างๆ ตามที่ระบุ โดยเคร่งครัด

อุปกรณ์หลักของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขายทั่วโลก (Global) โดยเป็นยี่ห้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นผู้ออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับระบบ TV และสื่อสารโดยเฉาะที่มีการคิดค้นและพัฒนาสินค้าดังกล่าวนี้มานานกว่า 50 ปี โรงงานผู้ผลิตสินค้าต้องได้มาตรฐาน ISO9001 โดยให้แนบ Profile ดังกล่าวพร้อมสำเนา Certificate ของวิศวกรผู้ขายที่ผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้

อุปกรณ์ด้วย

- 1.1 อุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมทั้งหมด จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต โดยเฉพาะ โดยผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรป จะต้องเป็นของใหม่ล่าสุดไม่เคยถูกติดตั้งและใช้งานมาก่อน อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ พร้อมทั้งจะใช้งาน ไม่ชำรุดบุบสลายมาก่อน และให้ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งระบบ โดยอุปกรณ์จะต้องสามารถตรวจสอบคุณสมบัติทางด้านเทคนิคจาก Website ของโรงงานผู้ผลิตได้ตลอดเวลา
- 1.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างเทคนิคผู้มีความชำนาญงานการติดตั้งมาดำเนินการโดยเฉพาะผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวิศวกรผู้ควบคุมงานปฏิบัติการติดตั้งอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติงานได้ถูกต้องสมบูรณ์
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบการใช้งานระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมทั้งหมด ต่อหน้าวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้าง ให้ระบบสามารถใช้งานได้ และถูกต้องสมบูรณ์ก่อนเวลาที่ผู้ว่าจ้างจะใช้งานระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม ทั้งนี้ผู้ว่าจ้างจะทำการแจ้งกำหนดระยะเวลาการใช้งานให้ผู้รับจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษร



หมวดที่ 18 ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมแบบ
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 1.4 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันการใช้งานของระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม และแก้ไขข้อขัดข้องของระบบให้ใช้งานได้ปกติแก่ผู้ว่าจ้างฟรีภายในกำหนดระยะเวลา 1 ปี ภายหลังจากการตรวจรับมอบงานครั้งสุดท้ายและ ผู้รับจ้างจะดำเนินการแก้ไขข้อขัดข้องต่าง ๆ ให้เสร็จเรียบร้อย
 - 1.5 ในกรณีที่ผู้รับจ้างต้องทำการแก้ไขหรือซ่อมแซมงานระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม ภายหลังจากการติดตั้งใช้งานซึ่งอยู่ภายในกำหนดระยะเวลาที่ประกันไว้กับผู้ว่าจ้างอันจะมีผลทำให้อาคาร วัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้งานประกอบที่พิสูจน์ได้ว่าชำรุด หรือเสื่อมสภาพจากเดิมผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซม แก้ไข หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ ให้แก่ผู้ว่าจ้างทันทีภายในระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างกำหนด
 - 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING แสดงตำแหน่งการติดตั้งระบบอย่างละเอียด ให้วิศวกรควบคุมงานผู้ว่าจ้างเห็นชอบก่อนปฏิบัติการติดตั้ง ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่จัดส่ง SHOP DRAWING ให้วิศวกรควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้า ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ อันเกิดจากการแก้ไขเปลี่ยนแปลงล่วงหน้า ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใดๆ อันเกิดจากการแก้ไข เปลี่ยนแปลงของงานก่อสร้างที่พืงมีเกิดขึ้นภายหลัง
 - 1.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ AS BUILT DRAWING แสดงตำแหน่งการติดตั้งงานระบบตามสภาพจริงอย่างละเอียด ทุกชั้นตอนให้แก่ผู้ว่าจ้างจำนวน 4 ชุด พร้อมต้นฉบับภายหลังที่งานเสร็จเรียบร้อยก่อนที่คณะกรรมการจะทำการตรวจรับมอบงานครั้งสุดท้าย
 - 1.8 เอกสารการอนุมัติใช้อุปกรณ์ต้องแสดงรายการคำนวณระดับสัญญาณว่ามีระดับเพียงพอที่ 60-80 dBuV โดยมีการเซ็นรับรองจากวิศวกรที่เป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการรับรองจากโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่น่าเชื่อถือ (พร้อมแสดงเอกสาร Certificate ว่าวิศวกรดังกล่าวคือผู้เชี่ยวชาญผลิตภัณฑ์ฯ)
2. **ข้อกำหนดทางเทคนิคของอุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม (MATV SYSTEM) อุปกรณ์ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมที่เสนอราคาติดตั้งใช้งานต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน ออกแบบใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220-250 V.AC.50 HZ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุในแบบรวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่มีได้ระบุในแบบแต่มีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้ง เพื่อให้สัญญาณระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมมีคุณภาพที่ดี ผู้รับจ้างต้องจัดหาโดยครบถ้วน โดยระบบเสาอากาศรวมของโครงการต้องประกอบไปด้วย เสาสำหรับติดตั้งสายอากาศ สายอากาศ Digital ชนิด Boss Tech เครื่องขยายสัญญาณ Surge protection Splitter และ Tap off (อาจรวมถึงงานรับสัญญาณดาวเทียมพร้อมอุปกรณ์ประกอบ เช่น LNB , ขาดังงาน , Channel Amp, เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบ COFDM กรณีรายการเหล่านี้ระบุให้มีในแบบ) เพื่อกระจายสัญญาณ RF ตรงไปยังยังตำแหน่งต่างๆ ทั้งนี้โทรทัศน์แต่ละเครื่องสามารถเลือกดูช่องรายการต่างๆ ได้อย่างอิสระตามแบบ โดยไม่มีรายละเอียดของอุปกรณ์ ดังนี้**



2.1 ตู้แร็คใส่อุปกรณ์

- 2.1.1 มีความสูงตามเหมาะสม สามารถใส่อุปกรณ์ได้ทั้งหมด
- 2.1.2 มีรางไฟที่ผลิตจาก Galvanized ป้องกันสนิม 100 % โดยทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 14 A และมีจำนวน Outlet เพียงพอสำหรับอุปกรณ์ทั้งหมด
- 2.1.3 มีพัดลมชนิด Heavy-Duty อย่างน้อย 1 ชุดที่ทำงานได้ที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 2550 รอบต่อนาที
- 2.1.4 ตัวตู้เป็นแบบ Knock-Down สามารถถอดประกอบได้
- 2.1.5 ประตูด้านหน้าเป็น Acrylic หนาไม่น้อยกว่า 5 มม.

2.2 COAXIAL SURGE PROTECTION

- 2.2.1 มีความถี่ใช้งาน : DC-3GHz ตลอดทั้งช่วง
- 2.2.2 มีค่าการสูญเสีย : ≤ 0.1 dB.
- 2.2.3 มีอัตราความทนแรงดัน : ≥ 90 VDC
- 2.2.4 ความต้านทาน 75 โอห์ม
- 2.2.5 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- 2.2.6 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับสายอากาศแบบ Digital
- 2.2.7 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์

3. เครื่องขยายสัญญาณ

- 3.1 ช่องสัญญาณเข้าจำนวน 4 ช่อง (FM,BIII,2xUHF)
- 3.2 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนเข้าต่อออก < 8.5 ที่ UHF
- 3.3 อัตราการขยาย ≥ 39 dB ที่ UHF
- 3.4 ระดับสัญญาณออก ≥ 126 dBuV ที่ UHF
- 3.5 สามารถปรับอัตราขยายได้แยก band
- 3.6 แรงดันไฟที่ใช้ 230 Vac.
- 3.7 ระดับแรงดันไฟจ่ายขาออกสำหรับอุปกรณ์ Digital ไม่น้อยกว่า 12 VDC. ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง โดยสามารถจ่ายสายอากาศแบบ DVB ได้
- 3.8 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

4. เสาสำหรับตั้งสายอากาศ

- 4.1 เป็นเสาแบบ One Structure สำหรับ Multiple Antenna แบบ Televes
- 4.2 มีความสูงเมื่อติดตั้งแล้วไม่น้อยกว่า 2.2 เมตร
- 4.3 เส้นผ่านศูนย์กลางฐานไม่น้อยกว่า 43 เซนติเมตร
- 4.4 สามารถรับการติดตั้งได้ทั้งงานรับสัญญาณดาวเทียมและสายอากาศภาคพื้น



- 4.5 วัสดุผลิตจาก Galvanized steel เคลือบด้วยสีฝุ่น Polyester แบบ Electro static โดยรับรองการใช้งานได้ยาวนานไม่น้อยกว่า 15 ปีโดยไม่มีกรกัดกร่อน โดย Screw เป็นแบบ INOX
- 4.6 ติดตั้งง่ายโดยไม่ต้องทำงานพื้นเพิ่มเติม
- 4.7 ตัวเสามีช่องสำหรับร้อยสายสัญญาณเก็บที่ด้านในเสา
- 4.8 ผลิตจากกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- 4.9 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายพร้อมทั้งระบุการสนับสนุนทางเทคนิคสำหรับโครงการนี้จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

5. สายอากาศรับสัญญาณแบบดิจิตอล

- 5.1 มี Boom อย่างน้อย 3 ก้าน โดยใช้เทคโนโลยี Boss Tech พร้อมเทคโนโลยีแบบ TForce
- 5.2 เป็นชนิด Digital Antenna ที่ให้สัญญาณออกแบบ Auto คงที่แม้สัญญาณเข้าจะอ่อนหรือแรงเกินไปก็ตาม
- 5.3 ใช้งานได้กับความถี่แบบ UHF ตั้งแต่ช่อง 21 ถึง 60 โดยมีอัตราขยายไม่น้อยกว่า 45 dB
- 5.4 มี Noise figure ไม่เกิน 1.2 dB ที่ Typical
- 5.5 ใช้ได้กับไฟฟ้าตั้งแต่ 12-24 V ได้ต่อเนื่อง
- 5.6 มีมุมการรับสัญญาณไม่เกิน 30 องศา
- 5.7 สามารถทนต่อแรงลมได้ไม่น้อยกว่า 150 km/ ชั่วโมง
- 5.8 เป็นสายอากาศที่รับสัญญาณในระยะไกลได้แบบ Televes
- 5.9 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์
- 5.10 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์

6. เค้าจ่ายสัญญาณโทรทัศน์

- 6.1 เป็นชนิด Duplex สำหรับ TV และ FM รวมอย่างน้อย 2 จุดต่อในเค้าเดียวกัน หรือเป็นอย่างอื่นที่เหมาะสมกับพื้นที่ติดตั้ง

7. ชุดกระจายสัญญาณแบบ Splitter และ Tap off

- 7.1 ความถี่ใช้งาน : 5-1000 MHz
- 7.2 ช่องสัญญาณออก : ตามแสดงในแบบ
- 7.3 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับสายอากาศ
- 7.4 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

8. สายสัญญาณแบบ Coaxial Cable

8.1 สาย Main (RG-11) มีคุณสมบัติ ดังนี้

- 8.1.1 วัสดุตัวนำแกนกลางแบบ Copper ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 มม.



- 8.1.2 มี Overlap foil แบบ Aluminum
- 8.1.3 วัสดุตัวนำ Braid แบบ Copper หรือ Aluminum อย่างน้อย 70%
- 8.1.4 มีค่าการสูญเสียที่ 800 MHz ไม่เกิน 12 ดีบี

8.2 สาย Branch (RG-6) มีคุณสมบัติ ดังนี้

- 8.2.1 วัสดุตัวนำแกนกลางแบบ Copper หรือ Copper clad steel ขนาดไม่เล็กกว่า 1 มม.
- 8.2.2 มี Overlap foil ประกอบขึ้นขึ้นด้วย Aluminium และ Polyester
- 8.2.3 วัสดุตัวนำ Braid แบบ Aluminium
- 8.2.4 วัสดุตัวนำ Braid แบบ Copper หรือ Aluminum อย่างน้อย 70%
- 8.2.5 มีค่าการสูญเสียที่ 800 MHz ไม่เกิน 20 ดีบี

3. การติดตั้ง

- 3.1 ตำแหน่งของอุปกรณ์ทั้งหมดที่แสดงในแบบเป็นเพียงการแสดงตำแหน่งที่ติดตั้ง โดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำรายการคำนวณแสดงตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดอย่างละเอียด
- 3.2 สาย COAXIAL ของระบบ MATV จะต้องร้อยอยู่ในท่อร้อยสายไฟ หรือ WIRE WAY เท่านั้น จำนวนสาย COAXIAL ที่ร้อยใน CONDUIT จะต้องไม่เกิน 30% (พื้นที่หน้าตัดสายต่อพื้นที่หน้าตัดท่อ)
- 3.3 การติดตั้งท่อร้อยสายให้ดูจากระบบไฟฟ้าประกอบ และต้องระวังไม่ให้ติดตั้งในที่ที่มีความชื้นหรืออุณหภูมิสูง
- 3.4 SPLITTER และ TAP OFF จะต้องติดตั้งภายในกล่องโลหะมีฝาปิดมิดชิดเท่านั้น กล่องโลหะต้องมีขนาดใหญ่พอโดยไม่ทำให้สาย COAXIAL โค้งงอมากเกินไป
- 3.5 AMPLIFIER จะต้องติดตั้งอยู่ในตู้แร็คแบบ Knock Down ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วเท่านั้น (ประกอบด้วยปลั๊กไฟแบบมี GND พร้อมพัดลมความเร็วไม่น้อยกว่า 2,550 รอบ/นาที โดยตัวตู้เป็นแบบแยก 3 ชั้นคือฝาหน้าพร้อม Acrylic ใส, ตัวตู้ และฐานตู้ โดยสามารถเปิดจากด้านข้างได้) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา POWER SOURCEจ่ายอุปกรณ์ในระบบให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์
- 3.6 ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบ MATV ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมการป้องกันและแก้ไขในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนต่าง ๆ จากภายนอกระบบที่จะสามารถเข้ามารบกวนสัญญาณระบบ MATV ได้

ยี่ห้อผลิตภัณฑ์อ้างอิง : TELEVES, TRIAX, HIRSCHMANN



หมวดที่ 19 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 19 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด IP Camera CCTV SYSTEM

1. ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดหาอุปกรณ์ระบบโทรทัศน์วงจรปิดและอื่น ๆ ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในรายการประกอบแบบและแบบรายละเอียดการก่อสร้าง

- 1.1 ระบบโทรทัศน์วงจรปิดต้องเป็นระบบภาพสี ชนิด รูปแบบและจำนวนกล้องจับภาพให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยที่อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ สำหรับระบบต้องมีความเหมาะสมกับจำนวนของกล้องจับภาพ
- 1.2 กล้องวงจรปิดทุกตัวจะต้องกำหนด หมายเลขกล้อง ให้สอดคล้องกับจำนวนกล้อง และ ชั้นที่ติดตั้ง ด้วย Label ที่ติดไว้ที่ด้านข้างหรือ ฐานของกล้อง
- 1.3 ผู้รับจ้างต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย จากโรงงานผู้ผลิตหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือตัวแทนเจ้าของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ เพื่อแสดงถึงศักยภาพ ของผู้รับจ้างในการดำเนินงานและรับรองคุณภาพสินค้าว่าเป็นของใหม่พร้อมทั้งยังมีจำหน่ายและให้การสนับสนุนกับทางราชการได้ตลอดระยะเวลาในการประกันงาน

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

ในกรณีนี้แบบได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ในระบบไว้ให้อุปกรณ์เหล่านั้นมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยตามกำหนดต่อไปนี้ :-

2.1 กล้องวงจรปิดแบบโดมIP Indoor DomeCamera ความละเอียดภาพ 2.0 Mega Pixels

- 2.1.1 เป็นกล้องวงจรปิดแบบสีชนิดโดมสำหรับติดตั้งภายในอาคาร
- 2.1.2 มีค่าความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 2.0 MP (1920 (H) x 1080 (V))
- 2.1.3 มีอุปกรณ์รับภาพ (Sensor) ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2.8"แบบ Progressive Scan (CMOS) หรือดีกว่า
- 2.1.4 มีอัตราการแสดงภาพ (Frame Rate) สูงสุดไม่น้อยกว่า 25 fps ที่ความละเอียดสูงสุดหรือดีกว่า
- 2.1.5 มีเลนส์ชนิดปรับได้แบบ Varifocal 3 – 9 mm. F1.4 ชนิด P-Iris สำหรับปรับช่องรับแสงอัตโนมัติ และสามารถโฟกัสภาพและซูมเลนส์ผ่านทางซอฟต์แวร์ โดยไม่ต้องป็นขึ้นไปปรับเลนส์บนตัวกล้องวงจรปิด
- 2.1.6 รองรับระบบการบีบอัดวิดีโอ (Video Compression) แบบ H.264 และ Motion JPEG หรือดีกว่า
- 2.1.7 สามารถทำงานในโหมดสีที่ปริมาณแสงสว่างอย่างน้อย 0.01 Lux (F1.4)และในโหมดขาวดำที่ปริมาณแสงสว่างอย่างน้อย 0Lux (F1.4) หรือดีกว่า



หมวดที่ 19 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.1.8 มีค่าอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (Dynamic Range) ไม่น้อยกว่า 100 dB หรือดีกว่า
 - 2.1.9 มีความเร็วชัตเตอร์ (Electronic Shutter Control) 1/6 - 1/8,000 หรือดีกว่า
 - 2.1.10 มีระบบ Motion Detection ในตัวกล้อง
 - 2.1.11 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเครือข่าย 100 BASE-TX Ethernet ด้วยการเชื่อมต่อแบบ RJ45 จำนวน 1 ช่องเป็นอย่างน้อย
 - 2.1.12 มีช่องเชื่อมต่อ Alarm Input/Output บนตัวกล้อง
 - 2.1.13 ต้องรองรับ Onvif compliant
 - 2.1.14 ใช้งานได้กับแหล่งจ่ายไฟตรง 12 VDC, 24 VAC หรือ PoE: IEEE802.3 af Class 3 compliant หรือดีกว่า
 - 2.1.15 สามารถใช้งานได้ดีในช่วงอุณหภูมิใช้งานที่ -30 ถึง + 60 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
 - 2.1.16 ต้องได้รับมาตรฐาน CE, UL, CSA และ FCC Part 15 Subpart B Class B เป็นอย่างน้อย
 - 2.1.17 สามารถรองรับ Protocols ตามรายการดังนี้ IPv4, HTTP, HTTPS, SOAP, DNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, Zeroconf, ARP เป็นอย่างน้อย
 - 2.1.18 มีเทคโนโลยี HDSM Smart Codec
 - 2.1.19 สามารถรองรับมาตรฐานความปลอดภัย (Security) Password protection, HTTPS encryption, digest authentication, WS authentication, user access log เป็นอย่างน้อย
 - 2.1.20 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าและผลิตจากโรงงานที่ตั้งอยู่ในกลุ่มประเทศของทวีปอเมริกาเหนือหรือยุโรป
 - 2.1.21 ผู้ที่นำเสนอต้องได้รับใบแต่งตั้งจากเจ้าขอผลิตภัณฑ์ เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัท ผู้ผลิตในประเทศไทย
 - 2.1.22 ในกรณีที่ตัวกล้องติดตั้งภายนอกอาคาร Housing ต้องเป็นชนิดกันน้ำ มีการรองรับไม่ต่ำกว่าระดับ IP66 และการกันกระแทกระดับ IK 10
- 2.2 กล้องวงจรปิดแบบโดม IP Bullet Camera ความละเอียดภาพ 2.0 Mega Pixels
- 2.2.1 เป็นกล้องวงจรปิดแบบสี่ชนิดโดมสำหรับตั้งภายในอาคาร
 - 2.2.2 มีค่าความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 2.0 MP (1920 (H) x 1080 (V))
 - 2.2.3 มีอุปกรณ์รับภาพ (Sensor) ขนาดไม่เล็กกว่า 1/2.8" แบบ Progressive Scan (CMOS) หรือดีกว่า



หมวดที่ 19 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.2.4 มีอัตราการแสดงผลภาพ (Frame Rate) สูงสุดไม่น้อยกว่า 25 fps ที่ความละเอียดสูงสุดหรือดีกว่า
- 2.2.5 มีเลนส์ชนิดปรับได้แบบVarifoca: 3 – 9 mm. F1.4 ชนิด P-Iris สำหรับปรับช่องรับแสงอัตโนมัติ และสามารถโฟกัสภาพและซูมเลนส์ผ่านทางซอฟต์แวร์ โดยไม่ต้องป็นขึ้นไปปรับเลนส์บนตัวกล้องวงจรปิด
- 2.2.6 รองรับระบบการบีบอัดวิดีโอ (Video Compression) แบบ H.264 และ Motion JPEG หรือดีกว่า
- 2.2.7 สามารถทำงานในโหมดสีที่ปริมาณแสงสว่างอย่างน้อย 0.01 Lux (F1.4) และในโหมดขาวดำที่ปริมาณแสงสว่างอย่างน้อย 0Lux (F1.4) หรือดีกว่า
- 2.2.8 มีค่าอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (Dynamic Range) ไม่น้อยกว่า 100 dB หรือดีกว่า
- 2.2.9 มีความเร็วชัตเตอร์ (Electronic Shutter Control) 1/6 - 1/8,000 หรือดีกว่า
- 2.2.10 มีระบบ Motion Detection ในตัวกล้อง
- 2.2.11 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณเครือข่าย 100 BASE-TX Ethernet ด้วยการเชื่อมต่อแบบ RJ45 จำนวน 1 ช่องเป็นอย่างน้อย
- 2.2.12 มีช่องเชื่อมต่อ Alarm Input/Output บนตัวกล้อง
- 2.2.13 ต้องรองรับ Onvif compliant
- 2.2.14 ใช้งานได้กับแหล่งจ่ายไฟตรง 12 VDC, 24 VAC หรือ PoE: IEEE802.3 af Class 3 compliant หรือดีกว่า
- 2.2.15 สามารถใช้งานได้ดีช่วงอุณหภูมิใช้งานที่ -30 ถึง +60 องศาเซลเซียสหรือดีกว่า
- 2.2.16 ต้องได้รับมาตรฐาน CE, UL, CSA และ FCC Part 15 Subpart B Class B เป็นอย่างน้อย
- 2.2.17 สามารถรองรับ Protocols ตามรายการดังนี้ IPv4, HTTP, HTTPS, SOAP, DNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, Zeroconf, ARP เป็นอย่างน้อย
- 2.2.18 มีเทคโนโลยี HDSM Smart Codec
- 2.2.19 สามารถรองรับ มาตรฐานความปลอดภัย (Security) Password protection, HTTPS encryption, digest authentication, WS authentication, user access log เป็นอย่างน้อย
- 2.2.20 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าและผลิตจากโรงงานที่ตั้งอยู่ในกลุ่มประเทศของทวีปอเมริกาเหนือหรือยุโรป
- 2.2.21 ผู้ที่นำเสนอต้องได้รับใบแต่งตั้งจากเจ้าขอผลิตภัณฑ์ เรื่องการบริการหลังการขายทั้งอะไหล่ และการรับประกันของอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัท ผู้ผลิตในประเทศไทย



2.2.22 ได้มาตรฐาน IP66 สำหรับการใช้งานภายนอกอาคาร (Outdoor Weather Proof)

2.2.23 ได้มาตรฐาน IK10 Impact Rating สำหรับการรองรับแรงกระแทกมาที่ตัวกล้อง (Vandal Resistant)

2.3 ซอฟต์แวร์ควบคุมบริหารจัดการระบบกล้องวงจรปิด (System Management Software)

2.3.1 คุณสมบัติการทำงานของระบบ (System Overall)

- เป็นซอฟต์แวร์บริหารจัดการกล้องโทรทัศน์วงจรปิดและสามารถทำงานร่วมกันได้กับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่นำเสนอดีเป็นอย่างดี
- สามารถรองรับการบริหารจัดการกล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิด IP Camera จำนวนอย่างน้อย 128 กล้องต่อ 1 เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้งาน
 - รองรับการทำงานแบบ Server / Client
 - สามารถดูภาพผ่านทางสมาร์ตโฟนผ่านทางทั้งแบบ Android และ iOS
 - สามารถรองรับการใช้กับกล้องหรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณสำหรับกาวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) ตรวจจับการบุกรุกในพื้นที่ที่กำหนด ด้วยระบบตรวจจับความเคลื่อนไหวการวิเคราะห์ภาพแบบ Advanced Pattern Based Analytics จะต้องไม่ตรวจจับสัตว์ การไหวของต้นไม้ หรือกิ่งไม้ และสภาพอากาศ เช่น ฝนตกเงาของวัตถุ เพื่อป้องกันปัญหาความผิดพลาดของการแจ้งเตือนและสามารถแยกประเภทของวัตถุ (Object Classification) ว่าเป็นการตรวจจับคน หรือตรวจจับรถยนต์ หรือทั้งสองอย่าง
 - Video Analytics ต้องสามารถแสดงกรอบสี่เหลี่ยมเคลื่อนไหวติดตามกับวัตถุที่ทำการตรวจจับ และต้องสามารถแยกสีในการตรวจจับระหว่างคน กับ รถยนต์ได้
 - สามารถการบันทึกได้ทั้งสัญญาณภาพและเสียง
 - รองรับการระบบการบีบอัดภาพจากกล้องทั้งแบบ JPEG2000, M-JPEG, MPEG4 และ H.264
 - สามารถตรวจสอบเฟิร์มแวร์ของกล้องที่ต่ออยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกันทั้งหมด ซึ่งถ้าตรวจสอบเจอว่ากล้องตัวเป็นเฟิร์มแวร์เวอร์ชันเก่า ซอฟต์แวร์ต้องสามารถทำการอัปเดตเฟิร์มแวร์ของกล้องให้เป็น version ล่าสุดโดยอัตโนมัติ



- ซอฟต์แวร์ต้องมีระบบที่ช่วยในการบริหารจัดการข้อมูล Bandwidth บนระบบเครือข่ายแบบ High Definition Stream Management สำหรับการบีบอัดข้อมูลภาพแต่ยังคงรายละเอียดข้อมูลภาพที่บันทึกได้อย่างชัดเจนเมื่อดูภาพที่บันทึกไว้
- สามารถตรวจสอบและค้นหากล้องที่ต่ออยู่บนระบบเครือข่ายเดียวกันได้อย่างโดยอัตโนมัติ
- ซอร์ฟแวร์ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกันกับกล้องโทรทัศน์วงจรปิดที่นำเสนอ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และต้องเป็นซอฟต์แวร์ระบบเปิดสามารถรองรับกล้องวงจรปิดยี่ห้ออื่น ๆ ได้ไม่น้อยกว่า 10 ยี่ห้อ
- สามารถเชื่อมต่อกับ Analog Monitor เพื่อทำ Video Wall ได้

2.4 เครื่องบันทึกภาพกล้องวงจรปิดระบบเครือข่าย (Server) มีคุณสมบัติดังนี้

- 2.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel Xeon Quad-Core ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.00 GHz
- 2.4.2 มีหน่วยความจำหลักแบบ ECC DDR-3 Fully Buffer ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.4.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Hot Swap Hard Disk Drives แบบ SATA หรือ SAS ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB ที่มีความเร็วในการทำงานที่ 7,200 รอบต่อนาที (rpm) ที่รองรับการทำ RAID 1 แล้วจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ลูก
- 2.4.4 มีหน่วยอ่านข้อมูลแผ่น DVD-ROM/CD-RW จำนวน 1 หน่วย
- 2.4.5 มีพอร์ต Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 2.4.6 ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอจะต้องเป็นรุ่นที่ได้รับการออกแบบเพื่อติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ และขนาดไม่เกิน 2U พร้อมอุปกรณ์ Rack ในการติดตั้ง
- 2.4.7 มีหน่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในเครื่อง (Power Supply) จำนวน 2 ชุด ที่มีคุณสมบัติทำงานทดแทนกันได้โดยอัตโนมัติ (Redundant) และสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันทีแม้ไม่เกิดปัญหาใด ๆ (Hot Swap) และมีระบบระบายความร้อนภายในตัวเองเป็นอย่างดี
- 2.4.8 มี operating System เป็น Microsoft Window 2008 R2 หรือดีกว่า พร้อมแผ่นซีดี และคู่มือการใช้งานที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- 2.4.9 ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน FCC, CE, UL

2.5 เครื่อง COMPUTER สำหรับ เชื่อมโยงกับเครื่องเล่น NVR ทั้งหมด

- 2.5.1 มี CPU ชนิด Core I3 เป็นอย่างน้อย
- 2.5.2 RAM หรือหน่วยความจำขนาด 2 G Byte



- 2.5.3 มีเครื่องเล่นและบันทึกแผ่น DVD
 - 2.5.4 มี อุปกรณ์เก็บข้อมูล HDD ขนาดไม่น้อยกว่า 500G Byte
 - 2.5.5 มี USB Port จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 Port
 - 2.5.6 มีจอภาพหรือ Monitor ขนาดไม่น้อยกว่า 32 นิ้ว
 - 2.5.7 มีระบบปฏิบัติการ Windows7 ที่ถูกต้องตามกฎหมาย หรือดีกว่า
- 2.6 อุปกรณ์ Switch 24 Port 10/100/1000 ที่ใช้ร่วมกับกล่องวงจรปิดชนิด IP
- 2.6.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
 - 2.6.2 สนับสนุนการทำงาน 802.3af 24 พอร์ตเป็นอย่างน้อย
 - 2.6.3 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ SFP Gigabit ports จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - 2.6.4 รองรับการใช้งานร่วมกับโมดูลแบบ1000Base-T หรือ 1000Base-SX หรือ 1000Base-LX/LH ได้เป็นอย่างน้อย
 - 2.6.5 รองรับ Power Over Ethernet POE ไม่น้อยกว่า 370 W
 - 2.6.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching bandwidth ไม่น้อยกว่า 216 Gbps และ Forwarding bandwidth ไม่น้อยกว่า 108 Gbps
 - 2.6.7 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 128 MB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 2.6.8 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K
 - 2.6.9 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 4096
 - 2.6.10 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 71.4 Mpps
 - 2.6.11 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ ไม่น้อยกว่า 1023 VLANs
 - 2.6.12 สนับสนุนการใช้งาน Internet Group Management Protocol (IGMP)
 - 2.6.13 อุปกรณ์สามารถทำ Access Control Lists (ACLs) IPv4 and IPv6 ได้
 - 2.6.14 รองรับ Dynamic VLAN Assignment
 - 2.6.15 มีพอร์ต console แบบ USB และ RJ-45
 - 2.6.16 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
 - 2.6.17 มีระบบคำสั่งอัตโนมัติ Auto QoS
 - 2.6.18 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย



หมวดที่ 19 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต

(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.6.19 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 2.6.20 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งฉบับจริงจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

Vender Avigilon Axis Pelco Bosch



หมวดที่ 20

ระบบภาพและเสียง

1. ความต้องการทั่วไป

ติดตั้งระบบภาพและเสียงในห้องต่างๆ โดยเป็นระบบที่มีคุณภาพ สามารถใช้งานได้อย่างดี อุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นอุปกรณ์ที่เป็นสากล มีใช้โดยทั่วไปทั้งยุโรป อเมริกาและเอเชีย โดยมี Website ให้บริการ Online สำหรับ Download คู่มือหรือ Catalog สำหรับใช้งานได้ตลอดเวลา โดยมีเงื่อนไขในการทำงาน ดังนี้

- 1.1 ระบบภาพและเสียงตามแผนผังที่แสดงในแบบแสดงชนิด และจำนวนชิ้นส่วนของอุปกรณ์ ผู้เสนอราคาจะต้อง แสดงรายการอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ส่งพร้อมใบเสนอราคา ในกรณีที่ข้อความ หรือรายละเอียดในรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) ขัดกับแบบแปลนหรือแตกต่างจากแบบแปลนให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้าง เป็นกรณีขาด โดยผู้รับจ้างจะถือเป็นสาเหตุเพิ่มราคาไม่ได้
- 1.2 ตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แสดงในแบบแปลนเป็นเพียงตำแหน่งโดยประมาณอาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพและลักษณะงานก่อสร้างของอาคาร ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้าง
- 1.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนดจะต้องเป็นของใหม่ ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อนทั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ล่าสุดของโรงงาน
- 1.4 วัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิดที่ระบุในรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) และในแบบแปลน จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรก่อน นำไปใช้งานหรือสั่งซื้อ โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างวัสดุหรืออุปกรณ์ หรือแคตตาล็อกพร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้วิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้างพิจารณา หากผู้รับจ้างสั่งซื้ออุปกรณ์ และ/หรือนำอุปกรณ์หรือวัสดุไปใช้งานโดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้างแล้วปรากฏว่าวัสดุหรืออุปกรณ์นั้น ๆ ไม่ถูกต้องตามรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) และแบบแปลนผู้รับจ้าง จะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายในการรื้อถอนถอดเปลี่ยนอุปกรณ์หรือวัสดุนั้นเอง
- 1.5 หลังจากการติดตั้งระบบภาพและเสียงทั้งหมดให้เห็นว่า ระบบทั้งหมดมีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นที่แน่นอนต่อหน้าผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง และวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้าง ตามวิธีการและรายละเอียดที่วิศวกรกำหนดให้ผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบดังกล่าวเอง
- 1.6 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของอุปกรณ์ระบบภาพและเสียง และวัสดุทุกชนิดตลอดจนคุณภาพของการติดตั้งระบบเสียงเป็นเวลา 1 ปี นับจากวันตรวจรับงาน ในระหว่างระยะเวลารับประกันดังกล่าว หากมีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วน หรือวัสดุใดชำรุดใช้งานไม่ได้ หรือทำงานไม่สมบูรณ์



อันเนื่องมาจากความบกพร่องของอุปกรณ์วัสดุ หรือความบกพร่องในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้อง
แก้ไขและ/หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นส่วนหรือวัสดุนั้นโดยไม่คิดราคาจากผู้ว่าจ้าง

- 1.7 ให้ผู้รับจ้างจัดส่ง SHOP DRAWING ในการติดตั้งจัดเรียงอุปกรณ์ต่างๆ เสนอต่อวิศวกรฝ่ายผู้ว่าจ้าง
เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง ในกรณีที่ SHOP DRAWING ไม่ได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้อง
ส่ง SHOP DRAWING ใหม่

2 คุณสมบัติของผู้จัดจำหน่าย

ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการจัดหาอุปกรณ์ระบบภาพและเสียงที่มีคุณภาพจากผู้จัดจำหน่ายในประเทศที่นำเข้าสินค้า
อย่างถูกต้องตามกฎหมายที่มีคุณสมบัติ อย่างน้อยดังนี้ โดยแนบเอกสารดังกล่าวนี้มาพร้อมกับเอกสารทางด้าน
เทคนิคเพื่อขออนุมัติใช้ด้วย คือ

- 2.1 เป็นนิติบุคคลที่จดทะเบียนจัดตั้งตามกฎหมายไทยก่อนวันยื่นซองไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 2.2 มีทุนจดทะเบียนไม่น้อยกว่า 5 ล้านบาท โดยมีสำนักงานอยู่ในประเทศไทยและประกอบการค้า
มาแล้วไม่ต่ำกว่า 20 ปี
- 2.3 ต้องไม่เคยมีประวัติทำงานของทางราชการ หรือของรัฐบาลหรือ หรือไม่เคยถูกบริษัทแจ้งบอกเลิก
สัญญาเนื่องจากปฏิบัติผิดสัญญา
- 2.4 ต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายระบบเสียงในส่วนของอุปกรณ์หลักที่ติดตั้งซึ่งประกอบด้วย ลำโพง
ไมโครโฟนทุกชนิด ชุดประชุม เครื่องผสมสัญญาณเสียง และเครื่องขยายเสียง โดยต้องได้รับการ
แต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการ จากสำนักงานของบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่
เสนอที่มีที่ตั้งอยู่ในประเทศไทยโดยต้องมีหนังสือแต่งตั้ง ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางด้านเทคนิค
เพื่อขออนุมัติใช้อุปกรณ์ระบบการสนับสนุนโครงการนี้

3 การติดตั้ง

ระบบภาพและเสียง จะติดตั้งตามจุดต่างๆ ตามแสดงในแบบโดยผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบภาพและเสียงและ
เชื่อมโยงให้สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์

การเดินสายให้ใช้สายสัญญาณต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการติดตั้งเดินสาย การวางสายและการติดตั้งอุปกรณ์
ต่างๆ หรือความเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้าง และต้องดำเนินการซ่อมแซมให้อยู่ใน
สภาพเดิมโดยเร็ว



4 การรับประกัน

อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องรับประกัน 1 ปี

5 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่อย่างน้อย 1 ครั้ง จนเจ้าหน้าที่สามารถปฏิบัติงานได้เอง ในหลักสูตรการใช้งานระบบภาพและเสียงที่ติดตั้ง

6 การทดสอบระบบ

ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการปฏิบัติตามข้อกำหนด โดยเคร่งครัด ในการจัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบทั้งหมดให้ใช้งานได้ โดยสมบูรณ์ กรณีที่ต้องการอุปกรณ์อื่นใดที่มีได้ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้ แต่ต้องจัดหาเพื่อให้ระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการจัดหาเพิ่มเติมโดยไม่สามารถคิดราคาเพิ่มในภายหลังได้ ทั้งนี้ในการทดสอบระบบ ต้องมีเจ้าหน้าที่ในการเปิดระบบที่เต็มประสิทธิภาพต่อเนื่องอย่างน้อย 3 นาที

7 คุณสมบัติทางด้านเทคนิค

7.1 ไมโครโฟน (Dynamic Microphone) พร้อมสาย 10 เมตร

7.1.1 เป็นไมโครโฟนแบบ Dynamic ที่มีรูปแบบการรับคลื่นเสียงเข้ามาแบบ Supercardioid

7.1.2 ช่วงการตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 80 Hz- 16 kHz หรือดีกว่า

7.1.3 ความต้านทาน 600 โอห์ม

7.1.4 ระดับแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร 2.2 mV/Pascal

7.1.5 วัสดุของตัวเครื่องทำจาก Die cast Zinc

7.1.6 มีโครงสร้างแม่เหล็กแบบ Neodimium

7.1.7 มีจุดต่อใช้งานแบบ Balance (XLR)

7.1.8 มีสวิตช์ปิด-เปิด

7.1.9 มีตะแกรงครอบแบบ Tight Mesh Memraflex

7.1.10 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตที่ตั้งอยู่ในประเทศไทยแนบมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

7.1.11 เป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง Bosch, Danacord, EV หรือดีกว่า



7.2 ขาไม้คั่งโต๊ะแบบปรับโค้งงอได้ (Table stand)

- 7.2.1 เป็นขาตั้งแบบตั้งโต๊ะ
- 7.2.2 มีคอแบบปรับโค้งงอได้
- 7.2.3 มีฐานเป็นโลหะ

7.3 XLR Microphone inlet

- 7.3.1 มีหน้ากากเป็นโลหะ
- 7.3.2 มีจุดต่อไมโครโฟนแบบ XLR ชนิด Dual หรือ Single (ตามแสดงในแบบ)
- 7.3.3 เป็นชนิดติดผนัง หรือ Surface บนโต๊ะ หรือแบบ Pop up (ตามแสดงในแบบ)

7.4 เครื่องฉาย Projector

- 7.4.1 มีความสว่างไม่น้อยกว่า 5,000 ANSI โดยมีความละเอียดของภาพที่ฉายออกไม่น้อยกว่า WXGA
- 7.4.2 มีอัตราส่วน Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 2000 : 1
- 7.4.3 สามารถฉายภาพไม่น้อยกว่า 100 – 200 นิ้ว
- 7.4.4 มีช่องต่อสัญญาณภาพเข้าแบบ HDMI และ VGA
- 7.4.5 มีช่องต่อสัญญาณควบคุม LAN (RJ45)
- 7.4.6 ผลิตภัณฑ์อ้างอิง : Mitsubishi , NEC , Panasonic, Vivitek

7.5 ขายึดเครื่องฉาย Projector

- 7.5.1 สามารถปรับระดับได้
- 7.5.2 สามารถรับน้ำหนักเครื่องฉาย Projector ได้

7.6 จอมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมชุดควบคุมไร้สาย

- 7.6.1 มีขนาดของจอสำหรับรับภาพตามแสดงในแบบ
- 7.6.2 มีอัตราส่วนภาพแบบ 16:10 หรือ 16 :9
- 7.6.3 ควบคุมการขึ้นลงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- 7.6.4 มีชุดควบคุมการทำงานแบบไร้สาย
- 7.6.5 เนื้อจอสีขาว Matt White ด้านหลังเคลือบสีดำ



7.7 ตู้แร็คใส่อุปกรณ์

- 7.7.1 มีความสูงตามเหมาะสมสามารถใส่อุปกรณ์ได้ทั้งหมด
- 7.7.2 มีรางไฟที่ผลิตจาก Galvanized ป้องกันสนิม 100 % โดยทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 14A และมีจำนวน Outlet เพียงพอสำหรับอุปกรณ์ทั้งหมด
- 7.7.3 ตัวตู้เป็นแบบ Knock-Down สามารถถอดประกอบได้
- 7.7.4 ฐานตู้ทำจาก Galvanized Steel หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. และโครงตู้หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
- 7.7.5 ประตูด้านหน้าเป็น Acrylic หนาไม่น้อยกว่า 5 มม.
- 7.7.6 มีล้อเลื่อนที่รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 kg. กรณีตั้งพื้น หรือเป็นชนิด Wall rack

7.8 ขาไมค์ตั้งพื้น (Floor Stand for mic) แบบมี Boom

- 7.8.1 สามารถปรับระดับสูงต่ำได้
- 7.8.2 มี Boom สำหรับติดตั้งไมโครโฟนได้

7.9 ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ

เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องรับและเครื่องส่งแบบมือถือ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.9.1 เครื่องรับสัญญาณ

- 7.9.1.1 เป็นชนิด Synthesized PLL
- 7.9.1.2 ช่วงความถี่วิทยุใช้งานย่าน UHF
- 7.9.1.3 มีจำนวนช่องสัญญาณได้ไม่น้อยกว่า 1112 ช่องโดยสามารถตั้งค่าได้ช่องละไม่น้อยกว่า 25 kHz
- 7.9.1.4 การผสมสัญญาณ +/-40 kHz หรือดีกว่า
- 7.9.1.5 การรับคลื่นเป็นแบบ Digital True Diversity
- 7.9.1.6 มีความไวของคลื่นวิทยุ < 1.0mV
- 7.9.1.7 ความสามารถในการรับสัญญาณดีกว่า 60 dB.
- 7.9.1.8 ความสามารถในการลดระดับเสียงรบกวนเมื่อไม่มีสัญญาณเสียงได้มากกว่า 100 dB.
- 7.9.1.9 สามารถใช้กับแรงดันไฟ 12 Vdc ได้
- 7.9.1.10 มีสายอากาศแบบ ¼ ของความยาวคลื่น
- 7.9.1.11 มาตรฐานรับรอง FCC
- 7.9.1.12 มีจอแสดงผลแบบ LCD โดยระบุช่องใช้งาน, กลุ่มความถี่ใช้งาน, ความถี่ใช้งาน, ระดับแบตเตอรี่ของเครื่องส่ง และระดับสัญญาณคลื่นวิทยุพร้อมระดับสัญญาณเสียง
- 7.9.1.13 มีช่องต่อสัญญาณเสียงออกแบบ XLR โดยระดับสัญญาณปรับได้ระหว่าง 10 mV-2Vrms.
- 7.9.1.14 เป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง Bosch, Danacord, EV หรือ ดีกว่า



7.9.2 เครื่องส่งแบบมือถือ

- 7.9.2.1 มีจอแสดงผลแบบ LCD โดยระบุช่องใช้งาน ,กลุ่มความถี่ใช้งาน และ ความถี่ใช้งาน
- 7.9.2.2 มี LED แสดงสถานะแจ้งเตือนเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด
- 7.9.2.3 มีปุ่มเปิด-ปิดการใช้งาน
- 7.9.2.4 เป็นไมโครโฟนแบบ Dynamic ที่มีรูปแบบการรับสัญญาณเสียงแบบ Cardioid โดยมีสายอากาศแบบ 1/2 ของความยาวคลื่น
- 7.9.2.5 ระดับสัญญาณออกปกติไม่เกิน 5 mW
- 7.9.2.6 ระดับสัญญาณออกสูงสุดไม่น้อยกว่า 50 mW
- 7.9.2.7 ช่วงการตอบสนองของความถี่เสียง 50 Hz-15kHz ที่ +/- 2dB. หรือดีกว่า
- 7.9.2.8 ความเพี้ยนไม่เกิน 0.5 % ที่ความถี่ 1kHz
- 7.9.2.9 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนและ Dynamic Range > 100dB.
- 7.9.2.10 อัตราการขยายสัญญาณเสียงไม่น้อยกว่า 26 dB.
- 7.9.2.11 ระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 8 ชั่วโมง โดยใช้แบตเตอรี่แบบ Alkaline ชนิด 9 V ได้ โดยใช้ถ่านแค่ 1 ก้อน
- 7.9.2.12 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายและสำรองอะไหล่ 3 ปี จากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตในประเทศไทยสนับสนุนโครงการ
- 7.9.2.13 เป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง Bosch, Telex, EV หรือ ดีกว่า

7.10 HDMI Inlet

- 7.10.1 มีหน้ากากเป็นโลหะ
- 7.10.2 มีจุดต่อแบบ HDMI ที่ด้านหน้าและด้านหลัง
- 7.10.3 เป็นชนิด 1 ช่องต่อ หรือ 2 ช่องต่อ (ตามแสดงในแบบ)
- 7.10.4 เป็นชนิดติดผนัง หรือ Surface บนโต๊ะ หรือแบบ Pop up (ตามแสดงในแบบ)

7.11 เครื่องสลับสัญญาณภาพ

- 7.11.1 มีจุดต่อสัญญาณเข้า HDMI ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 7.11.2 มีจุดต่อสัญญาณออก HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 7.11.3 รองรับความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า Full HD
- 7.11.4 สามารถเลือกช่องสัญญาณเพื่อออกได้



7.12 เครื่องแปลงสัญญาณ HDMI/UTP

- 7.12.1 รองรับสัญญาณเข้าหรือออกแบบ HDMI ความละเอียด Full HD หรือมากกว่า
- 7.12.2 มีจุดต่อเข้าหรือออกสำหรับสายแบบ UTP ที่รับส่งสัญญาณได้ไกลไม่น้อยกว่า 50 เมตร
- 7.12.3 ประกอบด้วยตัวส่งและตัวรับ

7.13 จอ TV ขนาด 65 นิ้ว

- 7.13.1 หน้าจอแสดงผลแบบ LCD หรือLEDขนาดที่สามารถแสดงภาพได้ตามแนวทแยงมุมไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว
- 7.13.2 มีจุดต่อใช้งานแบบ HDMI
- 7.13.3 มีชุดควบคุมการทำงานแบบไร้สาย
- 7.13.4 มีความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 4K
- 7.13.5 ผลิตภัณฑ์อ้างอิง LG, Sharp, Sony หรือ ดีกว่า
- 7.13.6 จัดหาพร้อมขายึดผนังหรือขาตั้งพื้นแบบเคลื่อนย้ายได้ตามแสดงในแบบ

7.14 ลำโพง 2 ทางขนาด 8 นิ้ว แบบติดผนัง

- 7.14.1 ช่วงการตอบสนองความถี่ 60Hz-20kHz ที่ -3 dB หรือดีกว่า และ 48Hz-20kHz ที่ -10 dB หรือดีกว่า
- 7.14.2 ความไวที่ 1W/1m. ไม่น้อยกว่า 94 dB.
- 7.14.3 ความดังเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 123 dB.
- 7.14.4 มุมการกระจายเสียงในแนวนอนไม่น้อยกว่า 90 องศา และแนวตั้งไม่น้อยกว่า 50 องศา
- 7.14.5 มีดอกลำโพงเสียงต่ำไม่เล็กกว่า 8 นิ้ว แบบ EV8L และดอกลำโพงเสียงสูงไม่เล็กกว่า 1 นิ้ว แบบ DH2005
- 7.14.6 มีจุดตัดความถี่ที่ 1.7 kHz
- 7.14.7 เป็นลำโพงแบบสองทางชนิด Passive ความต้านทาน 8 โอห์ม
- 7.14.8 กำลังขับต่อเนื่อง 200 วัตต์ และ สูงสุด 800 วัตต์ หรือมากกว่า
- 7.14.9 ตัวตู้ทำจากวัสดุ High Impact Polymer
- 7.14.10 มีขายึดผนังสี่เดียวกับตัวลำโพงแบบปรับได้มาพร้อมกับตัวลำโพง
- 7.14.11 มีตะแกรงทำจาก Galvanized Steel เคลือบด้วย Polyester
- 7.14.12 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดเครื่องขยายเสียง
- 7.14.13 เป็นชนิด Weatherized โดยมีขายึดมาพร้อมจากผู้ผลิตลำโพง
- 7.14.14 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตในประเทศไทยแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์
- 7.14.15 เป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง DNH, EV, Dynacord หรือดีกว่า



7.15 เครื่องผสมสัญญาณเสียง

- 7.15.1 มีช่องสัญญาณเข้าสำหรับไมโครโฟนแบบ XLR ไม่น้อยกว่า 5 ช่อง และ 3 ช่อง Stereo
- 7.15.2 มีช่องสัญญาณแบบ AUX แบบ Post และ Pre
- 7.15.3 ช่วงการตอบสนองของความถี่เสียงจากทุกช่องสัญญาณเข้าส่งผ่านออกภาคผสมสัญญาณได้ตั้งแต่ 15 Hz- 22 kHz ที่ -3 dB หรือดีกว่า
- 7.15.4 ช่วงการตอบสนองของความถี่เสียงจากทุกช่องสัญญาณเข้าส่งผ่านออกลำโพงได้ตั้งแต่ 20 Hz- 22 kHz ที่ -3 dB หรือดีกว่า
- 7.15.5 สามารถขับลำโพงที่ 100Vrms ได้จากตัวเครื่องโดยตรง โดยมีกำลังไม่น้อยกว่า 680 วัตต์
- 7.15.6 มีความเพี้ยนรบกวนน้อยกว่า 0.015% ที่ความถี่ 1kHz
- 7.15.7 กำลังขับที่ 8 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x270 วัตต์ และ ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x450 วัตต์ (วัตต์ที่ 1kHz ความเพี้ยนรวมไม่เกิน 1%)
- 7.15.8 กำลังขับที่ 8 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x240 วัตต์ และ ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x400 วัตต์ (วัตต์ที่ ตลอดความถี่ 20Hz-20 kHz ความเพี้ยนรวมน้อยกว่า 0.5%)
- 7.15.9 กำลังขับที่ 8 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x240 วัตต์ และ ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x400 วัตต์ (วัตต์ที่ ตลอดความถี่ 20Hz-20 kHz ความเพี้ยนรวมน้อยกว่า 0.5%)
- 7.15.10 กำลังขับที่ 8 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x340 วัตต์ และ ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 2x640 วัตต์ (วัตต์ที่ Dynamic headroom, IHF-A)
- 7.15.11 กำลังขับที่ 1 ช่องสัญญาณออกที่ 8 โอห์มไม่น้อยกว่า 350 วัตต์ และ ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 640 วัตต์ (วัตต์ที่ ตลอดความถี่ 20Hz-20 kHz ความเพี้ยนรวมน้อยกว่า 0.5%)
- 7.15.12 กำลังขับต่อเนื่องที่ 1 ช่องสัญญาณออกที่ 8 โอห์มไม่น้อยกว่า 280 วัตต์ และ ที่ 4 โอห์มไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ (วัตต์ที่ 1kHz ความเพี้ยนรวมไม่เกิน 1%)
- 7.15.13 ความต้านทานขาเข้าสำหรับ MIC ไม่น้อยกว่า 2 กิโลโอห์ม , สำหรับ CD ไม่น้อยกว่า 10 กิโลโอห์ม และช่องสัญญาณอื่นๆ มากกว่า 10 กิโลโอห์ม
- 7.15.14 ความต้านทานขาออกสำหรับ Phone ไม่เกิน 47 โอห์ม และช่องสัญญาณอื่นๆ ไม่เกิน 150 โอห์ม
- 7.15.15 ใช้วงจรขยายแบบ Class D และมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 104 dB.
- 7.15.16 สามารถปรับ Equalizer สำหรับเสียงต่ำที่ 60Hz ได้ไม่น้อยกว่า +/-15 dB , สำหรับเสียงสูงที่ 12kHz ได้ไม่น้อยกว่า +/-15 dB และเสียงกลางที่ 2.4 kHz ได้ไม่น้อยกว่า +/-12 dB
- 7.15.17 มี Master Equalizer ที่มีค่า Q ที่ 1.5 สำหรับความถี่ 63Hz, 160Hz, 400Hz, 1kHz, 2.5kHz, 6 kHz และ 12kHz โดยสามารถปรับได้ไม่น้อยกว่า +/-10 dB.
- 7.15.18 มีระบบประมวลผลลำโพงแบบ LPN โดยสามารถกำหนดการ Delay ของเสียงได้ตั้งแต่ 0-145ms เพื่อกำหนดการเดินทางของเสียงได้ตั้งแต่ 0-50 เมตร



- 7.15.19 มี Effect ความละเอียด 48 บิต จำนวน 32 ค่าในตัวที่ปรับตั้งค่ามาจากผู้ผลิตโดยผู้ใช้สามารถปรับแก้ได้ ทั้งนี้สามารถควบคุมจาก Foot switch ได้
- 7.15.20 มีจอแสดงผลแบบ LCD ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 128 x 64 จุดที่ด้านหน้าเครื่อง
- 7.15.21 มี Onboard MP3 Audio (USB) เวอร์ชัน 2.0 สำหรับเล่นเพลงที่ด้านหน้าเครื่องในรูปแบบของ MP3 และ WAV โดยมีวงจรป้องกันการ Shot วงจรในตัว
- 7.15.22 มีช่องต่อ USB สำหรับ PC ที่ด้านหลังเครื่องสำหรับ Digital audio แบบ 2 ช่องเข้าและออก โดยมีวงจรแปลง Digital-Analog แบบ Delta-Sigma ที่มีอัตราการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 48 kHz
- 7.15.23 มีวงจรป้องกัน แบบ Peak limiter, Audio limiter, High temp, DC, HF , Shot circuit, Peak current limiter, Turn on delay และ Back EMF
- 7.15.24 มีวงจรป้องกันภาคจ่ายไฟสำหรับ Over/Under voltage, Over current, High temp และ Inrush current limiter,
- 7.15.25 มีพัดลมระบายอากาศที่มีการควบคุมความเร็วได้
- 7.15.26 มี Phantom power แบบ 48 VDC โดยตัวสินค้าผลิตในประเทศเยอรมัน
- 7.15.27 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานหรือตัวแทนผู้ผลิตในประเทศไทย
- 7.15.28 สามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟ 100-240 Vac ที่ความถี่ 50-60 Hz ได้ต่อเนื่อง
- 7.15.29 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 5-40 องศาเซลเซียสได้ต่อเนื่อง
- 7.15.30 สามารถติดตั้งกับตู้แร็คขนาดมาตรฐานได้
- 7.15.31 เป็นผลิตภัณฑ์ Midas, EV, Dynacord หรือดีกว่า

7.16 เครื่องขยายเสียงขนาด 2X450 วัตต์

- 7.16.1 เป็นเครื่องขยายเสียงที่มี DSP (Digital Signal Processing) อยู่ในตัวที่ออกแบบมาสำหรับงาน Live โดยมี Processor สำหรับลำโพงพร้อมที่ FIR Drive ในตัว
- 7.16.2 สามารถใช้งานกับดนตรีแบบ Acoustic และ Rock ได้อย่างเสถียร โดยสามารถขับที่ 2 โอห์มได้
- 7.16.3 รองรับการใช้ซอร์ฟแวร์ในการควบคุมและตั้งค่าได้
- 7.16.4 มีกำลังขับที่ 1 ช่องที่ 8 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 480 วัตต์, ที่ 4 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 950 วัตต์, ที่ 2.6 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,300 วัตต์ และที่ 2 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,600 วัตต์
- 7.16.5 มีกำลังขับที่ 2 ช่องที่ 8 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 450 วัตต์, ที่ 4 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 850 วัตต์, ที่ 2.6 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,200 วัตต์ และที่ 2 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,400 วัตต์
- 7.16.6 มีกำลังขับที่ Bridged mode ที่ 8 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 1,700 วัตต์ และที่ 4 โอห์มได้ไม่น้อยกว่า 2,800 วัตต์
- 7.16.7 มีค่าแรงดันกระแสเพิ่มสูงสุดที่ RMS ไม่น้อยกว่า 65.1 V โดยมีความเพี้ยนไม่เกิน 1% ที่ความถี่ 1 kHz
- 7.16.8 มีอัตราการขยายแรงดันไม่น้อยกว่า 32 dB ที่ความถี่ 1 kHz



- 7.16.9 มีความเพี้ยนรวมที่ 450 วัตต์ที่ 4 โห้มน้อยกว่า 0.05% ที่ความถี่ 1 kHz ที่ MBW เท่ากับ 80 kHz
- 7.16.10 มีค่า IMD- SMPTE ที่ 60 Hz น้อยกว่า 0.1% ความถี่ 7 kHz
- 7.16.11 มีค่า DIM30 ที่ 3.15 kHz น้อยกว่า 0.05% ที่ความถี่ 15kHz
- 7.16.12 ระดับสัญญาณเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า +21 dBu
- 7.16.13 อัตราการข้ามช่องสัญญาณที่ความถี่ 1kHz ที่กำลังขับ 100 วัตต์ที่ความต้านทาน 4 โห้มน้อยกว่า -80 dB
- 7.16.14 ค่าการตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 10 Hz ถึง 21 kHz ที่ -1 dB ความถี่ 1kHz
- 7.16.15 ค่าความต้านทานขาเข้าที่ช่องสัญญาณแบบ Active Balanced ไม่น้อยกว่า 20 กิโลโห้มน้อยกว่า
- 7.16.16 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนที่เติมกำลังขับที่ความต้านทาน 8 โห้มน้อยกว่า A-weighted ได้มากกว่า 105 dB
- 7.16.17 สัญญาณรบกวนขาออก A-weighted น้อยกว่า -68 dBu
- 7.16.18 มีโครงสร้างรูปแบบอัตราขยาย Class AB
- 7.16.19 ใช้งานได้กับแรงดันไฟฟ้า 240 V หรือ 230 V ตลอดย่านความถี่ 50 ถึง 60 Hz ได้ และมี Main Fuse ป้องกัน
- 7.16.20 อัตราการกินกำลังงานไม่เกิน 700 วัตต์
- 7.16.21 มีวงจรมีป้องกันอย่างน้อย ดังนี้คือ Audio limiter, High temperature, DC, HF, Back EMF, Peak current limiter, Inrush current limiter และ Turn on delay เป็นอย่างน้อย
- 7.16.22 มีพัดลมระบายอากาศจากด้านหน้าถ่ายเทออกด้านหลังโดยมีการทำงานแบบ 3 ลำดับ
- 7.16.23 อุดหนุนมีการทำงานที่ +5 ถึง +40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าพร้อมระดับความปลอดภัย Class I
- 7.16.24 มีการประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) แบบ FIR Filter, Audio limiter, Output delay ในแต่ละช่องสัญญาณออก , มี 31 Band กราฟฟิก EQ (GEQ) ในแต่ละช่องสัญญาณ, พาราเมตริก EQ (PEG) ในแต่ละช่องสัญญาณ และ Load Impedance เป็นอย่างน้อย
- 7.16.25 รองรับ PC Remote Control Software ได้
- 7.16.26 มีน้ำหนักไม่เกิน 16 กิโลกรัม
- 7.16.27 มีหน้าจอแสดงผลการทำงานและมีปุ่มกดเปิดปิดที่ด้านหน้าเครื่อง
- 7.16.28 ตัวเครื่องมีรูสำหรับยึดแร็คมาพร้อมกัน
- 7.16.29 เป็นยี่ห้อผลิตภัณฑ์ในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา
- 7.16.30 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยระบุการสนับสนุนโครงการนี้ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค
- 7.16.31 ตัวอย่างยี่ห้อผลิตภัณฑ์อ้างอิง Dynacord, Electro-Voice, RCS, IC Audio



7.17 ลำโพงตู้ติดผนังขนาด 5 นิ้ว

- 7.17.1 เป็นลำโพงตู้สี่ด้านและมีขายึดผนังแบบปรับได้ทั้ง 2 แขนแบบ Ball Bracket ที่เมื่อติดตั้งแล้วสามารถปรับหมุนได้ 90 องศาและก้มเงยได้ไม่น้อยกว่า 45 องศาหรือมากกว่า โดย Bracket สามารถติดตั้งได้ทั้งผนังและฝ้า โดยมี Plate ที่แยกชิ้นกับขายึดสามารถประกบทาบและเสียบใช้งานได้โดยไม่ต้องต่อสายเข้าที่ตัวลำโพง ทำให้เมื่อติดตั้งแล้วจะไม่เห็นสายลำโพง
- 7.17.2 มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาดที่ 5.25 นิ้วพร้อมดอกลำโพงเสียงสูงขนาดที่ 0.75 นิ้วแบบ Ferro Fluid cooled โดยเป็นลำโพงแบบ 2 ทาง Full Range system ที่มี Cross over อยู่ภายในโดยวัสดุตัวตู้ทำจาก ABS ไม่ลามไฟและสามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- 7.17.3 ตัวตู้ลำโพงเป็นแบบ Weatherproof โดยมีมาตรฐานในการป้องกันฝุ่นและน้ำไม่ต่ำกว่า IP54 และตะแกรงเป็นชนิดทนต่อแสงแดด โอโซนและความชื้น
- 7.17.4 ช่วงการตอบสนองความถี่ที่ -3 dB ที่ 85 Hz ต่อเนื่องถึง 20 kHz และที่ -10 dB ที่ 60 Hz ตลอดถึง 20 kHz
- 7.17.5 ความดังเสียงที่ 1 W ไม่น้อยกว่า 90 dB โดยมีความดังเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 115 dB ทั้งนี้ต้องให้มุมการกระจายเสียงไม่น้อยกว่า 90 องศาในแนวนอนและแนวตั้ง
- 7.17.6 กำลังขับต่อเนื่องที่ 100 ชม ไม่น้อยกว่า 75 วัตต์และสูงสุดไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 7.17.7 สามารถเลือกต่อใช้งานที่ Low Impedance ที่ควาด้านทาน 8 โอห์ม ที่มี High pass ที่ 60 Hz ที่ 24 dB/ Octave
- 7.17.8 มีน้ำหนักไม่เกิน 2.7 กิโลกรัม
- 7.17.9 ได้ตามมาตรฐาน IEC 60068-2-5 สำหรับการทดสอบ Solar Radiation, IEC 60068-2-11 สำหรับการทดสอบ Salt Mist, IEC 60068-2-42 สำหรับการทดสอบ SO₂, IEC 60068-2-60 สำหรับการทดสอบ Chlorine, มาตรฐาน IEC 60529 สำหรับการทดสอบ IP54 โดยขายึดทดสอบตามมาตรฐาน EIA 636
- 7.17.10 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยระบุการสนับสนุนโครงการนี้ขึ้นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค
- 7.17.11 ตัวอย่างยี่ห้อผลิตภัณฑ์อ้างอิง Dynacord, Electro-Voice, RCS, IC Audio



7.18 ลำโพงตู้ติดผนังขนาด 5 นิ้ว แบบมี Transformer (T)

- 7.18.1 เป็นลำโพงตู้สีดำและมีขายึดผนังแบบปรับได้ทั้ง 2 แขนแบบ Ball Bracket ที่เมื่อติดตั้งแล้วสามารถปรับหมุนได้ 90 องศาและก้มเงยได้ไม่น้อยกว่า 45 องศาหรือมากกว่า โดย Bracket สามารถติดตั้งได้ทั้งผนังและฝ้า โดยมี Plate ที่แยกชิ้นกับขายึดสามารถประกบทาบและเสียบใช้งานได้โดยไม่ต้องต่อสายเข้าที่ตัวลำโพง ทำให้เมื่อติดตั้งแล้วจะไม่เห็นสายลำโพง
- 7.18.2 มีดอกลำโพงเสียงต่ำขนาดที่ 5.25 นิ้วพร้อมดอกลำโพงเสียงสูงขนาดที่ 0.75 นิ้วแบบ Ferro Fluid cooled โดยเป็นลำโพงแบบ 2 ทาง Full Range system ที่มี Cross over อยู่ภายในและเป็นชนิดใช้งานได้กับแรงดันเสียงแบบ 100V โดยมี Matching อยู่ภายใน โดยวัสดุตัวตู้ทำจาก ABS ไม่ลามไฟ และสามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- 7.18.3 ตัวตู้ลำโพงเป็นแบบ Weatherproof โดยมีมาตรฐานในการป้องกันฝุ่นและน้ำไม่ต่ำกว่า IP54 และตะแกรงเป็นชนิดทนต่อแสงแดด ไอเกลือและความชื้น
- 7.18.4 ช่วงการตอบสนองความถี่ที่ -3 dB ที่ 85 Hz ต่อเนื่องถึง 20 kHz และที่ -10 dB ที่ 60 Hz ตลอดถึง 20 kHz
- 7.18.5 ความดังเสียงที่ 1 W ไม่น้อยกว่า 90 dB โดยมีความดังเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 115 dB ทั้งนี้ต้องให้มุมการกระจายเสียงไม่น้อยกว่า 90 องศาในแนวนอนและแนวตั้ง
- 7.18.6 กำลังขับต่อเนื่องที่ 100 ชม ไม่น้อยกว่า 30 วัตต์และสูงสุดไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
- 7.18.7 สามารถเลือกใช้งานที่ Transformer ที่ 70V ได้ที่ 3.7, 7.5, 15 และ 30 วัตต์ได้ รวมทั้งสามารถเลือกใช้งานที่ 100V ได้ที่ 7.5, 15 และ 30 วัตต์ได้
- 7.18.8 สามารถเลือกต่อใช้งานที่ Low Impedance ที่ความต้านทาน 8 โอห์ม ที่มี High pass ที่ 60 Hz ที่ 24 dB/ Octave
- 7.18.9 มีน้ำหนักไม่เกิน 3.2 กิโลกรัม
- 7.18.10 ได้ตามมาตรฐาน IEC 60068-2-5 สำหรับการทดสอบ Solar Radiation, IEC 60068-2-11 สำหรับการทดสอบ Salt Mist, IEC 60068-2-42 สำหรับการทดสอบ SO₂, IEC 60068-2-60 สำหรับการทดสอบ Chlorine, มาตรฐาน IEC 60529 สำหรับการทดสอบ IP54 โดยขายึดทดสอบตามมาตรฐาน EIA 636
- 7.18.11 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากสำนักงานบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทยระบุการสนับสนุนโครงการนี้ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค
- 7.18.12 ตัวอย่างยี่ห้อผลิตภัณฑ์อ้างอิง Dynacord, Electro-Voice, RCS, IC Audio



7.19 เครื่องผสมสัญญาณและขยายเสียงขนาด 60 วัตต์

- 7.19.1 มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 60 วัตต์ สูงสุด 90 วัตต์ หรือดีกว่า
- 7.19.2 มีจุดต่อลำโพงแบบ 100 โวลท์และ 8 โอห์ม
- 7.19.3 เป็นชนิดติดตั้งกับตู้แร็คขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้
- 7.19.4 มีช่องต่อ Music เข้าไม่น้อยกว่า 3 ช่อง โดยมีความไวไม่น้อยกว่า 200mV, ความต้านทานไม่น้อยกว่า 22 kOhm และมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 75 dB
- 7.19.5 มีช่องต่อสัญญาณ Emergency แบบ 100 โวลท์ และ 1 โวลท์ จากโทรศัพท์ โดยมีความต้านทานมากกว่า 10 kOhm และมีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 65 dB โดยมีระยะเวลาการตรวจจับสัญญาณเสียงได้ไว 150 ms หรือไวกว่า
- 7.19.6 มีช่องต่อไมโครโฟนแบบ XLR ได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง พร้อมแหล่งจ่ายไฟ ที่สามารถปรับเป็น Line ได้ โดยมีอย่างน้อย 1 ช่องที่สามารถต่อไมโครโฟนประเภทแบบ 5 ขา ทั้งนี้ต้องมีคุณสมบัติอื่นๆ ดังนี้
 - 7.19.6.1 ความไว 1 mV สำหรับไมค์และ 200 mV สำหรับ Line
 - 7.19.6.2 มีความต้านทานมากกว่า 1 kOhm สำหรับไมค์มากกว่า 5 kOhm สำหรับ Line
 - 7.19.6.3 มีอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 75 dB.
 - 7.19.6.4 มีวงจร Speech Filter กรองเสียงพูด
- 7.19.7 มีปุ่มเปิด-ปิดที่ด้านหน้าเครื่อง พร้อม LED แสดงผลการทำงาน
- 7.19.8 มีปุ่มปรับเสียงท่อม และ แพลมที่ด้านหน้าเครื่องได้ไม่น้อยกว่า +/-12 dB
- 7.19.9 มีช่องเสียบหูฟังที่ด้านหน้าเครื่อง
- 7.19.10 มีช่องเสียบแบบ RJ-45
- 7.19.11 ช่วงการตอบสนองความถี่ 50 Hz-20 kHz ที่ +1/-3 dB หรือดีกว่า
- 7.19.12 มีความเพี้ยนน้อยกว่า 1 %
- 7.19.13 มีเสียงรบกวนอิเล็กทรอนิกส์ภายในตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 2 โทน
- 7.19.14 มีช่องต่อ Master และ Music Out
- 7.19.15 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายและสำรองอะไหล่ 3 ปี จากสำนักงานบริษัทผู้ผลิตในประเทศไทย สนับสนุนโครงการ
- 7.19.16 เป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง Bosch, Danacord, EV หรือเทียบเท่า หรือ ดีกว่า



7.20 เครื่องผสมสัญญาณเสียงสำหรับห้องสัมมนา

- 7.20.1 มีช่องสัญญาณเข้า Mono 12 ช่องสัญญาณ และแบบ Stereo 2 ช่องสัญญาณ
- 7.20.2 มีแหล่งจ่ายไฟสำหรับไมโครโฟน 48 V.
- 7.20.3 ช่วงการตอบสนองความถี่ 20 Hz - 20 kHz ที่ -1dB
- 7.20.4 มีช่อง AUX Sends พร้อมปุ่มกดสลับระหว่าง Pre/Post-Fader ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 7.20.5 มีค่า THD ของสัญญาณขาเข้า น้อยกว่า 0.005% ที่ 1 kHz.
- 7.20.6 มีค่า CMRR ที่ +60 dB Gain มากกว่าหรือเท่ากับ -90 dB
- 7.20.7 ความต้านทานไมโครโฟนขาเข้า 2 กิโลโห์ม / สัญญาณไลน์ 20 กิโลโห์ม
- 7.20.8 มีช่องเสียบสายสัญญาณอยู่บนแผงเดียวกับหน้าปัดเครื่อง
- 7.20.9 FADER มีความยาวไม่น้อยกว่า 60 มม.
- 7.20.10 มีปุ่มปรับแต่งย่านความถี่ช่องสัญญาณไมในอย่างน้อย 3 ย่านความถี่
- 7.20.11 สามารถปรับแต่งความถี่ช่องสัญญาณโมโนที่ 80 Hz , 150 Hz ถึง 3.5 kHz และ 12 kHz. ได้ไม่น้อยกว่า +/-15dB
- 7.20.12 ระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุด Mic. +11 dBu , Line Input +30 dBu , Stereo Input +21 dBu
- 7.20.13 ระดับสัญญาณขาออกสูงสุด Main Output +21 dBu (100 โหห์ม balanced, 50 โหห์ม unbalanced), Monitor Output +21 dBu (240 โหห์ม balanced, 120 โหห์ม unbalanced)
- 7.20.14 มีช่องสัญญาณเข้าสำหรับไมโครโฟน แบบ XLR ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง (2 กิโลโหห์ม balanced)
- 7.20.15 มีช่องสัญญาณ Line Input แบบ 1/4" TRS ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง ระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุด +30 dBu (20 กิโลโหห์ม balanced / unbalanced)
- 7.20.16 มีช่องสัญญาณ Channel Inserts แบบ 1/4" TRS ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง ระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุด +21 dBu
- 7.20.17 มีช่อง Main Out Insert แบบ 1/4" TRS ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง ระดับสัญญาณขาออกสูงสุด +21 dBu
- 7.20.18 มีช่อง 2-Track Input แบบ RCA ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง ระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุด +21 dBu
- 7.20.19 มีช่อง Record Out แบบ RCA ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง ระดับสัญญาณขาออกสูงสุด +21 dBu



7.21 ชุดประชุมแบบไร้สายจำนวน 1 ระบบ ประกอบไปด้วย

7.21.1 ชุดไมโครโฟนชุดประชุมแบบไร้สาย จำนวนตามแสดงในแบบ

- 7.21.1.1 ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย โดยรองรับความถี่ Dual band ในช่วงความถี่ 2.4 กิกะเฮิร์ต และ ช่วง 5 กิกะเฮิร์ตในตัวเดียวกัน
- 7.21.1.2 รองรับการเชื่อมต่อขยายในอนาคตแบบ OMNEO ได้
- 7.21.1.3 มีระบบบริหารแบตเตอรี่ให้ทำงานที่ Sleep mode ได้
- 7.21.1.4 เป็นชนิด DICENTIS ที่มีการรบกวนสัญญาณเสียงในระบบเท่ากับศูนย์
- 7.21.1.5 สามารถกำหนดการทำงานให้เป็นชุดประธาน หรือ ชุดผู้ร่วมประชุมได้ในตัวเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องสั่งชื่อแยกในแต่ละการทำงาน (กำหนดผ่านซอฟต์แวร์)
- 7.21.1.6 มีลำโพงภายในตัว
- 7.21.1.7 มีไฟแสดงสถานะการทำงานของไมโครโฟน และสามารถถอดเก็บได้
- 7.21.1.8 มีปุ่มสวิตช์สำหรับกด เปิด-ปิดไมโครโฟน
- 7.21.1.9 มีการเข้ารหัสเพื่อความปลอดภัยในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ WAP
- 7.21.1.10 มีช่องต่อหูฟังแบบสเตอริโอขนาด 3.5 มิลลิเมตร
- 7.21.1.11 จัดหาแบตเตอรี่เป็นยี่ห้อเดียวกันและสามารถถอดเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้
- 7.21.1.12 จัดหาก้านไมโครโฟนแบบก้านยาวที่สามารถถอดได้
- 7.21.1.13 มีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์และรับรองการสำรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 5 ปี (ฉบับจริง) สำหรับงานโครงการนี้จากเจ้าของผลิตภัณฑ์สาขาในประเทศไทยยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค
- 7.21.1.14 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้ตราสัญลักษณ์จากประเทศยุโรป

7.21.2 ชุดรับส่งสัญญาณเสียง

- 7.21.2.1 ทำงานเป็น Wireless Access Point และ Control Unit ในตัวเดียวกัน
- 7.21.2.2 ทำงานเป็น Wireless Access Point ในตัวสามารถใช้อุปกรณ์ Tablet เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ Wireless point หรือ Wireless router เพิ่มเติม
- 7.21.2.3 มีไฟสำหรับแสดงสถานะของระบบ
- 7.21.2.4 มีการเข้ารหัสเพื่อความปลอดภัยในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ชุดประชุมแบบไร้สาย
- 7.21.2.5 รองรับการส่งสัญญาณควบคุมพื้นที่การรับ/ส่งสัญญาณสูงสุดถึง 30 เมตร(ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ณ พื้นที่ใช้งาน)
- 7.21.2.6 ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย โดยรองรับความถี่ Dual band ในช่วงความถี่ 2.4 กิกะเฮิร์ต และ ช่วง 5 กิกะเฮิร์ตในตัวเดียวกัน
- 7.21.2.7 สามารถใช้การจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ WAP โดย PoE (Power over ethernet) ได้



หมวดที่ 20 ระบบภาพและเสียง

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มว. ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 7.21.2.8 มีช่องต่อ Ethernet network
- 7.21.2.9 รองรับการเชื่อมต่อขยายในอนาคตแบบ OMNEO ได้
- 7.21.2.10 มีระบบบริหารจัดการโดยไม่เกิดการรบกวนของอุปกรณ์ประชุมไร้สาย
- 7.21.2.11 รองรับการกำหนดค่าอุปกรณ์ผ่าน Web browser
- 7.21.2.12 รองรับการใช้งานในลักษณะ Wireless WAP Redundancy
- 7.21.2.13 รองรับการใช้งานร่วมกับกล้องวงจรปิดแบบ IP ความละเอียดสูงได้แบบอัตโนมัติ
- 7.21.2.14 สามารถติดตั้งได้ บนฝาผนัง, เพดาน หรือ ใ้กับขาตั้งได้
- 7.21.2.15 มีหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์และรับรองการสำรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 5 ปี (ฉบับจริง) สำหรับงานโครงการนี้จากเจ้าของผลิตภัณฑ์สาขาในประเทศไทยยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค
- 7.21.2.16 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับชุดไมโครโฟนไร้สาย
- 7.21.3 แท่นชาร์จแบตเตอรี่
 - 7.21.3.1 สำหรับชาร์จไฟให้กับแบตเตอรี่ที่ใช้กับชุดไมโครโฟนประชุมแบบไร้สาย
 - 7.21.3.2 สามารถประจุไฟแบตเตอรี่ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 5 ช่อง
 - 7.21.3.3 มีไฟแสดงสถานะการมีประจุไฟของแบตเตอรี่แต่ละก้อน
 - 7.21.3.4 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับไมโครโฟนไร้สาย

8 การจัดเอกสารเพื่อขออนุมัติใช้อุปกรณ์

8.1 ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการจัดเอกสารเพื่อขออนุมัติใช้ โดยจัดเรียง ดังนี้

- 8.1.1 BOQ แสดงรุ่น รายการ และจำนวนของอุปกรณ์ เรียงตาม TOR ในสัญญา
- 8.1.2 แบบ Diagram พร้อมระบุรุ่นยี่ห้อและการเชื่อมโยงในแบบ
- 8.1.3 แนบ TOR ของสัญญา
- 8.1.4 แนบเอกสารเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ระบุหัวข้อที่เสนอกับคุณสมบัติ พร้อมระบุหมายเลขหน้าอ้างอิงกับ Catalog เรียงตามลำดับหัวข้อ
- 8.1.5 แนบ Catalog อุปกรณ์เรียงตามหัวข้อใน TOR และเอกสารเปรียบเทียบคุณสมบัติ
- 8.1.6 แนบเอกสารอื่นๆ เช่น URL ของผลิตภัณฑ์ที่เสนอ และ มาตรฐานอ้างอิงต่างๆที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)



หมวดที่ 20 ระบบภาพและเสียง

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต

(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

9 ยี่ห้ออุปกรณ์

9.1 ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการจัดหาอุปกรณ์หลัก(ไมโครโฟน ,ลำโพง , เครื่องขยายเสียง, เครื่องผสมสัญญาณ และขยายเสียง, เครื่องฉายภาพ Projector และจอรับภาพ) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดและเป็นสินค้าที่มีชื่อเสียงที่อนุมัติให้ใช้ได้คือ

BOSCH, RCS, IC AUDIO, DYNACORD, EV (Electro-Voice), PANASONIC, RAZR, VIVITEK,
NEC



หมวดที่ 21

ระบบนาฬิกา (master Clock)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบ Master Clock เป็นระบบนาฬิกาที่มีการเชื่อมโยงสัญญาณเป็น RS-485 จากระบบควบคุมกลาง โดยนาฬิกาทุกตัวในระบบจะมีเวลาเชื่อมโยงกับส่วนกลางที่มีเวลาตรงกัน โดยการติดตั้งให้ติดตั้งพร้อมกับขายึดจับที่มาจากโรงงานผู้ผลิต

2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

2.1 นาฬิกา

- 2.1.1 เป็นชนิดเข็ม Analog ที่มีหน้าเรือนแบบ 1 หน้า หรือ 2 หน้าตามแสดงในแบบ
- 2.1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนาฬิกาไม่เล็กกว่า 40 cm.
- 2.1.3 ตัวเรือนมีตัวเลข Arabic ตั้งแต่ 1-12 สีดำบนพื้นขาว โดยระหว่างตัวเลขแต่ละตัวต้องมีขีดนาที 5 ขีด
- 2.1.4 มีเข็มชั่วโมงและเข็มนาที่เป็นสีดำ
- 2.1.5 ใช้ไฟ 24 VDC ในการทำงานและมี Impulse ทุกๆ 1/1 นาที โดยตัวนาฬิกากินกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 7.5 mA
- 2.1.6 ขายึดทำจากวัสดุ Anodized Alum num
- 2.1.7 ดัชนีในการป้องกันน้ำและฝุ่นไม่ต่ำกว่า IP52
- 2.1.8 ตัว Dial Cover ผลิตจาก Mineral Crystal แบบโค้ง
- 2.1.9 วัสดุห่อหุ้มตัวนาฬิกาเป็นสีขาว
- 2.1.10 มีความหนาของตัวเรือนนาฬิกาไม่เกิน 4 cm. และน้ำหนักไม่เกิน 1.5 kg.
- 2.1.11 เป็นตราสินค้าเดียวกันกับเครื่องควบคุม
- 2.1.12 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยระบุการสนับสนุนสำหรับโครงการนี้ขึ้นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

2.2 เครื่องควบคุม

- 2.2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในยุโรปหรืออเมริกา
- 2.2.2 เป็นชนิดติดตั้งกับตู้แร็คขนาดมาตรฐาน 19 นิ้ว 1U ได้โดยตรง โดยมีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD ได้ไม่น้อยกว่า 2 แถวตัวอักษร
- 2.2.3 สามารถควบคุมการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 10 ปี



- 2.2.4 สามารถจ่ายกระแสได้ไม่น้อยกว่า 0.5A ต่อ Line และแต่ละ Line สามารถควบคุมนาฬิกาได้ไม่น้อยกว่า 65 ตัว รวม 2 Line ควบคุมนาฬิกาได้รวมไม่น้อยกว่า 130 ตัว
- 2.2.5 มีการจ่าย Pulse ได้ 1 ครั้งต่อนาทีและสามารถปรับเป็น 10 ครั้งต่อนาทีได้
- 2.2.6 สามารถกำหนดความยาว Pulse ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 59 วินาทีแบบ Digital
- 2.2.7 สามารถบันทึกให้จำค่า Event ได้ไม่น้อยกว่า 253 Event
- 2.2.8 ระบบฐานเวลาเป็นแบบ Quarz
- 2.2.9 รองรับ Contact Relay ได้ถึง 6A/ 160 V และรองรับการเพิ่ม Relay Contact ได้ถึง 16 Relay
- 2.2.10 มีระบบแปลงเวลาจากฤดูร้อนเป็นฤดูหนาวได้แบบอัตโนมัติ
- 2.2.11 มีการตรวจสอบนาฬิกาในระบบว่า Overload หรือ Short วงจรได้
- 2.2.12 มีการเก็บค่าของนาฬิกาที่เสียกรณีแบตเตอรี่หมดและสามารถคืนค่า Reset เพื่อมีไฟมาได้
- 2.2.13 สามารถตั้งค่า Relay เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นภายนอกในการประกาศเวลาได้
- 2.2.14 มี Daily list ในการเก็บเก็บบันทึกค่าของ Event
- 2.2.15 อุปกรณ์รองรับการเพิ่ม Synchronized Receiver ได้
- 2.2.16 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยระบุนุการสนับสนุนสำหรับโครงการนี้ยื่นมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิค

3. การติดตั้ง

- 3.1 ผู้รับจ้างต้องทำการศึกษาและติดตั้งอุปกรณ์ให้เป็นไปตามคำแนะนำของเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 3.2 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งและปรับแต่ง ตั้งค่าการทำงานและทดสอบการทำงานให้ระบบสามารถใช้งานได้โดยสมบูรณ์ กรณีต้องการอุปกรณ์อื่นใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือ Tor แต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาในคราวเดียวกัน โดยจะอ้างในการคิดเป็นงานเพิ่มไม่ได้
- 3.3 ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการจัดหาอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดนี้โดยเคร่งครัด และต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง กรณีที่ตรวจพบภายหลังว่าอุปกรณ์ที่เสนอไม่ตรงตามคุณสมบัติที่กำหนดข้างต้น ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อถอน และติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ให้ตรงตามข้อกำหนดและไม่สามารถอ้างสิทธิ์ในการขยายเวลาหรือคิดเป็นงานเพิ่มได้

4. การรับประกัน

- 4.1 อุปกรณ์ทั้งหมดต้องรับประกันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

5. การจัดเอกสารเพื่อขออนุมัติใช้อุปกรณ์

- 5.1 ผู้รับจ้างมีหน้าที่ในการจัดเอกสารเพื่อขออนุมัติใช้ โดยจัดเรียง ดังนี้
 - 5.1.1 BOQ แสดงรุ่น รายการ และจำนวนของอุปกรณ์ เรียงตาม TOR ในสัญญา
 - 5.1.2 แบบ Diagram พร้อมระบุรุ่นยี่ห้อและการเชื่อมโยงในแบบ



- 5.1.3 แนบ TOR ของสัญญา
- 5.1.4 แนบเอกสารเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ระบุหัวข้อที่เสนอกับคุณสมบัติ พร้อมระบุหมายเลขหน้าอ้างอิงกับ Catalog เรียงตามลำดับหัวข้อ
- 5.1.5 แนบ Catalog อุปกรณ์เรียงตามหัวข้อใน TOR และเอกสารเปรียบเทียบคุณสมบัติ
- 5.1.6 แนบเอกสารอื่นๆ เช่น URL ของผลิตภัณฑ์ที่เสนอ และ มาตรฐานอ้างอิงต่างที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี)

6. ยี่ห้อผลิตภัณฑ์

ยี่ห้อผลิตภัณฑ์ระบบ Master Clock ที่ใช้ได้ : RCS, Rolex, Seiko



หมวดที่ 22

ระบบ DATA IT NETWORK

1. รายละเอียดทั่วไป

ระบบเครือข่ายที่ผู้เสนอราคาเสนอให้กับผู้ว่าจ้าง ต้องเป็นระบบที่มีอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอด 24 ชั่วโมง 365 วันต่อปีโดยไม่หยุดชะงัก แม้ว่าอุปกรณ์จะติดตั้งอยู่ในห้องที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างดีแต่ต้องสามารถทำได้ได้ตามปกติในกรณีที่ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น เครื่องปรับอากาศชำรุดต้องเป็นระยะเวลาพอสมควร

2. มาตรฐานการติดตั้ง

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ระบบเครือข่ายและเชื่อมโยงให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดของโครงการ และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์อื่นใดนอกเหนือจากระบุไว้ในข้อกำหนดนี้เพื่อให้ระบบเครือข่ายสามารถทำงานได้ตามที่ระบุในเอกสารนี้ ผู้รับจ้างการประกวดราคาต้องจัดหาและติดตั้งเพื่อให้อุปกรณ์เครือข่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องเขียนแบบแปลนแสดงตำแหน่งที่จะติดตั้งอุปกรณ์ การวางท่อร้อยสาย แนวท่อและแนวสายต่างๆอย่างละเอียด โดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม และเสนอให้คณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างของทางผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนจึงจะดำเนินการได้ การเปลี่ยนแปลงใดๆต้องได้รับความเห็นชอบคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างก่อนเสมอ

สาย UTP, เต้ารับ (outlet), แผงพักสาย (patch panel) และสายเชื่อมต่อสัญญาณ (patch cable) ที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติขึ้นต่ำตามข้อกำหนด CAT6 และมีคุณภาพไม่ต่ำกว่ายี่ห้อ Link, AMP, LCS หรือ Belden การเดินสาย UTP สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายนั้นให้เดินสายแบบ full patch คือปลายสายด้านหนึ่งให้เป็นเต้ารับ ส่วนปลายสายด้านหนึ่งให้ติดตั้งเข้ากับ patch panel ที่อยู่ในตู้อุปกรณ์มาตรฐาน 19 นิ้วโดยการเดินสาย UTP นั้นต้องเดินอยู่ในท่อโลหะหรือรางโลหะหรือรางพลาสติกตลอดความยาวสายเพื่อป้องกันความเสียหาย

ผู้รับจ้างต้องจัดการเตรียมท่อร้อยสายและเดินสายตามแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้างโดยสายทุกเส้น (สาย UTP, หรือสายอื่นๆ (ถ้ามี)) ต้องมีป้าย (label) ที่ปลายทั้งสองและระบุจุดเชื่อมโยงอย่างชัดเจน

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการติดตั้งวางร้อยสาย การวางสายและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ หรือความเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างและต้องดำเนินการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพเดิมโดยเร็ว

3. ขอบเขตการดำเนินการ

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆและทำให้อุปกรณ์ตัวนั้นใช้งานได้และทำงานร่วมกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรายละเอียดดังนี้



1. ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสาย Cable ชนิดต่างๆ ตามแบบระบบเครือข่ายและกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ Outlet LAN และ อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย (access point)
2. เดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์แบบ UTP CAT6 ไปยังจุดต่อ Outlet ทั้งโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์และ Access Point (WiFi) ตามแบบแนบ
3. จัดหาอุปกรณ์ประกอบ Rack, Switch HUB และ อื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบและมีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำของอุปกรณ์ รวมทั้งอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ตามข้อกำหนด
4. ทดสอบการทำงานของระบบเครือข่าย ต้องทำการทดสอบทั้งตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งและสาย Cable ที่ติดตั้ง โดยใช้เครื่องมือเฉพาะด้านสำหรับงานทดสอบโดยเฉพาะ การทดสอบสายสามารถตรวจสอบการเข้าสายได้ถูกต้อง และต้องสามารถวัดความยาวของสายแต่ละเส้น จุดบันทึกเป็นรายงานในเอกสารส่งงาน การติดตั้งและ Configuration ค่าในตัวอุปกรณ์ Switch ให้เป็นไปตามที่เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศของทางผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด

4. การตรวจรับ

ผู้รับจ้างต้องทำหนังสือแจ้งส่งมอบ เพื่อตรวจรับให้ผู้ว่าจ้างทราบอย่างน้อย 7 วันก่อนการตรวจรับ ผู้รับจ้างต้องจัดทำเอกสารระบุอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ คู่มือ หรือสิ่งอื่นใดที่จะตรวจรับ โดยระบุ ชนิด ยี่ห้อ จำนวน หมายเลขประจำอุปกรณ์ (serial number) สถานที่ติดตั้งหรือรายละเอียดอื่นใดที่จำเป็นในการตรวจรับให้กับผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องส่งมอบแผนผังการติดตั้งจริง (As-built) ในรูปแบบไฟล์ AutoCAD และกระดาษ ขนาดไม่เล็กกว่า A3 อย่างน้อย 3 ชุด โดยแผนผังการติดตั้งจริงจะต้องแสดงจุดติดตั้ง หมายเลขจุดติดตั้ง พร้อมแนวการเดินสาย ตลอดจนรายละเอียดอื่นใดที่จำเป็น

ผู้รับจ้างต้องส่งมอบคู่มือการใช้งาน โปรแกรมประกอบการใช้งาน (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ทุกชิ้น

คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์

1. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ Switch ระดับ Layer 3 มีคุณสมบัติขั้นต่าดังนี้
 - 1.1 สามารถทำงานได้ใน Layer 2 และ Layer 3
 - 1.2 มีพอร์ต SFP แบบ 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต
 - 1.3 รองรับ Network Module ขนาด 1 GB ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - 1.4 มี Stacking Bandwidth ไม่น้อยกว่า 480 Gbps
 - 1.5 มี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 50.5 Mpps
 - 1.6 มีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 68 Gbps
 - 1.7 มีหน่วยความจำแบบ DRAM ไม่น้อยกว่า 4 GB และ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 1.8 รองรับ Power Supply แบบ Redundant ได้
 - 1.9 รองรับ MAC Addresses VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Addresses
 - 1.10 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.3ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s IEEE 802.1p และ IEEE 802.1Q
 - 1.11 สนับสนุนการทำ VLAN IDs ได้ไม่น้อยกว่า 4,000
 - 1.12 รองรับการให้บริการ User Based VLAN Assignment และ Guest VLAN ได้ โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x



- 1.13 สนับสนุนการทำงานแบบ IPv6, DHCP Server ได้
 - 1.14 สนับสนุนการทำงานแบบ IPv4 Routing Protocol อย่างน้อยดังนี้ RIP และ RIP2
 - 1.15 สนับสนุนการทำงานแบบ Differentiated Services Code Point (DSCP)
 - 1.16 สนับสนุนการทำ Access Control List (ACL) ในระดับ Layer 2-3 ได้
 - 1.17 สนับสนุนการเข้าไปจัดการอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้ SSH, SNMP, RMON และ Web-based
 - 1.18 สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้
 - 1.19 ผ่านการรับรอง หรือ ทดสอบตามมาตรฐาน FCC, UL
 - 1.20 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
 - 1.21 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
2. ชุดอุปกรณ์ Switch 24 port 10/100/1000
- 2.1 มีพอร์ต Ethernet แบบ 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
 - 2.2 มี Switching capacity ไม่น้อยกว่า 92 Gbps
 - 2.3 มี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 68.4 Mpps
 - 2.4 มีหน่วยความจำแบบ DRAM ไม่น้อยกว่า 4 GB และ Flash Memory ไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 2.5 มี Power Supply แบบ Redundant
 - 2.6 รองรับ MAC Addresses VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Addresses
 - 2.7 สนับสนุนมาตรฐาน IEEE 802.3ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s IEEE 802.1p และ IEEE 802.1Q
 - 2.8 สนับสนุนการทำ VLAN IDs ได้ไม่น้อยกว่า 4,000
 - 2.9 รองรับการให้บริการ User Based VLAN Assignment และ Guest VLAN ได้ โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x
 - 2.10 สนับสนุน IPv6, DHCP Server ได้
 - 2.11 สนับสนุนการ IPv4 Routing Protocol อย่างน้อยดังนี้ RIP และ RIP2
 - 2.12 สนับสนุนการทำงาน Differentiated Services Code Point (DSCP) และสามารถเลือกที่จะกำหนด policing ได้ทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออก
 - 2.13 สนับสนุนการเข้าไปจัดการอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้ SSH, SNMP, RMON และ Web-based
 - 2.14 สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้
 - 2.15 ผ่านการรับรอง หรือ ทดสอบตามมาตรฐาน FCC, UL
 - 2.16 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
 - 2.17 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
3. ชุดอุปกรณ์ Access Switch 24 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink ชนิด POE
- 3.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต



- 3.2 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ Uplink Interfaces จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - 3.3 รองรับ Power Over Ethernet POE ไม่น้อยกว่า 370 W
 - 3.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching bandwidth ไม่น้อยกว่า 216 Gbps และ Forwarding bandwidth ไม่น้อยกว่า 108 Mpps
 - 3.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 128 MB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 3.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K
 - 3.7 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 4096
 - 3.8 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 71.4 Mpps
 - 3.9 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ไม่น้อยกว่า 1023 VLANs
 - 3.10 สนับสนุนการใช้งาน Internet Group Management Protocol (IGMP)
 - 3.11 อุปกรณ์สามารถทำ Access Control Lists (ACLs) IPv4 and IPv6 ได้
 - 3.12 รองรับ Dynamic VLAN Assignment
 - 3.13 มีพอร์ต console แบบ USB และ RJ-45
 - 3.14 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
 - 3.15 มีระบบคำสั่งอัตโนมัติ Auto QoS
 - 3.16 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
 - 3.17 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
 - 3.18 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
4. ชุดอุปกรณ์ Edge Switch 48 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink ชนิด POE
- 4.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต
 - 4.2 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ Uplink Interfaces จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - 4.3 รองรับ Power Over Ethernet POE ไม่น้อยกว่า 740 W
 - 4.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching bandwidth ไม่น้อยกว่า 216 Gbps และ Forwarding bandwidth ไม่น้อยกว่า 108 Gbps
 - 4.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 128 MB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 4.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K
 - 4.7 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 4096
 - 4.8 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 130.9 Mpps
 - 4.9 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ไม่น้อยกว่า 1023 VLANs
 - 4.10 สนับสนุนการใช้งาน Internet Group Management Protocol (IGMP)
 - 4.11 อุปกรณ์สามารถทำ Access Control Lists (ACLs) IPv4 and IPv6 ได้



- 4.12รองรับ Dynamic VLAN Assignment
- 4.13มีพอร์ต console แบบ USB และ RJ-45
- 4.14สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
- 4.15มีระบบคำสั่งอัตโนมัติ Auto QoS
- 4.16อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
- 4.17อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.18ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย
- 5. ชุดอุปกรณ์ Edge Switch 24 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink จำนวน 1 ชุด
 - 5.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
 - 5.2 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ SFP Gigabit ports จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต รองรับการใช้งานร่วมกับโมดูลแบบ1000Base-T หรือ 1000Base-ZX หรือ 1000Base-LX/LH ได้เป็นอย่างน้อย
 - 5.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching bandwidth ไม่น้อยกว่า 100 Gbps และ Forwarding bandwidth ไม่น้อยกว่า 50 Gbps
 - 5.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 128 MB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
 - 5.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K
 - 5.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 4096
 - 5.7 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ได้ ไม่น้อยกว่า 1023 VLANs
 - 5.8 สนับสนุนการใช้งาน Internet Group Management Protocol (IGMP)
 - 5.9 สนับสนุนการใช้ IP Multicast ดังต่อไปนี้ IPv4 IGMP snooping, IPv6 MLD v1 and v2 snooping และ Multicast VLAN ได้
 - 5.10อุปกรณ์สามารถทำ Access Control Lists (ACLs) IPv4 and IPv6 ได้
 - 5.11รองรับ Dynamic VLAN Assignment
 - 5.12สนับสนุนการทำ Private VLAN และ Private VLAN Edge ได้
 - 5.13มีพอร์ต console แบบ USB และ RJ-45
 - 5.14สามารถทำ Layer2 Trace route ได้
 - 5.15สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
 - 5.16รองรับ Spanning Tree Root Guard (STRG)
 - 5.17มีระบบคำสั่งอัตโนมัติ Auto QoS
 - 5.18รองรับการจ่ายไฟสำรองผ่าน Redundant Power Supply



- 5.19 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
- 5.20 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัท ผู้ผลิตในประเทศไทย
6. ชุดอุปกรณ์ Access Switch 48 port 10/100/1000 และ 4 port GE Uplink
- 6.1 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ 10/100/1000 BASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต
- 6.2 มีช่องต่อสัญญาณ(พอร์ต)แบบ SFP Gigabit ports จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 6.3 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Switching bandwidth ไม่น้อยกว่า 216 Gbps และ Forwarding bandwidth ไม่น้อยกว่า 108 Gbps
- 6.4 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Flash memory ไม่น้อยกว่า 128 MB และ DRAM ไม่น้อยกว่า 512 MB
- 6.5 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ MAC Address ไม่น้อยกว่า 16K
- 6.6 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ VLAN IDs ไม่น้อยกว่า 4096
- 6.7 อุปกรณ์ต้องมีขนาดของ Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 107.1 Mpps
- 6.8 สนับสนุนการทำงาน Virtual LAN (VLANs) ได้ ไม่น้อยกว่า 1023 VLANs
- 6.9 สนับสนุนการใช้งาน Internet Group Management Protocol (IGMP)
- 6.10 สนับสนุนการใช้ IP Multicast ดังต่อไปนี้ IPv4 IGMP snooping, IPv6 MLD v1 and v2 snooping และ Multicast VLAN ได้
- 6.11 อุปกรณ์สามารถทำ Access Control Lists (ACLs) IPv4 and IPv6 ได้
- 6.12 รองรับ TACACS+RADIUS authentication
- 6.13 รองรับ Dynamic VLAN Assignment
- 6.14 สนับสนุนการทำ Private VLAN และ Private VLAN Edge ได้
- 6.15 มีพอร์ต console แบบ USB และ RJ-45
- 6.16 สนับสนุนการจัดการอุปกรณ์ผ่าน SNMP version 1, 2 และ 3 ได้
- 6.17 รองรับ Spanning Tree Root Guard (STRG)
- 6.18 มีระบบคำสั่งอัตโนมัติ Auto QoS
- 6.19 รองรับการจ่ายไฟสำรองผ่าน Redundant Power Supply
- 6.20 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
- 6.21 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัท ผู้ผลิตในประเทศไทย
7. อุปกรณ์รับส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (access point) มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- 7.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการรับส่งข้อมูลโดยใช้งานย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5GHz
- 7.2 สนับสนุนการทำงานร่วมกับ Wireless Lan Controller
- 7.3 ความสามารถของ 802.11n version 2.0
- 7.3.1 รองรับการทำงานเชื่อมต่อแบบ 3x3 MIMO with two spatial streams



- 7.3.2 มีอัตราส่วนแบบ MRC
 - 7.3.3 รองรับ 802.11n และ 802.11a/g beamforming
 - 7.3.4 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20MHz และ 40 MHz
 - 7.3.5 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY ถึง 300 Mbps (40 MHz,5GHz)
 - 7.3.6 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)
 - 7.3.7 สามารถเลือกความถี่แบบ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้
 - 7.3.8 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)
 - 7.4 ความสามารถของ 802.11ac Wave 1
 - 7.4.1 รองรับการเชื่อมต่อแบบ 3x3 MIMO with two spatial streams
 - 7.4.2 มีอัตราส่วนแบบ MRC
 - 7.4.3 รองรับ 802.11ac beamforming
 - 7.4.4 มีช่องรับส่งสัญญาณที่ 20 MHz, 40 MHz และ 80 MHz
 - 7.4.5 มีอัตราการส่งข้อมูล PHY ถึง 867 Mbps (80 MHz,5GHz)
 - 7.4.6 มี Pocket aggregation แบบ A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)
 - 7.4.7 สามารถเลือกความถี่แบบ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้
 - 7.4.8 รองรับ Cyclic shift diversity (CSD)
 - 7.5 เข้ารหัสข้อมูลมาตรฐาน WPA และ WAP2 ได้
 - 7.6 มีเสาอากาศ Integrated Antenna แบบรอบทิศทาง กำลังขยายไม่น้อยกว่า 4 dBi ที่ความถี่ 2.4GHz และ 4 dBi ที่ความถี่ 5GHz
 - 7.7 เชื่อมต่อด้วยความเร็ว 10/100/1000base-T autosensing แบบ RJ45
 - 7.8 มี LED แสดงสถานะการทำงาน
 - 7.9 รองรับมาตรฐาน UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1
 - 7.10 รองรับการจ่ายไฟแบบ Power inline ตามมาตรฐาน 802.3at
 - 7.11 อุปกรณ์ที่เสนาจะต้องมีการรับประกันอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
 - 7.12 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัท ผู้ผลิตในประเทศไทย
8. อุปกรณ์ควบคุมตัวรับส่งสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (access point controller) มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
- 8.1 อุปกรณ์ Broadband Router ไร้สาย ความเร็วสูง 500 Mbps (802.11n)
 - 8.2 สามารถเพิ่ม License Access Point ได้ รองรับได้สูงสุด 150 Access Point
 - 8.3 สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Wireless-B/G/N (802.11b/g/n)



- 8.4 รองรับพอร์ตเชื่อมต่อ LAN 10/100 แบบ RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 8.5 รองรับพอร์ตที่เชื่อมต่อโมเด็ม ADSL 10/100 แบบ RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- 8.6 รองรับระบบความปลอดภัยแบบ WEP, WPA, WPA2
- 8.7 รองรับ DHCP, Network Address Translation (NAT), TCP/IP
- 8.8 รองรับการจัดการแบบ SNMP v1, v2c, v3
- 8.9 รองรับ Web Based Management
- 8.10 รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, WMM/802.11e, 802.11h, 802.11k, 802.11n, 802.11r, 802.11u, 802.11w, 802.11ac
- 8.11 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อรับรองการให้บริการอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการรับประกันจากบริษัทฯ ผู้ผลิตในประเทศไทย

9. ข้อกำหนดคุณสมบัติทางเทคนิคสำหรับตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ (PABX)

- 1) ติดตั้งระบบโทรศัพท์ IP PABX ขนาด 16 / 120 คู่สาย ขยายได้อย่างน้อย 1500 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

- จำนวนสายนอกแบบอนาล็อก	16	คู่สาย
- สายในแบบไอพี	120	คู่สาย
- เครื่องโทรศัพท์แบบไอพี	94	ชุด
- เครื่องโทรศัพท์แบบไอพี สำหรับพนักงานรับสาย	10	ชุด
- ซอฟต์แวร์บริหารจัดการ	1	ชุด
- 2) คุณสมบัติของระบบโทรศัพท์ IP PABX แบบ Pure IP หรือ Media Server มีรายละเอียดดังนี้
 - เครื่องแม่ข่ายระบบโทรศัพท์ที่เสนอจะต้องสามารถรองรับการทำงานบนระบบเสมือน VMware และ vSphere ได้
 - เมื่อผู้ใช้งานส่งสนทนาโทรศัพท์ในขณะที่ Voice Call Management Server เกิดขัดข้อง, ผู้ใช้ยังสามารถใช้โทรศัพท์ในการสนทนาต่อไปจนจบ (Call Preservation)
 - เครื่องแม่ข่ายระบบโทรศัพท์ที่เสนอต้องมีความสามารถที่จะรองรับโปรโตคอล SIP ตามมาตรฐาน RFC 3261 หรือ H.323 (HFA) ได้เป็นอย่างดี
 - ระบบโทรศัพท์ที่เสนอจะต้องมีระบบปฏิบัติการเป็นแบบ Linux หรือ Unix หรือ Windows
 - สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ Analog Phone, IP Phones, Soft Phone และ Wireless Phone, Smartphone ทั้งแบบ IOS และ Android
 - ระบบโทรศัพท์ที่เสนอจะต้องสามารถรองรับการเพิ่มขยาย Video Conference และ Web Conference ได้ และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับระบบโทรศัพท์ที่เสนอ
 - บริหารจัดการด้วยโปรโตคอลมาตรฐาน Web-Base Administration Tool สามารถเพิ่ม, ลบ หรือเปลี่ยนแปลง Configuration ของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น IP Phones ได้จำนวนมากในเวลาพร้อมกัน (Bulk Administration Tool)
 - สนับสนุนการใช้งาน FAX ตามมาตรฐาน T.30 หรือ T.38 ได้เป็นอย่างดี



- รองรับ Voice Codec G.711, G.722 และ G.729 เป็นอย่างน้อย
 - สามารถเชื่อมต่อ Voice Gateway โดยใช้มาตรฐาน H.323, SIP และ MGCP ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
- 3) อุปกรณ์ Voice Gateway มีรายละเอียดดังนี้
- อุปกรณ์ Voice Gateway ที่เสนอ จะต้องรองรับการขยายเพิ่ม E1 อย่างน้อย 6E1
 - อุปกรณ์ Voice Gateway ที่เสนอ จะต้องเชื่อมต่อเลขหมายโทรศัพท์ได้อย่างน้อย 30 หมายเลข
 - รองรับการเชื่อมต่อแบบ H.323 และ SIP หรือดีกว่า
 - รองรับมาตรฐานการบีบอัดสัญญาณเสียง (Codec) แบบ G.729, G.723.1 เป็นอย่างน้อย อุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน UL60950-1 หรือ FCC Part 15 Class B หรือ CE Mark หรือ EN60950-1 หรือ EN 61000-3-2 ได้เป็นอย่างน้อย
 - เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับระบบโทรศัพท์ที่เสนอ
10. อย่างน้อยดังนี้ระบบสำรองไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (UPS System) ขนาดไม่น้อยกว่า 3 KVA มีคุณลักษณะ
- 10.1 เครื่องสำรองไฟที่มีขนาด 3000VA/2700Watt
 - 10.2 ใช้เทคโนโลยี Online Double Conversion
 - 10.3 รูปคลื่นที่ออกมาเป็น Pure Sine Wave
 - 10.4 ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor
 - 10.5 มีระบบประหยัดพลังงาน (Energy Saving) ECO Mode
 - 10.6 มี PFC Function ทางด้านขาเข้า
 - 10.7 สามารถทดสอบแบตเตอรี่โดยอัตโนมัติทุกครั้งที่เปิดเครื่องใช้งาน (Automatic Self-Test)
 - 10.8 เครื่องสำรองไฟมีลักษณะ Auto Restart/Auto Charge
 - 10.9 เครื่องสำรองไฟมีเบรกเกอร์ทางด้านขาเข้า Input Circuit Breaker
 - 10.10 เครื่องสำรองไฟมีจุดเชื่อมต่อแบตเตอรี่ภายนอก Extended Battery Connector
 - 10.11 แรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วง 160VAC – 300VAC
 - 10.12 แรงดันไฟฟ้าขาออกอยู่ที่ 208, 220, 230, 240Vac (Configurable)
 - 10.13 ความผิดเพี้ยนของสัญญาณไฟฟ้าขาออก THD<3% at Linear Load, THD<5% at Non-linear Load
 - 10.14 ชนิดปลั๊กขาออก IEC320 C13 จำนวน 8 ช่องและ IEC C19 จำนวน 1 ช่อง
 - 10.15 ระยะเวลา Backup Time (Half/Full) = 14/5 min
 - 10.16 แสดงผลด้วยหน้าจอ LCD
 - 10.17 เครื่องสำรองไฟมีระบบ Automatic Bypass มีพอร์ต Serial Port (RS232) และ USB Port ที่ตัวเครื่อง UPS
 - 10.18 สามารถทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 0 - 40° C และความชื้นสัมพัทธ์ < 90%
 - 10.19 ได้รับการรับรองมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต ISO 9001:2000, ISO 14000 และ QC080000



10.20 อุปกรณ์ที่เสนจะต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน CE, PCT และ RoHS

11. ตู้แร็คขนาด 15U มีข้อกำหนดคุณลักษณะดังนี้

11.1 เป็นตู้แร็คขนาด 15U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร และความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร

11.2 มีรางไฟฟ้าที่มีเต้ารับไฟฟ้า 220V ไม่น้อยกว่า 12 Outlet

11.3 มีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ตัว

11.4 เป็นตู้แร็คที่ผลิตตามมาตรฐาน ISO 9001: 2000

11.5 อุปกรณ์ที่เสนจะต้องมีการรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

12. Vender List

12.1 Cisco

12.2 3COM

12.3 ALLIED TELESIS



หมวดที่ 23

ระบบควบคุมการเข้าออกอาคาร (Access Control system)

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบควบคุมการเข้าออกอาคารเป็นระบบที่สามารถกำหนดสิทธิของบุคคลหรือยานพาหนะในการเข้าออกพื้นที่ได้ตามแสดงในแบบ ทั้งนี้ระบบต้องสามารถใช้ได้กับบัตรได้ไม่น้อยกว่า 10,000 ใบ และใช้ได้กับเครื่องอ่านบัตรได้ไม่น้อยกว่า 64 เครื่อง (โดยจำนวนบัตรและเครื่องอ่านบัตร ทางโครงการอาจมีการเพิ่มเติมภายหลังในอนาคต แต่ระบบที่เสนอต้องพร้อมใช้งานกับอุปกรณ์ที่จะเพิ่มดังกล่าวได้ทันที)

2. ความต้องการทั่วไป

2.1 คุณสมบัติทั่วไปของซอฟต์แวร์บริหารจัดการระบบควบคุมการเข้า-ออก

- 2.1.1 สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมประตูแบบ AMC ได้
- 2.1.2 มี Integrate Video verification ในตัว
- 2.1.3 สามารถทำงานแบบ Client – Sever ได้ และสามารถทำงานแบบ Single workstation ได้
- 2.1.4 สามารถใช้งานบน Window server และ Window 7 ได้
- 2.1.5 สามารถกำหนดหรือตั้งชื่อประตูได้
- 2.1.6 รองรับการใช้งานโดยการกำหนด Time zone ได้และมี Real time activate ใช้งานร่วมกับ Controller AMC ได้โดยตรง
- 2.1.7 สามารถกำหนดการใช้บัตรล่วงหน้าได้ รวมทั้งสามารถกำหนดวันหยุดได้
- 2.1.8 สามารถกำหนดเงื่อนไข Time Schedule ของบัตรในระบบให้ใช้ได้หรือไม่ได้แบบอัตโนมัติได้
- 2.1.9 สามารถกำหนดการเปิดตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับสถานะประตูถาวรในบางช่วงเวลาได้
- 2.1.10 มีระบบ Online เพื่อตรวจสอบฐานข้อมูลแบบอัตโนมัติ
- 2.1.11 สามารถกำหนด Pin code ได้ไม่น้อยกว่า 3 รูปแบบต่อคน ในกรณีใช้ร่วมกับเครื่องอ่านบัตรแบบมี Pin code
- 2.1.12 มี Anti pass back
- 2.1.13 สามารถกำหนดบัตรให้กับคนหนึ่งคนได้ไม่น้อยกว่า 3 บัตร
- 2.1.14 มีการเก็บ System log ไว้ในตัวระบบและเรียกตรวจสอบได้
- 2.1.15 สามารถ Export file ในรูปแบบ SCV ได้
- 2.1.16 มี Help เพื่อช่วยเหลือผู้ใช้งานในตัวโปรแกรม และรองรับการใช้งานไม่น้อยกว่า 8 ภาษา
- 2.1.17 สามารถใช้งานได้กับเครื่องอ่านบัตร 64 เครื่อง บัตร 10,000 ใบ และเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 2 เครื่อง
- 2.1.18 มีอย่างน้อย 255 สำหรับ Time profile, access authorized, time authorize และ time groups ได้
- 2.1.19 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก (AMC)



2.1.20 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายระบุโครงการแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์

2.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก (AMC)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลและควบคุมการทำงานของชุดเครื่องอ่านที่ควบคุมการทำงานของแต่ละประตูและสามารถต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์โดยผ่าน Ethernet และในกรณีที่การเชื่อมต่อนี้ขาด ระบบจะต้องสามารถทำงานในลักษณะ Stand Alone ได้และเมื่อระบบกลับเข้าสู่ภาวะปกติ ชุดอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก จะต้องถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ขาดการติดต่อไปยังคอมพิวเตอร์ได้อย่างสมบูรณ์

2.2.1 ควบคุมการทำงานโดยไมโครโปรเซสเซอร์ 30MHz 32 bit CPU หรือดีกว่า

2.2.2 ประกอบด้วย SRAM ไม่น้อยกว่า 256 kB พร้อมแบตเตอรี่สำรองและ Real Time Clock

2.2.3 Plug-in Compact Flash 64 MB และรองรับการขยายได้สูงสุด 1GB

2.2.4 มีจอ LCD แสดงข้อมูลต่างๆ เช่น IP address และ Mac Address ของอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก

2.2.5 สามารถติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมควบคุมผ่านได้ทาง Network โดยใช้โปรโตคอล TCP/IP

2.2.6 มี Output ไม่น้อยกว่า 8 Relay Output สามารถเลือกได้ทั้งแบบ Dry Contact (ไม่มีไฟจ่ายเป็น Contact Normally Open(NO)/Normally Close(NC)) หรือ Electronic Contact (มีไฟกระแสตรงจ่ายออกได้)

2.2.7 มี Input ไม่น้อยกว่า 8 Input สำหรับรับสัญญาณหรือสถานะต่างๆ

2.2.8 สามารถรองรับเครื่องอ่านบัตรได้อย่างน้อย 4 เครื่อง โดยใช้มาตรฐาน Wiegand

2.2.9 สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องอ่านบัตรและบัตรที่ใช้ format ดังต่อไปนี้ได้พร้อมกันหลาย format

2.2.9.1 Mifare 32 Bit CSN

2.2.9.2 26 Bit Prox

2.2.9.3 26 Bit EM

2.2.9.4 35 Bit (HID corporate 1000)

2.2.9.5 37 Bit (HID iCLASS)

2.2.10 สามารถใช้งานร่วมกับ Proximity Reader, Smart Card Reader และ Biometric Reader

2.2.11 เป็นผลิตภัณฑ์ของ ยุโรป

2.2.12 มีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายระบุโครงการแนบมาพร้อมกับเอกสารขออนุมัติใช้อุปกรณ์

2.2.13 เป็นสินค้าที่มีใช้งานโดยทั่วไปโดยมี Website ของผู้ผลิต On line ให้บริการตลอดเวลาและสามารถตรวจสอบได้ ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องแจ้ง URL ดังกล่าวมาพร้อมกับเอกสารทางเทคนิคด้วย

2.3 เครื่องอ่านบัตร (Reader)

2.3.1 สามารถใช้เทคโนโลยีแบบ Contact less Smart Card ที่ความถี่ 13.56 MHz และ เทคโนโลยีแบบ Proximity ที่ความถี่ 125 KHz ได้



- 2.3.2 มีแถบไฟไม่น้อยกว่า 2 สี แสดงผลการทำงาน
 - 2.3.3 มีเสียงในตัว
 - 2.3.4 ได้มาตรฐาน ISO สำหรับการใช้งานร่วมกับบัตร
 - 2.3.5 รูปแบบการต่อใช้งานแบบ Wiegand
 - 2.3.6 มาตรฐานรับรอง CE และ UL294
 - 2.3.7 มาตรฐานป้องกันน้ำและฝุ่นไม่ต่ำกว่า IP55 โดยวัสดุห่อหุ้มผลิตจาก Polycarbonate
 - 2.3.8 อุณหภูมิการทำงานปกติ -35 ถึง +65 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 95% หรือดีกว่า
 - 2.3.9 เป็นผลิตภัณฑ์ของอเมริกา หรือ ยุโรป
- 2.4 **บัตรที่ใช้ในการผ่านเข้า - ออก (Credential cards)**
- 2.4.1 เป็นบัตรที่ใช้เทคโนโลยีแบบไม่ต้องสัมผัส (Control Less Smart Card)
 - 2.4.2 สามารถส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูงไม่น้อยกว่า 13.56 MHz
 - 2.4.3 มีหน่วยความจำภายในบัตรอย่างน้อย 2KB
 - 2.4.4 ทำจากวัสดุอย่างดี (PVC laminate)
 - 2.4.5 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากประเทศอเมริกา หรือยุโรป
- 2.5 **สวิทช์เปิดประตูกระจกเงินแบบ Break glass**
- 2.5.1 เป็นแบบติดผนังมีตัวอักษรเขียนว่า Break Glass ที่ด้านหน้าติดตั้งในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจน
 - 2.5.2 บริเวณด้านหน้าต้องเป็นแผ่นพลาสติกหรือกระจกหรือวัสดุชนิดอื่นที่ดีกว่า ที่สามารถแตกได้เมื่อทุบ และไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 - 2.5.3 ต้องมีสวิทช์ให้เลือกใช้ทั้งแบบ NC (แบบปกติปิด) และ NO (แบบปกติเปิด) หรือแบบชนิดอื่นๆ ที่ดีกว่า
- 2.6 **กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic door lock/ Drop bolt)**
- 2.6.1 เป็น Electromagnetic Lock (EM Lock) ขนาดแรงดึงไม่น้อยกว่า 600 ปอนด์ หรือเป็นแบบ Drop Bolt (ขึ้นอยู่กับชนิดของประตู)
 - 2.6.2 เป็น Lock แม่เหล็กที่ทำงานด้วยไฟฟ้า ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 24 VDC หรือ 12 VDC ได้
 - 2.6.3 มี LED ในตัว
- 2.7 **สวิทช์กดเปิดประตู (Exit Switch)**
- 2.7.1 เป็นสวิทช์ที่มีความแข็งแรงทนทาน (Heavy Duty)
 - 2.7.2 ปุ่มกดทำจากวัสดุ Stainless steel เกรดไม่ต่ำกว่า 403
 - 2.7.3 หน้า Plate พิมพ์ตัวอักษรว่า EXIT หรือสัญลักษณ์ประตูเปิด



- 2.7.4 มาตรฐานรับรอง CE และ RoHS
 - 2.7.5 อายุการใช้งาน Mechanic ไม่น้อยกว่า 1 ล้านครั้ง
 - 2.7.6 อายุการใช้งาน Contact ไม่น้อยกว่า 1 แสนครั้ง
 - 2.7.7 มาตรฐานป้องกันน้ำและฝุ่นไม่ต่ำกว่า IP54
 - 2.7.8 อุณหภูมิการใช้งานไม่น้อยกว่า 75 องศาเซลเซียส
- 2.8 อุปกรณ์ตรวจจับสถานะประตู (Door Sensor)
- 2.8.1 ให้ตรวจจับสถานะของประตูว่าขณะนั้นเปิดหรือปิดอยู่และรายงานสถานะนั้นไปยังอุปกรณ์ควบคุม โดยเป็นแบบเบาะลอดหรือเป็นแบบฝัง
- 2.9 อุปกรณ์แจ้งเสียงเตือน (BUZZER)
- 2.9.1 ทำจากวัสดุ ABS
 - 2.9.2 สามารถใช้ไฟกระแสตรง 12 VDC
 - 2.9.3 ติดตั้งบริเวณประตูเข้า-ออก เพื่อให้เตือนเวลาไม่ได้ปิดประตูหรือเปิดประตูทิ้งไว้นานเกินไป
- 2.10 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server)
- 2.10.1 ตัวเครื่องออกแบบมาสำหรับติดตั้งในตู้ Rack ขนาดไม่เกิน 1 U
 - 2.10.2 มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel Xeon จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 หน่วยสามารถขยาย ได้รวมไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
 - 2.10.3 เป็นสถาปัตยกรรมแบบ Six-core หรือดีกว่า
 - 2.10.4 มีหน่วยความจำแคช ขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 MB/Core
 - 2.10.5 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 GB โดยสามารถขยายได้
 - 2.10.6 มีฮาร์ดดิสก์แบบภายใน (Hard Disk Drive) แบบ SATA ความเร็วรอบไม่ต่ำกว่า 5,000 rpm ความจุไม่น้อยกว่า 500 GB อย่างน้อย 4 ลูก โดยมีช่องใส่ฮาร์ดดิสก์รวมไม่น้อยกว่า 4 ช่องแบบ Hot-Plug และมีการตั้งค้ำป้องกันข้อมูลแบบ Raid 5
 - 2.10.7 มีเครื่องอ่านแผ่น DVD-ROM ได้อย่างน้อย 1 เครื่อง
 - 2.10.8 รับ-ส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายด้วยความเร็ว Gigabit โดยมีช่องสำหรับ เชื่อมระบบเครือข่าย อย่างน้อย 2 ช่อง และสามารถขยายได้รวมไม่น้อยกว่า 4 ช่องได้
 - 2.10.9 มีแหล่งจ่ายไฟและ Cooling Fan แบบ Redundant ที่สามารถทำงานทดแทนกันได้ขนาดไม่เกิน 1,100 วัตต์
 - 2.10.10 ใช้ Chipset แบบ Intel
 - 2.10.11 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 2.10.12 ต้องติดตั้งพร้อม Rack Support
 - 2.10.13 มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD



- 2.10.14 มี Website ของผู้ผลิตให้บริการ Online เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวตลอด 24 ชั่วโมงโดยสามารถตรวจสอบได้
- 2.10.15 บริษัทผู้ผลิตได้มาตรฐาน ISO (แสดงเอกสาร)

2.11 เครื่องคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ (Workstation)

- 2.11.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นชนิด Intel[®] ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.0 GHZ.
- 2.11.2 หน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.11.3 มี Hard Disk Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB แบบ SATA
- 2.11.4 มี Ethernet Network แบบ 10/100/1000 Mbps, มี Port เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายแบบ RJ-45
- 2.11.5 มี DVD +/- RW ติดตั้งมาภายในเครื่อง
- 2.11.6 มี Power Supply ขนาดไม่ต่ำกว่า 200 Watts
- 2.11.7 มี Windows License ที่ถูกต้องตามกฎหมาย
- 2.11.8 มี Mouse Keyboard และจอแสดงผลภาพขนาดไม่เล็กกว่า 22 นิ้ว เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับตัวเครื่อง
- 2.11.9 มี Website ของผู้ผลิตให้บริการ Online เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว
- 2.11.10 บริษัทผู้ผลิตได้มาตรฐาน ISO9001 พร้อมแสดงเอกสาร

2.12 NETWORK SWITCH (จัดหารถไฟแยกจากระบบ CCTV)

- 2.12.1 มีช่องต่อผ่านเครือข่ายความเร็ว 10/100 แบบ RJ-45 ที่รองรับมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ TCP/IP ไม่น้อยกว่า 22 ช่อง
- 2.12.2 มีช่องต่อผ่านเครือข่ายความเร็ว 10/100/1000 แบบ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.12.3 สามารถทำงานแบบ Layer 2 ได้
- 2.12.4 มี MAC ADDRESS ไม่น้อยกว่า 4,000

3 การดำเนินการ

- 3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ Access Control จะต้องเป็นไปตามแบบหรือคำแนะนำของผู้ผลิต / โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ
- 3.2 การเดินสายไฟฟ้าให้เดินในท่อร้อยสาย ตามข้อกำหนดของท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 3.3 สายไฟฟ้าสำหรับ ชุดอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออกให้ใช้สาย THW ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 Sq.mm. หรือตามที่ระบุในแบบ
- 3.4 สายสัญญาณที่ใช้เดินระหว่าง ชุดอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก กับ เครื่องอ่านบัตร ให้ใช้สาย Multicore Cable 8 Cores with Shield ขนาดไม่เล็กกว่า 20 AWG หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ



- 3.5 สายสัญญาณที่ใช้เดินระหว่าง ชุดอุปกรณ์ควบคุมการเข้า-ออก กับ Network Switch ให้ใช้สาย UTP Cat6 Cable หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ
- 3.6 การเลือกใช้สีของสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ผลิต และผู้รับจ้างติดตั้ง
- 3.7 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Riser Diagram แสดงรายละเอียดชนิดของตัวอุปกรณ์ และการเดินสาย ตลอดจนการจัดวางระบบ เพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง

4 ข้อกำหนดเพิ่มเติมอื่นๆ

เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้ว ต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบให้ครบถ้วน

5 การรับประกัน

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันตัวสินค้าทั้งหมดเป็นเวลา 1 ปี นับจากส่งมอบงาน และในระหว่างที่อยู่ในระยะประกันหากเกิดปัญหาไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องให้คำปรึกษาภายใน 24 ชั่วโมงทำการ กรณีที่สินค้าชำรุดไม่สามารถใช้งานได้อันเนื่องมาจากการใช้งานปกติ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไขให้ใช้งานได้ภายใน 48 ชั่วโมงทำการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย สำหรับกรณีที่สินค้ามีปัญหาไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีการนำไปซ่อมหรือตรวจเช็ค ผู้รับจ้างต้องมีสินค้าสำหรับใช้ระหว่างซ่อมมาทดแทน



บทที่ 24

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR SET)

1. ข้อกำหนดทั่วไป

- 1.1 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้กำลังไฟฟ้าแบบสำรองไฟ (Standby Rating) โดยมีขนาดไม่น้อยกว่า 300 kVA (หรือ 240 kW) ที่ 400/230 V 3 เฟส 4 สาย 50 Hz ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8
- 1.2 เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าติดตั้งในอาคาร และต้องติดตั้งระบบห้องเก็บเสียง ระดับเสียงต้องไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร รอบเครื่องขณะเดินเครื่องที่เต็มพิกัด ต้องประกอบสำเร็จรูปทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตจากประเทศในกลุ่มยุโรป หรือ สหรัฐอเมริกา ที่ได้รับการประกันคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001
- 1.3 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องได้รับการประกันคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐาน ISO 14001
- 1.4 เครื่องยนต์, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ RADIATOR ขั้วต่อกันแบบต่อตรงติดตั้งอยู่บนแผ่นยางรองกันสะเทือนบนฐานเหล็กเดียวกันเพื่อกันความสั่นสะเทือน โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมในการติดตั้ง
- 1.5 แผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นแผงควบคุมที่มีตราสินค้าและประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรงเท่านั้น
- 1.6 เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นรุ่นที่ผลิตขึ้นในปัจจุบัน
- 1.7 คุณภาพสีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องใช้กรรมวิธีการพ่นสีในลักษณะอูโมงค์พ่นสี Automatic power paint tunnel เพื่อคุณภาพของงานสีที่ดี สม่ำเสมอ ทนทานต่อการกัดกร่อน (Corrosive area)
- 1.8 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอในโครงการนี้ ต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิต หรือ บริษัทสาขาของผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ
- 1.9 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีตัวแทนจำหน่ายในประเทศที่มีประสบการณ์งานด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ และจดทะเบียนเพื่อประกอบธุรกิจงานด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี เพื่อคุณภาพในการทำงานและบริการ ตัวแทนจำหน่ายต้องเป็นบริษัทที่ได้รับการประกันคุณภาพด้านการขาย ติดตั้ง และบริการ ตามมาตรฐาน ISO 9001 “

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1 เครื่องยนต์

- 2.1.1. เครื่องยนต์ดีเซลแบบ VERTICAL IN LINE 4 STROKE, 6 CYLINDERS CYLINDERS ระบบควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ และมีชุดควบคุมการทำงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) พร้อมทั้งสามารถประมวลผลสภาพและความผิดปกติของเครื่องยนต์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ แบบล่าสุดจากโรงงานผลิตกำลังของเครื่องยนต์ต้องไม่ต่ำกว่า (Gross Power) 360 HP ที่ 1500 รอบต่อนาที ตามมาตรฐานของ ISO หรือ BS หรือ SAE



หมวดที่ 24 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มร.ศูนย์รังสิต
(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

- 2.1.2. ระบบระบายความร้อน เป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำโดยใช้ปั๊ม เพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนในส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยหม้อน้ำ พัดลม และ THERMOSTAT VALVE เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิใช้งานของเครื่องยนต์
- 2.1.3. ระบบควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ใช้ GOVERNOR แบบ ELECTRONIC ให้ SPEED REGULATION ไม่เกิน $\pm 0.25\%$ ที่สภาวะคงที่ (Steady State)
- 2.1.4. ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ใช้มอเตอร์สตาร์ทแบบไฟตรง ครั้ง แรงดัน 24 โวลต์ พร้อมแบตเตอรี่ชนิดกรดกำมะถัน-ตะกั่ว (LEAD ACID TYPE) แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่ใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 3 และมี STATIC BATTERY CHARGER เพื่อสามารถประจุไฟโดยไม่ต้องสตาร์ทเครื่องยนต์
- 2.1.5. ระบบป้องกันเครื่องยนต์ สำหรับป้องกันการทำงานผิดปกติของเครื่องยนต์ และดับเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติอย่างน้อยที่สุดในกรณี ต่อไปนี้
- ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงและต่ำเกินกำหนด
 - เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด
 - ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกินกำหนด
 - อุณหภูมิเครื่องยนต์สูงเกินกำหนด
 - แรงดันแบตเตอรี่สูงและต่ำเกินกำหนด
 - ระบบ Battery Charger ไม่ทำงาน
 - ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉินของเครื่อง
- 2.1.6. ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่บำรุงรักษาได้สะดวก
- 2.1.7. ระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่บำรุงรักษาได้สะดวก
- 2.1.8. มีไส้กรองอากาศแบบ DRY TYPE สามารถเปลี่ยนไส้ได้
- 2.1.9. ระบบท่อระงับเสียง (EXHAUST SILENCER) ต้องสามารถลดระดับเสียงได้ไม่น้อยกว่า 10 เดซิเบล พร้อมท่ออ่อน, ข้อต่อโค้ง และอุปกรณ์ประกอบ
- 2.1.10. ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิงต้องไม่น้อยกว่า 600 ลิตร อยู่ที่พื้นฐานของเครื่อง (Sub Base Tank) ซึ่งทำจากวัสดุที่เหมาะสมผ่านการทดสอบที่ไม่น้อยกว่า 4 PSI ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ความจุถังสามารถเดินเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงที่เต็มพิกัดโหลด
- 2.1.11. มีอุปกรณ์บอกระดับน้ำมันภายในถัง (Fuel Level Gauge)
- 2.1.12. มีระบบลดการสั่นสะเทือนมาจากโรงงานผู้ผลิต สามารถวางแท่นเครื่องกับฐานคอนกรีตได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์รองรับการสั่นสะเทือน (VIBRATION ISOLATOR) ชนิดสปริง

2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ALTERNATOR)



ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบชนิดไม่มีแปรงถ่าน (BRUSHLESS) และต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์โดยผ่าน FLEXIBLE LAMINATED STEEL DISK หรือวิธีอื่นที่ผู้ผลิตแนะนำ ออกแบบให้ระบายความร้อนด้วยพัดลม ซึ่งติดตั้งบนแกนเดียวกันกับโรเตอร์ ตามมาตรฐาน NEMA, VDE, BS, UTE, IEC หรือเทียบเท่า

- 2.2.1 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 400/230 Volt 3 เฟส 4 สาย 50 Hz ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาทีโดยมีขนาด 300 kVA (หรือ 240 kW) Standby
- 2.2.2 ระบบฉนวน ฉนวนของโรเตอร์และสเตเตอร์ต้องได้มาตรฐานของ NEMA CLASS H หรือดีกว่า
- 2.2.3 การควบคุมแรงดัน (VOLTAGE REGULATOR) ใช้ระบบ AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR โดยสามารถควบคุมแรงดันที่เปลี่ยนแปลงต้องไม่เกิน $\pm 0.5\%$ ที่สถานะคงที่ (STEADY STATE)
- 2.2.4 EXCITATION SYSTEM เป็นแบบ SELF EXCITED (SHUNT) หรือ PMG (PERMANENT MAGNET) สามารถทนค่ากระแสสตาร์ทมอเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 150 % ของค่าพิกัดเครื่อง
- 2.2.5 ต้องมีค่า TOTAL HARMONIC CONTENT ไม่เกิน 4%, ค่า TIF (TOTAL INFLUENCE FACTOR) ไม่เกิน 50 และ THF (TOTAL HARMONIC FACTOR) ไม่เกิน 2% พร้อมทั้ง INGRESS PROTECTION RATING ได้มาตรฐาน IP23 หรือเทียบเท่า
- 2.2.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีระบบป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนวิทยุและระบบอื่น ๆ ตามมาตรฐาน BSEN, BS, BN, VDE หรือเทียบเท่า

2.3 แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน

ต้องประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ควบคุมด้วยระบบดิจิทัล (DIGITAL CONTROL) ซึ่งมีหน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD และประกอบด้วยอุปกรณ์, เครื่องวัดแสดงผล และเสียงสัญญาณเตือน ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

- มาตรฐานแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่
- มาตรฐานความถี่ไฟฟ้า
- มาตรฐาน AC Voltage/ AC Current
- มาตรฐานชั่วโมงการทำงานเครื่องยนต์
- มาตรฐานอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น
- มาตรฐานความดันน้ำมันหล่อลื่น
- มาตรฐานความเร็วรอบ
- RUN-OFF-AUTO CONTROL
- ชุดชาร์จแบตเตอรี่อัตโนมัติ
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดที่เหมาะสม โดยติดตั้งอยู่ในชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



- มีระบบการเก็บข้อมูลประวัติความผิดปกติของเครื่องไม่น้อยกว่า 20 หน่วยความจำ

3. แผงอัตโนมัติทรานส์เฟอร์สวิตช์ (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH PANEL BOARD)

- 3.1 ข้อกำหนดในตอนนี้อย่างครอบคลุมรายละเอียดการจัดทำ และติดตั้งอัตโนมัติทรานส์เฟอร์สวิตช์ (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEC 60947-6-1 ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อความเหมาะสมของระบบในการใช้งาน และบริการหลังการขาย
- 3.2 ความต้องการทางด้านเทคนิค
 - 3.2.1 มีพิกัดกระแสใช้งานไม่น้อยกว่า 630 แอมป์ ซึ่งสามารถใช้งานได้ดีกับ LOAD ทุกประเภท ซึ่งใช้ร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน พร้อมทั้งมี Manual Changeover Switch ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน AC31B ซึ่งทำงานได้ครบถ้วนตามข้อกำหนดมาตรฐาน
 - 3.2.2 มีจอแสดงผลแบบ LCD ซึ่งแสดงค่าต่างๆ อย่างน้อยดังนี้
 - ค่าแรงดันของการไฟฟ้า L-L และ L-N
 - ค่าความถี่ของการไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - จำนวนครั้งการทำงาน
 - ค่า Timer setting
 - 3.2.3 มีชุดควบคุมการทำงานของอัตโนมัติทรานส์เฟอร์สวิตช์ ฟังก์ชันต่าง ๆ ที่เหมาะสมการทำงาน
 - 3.2.4 ต้องสามารถบอกสถานะต่างๆ ของการทำงาน

4. การทดสอบ, รับประกันและบริการ

- 4.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการเดินเครื่องเต็มพิกัดโหลดติดต่อกันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยอุปกรณ์ LOAD BANK เท่านั้น วัดค่าของกระแสแรงดัน เพาเวอร์แฟกเตอร์ความเร็วรอบ และเปรียบเทียบกับข้อกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายที่เกิดกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์การติดตั้ง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี พร้อมทั้งต้องให้ช่างบริการของบริษัท เข้าตรวจเช็คการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกๆ 3 เดือนตลอดระยะเวลาการรับประกัน
- 5.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้จ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งาน วิธีการบำรุงรักษา และจะต้องจัดส่งเอกสารหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาจำนวนอย่างน้อย 4 ชุด ตลอดจนเครื่องมือมาตรฐานที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษา จำนวน 1 ชุด



หมวดที่ 25 รายการวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้า
 อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ.ศูนย์รังสิต
 (โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

หมวดที่ 25
 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ระบุให้ใช้ในโครงการและบริษัทผู้ผลิต/จำหน่าย

รายการ	ผลิตภัณฑ์
1. RING MAIN UNIT	ABB, GE, Schneider, Lucy
2. TRANSFORMER OIL OR DRY TYPE	THAI TRAF0, THIRATHAI,IMEFY,QTC,SGB,ABB, Schneider
3. CIRCUIT BREAKER	Schneider, SIEMENS, ABB,Mitsubishi
4. LOAD CENTER	Schneider, SIEMENS , ABB,Mitsubishi
5. AUTOMATIC CAPACITOR BANK &KVAR CONTROLLER	ABB,SEIMENS,DUCATI.SCHNEIDER,CIRCUTOR,FRANKE, Schneider
6. CONTACTOR & STARTER	SIEMENS,ABB,SchneiderTELEMECANIQUE,SCHNEIDER,CIRCUTO
7. MAIN DISTRIBUTION BOARD	ASEFA, TIC,BJS
8. DISTRIBUTION BOARD	ASEFA,TIC , BJS
9. SURGE PROTECTION DEVICE	CUTLER-HAMMER,PHOENIX CONTACT,LIEBERT,MCG
10. GENERATOR SET	CUMMINS (USA), FGWILSON (UK),Thaigen
11. BUSWAY	Schneider, SIEMENS, EAE Power bar
12. ดวงโคมทั่วไป	PHILLIPS,UNILAMP,LUSO,L&E,TTC
13. ดวงโคม DOWN LIGHT	PHILIPS,UNILAMP,OPTEX,L&E,TTC
14. โคมไฟ LOW BAY , HIGH BAY	PHILIPS,LITEX,L&E,TTC
15. โคมไฟ FLOOD LIGHT , STREET LIGHT	PHILIPS,LITEX,L&E,TTC
16. ขั้วรับหลอดและขั้วสตาร์ทเตอร์	BJB,VOSSLOH,NATIONAL
17. หลอดแอลอีดี LED	PHILLIPS,OSRAM,L&E,LUMAX,TTC
18. ชุดแปลงไฟสำหรับหลอด LED	PHILLIPS,ATCO,SCHWABE, OSRAM,L&E,LUMAX,TTC
19. คอนเดนเซอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแห้ง	RFT.PED,ELECTRONICON
20. บัลลาสต์ Electronic	Econowatt, Phillips, OSRAM
21. EMERGENCY LIGHT & EXIT LIGHT	SUNNY,SAFEGUARD,LUMAX
22. BATTERY DRY TYPE	PANASONIC,3K,RITAR
23. สวิตช์ , เต้ารับ , เต้ารับโทรคัพท์	PANASONIC,BTICINO
24. ขั้วต่อสายโทรคัพท์	POUYET,KRONE,3M
25. ระบบควบคุมแสงสว่าง	PANASONIC,TOSHIBA,MITSUBISHI



หมวดที่ 25 รายการวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้า

อาคารปฏิบัติการสอนและการเรียนรู้ ศตวรรษที่ ๒๑ พร้อมครุภัณฑ์ประกอบอาคาร มธ. ศูนย์รังสิต

(โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

รายการ	ผลิตภัณฑ์
26. ท่อร้อยสายไฟฟ้า	RSI , ABSO, PANASONIC
27. CABLE TRAY, WIREWAY	ASEFA,TIC , BJS
28. สายไฟฟ้า	THAI YAZAKI ,PHELPS DODGE
29. สายไฟฟ้าทนไฟ	STUDER,PRISMEAIN
30. COAXIAL CABLE	BELDEN,PHILIPS,COMSCOPE,CLIPSAL,PRISMEAN
31. DATA CABLE Cat.6 and Fiber Optic	BELDEN,3M,CLIPSAL,PRISMEAN,AMP
32. วัสดุป้องกันไฟลาม	3M ,BOSSWELL, HILTI
33. ตู้สาขาโทรศัพท์	SIEMENS,ERICSON,NEC
34. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	NOHMI,JOHNSON CONTROL,BOSCH,SIMPLEX
35. ระบบเสียงประกาศ PA	BOSCH, EV, DNH, HONEYWELL, IC AUDIO, DYNACORD
36. ระบบโทรทัศน์วงจรรวมแบบดิจิตอล MATV Digital	TELEVES,TRIAX, HIRSCHMANN, ARANTIA
37. ระบบโทรทัศน์วงจรปิดดิจิตอล IP Camera CCTV	SIQURA, TKH, DELL, VDG SENSE, ARECONT, TRIAX
38. GROUNDING SYSTEM	KUMWELL,UI,ALLOY
39. COMPUTER	LENOVO, COMPAQ, ACER,DELL,HP
40. AV (Audio and Visual System) SYSTEM	EV,DYNACORD, ALTAIR, RCS, MIDAS, BOSCH, IC AUDIO,RAZR, PANASONIC, NEC, VIVITEK
41. HOTEL DOOR LOCK	VING CARD,HAFAL,TOCONO
42. ACCESS CONTROL	BOSCH, CHUBB, HID, TKH, Dell
43. AUTOMATIC TRANSFER SWITCHES	ASCO,EATON,KOHLER
44. MASTER CLOCK	RCS, ROLEX, SEIKO



หมายเหตุ :

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ เป็นตัวอย่างรายชื่อที่ผู้รับจ้างควรเสนอขออนุมัติใช้ โดยมีรายละเอียดของบริษัทแต่ละชนิดตามรายละเอียดข้อกำหนด (SPECIFICATION) ในกรณีที่มีเหตุผลวิสัยอันเนื่องมาจากบริษัทหยุดการผลิตหรือไม่มีตัวแทนจำหน่ายแล้ว หรือสาเหตุอื่นใดอันมีผลทำให้ไม่สามารถหาซื้อได้ภายในประเทศหรือสั่งซื้อจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างมีสิทธิในการเสนอขออนุมัติเทียบเท่าบริษัทนั้น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล รายละเอียดทางเทคนิคและราคาโดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ