

หมวดที่ 5

งานระบบวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าสื่อสาร

1. รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป (GENERAL SPECIFICATION)

1.1 นิยาม

- 1.1.1. “ผู้ว่าจ้าง” หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการจ้างในนามของ “เจ้าของงาน” และมีความหมายรวมถึงตัวแทนของผู้ว่าจ้าง คือ สถาปนิก วิศวกร ผู้ควบคุมงาน และผู้อื่นที่ผู้ว่าจ้างแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนของตน
- 1.1.2. “ผู้รับจ้าง” หมายถึง ผู้มีอำนาจดำเนินการรับจ้างในนามของ “ผู้รับงาน” และมีความหมายรวมถึงพนักงานผู้แทนของผู้รับจ้าง ซึ่งได้รับการแต่งตั้งจากผู้รับจ้างเพื่อปฏิบัติงานนี้
- 1.1.3. “งาน” หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ แรงงาน และการปฏิบัติงานตามสัญญา
- 1.1.4. “แบบ” หมายถึง แบบแปลนที่แนบท้ายสัญญา รวมถึงแบบที่จัดทำเพิ่มเติม และรายการประกอบแบบนี้โดยผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ผู้รับจ้าง จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบในการปฏิบัติงานตามสัญญา

1.2 “มาตรฐาน” หมายถึง มาตรฐานต่างๆ ที่อ้างอิงหรือกำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้โดยให้ยึดถือตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ยื่นนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และ ทำการติดตั้ง

1.3 ระบบไฟฟ้าทั้งหมด ตามกฎและมาตรฐานฉบับล่าสุดที่อ้างอิงฉบับใดฉบับหนึ่งในเรื่อง ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

กพน.	มาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
กฟผ.	มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
ทศท.	มาตรฐานของการโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
วสท.	มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
มอก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
DIN	DEUTSCHER INDUSTRIE NORMEN
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NFPA	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURES ASSOCIATION
UL	UNDERWRITER’S LABORATORIES, INC.
VDE	VERBAND DEUTSCHER ELECTRO TECHNIKER

1.4 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่

- 1.5 ผู้รับจ้างจะต้องรับทราบ และปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ทางโครงการมีไว้สำหรับการปฏิบัติงาน และอาจไม่นำมากล่าวไว้ในที่นี้
- 1.6 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่นำงานทั้งหมด หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง และการอนุญาตจากผู้ว่าจ้างให้ถือว่า ผู้รับจ้างเป็นผู้ รับผิดชอบงานที่ได้จ้างผู้รับจ้างช่วงไปนั้นทุกประการ
- 1.7 การเปลี่ยนงาน การเพิ่ม หรือลดงาน
 - 1.7.1 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิสั่งเปลี่ยนงาน เพิ่มงาน หรือลดงานลงจากที่ได้กำหนดตามสัญญาได้โดยเปลี่ยนราคาไปตามราคาต่อหน่วยที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้แล้ว ในกรณีที่ไม่มีราคาต่อหน่วย จะพิจารณาโดยวิธีตกลงราคากับ ผู้ว่าจ้าง การเปลี่ยนงาน การเพิ่ม หรือลดงาน จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
 - 1.7.2 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแบบไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงดำเนินการได้
- 1.8 ผู้ปฏิบัติงานและพนักงานของผู้รับจ้าง
 - 1.8.1 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับรับผิดชอบโครงการ รายชื่อผู้ร่วมปฏิบัติงาน รายชื่อบัญชีผลงานของผู้รับจ้าง และ/หรือ ผู้รับจ้างช่วง เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนเสมอ
 - 1.8.2 ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าในสาขาไฟฟ้ากำลัง ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้ตามอำนาจหน้าที่ ที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติวิชาชีพวิศวกรรม เพื่อเป็นผู้รับผิดชอบในการควบคุมและปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแบบ และรายละเอียดให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และวิศวกรไฟฟ้าจะต้องลงนามรับรองในเอกสารส่งมอบงานด้วย
 - 1.8.3 ผู้รับจ้างต้องมีช่างไฟฟ้าที่ชำนาญงาน โดยเฉพาะสำหรับการติดตั้งงานทางไฟฟ้าในแต่ละระบบและพนักงานเพียงพอในการปฏิบัติงานให้เสร็จ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
 - 1.8.4 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิต และทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงาน และพนักงานของผู้รับจ้างเอง
- 1.9 การปฏิบัติงาน
 - 1.9.1 ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบนี้ ถึงแม้ว่าบางรายการได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์ แต่ไม่กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบ หรือมีกำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบแต่ไม่แสดงไว้ในแบบพิมพ์ก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งหมดเหมือนกับว่าได้มีการแสดงและกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง งานและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องทำหรือจัดหา เพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์ ถูกต้อง และปลอดภัยตามมาตรฐานต่างๆ ที่นำมาอ้างอิง ถึงแม้ว่าไม่ได้แสดงไว้ในแบบพิมพ์และรายละเอียด และ/หรือ รายการวัสดุอุปกรณ์ของผู้ว่าจ้างก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องทำให้ถูกต้องและครบถ้วนโดย ไม่มีเงื่อนไขใดๆ ทั้งสิ้น

- 1.9.2 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่แสดงอยู่ในแบบ และกำหนดอยู่ในรายละเอียดประกอบแบบหมวดนี้ หากต้องมีการเปลี่ยนและแก้ไขวัสดุอุปกรณ์ และงานเพื่อให้วัสดุอุปกรณ์ และงานเป็นไปตามแบบและข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและติดตั้งเพิ่มเติม ในระหว่างระยะเวลารับประกัน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น
- 1.9.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานที่จะใช้ในการปฏิบัติงาน ให้กับผู้ว่าจ้าง ภายในสิบห้าวัน หลังจากลงนามในสัญญา โดยแผนงานที่เสนอจะต้องแยกส่วนของงานที่จะปฏิบัติให้ชัดเจน เหมาะสม และละเอียดตามสมควร และต้องแจ้งจำนวนพนักงานของผู้รับจ้างที่จะใช้ในแต่ละส่วน และ/หรือ แต่ละช่วงเวลาของงานกำกับไว้ด้วย และในระหว่างการทำงานหากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรืองานทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่าสิบห้าวันเพื่อขอความเห็นชอบก่อน และการเปลี่ยนแปลงแผนงานจะทำได้เมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
- 1.9.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการ นำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และต้องแจ้งให้ ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า อย่างน้อยสิบห้าวัน และผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย
- 1.10 แบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบ
 - 1.10.1 แบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบทั้งหมดนี้ ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์โดยชอบของวิศวกรผู้ออกแบบห้ามมิให้ผู้ใดคัดลอกโดยวิธีใดๆ และ/หรือ นำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นใด นอกจากจะได้รับอนุญาตจากวิศวกรผู้ออกแบบแล้วเท่านั้น
 - 1.10.2 ในกรณีที่แบบพิมพ์ และรายละเอียดขัดแย้งกัน และ/หรือ กรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายละเอียด ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นลายลักษณ์อักษรทันที เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน หากผู้รับจ้างได้ดำเนินการไปก่อนได้รับอนุญาต ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างแก้ไขงานนั้นๆ ให้ถูกต้องโดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยทั่วไปหากแบบพิมพ์และรายละเอียดกำหนดไว้ ไม่ตรงกัน ให้ยึดถือแบบเป็นหลัก
 - 1.10.3 ตำแหน่ง ดวงโคมไฟฟ้า เตารับไฟฟ้า เตารับโทรศัพท์ เตารับสายสัญญาณโทรศัพท์ และเตารับสายสัญญาณระบบสื่อสารอื่น ๆ ฯลฯ ที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสม โดยปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง และผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบ ได้ตามสมควรโดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด
 - 1.10.4 ส่วนงานที่ไม่ได้แสดงรายละเอียดไว้ในแบบ ผู้รับจ้างต้องทำแบบรายละเอียดส่งให้ผู้ว่าจ้างหรือ ผู้แทนพิจารณาเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้ว จึงดำเนินการได้
- 1.11 มาตรฐานของวัสดุอุปกรณ์
 - 1.11.1 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งต้องผ่านการรับรองจากสถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ เช่น มอก., UL, FM. เป็นต้น และต้องมีมาตรฐานเดียวกันกับที่อ้างอิงถึงรายละเอียดประกอบแบบนี้

- 1.11.2 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งจะต้องส่งตัวอย่างให้ผู้ว่าจ้าง หรือผู้แทนพิจารณาเห็นชอบก่อน และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงสามารถนำมาใช้ได้
- 1.11.3 ในการกำหนดรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ แบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบนี้ โดยอาจกล่าวอ้างถึง เครื่องหมายการค้า และ/หรือ ผู้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก็ดี มิได้หมายความว่า ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์ที่ระบุได้ดังกล่าวมาติดตั้งเสมอไป สำหรับกรณีที่ผู้รับจ้างต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าอุปกรณ์ที่กล่าวอ้างถึง หรือนอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุไว้ ผู้รับจ้างต้องพิสูจน์ และชี้แจงให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาให้ความยินยอมก่อน
- 1.11.4 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่า วัสดุ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ มีคุณสมบัติไม่เท่าที่กำหนด หรือแสดงไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยทันที และต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด
- 1.12 การเห็นชอบ การให้ความยินยอม หรือการอนุมัติใดๆ เกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ วิธีและแนวทางการติดตั้ง และ/หรือ ตำแหน่งการติดตั้ง หรือข้อเสนอใดๆ ของผู้รับจ้าง ให้ถือว่าเป็นการรับรู้ของผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างในขณะนั้นเท่านั้น และยังคงถือว่าผู้รับจ้างต้องรับภาระและความรับผิดชอบเต็มที่ ในเรื่องความถูกต้องตามหลักวิชาการ ความสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์ และงานที่ต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามที่กำหนดทั้งในแบบพิมพ์ และในรายละเอียดประกอบแบบ รวมทั้งความรับผิดชอบต่อความเสียหายต่อบุคคล หรือทรัพย์สิน ถึงแม้ว่าผู้ว่าจ้าง และ/หรือ ตัวแทนของผู้ว่าจ้างได้มีการกระทำตามนัยดังกล่าวแล้วข้างต้น จนกว่าจะส่งมอบงาน และ/หรือ ผ่านระยะเวลาการรับประกันคุณภาพ
- 1.13 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่ เกี่ยวกับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือความเสียหายใดๆ จนกว่าผู้ว่าจ้างจะได้รับมอบงานที่แล้วเสร็จ
- 1.14 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง จนถึงสถานที่ติดตั้งใช้งานจริง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด รวมทั้งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย และ/หรือ ความล่าช้าอันเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์นั้นทุกประการ
- 1.15 แบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING)
 - 1.15.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบก่อสร้างอย่างน้อย 4 ชุด ให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 30 วัน
 - 1.15.2 แบบก่อสร้างต้องมาตรฐานกระดานการเขียนแบบและสัญลักษณ์เดียวกันกับต้นแบบ
 - 1.15.3 แบบก่อสร้างต้องแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบไฟฟ้า และรายละเอียดอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างอาคาร หรือผู้รับจ้างรายอื่น ๆ
 - 1.15.4 แบบก่อสร้างต้องมีรายละเอียดการติดตั้งของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - 1.15.5 การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง (ถ้ามี) และหม้อแปลงไฟฟ้า

- 1.15.6 การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตช์อัตโนมัติย่อย เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน (ถ้ามี) และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด
- 1.15.7 การติดตั้งและแนวการเดินสายไฟฟ้า แนวท่อร้อยสายไฟฟ้า แนวรางเดินสายไฟฟ้า แนวการเดินบัสเวย์ (ถ้ามี) ฯลฯ รวมทั้งวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวทั้งหมด
- 1.15.8 การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า และเต้ารับไฟฟ้าทั้งหมด
- 1.15.9 รายละเอียดของวงจรต่างๆ ตามความจำเป็น เช่น วงจรระบบควบคุมอัตโนมัติต่าง ๆ เป็นต้น
- 1.15.10 รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของการติดตั้ง หรือคุณสมบัติอื่นๆ
- 1.15.11 รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ของระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันฟ้าผ่า
- 1.15.12 รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ของระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียง ระบบสัญญาณโทรทัศน์ ระบบสื่อสารภายใน ฯลฯ ที่มีการแสดงไว้ในแบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 1.16 แบบตามทีที่สร้างจริง (ASBUILT DRAWING)
 - 1.16.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ของแบบตามทีที่สร้างจริงอย่างน้อย 3 ชุด รวมทั้งแบบต้นฉบับเขียนลงในกระดาษไข จำนวน 1 ชุด และไฟล์แบบทั้งหมดคัดลอกลงใน CD-ROM จำนวน 3 ชุด โดยเป็นแบบแสดงแผนผัง ตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการติดตั้ง และแนวการติดตั้งตามที่ก่อสร้างจริง รวมทั้งส่วนที่แก้ไขเปลี่ยนแปลงจากแบบก่อสร้างที่รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ในระหว่างการติดตั้งจริง แบบตามทีที่สร้างจริง ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ การเขียนแบบ และสัญลักษณ์เดียวกันกับแบบก่อสร้าง
 - 1.16.2 แบบตามทีที่สร้างจริงต้องมีวิศวกร ลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบงาน และผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามทีที่สร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันทำงานนั้น ๆ แล้วเสร็จ
- 1.17 การใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราว และอุปกรณ์ชั่วคราวอื่นๆ
 - 1.17.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบที่เกี่ยวข้อง กับการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ และท่ออื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดชั่วคราวต่างๆ เพื่อใช้ในงานก่อสร้างที่ระบุใน แบบพิมพ์ และ/หรือ ระบุในรายละเอียดประกอบแบบนี้
 - 1.17.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับใช้ในการก่อสร้าง รวมทั้งการติดตั้งโคมไฟฟ้าชั่วคราว ตามจุดต่างๆ ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ ตามความจำเป็นในการปฏิบัติงานหรือความจำเป็นในการตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง รวมทั้งความปลอดภัยในการทำงานของส่วนรวม ซึ่งค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว และดวงโคมไฟฟ้าชั่วคราว อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

1.18 การฝึกอบรม

- 1.18.1 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุม และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษา ก่อนส่งมอบงาน
- 1.18.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ สำหรับระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่องและควบคุมเครื่อง เป็นระยะเวลา 7 วันติดต่อกัน หลังจากวันส่งมอบงาน

1.19 การบริการ

- 1.19.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบไว้สำหรับ การตรวจซ่อมแซม บำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกๆ 1 เดือน ภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
- 1.19.2 การตรวจซ่อมบำรุงรักษาเครื่องแต่ละครั้ง ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ ทุกชิ้น เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่ให้บริการ
- 1.19.3 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาปกติ ผู้รับจ้างต้องรับบริการโดยไม่ชักช้า
- 1.19.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ ไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซม บำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ดี สำหรับการใช้งานในปีที่ 2 เป็นประจำทุก 3 เดือน ภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 4 ครั้ง และผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่ให้บริการ

1.20 การทดสอบ

- 1.20.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสารทั้งหมด โดยที่ค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ต้องจัดหาหรือติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- 1.20.2 สำหรับระบบไฟฟ้ากำลัง ให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างทำการตรวจสอบ และจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ คุณภาพการฉนวน (INSULATION) ขนาดแรงดันไฟฟ้า และขนาดกระแส ไฟฟ้าของแต่ละวงจร พร้อมทั้งให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างลงนามรับรองผล การตรวจสอบ และให้ถือว่ารายงานผลการตรวจสอบนี้ เป็นเอกสารสำคัญสำหรับการส่งมอบงานด้วย
- 1.20.3 สำหรับระบบสื่อสาร ให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างทำการตรวจสอบ และจัดทำรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพสัญญาณ (NOISE LEVEL) ขนาดสัญญาณ ฯลฯ ของอุปกรณ์แต่ละจุด พร้อมทั้งให้วิศวกรไฟฟ้าของผู้รับจ้างลงนามรับรองผลการตรวจสอบ และให้ถือว่ารายงานผลการตรวจสอบนี้เป็นเอกสารสำคัญสำหรับการส่งมอบงานด้วย
- 1.20.4 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่าความต้านทานฉนวน ของระบบการรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าโดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้าแบบกระแสตรง 1000 โวลท์ แล้วบันทึกผลการ

ทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการทดสอบการรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าต่อไป

- 1.20.5 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบ การรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า โดยให้ทำการป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแรงสูง และระบบไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดรวมทั้งรีเลย์และอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติต่างๆ ต้องปรับแต่งและติดตั้งเหมือนกับสภาพการใช้งานตามปกติ ซึ่งอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำงานได้ตามปกติเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง จึงถือว่าใช้งานได้
- 1.20.6 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งดวงโคม โดยการเปิดหรือจ่ายไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และสำหรับเต้ารับไฟฟ้าทุกจุดให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบโดยใช้โหลดแสงสว่าง ขนาด 60 วัตต์ เสียบเข้ากับเต้ารับไฟฟ้านั้นๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที
- 1.20.7 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน และสายไฟของวงจรย่อยทุกจุด โดยการปลดปลายสายทั้งสองข้างออกจากโหลด และแหล่งจ่ายไฟฟ้าแล้ววัดค่าฉนวน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า แบบกระแสตรง 500 โวลท์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับสายดิน ต้องไม่ต่ำกว่า 1.0 เมกกะโอห์ม
- 1.20.8 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่ากระแสของสายป้อน และสายไฟของวงจรย่อย โดยการเปิด หรือจ่ายไฟของโหลดทั้งหมดของวงจร แล้วทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล็อง (CLAMP ON AMPMETER) แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.20.9 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดิน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานของดิน แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.20.10 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม โดยการวัดค่าสัญญาณที่เต้ารับสัญญาณทั้งหมด แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.20.11 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียง และระบบโทรศัพท์ รวมทั้งระบบสื่อสารอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

1.21 การส่งมอบงาน

- 1.21.1 ผู้รับจ้างต้องจ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อเดินเครื่อง และทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานเต็มที่ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงติดต่อกัน
- 1.21.2 ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร ให้มีขนาดเหมาะสมกับสภาพการใช้งานทั้งในปัจจุบัน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยให้มีความเหมาะสมกับสถานที่และ ความต้องการ อันได้แก่ การปรับแต่งความสมดุลของโหลด การปรับแต่งแรงดันของระบบ การปรับแต่งการป้องกันการใช้กระแสเกินและการลัดวงจร การปรับแต่งคุณภาพของสัญญาณสื่อสารต่างๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น

- 1.21.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดี ถูกต้องตามแบบ และข้อกำหนดทุกประการ
- 1.21.4 ผู้รับจ้างต้องส่งเอกสาร และสิ่งของดังต่อไปนี้ ในวันส่งมอบงาน
- 1.21.5 แบบสร้างจริง
- 1.21.6 รายงานผลการตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลัง
- 1.21.7 รายงานผลการตรวจสอบระบบสื่อสาร
- 1.21.8 รายการระยะเวลาการตรวจสอบระบบต่างๆ ในระยะเวลาการรับประกัน
- 1.21.9 หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์เครื่องมือพิเศษที่จำเป็น สำหรับการปรับแต่ง และซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ ซึ่งได้จากผู้ผลิตเครื่อง และอุปกรณ์นั้นๆ
- 1.21.10 อะไหล่ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 1.21.11 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่องฯลฯ เพื่อการตรวจรับมอบงาน
- 1.22 การรับประกัน
 - 1.22.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย ในระยะเวลารับประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยถูกต้องตามหลักวิชา และผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 90 วัน สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาของ AVERAGE LIFE TIME ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันไว้ โดยมีจำนวนวงเงินตามที่ตกลงกัน ระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะนำมาใช้จ่ายได้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

2. ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายการ ตลอดจนวัสดุแลอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้านี้ รวมถึง แรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บ ของ ไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังชั่วคราว นักร้านชั่วคราวที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์
- 2.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการปักเสาพาดสาย ติดตั้งสายเคเบิลแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า และติดต่อประสานงาน กับการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นเพื่อขยายเขต ตลอดจนถึงการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ ค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 2.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น โดยจัดทำและพิมพ์แบบตาม ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการ เพื่อใช้ในการตรวจสอบ และขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคาร โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายต่างๆ
- 2.4 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้าง และผู้รับจ้างงานอื่นๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการ เจาะช่อง ซ่อมช่องที่เจาะ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายและเกิดความล่าช้าขึ้น
- 2.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายป้อน ไปยังอุปกรณ์ของระบบสุขาภิบาล, ระบบลิฟท์โดยสาร และระบบอื่นๆ ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อให้ระบบต่างๆ นั้นสามารถใช้งานได้
- 2.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำฐานคอนกรีต สำหรับแผงสวิทช์จ่ายไฟหลัก (MAIN DISTRIBUTION BOARD MDB.) ตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- 2.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิทช์จ่ายไฟหลัก แผงสวิทช์จ่ายไฟรอง แผงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ) สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ สวิทช์ตัดตอน แผงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าประจำห้องพักรวม สายป้อน ท่อร้อยสาย รางเดินสาย พร้อมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ประกอบ ให้ครบถ้วน ตามที่ได้ขออนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมจากแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง ตู้สาขาโทรศัพท์ แผงต่อสายโทรศัพท์รวม (MDF) แผงต่อสาย โทรศัพท์ประจำชั้น ท่อร้อยสายโทรศัพท์ รางเดินสายโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ เสารับโทรศัพท์ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบโทรศัพท์ของอาคาร จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบเสาอากาศรวม (MATV SYSTEM) พร้อมทั้งได้รับสัญญาณโทรทัศน์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.10 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.11 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบการต่อลงดิน และระบบล่อฟ้าของอาคาร รวมทั้ง การเชื่อมสายนำลงดิน (DOWN CONDUCTOR) เข้ากับโครงสร้าง และอุปกรณ์อื่นๆ ของอาคารที่จำเป็นตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้

- 2.12 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง อุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบจนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง ดวงโคมไฟฟ้า สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ เต้ารับสายสัญญาณโทรศัพท์ เต้ารับสายสัญญาณระบบสื่อสารอื่นๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมดของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ในแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.13 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมทั้งระบบสื่อสาร ที่ได้กำหนดไว้ในแบบ ตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในรายละเอียดประกอบแบบนี้ และจัดทำรายงานการทดสอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง
- 2.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) ตามขนาดมาตราส่วนในแบบของผู้ว่าจ้าง ยกเว้นกรณีที่ต้องการแสดงรายละเอียดให้ชัดเจนขึ้น เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุด เพื่อใช้ในการควบคุมงาน
- 2.15 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบตามที่สร้างจริง (ASBUILT DRAWING) ตามขนาดมาตราส่วนในแบบก่อสร้างที่ได้รับ การอนุมัติ ให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมาย ภายใน 30 วัน นับจากวันที่งานนั้นๆ แล้วเสร็จ และให้ผู้รับจ้างส่งแบบตามที่สร้างจริงให้ผู้ว่าจ้างอีก จำนวน 3 ชุด หลังจากงานติดตั้งระบบไฟฟ้า และระบบอื่นๆ เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมดผู้ว่าจ้างจึงจะชำระเงินงวดสุดท้ายให้ตามเงื่อนไขการชำระเงิน
- 2.16 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้ายในระยะเวลาประกันนี้ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุด ใช้งานไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยถูกต้องตามหลักวิชา และผู้รับจ้างจะต้องเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบมีไส้ให้ผู้รับจ้างรับประกันเป็นระยะเวลา 90 วัน สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบอื่นให้ผู้รับจ้างรับประกันตามระยะเวลาของ AVERAGE LIFE TIME
- 2.17 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอะไหล่ และเครื่องมือบำรุงรักษา พร้อมทั้งหนังสือคู่มือการใช้งาน และการบำรุงรักษา มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน
- 2.18 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันไว้ โดยมีจำนวนเงินตามที่ตกลงกันระหว่าง ผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะนำมาใช้จ่ายได้ ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

3. หม้อแปลงไฟฟ้า (POWER TRANSFORMER) ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร

เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ NEMA, ANSI, VDE, TIS และของการไฟฟ้าฯ

3.1 เป็นชนิด HERMETICALLY SEALED

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายงานทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของอุปกรณ์ รวมทั้ง IMPULSE TEST จากโรงงานผู้ผลิต และผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าฯ ให้กับวิศวกร

3.3 รายละเอียดทางเทคนิค

- RATING	ตามแบบ KVA.
- PRIMARY VOLTAGE	ตามแบบ KV.
- SECONDARY VOLTAGE	230/400 VOLT.
- PRIMARY CONNECTION	DELTA
- SECONDARY CONNECTION	STAR – GROUND
- FREQUENCY	50 Hz.
- PRIMARY TAPS	± 2 X 2.5%
- AMBIENT TEMPERATURE	40 ° C
- PRIMARY AND SECONDARY WINDING	COPPER
- TEMPERATURE RISE	60 ° C
- IMPEDANCE	ตามแบบ
- BIL	125 KV.
- COOLING	NATURAL AIR COOLED

3.4 อุปกรณ์ประกอบ

- OIL DRAIN VALVE
- PRESSURE RELIEF DEVICE
- THERMOMETER

3.5 จะต้องมี NAME PLATE ทำด้วยโลหะติดกับอุปกรณ์ แสดงขนาด และรายละเอียดต่างๆ พร้อมชื่อโรงงานผู้ผลิต ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของหม้อแปลง และวิธีการจัดเรียงตำแหน่งหม้อแปลงร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ตามความเหมาะสมกับสถานที่ ตลอดจนการเข้าสายแรงสูง และแรงต่ำ เพื่อขอความเห็นชอบจากการไฟฟ้า และ/หรือ วิศวกร

3.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ NEUTRAL GROUNDING แยกต่างหากจาก EQUIPMENT GROUND ไปยัง GROUND ROD ขนาด 5/8 นิ้ว ยาว 3.00 เมตร ชนิด COPPER CLAD STEEL ส่วนขนาดของสาย GROUND ให้ดูจากแบบ

4. MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB)

รายละเอียดที่กำหนดและกล่าวไว้ในหมวดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการออกแบบและสร้างแผงจ่ายไฟฟ้าแรงต่ำ ประกอบด้วย แผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board) โดยแผงสวิตช์จ่ายไฟที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมี การออกแบบสร้างตาม IEC61439-1, -2 และมาตรฐานอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดไว้แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดไว้

- 4.1 แผงจ่ายไฟฟ้าหลักกำหนดให้ประกอบในประเทศไทย โดยผู้ผลิตที่ผ่านงานด้านการจัดทำและประกอบแผงจ่ายไฟฟ้าหลักมาแล้วไม่น้อยกว่า 15 ปี และมีใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก.1436-2540 สามารถประกอบได้มาตรฐานเทียบเท่าต่างประเทศ โดยผู้ผลิตแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังประเภทสามัญวิศวกรขึ้นไป เป็นผู้ควบคุมและอำนวยการติดตั้ง
- 4.2 อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมดต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL, NEMA, ANSI, IEC, VDE, DIN, TIS หรือตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ โดยผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมดให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น
- 4.3 ผู้รับจ้างต้องทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) ของแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก แสดงวิธีการติดตั้ง ขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น
- 4.4 ขนาดและวัสดุที่ใช้ในการประกอบแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC, VDE หรือ NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 4.5 โครงของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักให้ทำด้วยเหล็กฉากยึดติดกันด้วยนอตและสกรู และโครงเหล็กชุบด้วยกรรมวิธี ELECTRO GALVANIZED STEEL ทั้งหมด ความหนาเหล็กโครงตู้ไม่น้อยกว่า 3.0 มม. ความหนาของเหล็กแผ่นทำตู้ไม่น้อยกว่า 2.0 มม. แผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมดที่เป็นโลหะจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและพ่นด้วยสีทนไฟ ส่วนที่เป็นโลหะอื่นๆ ในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องผ่านกรรมวิธีอาบสังกะสี กรณีที่แผงจ่ายไฟฟ้าหลักมีหลายส่วนเรียงติดต่อกันต้องยึดติดกันด้วยสลักและแป้นเกลียว และมีแผ่นโลหะแยกส่วนภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักออกจากกันตามที่จำเป็น
- 4.6 แผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องมีระดับการป้องกัน (Degree of Protection) ไม่ต่ำกว่า IP 31 หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ มีการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักไม่เกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก
- 4.7 แผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องสามารถเปิดฝาด้านหน้าได้ด้วยบานพับชนิดซ่อน และมีมือจับแบบหมุนเปิดพร้อมกุญแจ แผ่นด้านหลังและแผ่นด้านข้างของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องยึดด้วยสกรูให้แข็งแรง หรือติดตั้งแผ่นด้านหลังและแผ่นด้านข้างให้มีด้านหนึ่งของแผ่นยึดติดกับโครงด้วย Removable Pin Hinge และอีกด้านหนึ่งของแผ่นเป็น

- Screw Lock แผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องมีรูระบายอากาศ (Drip Proof) อย่างเพียงพอ และติดตั้งลวดดำนในของรูระบายอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหรือสัตว์เข้าไปด้านในของแผง
- 4.8 ผาด้านหน้าของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องมีแถบสีแสดงแผนภาพจำลอง (Mimic Diagram) ซึ่งเห็นได้ง่ายและติดแน่นที่ด้านหน้าแผง แสดงความสัมพันธ์ของวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ ตามแผนภาพเส้นเดียว (Single Line Diagram) พร้อมทั้งป้ายชื่อวงจรหรือโหลด ติดไว้ที่เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละตัวด้วย เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ ฯ ระบบไฟฟ้าปกติ หรือสิ่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ และมี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัววงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกัน MIMIC BUS แกะเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตรหรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ พร้อมทั้งมีป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ด้านนอก บริเวณที่เห็นได้ชัดเจนหลังการติดตั้งแล้ว
- 4.9 บัสบาร์ต้องทำด้วยทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ พันสี/ทาสี หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ บัสบาร์ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ขนาดกระแสของบัสบาร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 43671 หรือ IEC 60439 -1, -2 และขนาดกระแสของบัสบาร์ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าขนาด CIRCUIT BREAKER ที่กำหนดในแบบ
- 4.10 บัสบาร์ที่ติดตั้งตามแนวนอนทุกเส้น รวมทั้งบัสนิวทรัล (Neutral Bus) และบัสดิน (Earth Bus) ต้องมีขนาดเท่ากันตลอดทั้งเส้น และต้องติดตั้งยาวตลอดความยาวของแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก
- 4.11 บัสดิน (Earth Bus) ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 50x3 มม² หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ อุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นโลหะรวมทั้งตัวแผงและโครงของแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก เครื่องมือวัด รีเลย์ มิเตอร์ หรือหม้อแปลงเครื่องวัด (Instrument Transformer) ต้องต่อลงดินที่บัสดินนี้
- 4.12 บัสบาร์ทุกเส้นต้องติดตั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร และมี Busbars Compartment เป็นช่องสำหรับติดตั้ง Busbars ทั้ง Horizontal และ Busbars ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลัง หรือด้านบนของแผงสวิตช์
- 4.13 บัสบาร์ต้อง พันสี / ทาสี (Coated / Painted) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK โดยใช้สีน้ำตาลตามระบบสีของสายไฟฟ้าสำหรับเฟสเอ สีดำตามระบบสีของสายไฟฟ้าสำหรับเฟสบี สีเทาสำหรับเฟสซี สีฟ้าสำหรับเส้นศูนย์ และสีเขียวสำหรับเส้นดิน การจัดเรียงบัสบาร์ภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักให้จัดเรียงตามเฟส เอ บี และซีตามลำดับ โดยเรียงจากด้านหน้าไปด้านหลัง หรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือจากด้านซ้ายมือไปทางด้านขวามือ
- 4.14 ตัวนำและบัสบาร์ต้องติดตั้งอย่างมั่นคง ในตำแหน่งที่ปลอดภัยจากความเสียหายทางกายภาพ ตัวนำทุกเส้นที่จะต้องเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งติดตั้งอยู่ในช่องใดต้องเดินอยู่ในช่องนั้นเท่านั้น นอกจากจะเป็นการต่อเชื่อมระหว่างช่องและสายไฟในวงจรควบคุม บัสบาร์และขั้วต่อสายต้องมีสิ่งปิดกั้นแยก (Barrier) ออกจากส่วนอื่นๆ BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY – RESIN โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า โดยต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการทดสอบเพื่อ

แสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

- 4.15 การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับบัสบาร์ต้องใช้ขั้วต่อสายแบบบีบซึ่งทำด้วยทองแดง ถ้าขั้วต่อสายทำด้วยอะลูมิเนียมจะต้องเป็นแบบที่สามารถใช้ต่อกับทองแดงได้ โดยต้องทำความสะอาดขั้วต่อสายและทาด้วยสารป้องกันการเกิดออกไซด์ (Oxide Inhibiting Compound for Electrical Grade Aluminums)
- 4.16 การต่อขั้วต่อสายเข้ากับบัสบาร์ให้ใช้สลักและแป้นเกลียวพร้อมแหวนสปริง
- 4.17 สายควบคุมและสายสำหรับเครื่องวัดต่างๆ ต้องเดินในรางพลาสติก และใช้ขั้วต่อสายสำหรับการต่อสาย ห้ามต่อสายกับจุดเข้าสายของอุปกรณ์ต่างๆ และห้ามตัดต่อสายที่เชื่อมระหว่างจุดต่อสายต่างๆ ที่ปลายสายทั้งหมดต้องมีเครื่องหมายแสดงเลขวงจรไฟฟ้า (Wire Marker) ชนิดที่มีความคงทนถาวรกำกับไว้ เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 4.18 ฟิวส์สำหรับป้องกันระบบควบคุมและเครื่องวัดต่างๆ ให้ใช้คาร์ทริดจ์ฟิวส์ (Cartridge Fuse) ตามมาตรฐาน DIN และฐานฟิวส์เป็นแบบติดฝังเรียบ (Flush Mounting)
- 4.19 เซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมด เพื่อให้การทำงานที่สัมพันธ์กัน (Co-ordination) โดยพิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด
- 4.20 เซอร์กิตเบรกเกอร์ประธาน (Main Circuit Breaker) ที่มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF) ตั้งแต่ 600 แอมป์ขึ้นไปจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติม ประกอบด้วย ชุดป้องกันเฟสหาย (Phase Failure Protection) ชุดป้องกันแรงดันต่ำเกิน (Under-voltage Protection) ชุดป้องกันแรงดันเกิน (Over-voltage Protection) และอุปกรณ์อื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ประธานที่มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF) ตั้งแต่ 1,000 แอมป์ขึ้นไปต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความผิดปกติของแรงดันดิน (Ground Fault Protection) ด้วย
- 4.21 ส่วนบนของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และในกรณีที่เพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกันที่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ส่วนบนของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักและเพดานต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร โดยแผงสวิตช์ฯ ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Verticle Section) อย่างสมบูรณ์ สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง : ไม่นเกิน 2,200 มม.

ความกว้าง : ระหว่าง 425 – 1,200 มม.

ความลึก : ระหว่าง 300 – 1,000 มม.

- 4.22 ผู้รับจ้างจะต้องจัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน, ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดยึดแผ่นโลหะหนึ่งอัน, Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่งอันพร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึด ยึดบัสบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่งชุด พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด และที่ข่างแผงสวิตช์ฯแต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน

โดยมีประกบติดไว้กับแผงสวิตช์ ให้สูงประมาณ 1,800 มม. รวมถึงส่งมอบเครื่องมือบำรุงรักษาแผงจ่ายไฟฟ้าหลักที่จำเป็น ให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานด้วย เช่น เครื่องมือถอดและใส่ฟิวส์ เป็นต้น

- 4.23 ขนาดของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักตามที่กำหนดไว้ในแบบ (ถ้ามี) ให้ถือเป็นขนาดขั้นต่ำ กรณีที่เซอร์กิตเบรกเกอร์และอุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติให้ใช้งานมีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดในแบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแผงจ่ายไฟฟ้าหลักที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยถือรวมอยู่ในงานเป็นราคาเหมาไม่มีการคิดราคาเพิ่มจากที่ผู้รับจ้างได้เสนอไว้
- 4.24 การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตามมาตรฐาน IEC 60439-1, -2 จะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้
- 4.24.1 ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical-Operation)
 - 4.24.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)
 - 4.24.3 ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Measures)
 - 4.24.4 ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)
 - 4.24.5 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้อง

5. DISTRIBUTION BOARD AND PANEL BOARD

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 5.1 แผงสวิตช์จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานผลิตภัณฑ์เดียวกันกับMDB เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้ในการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าของโครงการ หรือเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของอาคารที่ใช้อยู่ในกรณีที่เป็นงานปรับปรุงระบบไฟฟ้า หรืองานปรับปรุงต่อเติมอาคาร
- 5.2 แผงสวิตช์ต้องผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA ผ่านการทดสอบเฉพาะ โดยมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.3 แผงสวิตช์ต้องสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยผาด้านหน้าติดบานพับเพื่อให้เปิดออกได้ง่ายตัวแผงสวิตช์ต้องมีการระบายอากาศและป้องกันไม่ให้ฝุ่น แมลง หรือหนูเข้าไปข้างในได้ ตลอดจนสามารถป้องกันความชื้นแก่อุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- 5.4 อุปกรณ์ในแผงสวิตช์ต้องเป็นชนิดหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักเพื่อให้การทำงานที่สัมพันธ์ (Co-ordination) กันเป็นระบบได้ดี
- 5.5 แผงสวิตช์เป็นแบบมีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Circuit Breaker Type) หรือเป็นแบบไม่มีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Main Lug Type) โดยจำนวนเฟส จำนวนช่อง พิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) จะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด
- 5.6 แผงสวิตช์ต้องพ่นสีเทาอ่อนหรือสีที่กำหนดไว้ในแบบ และอบแห้งทั้งภายนอกและภายในอย่างน้อย 2 ชั้น หลังจากผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้ว
- 5.7 ด้านในของฝาหน้าของแผงสวิตช์ต้องมีตารางแสดงรายละเอียดของวงจรติดไว้ และมีป้ายชื่อของแผงสวิตช์ติดอย่างแน่นหนาที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ทุกแผง โดยป้ายชื่อให้ทำจากแผ่นพลาสติกซึ่งเมื่อทำการแกะสลักตัวอักษรตามชื่อของแผงสวิตช์แล้ว จะเห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องใช้สี หรือใช้ป้ายชนิดอื่นตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม
- 5.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้แบบกล่องหุ้มหล่อ (Molded Case) สามารถตัดกระแสเกินเนื่องจากความร้อน (Thermal Over Current Trip) และตัดกระแสลัดวงจรทันที (Instantaneous Magnetic Short Circuit Trip) ได้ มีพิกัดกระแสสูงสุด (AF) กระแสตัด (AT) และวิสัยสามารถตัดกระแส (IC) ไม่ต่ำกว่าที่ได้กำหนดในแบบ และ/หรือ ที่กำหนดในตารางโหลด
- 5.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ใช้แบบเสียบเข้า (Plug-in) หรือขันเกลียวเข้า (Bolt-on) และต้องสามารถใส่หรือถอดออกได้โดยไม่ต้องเลื่อนหรือถอดตัวอื่นออก เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกตัวต้องสามารถแสดงสถานะเปิด (On) ปิด (Off) และตัด (Trip) ได้อย่างชัดเจน
- 5.10 ถ้าไม่ได้กำหนดเป็นอย่างอื่นให้ติดตั้งแผงสวิตช์ลอยกับผนัง โดยใช้สลักเกลียวแบบปลอกเหล็ก (Expansion Bolt) ยึดติดกับผนัง และติดตั้งสูงจากพื้น 1.40 ม. (จากกึ่งกลางแผงถึงระดับพื้น)

- 5.11 ส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และหากเป็นเพดานไม่ติดไฟหรือมีแผ่นกั้นที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ส่วนบนของแผงสวิตช์และเพดานต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
- 5.12 แผงสวิตช์ต้องติดตั้งในสถานที่แห้ง เข้าถึงได้ และควบคุมได้โดยบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกหรือนอกอาคารต้องมีเครื่องห่อหุ้ม (กล่องหรือตู้) ที่ทนสภาพอากาศนอกจากแผงสวิตช์จะเป็นชนิดที่ออกแบบไว้สำหรับติดตั้งภายนอกอาคารได้ แผงสวิตช์ซึ่งอยู่ในสถานที่ที่มีวัตถุติดไฟได้ง่าย ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่แผงสวิตช์จะไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ต่อวัตถุติดไฟข้างเคียง
- 5.13 การติดตั้งแผงสวิตช์ในสถานที่เปียกชื้น ต้องมีการป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือน้ำเข้าไปในแผงได้ และต้องติดตั้งห่างจากผนังหรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าติดตั้งในสถานที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weatherproof)
- 5.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ตำแหน่งการติดตั้งตลอดจนการจัดแนว CONDUIT หรือ RACE WAY อื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

6. สายไฟฟ้า (CABLE AND WIRE)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 6.1 สายไฟทั้งหมดที่นำมาใช้ติดตั้งต้องมีตัวนำเป็นทองแดง และเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้าของ มอก. 11-2553 หรือ IEC ผลิตขึ้นโดยผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และยอมรับ โดยทั่วไปให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 450/750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 และ 90 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.2 ระบบสีของสายไฟฟ้าให้ใช้ดังนี้-
- | | | |
|---------|-----|----------------------------|
| PHASE | L1 | สีน้ำตาล |
| PHASE | L2 | สีดำ |
| PHASE | L3 | สีเทา |
| NEUTRAL | N | สีฟ้า |
| GROUND | GR. | สีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง |
- 6.3 สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นเพียงสีเดียวให้หาสีที่สายไฟ หรือพันเทป หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุกแห่งที่มีการต่อสาย และต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น
- 6.4 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินใต้ดิน ไม่ว่าจะโดยการร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรง ต้องเป็นสายที่มีเปลือกนอกหนาเป็นพิเศษ ที่ผลิตขึ้นสำหรับเดินใต้ดิน (มีชื่อทางการค้าว่า NYY.) ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มีฉนวนหุ้มทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 VOLTS และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 C
- 6.6 ขนาดของสายไฟที่กำหนดไว้เป็นตารางมิลลิเมตรทั้งหมด และห้ามใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นสาย CONTROL ซึ่งต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
- 6.7 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสายไฟให้ดูได้จาก LOAD SCHEDULE
- 6.8 ห้ามตัดต่อสายไฟฟ้าในแผงสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ การตัดสายไฟฟ้าจะต้องทำในกล่องต่อสายเท่านั้น และต้องพันทับด้วยเทปพันสายให้มีฉนวนเทียบเท่าสายไฟฟ้า สำหรับสายขนาด 10 ตร.มม.หรือ เล็กกว่า ต้องต่อสายโดยใช้ WIRE NUT สำหรับสายขนาด 16 ตร.มม.หรือใหญ่กว่า ต้องต่อสายโดยใช้ SOLDERLESS WIRE CONNECTOR ชนิดใช้เครื่องมือกลัด และใช้ HEAT SHRINK TUBE หุ้มรอยต่อสาย
- 6.9 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าไปในแผงสวิทช์ตัดตอน แผงสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ หรืออุปกรณ์อื่น จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ โดยใช้เชือกหรือสายรัด ผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่ และสายไฟฟ้าจะต้องมีความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 6.10 สายเคเบิลแรงสูงต้องเป็นสายเส้นเดียวตลอด ห้ามตัดต่อสายระหว่างทาง

- 6.11 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ชั่วคราวแบบมีหัวสกรูยึดสาย จะต้องใส่ TERMINAL ชนิดใช้เครื่องมือกลัด (ใช้ CABLE LUG แบบบีบ) และหุ้มด้วย HEAT SHRINK TUBE ทุกแห่ง
- 6.12 หัวต่อสายที่อยู่ในที่เปียกชื้นอยู่เสมอต้องหล่อหุ้มด้วยสาร SCOTCHAST, SIEMEN PROTOLIN หรือ EPOXY อื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า
- 6.13 การดึงสายไฟฟ้าผ่านท่อร้อยสาย ต้องกระทำหลังจากที่วางท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย กล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามไม่ให้เตรียมโดยร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด
- 6.14 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับงานดึงสายไฟภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 6.15 ในการดึงสายไฟฟ้าอาจใช้สารหล่อลื่นเพื่อช่วยลดความฝืดได้ โดยสารหล่อลื่นต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟแนะนำให้เท่านั้น
- 6.16 การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง รัศมีของการติดตั้งสายจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ ตาม NEC
- 6.17 ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้า หรือเคเบิล ต้องมีการป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม. ให้ใช้ HEAT SHRINK TUBING
- 6.18 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรเต้ารับไฟฟ้า และสายที่ต่อแยกเข้าเต้ารับไฟฟ้า ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.19 สายไฟฟ้าสำหรับต่อแยกไปยังดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.20 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.0 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

7. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 7.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบโลหะต้องเป็นชนิดเหล็กอาบสังกะสีโดยกรรมวิธี HOT – DIPPED ผิวภายในเรียบปราศจากตะเข็บ และท่อร้อยสายแบบโลหะต้องทำด้วยวัสดุพีวีซี ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- 7.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าจาก PANEL BOARD แต่ละชั้นไปยังตู้ MDB ให้ใช้วิธีเดินท่อร้อยสายลอยเกาะผนังของอาคารภายในช่องเดินระบบไฟฟ้า ด้วยท่อร้อยสายแบบบาง (EMT) หรือท่อร้อยสายแบบหนา (IMC. OR RSC.) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตารางโหลด
- 7.3 ท่อร้อยสายซึ่งฝังดิน ฝังในคอนกรีต หรือในที่โล่งซึ่งจำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อชนิด RIGID STEEL METALLIC CONDUIT (RSC) หรือท่อชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC.) ตามที่กำหนดไว้ในแบบ และ/หรือตารางโหลด สำหรับท่อร้อยสาย ซึ่งซ่อนในฝ้าเพดานให้ใช้ท่อชนิด ELECTRICAL METALLIC TUBING (EMT.) สำหรับท่อร้อยสายซึ่งเดินในผนังซึ่งไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC.) และอนุญาตให้ใช้ท่อชนิด ELECTRICAL METALLIC TUBING (EMT.) ได้ โดยข้อต่อท่อร้อยสายแบบ EMT ที่ใช้ในกรณีนี้จะต้องเป็นชนิดกันน้ำสำหรับท่อร้อยสาย ซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือนหรือในที่อื่นๆ ซึ่งไม่สามารถใช้ท่อร้อยสายดังกล่าวข้างต้นได้ให้ใช้ท่อชนิด FLEXIBLE CONDUIT สำหรับท่อร้อยสายโลหะ (PVC) อนุญาตให้ใช้ได้ ในกรณีที่ระบุไว้ในแบบ หรือในกรณีที่ได้รับการยืนยันจากผู้ออกแบบว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ
- 7.4 ก่อนติดตั้งท่อร้อยสายต้องทำความสะอาด ทั้งภายในและภายนอก ให้เรียบร้อย ปลายของท่อต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (REAMER)
- 7.5 การวางท่อร้อยสายให้พยายามติดตั้งให้ขนานหรือตั้งฉาก กับผนังและตัวอาคาร
- 7.6 กรณีที่จำเป็นต้องติดตั้งท่อร้อยสาย ต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ และระมัดระวังการตัดโค้งท่อต้องเป็นไปตามกฎของ NEC ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุ ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง
- 7.7 ท่อร้อยสายต้องยึดติดกับกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และแผงสวิทช์อัตโนมัติ สำหรับท่อชนิดหนา ให้ใช้ LOCK NUT และ BUSHING สำหรับท่อชนิดบางให้ใช้ COMPRESSION TYPE CONNECTOR และท่อร้อยสายต้องยึดหรือแขวนกับโครงสร้างให้มั่นคงแข็งแรง ห้ามใช้กล่องดึงสายเป็นตัวรับน้ำหนัก
- 7.8 ท่อ SLEEVE สำหรับท่อร้อยสายที่เดินทะลุผ่านเพดาน และผนัง จะต้องทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันกับท่อร้อยสายไฟฟ้าในส่วนนั้น และท่อ SLEEVE ไม่ให้ใช้งานต้องอุดด้วยคอนกรีต
- 7.9 ท่อร้อยสายที่เดินใต้ผิวดินต้องหาค้ำด้วยปลั๊กไม้ให้ทั่วอย่างน้อย 2 เที้ยว และเทพูนกลบ
- 7.10 การต่อท่อร้อยสายชนิดบางต้องใช้ COMPRESSION COUPLING สำหรับท่อชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และต้องใช้ ELECTRICAL PIPE JOINT COMPOUND ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อให้ระบบท่อร้อยสายมีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า
- 7.11 ท่อร้อยสายที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดาน และเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้หาค้ำไว้ที่ท่อทุกระยะ 1 เมตร ด้วยสีที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้

- 7.12 ขนาดท่อร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อ เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ หากขนาดท่อร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้โดยถือว่าผู้รับจ้างได้เสนอราคาสำหรับท่อร้อยสายที่ถูกต้องไว้แล้ว จึงไม่มีการเพิ่มเงินในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขขนาดท่อร้อยสายอีก
- 7.13 ตัวยึด (SUPPORT) และตัวแขวน (HANGER) ของท่อร้อยสาย รางร้อยสาย หรืออื่นๆ ให้ใช้แบบเหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL) ทั้งหมด

8. รังร้อยสาย (WIRE WAYS)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 8.1 รังร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ
- 8.2 รังร้อยสายทำจากเหล็กหนอยอย่างน้อย 1.6 มม. รังร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ ต้องผลิตขึ้นโดยวิธีป้องกันสนิม ฉาบสีแล้วอบแห้ง หรืออาบด้วยสังกะสี รังร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ ต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยที่หมุนเกลียว/สลักเกลียวต่างๆ ต้องเรียบกับผนังของรังร้อยสายไม่มีส่วนมีคมที่จะทำให้สายไฟฟ้าเสียหาย
- 8.3 รังร้อยสายต้องยึดให้มั่นคง โดยให้มีที่รองรับหรือที่ยึด รังร้อยสายในแนวนอนให้มีที่รองรับ ห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร นอกจากเป็นรังร้อยสายแบบที่อนุญาตให้มีที่รองรับห่างกันมากกว่านี้ได้ แต่ไม่เกิน 3.00 เมตร รังร้อยสายในแนวตั้ง ให้ยึดห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร และที่ยึดรังร้อยสายนี้จะต้องมีจุดเชื่อมต่อรังร้อยสายระหว่างจุดยึดไม่เกิน 1 จุด ท่อร้อยสายหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่นำมาต่อกับรังร้อยสายไม่ถือว่าเป็นตัวยึดรังร้อยสาย รังร้อยสายต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกันหากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยรังร้อยสายที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 8.4 ปลายของรังร้อยสายถ้าไม่มีการเดินสายต้องปิดด้วยแผ่นท้ายรังร้อยสาย ซึ่งผลิตขึ้นจากผู้ผลิตรังร้อยสายนั้น
- 8.5 รังร้อยสายที่ติดตั้ง จะต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และรังร้อยสายต้องต่อลงดินทุกจุดที่มีการเชื่อมรังร้อยสาย ต้องมีสายดินทองแดงเชื่อม (BONDING) ระหว่างรังร้อยสายทุกตอนที่นำมาเชื่อมต่อกัน ทางเดินสายที่ต่อออกจากรังร้อยสายต้องเป็นโลหะ และต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับรังร้อยสาย ถ้าทางเดินสายที่ต่อออกจากรังร้อยสายเป็นท่อโลหะ (PVC) ต้องใช้สายดินเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าด้วย
- 8.6 สายไฟฟ้าภายในรังร้อยสายแต่ละส่วน ต้องมีจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่ต้องนับรวมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลเพียงชั่วคราว และสายดิน
- 8.7 ขนาดของรังร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของรังร้อยสาย เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ หากขนาดรังร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้โดยถือว่าผู้รับจ้าง ได้เสนอราคาสำหรับขนาดรังร้อยสายที่ถูกต้องไว้แล้ว จึงไม่มีการเพิ่มเงิน ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขขนาดของรังร้อยสายอีก
- 8.8 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้าทุกเส้นภายในรังร้อยสายแต่ละส่วนต้องไม่เกิน 20% ของ พื้นที่ หน้าตัดภายในของรังร้อยสายไฟฟ้าที่ใช้นั้น หากขนาดรังร้อยสายที่กำหนดในแบบเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง
- 8.9 หากมีการต่อสายไฟฟ้าภายในรังร้อยสาย จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และจะต้องต่อสายเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้เท่านั้น

- 8.10 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสาย จะต้องจัดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้รวมกันเป็นกลุ่มอย่างเป็นระเบียบ
สำหรับโหลดแต่ละกลุ่ม
- 8.11 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

9. กล้องต่อสายและกล้องดึงสาย

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 9.1 กล้องต่อสายและกล้องดึงสายต้องเป็นชนิด เหล็กอาบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และชนิดโลหะหล่อยึดติดกับท่อด้วยเกลียวในกรณีที่เป็นต้องมีระบบกันน้ำ และเป็นไปตามมาตรฐานของ NEC ตามหัวข้อที่ 370 และ 373
- 9.2 กล้องดึงสาย (PULL BOX) ต้องเป็นแบบกล่องเหล็กพับ มีฝาปิดยึดติดด้วยสกรู และต้องผ่านขบวนการป้องกันสนิม และพ่นสีเทา อย่างน้อย 3 ครั้ง หรือตามที่ระบุในแบบ รวมทั้งต้องผ่านการลบคมเพื่อป้องกันการบาดสายไฟฟ้า มีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มม.
- 9.3 กล้องต่อสาย และกล้องดึงสาย ต้องมีขนาดและปริมาตรตามกฎหมายของ NEC โดยให้ยึดถือจากขนาด และจำนวนของสายไฟฟ้าที่มีการต่อสาย และสายไฟฟ้าที่ดึงผ่าน เป็นหลัก
- 9.4 กล้องต่อสายสำหรับโคมไฟฟ้าต้องใช้กล่องขนาด 4 นิ้วชนิดแปดเหลี่ยม กล้องต่อสายสำหรับเต้ารับและสวิตช์ต้องใช้กล่องขนาด 4X2.5 นิ้ว หรือ 4X4 นิ้ว โดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเต้ารับและสวิตช์ที่ใช้ กล้องต่อสายสำหรับสวิตช์จำนวนมากต้องใช้ตามที่ผู้ผลิตสวิตช์แนะนำ
- 9.5 กล้องต่อสายและกล้องดึงสาย ต้องติดตั้งตามลักษณะการใช้งาน เช่น ติดตั้งซ่อนในฝ้า ติดตั้งฝังเรียบฝ้าผนังเป็นต้น และต้องสามารถเข้าไปตรวจสอบและบำรุงรักษาได้โดยง่าย
- 9.6 กล้องต่อสายและกล้องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานและติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรงห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- 9.7 รูของกล้องดึงสายที่ไม่ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย
- 9.8 กล้องต่อสาย สำหรับระบบไฟฟ้า และโทรศัพท์ ที่ติดตั้งบนพื้น ให้ใช้กล่องโลหะหล่อที่ผลิตขึ้น สำหรับงานทางไฟฟ้า ขนาดประมาณ 4X4X1 ½ นิ้ว โดยมี FLOOR PLATE ทำด้วยทองเหลืองหรือ อะลูมิเนียมแข็ง มีฝาругกลางแบบเกลียวขนาด ¾ นิ้ว สำหรับใส่ FLOOR FITTING ชนิดต่างๆ ได้
- 9.9 กล้องต่อสายที่ติดตั้งนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ทำด้วยอะลูมิเนียม หรือเหล็กหล่อผาครอบมียางอุดรอบ หรือทำให้กันน้ำและฝนเข้าได้
- 9.10 กล้องต่อสาย และกล้องดึงสายทุกกล่อง ต้องต่อลงดินตามมาตรฐานของ NEC
- 9.11 กล้องต่อสาย และกล้องดึงสายทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ไม่มีสนิมเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างหากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 9.12 การต่อท่อร้อยสายเข้ากับ กล้องต่อสายและกล้องดึงสาย ต้องประกอบด้วย LOCK NUT และ BUSHING รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น
- 9.13 กล้องต่อสายของวงจรไฟฟ้าปกติ ต้องแยกต่างหากจาก กล้องต่อสายของวงจรไฟฟ้าฉุกเฉินและวงจรไฟฟ้าสำรอง

- 9.15 ก่อต่อสาย และกล่องดึงสายทุกกล่อง ต้องทาสีทั้งภายนอกและภายใน ด้วยรหัสสีที่กำหนด สำหรับอุปกรณ์
การเดินสาย โดยกำหนดสีดังนี้ คือ

ระบบไฟฟ้าปกติ	สีส้ม
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟฟ้าสำรอง	สีเหลือง
ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบโทรทัศน์รวม	สีน้ำเงิน
ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	สีแดง

10. ดวงโคมไฟฟ้า

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 10.1 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้น และทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐาน มอก. BS, VDE, NEMA, JIS และมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 10.2 ตำแหน่งดวงโคมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับฟ้าเพดานหรือปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้งและผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบ หรือส่วนที่ดำเนินการติดตั้งไปแล้ว ได้ตามสมควร โดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด
- 10.3 ดวงโคมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามใช้ดวงโคมเป็นทางเดินของสายวงจรย่อย ไปจ่ายไปยังจุดอื่นๆ
- 10.4 กรณีที่ต้องการมีการแขวนโคมให้ใช้ก้านแขวนโคมหรือสายห้อย ซึ่งมีสปริงหรือสกรูปรับระดับของดวงโคมได้สะดวก
- 10.5 ดวงโคมแบบติดตั้งในฝ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายอ่อน (FLEXIBLE CONDUIT) ต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงโคมแต่ละดวง และห้ามวางน้ำหนัkdวงโคม ลงบนโครงฝ้า หรือแผ่นฝ้าเพดานโดยตรง ต้องใช้ก้านเหล็กแบบปรับระดับได้เป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม โดยยึดก้านเหล็กปรับระดับกับเพดานที่เป็นปูน
- 10.6 ดวงโคมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (WEATHER PROOF) หรือ IP 55 และผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 10.7 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองซึ่งมีการเก็บน้ำมัน จะต้องเป็นดวงโคมที่มีหลอดไฟฟ้าชนิดที่ไม่มีสตาร์ทเตอร์เท่านั้น โดยเป็นหลอดไฟฟ้าชนิด REPID START FLUORESCENT หรือหลอด PREHEAT FLUORESCENT ที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น
- 10.8 ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ต้องสามารถหาซื้อได้ง่าย เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 10.9 การยึดดวงโคมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง ด้วย LEAD ANCHOR และ สกรู และในกรณีที่ดวงโคมมีน้ำหนักมาก ให้ยึดด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม
- 10.10 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีชนิดและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ ความหนาของเหล็กที่ใช้ทำโคมต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ตัวโคมต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม, พ่นสีกันสนิม โดยใช้แผ่นสะท้อนแสงชนิด ALUMINIUM ที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงรวมไม่ต่ำกว่า 95 % ทั้งหมด ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างหนึ่งในแบบพิมพ์
- 10.11 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะต้องใช้หัวหลอดชนิด HEAVY DUTY, SPRING LOADED หรือ ROTARY LOCKED ตาม มาตรฐานของ NEMA, VDE, JIS ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ใช้
- 10.12 บัลลาสต์ต้องติดตั้งให้เรียบร้อย โดยไม่สามารถมองเห็นบัลลาสต์จากด้านล่างของดวงโคมได้ และจะต้องสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากตัวบัลลาสต์ได้ดี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลาสต์สูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน บัลลาสต์ที่ใช้จะต้องไม่มีเสียงรบกวนจากการสั่นของแกนเหล็กของบัลลาสต์ บัลลาสต์ต้องเป็นชนิดที่มีค่าความ

สูญเสียต่ำ (LOW LOSSES BALLAST) และเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ

- 10.13 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้หลอดชนิด PREHEAT, DAY LIGHT ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ คาปาซิเตอร์ สำหรับการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ต้องเป็นชนิด DRY METALLIZED PLASTIC ตามมาตรฐาน VDE หรือ IEC และมีตัวต้านทานคร่อมสำหรับการปล่อยประจุ
- 10.14 หลอดไฟแอลอีดี (LED) ให้เป็นไปตาม มอก. 1955-2551 (เฉพาะผลิตภัณฑ์ LED) LM79, LM80
- 10.15 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดอุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส หรือชนิด IEC 01 และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 10.16 ดวงโคมสำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ต้องมีฐานหลอดเป็นแบบชนิดเกลียว และหลอดอินแคนเดสเซนต์ ต้องเป็นชนิดที่ใช้กับแรงดัน 220 โวลท์ หลอดเป็นชนิดไส้ หรือไส้ ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 10.17 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบอินแคนเดสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดอุณหภูมิใช้งาน 105 องศาเซลเซียส และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร. มม.
- 10.18 สำหรับดวงโคมฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม, แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่ แบบอัตโนมัติและอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ ดวงโคมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 วัตต์ จำนวน 2 หลอด แบตเตอรี่ใช้เป็นแบบ SEALED LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชม. รวมทั้งสามารถตรวจสอบ และซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ทางด้านหน้า โดยไม่ต้องรื้อถอนชุดดวงโคม หรืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกจากตำแหน่ง
- 10.19 ดวงโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม, แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่ แบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟฟ้าดับ แบตเตอรี่ ใช้เป็นแบบ SEAL LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชม.

11. สวิตช์และเต้ารับ (SWITCHES & RECEPTACLE)

- 11.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่าน การทดสอบมาตรฐานของ UL, JIS หรือ VDE
- 11.2 สวิตช์และเต้ารับทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ใน OUTLET BOX
- 11.3 แผงสวิตช์รวมที่ติดตั้ง อยู่ในบริเวณเดียวกันเกินกว่า 6 ตัว ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP DRAWINGS ให้ วิศวกรอนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง
- 11.4 รายละเอียดทางเทคนิค
 - 11.4.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 AMPS. 250 VOLTS หรือมี ขนาดไม่น้อยกว่า 125% ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น
 - 11.4.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 16 AMPS. 250 VOLTS เป็น แบบที่ใช้ขา เสียบกลม และแบน (UNIVERSAL TYPE) และมีรูกลมที่ 3 สำหรับสาย GROUND โดยต่อสาย GROUND เข้ากับ CONDUIT BUSHING หรือ OUTLET BOX ในกรณีที่ไม่มีสายดิน
- 11.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับหรือสวิตช์ที่กันน้ำ หรือติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จะต้องมียุกันน้ำ
- 11.6 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับพื้นต้องเป็นแบบ ปิด-เปิด ฝาเต้ารับด้วยการกดปุ่ม (POP - UP)
- 11.7 หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น FLOOR JUNCTION BOX ให้เป็นชนิดฝาเกลียวทองเหลือง พร้อมปะเก็นยางกัน น้ำ
- 11.8 ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1.20 เมตร สำหรับสวิตช์
 - 0.25 เมตร สำหรับเต้ารับติดผนังทั่วไป
 - 0.90 เมตร สำหรับเต้ารับ COUNTERหรือกำหนดเป็นอย่างอื่นเช่น H100=1.00 เมตร
- 11.9 ผู้รับจ้างจะต้องสำรองเต้ารับและสวิตช์ ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานอย่างละ 20 ชุด
- 11.10 ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

12. ระบบสายดิน (GROUNDING SYSTEM)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

12.1 ระบบสายดินทั้งหมดประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้

- 12.1.1 SYSTEM GROUND
- 12.1.2 EQUIPMENT GROUND
- 12.1.3 LIGHTNING ARRESTER GROUND

12.2 ระบบสายดินทั้งหมดในข้อ 1 ให้เดินแยกอิสระจากกันทั้งหมด

อุปกรณ์หลักประกอบด้วย

- 12.2.1 BARE COPPER WIRE ชนิด STRAND ขนาดของสายตาม NEC TABLE 250-95
- 12.2.2 GROUND ROD ชนิด COPPER CLAD STEEL ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต ตอกลงต่ำกว่าระดับดิน ไม่น้อยกว่า 2 ฟุต

12.3 การต่อสายGROUNDในจุดที่อยู่ใต้ดินให้ต่อแบบTHERMAL WELDED(CAD WELD) ให้แน่นหนาคงทนถาวร

12.4 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง GROUNDING สำหรับอุปกรณ์หลักต่างๆ ทั้งหมด เช่น

- 12.4.1 HV. CUBICLES
- 12.4.2 TRANSFORMER
- 12.4.3 MAIN AND SUBDISTRIBUTION BOARD
- 12.4.4 PANEL BOARD
- 12.4.5 MOTOR
- 12.4.6 อุปกรณ์สื่อสาร (แยกต่างหากออกจากระบบไฟฟ้า)

12.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสาย BARE COPPER สำหรับ GROUNDING ทั้งหมด ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดง ไม่น้อยกว่า 98%

12.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของระบบ GROUNDING ทั้งหมดของโครงการ โดยระบุขนาดของสาย GROUND, GROUNDING LOOP, ตำแหน่ง GROUND ROD และ อุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและตัวอย่างวัสดุ อุปกรณ์ส่งขออนุมัติก่อนการติดตั้ง

12.7 ค่าความต้านทานของระบบ GROUNDING ต้องไม่เกิน 5 OHM.

13. ระบบป้องกันฟ้าผ่า (LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)

- 13.1 ระบบล่อฟ้าของโครงการได้ออกแบบไว้ป้องกันอันตรายอันจะเกิดขึ้นแก่ทรัพย์สินหรือบุคคลอันอาจจะเกิดขึ้นจากฟ้าผ่า
- 13.2 เป็นระบบ CONVENTIONAL TYPE โดยมีรายละเอียด ตามแบบแปลน และข้อกำหนดนี้
- 13.3 อุปกรณ์หลักของระบบประกอบด้วย
 - 13.3.1 หัวล่อฟ้า (AIR TERMINAL)
 - 13.3.2 BARE COPPER BAR หรือ COPPER WIRE สำหรับสายนำลงดิน
 - 13.3.3 EARTHING
 - 13.3.4 CONNECTOR & SUPPORT
- 13.4 BARE COPPER WIRE ส่วนที่เดิน EXPOSE จะต้องเดินร้อยอยู่ในท่อ PVC
- 13.6 สายนำลงดินให้เดินโดยมีจุดหักโค้งน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
- 13.7 EARTHING ต้องประกอบด้วยแท่ง GROUND ROD หรือ COPPER PLATE ฝังอยู่ในดินลึกไม่น้อยกว่า 0.60 ม. และมีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 5 OHMS.
- 13.8 ผู้รับจ้างต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS และส่งวัสดุอุปกรณ์หลัก เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

14. เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ (INDICATING METER AND ACCESSORIES)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 14.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ
- 14.2 เป็น METER แบบทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 100 มม.
- 14.3 เป็นชนิด LINEAR SCALES แบบฝังเรียบ
- 14.4 เหมาะสำหรับติดตั้งเข้ากับ PANEL BOARD หรือ SWITCH BOARD
- 14.5 AC. KILOWATT HOUR METER เป็นแบบ ROTATING FIELD COMPENSATION CLASS 2.0
- 14.6 CURRENT TRASFORMER RATIO x 5A.
- 14.7 POTENTIAL TRANSFORMER ตามความเหมาะสม
- 14.8 ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่าง METER และอุปกรณ์ทั้งหมด รวมหมายถึง CT, PT SELECTOR SWITCH, PUSH BUTTON SWITCH, PILOT LAMP และอื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

15. ระบบโทรศัพท์

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

15.1 ตู้สาขาอัตโนมัติ (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE)

- 15.1.1 ตู้สาขาอัตโนมัติ จะต้องเป็น STORED PROGRAM CONTROL ควบคุมด้วยระบบบรรจุคำสั่ง ตามมาตรฐาน CCITT และมาตรฐานองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย (TOT) ระบบของสวิตช์ตู้สาขา จะต้องสามารถใช้งานในลักษณะเดียวกันทั้งระบบ VOICE และ DATA มีขนาด (CAPACITY) ดังนี้
- ขนาดหมายเลขภายนอก (CO LINE) 50 หมายเลข และสามารถขยายเลขหมายได้โดยการเพิ่มตู้ SHELF และการัดเลขหมายในอนาคต หรือตามแบบกำหนด
 - ขนาดหมายเลขภายใน (EXTENSION LINE) 100 เลขหมาย และสามารถขยายเลขหมายได้โดยการเพิ่มตู้ SHELF และการัดเลขหมายในอนาคต หรือตามแบบกำหนด
- 15.1.2 ตู้สาขาอัตโนมัติจะต้องสามารถใช้งานได้ ดังนี้
- สามารถเพิ่มจำนวนเลขหมายภายในตู้ได้ โดยใช้ระบบเดียวกัน
 - สามารถเชื่อมต่อและใช้งานร่วมกับระบบโทรศัพท์ของอาคารเดิมได้เป็นอย่างดี
 - สามารถใช้งานกับเครื่องรับโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มความถี่เสียง (DTMF) หรือชนิด DIGITAL
 - สามารถต่อใช้งานกับตู้สาขาโทรศัพท์ภายนอกอื่นในระบบ DECADIC และ DTMF SIGNALLING หรือ DIGITAL TRUNK ได้เมื่อต้องการ
 - สามารถกำหนดความสามารถในการใช้งานของเครื่องโทรศัพท์ภายในได้ เช่น
 - (1) ใช้ติดต่อภายในได้
 - (2) ใช้ติดต่อได้ทั้งภายในและภายนอก
 - (3) ใช้ติดต่อโทรทางไกลภายในประเทศได้
 - (4) ใช้ติดต่อโทรทางไกลต่างประเทศได้ เป็นต้น
 - สามารถกำหนดรับสายแทนกันได้ โดยกดรหัสที่กำหนด และสามารถเรียกสายกลับได้ ในกรณีที่สายของผู้ถูกเรียกว่างลง
 - ต้องมีระบบตัดสายออกชั่วคราว ในกรณีที่ สายโทรศัพท์ลัดวงจร ใช้สายนานเกินควร และวางหูเครื่องรับไม่สนิท
 - สามารถบันทึกการใช้งานโทรศัพท์ (BILLING RECORD SYSTEM) ในการต่อออกภายนอกของเครื่องภายใน โดยพิมพ์ดูรายละเอียดได้เมื่อต้องการ เช่น
 - (1) วัน เดือน ปี ที่โทรออก (DATE)
 - (2) เลขหมายภายในที่โทรออก (EXTENSION NUMBER)
 - (3) เลขหมายที่โทรไป (DESTINATION NUMBER)
 - (4) ระยะเวลาที่ใช้ (DURATION TIME)

(5) ค่าใช้จ่ายของแต่ละเลขหมายที่โทรออก (EXTENSION EXPENSE)

- ต้องมีอุปกรณ์สำหรับตอบรับสายโทรศัพท์เข้าโดยอัตโนมัติ (AUTO-ATTENDANT) พร้อมกันได้อย่างน้อย 4 วงจร โดยมีคุณสมบัติทั่วไป ดังนี้
 - (1) โอนสายอัตโนมัติไปยังเลขหมายภายใน
 - (2) ตอบรับได้ทั้งใน และนอกเวลาทำการ หรือตลอด 24 ชั่วโมง
 - (3) มีระบบโอนสายไป OPERATOR โดยอัตโนมัติ
 - (4) แจ้งให้ทราบได้ทั้งสายไม่ว่าง และไม่มีผู้รับสาย
 - (5) เลือกโอนสายไปยังหมายเลขอื่น ๆ ได้ในกรณีเลขหมายที่โอนไปไม่ว่างหรือไม่มี ผู้รับสาย
- สามารถจำกัดเวลาการติดต่อสื่อสารระหว่างสายภายในกับสายภายนอกได้ เช่น สามารถสนทนาได้ไม่เกินครั้งละ 30 นาที หรือไม่เกินกว่าช่วงเวลาที่ถูกจำกัด
- ต้องติดตั้งอุปกรณ์ SURGE PROTECTION ไว้ในทุกจุดที่ต้องเชื่อมต่อวงจรกับอุปกรณ์อื่นๆ คือ INCOMING LINE, POWER SUPPLY และทุกคู่สายที่เดินอยู่ภายนอกอาคาร
- ในกรณีที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง เครื่องรับโทรศัพท์ภายในต้องสามารถติดต่อสายภายนอกได้โดยตรง
- สามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเพื่อรองรับการใช้งานในระบบ IP TELEPHONY หรือ VOICE OVER IP ร่วมกับระบบ IP NETWORK ได้เมื่อต้องการ

15.1.3 อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้า (POWER SUPPLY)

- อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าประกอบด้วยเครื่องแปลงกระแส และประจุไฟฟ้า (RECTIFIER) ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบอยู่ร่วมกับตู้สาขาโทรศัพท์ เพื่อจ่ายให้ระบบโทรศัพท์ และประจุเข้าแบตเตอรี่
- แบตเตอรี่เป็นแบบ MAINTAINANCE FREE ชนิด SEALED LEAD-ACID ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น จำนวน 1 ชุด พร้อมแท่นรอง
- จัดทำระบบ GROUND ที่ดี สามารถป้องกันไฟฟ้ารั่ว, ไฟฟ้า และสัญญาณรบกวน
- ขนาดของเครื่องแปลงกระแส ประจุไฟฟ้า และขนาดของแบตเตอรี่จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับความต้องการของตู้สาขาโทรศัพท์ และตู้สาขาโทรศัพท์ สามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง เมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯดับ

15.2 เตารับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)

เตารับโทรศัพท์ทั่วไป จะต้องเป็นชนิดติดตั้งฝังผนัง แบบ MODULAR JACK ติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะ มีฝาปิดแบบพลาสติกเรียกร้อย การต่อสายเข้าเตารับจะต้องต่อสาย 4 เส้น ต่อ 1 เตารับ (4 CORE/1 MODULAR JACK) โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างของ COVER PLATE ให้สถาปนิกฝ่ายผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

15.3 ตู้กระจายสาย (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)

- 15.3.1 แผงต่อสายภายในตู้กระจายสายต้องใช้แผงชนิด MODULES, DISCONNECTION TYPE ที่สามารถเสียบเครื่องมือตรวจสอบสายภายในและภายนอกได้ และต้องสามารถต่อสายเข้าแผง ด้วยเครื่องมือเข้าสายโดยเฉพาะเท่านั้นโดยไม่ต้องปอกสาย
- 15.3.2 DISCONNECTION MODULES ที่ใช้งานแต่ละชุดสามารถต่อใช้งานได้ชุดละ 10 คู่สาย และจำนวน MODULES จะต้องติดตั้งให้เพียงพอสำหรับจำนวนคู่สายที่ต่อเข้าและออกไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตาราง
- 15.3.3 DISCONNECTION MODULES จะต้องติดตั้งบนฐานรองรับที่มีความแข็งแรงทนทานในด้านเชิงกลและไฟฟ้า โดยทำขึ้นสำหรับ MDF โดยเฉพาะเท่านั้น
- 15.3.4 ชุด DISCONNECTION MODULES จะต้องประทับตราหรือสัญลักษณ์ของผู้ผลิต (BRAND NAME) ให้ชัดเจนเพื่อเป็นการป้องกันของเทียมหรือทำเลียนแบบและจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย โดยมีเอกสารอ้างอิง
- 15.3.5 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าแรงสูงชนิด GAS DISCHARGE PROTECTORS ตามมาตรฐานองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ทุกคู่สายที่เดินอยู่ภายนอกอาคารโดยที่แผง ARRESTER จะต้องต่อลงดินให้ถูกต้อง
- 15.3.6 ตู้ใส่แผงต่อสาย ต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 MM. มีฝาบานพับถอดได้พร้อมล็อกและไขด้วยกุญแจอย่างดี ตู้พ่นสีกันสนิมก่อนพ่นสีทึบแล้วอบ
- 15.3.7 ในตู้ของแผงต่อสายจะต้องมีที่ยึดสายต่างๆ ให้เรียบร้อย มีที่ติดม้วนสาย JUMPER มีที่ติดเครื่องมือเข้าสาย, เครื่องมือเสียบทดสอบสาย และสามารถที่จะติดตั้งระบบ GROUNDING
- 15.3.8 ตู้กระจายสาย จะต้องต่อลงดินให้ถูกต้อง โดยใช้ TERMINATOR ต่อสาย ขึ้นด้วยสกรูที่ไม่ขึ้นสนิมอย่างดีโดยสายไฟ และแท่งหลักดิน ที่ใช้มีขนาดดังระบุในแบบ
- 15.3.9 ตู้กระจายสายที่ใช้ จะต้องเป็นแบบที่ติดตั้งบนผนัง (WALL MOUNTED)

15.4 TELEPHONE CABINET (TC)

- 15.4.1 TERMINALS ต่างๆ ที่ใช้งานของระบบโทรศัพท์ จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งาน ในระบบโทรศัพท์เท่านั้น โดยเป็นแบบ MODULES แต่ละชุดสามารถต่อใช้งานกับสายป้อนกลุ่มละ 10 คู่สาย และสำหรับ 10 คู่สายนอก ติดตั้งบนฐานรองรับอยู่ในกล่องต่อสายโดยเฉพาะ (ขนาด และจำนวนคู่สายดูรายละเอียดจากแบบ)
- 15.4.2 ตัวกล่องต่อสายจะต้องเป็นแบบที่ติดตั้งบนผนัง ในกรณีที่กล่องต่อสายมีขนาดใหญ่จะต้องมี WIRE RETAINER และ WIRE GUIDE เพื่อจัดหมวดหมู่ของสายให้เรียบร้อย การต่อสายโทรศัพท์ ณ ที่ TERMINALS จะต้องสามารถจัดทำโดยเครื่องมือต่อสายโดยเฉพาะเท่านั้น
- 15.4.3 แผง MODULES ที่ใช้กับตู้ TC เป็นชนิด DISCONNECTION TYPE

- 15.4.4 แผง MODULES จะต้องประทับตราหรือสัญลักษณ์ของผู้ผลิต (BRAND NAME) ให้ชัดเจนเพื่อเป็นการป้องกันของเทียมหรือทำเลียนแบบ และจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยโดยมีเอกสารอ้างอิง

15.5 TELEPHONE CABLE AND WIRES

- 15.5.1 สายที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. มีจำนวนคู่สายตามระบุในรูปแบบ การจัดสายโทรศัพท์ทั้งหมด ห้ามมิให้ทำการตัดต่อระหว่างทาง และนอกจากระบุเป็นอย่างอื่น สายโทรศัพท์ที่ใช้ให้เป็นไปตามนี้
- 15.5.2 สายที่ใช้พาดบนเสาไฟฟ้า ไปยัง MDF ใช้สาย FIG.8 AP: FIGURE 8 ALPETH SHEATHED CABLE WITH SUPPORT MESSENGER WIRE
- 15.5.3 สายที่ใช้จาก MDF ไปยัง TC ให้ใช้สาย TPEV: POLYETHYLENE INSULATED AND PVC. SHEATHED TERMINATING CABLE
- 15.5.4 สายที่ใช้งานกับเต้ารับโทรศัพท์ภายในอาคารให้ใช้สาย TIEV : INSIDE-OUTSIDE STATION WIRE

16. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

16.1 ความต้องการทั่วไป (General Requirement)

- 16.1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Pre signal, Non-Coded, โดยตู้ควบคุมและอุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพสินค้าตามมาตรฐาน UL List หรือ EN54 การเดินสายและการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, NFPA 72, และ ว.ส.ท. 2002/43
- 16.1.2 การรับประกันสินค้า
- รับประกันคุณภาพสินค้า 2 ปี
 - รับประกันการสำรองอะไหล่สำหรับซ่อมบำรุงรักษาระบบไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยโรงงานผู้ผลิตออกเอกสารให้สำหรับโครงการที่ขออนุมัติใช้งาน

16.2 ขอบเขตของงาน (Scope of work)

- 16.2.1 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และทดสอบระบบจนสามารถใช้งานได้ตามตำแหน่งและจำนวนที่ปรากฏในแบบ ซึ่งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้
- ตู้ควบคุม Fire Alarm Control Panel C/W Battery Backup and Charger
 - แผงแสดงผลเพลิงไหม้ Graphic Annunciator
 - อุปกรณ์แจ้งสัญญาณแบบระบุตำแหน่ง Intelligent Analog Devices
 - อุปกรณ์ตรวจจับควัน Smoke Detectors
 - อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน Heat Detectors
 - อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ Manual Pull Stations
 - อุปกรณ์แจ้งเหตุ Audible/Visible Notification Appliance (such as : Bells, Horns, Horns Strobes Light)
 - อุปกรณ์อื่นๆที่ระบุในแบบ
- 16.2.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ (Conduit and Wiring System) รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

16.3 การทำงานของระบบ (System Operation)

- 16.3.1 การทำงานของระบบ Pre signal คือเมื่อวงจรเริ่มสัญญาณได้รับสัญญาณเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือจาก Manual Station ระบบจะแสดงข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD พร้อมแสดงสัญญาณ Alarm เป็นไฟสีแดงและมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังและระบบจะส่งสัญญาณไปที่หลอดไฟของตู้แสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator) จนกว่าจะมี

- เจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Alarm Silence ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะอยู่แต่เสียงสัญญาณที่ตู้ Control จะเงียบลง และหลอดไฟแสดงโซนที่เกิดเหตุที่ตู้ควบคุมจะยังคงติดค้างอยู่ หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในโซนใหม่สัญญาณเสียงจะกลับมาเตือนซ้ำอีกครั้ง
- 16.3.2 ถ้าไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ภายในเวลา 0-3 นาทีซึ่งสามารถตั้งได้ ระบบจะส่งแจ้งสัญญาณเตือนไปยังโซนหรือชั้นที่เกิดเหตุ อาจรวมทั้งโซนที่ใกล้เคียงนั้นสามารถโปรแกรมได้รวมทั้งสามารถตั้งเวลาในแต่ละช่วงได้(Sequence) หลังจากนั้นอีก0-3 นาทีซึ่งสามารถตั้งได้ถ้ายังไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ระบบจะส่งสัญญาณเตือนไปทั่วทั้งอาคาร (General Alarm)รวมทั้งส่งสัญญาณไปที่ระบบพัดลมอัดอากาศและระบบลิฟต์
- 16.3.3 สัญญาณเตือนจะประกอบด้วยสัญญาณเสียง(Audible signal)และสัญญาณแสง(Visible signal) (ถ้าหากมีระบุในแบบ) การหยุดเสียงสัญญาณเตือนทำได้โดยการกดปุ่ม Alarm Silence เสียงสัญญาณจะเงียบลง
- 16.3.4 เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ คือสายขาด, สายวงจรรั่วลงดิน, ไฟเมนดับ, ไฟแบตเตอรี่ต่ำ รวมทั้งแผงวงจรควบคุมชำรุด ให้แสดงสัญญาณ Trouble เป็นไฟสีเหลืองพร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดัง จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Panel Silence ไฟสัญญาณ Trouble สีเหลืองจะติดอยู่แต่เสียงสัญญาณจะเงียบลง โดยเจ้าหน้าที่สามารถทราบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD ในกรณีที่ระบบได้รับการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว ตู้ควบคุมจะ Reset ระบบให้กลับสู่สภาวะปกติอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่มReset ที่ตู้ควบคุมอีกครั้ง
- 16.3.5 ในกรณีที่ มี Computer Display เมื่อเกิดการตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ได้ จอ Monitor จะแสดงแผนผังของอาคารเฉพาะจุดที่เกิดเหตุโดยอัตโนมัติ

16.4 วัสดุ (Material)

- 16.4.1 ตู้ควบคุม Fire Alarm Control Panel
- ประกอบด้วยแผงควบคุม เป็นระบบ Addressable Analog System รองรับอุปกรณ์ได้จำนวนไม่น้อยกว่า 96 Address Detectors และ Address Modules ต่อ Loop และสามารถขยายได้ไม่น้อยกว่า 2 Loops การทำงานควบคุมด้วย CPU, Power Supply 24Vdc, Battery Charger /Battery Back up ชนิด Seal Lead – Acid สามารถจ่ายไฟได้ในสภาวะปกติไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแล้วในสภาวะแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไม่น้อยกว่า 15 นาที โปรแกรมเก็บไว้ใน Memory EPROM ข้อมูลไม่หายในกรณีที่ไฟดับ แผงควบคุมทั้งหมดบรรจุในกล่องเหล็กประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตซึ่งผ่านการป้องกันสนิมและสีเคลือบอย่างดี มีกุญแจล็อกด้านหน้าป้องกันผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง ระบบต้องมีความสามารถอย่างน้อย ดังนี้
- ตรวจสอบสายวงจรโซนได้ตลอดเวลา (Supervised Circuit)

- รองรับการเดินสายสัญญาณได้ทั้งแบบ Class A หรือ Class B ตามที่กำหนดในโปรแกรม
 - มีสัญญาณแจ้ง Alarm, Trouble, Alarm Silence, Trouble Silence, AC Power Fail, Battery Trouble และ Ground Fault แสดงเป็นแสงและเสียงเตือนที่ตู้ควบคุม
 - มีปุ่มกด Reset, Panel Silence, Alarm Silence, Drill
 - มี Common Alarm Relay และ Common Trouble Relay
- 16.4.2 อุปกรณ์ต่อเชื่อมสัญญาณ (Initiating Devices และ Indicating Devices)
- Monitor Module เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED เพื่อแจ้งสถานะ Alarm หรือ Trouble
 - Control Module เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED เพื่อแจ้งสถานะ
- 16.4.3 แผงแสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)
- Computer Display เป็นแบบแสดงผลผ่านระบบ Computer สามารถแสดงตำแหน่งเกิดเหตุผ่านทางจอ Monitor และสามารถควบคุมระบบผ่านทาง Computer ได้ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ Personal Computer CPU รุ่นใหม่ล่าสุดในขณะนั้น จอ Monitor ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว
 - Mimic Annunciator เป็นแผนภาพแสดงโซนที่เกิดเหตุทำจากแผ่นอลูมิเนียมโนโคไซด์เป็นรูปแบบอาคารและประกอบด้วย
 - (1) หลอดไฟสีเขียวแสดง Power On
 - (2) หลอดไฟสีแดงแสดงโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
 - (3) Test Lamp Switch เพื่อทำการทดสอบการทำงานของหลอดไฟทุกดวง
- 16.4.4 อุปกรณ์ตรวจจับ (Automatic Sensor)
- Smoke Detector Addressable (ตามระบุในแบบ) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Intelligent Photoelectric Smoke Detector ตรวจจับควันด้วยลำแสงที่อยู่ภายในอุปกรณ์เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้ พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสถานะ
 - Heat Detector Addressable (ตามระบุในแบบ) เป็นแบบ Intelligent Heat Detector เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนแบบ Fixed Temp หรือ Fixed Temp with Rate of Rise (ตามกำหนดในแบบ) เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสถานะ
 - Optical Smoke Detectors เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ใช้ลำแสงที่อยู่ภายในอุปกรณ์เป็นตัวตรวจจับ อุปกรณ์สามารถทำงานได้ในสภาพอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียสถึง +50 องศาเซลเซียส ความชื้น 20%-95% RH อุปกรณ์ตรวจจับควันเป็นแบบ Simple twist and lock

กับฐานซึ่งมี Terminal แบบสกรูสำหรับเข้าสายสัญญาณและสามารถต่อพ่วง Remote LED ได้ที่ฐาน มีหลอดไฟ LED แสดงการทำงานขณะเกิด Alarm

- Smoke Beam Detector เป็นอุปกรณ์ ตรวจจับควัน แบบแสงติดตั้งในโครงหลังคา อุปกรณ์ประกอบด้วย อุปกรณ์ส่งแสงและรับแสง หลักการทำงานคือเมื่อมีควันไฟเคลื่อนผ่านลำแสง Beam ระหว่างตัวรับและตัวส่ง จะทำให้อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟทำงาน ระยะห่างในการตรวจจับระหว่างตัวรับและตัวส่งสามารถติดตั้งห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 100 เมตร หรือ ตามแบบระบุ หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- Combination Type Heat Detectors เป็นชนิดที่มีการทำงาน 2 ลักษณะคือ ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิน 15 F (8.3 C) ต่อนาที (Rate of Rise Temperature) เป็นแบบ self-restoring และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135 F (57 C) (Fixed Temperature) การติดตั้งใช้หมุนล้อคบนฐานพลาสติก
- Fixed Temperature Heat Detector เป็นชนิดที่ทำงานตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยเมื่อตรวจจับความร้อนแล้ว อุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดแล้ว อุปกรณ์จะทำงานทันที (อุณหภูมิที่กำหนดตามแบบ)

16.4.5 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ Manual Pull Stations

- Manual Station Addressable เป็นแบบ Intelligent Devices แบบ Single Action ทำด้วยพลาสติก หรือโลหะอลูมิเนียมพร้อม Switch และมีแท่งแก้วหรือพลาสติกด้านหน้าป้องกันการดึงหรือกดได้ง่ายในสภาวะปกติ และเป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้
- Manual Pull Station เป็นแบบ Single Action ทำด้วยพลาสติกหรือโลหะอลูมิเนียมพร้อม Switch อยู่ภายในเป็นตัวส่งสัญญาณแจ้งเหตุ ตัวกล่องเป็นสีแดง เป็นแบบกดหรือดึงพร้อมพลาสติกด้านหน้าป้องกันการดึงหรือกดได้ง่ายในสภาวะปกติ
- Manual Break Glass Station เป็นแบบ Single Action ตัวกล่องสีแดงมีแผ่นกระจกด้านหน้าจะทำงานเมื่อมีบุคคลทุบกระจกให้แตก

16.4.6 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแจ้งเหตุ

- Horns and Strobes ใช้ไฟ 24 Vdc ความดังของ Horn ไม่น้อยกว่า 85 dB(peak) ที่ 24 Vdc และ ในส่วนของ Strobe เป็นชนิด 24Vdc
- Alarm Bell เป็นแบบระฆัง (Bell) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ทำงานด้วยไฟ DC 24 Volt

16.4.7 FIRE ALARM CONTROL PANEL

- ควบคุมด้วย MICROPROCESSOR สามารถ SUPERVISED อุปกรณ์ต่างๆ ในระบบได้ เมื่อ OPEN CIRCUIT, SHORT CIRCUIT, GROUND FAULT, LOW BATTERY ฯลฯ

- เมื่อเกิดเหตุสามารถส่งสัญญาณตาม PROGRAM ที่ตั้งไว้ได้
 - จำนวนโซนไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ ประกอบด้วย ZONE LAMPS, AUDIBLE ALARM BUZZER AND SILENCE SWITCH, SWITCH AC-ON LAMP, TROUBLE LAMPS
- 16.4.8 GRAPHIC ANNUNCIATOR เป็นตู้แสดงแผนภูมิการจัดแบ่งโซนของบริเวณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบไปด้วย ZONE LAMPS, AUDIBLE ALARM BUZZER AND SILENCE SWITCH โดยผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งร่วมกับชุด FIRE ALARM CONTROL PANEL
- 16.4.9 แบตเตอรี่และเครื่องอัดแบตเตอรี่ ให้ใช้ตามที่กำหนดดังนี้
- เป็นแบตเตอรี่ชนิด MAINTAINANCE FREE (SEALED LEAD-ACID TYPE) ไม่ต้องเติมน้ำกลั่น
 - มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 5 ปี และมีขนาดเพียงพอให้ระบบทำงานได้เต็มกำลังไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงในสภาวะปกติ และอีก 15 นาที ในสภาวะแจ้งเตือน
- 16.4.10 CABLE สายไฟฟ้าที่ใช้มีขนาดดังนี้
- | | | |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| - IEC 01 | ขนาด 1.5 SQ.MM. | สำหรับ INPUT SIGNAL |
| - FRC(CAT. C.W.Z.) | ขนาด 2.5 SQ.MM. | สำหรับ OUTPUT SIGNAL |
| - TIEV | ขนาด DIA.0.65MM.-2PR. | สำหรับ TELEPHONE SIGNAL |
| - FRC TWISTED PAIR | ขนาด 1.5 SQ.MM. | สำหรับ MULTIPLEX SIGNAL |
- SHIELD (CAT. C.W.Z.)
- สีของสายให้ใช้ตามมาตรฐาน CODE สีของระบบ FIRE ALARM และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผง หรือต่อสายระหว่างทาง สายของระบบให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอดทาง เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จต้องมีการทดสอบ และใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

16.5 การติดตั้ง (Installation)

- 16.5.1 ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ พร้อมทั้งแบตเตอรี่และเครื่องอัดในแผงควบคุมรวมของอาคาร ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ
- 16.5.2 สายไฟฟ้าให้ใช้สาย มอก.11 ชนิด 75 องศาเซลเซียส 250 โวลท์ ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรแจ้งเหตุ สายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง สายให้ร้อยในท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอด เมื่อติดตั้งแล้ว ต้องมีการทดสอบสายขาด และสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนจะเข้าสายที่ตู้ควบคุมรวม
- 16.5.3 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า

- 16.5.4 ตำแหน่งที่แน่นอนของ Detectors, Manual stations, Horns with Strobes และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

16.6 การทดสอบระบบ (Commissioning)

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน UL หรือ วสท. และตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาให้ด้วย

17. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

17.1 ความต้องการทั่วไป

- 17.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นรุ่นล่าสุดที่ผู้ผลิตทำขึ้น จำหน่าย ประกอบโดยโรงงานที่ได้รับแต่งตั้งจากผู้ผลิตเครื่องยนต์ และเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือยุโรป หรือญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน Cummins Power Generation, Mitsubishi, MTU หรือเทียบเท่า
- 17.1.2 พิกัดกำลังที่ระบุ หมายถึง กำลังที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายได้เป็นอย่างดี โดยที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว และโดยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ติดตั้งอยู่ที่สถานที่ติดตั้งตามแบบ โดยอ้างอิงที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ มี Power factor 0.8 Lagging ถ้าเป็นชนิดตู้ครอบเก็บเสียงต้องสามารถเก็บเสียงได้ไม่เกิน 85 dBA ในระยะ 1 เมตร โดยวัดห่างจากผนังของตู้ครอบเก็บเสียง
- 17.1.3 ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องให้ข้อมูลสำหรับการพิจารณาอย่างน้อยดังนี้
- แบบของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมด้วยความต้องการต่างๆ ในการสร้างฐานเครื่อง
 - คำบรรยายรายละเอียดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้ระบุพิกัดกำลังของเครื่องชุดที่เสนอด้วย ถ้าคำบรรยายรวมถึงเครื่องหลายแบบรวมกัน ให้ชี้เฉพาะถึงเครื่องแบบที่เสนอให้ชัดเจน
 - แบบและคำบรรยายของอุปกรณ์ประกอบที่เสนอมา พร้อมกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - ตารางแสดงข้อมูลของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยดังนี้
 - (1) ชื่อเครื่องยนต์ และประเทศผู้ผลิต
 - (2) จำนวนกระบอกสูบ
 - (3) ขนาดของกระบอกสูบ (มม)
 - (4) ช่วงชัก (มม)
 - (5) ปริมาตรของเครื่องยนต์ (ลบ.ซม)
 - (6) BMEP at Rated kw Output
 - (7) ชื่อผู้ผลิตชนิดของ Generator และประเทศผู้ผลิต
 - (8) พิกัดกำลัง (kVA) ของ Generator
 - (9) ชนิดของ Exciter

17.2 ข้อกำหนดสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

- 17.2.1 ต้องเป็นเครื่องยนต์แบบ 2 หรือ 4 จังหวะ จุดระเบิดด้วยความร้อนจากแรงอัด ใช้น้ำมันดีเซลแบบที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทยเป็นเชื้อเพลิง มีมลภาวะต่ำ (low emissions) สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดได้รวดเร็ว (fast response to load change)

- 17.2.2 แรงม้าของเครื่องยนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 แรงม้าต่อกิโลวัตต์ ที่สถานที่ติดตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่กำหนดโดยต้องส่ง Curve หรือ Parameter แสดงลักษณะการทำงานที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์รับรองแล้วว่า ใช้สำหรับการใช้ผลงานสำรองของเครื่องยนต์นั้นๆ มาด้วย
- 17.2.3 ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะจ่าย Load เต็มพิกัด ต้องอยู่ระหว่าง 1000-1500 RPM
- 17.2.4 ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) ต้องเป็นแบบ Electrical Load Sensing (Microprocessor control with electrical actuator) ติดตั้งสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตหรือเป็นชุดเดียวกับเครื่องยนต์ ทั้งนี้ต้องควบคุมรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกอยู่ระหว่าง 50 เฮิร์ตซ์ $\pm 0.25\%$ ในกรณีที่ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมากกว่า 1 เครื่องและระบุว่าจะมีการต่อขนานเข้าด้วยกันจะต้องมีชุด Synchronizer ใช้เพื่อการต่อขนานด้วย
- 17.2.5 ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่เข้าบำรุงรักษาได้สะดวก ระบบเชื้อเพลิงต้องมีอุปกรณ์สำหรับกักน้ำที่อาจจะปนอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์นี้ต้องถ่ายน้ำที่กักไว้ทิ้งได้ โดยอัตโนมัติ
- 17.2.6 ในระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่ๆ บำรุงรักษาได้สะดวก เครื่องกรองต้องมี Bypass ทำงานด้วยสปริงเพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านได้ ถ้าไส้กรองตัน
- 17.2.7 การกรองอากาศต้องมีเครื่องกรองอากาศที่จะใช้กับเครื่องยนต์อย่างน้อย 1 ชุด เครื่องกรองอากาศอาจจะเป็นแบบแห้งหรือแบบมีน้ำมัน (Oil Bath) ก็ได้
- 17.2.8 ระบบสำหรับติดเครื่องยนต์ต้องเป็นแบบทำงานได้ทั้งโดยอัตโนมัติและ Manual โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์
- 17.2.9 แบตเตอรี่และระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่
- แบตเตอรี่ให้ใช้แบบ Lead-Acid ขนาด 24 โวลต์ เป็นแบบที่จัดหาในประเทศไทยได้ แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยสามารถสตาร์ทแต่ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 7 วินาที โดยไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และ/หรือระบบอื่นๆ
 - ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ ต้องเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้วงจร Solid State ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต และต้องมีโวลต์ มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตช์และฟิวส์ติดตั้งมาด้วย
- 17.2.10 เครื่องวัดประจำเครื่องยนต์ ที่แผงควบคุมของเครื่องยนต์ต้องมีเครื่องวัดอย่างน้อย ดังนี้
- เครื่องวัดอุณหภูมิ
 - เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดแรงดันของน้ำมันหล่อลื่น
 - เครื่องวัดรอบของเครื่องยนต์
 - นาฬิกาจับเวลาแสดงเวลารวม ที่เครื่องยนต์ทำงาน

- 17.2.11 ระบบระบายความร้อน จะต้องมียุทธศาสตร์ระบายความร้อนจัดมาพร้อมเสร็จกับเครื่องยนต์ โดยมีขนาดพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะทำงาน และจ่ายไฟเต็มที่ตามพิกัดในสถานที่ตั้ง และอุณหภูมิโดยรอบตามที่ระบุสำหรับเครื่องยนต์นั้นๆ ในกรณีที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำและพัดลมอาจจะเป็นแบบที่ติดอยู่กับเครื่องหรือเป็นแบบติดตั้งแยกกันตามที่กำหนดในแบบ ในกรณีหม้อน้ำและพัดลมที่ติดตั้งแยกจากเครื่องยนต์ถ้าหากเครื่องสูบน้ำในเครื่องมีขนาดไม่เพียงพอ จะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วยเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดเพียงพอมาด้วย และพัดลมต้องขับด้วยมอเตอร์แบบ Totally Enclosed ใช้ไฟ 380 โวลต์ 3 เฟส ให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือนำเสนอข้อมูลที่เพิ่มเติมในน้ำระบายความร้อน เพื่อกันการผุกร่อนมาด้วย
- 17.2.12 ระบบไอเสีย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ระงับเสียงหรือหม้อเก็บเสียง เพื่อลดเสียงลงจนถึงระดับที่ใช้ได้กับบริเวณที่อยู่อาศัยคือระดับเสียงไม่เกิน 85 dBA หรือตามที่กำหนด ระบบไอเสียต้องออกแบบให้แรงดันสะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องยนต์ไม่เกินกว่าที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์แนะนำ หรือกำหนดไว้ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุในส่วนที่มีการสัมผัสเขื่อนและ/หรือมีการยึดตัวเนื่องจากความร้อน ต้องใช้วัสดุที่ป้องกันหรือลดการสัมผัสเขื่อนและต้องมีวิธีการป้องกันการเสียหายของระบบไอเสีย เนื่องจาก การยึดตัวจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงจนถึง 600 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นต้องมีจุดระบายระบายน้ำที่กลั่นตัวออกจากกระบบไอเสียด้วย
- 17.2.13 แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุม และเพื่อทำให้เกิดเสียงและ/หรือไฟเตือนที่แผงควบคุมเครื่องหรือที่แผงอื่นตามที่กำหนดในกรณีต่างๆ ดังนี้
- เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบาย ความร้อนสูงเกิน (ถ้าเป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำ) หรือปริมาณน้ำสำหรับระบายความร้อนน้อยกว่าปกติหรือสายพานขาด
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์สูงกว่าปกติ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีความเร็วของเครื่องยนต์สูงเกิน
 - เครื่องควบคุมส่งสัญญาณเตือนในกรณีระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าที่กำหนดและ/หรือหมด
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีระบบ over crank
- 17.2.14 ฐานเครื่อง ส่วนที่ยึดติดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีฐานเป็นโครงเหล็ก เหมาะที่จะติดตั้งบนฐานคอนกรีตหรือตู้ครอบเก็บเสียง และต้องมีที่รองป้องกันการสัมผัสเขื่อนแบบสปริงหรือแท่นยาง เพื่อลดการสัมผัสเขื่อนจากการทำงานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

17.3 ข้อกำหนดสำหรับ Generator

- 17.3.1 Generator ต้องมีพิกัดกำลังตามที่ระบุเป็นเครื่องจ่ายไฟระบบ 380/220 โวลต์ (หรือ 400/230 โวลต์) 3 เฟส 4 สายตามที่กำหนด

- 17.3.2 ลักษณะการสร้าง Generator จะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นแบบที่ทนทานต่อสภาวะอากาศของประเทศไทยกันน้ำที่หยดหรือกระเซ็นได้และเป็นแบบใช้สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่เพลลาของ Generator จะต้องทำให้มีสมมูลได้จนถึงความเร็ว 125% ของพิกัดความเร็วของเครื่อง Generator ต้องมีลักษณะกะทัดรัด และเหมาะสำหรับการใช้งานหนกนวนที่ใช้ใน Stator และ Rotor ให้ใช้ Class B และ Class F ตามลำดับหรือดีกว่าลักษณะของขดลวดสนามแม่เหล็กต้องประกอบด้วยขดลวด Amortizes เพื่อประโยชน์เมื่อต้องใช้ Generator ทำงานแบบต่อขนานระบบ Excitation ของ Generator อาจจะใช้แบบที่ติดตั้งอยู่บนเพลลาของ Rotor และใช้ Diode ประกอบหรือจะใช้แบบวงจร Solid State จ่ายไฟผ่าน Slip Rings ก็ได้ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้ติดตั้งไว้ที่ข้างๆ Generator โดยมีที่ครอบแบบกันน้ำหยดหรือกระเซ็นได้ Generator ต้องมี Restate สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าได้สูงต่ำจากพิกัดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 10 % โดยติดตั้งมาพร้อมเสร็จกับเครื่อง
- 17.3.3 Generator จะต้องมียุกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อมี Load ตามพิกัด เพื่อให้อยู่ระหว่าง + - 2% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ในภาวะที่ Generator ทำงานในสภาวะปกติ (Steady State) แรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 1 Cycle ต่อวินาทีเมื่อมี Load เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Rated load แรงดันของ Generator จะตกได้ไม่เกิน 20% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ถ้ากล่าวไว้ในที่อื่นว่าใช้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะการใช้ไฟคล้ายกันแรงดันจะต้องตกได้ไม่เกิน 10 % ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า และแรงดันที่ตกนี้ต้องเพิ่มขึ้นสู่ระดับเดิมภายใน 1.5 วินาที ความสม่ำเสมอคงที่ทางด้านความถี่ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อจ่าย Rated Load จะต้องเป็นไปตามความสามารถในการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์เมื่อ Load ของ Generator เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Load ตามพิกัดความถี่ของ Generator จะต้องกลับคืนสู่ค่าปกติภายใน 5 วินาที

17.4 อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ

- 17.4.1 แผงควบคุมของ Generator/Alternator เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบมาพร้อมกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นแบบติดผนังหรือติดตั้งกับพื้นหรือติดตั้งกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แผงควบคุมต้องประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องวัด ตามที่ระบุไว้ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดความถี่ Selector Switch และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ เป็นต้น ในแผงควบคุมนี้ให้รวมชุดของวงจรที่ใช้ในการติดเครื่องเข้าไว้ด้วย
- 17.4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับติดเครื่องต้องทำไว้ให้หมุนเครื่องยนต์ และพักสลับกันโดยหมุนได้ 4 ครั้งและพัก 3 ครั้ง หรือตามที่ผู้ว่าจ้างยินยอม ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุม ต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งาน 3 ตำแหน่ง คือ Automatic, Off และ Manual ในระบบที่กล่าวนี้ ต้องมีไฟเตือน (ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลต์)

- ซึ่งจะติดเมื่อได้หมุนเครื่องยนต์ 4 ครั้งแล้ว และเครื่องไม่ติด นอกจากนี้จะต้องมีระบบเสียงเตือน ซึ่งจะทำงานเมื่อเครื่องยนต์ดับเพราะการทำงานของระบบป้องกันเครื่องยนต์
- 17.4.3 อุปกรณ์เตือนเมื่อเกิด Alternator Fault จะต้องมียุอุปกรณ์เพื่อตรวจ Ground Fault ตั้งแต่ภายใน Generator จนถึงสวิตช์ตัดตอนอันแรกภายนอกเครื่อง เมื่ออุปกรณ์ดังกล่าวตรวจพบว่ามี Ground Fault จะทำให้เกิดสัญญาณเตือนโดยแสงหรือเสียง หรือทั้งสองอย่างตามที่กำหนดแหล่งที่แจ้งสัญญาณแสง/เสียงให้ติดตั้งไว้ที่แผงควบคุม Alternator นอกจากนี้จะกำหนดเป็นอย่างอื่น สัญญาณเตือนเมื่อเกิด Ground Fault นี้ปิดได้โดยวิธี Manual
- 17.4.4 อุปกรณ์สำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมียุอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกันกับชุด Automatic Transfer Switch ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเข้าใช้แทนไฟปกติได้ตามเวลาอย่างช้าตามที่กำหนด แต่ไม่เกิน 10 วินาที พร้อมกับทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องนำข้อกำหนดของชุด Automatic Transfer Switch มาพิจารณาเพื่อจัดอุปกรณ์ในข้อนี้ให้ครบ
- 17.4.5 การป้องกันวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัดวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัด ต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ที่เพียงพอ
- 17.4.6 มีระบบควบคุมและป้องกัน ตรวจจับการเกิดการผิดปกติภายใน Alternator เช่น การเกิดกระแสเกินภายในตัวเองของ Alternator ระบบควบคุมและป้องกันนี้จะตัดการผลิตกระแสก่อนถึงจุดที่จะทำให้ Alternator เสียหาย
- 17.4.7 สัญญาณเตือนนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณเตือนเสียงหรือให้แลเห็นไดอย่างน้อยดังนี้
- ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน
 - ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองกำลังจ่าย load
 - เครื่องประจุแบตเตอรี่ไม่ทำงาน
 - อุปกรณ์สำหรับติดเครื่องยนต์ไม่ทำงาน

17.5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

- 17.5.1 การติดตั้งและการปรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบให้ทำตามที่กำหนดในแบบและตามที่คุณผลิตแนะนำ ในกรณีที่จะต้องมีการปรับตำแหน่งในการติดตั้งบ้างเล็กน้อยจากแบบ เพื่อให้ได้ลักษณะการใช้งานที่ดีขึ้น ผู้รับจ้างต้องไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม ถ้ามีอุปกรณ์ที่ต้องจะติดตั้งไว้เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา เช่น รอก ให้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบและผู้รับจ้างต้องติดตั้งด้วย โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม

- 17.5.2 ถังน้ำมันทุกชนิดที่กำหนดให้ใช้ต้องสามารถบรรจุน้ำมันดีเซลได้ตามปริมาตรที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และต้องมีปริมาณถังเหลือพอสำหรับการขยายตัวของน้ำมันทุกระดับอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้น
- 17 ถังน้ำมันใต้ดิน และถังน้ำมันภายนอกอาคาร ในการทำถังให้ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นทราย ก่อนการพ่นสีรองพื้นและพ่นสีป้องกันที่ทั้งด้านในและนอกถัง
- 17.5.3 ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ซึ่งสามารถรับน้ำหนักและความสั่นสะเทือนได้เพียงพอสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องยนต์ หม้อน้ำ เครื่องสูบน้ำมัน และแผงควบคุม ฐานคอนกรีต ให้ทำสี่ชนิดคือป้องกัน
- 17.5.4 ขนาดและความโค้งงอของท่อไอเสีย ต้องคำนวณโดยเมื่อติดตั้งแล้วแรงดันไอเสียที่สะท้อนกลับไปสู่เครื่องยนต์ต้องไม่เกินที่ผู้ทำเครื่องยนต์กำหนดท่อไอเสียให้ใช้ท่อเหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า หม้อเก็บเสียงและท่อไอเสียส่วนที่อยู่ในอาคาร และที่ตำแหน่งที่อาจสัมผัสได้ทั้งในและนอกอาคาร ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาสชนิดแข็งหรือ Rock Wool แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. ส่วนที่อยู่นอกอาคารต้องกันน้ำเข้าได้ดี การติดตั้งท่อไอเสียต้องทำเพื่อการยึดและหดของท่อไอเสียที่จะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 600 องศาเซลเซียส การต่อหม้อเก็บเสียงกับท่อไอเสียให้ต่อผ่านท่ออ่อนยาวอย่างน้อย 300 มม. หม้อเก็บเสียงให้ติดตั้งใกล้เครื่องยนต์เท่าที่จะทำได้ และเมื่อช่องระบายไอเสียอยู่ไกลออกไปมาก จะต้องติดตั้งหม้อเก็บเสียงตามที่ต่างๆ ของท่อไอเสียอีก โดยต้องทำให้ลดระดับเสียงลงได้จนถึงระดับที่เหมาะสมกับบริเวณที่อยู่อาศัย
- 17.5.5 ท่อน้ำมัน ให้ใช้ท่อเหล็กดำ ด้านนอกทาสีกันสนิม และทาหุ้มด้วยสีชนิดป้องกันน้ำมันได้ สีตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ถ้าหากฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous ส่วนที่ต่อเข้าเครื่องยนต์ ให้ใช้ท่ออ่อนแบบเสริมแรงท่อน้ำมันต้องหุ้มไม่น้อยกว่า 50 มม. จากพื้นผิวที่ร้อนเกิน 220 องศาเซลเซียส ส่วนของท่อน้ำมันที่เป็นท่ออ่อนต้องทำด้วยวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 220 องศาเซลเซียส
- 17.5.6 ท่อน้ำสำหรับใช้ติดตั้งหม้อน้ำแบบตั้งแยกนอกอาคาร ให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีตาม มอก. 26-2526 ประเภทที่ 1 หรือดีกว่า ส่วนที่ฝังดินให้ทาด้วยสาร Bituminous
- 17.5.7 ท่อลมสำหรับเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ ต้องมีท่อลมเข้า-ออกมีขนาดตามที่จำเป็น ปลายท่อลมต้องมีมุ้งลวดกันแมลง ท่อให้ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีขนาดหนา ที่ปิด/เปิดช่องทางเข้าและ/หรือออกจะเป็นแบบ Balanced หรือ Solenoid Operated ก็ได้
- 17.5.8 การติดตั้งหม้อน้ำแบบติดกับตัวเครื่อง หรือแบบติดแยกข้างผนังด้านนอกต้องมีตะแกรงกันนก และมีบานเกล็ดอัตโนมัติหรือกล่องเหล็กครอบช่อง เพื่อกันน้ำฝนเข้าได้

17.6 การทดสอบ

ถ้าในสัญญาได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะทำตาม
ข้อกำหนดและวิธีการดังนี้

- 17.6.1 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดหาและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง
น้ำมันหล่อลื่น น้ำ แรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และ/หรือวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ในการทดสอบได้ตามที่
กำหนด
- 17.6.2 ตลอดการทดสอบ ให้บันทึกข้อมูลต่อไปนี้ไว้ ทุกๆ 15 นาที ในช่วงการทดสอบ
- อัตราการจ่ายไฟ (กิโลวัตต์)
 - แรงดันไฟ (โวลต์)
 - ความเร็วของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)
 - อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิของน้ำยาเข้าและออก (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิของไอเสียของแต่ละกระบอกสูบ (องศาเซลเซียส)
 - อุณหภูมิห้อง (องศาเซลเซียส)
- 17.6.3 การเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ให้ทำตามลำดับติดต่อกันไป ดังนี้ :-
- เดินเครื่องโดยจ่ายไฟประมาณ 10% Rated Load 20 นาที ระหว่างเวลา 20 นาที นี้ ให้ปรับ
อุปกรณ์ เครื่องวัด เครื่องควบคุม ทุกอย่างและตรวจดูให้แน่ใจว่าทำงานปกติ
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 50% Rated Load 30 นาที
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 100% Rated Load 60 นาที
 - เดินเครื่องโดยจ่ายไฟ 110% Rated Load 30 นาที (สำหรับเครื่องที่เป็น Prime
Rating) ตลอดเวลาที่ทดสอบนี้ ค่าต่างๆ ตามข้อ 18.6.2 จะต้องได้ตามที่ผู้ผลิตระบุไว้ถ้ามีข้อ
ใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับเครื่องหรือแก้ไขจนกว่าจะใช้งานได้ตามปกติ
- 17.6.4 หลังจากเดินเครื่องทดลองจ่ายไฟแล้ว ให้ทดสอบระบบที่ใช้เพื่อการเตือนหรือเพื่อป้องกัน
เครื่องยนต์ดังนี้
- ค่อยๆ เพิ่มความเร็วเครื่องยนต์ขึ้น แล้วอ่านค่าความเร็วของเครื่องยนต์ขณะที่ระบบควบคุม
ความเร็วเกินทำงาน
 - เพิ่มอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ให้ร้อนขึ้นเรื่อย ๆ แล้วอ่านค่าขณะที่ระบบเตือนน้ำอุณหภูมิ
สูงเกินทำงาน
 - ดับเครื่องยนต์ อ่านค่าแรงดันของน้ำมันเครื่อง ขณะที่ระบบเตือน แรงดันน้ำมันต่ำ
ทำงาน ค่าต่างๆ ที่อ่านได้จะต้องตรงตามที่ตั้งไว้ หรือตรงกับที่ผู้ผลิตเครื่องยंत्रระบุ ถ้ามีค่าใด
ผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

- 17.6.5 ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดวันและเวลา ที่จะทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการทดสอบอนุญาตให้ใช้ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้วเป็น Load ได้ หากมีเพียงพอ และหากไม่พอ ให้ผู้รับจ้างจัดหา Dummy Load ขนาด 110% ของ Rated Load มาใช้ในการทดสอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ จากผู้ว่าจ้าง
- 17.6.6 เมื่อทดสอบเสร็จและผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ผู้รับจ้างต้องเติมน้ำมันให้เต็มถึงทุกถัง ตามความจุของถังที่ระบุไว้ในแบบ

17.7 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- 17.7.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดตั้งพัดลมขนาดไม่เล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศ ได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณหภูมิ ในห้องขณะเดินเครื่องไม่ให้เกิดประมาณ 45 องศาเซลเซียส
- 17.7.2 ผนังด้านในทุกด้านยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลม ให้บุด้วยแผ่นใยหินชนิดแข็ง (Mineral Fiber Mat) ความหนาแน่นอย่างน้อย 80 kg/m ที่ความหนา 50 มม. แล้วบุด้วยแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Glass Fiber Coated) หนา 0.08 มม.เพื่อป้องกันใยหลุดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดาน เป็นระยะห่างกันประมาณ 20 ซม.
- 17.7.3 เพดานด้านใน หากไม่มีฝ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 17.7.2
- 17.7.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์ และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้
- 17.7.5 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอาบสังกะสีพ่นสี อบความร้อนแผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองด้าน ใส่ใยหินชนิดแข็ง ชนิดเดียวกันกับข้อ 7.2 เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านในใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)
- 17.7.6 ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตูและระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบ ให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่องต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งชุดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ดีพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม
- 17.7.7 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E - 84 หรือเทียบเท่า เช่น ของ Keumkang Fiber, Kimm Co Fiber เป็นต้น ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

17.8 การใช้งาน การบำรุงรักษา และการรับประกัน

- 17.8.1 การทดสอบ ก่อนติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ผู้รับจ้างต้องส่งใบรับรองการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตให้แก่ผู้ว่าจ้างหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทดสอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองตามรายละเอียดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- 17.8.2 การซ่อมและอะไหล่ ผู้รับจ้างต้องมอบอะไหล่สำหรับใช้ในระยะเวลา 1 ปีแรกให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทย ทั้งเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งชุดซึ่งได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากผู้ผลิตในต่างประเทศ มีช่างเครื่องยนต์และเครื่องมือพิเศษเฉพาะของบริษัทฯเอง มีคลังอะไหล่สำหรับไว้คอยบริการได้ไม่น้อยกว่า 10 ปี พร้อมทั้งจะจัดหาอะไหล่ และ/หรือมาซ่อมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองได้ตลอดเวลา
- 17.8.3 การบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวน 2 ชุดให้แก่ผู้ว่าจ้าง และต้องจัดเครื่องมือที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาให้ครบ 1 ชุด หนังสือคู่มือต้องแยกกล่าวถึงเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุม ระบบเตือน และอุปกรณ์ประกอบ
- 17.8.4 ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่จัดหานี้เป็นของใหม่ และมีการประกันต่อการเสียหายตามหลักเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ผลิตกระทำอยู่ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 1 ปี หรือตามอายุการใช้งาน 3600 ชั่วโมง นับแต่วันที่ ผู้ว่าจ้างรับมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แล้วแต่จะถึงเวลาใดก่อน ผู้รับจ้างต้องรับประกันการติดตั้งด้วยเป็นเวลา 1 ปี ว่าจะไม่มีการเสียหายทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ และฝีมือช่าง โดยถ้ามีการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องซ่อมหรือแก้ไข และรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ ค่าแรง ค่าเดินทางและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทั้งสิ้นงานใดๆ ที่ผู้รับจ้างต้องทำในระหว่างช่วงการรับประกัน จะต้องทำโดยไม่คิดค่าจ้างจากผู้ว่าจ้าง

18. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Televisions system)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

18.1 ความต้องการทั่วไป

- 18.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมกับรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดนี้ให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างต้องจัดหาระบบโทรทัศน์วงจรปิด ให้กับโครงการ โดยระบบต่างๆ ต้องสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้า 220 VAC ได้
- 18.1.2 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน CCTV SYSTEM เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบและผลิตรายมาเป็นเวลานาน
- 18.1.3 ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

18.2 ขอบข่าย ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ในระบบดังนี้

- 18.2.1 อุปกรณ์เก็บบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวนที่เหมาะสมกับจำนวนกล้องวงจรปิด
- 18.2.2 จอแสดงผลพร้อมอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับผู้ดูแลระบบกล้องวงจรปิด ตามระบุในแบบ
- 18.2.3 เครื่องประมวลผลสำหรับผู้ดูแลระบบกล้องวงจรปิด จำนวนเครื่อง ตามระบุในแบบ
- 18.2.4 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารแบบ Vari-focal (FIXED DOME CAMERA) จำนวน 140 กล้อง
- 18.2.5 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารอาคารแบบปรับมุมมอง (EZT DOME CAMERA) จำนวนกล้อง ตามระบุในแบบ

18.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 18.3.1 อุปกรณ์เก็บบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
 - เป็นอุปกรณ์สำหรับการบันทึกสัญญาณภาพจากกล้อง Network Camera ได้
 - ตัวเครื่องมีฟังก์ชันที่สามารถบันทึกภาพไปที่ sd card ได้เมื่อสัญญาณ network ขาดหาย
 - รองรับ bandwidth ขาเข้าไม่น้อยกว่า 320 Mbps และ ขาออกได้ไม่น้อยกว่า 200 Mbps หรือดีกว่า
 - ตัวเครื่องสามารถทำ RAID แบบ 0 , 1 , 5 , 6 และ 10 เป็นอย่างน้อย
 - ตัวเครื่องมีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI 2 port และ VGA 2 port หรือดีกว่า
 - เครื่องบันทึกสามารถรองรับกล้องที่มีความละเอียดมากที่สุด 12 megapixels หรือดีกว่า
 - สามารถกำหนดรูปแบบการบันทึกได้ แบบ Continuous , Event , Motion , Alarm เป็นอย่างน้อย
 - สามารถค้นหาไฟล์ภาพเมื่อเกิดเหตุการณ์ ได้อย่างน้อย
 - ค้นหาแบบปกติ (Normal Search)
 - ค้นหาแบบเหตุการณ์ (Event Search)

- ค้นหาแบบแทค (Tag Search)
 - ค้นหาแบบพิเศษ (Smart Playback Search)
 - สามารถกำหนดชื่อผู้ใช้งานและกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานได้อย่างน้อย 2 ระดับ
 - สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเน็ตเวิร์คได้โดยผ่านพอร์ต Ethernet RJ-45 (10/100/1000 Mbps) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 port
 - มี USB 3.0 จำนวน 1 port และ USB 2.0 จำนวน 2 port หรือดีกว่า
 - รองรับช่องสัญญาณ Alarm in 16 ช่อง และ Alarm out 8 ช่อง หรือดีกว่า
 - สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิระหว่าง -10 °C ถึง 55 °C หรือดีกว่า
 - รองรับการบันทึกภาพได้ไม่น้อยกว่า 64 กล้อง พร้อมๆ กัน
 - รองรับการ ทำงานของ HDD SATA ได้อย่างน้อย 16 ลูก และ รองรับ HDD แต่ละลูกที่มีความจุสูงสุด 6TB หรือดีกว่า
 - ตัวเครื่องสามารถทำงานที่กระแสไฟฟ้าระหว่าง 100-240VAC หรือดีกว่า
 - ตัวอุปกรณ์เครื่องบันทึกต้องเป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกับกล่องวงจรปิดเพื่อสามารถใช้งานร่วมกันได้โดยไม่มีปัญหา
 - ตัวเครื่องต้องรองรับมาตรฐาน FCC และ CE เป็นอย่างน้อย
 - ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO14001)
- 18.3.2 จอแสดงผลพร้อมอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับผู้ดูแลระบบกล้องวงจรปิดจำนวน 6 ชุดมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
- เป็นจอแสดงผลชนิด LCD หรือ LED TV หรือดีกว่าขนาดไม่น้อยกว่า 43 นิ้ว (วัดตามแนวเส้นทแยงมุม)
 - รองรับการแสดงผลในแบบ 16:9
 - ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution) ไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 จุด
 - มีช่องต่อแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
 - มีช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 18.3.3 เครื่องประมวลผลสำหรับผู้ดูแลระบบกล้องวงจรปิดจำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
- มีหน่วยประมวลผล CPU ชนิด Core i7 หรือสูงกว่า
 - มีหน่วยความจำ RAM ขนาด 8 GB เป็นอย่างน้อย
 - มี HDD ชนิด SATA ขนาด 1TB เป็นอย่างน้อย
 - มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 Pro หรือสูงกว่า
 - มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ Gigabit Ethernet
 - มีการ์ดจอแสดงผลที่มีหน่วยความจำ 2GB หรือสูงกว่า สามารถต่อออกจอภาพแบบ HDMI ได้ไม่น้อยกว่า 2 จอ
 - มีจอมอนิเตอร์ขนาดไม่ต่ำกว่า 19 นิ้ว

- มี USB Keyboard และ USB Mouse เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห้อยอยู่กับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์
จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
- 18.3.4 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารแบบ Vari-focal (FIXED DOME CAMERA)
จำนวน 140 กล้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
- กล้องมีลักษณะเป็นทรงโดม โดยมีคุณสมบัติแบบ Day & Night คือจะให้ภาพเป็นระบบสีเมื่อ
แสงมีระดับความเข้มสูง และสามารถเปลี่ยนการแสดงผลภาพเป็นขาว-ดำเมื่อระดับแสงลดลง
เพื่อให้ได้ภาพที่มีความชัดเจนในเวลากลางคืน และมี IR-Cut Filter เพื่อใช้งานกับแสง
อินฟราเรด
 - มีอุปกรณ์รับแสงชนิด CMOS หรือ CCD แบบ Progressive Scan ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8
นิ้วและสามารถปรับระยะเลนส์ได้ขนาดไม่น้อยกว่า 2.8 – 12 mm หรือดีกว่า
 - สามารถปรับ Shutter Time ได้ตั้งแต่ 1/3 วินาที ถึง 1/100,000 วินาที หรือดีกว่า
 - สามารถให้ความละเอียดของภาพ 1920 x 1080 หรือ 1080P หรือดีกว่า
 - มีระบบการบีบอัดภาพแบบมาตรฐานแบบ H.264 และ H.265 หรือดีกว่าที่ความละเอียด
1920 x 1080 ด้วยอัตรา 50 ภาพต่อวินาทีหรือสูงกว่า
 - รองรับการบีบอัดไฟล์เสียงแบบ G722.1 / G726 / MP2L2 เป็นอย่างน้อย
 - สามารถถ่ายภาพในสภาวะแสงที่แตกต่างกัน โดยรองรับความเข้มของแสง 120 dB หรือดีกว่า
 - สามารถมองเห็นภาพสีที่ระดับแสงต่ำสุดได้ 0.005 lux หรือ ภาพขาวดำที่ 0 lux เมื่อหลอด
IR ทำงาน
 - ระยะทำการของหลอด IR ไม่น้อยกว่า 30 เมตร หรือดีกว่า
 - สามารถปรับค่าฟังก์ชัน Rotate Mode, Saturation, Brightness, Contrast, Sharpness
โดยผ่าน client software หรือ web browser
 - รองรับการกำหนดผู้ใช้งานตัวกล้องได้อย่างน้อย 3 ระดับ เป็นอย่างน้อย
 - มีระบบวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว (Motion Detection) และระบบเตือนการรบกวนกล้อง
(Video Tampering)
 - มีช่องสำหรับใส่ Micro SD/SDHC/SDXC สามารถรองรับ Micro SD สูงสุด 128 GB หรือ
ดีกว่า
 - มีฟังก์ชันช่วยลด Noise ทำให้ภาพ VDO มีความคมชัดมากขึ้น
 - มี LAN Interface เพื่อเชื่อมโยงเครือข่าย TCP/IP อย่างน้อย 1 พอร์ต ที่ความเร็ว 10/100
Mb/s ได้ หรือดีกว่า
 - สามารถใช้งานไฟฟ้า 12 VDC และ Power over Ethernet (PoE) 802.3af ได้
 - สนับสนุนโพรโตคอลการสื่อสาร TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS,
RTP, RTCP, NTP, UPnP, SMTP, QoS, Bonjour เป็นอย่างน้อย

- 18.3.5 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารอาคารแบบปรับมุมมอง (EZT DOME CAMERA) จำนวน 8 กล้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
- สามารถทำการหมุน (Pan) ได้ไม่น้อยกว่า 360 องศา การก้มเงย (Tilt) กับระนาบ (Horizontal) ได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และ การย่อขยาย (Zoom) แบบ Optical Zoom ได้ไม่น้อยกว่า 20 เท่า และ การย่อขยาย (Zoom) แบบ Digital Zoom ได้ไม่น้อยกว่า 16 เท่า
 - มีความละเอียดของภาพสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,920x1,080 pixel หรือไม่น้อยกว่า 2,073,600 pixel
 - มี frame rate ไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาที (frame per second)
 - มีความไวแสงน้อยสุด ไม่มากกว่า 0.05 LUX สำหรับการแสดงภาพสี (Color) และไม่มากกว่า 0.01 LUX สำหรับการแสดงภาพขาวดำ (Black/White)
 - มีขนาดตัวรับภาพ (Image Sensor) ไม่น้อยกว่า 1/2.8 นิ้ว
 - สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวอัตโนมัติ (Motion Detection) ได้
 - สามารถส่งสัญญาณภาพ (Streaming) ไปแสดงได้น้อย 3 แหล่ง
 - ได้รับมาตรฐาน Onvif (Open Network Video Interface Forum) และสามารถตรวจสอบได้บนหน้าเว็บไซต์ <http://www.onvif.org/>
 - สามารถส่งสัญญาณภาพได้ตามมาตรฐาน H.264 เป็นอย่างน้อย
 - สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv4 และ IPv6 ได้
 - มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า และสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้
 - ตัวกล้องได้มาตรฐาน IP66 หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับหุ้มกล้อง (Housing) ที่ได้มาตรฐาน IP66 หรือดีกว่า
 - สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -30 °C ถึง 65 °C เป็นอย่างน้อย
 - สามารถใช้งานกับมาตรฐาน HTTP, HTTPS, "NTP หรือ SNTP", SNMP , RTSP , IEEE802.1X ได้เป็นอย่างน้อย
 - มีช่องสำหรับบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MicroSD Card หรือ Mini SD Card และรองรับขนาดของหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 128GB
 - ต้องมี Software Development Kit (SDK) หรือ Application Programming Interface (API) ในรูปแบบแผ่น CD หรือ DVD ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้อง หรือสามารถ Download จากเว็บไซต์ผู้ผลิต
 - ได้รับมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
 - ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

19. ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน (Two wire Remote Management and Control System)

19.1 ความต้องการทั่วไป

- 19.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหาและติดตั้งตัวอุปกรณ์ ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน เพื่อให้ใช้งานได้ สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
- 19.1.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จะต้องได้มาตรฐานรับรองจาก AS (Australian Standard) หรือ European Standard
- 19.1.3 ระบบจะต้องสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ ได้เช่น SCADA, BAS, AMX, Fire Alarm หรือ Security System โดยผ่าน Dry Contact Output หรือ Protocol Standard เช่น BACNet, ModBus หรือ OPC Server/Client เป็นต้น

19.2 ขอบเขต

- 19.2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่ระบุในแบบและที่ระบุตามข้อกำหนดนี้
- 19.2.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบดังกล่าวจนสามารถใช้งานได้ตรงตามข้อกำหนดนี้
- 19.2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนี้ให้กับผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด
- 19.2.4 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ดูแลระบบนี้ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา

19.3 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

- 19.3.1 ระบบต้องสามารถควบคุมได้แบบอิสระ คือ ผ่านแผงสวิตช์รวม สวิตช์ตามจุด หรือ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ และต้องสามารถสั่งงานจากสวิตช์ตามจุดได้ เมื่อไม่มีคอมพิวเตอร์ หรือ กรณีคอมพิวเตอร์เกิดขัดข้อง
- 19.3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด (โดยอ้างตามมาตรฐานของผู้ผลิตระบบควบคุมและจัดการพลังงาน)
- 19.3.3 ชุดซอฟต์แวร์ ต้องสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
 - สามารถแสดงภาพ Floor Plan ในแต่ละชั้น หรือ พื้นที่ พร้อมสามารถควบคุมและดูสถานะการเปิด-ปิด ได้
 - สามารถตั้งโปรแกรมเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลาในแต่ละวัน
 - สามารถกำหนดปุ่มเปิด-ปิด ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group Control)
- 19.3.4 การตั้ง Address สามารถโปรแกรม หรือ เปลี่ยนแปลงโปรแกรม ได้จากห้องควบคุมหลัก โดยการโปรแกรมผ่านทาง Computer

- 19.3.5 ระบบต้องมีความเชื่อถือได้ โดยอุปกรณ์ทุกตัวต้องมี CPU Built-in อยู่ภายในและถ้าหาก CPU ตัวหนึ่งตัวใดเสีย หรือ ชัดข้อง จะต้องไม่ทำให้ระบบมีปัญหา หรือ หยุดทำงาน
- 19.3.6 หน่วยความจำที่ใช้ในระบบต้องเป็นแบบ non-volatile memory (EEPROM) เพื่อรองรับกรณีที่ไฟฟ้าดับ ซึ่งข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้ในอุปกรณ์จะต้องไม่สูญหาย
- 19.3.7 สวิตช์แต่ละตัวต้องสามารถทำหน้าที่ให้ทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดได้ เช่น เป็นสวิตช์เปิด-ปิด (on/off), สวิตช์หรี่ไฟ (Dimming), สวิตช์เปิด-ปิดเป็นกลุ่ม (Group) หรือ สวิตช์หน่วงเวลา (Delay Time) ภายในตัวเดียวกัน เพื่อความยืดหยุ่นในการออกแบบ ติดตั้ง หรือ ใช้งาน
- 19.3.8 ชุดรีเลย์ (Relay Unit)
- ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสทนกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 10A. หรือ 20A.
 - รีเลย์ต้องสามารถตั้งเงื่อนไขการทำงานเพื่อรองรับกรณีไฟฟ้าดับได้ เช่น กรณีเกิดไฟฟ้าดับแล้ว กลับมารีเลย์ต้องสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ว่าจะให้ เปิด หรือ ปิด หรือ คงสถานะเดิม
- 19.3.9 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit)
- ทำหน้าที่แปลงไฟจาก 220 VAC เป็น 36 VDC (Safety Extra Low Voltage ; SELV) และจ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ในระบบผ่านทางสาย UTP Cat.5 (โดยลักษณะการต่อขนานลงบนสายสัญญาณ)
 - Power Supply Unit 1 ตัว ต้องสามารถเลี้ยงอุปกรณ์เฉพาะในส่วน C-Bus Input Unit ได้ประมาณ 15 ตัว
- 19.3.10 สายสัญญาณควบคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้สาย UTP Cat.5 โดยให้เดินแยกท่อนกับสายระบบอื่น
- 19.3.11 ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ ถึง อุปกรณ์ ต้องสามารถเดินได้ไกลถึง 1,000 เมตร (แต่ถ้าเกินจากที่กำหนดจะต้องออกแบบให้ใช้ Network Bridge เพื่อเพิ่มระยะทาง)
- 19.3.12 ตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จะต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1 มม. และ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

19.4 อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย

- 194.1 ชุดศูนย์ควบคุมกลาง (Centralized Control Switch) ประกอบด้วย
- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 ชุด พร้อมซอฟต์แวร์อย่างน้อยดังนี้
 - ระบบปฏิบัติการ (Operating System) สำหรับ Windows 8, Windows 10 หรือ Windows Server
 - โปรแกรมสำหรับกำหนด Address (C-Bus Installation Software)
 - โปรแกรมสำหรับควบคุมและสั่งการ (Energy Management and Control Software)
 - ชุดติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ (PC Interface)

19.4.2 แผงควบคุมรีเลย์ และ/หรือ ชุดหรี่ไฟ แต่ละตู้ประกอบด้วย

- ชุดแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit) ถ้ากำหนดให้มี
- ชุดรีเลย์ (Relay Unit) มีจำนวนตามแบบ
- ชุดหรี่ไฟ (Dimmer Unit) มีจำนวนตามแบบ
- สวิตช์เปิด-ปิดพร้อมหลอด LED (Override Switch with LED) มีจำนวนตาม Relay ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านในของตู้
- ตู้ (Panel)

19.4.3 สวิตช์ตามจุด และ/หรือ อุปกรณ์ตรวจจับ

- สวิตช์ตามจุด (Key Input Unit) จำนวนตามแบบ
- สวิตช์บรรยากาศ (Scene Switch) ถ้ากำหนดให้มี
- ตัวตรวจวัดแสง (Light Level Sensor) ถ้ากำหนดให้มี
- ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว (Occupancy Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

19.5 การติดตั้งและทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบนี้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในกรณีอุปกรณ์ประกอบ หรือการติดตั้งอื่นใดที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในรายละเอียด ให้ยึดถือแบบอุปกรณ์ประกอบของระบบเป็นหลัก

20. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะหลอดไฟฟ้า LED พร้อมติดตั้ง

20.1 คุณลักษณะทางเทคนิค

20.1.1 หลอดไฟ LED ชนิด STD 1200 mm ค่ากำลังไฟฟ้าไม่เกิน $18W \pm 10\%$ และมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดดังนี้

- สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- มีประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficiency) 100-120 ลูเมนต่อวัตต์
- ค่ามุมกระจายแสงของหลอด 180-270 องศา
- ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) ไม่น้อยกว่า 0.95
- ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกทั้งหมดของกระแส (THDi) < 6%
- ค่าความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 80
- อุณหภูมิสี 5500-6000 K $\pm$ 500
- มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดัน (Surge Protection) 2 kV และมีวงจรป้องกันการลัดวงจร
- ช่วงอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating temperature) อยู่ระหว่าง 0-45 องศาเซลเซียส
- ตัวหลอดไฟมีสีขาวขุ่น ทามาจากโพลีคาร์บอเนตและไม่นำไฟฟ้า
- ชุดหลอด LED ต้องมีใบอนุญาตตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 (บริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจาคัดส์ญานวิทย์)
- ชนิดขั้วหลอด G13 และขนาด Dimension หลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.236-2548
- ชุดหลอด LED ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน RoHS (Restriction of Hazardous Substance)
- ชุดหลอด LED ต้องผลิตและประกอบจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- สามารถใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์
- ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ EMC โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC/EN55015, IEC/EN61000-3-2, IEC/EN61000-3-3 และ IEC/EN61547 หรือเทียบเท่า
- หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยตาม IEC/EN 62776 หรือเทียบเท่า
- หลอดไฟ LED จะต้องมีการแสดงชื่อผู้ผลิตหรือโรงงานที่ผลิต หรือเครื่องหมายการค้าและรุ่นของผลิตภัณฑ์ให้เห็นอย่างชัดเจนและถาวร
- หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบทางแสงและทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IES LM-79
- ผู้เสนอราคาต้องมีใบรับรองการผลิตเม็ด LED พร้อมแนบหนังสือรับรองจากผู้ผลิตเม็ด LED
- ได้รับเครื่องหมายประหยัดไฟ ฉลากเบอร์ 5 จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

20.1.2 หลอดไฟ LED ชนิด STD 600 mm ค่ากำลังไฟฟ้าไม่เกิน $10W \pm 10\%$ และมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดดังนี้

- สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- มีประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Efficiency) 100-120 ลูเมนต่อวัตต์
- ค่ามุมกระจายแสงของหลอด 180-270 องศา
- ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor) ไม่น้อยกว่า 0.95
- ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกทั้งหมดของกระแส (THDi) < 6%
- ค่าความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 80
- อุณหภูมิสี 5500-6000 K $\pm$ 500
- มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดัน (Surge Protection) 2 kV และมีวงจรป้องกันการลัดวงจร
- ช่วงอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating temperature) อยู่ระหว่าง 0-45 องศาเซลเซียส
- ตัวหลอดไฟมีสีขาวขุ่น ทามาจากโพลีคาร์บอเนตและไม่นำไฟฟ้า
- ชุดหลอด LED ต้องมีใบอนุญาตตามมาตรฐาน มอก.1955-2551 (บริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจากัดสัญญาณวิทยุ)
- ชนิดขั้วหลอด G13 และขนาด Dimension หลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.236-2548
- ชุดหลอด LED ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน RoHS (Restriction of Hazardous Substance)
- ชุดหลอด LED ต้องผลิตและประกอบจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- สามารถใช้ทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 18 วัตต์
- ต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบ EMC โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC/EN55015, IEC/EN61000-3-2, IEC/EN61000-3-3 และ IEC/EN61547 หรือเทียบเท่า
- หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานความปลอดภัยตาม IEC/EN 62776 หรือเทียบเท่า
- หลอดไฟ LED จะต้องมีการแสดงชื่อผู้ผลิตหรือโรงงานที่ผลิต หรือเครื่องหมายการค้าและรุ่นของผลิตภัณฑ์ให้เห็นอย่างชัดเจนและถาวร
- หลอดไฟ LED ต้องผ่านการทดสอบทางแสงและทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IES LM-79
- ผู้เสนอราคาต้องมีใบรับรองการผลิตเม็ด LED พร้อมแนบหนังสือรับรองจากผู้ผลิตเม็ด LED

20.2 เงื่อนไขทั่วไป

20.2.1 รับประกันผลิตภัณฑ์ 5 ปี เบื้องต้นให้ทางผู้ขายสำรองหลอด LED ไว้จำนวน 2% ของจำนวนหลอดทั้งหมดที่ติดตั้ง สำหรับการซ่อมแซมความชำรุดของวัสดุอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ผู้ขายจะต้องดำเนินการภายใน 5 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งจากทางสถาบัน หรือสถาบันจะดำเนินการเปลี่ยนเองโดยใช้

หลอดไฟที่สำรองไว้ และส่งคืนหลอดที่เสีย ซึ่งผู้ขายจะต้องจัดหาทดแทนให้มีจำนวนสำรองเท่าเดิม

- 20.2.2 จะต้องติดตั้งหลอด LED แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมของสถาบันฯ และต้องถอด ballast และ Starter รวมทั้งหลอดเดิมออกให้เรียบร้อย
- 20.2.3 ผู้ขายจะต้องรับซื้อวัสดุที่ได้จากการรื้อถอนชุดหลอดไฟฟ้าเดิม ที่สถาบันฯ ไม่ประสงค์จะใช้งานตามราคาตลาด หรือกรณีที่ไม่สามารถรับซื้อได้ ผู้ขายจะต้องขนย้ายและนำไปกำจัดโดยต้องแนบเอกสารโรงงานที่ได้รับใบอนุญาตตามหลักเกณฑ์การกำจัดวัสดุที่มีพิษตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ มาพร้อมกับเอกสารเสนอราคา พร้อมใบรับรองยินยอมจากโรงงานที่จะรับหลอดไฟของเดิมที่รื้อถอนไปทำลายตามกระบวนการของโรงงานที่ได้รับมาตรฐานดังกล่าว
- 20.2.4 ผู้ขายต้องรับผิดชอบกรณีที่หาซื้อหลอดไฟที่ทำการเปลี่ยนเสียหาย
- 20.2.5 การต่อสายต้องใช้ข้อต่อหรือไวร์นัท
- 20.2.6 ผู้เสนอราคาต้องแนบรายงานผลการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test Reports) ของหลอดไฟฟ้า LED ว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 4.1, ข้อ 4.2 จากห้องปฏิบัติการของราชการ หรือห้องปฏิบัติการภายใต้การกำกับของรัฐ หรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 17025 หรือห้องทดสอบที่ได้มาตรฐาน ISO/IEC 17025
- 20.2.7 เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าลักษณะส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 พร้อมแนบเอกสารรับรองผลการทดสอบค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 และคำนวณอายุตามมาตรฐาน IES TM-21 จากผู้ผลิตเม็ด LED ได้แก่ Nichia หรือ Cree หรือ Lumiled หรือ LG หรือ Osram หรือเทียบเท่า

21. มาตรฐานแบบดิจิทัล (DIGITAL METER)

21.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องมือวัดต้องเป็นแบบดิจิทัลและสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า
ภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้:

21.1.1 มาตรฐาน

เครื่องมือวัดดิจิทัลต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากลคุณภาพจากยุโรปหรืออเมริกาและตาม
มาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (ACCURACY) จาก UL OR IEC:

ACTIVE ENERGY CLASS : IEC62053-22 CLASS 0.5S

REACTIVE ENERGY CLASS : IEC62053-24 CLASS 2

21.1.2 มาตรฐานแบบดิจิทัลสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟ (DISTRIBUTION BOARD)

ควรมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้:

- | | |
|----------------------------|---|
| - การแสดงผล | 96 X 96 WITH BACKLIT LCD SCREEN.
PERCENT CURRENT BAR-GRAPH. |
| - การรับกระแสจาก CT | ปรับ SECONDARY CT ได้ทั้ง 1A และ 5A |
| - การทนกระแสเกิน | CONTINUOUS 20A, 10S/HR50A, 1S/HR
500A |
| - การรับแรงดันจากแหล่งจ่าย | แรงดัน L-L 50...650VAC
แรงดัน L-N 20...400VAC |
| - ย่านความถี่ | 45...65 HZ |
| - POWER SUPPLY ที่ต้องการ | ALTERNATING VOLTAGE 110 ... 400 VAC
± 10 % |
| - อุณหภูมิการใช้งาน | 10 ... + 70 °C |
| - ความชื้นสัมพัทธ์ | 95% |
| - การแสดงค่า HARMONIC | INDIVIDUAL HARMONIC 3RD, 5TH,
7TH..UP TO 25ST (UP TO 31ST VIA RS485)
THD U, THD I |
| - MEMORY | 256 KB |
| - ค่าความแม่นยำ (ACCURACY) | CLASS 0.5S
(ACCORDING TO IEC 62053-22) |

22. สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง (MEDIUM VOLTAGE METAL ENCLOSED SWITCHGEAR)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

22.1 SF6 GAS INSULATED RING MAIN UNIT

22.1.1 ตัวตู้เป็นแบบประกอบสำเร็จทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐานของ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC) แบบ SELF SUPPORT, FLOOR MOUNTED

22.1.2 ตัวสวิตช์เป็นแบบ 3 POLES จำนวน INCOMING CABLE FEEDER และจำนวน TRANSFORMER FEEDER ให้ดูตามแบบ

22.1.3 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานที่ผลิตเป็นประจำและต้องผ่านการอนุมัติจากการไฟฟ้าฯ

22.2 SERVICE CONDITIONS ไม่ต่ำกว่ารายละเอียด ดังนี้ :

STANDARDS AND MECHANICAL DATA

METAL ENCLOSED SWITCHGEAR:	EC 62271-200
GENERAL PURPOSE SWITCHES:	IEC 60265-1
DISCONNECTORS AND EARTHING SWITCHES:	IEC 62271-102
SWITCH FUSE COMBINATION:	IEC 62271-105
CIRCUIT BREAKERS:	IEC 62271-100
COMMON CLAUSES:	IEC 60694
PRESSURE OF SF6 GAS:	1.4 BAR AT 20 C
CABLE BUSHINGS:	DIN 60694
TEMPERATURE CLASS:	-25 C - +40 C
INDOOR DEGREE OF PROTECTION:	
- SF6 TANK:	IP 67
- FUSECANISTERS:	IP 67
- FRONT COVER:	IP 2X
- CABLE COVER:	IP 3X
BUSBARS:	240 MM2 CU
EARTH BAR (EXTERNAL):	120 MM2 CU - BOLT
DIMENSION:	M10
THICKNESS OF STAINLESS STEEL TANK:	3.0 MM
COLOURS:	
- FRONT COVER:	RAL 7035
- SIDE AND CABLE COVER:	RAL 7035

ELECTRICAL DATA – 24 KV (630A)

RATED CURRENT FOR BUSBARS: 630 A

RATED CURRENT FOR CABLE SWITCH DISCONNECTOR: 630 A

SHORT TIME WITHSTAND CURRENT (3 SEC) CABLE SWITCH

DISCONNECTOR: 16 KARMS

RATED CURRENT FOR TRANSFORMER T-OFF: 200 A

IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE:

- TO EARTH AND BETWEEN PHASES: 125 KV

INSULATION LEVEL:

- POWER FREQUENCY 1 MIN: 50 KV

- APPROXIMATE ALTITUDE 10 METER ABOVE MEAN SEE LEVEL

- MAX. TEMPERATURE 40 OC

- MEAN TEMP. IN ANY ONE YEAR 30 OC

- MEAN RELATIVE HUMIDITY IN ANY ONE YEAR 79%

- MEAN MAX. RELATIVE HUMIDITY IN ANY ONE YEAR 94%

- OPERATING IN FULL RATINGS WITHOUT AND DERATING FACTORS

22.3 RATINGS AND FEATURES THE RING MAIN UNIT SHALL HAVE THE FOLLOWING RATINGS:

RATED VOL TAGE 24 KV.

RATED IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE 125 KV.

RATED POWER FREQUENCY WITHSTAND VOLTAGE 50 KV.

FOR CABLE FEEDER

RATED MORMAL CURRENT 630 A.

RATED SHORT TIME CURRENT (1 SEC.) AT 12/24 KV. 16/8 KA.

RATED SHORT CIRCUIT MAKING CURRENT AT 12/24 KA.40/20 KA.

FOR TRANSFORMER FEEDER

RATED NORMAL CURRENT 200 A.

RATED BREAKING CAPACITY AT 12/24 KV 16/8 KA.

22.4 โครงสร้างตัวตู้ ประกอบด้วย METAL-ENCLOSED HERMETIC SEALED IN SF6 โดยมี CLASS ของ PROTECTION ตาม IP65 ตัวตู้ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นสีขึ้นสุดท้าย

22.5 กล่องบรรจุตัว SWITCH เป็นแบบ GASTIGHT มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงอัดจาก SHORT CIRCUIT CURRENT

- 22.6 SWITCH สำหรับ CABLE FEEDER ต้องเป็นแบบชนิด ON LOAD SPRINGCHARGE, MAUAL OPERATED พร้อมด้วย MECHANICAL SWITCH POSITION INDICATOR ตัว EARTHING SWITCH จะต้อง มี RATED SHORT CIRCUIT MAKING CURRENT ไม่น้อยกว่า 40 KA PEAK พร้อม MECHANICAL POSITION INDICATOR โดยผ่านการตรวจสอบตามข้อ 4 ของ IEC265-1
- 22.7 SWITCH สำหรับ TRANSFORMER FEEDER เป็นแบบ CIRCUIT BREAKERS ชนิด MECHANISM STORED ENERGY ฝาตู้จะต้องมี INTERLOCKED กับตัว SWITCH ของ TRANSFORMER FEEDER
- 22.8 สวิตช์ของ CABLE FEEDER, TRANSFORMER FEEDER จะต้องประกอบด้วย EARTHING SWITCH ทั้งคู่ และมี INTERLOCKED สำหรับป้องกันการ CLOSE ในเวลาพร้อมกัน
- 22.9 มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้คือ
- FAULT INDICATOR WITH AUTOMATIC INDICATION RESETTING ON EACH PHASE
 - VOLTAGE INDICATOR LAMP FOR EACH PHASE แสดงตำแหน่งเปิด-ปิด ของ SWITCH
 - FACILITIES TO TEST THE CABLE FEEDERS
 - FACILITIES TO CHECK WEATHER THE GAS CONTAINER
- 22.10 ผู้รับจ้างจะต้องต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด สำหรับ RING MAIN UNIT แต่ละชุด และอุปกรณ์ต่อสายดินต้องเป็นชนิด NONCORROSIVE เช่น COPPER ALOY เป็นต้น

23. ตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง (HIGH VOLTGE SWITCHGEAR CUBICLE)

- 23.1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของ (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำขั้นตอนการผลิตต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEMA, IEC, VDE
- 23.2. เป็นแบบที่ใช้ภายนอกอาคาร (OUTDOOR TYPE) ทนสภาวะแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้นฝุ่น ความร้อนได้เป็นอย่างดี และออกแบบให้มีการระบายความร้อนของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในอย่างเหมาะสมต้องการบำรุงรักษาน้อยที่สุดหรือไม่ต้องบำรุงรักษาเลย
- 23.3. ใช้เป็นตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง รวมถึงอุปกรณ์อื่น ที่จำเป็นต้องติดตั้ง เช่น CABLECLAMP, CABLE TERMINAL และ CABLE LADEER เป็นต้น
- 23.4. ตู้ครอบจะต้องมี DEGREE OF PROTECTION ที่ IP 54 ตามมาตรฐาน IEC
- 23.5. จะต้องมีการเปิดเข้าถึงแต่ละ COMPARTMENT ประตูของแต่ละ COMPARTMENT จะต้องมียูนิล็อคและกุญแจล็อก บานพับสามารถเปิดได้ 180 องศา บานพับและสลักทั้งหมดต้องเป็น STAINLESS STEEL หรือทองเหลือง
- 23.6. กุญแจที่ใช้ล็อกต้องเป็นกุญแจชนิดใช้ภายนอกอาคาร
- 23.7. การต่อ PRIMARY และ SECONDARY CABLE จะต้องร้อยท่อขึ้นจากด้านล่างขนาดและจำนวนของ CABLE ให้เป็นไปตามแบบ
- 23.8. เครื่องมือพิเศษที่มีความจำเป็นสำหรับปลด-สับ การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในจะต้องมีที่สำหรับติดตั้งหรือวางเครื่องมือเหล่านั้นในตู้ครอบได้ อาจจะเป็นที่บานประตูหรือที่อื่นตามเหมาะสม
- 23.9. จะต้องจัดให้มีแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละ COMPARTMENT STEEL หรือ ELECTRO-GALVANIZED SHEET STEEL ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร เคลือบด้วยกรรมวิธี ELECTROSTATIC PLASTIC POWER COATING หรือ ELECTROSTATIC BAKED ENAMEL COATING ชนิดของสีจะต้องเป็นแบบใช้ภายนอก ทนต่อแสง ULTRAVIOLET
- 23.10. จะต้องมียูนิต่อลงดินอย่างน้อย 2 จุด เพื่อ ENCLOSURE จุดต่อลงดินจะต้องทำด้วยโลหะปลอดสนิม เช่น ทองแดงหรือทองเหลือง
- 23.11. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING พร้อมทั้งส่งตัวอย่าง เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการ

24. AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ :-

- 24.1 TRANSFER SWITCH ต้องเป็นแบบใช้ 2-CIRCUIT BREAKER TYPE ขนาดตามระบุไว้ในแบบทำงานแบบ ELECTRICAL OPERATE, MECHANICAL HOLD พร้อมทั้งมีระบบ MANUAL OPERATE ด้วย
- 24.2 ระบบควบคุม TRANSFER SWITCH ให้ใช้อุปกรณ์ ELECTRONIC มีคุณสมบัติการทำงาน ดังนี้
 - 24.2.1 เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับลง หรือไฟมาไม่ครบ หรือแรงดันไฟฟ้าเฟสหนึ่งเฟสใดต่ำกว่า 70% ภายใน 3 วินาที เครื่องยนต์จะสตาร์ทตัวเอง ในกรณีที่เครื่องยนต์ สตาร์ทครั้งแรกไม่ติด ชูต สตาร์ทเครื่องอัตโนมัติจะสตาร์ทใหม่ติดต่อกันได้อีก 4 ครั้ง เมื่อสตาร์ทเครื่องครบ 4 ครั้งแล้ว เครื่องยนต์ยังไม่ติดเครื่อง จะไม่สตาร์ทอีกต่อไป แต่จะมีสัญญาณไฟโชว์หน้าตู้ช่อง OVERCRANK หลังจากตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องให้เรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม RESET OVER CRANK สัญญาณไฟโชว์หน้าตู้ช่อง OVER CRANK จะดับไปแล้วชุดอัตโนมัติสตาร์ท จะสตาร์ทเครื่องยนต์ ใหม่อีก
 - 24.2.2 เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์เรียบร้อยแล้ว เครื่องยนต์จะวิ่งตัวเปล่าประมาณ 3 วินาที จึงจะสับโหลด จ่ายไฟ และที่แผงโชว์หน้าตู้จะมีสัญญาณไฟสว่างที่ช่อง STAND-BY SOURCE
 - 24.2.3 เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้ามาตามปกติภายใน 10 นาที AUTOMATIC TRANSFER SWITCH จะทำหน้าที่เปลี่ยนโหลดจากโหลดไฟเครื่องยนต์ไปหาโหลดของการไฟฟ้าโดยอัตโนมัติแต่เครื่องยนต์ยังวิ่ง เปล่าอยู่ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ก็จะกลับไปทำงานตามข้อ 2 ใหม่ทันที
- 24.3 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ให้ติดตั้งภายใน ESSENTIAL DISTRIBUTION BOARD หรือตาม กำหนดในแบบ

25. CAPACITOR AND CONTROLLER

- 25.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และ
ออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL, IEC หรือ VDE
- 25.2 จุดประสงค์เพื่อแก้ POWER FACTOR
- 25.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นจะต้องเป็นแบบ CENTRALIZED AUTOMATIC POWER FACTOR
CORRECTION
- 25.4 ส่วนประกอบของอุปกรณ์หลัก มีดังนี้
- ชุด AUTOMATIC STEP CONTROLLER ต้องสามารถต่อเชื่อมกับ PRINTER เพื่อพิมพ์ แสดงผลได้
 - POWER CAPACITOR BANK
 - MAGNETIC CONTACTOR
 - POWER FACTOR METER
 - HRC FUSE
- 25.5 รายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิค ของ CAPACITOR
- | | | |
|----------------------|-----------------|--------|
| - POWER CAPACITOR | ตามที่ระบุในแบบ | KVAR |
| - RATED VOLTAGE | 3 Ø , 400 | VOLTS |
| - CONTROL VOLTAGE | 220 | VOLTS |
| - NO. OF SWITCHING | 6 | STAGES |
| - RATIO OF SWITCHING | 1:1:1:1:1:1 | STAGES |
| - TEMPERATURE | -10° TO +45° C | |

26. อุปกรณ์ป้องกันลျี่จ (SUGE PROTECTION)

- 26.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลျี่จ (SURGE PROTECTION DEVICE) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานใด มาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, DIN, IEE, UL, VDE หรือ ANSI
- 26.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลျี่จ (SURGE PROTECTION DEVICE) CLASS I + CLASS II สำหรับเมน ไฟฟ้าหลักที่จ่ายให้กับอาคารมีคุณสมบัติเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันชั้นต้น และชั้นกลาง (COARSE AND MEDIUM PROTECTION) ใช้ติดตั้งที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) ลักษณะอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ
- 26.2.1 ARC QUENCHING SPARK GAP (ARRESTER CLASS 1/ B)
- 26.2.2 MOV (ARRESTER CLASS II / C) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองส่วน ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) และแรงดันลျี่จ (SURGE VOLTAGE) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (LINE-FOLLOW CURRENT) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้ มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้ TECHNICAL DATA
- IEC CATEGORY / VDE CLASS I + II / B + C
 - NOMINAL VOLTAGE UN 230/400 VAC/50 HZ.
 - ARRESTER RATED VOLTAGE UC > 275 VAC/50 HZ.
 - LIGHTNING TEST CURRENT (10/350 μ S) 50 KA PER PHASE
FOR ARRESTER CLASS I/B
 - MAX. DISCHARGE SURGE CURRENT 40 KA PER PHASE
(8/20 μ S) FOR ARRESTER CLASS II/C
 - QUENCHING SHORT CIRCUIT AT UN 50 KA
WITHOUT BACKUP FUSE
 - RESPONSE TIME (L-PEN) < 25 NANOSEC/1 MICROSEC
 - PROTECTION LEVEL UP (L-PEN) < 900 V
- 26.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้ง LIGHTNING CURRENT ARRESTER และSURGE VOLTAGE ARRSTER ขนาดระหว่าง L-PEN ที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) และให้มี BANK UP FUSE ขนาด 125 A
- 26.4 การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสาย และติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

27. CONTACTOR & STARTER

- 27.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และ
ออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ MENA, UL หรือ IEC
- 27.2 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุด โดยมีรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้
- STARTER เป็นแบบ MAGNETIC ACROSS THE LINE
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ENCLOSURE เป็นแบบ GENERAL PURPOSE
 - ตัว CONTACT เป็นแบบ DOUBLE BREAK SILVER ALLOY
 - รายละเอียดจำนวน POLE และขนาด AMPERE หรือ HORSE POWER ให้ดูจากแบบ
 - PHASE VOTAGE: 230 VOLTS สำหรับ SINGLE PHASE และ 415 VOLTS สำหรับ THREE PHASE
 - FREQUENCY 50 HZ.
 - CONTROL VOLTAGE สำหรับ MAGNETIC COIL 230 VOLTS, 1 PHASE, 50 HZ.

28. ระบบคอมพิวเตอร์ (COMPUTER NETWORK SYSTEM)

เป็นระบบที่เตรียมไว้เพื่อใช้จัดเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้รับจ้างจะต้องศึกษารายละเอียดและจัดเตรียมอุปกรณ์ ตามรูปแบบและ DETAIL ที่ปรากฏอยู่ เช่น ท่อร้อยสาย (CONDUIT), รางร้อยสาย (WIRE WAY), COMPUTER BOX, SWITCH RACK, ระบบ GROUND เพื่อให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่จะมาติดตั้งในอนาคตได้อย่างสมบูรณ์

28.1 งานจัดหาและติดตั้งสายสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE (SINGLE MODE FIBER OPTIC CABLING SYSTEM)

28.1.1 รายละเอียดทั่วไป

- ติดตั้งสายสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE แบบสำหรับติดตั้งภายในอาคาร ขนาดไม่ต่ำกว่า 12 แกน จำนวน 2 เส้นซึ่งมีการเชื่อมระหว่างตู้สื่อสารภายในห้อง DATA CENTER ที่อาคารใกล้เคียงที่ติดตั้งระบบเซิร์ฟเวอร์เดิม
- ติดตั้งสายสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE แบบสำหรับติดตั้งภายในอาคาร ขนาดไม่ต่ำกว่า 6 แกน จำนวน 11 เส้นซึ่งมีการเชื่อมต่อดังนี้
- ต้นทางและปลายทางของสายสัญญาณใยแก้วนำแสงที่ติดตั้งใหม่นั้น ต้องทำการเข้าหัวสายด้วยวิธี FUSION SPLICING โดยใช้สาย FIBER OPTIC PIGTAIL และเก็บเข้ากล่องเก็บสายใยแก้วนำแสงแบบปิดให้เรียบร้อย
- ติดตั้งสายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อ (FIBER OPTIC PATCH CORD) ชนิด SINGLE MODE ที่มีหัวต่อแบบ DUPLEX SC-LC หรือ LC-LC ขนาด 3 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 26 เส้น ให้เพียงพอต่อการใช้งานเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์สลับสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (NETWORK SWITCH) ที่ติดตั้งใหม่
- สายที่เดินภายนอกตัวอาคาร แต่อยู่ในบริเวณที่เป็นกันสาด หรือ บริเวณที่ไม่ต้องสัมผัสความชื้น อาจจะใช้ท่อ EMT หรือ IMC CONDUIT ก็ได้
- สายทั้งหมดที่อยู่ภายในอาคารจะต้องเดินภายในรางร้อยสายเดิมที่มีอยู่หรือในท่อ EMT เท่านั้น ยกเว้น สายที่ติดตั้ง อยู่ในฝ้า T-BAR หรือบริเวณฝ้าเรียบที่ไม่สามารถเปิดได้ สามารถใช้ FLEXIBLE CONDUIT แทนได้
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการจัดสายที่อยู่หน้าตู้สื่อสารทุกตู้ โดยจะต้องจัดหาอุปกรณ์เพื่อทำการจัดสาย ให้เหมาะสมและพอเพียง เพื่อให้ตู้สื่อสารมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย
- ผู้เสนอราคาต้องมีวิศวกรหรือทีมช่างผู้ชำนาญ ที่จะทำการติดตั้งสายสัญญาณระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ได้ผ่านการอบรมความรู้ โดยมีเอกสารรับรอง(CERTIFICATE)การผ่านการอบรม จากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทประจำประเทศไทยของบริษัทผู้ผลิต โดยจะต้องแนบสำเนาเอกสารรับรอง(CERTIFICATE)การผ่านการอบรม ดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นเอกสารเสนอราคา

- ระบบสายสัญญาณเครือข่ายที่นำเสนอต้องได้รับการประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 20 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย
- ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย
- บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

28.1.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องเสนออุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วย สายใยแก้วนำแสง (FIBER OPTIC CABLE) กล่องพักสายใยแก้วนำแสง (FIBER OPTIC ENCLOSURE) สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อแบบ PIGTAIL (FIBER OPTIC PIGTAIL CABLE) และ สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อ (FIBER OPTIC PATCH CORD) ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยมีรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

(1) สายใยแก้วนำแสง (FIBER OPTIC CABLE)

- เป็นสายใยแก้วนำแสงที่ใช้ติดตั้งภายในอาคาร มีโครงสร้างของสายเป็นแบบ TIGHT BUFFERED มีฉนวนเปลือกนอก (OUTER JACKET) เป็นชนิด OFNR และมีโครงสร้างภายในประกอบด้วยแกนกลางแบบ DIELECTRIC และ ARAMID YARN เพื่อความแข็งแรง มี RIPCORD สำหรับช่วยในการปลอกสาย และ ALUMINUM INTERLOCK ARMOR เพื่อป้องกันสัตว์กัดแทะ
- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE (OS2) ตามมาตรฐาน ITU-T G.652 C/D โดยมีจำนวนใยแก้วนำแสง 12 CORE หรือ 6 CORE ตามแบบ
- มีการออกแบบและทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน TELCORDIA GR-409-CORE, ISO/IEC 11801:ED. 2.0 AMENDMENT 1:2008, ANSI/TIA/EIA 568-C.3, ANSI/TIA-598-C และ ANSI/TIA-492 CAAB
- สามารถใช้งาน APPLICATION 10GBASE-L(1310 NM), 10GBASE-E (1550 NM), 10G FIBRE CHANNEL (SERIAL 1310 NM), 10G FIBRE CHANNEL (WDM-1310 NM), 1000BASE-LX (1300 NM), FIBER CHANNEL 266/1062 (1300 NM) และ ATM 52/155/622 (1300 NM) เป็นอย่างน้อย
- เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีอัตราการการลดทอน (MAX. ATTENUATION) ไม่เกิน 0.50 DB/KM ที่ 1310 NM และ 0.40 DB/KM ที่ 1550 NM
- มีค่า PULLING TENSION ขณะติดตั้งไม่น้อยกว่า 1335 N สำหรับสายขนาด 6 CORE และไม่น้อยกว่า 1780 N สำหรับสายขนาด 12 CORE
- รองรับแรงกดทับ (CRUSH RESISTANCE) ได้สูงสุด 44 N/MM

- มีรัศมีโค้งงอของสาย (BEND RADIUS) ของสายไม่เกิน 20 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (OUTSIDE DIAMETER) ในขณะติดตั้ง
- สายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถทนอุณหภูมิขณะเก็บรักษา (STORAGE) ได้อย่างน้อย -40 ถึง +85 องศาเซลเซียส ขณะติดตั้ง (INSTALLATION) ได้อย่างน้อย -20 ถึง +75 องศาเซลเซียส และขณะใช้งาน (OPERATION) ได้อย่างน้อย -40 ถึง +75 องศาเซลเซียส
- สายใยแก้วนำแสงที่นำเสนอต้องผ่านมาตรฐานด้านความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ROHS COMPLIANT

(2) กล่องพักสายใยแก้วนำแสง (FIBER OPTIC ENCLOSURE)

- เป็นกล่องปิดสี่ด้านชนิดที่ใช้สำหรับติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด RACK 19"
- เป็นกล่องที่สามารถรองรับหัวต่อแบบ LC บนกล่องขนาด 1U ได้สูงสุด 72 หัวต่อ (72 FIBERS)
- ตัวกล่องพักสายใยแก้วนำแสงสามารถติดตั้งใน RACK ได้สามแบบ คือ แบบพอดี้กับเสาของ RACK (FLUSH) แบบยื่นออกมาจากเสาของ RACK (PROTRUDING) และแบบเว้าลึกลงไปจากเสาของ RACK (RECESSED) ให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของหน้างาน
- มีแผงหัวต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด LC ไม่น้อยกว่า 6 หัวต่อ (6 FIBERS) เพื่อรองรับการพักสายใยแก้วนำแสงที่ปลายแต่ละด้านของสายใยแก้วนำแสง
- มีกล่องเก็บสายที่ทำการ FUSION SPLICE (FIBER SPLICE TRAY) เพียงพอต่อสายใยแก้วนำแสงที่ทำการติดตั้ง

(3) สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อแบบ PIGTAIL (FIBER OPTIC PIGTAIL CABLE)

- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE แบบเดี่ยว (SIMPLEX) และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสาย 900 ไมครอน
- มีหัวต่อด้านเดียวแบบ LC เพื่อทำการเชื่อมต่ออีกด้านที่ไม่มีหัวต่อเข้ากับสายใยแก้วนำแสง ด้วยวิธีการ FUSION SPLICE
- มี JACKET ของสายเป็นแบบ LOW SMOKE ZERO HALOGEN (LSOH) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3C
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน TIA/EIA-568-C.3, ISO11801 เป็นอย่างน้อย
- มีค่า INSERTION LOSS ไม่เกิน 0.40 DB และมีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 55 DB
- ต้องเป็นสายสำเร็จรูป จากโรงงานผู้ผลิต ผ่านการทดสอบทุกเส้น (100% TESTED)

(4) สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อ (FIBER OPTIC PATCH CORD)

- เป็นสายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE ที่มีหัวต่อเป็นแบบ DUPLEX LC-LC

- มีโครงสร้างสายเป็นแบบ UNI-TUBE DUPLEX คือมีสายใยแก้วนำแสง 2 เส้นรวมอยู่ใน JACKET แคชชุดเดียว เพื่อ่ายต่อการจัดสายและประหยัดพื้นที่ในตู้ RACK
- มี JACKET ของสายเป็นแบบ LOW SMOKE ZERO HALOGEN (LSOH) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3C
- BOOT ที่ปลายทั้งสองด้านเป็นแบบ LOW PROFILE ถูกออกแบบให้สามารถดึงเข้าและออกจากหัวต่อสายตัวเมียได้โดยไม่ต้องใช้มือกดที่ LATCH (PUSH-PULL DESIGN) ซึ่งเหมาะสำหรับการติดตั้งในที่ ๆ จำกัดและมีสายจำนวนมาก เช่น ใน BLADE SERVER และ HIGH DENSITY PATCH PANEL เป็นต้น
- สามารถเปลี่ยน POLARITY ของสายได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะใดๆ ในการเปลี่ยน
- มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ดังนี้ TIA/EIA-568-C.3, ISO11801 และ ROHS เป็นอย่างน้อย
- มีค่า INSERTION LOSS ไม่เกิน 0.25 DB และมีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 55 DB
- เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ผ่านการทดสอบทุกเส้น (100% TESTED)

28.1.3 การส่งมอบ

- ผู้รับจ้างต้องทำเอกสารการติดตั้ง การใช้งานและการบำรุงรักษาให้กับผู้ว่าจ้าง
- ผู้รับจ้างต้องส่งมอบ เอกสาร SYSTEM WARRANTY จากบริษัทผู้ผลิต
- ให้ทำการทดสอบระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสง ซึ่งจะต้องให้สอดคล้องกับมาตรฐานของระบบสายสัญญาณ โดยเมื่อติดตั้งระบบต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ค่าใช้จ่ายสำหรับการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยส่งเอกสารแสดงผลการทดสอบของสายสัญญาณใยแก้วนำแสงที่ได้ทำการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด โดยจะต้องใช้เครื่องมือที่ทำการทดสอบที่มีคุณสมบัติดีกว่าหรือเทียบเท่า FLUKE DTX-1800 โดยต้องแสดงค่าการทดสอบดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย
- OPTICAL LOSS TEST จะทำการทดสอบสายสัญญาณใยแก้วนำแสง โดยจะต้องมีรายงานการทดสอบแต่ละเส้นกำกับด้วย ซึ่งในรายงานการทดสอบจะต้องแสดงค่าลดทอนของสาย (ATTENUATION) และความยาว ส่งมอบก่อนการตรวจรับ หลังจากผู้รับจ้างดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ระบบสายสัญญาณเครือข่ายในระบบเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบคุณภาพและรายงานรายละเอียดการติดตั้งและการใช้งานทั้งหมดในโครงการนี้ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

28.1.4 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

28.1.5 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่บุคลากร เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อต้องกระทำโดยวิทยากรที่เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนั้นและต้องมีเอกสารประกอบการฝึกอบรม แจกให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด

28.2 งานจัดหาและติดตั้งสายสัญญาณ ชนิด CAT.6A (CAT.6A COPPER CABLING SYSTEM)

28.2.1 รายละเอียดทั่วไป

- ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งสายสัญญาณทองแดงตีเกลียวแบบ F/UTP CAT.6A จากตู้ RACK ในแต่ละชั้น ไปยังตำแหน่งที่ระบุในแบบ จำนวนทั้งสิ้น 61 เส้น
- ในการติดตั้งสายสัญญาณในตู้ RACK ที่ต้นทางให้ติดตั้งแผงพักสายสัญญาณ (COPPER PATCH PANEL) และปลายทางให้ติดตั้งที่ RJ-45 MODULAR JACK พร้อมเสนอสาย PATCH CORD ทั้งที่ต้นทางและปลายทางขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร จำนวนทั้งสิ้น 122 เส้น โดยที่ความยาวของสายต้องเพียงพอต่อการใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย
- สายทองแดงตีเกลียว (COPPER CABLE) แผงพักสาย (COPPER PATCH PANEL) และ สาย PATCH CORD ทุกชิ้นต้องมีการติด LABEL ที่ต้นทางและปลายทาง
- สายที่เดินภายนอกตัวอาคาร แต่อยู่ในบริเวณที่เป็นกันสาด หรือ บริเวณที่ไม่ต้องสัมผัสความชื้น อาจจะใช้ท่อ EMT หรือ IMC CONDUIT ก็ได้
- สายทั้งหมดที่อยู่ภายในอาคารจะต้องเดินภายในรางร้อยสายเดิมที่มีอยู่หรือในท่อ EMT เท่านั้น ยกเว้น สายที่ติดตั้ง อยู่ในฝ้า T-BAR หรือบริเวณฝ้าเรียบที่ไม่สามารถเปิดได้ สามารถใช้ FLEXIBLE CONDUIT แทนได้
- สำหรับการเดินภายในอาคาร ตามผนัง ให้ใช้วัสดุที่มีความสวยงามเข้ากับสภาพที่ติดตั้งได้ โดยอาจจะใช้ PVC WIREWAY ได้ตามสภาพ
- ผู้รับจ้างจะต้องทำการจัดสายที่อยู่หน้าตู้สื่อสารทุกตู้ โดยจะต้องจัดหาอุปกรณ์เพื่อทำการจัดสาย ให้เหมาะสมและพอเพียง เพื่อให้ตู้สื่อสารมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย
- ผู้เสนอราคาต้องมีวิศวกรหรือทีมช่างผู้ชำนาญ ที่จะทำการติดตั้งสายสัญญาณระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ ที่ได้ผ่านการอบรมความรู้ โดยมีเอกสารรับรอง(CERTIFICATE)การผ่านการอบรม จากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทประจำประเทศไทยของบริษัทผู้ผลิต โดยจะต้องแนบสำเนาเอกสารรับรอง(CERTIFICATE)การผ่านการอบรม ดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นเอกสารเสนอราคา

- ระบบสายสัญญาณเครือข่ายที่นำเสนอต้องได้รับการประกันการใช้งาน SYSTEM WARRANTY เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 20 ปี จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือบริษัทสาขาในประเทศไทย
- ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย
- บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

28.2.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งระบบทองแดงตีเกลียวชนิด CAT.6A จะต้องเสนออุปกรณ์ ที่ประกอบไปด้วย สายทองแดงตีเกลียว (COPPER CABLE) แผงพักสายสัญญาณ (COPPER PATCH PANEL) เตารับสายทองแดงตีเกลียว (RJ-45 MODULAR JACK) สายทองแดงตีเกลียวเชื่อมต่อเชื่อมต่อ (COPPER PATCH CORD) หน้ากากเตารับ (FACEPLATE) และแผงจัดสายแนวนอน (HORIZONTAL CABLE MANAGER) ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยมีรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

(1) สายสัญญาณทองแดงตีเกลียวแบบ F/UTP CAT.6A (F/UTP CAT.6A CABLE)

- เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียวชนิด F/UTP CATEGORY 6A ชนิด 4 คู่สาย มีตัวนำเป็นทองแดงแบบ เส้นแข็ง (SOLID BARE COPPER) ขนาด 23 AWG
- เป็นสายนำสัญญาณที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2 (CATEGORY 6A), ISO/IEC 11801 ED.2.2 (CLASS E_A) และ IEC 61156-5 ED.2.0 เป็นอย่างน้อย
- มีเปลือกนอก (JACKET) แบบ LSOH (LOW SMOKE ZERO HALOGEN) ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC60332-1, IEC60332-3-22, IEC 60754 และ IEC 61034
- มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่เกิน 7.4 MM
- มี ISOLATION MEMBER ภายในสาย เพื่อควบคุมระยะห่างระหว่างคู่สาย ทำให้ป้องกันระดับสัญญาณรบกวนระหว่างคู่สายได้ดีขึ้น ในระหว่างและหลังการติดตั้ง
- มี MYLAR TAPE รอบคู่สายทั้งหมด พร้อมด้วย DRAIN WIRE เพื่อความต่อเนื่องของระบบ GROUND และ ALUMINUM FOIL ตลอดความยาวของสายสัญญาณ
- รองรับการใช้งาน APPLICATION 10GBASE-T, HDBASE-T, 1000BASE-T, IEEE 802.3AF และ IEEE 802.3AT เป็นอย่างน้อย
- มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังต่อไปนี้
 - 1) มีค่า INSERTION LOSS ไม่เกิน 42 DB (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ
 - 2) มีค่า NEXT ไม่น้อยกว่า 47 DB (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ
 - 3) มีค่า PSNEXT ไม่น้อยกว่า 42 DB (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ
 - 4) มีค่า ACR-F ไม่น้อยกว่า 34 DB (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ

- 5) มีค่า PSACR-F ไม่น้อยกว่า 32 DB (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ
 - 6) มีค่า RETURN LOSS ไม่น้อยกว่า 26 DB (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ
 - 7) มีค่า PROPAGATION DELAY ไม่เกิน 510 NS (TYPICAL) ที่ความถี่ 500 MHZ
 - 8) มีค่า DELAY SKEW ไม่เกิน 45 NS
 - 9) มีค่า DC RESISTANCE น้อยกว่า 8.5 โอห์มต่อความยาวสาย 100 เมตร
 - 10) มีค่า DC RESISTANCE UNBALANCE 5% หรือดีกว่า
- มีคุณสมบัติทางกล ดังต่อไปนี้
- 1) รองรับแรงดึงสูงสุดได้ 110 N
 - 2) สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +75°C ติดตั้งได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 0 ถึง +60°C และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +75°C
- (2) แผงพักสายสัญญาณ (COPPER PATCH PANEL)
- เป็นแผงพักสายสัญญาณแบบ MODULAR (MODULAR SHIELD PATCH PANEL) สามารถรองรับ MODULAR JACK แบบที่มี SHIELD เพื่อให้ระบบ SHIELD มีความสมบูรณ์ มีจำนวน PORT ให้เลือกใช้งานจำนวน 24 PORTS หรือ 48 PORTS ต่อความสูง 1 U
 - สามารถติดตั้งกับตู้ RACK 19 นิ้ว ขนาดมาตรฐานได้ มีให้เลือกใช้ทั้งแบบตรง (FLAT) และแบบงอ (ANGLE)
 - แผงพักสายสัญญาณมีตัวเลขแสดงหมายเลข PORT กำกับที่ด้านหน้าของแต่ละ PORT
 - สำหรับแผงพักสายสัญญาณ แบบ 24 PORTS จะมีพื้นที่สำหรับติด ICON แสดงระบบที่ใช้งานและพื้นที่เพิ่มเติมสำหรับติด LABEL แสดงรายละเอียดอื่น ๆ ที่ด้านหน้าของอุปกรณ์
 - เติร์ปสายสัญญาณตัวเมีย (RJ-45 MODULAR JACK) ที่ติดตั้งกับแผงพักสายสัญญาณ แต่ละตัวสามารถถอดประกอบเข้ากับชุดของ MODULE ได้ทีละ 1 ตัว และมีจำนวนเท่ากับ PORT ที่ต้องการใช้
 - แผงพักสายสัญญาณ มีโครงสร้างผลิตจากวัสดุ COLD ROLLED STEEL ที่มีความแข็งแรง ทนทาน และมีแผงจัดสายด้านหลังที่สามารถถอดเข้าออกได้
 - เมื่อใช้แผงพักสายสัญญาณแบบ MODULAR ร่วมกับ MODULAR JACK ต้องผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2 (CATEGORY 6A), ISO/IEC 11801 ED.2.2 (CLASS E_A) IEC 60603-7, IEC 60603-7-51, ANSI/TIA-1096-A, IEEE 802.3AN, IEEE 802.3AF (POE) และ IEEE 802.3AT(POE+) เป็นอย่างน้อย
 - ผ่านการทดสอบตามค่ามาตรฐานโดย ETL (ETL TESTED)

- แผงพักสายสัญญาณมีชุดแผงตัวนำสำหรับต่อลง GROUND ซึ่งจะทำการเชื่อมต่อเข้ากับ ส่วน GROUND ของเต้ารับสายสัญญาณตัวเมียโดยอัตโนมัติเมื่อทำการติดตั้ง เพื่อให้การเชื่อมต่อระบบ GROUND ได้อย่างสมบูรณ์
 - แผงพักสายสัญญาณสามารถรองรับการติดตั้ง GROUND LUG แบบ 1 รู หรือ 2 รู เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบ GROUND ของอาคารหรือสถานที่นั้นๆ
 - สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -10 ถึง +60 องศาเซลเซียส
 - ผ่านการรับรองมาตรฐาน ROHS COMPLIANCE
- (3) เต้ารับสายทองแดงตีเกลียว (RJ-45 MODULAR JACK)
- เป็นเต้ารับสายทองแดงตีเกลียวแบบ RJ 45 MODULAR JACK CAT 6A แบบ SHIELDED และมีชุดสำหรับล็อก SHIELD เพื่อให้เกิดการป้องกันสัญญาณรบกวนแบบ 360 องศา ให้สามารถเชื่อมต่อ เข้ากับระบบ GROUND ได้อย่างสมบูรณ์
 - สามารถรองรับขนาดสายทองแดงทั้งแบบ SOLID และ STRANDED ได้ตั้งแต่ 23 AWG ถึง 26 AWG
 - มีเทคโนโลยีในการเข้าหัวสาย โดยไม่ทำให้แต่ละคู่สายไขว้กันไปในช่วงของสายที่ไม่ได้ ถูกหุ้มด้วย JACKET (ช่วงสายที่ปลอกออกเพื่อทำการเข้าหัวสาย) ทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้เป็นอย่างดี
 - สามารถทำการเข้าหัวใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 5 ครั้ง โดยที่ยังคงประสิทธิภาพดังเดิม
 - รองรับการเสียบหัวตัวผู้ (PLUG INSERTION CYCLES) ได้ไม่น้อยกว่า 2500 ครั้ง และ สามารถรองรับหัวตัวผู้ได้ทั้งแบบ RJ-45 และ RJ-11
 - เต้ารับสายสัญญาณตัวเมียมีแผ่นปิดช่องหัวต่อสายเพื่อกันฝุ่นให้เลือกใช้ โดยแผ่นปิดช่องเสียบสายมีระบบเปิดปิดแบบใช้สปริง ทำให้สามารถเสียบสาย PATCH CORD เข้ากับเต้าสายสัญญาณตัวเมียได้ด้วยมือเดียว
 - มี CODE สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B เพื่อสะดวกในการติดตั้ง
 - เต้ารับสายสัญญาณตัวเมียเป็นแบบ SLIM สามารถติดตั้งเข้ากับ FACEPLATE ในแนวราบ (FLAT) หรือแบบทำมุมเอียง (ANGLED) ได้จากทางด้านหน้าและด้านหลัง
 - สามารถถอดเต้ารับสายสัญญาณตัวเมียออกจาก FACEPLATE ทางด้านหน้าและด้านหลัง (PASS THROUGH) ในขณะที่สายสัญญาณยังติดอยู่กับเต้ารับ
 - มีสีให้เลือกสำหรับการทำ COLOR CODING จำนวนไม่น้อยกว่า 10 สี และ มี ICON เพื่อแยกแยะระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์ติดที่ด้านหน้าของตัวรับสายสัญญาณตัวเมีย

- CONTACT ต่างๆ ผลิตจาก COPPER ALLOY และเคลือบด้วยทองหนา 1.27 MICRON (50 MICRO INCHES)
 - ตัวโครงผลิตจาก ZINC DIE CAST และ FLAME RETARDANT THERMOPLASTIC ตามมาตรฐาน UL 94V-0
 - ผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 1) ANSI/TIA-568-C.2 (CATEGORY 6A) และ ISO/IEC 11801 ED.2.2 (CLASS E_A)
 - 2) IEC 60603-7-51 และ IEC 60512-99-001
 - 3) ANSI/TIA-1096-A
 - 4) IEEE 802.3AN, IEEE 802.3AF (POE) และ IEEE 802.3AT(POE+)
 - 5) ETL TESTED
 - 6) UL2043
 - สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -10 ถึง +60 องศาเซลเซียส
 - ผ่านการรับรองมาตรฐาน ROHS COMPLIANCE
- (4) สายทองแดงตีเกลียวเชื่อมต่อ (COPPER PATCH CORD)
- สายทองแดงเชื่อมต่อสัญญาณเป็นสายทองแดงแบบอ่อน (STRANDED COPPER CABLE) ชนิด CAT 6A ที่มีโครงสร้างของสายแบบ S/FTP ซึ่งมีฉนวนป้องกันสัญญาณรบกวนสองชั้นสามารถป้องกัน สัญญาณรบกวนจากสายเส้นอื่นๆ (ALIEN CROSSTALK) ได้เป็นอย่างดี
 - มีเปลือกชั้นนอกสุดเป็นแบบ LOW SMOKE ZERO HALOGEN
 - ปลายทั้งสองด้านเป็นหัวต่อแบบ RJ 45 MODULAR PLUG ที่มี BOOT แบบ LOW PROFILE ถูกออกแบบให้สามารถดึงเข้าและออกจากหัวต่อสายตัวเมียได้โดยไม่ต้องใช้มือกดที่ LATCH ซึ่งเหมาะสำหรับการติดตั้งในที่ๆ จำกัดและมีสายจำนวนมาก เช่น ใน BLADE SERVER และ HIGH DENSITY PATCH PANEL เป็นต้น
 - หัวต่อสายสัญญาณทั้งสองด้านเป็นแบบ SLIM มี STRAIN RELIEF เพื่อจำกัดการโค้งงอของสายให้ได้ ตามมาตรฐาน พร้อมทั้งมี SHIELD เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนแบบ 360 องศา ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของระบบป้องกันสัญญาณรบกวน
 - รองรับการเสียบเข้าหัวตัวเมีย (PLUG INSERTION CYCLES) ได้ไม่น้อยกว่า 2500 ครั้ง
 - มีสีของสายให้เลือกสำหรับการทำ COLOR CODING จำนวนไม่น้อยกว่า 7 สี
 - มี CLIP ให้เลือกสำหรับการทำ COLOR CODING จำนวนไม่น้อยกว่า 9 สี โดยสามารถติดตั้งในกรณีที่ทำการติดตั้งสายทองแดงเชื่อมต่อสัญญาณไปแล้ว โดยไม่ต้องถอดสายออก

- สายเชื่อมต่อสำเร็จรูป ต้องผ่านข้อกำหนดตามมาตรฐานอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 1) ANSI/TIA-568-C.2 (CATEGORY 6A) และ ISO/IEC 11801 ED.2.2 (CLASS E_A)
 - 2) IEC 60603-7 และ IEC 60603-7-51
 - 3) ANSI/TIA-1096-A
 - 4) IEEE 802.3AN, IEEE 802.3AF (POE) และ IEEE 802.3AT(POE+)
 - 5) IEC 60332-1, IEC 60754, และ IEC 61034
 - 6) UL LISTED 1863 และ CSA-C22.2 NO. 182.4-M90
 - เป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตและผ่านการทดสอบการส่งสัญญาณ (TRANSMISSION TEST) 100 % ทุกเส้นด้วยเครื่องทดสอบเกรดสำหรับห้องทดสอบ (LABORATORY GRADE NETWORK ANALYSER)
 - สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -10 ถึง +60 องศาเซลเซียส
 - เป็นผลิตภัณฑ์ที่มี QC NUMBER เพื่อให้สามารถติดตามตรวจสอบย้อนกลับไปได้ และง่ายต่อการบริหารจัดการสินทรัพย์ขององค์กร
 - ผ่านการรับรองมาตรฐาน ROHS COMPLIANCE
- (5) หน้ากากเต้ารับ (FACEPLATE)
- หน้ากากมีจำนวนช่องสำหรับใช้งานมากที่สุด 6 ช่องสำหรับหน้าแบบแนวตั้ง และมากที่สุด 4 ช่องสำหรับหน้ากากแบบแนวนอน ต่อหนึ่งหน้ากากแบบ SINGLE GANG
 - สามารถติดตั้ง MODULAR JACK เข้ากับ FACEPLATE ในแนวราบ (FLAT) หรือแบบทำมุมเฉียง (ANGLED) ได้จากทางด้านหน้าและด้านหลัง และสามารถถอดออกจาก FACEPLATE ทางด้านหน้าและด้านหลัง (PASS THROUGH) ในขณะที่สายสัญญาณยังติดอยู่กับเต้ารับ
 - สามารถใช้ร่วมกับ MODULAR JACK ที่นำเสนอได้เป็นอย่างดีโดยไม่ต้องมีตัวแปลง
 - มีช่องใส่ LABEL โดยมีแผ่นปิดที่สามารถเปิดได้โดยใช้นิ้วกดและไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย
- (6) แผงจัดสายแนวนอน (HORIZONTAL CABLE MANAGEMENT)
- แผงจัดสายแนวนอน เลือกใช้ในขนาดความสูงที่ 1U
 - มีขนาด FINGER ให้เลือกใช้ที่ความลึก 4 นิ้ว และสามารถเปลี่ยนได้เมื่อชำรุด
 - สามารถเปิดปิดแผ่นปิดสำหรับบังสายเพื่อความสวยงามได้สองทาง (DUAL HINGE DOOR)
- (7) สายสัญญาณ F/UTP
- ความยาวของสายสัญญาณ (LENGTH)
 - แผนผังการต่อเชื่อมของสายสัญญาณ (WIRE MAP)
 - ค่าลดทอนของสายสัญญาณ (INSERTION LOSS OR ATTENUATION)

- ค่า NEAR END CROSS TALK (NEXT)
- ค่า ATTENUATION TO CROSS TALK RATIO NEAR-END (ACR-N)
- ค่า POWER SUM ATTENUATION TO CROSS TALK RATIO NEAR-END (PS ACR-N)
- ค่า ATTENUATION TO CROSS TALK RATIO FAR-END (ACR-F)
- ค่า POWER SUM ATTENUATION TO CROSS TALK RATIO FAR-END (PS ACR-F)
- ค่า RETURN LOSS
- ค่า DELAY SKEW
- ค่า PROPAGATION DELAY
- ค่า PARAMETER อื่นๆที่จำเป็น

28.2.3 การส่งมอบ

- ผู้รับจ้างต้องทำเอกสารการติดตั้ง การใช้งานและการบำรุงรักษาให้กับผู้ว่าจ้าง
- ผู้รับจ้างต้องส่งมอบ เอกสาร SYSTEM WARRANTY จากบริษัทผู้ผลิต
- ให้ทำการทดสอบระบบสายสัญญาณ ซึ่งจะต้องให้สอดคล้องกับมาตรฐานของระบบสายสัญญาณ โดยเมื่อติดตั้งระบบต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ค่าใช้จ่ายสำหรับการทดสอบทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง โดยส่งเอกสารแสดงผลการทดสอบของสายสัญญาณทองแดงดีเกลียวตามที่ได้ทำการติดตั้ง จำนวน 1 ชุด โดยจะต้องใช้เครื่องมือที่ทำการทดสอบที่มีคุณสมบัติดีกว่าหรือเทียบเท่า FLUKE DTX-1800 โดยต้องแสดงค่าการทดสอบดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

28.2.4 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

28.2.5 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่บุคลากร เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อต้องกระทำโดยวิทยากรที่เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในด้านนั้นและต้องมีเอกสารประกอบการฝึกอบรม แจกให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด

28.3 งานจัดหาและติดตั้งตู้สื่อสารขนาด 42U (RACK CABINET) จำนวน 1 งาน

28.3.1 รายละเอียดทั่วไป

- จัดหาและติดตั้งตู้อุปกรณ์สื่อสารแบบตั้งพื้น (RACK CABINET) เป็นจำนวนทั้งสิ้น 13 ตู้ เป็นขนาด 42U หน้ากว้าง 60 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร
- ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ จากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารรับรองมาในวันที่ยื่นประกวดราคาด้วย

28.3.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

- ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพการบริหารงานมาตรฐานสากล ISO 9001
- มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล EIA-310D, IEC 60297-1, IEC 60297-2, DIN 41494
- ผลิตจากELECTRO-GALVANIZED SHEET STEEL หนาไม่น้อยกว่า 1.5 MM ทำสีโดยใช้วิธี ELECTROSTATIC POWDER COAT
- เสายึดอุปกรณ์ทั้งสี่ด้านป้อนเจาะรูสี่เหลี่ยมสำหรับยึด CAGE NUT พร้อมมีหมายเลขบอกระยะความสูง (U=UNIT) ไว้ที่เสาเพื่อสะดวกในการปรับระยะความลึกการยึด และติดตั้งอุปกรณ์เข้าออกได้ง่าย
- สามารถรับน้ำหนักอุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 1200 กิโลกรัม ต่อตู้
- ประตูด้านหน้า, ประตูหลัง และฝาปิดด้านข้าง ซ้าย / ขวา สามารถที่จะเปิดออกได้ทั้ง 4 ด้าน ได้อย่างอิสระ
- ประตูด้านหน้ามีแผ่น ACRYLICใสอยู่ตรงกลางของประตู พร้อมชุดกุญแจสำหรับล็อกตู้
- ประตูด้านหลังเป็นแผ่นทึบช่องระบายอากาศอยู่ด้านล่าง พร้อมชุดกุญแจสำหรับล็อกตู้
- ชุดขาตั้งปรับระดับความสูง ต่ำ และมีลูกล้อจำนวน 4 ล้อ แต่ละล้อรับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 150 กิโลกรัม ต่อ ล้อ โดยแต่ละลูกล้อสามารถหมุนได้ 360 องศา
- มีช่องเสียบไฟฟ้าแบบ UNIVERSAL 2P+E จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ช่อง
- มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 3 ตัว

28.3.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

28.4 งานจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย (NETWORK EQUIPMENT) จำนวน 1 งาน

28.4.1 รายละเอียดทั่วไป

- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ DISTRIBUTE SWITCH จำนวน 1 ชุด ที่ตู้สื่อสารหลักของอาคาร หลังใหม่จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ ACCESS POE SWITCH จำนวน 12 ชุด หรือติดตั้งตามตู้สื่อสารแต่ละชั้นตามแบบ
- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ WIRELESS ACCESS POINT จำนวน 26 ชุด หรือ ติดตั้งตามแบบ
- ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์ จากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารรับรองมาในวันที่ยื่นประกวดราคา

28.4.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

(1) อุปกรณ์ DISTRIBUTE SWITCH

- เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายที่มีสถาปัตยกรรมเป็นแบบ Stackable LAN Switch หรือ Virtual Chassis ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชุด โดยเป็นพอร์ตสำหรับทำ Stacking หรือ Virtual Chassis โดยเฉพาะ หรือเป็นแบบ Modular Chassis มีช่องสำหรับใส่ Interface Module ไม่น้อยกว่า 6 Slots ได้เป็นอย่างดีน้อย โดยจะต้องสามารถรองรับจำนวนพอร์ต 10 Gigabit ได้สูงสุด 32 พอร์ต เมื่อ Stacking หรือ Virtual Chassis หรือ อยู่ใน Chassis เดียวกันได้เป็นอย่างดีน้อย
- มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 1000Base-X SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- มีพอร์ตแบบ SFP+ หรือเทียบเท่า ที่สามารถเพิ่ม Interface แบบ 1/10G จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- มี Switching Capacity หรือ Fabric Capacity ไม่ต่ำกว่า 224Gb/s และ มีความเร็วในการส่งข้อมูล (Switch frame rate หรือ Throughput) ไม่ต่ำกว่า 160 Mpps
- เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรองรับจำนวน MAC Address ได้อย่างน้อย 48,000 addresses
- สามารถกำหนด Queue ของคุณภาพการให้บริการ (QoS) ได้ไม่น้อยกว่า 8 ระดับต่อพอร์ต (Hardware Based)
- สามารถทำ Routing Protocol ทั้ง IPv4 แบบ Policy Base Routing, Multiple VRF, RIPv2, OSPFv2, BGPv4, IS-IS และ IPv6 แบบ RIPng, OSPFv3 และ BGP v4 for IPv6 หรือ MP-BGP
- สามารถทำ Network Monitoring แบบ NetFlow หรือ sFlow หรือเทียบเท่า และ SNMPv3 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- มีพอร์ต Out of band EMP port อย่างน้อย 1 พอร์ต
- สามารถทำฟังก์ชัน DHCP Relay for IPv4 & IPv6, Unidirectional Link Detection (UDLD), Digital Diagnostic Monitoring (DDM), Time Domain Reflectometry (TDR), DHCP snooping และ Learned Port Security ได้เป็นอย่างดีน้อย
- สามารถทำ VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) ได้เป็นอย่างดีน้อย

- สามารถทำ IGMP v1/v2/v3, MLD, PIM-SM, PIM-DM และ DVMRP สำหรับ Multicast ได้
- สามารถทำ Shortest Path Bridging (SPB-M) ได้เป็นอย่างดี
- สามารถทำ Server Load Balance(SLB) probes ด้วย HTTP, TCP port, UDP port, PING ได้เป็นอย่างดี
- มีระบบ Deep Packet Inspection (DPI) เป็นอย่างดี
- รองรับระบบการจ่ายไฟฟ้าแบบสมบูรณ์ (Redundant Power Supplies)
- เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบัน CSA, EN, UL, CE และ FCC เป็นอย่างดี
- บริษัทฯ ที่นำเสนอจะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ ในการสนับสนุนทางเทคนิค จากบริษัทผู้ผลิตฯ หรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต โดยต้องยื่นเอกสารการแต่งตั้งพร้อมเอกสารเสนอราคา
- ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารรับรองการมีอะไหล่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี จากบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต และจะต้องยื่นเอกสารนี้พร้อมเอกสารเสนอราคา
- ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ชุดนี้ เข้ากับระบบเครือข่ายของอาคารเดิมให้สามารถใช้งานร่วมกันได้

(2) ระบบ WIRELESS CONTROLLER SYSTEM

- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายมีสาย (LAN switch) ไม่น้อยกว่า 20 อุปกรณ์ และอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายไม่น้อยกว่า 30 อุปกรณ์ ได้ในระบบเดียวกัน
- สามารถตรวจสอบและแสดงสถานะของอุปกรณ์เครือข่าย โดยการค้นหาอุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Discovery) และสร้างภาพโครงข่ายของการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ (Topology)
- ผู้ดูแลสามารถ login เพื่อเข้าใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการและจัดการระบบเครือข่ายผ่านทาง Web Browser หรือ Graphic User Interface (GUI) ได้
- มีความสามารถในการจัดการ Configuration ได้แก่ Scheduling และ Back up
- สามารถตรวจสอบการทำงานในระดับ Application ได้ (Application Visibility) โดยสามารถตรวจสอบการใช้ Bandwidth ของแต่ละ Application
- สามารถกำหนด User Network Profile เพื่อกำหนดนโยบายการใช้งานของกลุ่ม User ในเรื่อง VLAN, MAC Authentication, Access Control และ Bandwidth Control หรือ QoS ได้เป็นอย่างดี
- สามารถแสดงสถานะของอุปกรณ์ได้แก่ CPU, Memory และ Temperature เป็นอย่างดี
- สามารถแสดงรายละเอียดการแจ้งเตือนสถานะภาพการทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์และสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบได้ผ่านทาง E-mail หรือ SMS
- รองรับการทำงานของ RESTful API เพื่อการทำงานร่วมกับ Application อื่นๆได้

- สามารถแสดง Heat Map เพื่อดูการครอบคลุมของสัญญาณจากอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย
- สามารถทำงานบนระบบ Microsoft Window 2012 Hyper-V, Linux และ VMware ESXi
- สามารถแสดงผลแบบ Dashboard โดยต้องสามารถแสดงแบบ Real-time Monitoring ได้
- สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานจาก Sflow ได้
- มีระบบรักษาความปลอดภัยโดยสามารถทำงานแบบ Quarantine VLAN, Port Shutdown และ Blocking Mac Address ได้
- รองรับการดำเนินงานแบบ LifeCycle Management เพื่อช่วยในการจัดการบริหารอุปกรณ์ โดยสามารถแสดงสถานะของอุปกรณ์ Hardware และ Software ได้
- ระบบต้องสนับสนุนการทำงานแบบ Bring Your Own Device (BYOD) โดยสามารถรองรับการ Authentication ผ่านหน้าเว็บหรือ Captive Portal ได้
- ระบบสนับสนุนการ Authentication ด้วย Mac Address, Captive Portal โดยสามารถทำงานร่วมกับ External Database ได้
- ระบบสามารถแสดงผล Authentication Request ในลักษณะ Line Chart โดยสามารถแสดงผลย้อนหลังได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 วัน
- ระบบสามารถระบุลักษณะของอุปกรณ์ (Device Category) ได้แก่ คอมพิวเตอร์ และมือถือ
- ระบบสามารถระบุผู้ผลิตอุปกรณ์ (Device Family) เช่น Alcatel-lucent Enterprise, Apple, IBM
- ระบบสามารถระบุระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ได้ (Device OS)
- ระบบสามารถระบุ SSID ที่อุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่ได้
- ระบบสามารถกำหนด URL ได้หลังที่ผู้ใช้ได้ทำการ Authentication สำเร็จ
- ระบบสามารถรองรับ Guest Authentication โดยสนับสนุนการทำงานแบบ Self-Registration เพื่อใช้ผู้ใช้งานสามารถลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วยตนเองได้
- ระบบลงทะเบียนต้องสามารถกำหนดให้ผู้เข้าใช้งานระบุ ชื่อ อีเมล เบอร์โทรศัพท์ ชื่อ บริษัท ตำแหน่ง
- ระบบสามารถเลือกกำหนดรหัสผ่านแบบผู้กำหนดเองและระบบลงทะเบียนเป็นผู้กำหนดให้
- สามารถกำหนดสิทธิ์หรือ Policy ให้ผู้ใช้งานภายนอกที่เข้ามาในระบบ (Guest) ได้
- ระบบสามารถเปิดการใช้งานผ่าน Access Code ได้โดยสามารถกำหนดช่วงเวลาที่สามารถให้ใช้งานได้ (Account Validity Period)
- สามารถ Import ข้อมูลของ Guest จากไฟล์ XLS, CSV และ XLSX ได้
- ระบบสามารถระบุลักษณะของอุปกรณ์ (Device Category) ได้แก่ คอมพิวเตอร์ และมือถือ

- ระบบสามารถระบุผู้ผลิตอุปกรณ์ (Device Family) เช่น Alcatel-lucent Enterprise, Apple, IBM
- ระบบสามารถระบุระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ได้ (Device OS) เช่น IOS, Andriod, MacOS, Window เป็นต้น
- ระบบสามารถแสดงชื่อของผู้อนุญาตให้ใช้งานได้ (Approver Name) หรือชื่อของ Sponsor
- ระบบสามารถแสดงสถานะของการลงทะเบียนได้แก่ Unchecked, Approved หรือ Rejected โดยสามารถแจ้งผลผ่านทางอีเมลได้
- ระบบสามารถกำหนด URL ได้หลังจากที่ผู้ใช้ได้ทำการ Authentication สำเร็จ
- มีเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมาพร้อมระบบ Wireless Controller System ที่สามารถติดตั้งใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) อุปกรณ์ WIRELESS ACCESS POINT

- เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้ทั้งในย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz
- ให้การสนับสนุนอุปกรณ์โคเลเอนต์ไร้สายที่อยู่บนมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.11g IEEE802.11n และ IEEE802.11ac และสนับสนุนการทำ MIMO Technology แบบ 4x4 ได้เป็นอย่างดี
- มีพอร์ต 100/1000Base-T Ethernet เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายอย่างน้อย 1 พอร์ต
- อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3af และ IEEE802.3at ได้เป็นอย่างดี
- อุปกรณ์ต้องมี Antenna ที่เป็นแบบ Omni-Directional Antenna แบบ 4X4 MIMO data rate up to 1700 Mbps เป็นอย่างน้อยสำหรับย่านความถี่ 5 GHz และ แบบ 2X2 MIMO data rate up to 400 Mbps เป็นอย่างน้อยสำหรับย่านความถี่ 2.4 GHz
- อุปกรณ์ต้องรองรับ 160 MHz Channel bandwidth ได้
- สามารถทำงานแบบ Radio Dynamic Adjustment (RDA) เพื่อ Assign channel และ power ได้โดยอัตโนมัติ
- อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ Spectrum Analysis
- มีไฟแสดงสถานะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบการทำงาน
- อุปกรณ์ต้องรองรับการใช้งาน (operating temperature) ที่อุณหภูมิ 0 – 45 องศาเซลเซียส
- ต้องผ่านมาตรฐาน CE Marked, และ FCC เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำงานร่วมกับระบบ Wireless Controller System ที่เสนอในโครงการนี้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

(4) อุปกรณ์ ACCESS SWITCH 24 PORT (POE)

- เป็นอุปกรณ์สลับสัญญาณที่มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และมี Gigabit Ethernet แบบ SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

- สามารถจ่ายไฟแบบ Power of Ethernet (PoE) ตามมาตรฐาน 802.3af และ 802.3at ได้
- มีขนาด Switch Fabric หรือ Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 56 Gbps และรองรับ Forwarding Rate หรือ Throughput สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 40 Mpps
- สนับสนุนจำนวน MAC Address ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16,000 Address
- สามารถทำ IPv4 routing Static และ IPv6 routing Static เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLAN
- สามารถทำงานแบบ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
- สามารถทำ Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) และ Per-VLAN Spanning Tree (PVST)
- สามารถทำ Quality of Service (QoS) ได้ ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p และมี Queue ไม่น้อยกว่า 8 ระดับต่อพอร์ต (Hardware Based)
- สามารถกำหนด Quality of Service (QoS) แบบ Weighted Round Robin, Deficit Round Robin และ Strict Priority ได้
- สามารถทำ IP Multicast protocol ได้แก่ IGMP1,v2,v3 snooping และ MLD Snoopingได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ IP Multicast VLAN และรองรับ Multicast ได้ 1,000 กลุ่ม
- สามารถทำ Policy-Based Mirroring และ Remote port mirroring ได้
- สามารถกำหนดการป้องกันการส่งผ่านข้อมูลด้วย Access Control List (ACL) ในระดับ Layer 2-4 ได้
- สามารถทำ DHCP snooping, IP Spoof protection, Dynamic ARP Protection, STP root guard, BPDU guard หรือ BPDU blocking และ Learned Port security ได้
- สามารถทำ Simplify NAC หรือ Pre-NAC ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ Network Access Profile หรือ User Network Profile เพื่อกำหนดนโยบายการใช้งานของกลุ่ม User ในเรื่อง VLAN, Access Control และ Bandwidth หรือ QoS ได้เป็นอย่างน้อย ถ้าไม่สามารถทำได้ สามารถนำเสนอ Access Control Server/Software เพิ่มเติมได้
- สามารถทำ Uni-Directional Link Detection (UDLD) และ Time Domain Reflectometry (TDR) สำหรับตรวจสอบความผิดปกติของการเชื่อมต่อสายสัญญาณได้
- สามารถส่งข้อมูลสถิติการใช้งานเครือข่ายแบบ NetFlow หรือ S-Flow
- สามารถทำ RFC 2131 DHCP Server/Client หรือ DHCP Relay ได้
- สามารถทำเชื่อมต่อแบบ Ring Topology และมี Convergence ไม่เกิน 100ms
- สามารถทำ Authentication ผ่าน Radius Server หรือ TACACS หรือ TACACS+ ได้
- อุปกรณ์มีค่า Mean Time Between Failures (MTBF) ไม่น้อยกว่า 420,000 ชั่วโมง

- อุปกรณ์ต้องมี PoE Power budget สำหรับจ่ายไฟ PoE ได้ไม่น้อยกว่า 380 Watts
- เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบัน CSA, EN, UL และ FCC เป็นอย่างน้อย
- ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการรับรองในการสนับสนุน ช่วยเหลือทางเทคนิค ความสามารถในการติดตั้ง และการบริการหลังการขายสำหรับโครงการนี้ เพื่อให้การติดตั้งใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากบริษัทฯ ผู้ผลิต หรือบริษัทฯ ประจำประเทศไทยของผู้ผลิตโดยตรง และต้องแนบเอกสารรับรองพร้อมเอกสารเสนอราคา

28.4.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

28.5 งานจัดหาและติดตั้งเครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (UPS) จำนวน 1 ชุด

28.5.1 รายละเอียดทั่วไป

- จัดหาและติดตั้ง UPS ขนาด 5 KVA พร้อมแบตเตอรี่สำรองไฟได้ ไม่น้อยกว่า 5 นาที จำนวน 1 ชุด
- ต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สายสัญญาณคอมพิวเตอร์ จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศ
- บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

28.5.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

- เป็น UPS แบบ TRUE ONLINE DOUBLE CONVERSION
- เป็นชนิด INPUT และ OUTPUT เป็น แบบ 3 เฟส 4 สาย 400 V 50HZ
- เป็นชนิดติดตั้งโดยยึดใน RACK มีขนาดความสูงเมื่อยึด RACK แล้วไม่สูงกว่า 3U
- INPUT FREQUENCY 40-70 HZ
- INPUT POWER FACTOR >0.99
- OUTPUT VOLTAGE STABILITY 1% และ OUTPUT FREQUENCY STABILITY 0.25%
- OUTPUT VOLTAGE THD < 2% FOR LINEAR LOAD
- SYSTEM EFFICIENCY สูงสุด 94%
- ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน EN 62040-1-1, EN 61000-4-5

28.5.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

28.6 รายการวัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

การพิจารณารายชื่อผลิตภัณฑ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ให้ผู้เสนอราคา พิจารณาจากรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในรายการด้านล่างนี้ ซึ่งวัสดุอุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดที่กล่าวมาแล้ว ในกรณีที่ผู้เสนอราคาต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เทียบเท่าที่นอกเหนือจากรายการผลิตภัณฑ์ที่ได้ระบุด้านล่างนี้แล้ว ผู้เสนอราคาต้องชี้แจงเหตุผลหรือความขัดข้องใดก็ตาม ที่มีผลให้ผู้เสนอราคาไม่สามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ได้ เมื่อผู้ออกแบบได้พิจารณาและให้ความเห็นชอบให้สามารถใช้วัสดุอุปกรณ์เทียบเท่าได้ แล้ว ผู้ออกแบบอาจเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพกันกับวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุไว้ โดยใช้สถานที่ทดสอบที่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบก่อน และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นก็ตามผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

29. งานระบบเสียง

29.1 เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล รองรับสัญญาณขาเข้าได้ไม่น้อยกว่า 40 ช่อง
- มีช่องสัญญาณขาเข้าสำหรับไมโครโฟนแบบ XLR Balanced ไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสัญญาณขาเข้าสำหรับ Aux Input แบบ TRS Balanced ไม่น้อยกว่า 6 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสัญญาณขาออกแบบ XLR Balanced ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสัญญาณขาออก Aux Output แบบ TRS Balanced ไม่น้อยกว่า 6 ช่องสัญญาณ
- สามารถทำงานแบบ Aux busses ได้ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง หรือดีกว่า
- สามารถทำงานแบบ Matrix ได้ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง หรือดีกว่า
- สามารถทำงานแบบ Main LRC หรือดีกว่า
- มี Internal Effect Engines ไม่น้อยกว่า 8 ตัว หรือดีกว่า
- มีกราฟฟิกรีกว ไม่น้อยกว่า 31 band หรือดีกว่า
- มีช่องเสียบแบบ USB Type A จำนวน 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มีการ์ดเสริมแบบ USB Type B ที่สามารถบันทึกเสียงแยกแตร็คได้ ไม่น้อยกว่า 32x32 ช่องสัญญาณเสียง
- มีช่องต่อ Ethernet แบบ RJ45 สำหรับการควบคุมภายนอก หรือดีกว่า
- มีจอมอนิเตอร์หลักแสดงผลการทำงานขนาดไม่น้อยกว่า 5" แบบ TFT LCD, 800 x 480 Resolution หรือดีกว่า
- มีจอมอนิเตอร์แสดงผลการทำงานแต่ละช่องสัญญาณเป็นแบบ LCD with RGB Colour Backlight หรือดีกว่า
- มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อแบบ AES50 สำหรับการขยาย Input/Output ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง ใช้สำหรับเชื่อมต่อ Stage box กับคอนโซล
- ค่าความล่าช้าการรับส่งสัญญาณต้องไม่มากกว่า 0.8 ms
- ค่าความล่าช้าการรับส่งข้อมูลในเครือข่ายจะต้องไม่สูงกว่า 1.1 ms
- สามารถใช้ application ควบคุมการทำงานจากภายนอกได้
- สามารถรับระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุดโดยไม่แตกพร่าได้ไม่ต่ำกว่า +23 dBu
- มีความแรงของสัญญาณขาออกระดับปกติที่ +4 dBu และสูงสุด ไม่ต่ำกว่า +21dBu
- ระบบประมวลผล มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 40 Bit floating point
- มีค่า Dynamic Range สำหรับสัญญาณอนาล็อกไม่น้อยกว่า 106 dB
- มีค่า Dynamic Range สำหรับสัญญาณดิจิทัลไม่น้อยกว่า 109 dB

29.2 ลำโพงชนิด 2 ทางแบบ Line Array จำนวน 16 ตู้

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นลำโพงแบบ 2-Way ชนิด bi-amp
- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว จำนวน 2 ตัว
- ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวน 2 ตัว
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 67 Hz - 20,000 Hz (± 3 dB)
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 58 Hz - 20,000 Hz (-10 dB)
- มีค่าระดับความดังของเสียงที่ 1 W/1M ไม่น้อยกว่า 101 dB (HF), 94 dB (LF)
- ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 1,800 Watts Peak
- มีค่า Maximum SPL Output ไม่น้อยกว่า 119 dB Continuous, 125 dB Peak (HF) และ 121 dB Continuous, 127 dB Peak (LF)
- มุมกระจายเสียง Horizontal ไม่น้อยกว่า 100 องศา
- มุมกระจายเสียง Vertical ไม่น้อยกว่า 10 องศา
- ความต้านทาน Nominal Impedance LF : 16 โอห์ม HF : 16 โอห์ม
- Input Connectors ช่องต่อสายลำโพงแบบ 2 x NL4

29.3 ลำโพงเสียงต่ำขนาด 18 นิ้ว จำนวน 2 ตู้

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นลำโพงเสียงต่ำที่มีลำโพงขนาดไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว จำนวน 2 ดอก
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 30 Hz - 95 Hz (-3 dB)
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 25 Hz - 115 Hz (-10 dB)
- มีมุมการกระจายเสียงแบบ Omni
- มีค่าระดับความดังของเสียงที่ 1 วัตต์ต่อ 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 105 dB หรือดีกว่า
- ทนกำลังขยายสูงสุดไม่น้อยกว่า 8,000 Watts Peak
- มีค่า Maximum SPL Output ไม่น้อยกว่า 145 dB Peak
- ความต้านทาน Nominal Impedance ไม่มากกว่า 4 โอห์ม

29.4 ชุดแขวนลำโพง แบบ Line Array จำนวน 2 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นอุปกรณ์แขวนลำโพงหลัก
- ทำจากวัสดุแข็งแรงทนทาน
- สามารถรองรับการแขวนลำโพงหลักได้เป็นอย่างดี
- โครงสร้างขาแขวนมีจุดยึดไม่น้อยกว่า 3 ตำแหน่ง หรือดีกว่า

29.5 ลำโพงมอนิเตอร์บนเวที จำนวน 6 ตัว

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นตู้ลำโพงมอนิเตอร์ขนาด 12 นิ้วแบบมีภาคขยายเสียงในตัวขนาด 1,100 วัตต์
- มีช่องสัญญาณ Input ชนิด Balanced XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่องและชนิด Combo จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีปุ่มปรับแรง – ลด สัญญาณได้
- ลำโพงเสียงต่ำมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้วจำนวน 1 ตัวและลำโพงเสียงแหลมมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้วจำนวน 1 ตัว
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 68Hz – 20 kHz (-10 dB)
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 75Hz – 18 kHz (± 3 dB)
- มีมุมมองการกระจายเสียงไม่ต่ำกว่า 60° H x 40° V
- มีค่าความไวของสัญญาณขาเข้า +1 dBu
- มีค่าความต้านทานขาเข้าไม่น้อยกว่า 40k Ω balanced
- มีภาคขยายเสียงในตัวตู้ลำโพงขนาด 1,100 W Class D
- ระดับสัญญาณขาเข้าสูงสุดโดยไม่แตกพร่าได้ไม่ต่ำกว่า +12.5 dBu
- มีจอ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 128 x 32 แสดงผลสถานการณ์ทำงาน
- ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 125 dB

29.5 ลำโพง Pre Function ขนาด 30 วัตต์ จำนวน 18 ตัว

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นลำโพงชนิดสองทาง
- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- Effective frequency range ไม่น้อยกว่า 60 Hz – 20 kHz
- Maximum continuous SPL ไม่น้อยกว่า 101 dB
- Maximum peak SPL ไม่น้อยกว่า 107 dB
- Broad-band sensitivity ไม่น้อยกว่า 86 dB SPL
- มีค่า Directivity factor (Q) ไม่น้อยกว่า 6
- ทนกำลังขยาย Rated noise Power ไม่น้อยกว่า 30 วัตต์
- มุมกระจายเสียง Coverage angle ไม่น้อยกว่า 130 องศา
- ความต้านทาน Rated impedance 8 โอห์ม
- สามารถปรับเลือกการใช้งานแบบ 70V กับ 100V ได้

- ได้รับมาตรฐาน IP-44
- มีขาลำโพงพร้อมใช้งาน
- ลำโพงทำด้วยวัสดุ UV Treated, High Impact ABS Polymer

29.6 ลำโพง 2 ทางสำหรับด้านหน้าเวที จำนวน 4 ตู้

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นตู้ลำโพงขนาด 10 นิ้วแบบมีภาชนะเสียงในตัวขนาด 2,400 วัตต์
- มีช่องสัญญาณ Input ชนิด Balanced Female XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีช่องสัญญาณ Output ชนิด Balanced male XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีช่องสัญญาณ Mix Output ชนิด Balanced male XLR จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีปุ่มปรับแรง – ลด สัญญาณได้
- ลำโพงเสียงต่ำมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้วจำนวน 1 ตัวและลำโพงเสียงแหลมมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้วจำนวน 1 ตัว
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50Hz – 20kHz (-10 dB)
- มีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 55Hz – 18kHz (± 3 dB)
- มีค่าความต้านทานขาเข้าไม่น้อยกว่า 40 k Ω balanced
- มีค่าความต้านทานขาออกไม่มากกว่า 200 Ω balanced
- มีค่าความล่าช้าของสัญญาณในระบบ Network ต้องไม่มากกว่า 0.9 ms
- ใช้สาย Cat5e ในการเชื่อมต่อและสามารถใช้งานได้ยาวไม่น้อยกว่า 75 เมตร
- มีภาชนะเสียงในตัวตู้ลำโพงขนาดไม่น้อยกว่า 2400 W แบบ Class D
- มี Port RJ45 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณเสียงแบบ Ultranet
- มีจอ Display LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 128x32 backlit แสดงผลการทำงาน
- ความดังของเสียงสูงสุดไม่น้อยกว่า 129 dB หรือดีกว่า
- สามารถกำหนดการตั้งค่าการเลือกใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 18 total presets
- มีมุมมองการกระจายเสียงไม่น้อยกว่า 90°H x 60° V
- ใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 220-240 VAC , 50-60Hz

29.7 ลำโพงฝั่งฝ้าเพดาน จำนวน 22 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นลำโพงติดเพดานชนิด Full-Range
- ลำโพงมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
- Effective frequency range ไม่น้อยกว่า 62 Hz – 18 kHz
- Maximum continuous SPL ไม่น้อยกว่า 101 dB

- Maximum peak SPL ไม่น้อยกว่า 107 dB
- มีค่าความไวไม่น้อยกว่า 93 dB
- มีค่า Directivity factor ไม่น้อยกว่า 4
- ทนกำลังขยาย Rated noise Power ไม่น้อยกว่า 6 วัตต์
- มุมกระจายเสียง Rated coverage ไม่น้อยกว่า 140 องศา
- ความต้านทาน Nominal Impedance 8 โอห์ม
- สามารถปรับเลือกการใช้งานแบบ 70V กับ 100V ได้

29.8 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบโวลท์ไลน์ขนาด 500 วัตต์ จำนวน 3 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องขยายเสียงสเตอริโอแบบ 100 โวลท์ และ 70 โวลท์
- ทำงานแบบสเตอริโอกำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 260 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- ทำงานแบบสเตอริโอกำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 425 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติแบบบริดจ์ไม่น้อยกว่า 1,400 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ ที่ 70 และ 100 โวลท์
- กำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 300 วัตต์ ที่ 25 โวลท์
- ตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 20Hz ถึง 20kHz ที่ 4 โอห์มหรือดีกว่า
- ตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 50Hz ถึง 16kHz ที่ 100 โวลท์หรือดีกว่า
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 100dB
- มีค่าความไวของสัญญาณด้านเข้า (Input Sensitivity) ที่ 8 โอห์ม ไม่น้อยกว่า 1.07V
- มีค่าความต้านทานด้านเข้า (Input Impedance) 20,000 โอห์ม (Balanced)
- มีค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD) น้อยกว่า 0.5%
- สวิตช์เปิด-ปิด อยู่ด้านหน้าเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- มีวอลุ่มปรับระดับเสียงอยู่ด้านหลังเครื่อง
- มี DIP SWITCH ไม่น้อยกว่า 10 Position อยู่ด้านหลังเครื่อง
- มีพัดลมระบายความร้อน
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง
- สามารถยึดกับตู้แร็คมาตรฐาน 19 นิ้วได้

29.9 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบสเตอริโอขนาด 2,100 วัตต์ จำนวน 2 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องขยายเสียงแบบสเตอริโอชนิด 4 ช่องสัญญาณ
- มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 660 วัตต์ ที่ 16 โอห์ม, และ 1,300 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม

- มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 2,100 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม ,และ 2,500 วัตต์ ที่ 2 โอห์ม
- สามารถ Bridged สัญญาณขาออกได้ 2,600 วัตต์ ที่ความต้านทาน 16 โอห์ม, 4,200 วัตต์ ที่ความต้านทาน 8 โอห์มและ 5,000 วัตต์ ที่ความต้านทาน 4 โอห์ม
- มีอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณเสียงรบกวน >112 dBA
- มีค่าความเพี้ยน THD ที่ 1 kHz <0.05%
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 6.8 Hz - 34 kHz
- มีค่าความต้านทานทางอินพุตไม่น้อยกว่า 20 กิโลโอห์ม (Balanced)
- มีสวิตช์ปิด-เปิดอยู่ด้านหน้าเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- สามารถปรับค่าการทำงานของแอมป์ในส่วน Gain, Voltage Peak Limiter ได้
- สามารถปรับค่า Voltage Peak Limiter ได้ไม่น้อยกว่า 150, 121, 101 V เป็นอย่างน้อย
- มีพัดลมระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง
- ได้รับมาตรฐาน CE, UL, FCC เป็นอย่างน้อย
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

29.10 เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบสเตอริโอขนาด 1,400 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องขยายเสียงแบบสเตอริโอชนิด 2 ช่องสัญญาณ
- มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 700 วัตต์ ที่ 16 โอห์ม, และ 1,450 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- มีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 2,800 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม ,และ 3,500 วัตต์ ที่ 2 โอห์ม
- สามารถ Bridged สัญญาณขาออกได้ 2,900 วัตต์ ที่ความต้านทาน 16 โอห์ม, 5,600 วัตต์ ที่ความต้านทาน 8 โอห์มและ 7,000 วัตต์ ที่ความต้านทาน 4 โอห์ม
- มีอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณเสียงรบกวน >112 dBA
- มีค่าความเพี้ยน THD ที่ 1 kHz <0.05%
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 6.8 Hz - 34 kHz หรือดีกว่า
- มีค่าความต้านทานทางอินพุตไม่น้อยกว่า 20 กิโลโอห์ม (Balanced)
- มีสวิตช์ปิด-เปิดอยู่ด้านหน้าเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- สามารถปรับค่าการทำงานของแอมป์ในส่วน Gain, Voltage Peak Limiter ได้
- สามารถปรับค่า Voltage Peak Limiter ได้ไม่น้อยกว่า 155, 121, 101V เป็นอย่างน้อย
- มีพัดลมระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง

- ได้รับมาตรฐาน CE, UL, FCC เป็นอย่างน้อย

29.11 เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิทัล
- มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้าและขาออก รวมกันไม่น้อยกว่า 24 ช่องสัญญาณ
- มีระบบประมวลผลแบบ 24-bit/AD/DA converters หรือดีกว่า
- สามารถเชื่อมต่อ Audio USB ได้ไม่น้อยกว่า 16x16 Channels
- มี Network Audio ได้ไม่น้อยกว่า 128x128 Channels
- สามารถปรับแต่งเสียงและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านช่อง RS-232 และเชื่อมต่อผ่านทาง Ethernet เพื่อการควบคุมได้
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์ระบบอนาล็อก (POTS telephone Interface)
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์ระบบดิจิทัล (VoIP Softphone Interface)
- การตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 20Hz-20KHz +0.05% / -0.5%
- มีค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิครวม ไม่มากกว่า 0.0006% -10 dBu Sensitivity หรือดีกว่า
- มีค่า DYNAMIC RANGE ไม่น้อยกว่า 109 dB หรือดีกว่า
- การ Sampling Rate ไม่น้อยกว่า 48 kHz หรือดีกว่า
- มีค่าความต้านทานขาเข้า 5k Ω nominal
- มีค่าความต้านทานขาออก 220 Ω
- รองรับการจ่ายไฟ Phantom Power +48 V DC
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

29.12 ไมโครโฟนไร้สายมือถือ จำนวน 4 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายประกอบด้วย เครื่องรับ 1 เครื่องและไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ 1 ตัว
- เครื่องรับสามารถรับสัญญาณแบบ True Diversity และมีจอ OLED แสดงสถานะการทำงานเครื่อง
- สามารถ Scan หาความถี่อัตโนมัติได้ (Automatic Frequency Scanning)
- มีค่า Digital Tone Lock Squelch
- มีไฟแสดงสถานะเมื่อแบตเตอรี่ใกล้จะหมด
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 25-16,700 Hz
- มีค่า Dynamic range มากกว่า 110 dB
- มีค่า Total harmonic distortion น้อยกว่า 1 %

- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย
- ตัวส่งสัญญาณ
 - 1) ไมโครโฟนเป็นชนิด Handheld
 - 2) หัวไมโครโฟนชนิด Dynamic Cardioid
 - 3) ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA 2 ก้อน
 - 4) สามารถเลือกกำลังส่งแบบ High 30 mW และแบบ Low 10 mW
- ตัวรับสัญญาณ
 - 1) หน้าจอ OLED สามารถแสดงผลข้อมูลชัดเจน
 - 2) ขั้วต่อ Audio Output แบบ ¼" และ XLR
 - 3) ความไวในการรับสัญญาณ Sensitivity 20 dBuV
 - 4) Image Rejection 60dB nominal

29.14 ไมโครโฟนไร้สายแบบคล้องศีรษะ จำนวน 4 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายประกอบด้วย เครื่องรับ 1 เครื่องและไมโครโฟนไร้สายแบบคล้องศีรษะ 1 ตัว
- เครื่องรับสามารถรับสัญญาณแบบ True Diversity และมีจอ OLED แสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- สามารถ Scan หาความถี่อัตโนมัติได้ (Automatic Frequency Scanning)
- มีค่า Digital Tone Lock Squelch
- มีไฟแสดงสถานะเมื่อแบตเตอรี่ใกล้จะหมด
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 31-15,500 Hz
- มีค่า Dynamic range มากกว่า 110 dB
- มีค่า Total harmonic distortion น้อยกว่า 1 %
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย
- ตัวส่งสัญญาณ
 - 1) ไมโครโฟนเป็นชนิด Belt Pack
 - 2) หัวไมโครโฟนชนิด Condenser, Omnidirectional
 - 3) ไมโครโฟนมีค่าการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 20-20,000 Hz
 - 4) ความไวในการรับสัญญาณ Sensitivity -49 dB
 - 5) มีค่า Dynamic range มากกว่า 104 dB
 - 6) ระดับสัญญาณเสียงขาเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 135 SPL

- ตัวรับสัญญาณ_
- 1) หน้าจอ OLED สามารถแสดงผลข้อมูลชัดเจน
- 2) ขั้วต่อ Audio Output แบบ ¼” และ XLR
- 3) ความไวในการรับสัญญาณ Sensitivity 20 dBuV
- 4) Image Rejection 60dB nominal

29.15 ไมโครโฟนชนิดมีสาย พร้อมขาตั้งพื้น จำนวน 6 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นไมโครโฟนชนิด Dynamic
- ทิศทางการรับเสียงแบบ Hypercardioid หรือดีกว่า
- มีค่าความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 40 Hz - 16 kHz
- มีค่าความไวของสัญญาณ -55dB (1.7 mV/Pa) หรือดีกว่า
- มีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 300 โอห์ม
- เสนอพร้อมขาตั้งไมโครโฟนแบบตั้งพื้น
- ฐานเป็นชนิด 3 ขาหรือดีกว่า
- สามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้

29.16 เครื่องขยายสัญญาณเสาอากาศไมโครโฟนไร้สาย จำนวน 2 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องขยายสัญญาณสำหรับไมโครโฟนแบบไร้สาย
- มีค่า Operating Bandwidth ระหว่าง 470 - 990 MHz หรือกว้างกว่า
- มีค่า Gain การขยายสัญญาณที่ +1.0 dB $\pm$ 2.0 dB
- สามารถใช้ร่วมกับเครื่องรับไมโครโฟนแบบไร้สายได้ 4 ชุด
- สามารถใส่เสาอากาศด้านหน้าเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 2 ชุด

29.17 ชุดใบเสาอากาศไมโครโฟนไร้สายจำนวน 2 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นชุดเสาอากาศสำหรับไมโครโฟนแบบไร้สาย
- สามารถเลือกปรับ Gain ได้ตั้งแต่ -10 dB / 0 dB / +6 dB / +12 dB
- มีค่า Operating Bandwidth ระหว่าง 470 - 990 MHz หรือดีกว่า
- ความต้านทาน 50 โอห์ม

29.18 ชุดรับส่งสัญญาณเสียงผ่านระบบเครือข่าย จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถรับสัญญาณขาเข้าแบบ XLR ได้ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
- สามารถส่งสัญญาณออกแบบ XLR ได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง

- มีช่องต่อ AES50 เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณกับเครื่องผสมสัญญาณได้ 2 ช่อง
- มีช่องต่อ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสัญญาณดิจิตอลออดิโอขาออกแบบ ADAT จำนวน 2 ช่อง
- มีช่องต่อ ULTRANET จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่อง Midi in และ Midi out อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2U
- การทำงานของภาคจ่ายไฟเป็นแบบ Auto-ranging universal switch-mode

29.19 ไมโครโฟนวิทยากร จำนวน 2 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นก้านไมโครโฟนขนาดยาวไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว หรือดีกว่า
- ไมโครโฟนเป็นชนิด Condenser
- มุมรับเสียงแบบ Cardioid หรือดีกว่า
- ไมโครโฟนมีค่าความถี่ตอบสนองไม่ต่ำกว่า 30 - 20,000 Hz
- ระดับสัญญาณเสียงขาเข้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 138 SPL
- อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวนไม่น้อยกว่า 65 dB (1 kHz at 1Pa)
- มีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 250 โอห์ม
- มีค่าความไว Sensitivity -40 dB หรือดีกว่า
- มีค่า Dynamic Range 109 dB หรือดีกว่า
- พร้อมฐานไมโครโฟนสำหรับใช้ร่วมกับไมโครโฟนวิทยากร
- มีจุดเชื่อมต่อชนิด XLR-type , XLRM-type
- มีสวิตช์ปิด-เปิด พร้อมไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน
- ใช้ไฟเลี้ยง 24-48V DC , 3 mA typical
- มีค่า Output Impedance 360 โอห์ม

29.20 ลำโพงมอนิเตอร์สำหรับห้องควบคุม จำนวน 2 ตู้

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นลำโพงมอนิเตอร์ใช้สำหรับในห้องควบคุม
- มีลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- ลำโพงเสียงแหลมขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว จำนวน 1 ตัว
- มีค่าความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 50 Hz-43kHz
- มีค่า Maximum SPL ไม่น้อยกว่า 108 dB
- ทนกำลังขยาย (LF) ไม่น้อยกว่า 50 วัตต์

- ทนกำลังขยาย (HF) ไม่น้อยกว่า 25 วัตต์
- ตัดความถี่เสียงที่ 2.3 kHz
- มีค่าความเพี้ยน THD ไม่มากกว่า 0.7%

29.21 เครื่องเล่นแผ่นซีดีแบบโปรเฟสชันแนล จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องเล่นแผ่น CD , CD-R , CD-RW , SD และ USB
- สามารถเล่น File CD-DA , MP3 , WAV ได้หรือดีกว่า
- มีช่องเสียบสำหรับหูฟังและมีปุ่มปรับเพิ่ม-ลดระดับเสียงของหูฟังได้
- สามารถเลือกเล่นไฟล์ แบบ MP3 ได้ไม่น้อยกว่า 44.1/48kHz , 32-320kbps
- สามารถเลือกเล่นไฟล์ แบบ WAV ได้ไม่น้อยกว่า 44.1 /48kHz , 16-bit
- สามารถเลือกเล่นไฟล์ แบบ CD-DA ได้ไม่น้อยกว่า 44.1kHz ,16-bit
- มีช่องต่อสัญญาณ Output Balanced ชนิด XLR ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- ตอบสนองความถี่ 20Hz - 20kHz หรือดีกว่า
- มีอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณเสียงรบกวนไม่น้อยกว่า 95Db
- มีค่าความเพี้ยน 0.005%
- มีค่า Dynamic range 90dB
- ค่า Channel Separation 90dB

29.22 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ
- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เทียบได้ไม่ต่ำกว่า Core i5 โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 2.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB หรือดีกว่า
- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512GB หรือดีกว่า
- มี DVD-RW แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) ไม่น้อยกว่า จำนวน 1 หน่วย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1,000 Base-T ไม่น้อยกว่า จำนวน 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 3 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า

- มีแป้นพิมพ์และเมาส์แบบไร้สาย
- มีจอแสดงภาพในตัวและมีขนาด 21.5 นิ้ว ความละเอียดแบบ FHD (1,920x1,080) หรือดีกว่า
- สามารถใช้งาน Wi-Fi (IEEE 802.11ac) และ Bluetooth ได้

29.23 เครื่องเปิดปิดอุปกรณ์แบบเรียงลำดับ จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถใช้กับกระแสไฟฟ้าแบบ Single phase 220 VAC 50Hz-60Hz
- มี AC outlet ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง เป็นปลั๊กแบบ 3 ขา
- มี Sequencing Channel ไม่น้อยกว่า 8 Channel
- มี Timer หน่วงเวลา ไม่ต่ำกว่า 2 วินาที
- มีระบบป้องกันการลัดวงจรทางไฟฟ้า
- ติดตั้งพร้อมใช้งาน

29.24 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ

29.24.1 สายสัญญาณเสียง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
- เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 mm.
- มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

29.24.2 สายไมโครโฟน มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นสายสัญญาณ ที่ใช้กับงาน Audio หรือ studio broadcasting และใช้สำหรับทำสายไมโครโฟนโดยเฉพาะ
- แกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกหรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 6.0 mm.
- มีชีลด์เป็นเทปกระดาษและทองแดงหุ้มดีบุกถัก หรือดีกว่า
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือดีกว่า

29.24.3 สายสัญญาณทองแดงตีเกลียว มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นสายทองแดงคู่บิดเกลียวแบบ 4 คู่สาย ขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG หรือดีกว่า
- ฉนวนที่หุ้มต้องเป็น PVC หรือ Polyethylene หรือดีกว่า
- สามารถทำงานได้ที่ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -20 ถึง + 60 C

29.24.4 สายลำโพง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีแกนนำสัญญาณเป็น Copper หรือดีกว่า ขนาดไม่ด้อยกว่า 18 AWG
- เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 5.5 มิลลิเมตร
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

30. งานระบบภาพ

30.1 จอแสดงผลแบบ LED DISPLAY FULL COLOR ขนาด P3.91MM. (12X7M.) จำนวน 84 ตรม.

มีคุณสมบัติดังนี้

30.1.1 คุณสมบัติ

- เป็นจอประเภท LED DISPLAY FULL COLOR ชนิด INDOOR P3.91MM. ขนาดไม่น้อยกว่า 12X7 เมตร
- จุดภาพแต่ละจุดภาพ มีระยะห่างพิกเซลไม่เกิน 3.91 มิลลิเมตร โดยวัดจากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลางของจุดภาพ และมีระยะการมองเห็นชัดเจนสวยงามตั้งแต่ 4 เมตรขึ้นไปเป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า
- LED LAMP ชนิด SMD สามารถแสดงสีได้อย่างชัดเจน หรือดีกว่า
- มีมุมมองแนวนอนได้มากถึง 140 องศาและมีมุมมองแนวตั้งได้มากถึง 140 องศา หรือดีกว่า
- ความสว่างของแสงจากจอภาพสามารถปรับความสว่างได้ โดยการจัดการจากระบบควบคุม
- อายุการใช้งานของ LED LAMP ไม่ต่ำกว่า 100,000 ชั่วโมง
- มีค่า FRESH FREQUENCY ไม่ต่ำกว่า 1,920HZ หรือดีกว่า

30.1.2 คุณลักษณะของ LED MODULE

- LED MODULE ได้รับการออกแบบให้มีจำนวนจุดภาพ (PIXELS) โดยใน 1 จุดภาพประกอบไปด้วย LED LAMP เปล่งสีได้ทั้งสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและมีระยะห่างระหว่าง จุดภาพ (PIXELS PITCH) ไม่มากกว่า 3.91 MM.
- MODULE มีค่าความละเอียดไม่น้อยกว่า 4,096 PIXEL
- สามารถให้ความสว่างไม่น้อยกว่า 800 CD/ตารางเมตร หรือดีกว่า

30.1.3 คุณลักษณะเฉพาะ CABINET

- ตัวป้ายสามารถใช้งานได้ทั้งระดับแรงดันไฟฟ้าในช่วง 220-240 โวลต์
- DISPLAY CABINET ออกแบบเป็นให้มีลักษณะสามารถเพิ่มเติมและขยายป้ายได้ในอนาคต
- ตัวป้ายเต็มพื้นที่จอแสดงผล มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 3,072X1,792 PIXELS (จุดภาพ) โดยระยะห่างระหว่างจุดภาพ 3.91 มม. (PITCH 3.91 MM.)

30.2 อุปกรณ์และงานติดตั้งจอ LED จำนวน 1 งาน

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นงานติดตั้งโครงสร้าง SUPPORT จอ LED DISPLAY FULL COLOR
- วัสดุทำจากเหล็กแข็งแรงทนทาน
- โครงสร้างจอต้องสามารถรับน้ำหนักของจอได้เป็นอย่างดี

30.3 เครื่องควบคุมระบบภาพ จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- ชุดควบคุมต้องรองรับการควบคุมระบบจอแสดงผลป้าย LED FULL COLOR ทั้งในและนอกอาคาร
- สามารถรองรับการเชื่อมต่อสัญญาณ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง, DVI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง , 3G-SDI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- สามารถแสดงผลได้ถึง 4K×1K@60HZ หรือดีกว่า
- ควบคุมผ่านช่องสัญญาณ ETHERNET และ USB ได้ หรือดีกว่า
- สามารถกำหนดการตั้งค่าได้ไม่น้อยกว่า 10 รูปแบบ
- มี ETHERNET OUTPUT PORTS ไม่น้อยกว่า 10 ช่อง
- รองรับความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 6,500,000 PIXELS

30.4 เครื่องสลับและเลือกสัญญาณภาพชนิด 8x8 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องสลับและเลือกสัญญาณภาพแบบ MATRIX ขนาด 8 X 8 ช่อง
- มีช่องต่อสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสำหรับการคอนโทรล TCP/IP ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสำหรับ FIRMWARE UPDATE ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- มีระดับสัญญาณ BANDWIDTH ไม่น้อยกว่า 18GBPS
- สามารถรองรับ ความละเอียด 4,096 × 2,160 @24/25/30/50/60HZ, 3,840×2,160@24/25/30/50/60HZ เป็นอย่างน้อย
- สามารถติดตั้งได้โดยตรงกับตู้ RACK มาตรฐาน 19 นิ้ว
- มีพอร์ต RS-232 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีพอร์ต USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสามารถเลือกสัญญาณภาพได้จากด้านหน้าเครื่อง
- รองรับการเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 4:4:4, 4:2:2 หรือดีกว่า
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

30.5 เครื่องแปลงสัญญาณภาพ แบบที่ 1 จำนวน 2 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- อุปกรณ์แปลงสัญญาณภาพ HD/ SD-SDI เป็น HDMI
- รองรับความละเอียดได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 1080P @ 50/60HZ
- รองรับสัญญาณขาเข้าได้ทั้ง 3G, HD และ SD-SDI

- มีช่องสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HD/SD-SDI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องสัญญาณ LOOP THROUGH แบบ HD/SD-SDI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้าแบบ RCA ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง พร้อม EMBEDDED AUDIO

30.6 เครื่องแปลงสัญญาณภาพ แบบที่ 2 จำนวน 2 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

30.6.1 ชุดส่งสัญญาณ

- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาเข้าแบบ USB TYPE B ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณเสียงขาเข้าแบบ USB TYPE A ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพและเสียงขาออกแบบ HDBASET OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ RS-232 จำนวน 1 ช่อง
- สามารถเดินสายสัญญาณ CAT6A/ CAT7@ 4K ได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า 100 เมตร
- รองรับสัญญาณ UHD/HD/SD ไม่น้อยกว่า 4,096X2,160 @ 60 HZ
- มีค่า CHROMA SUBSAMPLING 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0
- มีค่า COLOR DEPTH : 8-BIT, 10-BIT, 12-BIT
- มีค่า SAMPLE RATE 32KHZ, 44.1KHZ, 48KHZ, 88.2KHZ, 96KHZ, 176.4KHZ, 192KHZ หรือดีกว่า
- มีค่า BIT RATE UP TO 24-BIT
- ได้รับมาตรฐาน CE , FCC หรือดีกว่า

30.6.2 ชุดรับสัญญาณ

- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDBASET IN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อสัญญาณ USB TYPE A ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับควบคุม RS-232/IR จำนวน 1 ช่อง
- มีช่องต่อสำหรับ FIRMWARE UPDATE ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- สามารถเดินสายสัญญาณ CAT6/6A/7 ได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า 100 เมตร
- รองรับสัญญาณภาพ UHD/HD/SD ไม่น้อยกว่า 4,096X2,160@60
- มีค่า CHROMA SUBSAMPLING : 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0
- มีค่า COLOR DEPTH : 8-BIT, 10-BIT, 12-BIT

- มีค่า SAMPLE RATE 32KHZ, 44.1KHZ, 48KHZ, 88.2KHZ, 96KHZ, 176.4KHZ, 192KHZ หรือดีกว่า
- ได้รับมาตรฐาน CE , FCC หรือดีกว่า

30.7 เครื่องแปลงสัญญาณภาพ แบบที่ 3 จำนวน 4 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถ รับ-ส่ง สัญญาณภาพ HDMI บนสาย CAT6 รองรับ HDBASET หรือดีกว่า
- มีช่องต่อสำหรับ FIRMWARE UPDATE ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- สามารถเดินสายสัญญาณ CAT6A/7@4K ได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า 100 เมตร
- รองรับสัญญาณ HDCP UP TO 2.2
- รองรับสัญญาณ VIDEO RESOLUTION ไม่น้อยกว่า 4,096X2,160@24/25/30/50/60HZ, VESA : 2,560X2,048
- มีค่า SAMPLE RATE ของสัญญาณเสียง 32KHZ, 44.1KHZ, 48KHZ, 88.2KHZ, 96KHZ, 176.4KHZ, 192KHZ
- มีค่า BIT DEPTH UP TO 24-BIT
- มีค่า CHROMA SUBSAMPLING 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0
- มี PORT สำหรับควบคุมแบบ RS-232 และ IR
- ได้รับมาตรฐาน CE , FCC หรือดีกว่า

30.8 จอรับภาพแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 200 นิ้ว แบบ TAB TENSION จำนวน 1 จอ

มีคุณสมบัติดังนี้

- เนื้อจอรับภาพผลิตจาก VINYL MW
- มีขนาดไม่น้อยกว่า 200 นิ้ว
- ด้านซ้ายและขวาของจอมีลวดสลิงทั้งสองด้านสำหรับดึงผ้าจอให้เรียบตึง
- ควบคุมการขึ้นลงของจอรับภาพและม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- มีรีโมทควบคุมการทำงานของจอรับภาพทั้งแบบมีสายและไร้สาย
- การติดตั้งสามารถติดตั้งทั้งแบบแขวน และติดผนัง

30.9 เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ขนาด 8,000 ANSI แบบ WUXGA หลอด LASER จำนวน 2 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 40 นิ้ว จนถึง 400 นิ้ว
- ใช้ LCD PANEL X 3 ขนาด 0.76" ความละเอียดของภาพ TRUE WUXGA (1,920 X 1,200 DOTS)
- อัตราส่วนของภาพ 16:10
- มีความสว่างไม่น้อยกว่า 8,000 LUMENS

- แหล่งกำเนิดแสงเป็นชนิด LASER DIODES
- ให้ CONTRAST RATIO ไม่ต่ำกว่า 3,000,000: 1
- แหล่งกำเนิดแสงสามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 20,000 ชั่วโมง และอายุการใช้งาน FILTER REPLACEMENT ไม่น้อยกว่า 20,000 ชั่วโมง
- ใช้เลนส์ประเภท POWER ZOOM / FOCUS THROW RATIO 1.6 – 2.76:1, :F1.7-2.3, F =26.8-45.5MM
- สามารถแก้ไข KEY STONE ในแนวตั้ง ได้ ± 25 องศา และแนวนอน ± 30 องศา
- สามารถเลื่อนภาพขึ้นโดยใช้โหมด SHIFT ทางแนวตั้ง $\pm 67\%$ และทางแนวนอน $\pm 35\%$
- มีระบบช่วยปรับความคมชัดและรายละเอียดของภาพ
- สามารถติดตั้งเครื่องฉายให้ฉายภาพได้ 360° ในทุกแนวแกน
- มีฟังก์ชันกลับภาพอัตโนมัติได้เมื่อแขวนเครื่อง AUTO IMAGE ROTATION
- มีช่องต่อ HDMI ขาเข้าไม่น้อยกว่า 3 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณ COMPUTER ขาเข้า ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อ RS-232C ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณสำหรับควบคุมการทำงานจากภายนอก
- ช่องต่อ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ สำหรับเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์
- เสนอพร้อม LENSฉายภาพระยะไกลขนาด THROW RATIO 2.72 – 4.48:1 หรือดีกว่า
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

30.10 เครื่องควบคุมกล้อง จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถควบคุมกล้อง PTZ ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 24 ตัว
- บันทึกการตั้งค่าตำแหน่งกล้องเก็บไว้ใช้งานล่วงหน้าได้ถึงกล้องละ 7 ตำแหน่ง
- รองรับโปรโตคอลในการควบคุมกล้อง แบบ DVIP และ DHCP CLIENT
- สามารถเชื่อมต่อกับกล้องได้ผ่าน RS-422 หรือ ETHERNET
- มีช่องต่อ RS-422 ชนิด RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- ช่องต่อ ETHERNET ที่รองรับ โปรโตคอล DVIP ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ TALLY แบบ DB-15 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีช่องต่อ USB2.0 TYPE A จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง สำหรับต่อกับหน่วยความจำแบบ USB เพื่อใช้อัพเกรดเฟิร์มแวร์
- ปุ่มกดบนแผงควบคุมมีไฟแสดงสถานะแบบ RGB
- มีจอแสดงผลการตั้งค่าต่าง ๆ ขนาด 5 นิ้วในตัวรองรับความละเอียด 1,280X720

- ปรับค่า SHUTTER, FOCUS, IRIS, GAIN, ZOOM และความเร็วในการหมุนกล้องได้

30.11 กล้องจับภาพแบบ HD/SD PTZ จำนวน 5 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- ความละเอียดสูงด้วย 1/2.8" HD CMOS SENSOR 2.07 MEGA PIXELS
- 20X OPTICAL ZOOM, 10X DIGITAL ZOOM
- มองเห็นแม้ในที่แสงน้อย 0.5LUX (F1.8, AGC ON)
- รองรับการ PAN: +170° ถึง -170° , TILT: +90° ถึง -30°
- รองรับความละเอียดระดับ HIGH DEFINITION ได้ตั้งแต่ 1,080P 60/59.94/50, 1,080i 60/59.94/50, 720P 60/59.94/50
- มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ SDI 1 ช่อง และ HDMI 1 ช่อง
- รองรับ DIGITAL NOISE REDUCTION FUNCTION (DNR)
- รองรับ AUDIO INPUT แบบ 3.5MM
- มี TALLY LED ในตัวรองรับแสดงผล 2 สี
- สามารถควบคุมผ่านทาง IR / RS-232/ RJ45 ได้
- รองรับ STREAIMG แบบ H.264/H.265
- รองรับ PROTOCOL RTSP / RTMP
- รองรับ AUDIO COMPRESSION แบบ AAC / MP3/PCM
- รองรับตั้งค่าตำแหน่งของกล้องได้ 255 PRESETS
- รองรับ VISCA / PELCO-D / PELCO-P , DVIP
- สามารถควบคุมผ่าน WEB BROWSER ได้

30.12 เครื่องสลับสัญญาณภาพแบบ 6 ช่องสัญญาณ HD DIGITAL VIDEO SWITCHER จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- มีช่องสัญญาณภาพขาเข้าแบบ SDI ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณและ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ SDI ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณและแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้าแบบ XLR ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- มีช่องเชื่อมต่อ NETWORK แบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- รองรับ VIDEO SAMPLING ที่ 4:2:2 10BIT
- รองรับ VIDEO ในรูปแบบ 1080I50, 720P50 หรือดีกว่า
- สามารถเลือกสัญญาณภาพขาออกทั้ง SDI และ HDMI ได้ เช่น PGM , PVW , MULTIVIEW
- มีช่องเชื่อมต่อ TALLY จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- มีช่องเชื่อมต่อ RS-232 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- สามารถรองรับ 2 DSK LINEAR & LUMA KEY
- รองรับ 2 KEY CHROMA KEY & LINEAR/LUMA KEY
- สามารถรองรับ PIP ได้
- มีระบบ MOTION JPEG STREAMING สำหรับ MULTIVIEW OUT
- สามารถทำ FRAME STORE ได้ไม่น้อยกว่า 24 รูป
- สามารถควบคุมได้จาก PC
- ชุดแผงควบคุม
 - 1) มีปุ่ม KEYERS ที่กำหนดปุ่มการใช้งานได้รวดเร็ว
 - 2) บันทึกรูปแบบการใช้งานของแต่ละผู้ใช้งานได้และเรียกใช้ได้อย่างรวดเร็ว
 - 3) มีปุ่ม KEYERS ไม่น้อยกว่า 2 ปุ่ม
 - 4) มีปุ่ม TAKE เพื่อสลับสัญญาณระหว่าง PVW และ PGM
 - 5) มีปุ่ม FTB เพื่อ FADES สัญญาณระหว่าง PGM ไปยังหน้าจอคำ
 - 6) มีปุ่ม CROSS DISSOLVE สำหรับสลับสัญญาณระหว่าง PGM และ PVW
 - 7) มีปุ่ม STILL GRAB เพื่อจับภาพจากวิดีโอ
 - 8) มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

30.13 เครื่องนำเสนอผลงานแบบไร้สาย จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- รองรับการส่งภาพและเสียงไร้สายได้ทั้งจากระบบปฏิบัติการ WINDOWS, MAC, IOS และ ANDROID
- มีปุ่มสำหรับส่งสัญญาณภาพ ซึ่งรองรับทั้ง PC และ MAC
- รองรับการแสดงภาพจาก 4 แหล่งพร้อมกัน บนหน้าจอเดียว
- รองรับการส่งภาพผ่าน AIRPLAY
- มีช่องต่อสัญญาณภาพ HDMI ขาออก 1 ช่อง และ VGA ขาออก 1 ช่อง
- มีช่องต่อเสียงอนาล็อก ชนิด 3.5 มม. MINI JACK
- รองรับความละเอียดของสัญญาณภาพขาออกสูงสุดไม่น้อยกว่า 1920 X 1200 PIXEL
- รองรับการเปลี่ยนภาพพื้นหลัง ในขณะที่ไม่มีการรับส่งสัญญาณภาพ
- รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพได้สูงสุด 16 เครื่อง หรือดีกว่า
- มีช่องต่อ GIGABIT ETHERNET อย่างน้อย 1 ช่อง
- รองรับ WIFI ในย่านความถี่ 2.4GHZ และ 5GHZ

30.14 จอรับภาพแบบมอนิเตอร์ 3G-SDI & HDMI LCD MONITOR จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- จอภาพเป็นชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว หรือดีกว่า
- สามารถรองรับความละเอียดได้ไม่น้อยกว่า 1,920X1,080 PIXELS หรือดีกว่า
- มีมุมมองในการมองด้านแนวนอนไม่น้อยกว่า +89/-89 องศา
- อัตราส่วนของภาพ ขนาด 16:9 , 4:3
- มีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 300CD/M²
- ค่า CONTRAST RATIO ไม่น้อยกว่า 700:1
- รองรับสัญญาณขาเข้า 3G/HD/SD-SDI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- รองรับสัญญาณขาเข้า HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มีช่องสัญญาณ LOOP THROUGH แบบ 3G/HD/SD-SDI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- รองรับความละเอียดสัญญาณภาพแบบ 1,080P (23.98/24/25/30/50/59.94/60HZ) ได้เป็นอย่างดี

น้อย

30.15 เครื่องบันทึกภาพพร้อมถ่ายทอด จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถบันทึกและ STREAMING ภาพจากกล้อง ไฟล์นำเสนอและเสียง ได้พร้อมกัน
- มีช่องสัญญาณแบบ DVI หรือ HDMI รองรับความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 1920X1200 PIXEL ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- สัญญาณเสียงเป็นแบบสเตอริโอ
- มีช่องสัญญาณขาออกแบบ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อ ETHERNET SWITCH แบบ 10/100/1000BASE-T ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- มีหน่วยความจำภายในเครื่องสามารถบันทึกลงเครื่องได้และสามารถส่งข้อมูลไปบันทึกในระบบเครือข่าย หรือ USB STORAGE ได้อย่างอัตโนมัติ
- สามารถ ENCODE, STREAMING และบันทึกภาพตามมาตรฐาน H.264, MPEG4, JPEG หรือดีกว่าได้
- สามารถเรียกดูภาพแบบ REAL TIME ผ่านทาง WEB BROWSER หรือ MEDIA PLAYER ได้
- สามารถควบคุมสั่งงานเครื่องได้จาก HTTP หรือ RS-232 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- รองรับการแพร่ภาพบน NETWORK ทั้งแบบ UNICAST หรือ MULTICAST
- รองรับ STREAMING PROTOCOL แบบ HTTP, RTSP, RTP และ UDP
- สามารถตั้งค่าวันและเวลาในการบันทึกได้
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

30.16 จอมอนิเตอร์ 32 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- จอภาพมอนิเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 32 นิ้ว
- มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 X 1,080 พิกเซล
- มีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 250 CD/m²
- ช่องสัญญาณแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มีมุมมองในการมองด้านแนวตั้งและแนวนอนไม่น้อยกว่า 178 องศา/ 178 องศา
- อัตราส่วนของภาพ ขนาด 16:9
- ค่า CONTRAST RATIO ไม่น้อยกว่า 3,000:1
- มีฟังก์ชัน HIGH DYNAMIC RANGE 10

30.17 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการประมวลผลแบบตั้งโต๊ะ
- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เทียบได้ไม่ต่ำกว่า CORE I5 โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 2.0 GHZ และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จำนวน 1 หน่วย
- มีหน่วยความจำแบบ CACHE MEMORY ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB หรือดีกว่า
- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB หรือดีกว่า
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด SOLID STATE DRIVE ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512GB หรือดีกว่า
- มี DVD-RW แบบติดตั้งภายใน (INTERNAL) หรือภายนอก (EXTERNAL) ไม่น้อยกว่า จำนวน 1 หน่วย
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (NETWORK INTERFACE) แบบ 10/100/1,000 BASE-T ไม่น้อยกว่า จำนวน 1 ช่อง
- มีช่องเชื่อมต่อ (INTERFACE) แบบ USB 3 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มีแป้นพิมพ์และเมาส์แบบไร้สาย
- มีจอแสดงผลภาพในตัวและมีขนาด 21.5 นิ้ว ความละเอียดแบบ FHD (1,920X1,080) หรือดีกว่า
- สามารถใช้งาน WI-FI (IEEE 802.11AC) และ BLUETOOTH ได้

30.18 ตู้เก็บอุปกรณ์ 36u จำนวน 1 ตู้

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นตู้แร็คมาตรฐานขนาด 19 นิ้ว สูงไม่น้อยกว่า 36 U หรือดีกว่า
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นเหล็กอบสีอย่างดี

- มีประตูและสามารถล็อกได้
- มีจุดเชื่อมต่อกราวด์ (GROUND) เชื่อมบานประตู ฝ้าข้าง และตัวโครงตู้เพื่อป้องกันการรั่วของไฟฟ้า

30.19 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ

มีคุณสมบัติดังนี้

30.19.1 สายสัญญาณทองแดงตีเกลียว มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นสายทองแดงคู่บิดเกลียวแบบ 4 คู่สาย ขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG หรือดีกว่า
- ฉนวนที่หุ้มต้องเป็น PVC หรือ POLYETHYLENE หรือดีกว่า
- สามารถทำงานได้ที่ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -20 ถึง + 60 C

30.19.2 สายสัญญาณภาพ HDMI มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นสายสัญญาณภาพ HDMI ที่มีขนาดแกนนำไม่น้อยกว่า 30 AWG.แบบ 19 PIN
- รองรับรายละเอียดได้ถึง 4,096 X 2,160
- ตัวนำสัญญาณด้านใน ทำจากวัสดุ TINNED COPPER หรือดีกว่า
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

30.19.3 สายสัญญาณควบคุม มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
- เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 MM.
- มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

31. งานระบบแสงสว่างบนเวที

31.1 ชุดบอร์ดควบคุมไฟแสงสว่าง จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นชุดควบคุมแสงสว่างบนเวทีแบบระบบสัมผัส
- รองรับการใช้งานบนเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 10 PAGEABLE
- มีหน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว
- รองรับการทำงานแบบ MIDI
- มีชุดสำรองไฟฟ้าในตัว BUILT IN UPS
- สามารถรองรับการควบคุมได้ไม่น้อยกว่า 8192 ช่อง
- รองรับการขยายของสัญญาณ DMX ได้ไม่น้อยกว่า 64 UNIVERSES
- มีช่องสัญญาณแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีระบบการควบคุมคิวแบบแยกเฉพาะ
- มีช่องสัญญาณแบบ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

31.2 เครื่องขยายสัญญาณ DMX 512 ชนิด 8 ช่องสัญญาณจำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกระจายสัญญาณในการควบคุม
- การเชื่อมต่อของสายสัญญาณโดยใช้ XLR CONNECTOR
- มีช่องสัญญาณขาออกจำนวน 8 ช่องทาง หรือดีกว่า
- รองรับการกับสัญญาณ DMX512

31.3 ชุดไฟ MOVING HEAD บีม จำนวน 8 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- ใช้สัญญาณควบคุมชนิด DMX512 เป็นสัญญาณมาตรฐานในการควบคุม
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 100V- 240 V ความถี่ทางไฟฟ้า 50 – 60 HZ
- อุณหภูมิสีไม่น้อยกว่า 8000K
- สามารถ SCANNING ในแนวนอนได้ไม่น้อยกว่า 540 องศา
- สามารถ SCANNING ในแนวตั้งได้ไม่น้อยกว่า 270 องศา
- มีรูปแบบ GOBO ไม่น้อยกว่า 17 รูปแบบ
- แผงควบคุมเป็นแบบ TOUCH SCREEN หรือดีกว่า
- อายุการใช้งานของหลอดไม่น้อยกว่า 2,000 ชั่วโมง
- มี FOCUS : ELECTRONIC FOCUS, ULTRA-SMOOTH ZOOMING ADJUSTABLE

31.4 โคมไฟ LED PAR แบบ RGBW 18x10W (4 IN 1) จำนวน 36 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นดวงโคมชนิด LED PAR สามารถผสมสีได้หลากหลายด้วยหลักการผสมสี RGBW
- รับสัญญาณควบคุมชนิด DMX512 เป็นสัญญาณมาตรฐานในการควบคุม
- พิกัดแรงดันไฟฟ้า: 220 V ความถี่ทางไฟฟ้า 50 – 60 HZ
- หลอดไฟกำเนิดแสงเป็นชนิด LED จำนวน 18 X 10 วัตต์ ชนิด 4 IN 1
- การแสดงผลด้วย LED DISPLAY
- จุดต่อเชื่อมสัญญาณด้าน INPUT/OUTPUT ด้วย CONNECTOR XLR ตัวผู้และตัวเมีย
- อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 60,000 ชั่วโมง

31.5 ชุดโครงสร้างเหล็กสำหรับไฟเวที จำนวน 1 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- โครงสร้างบาร์แขวนไฟ มีความยาวไม่น้อยกว่า 20 เมตรหรือดีกว่า
- ทำจากวัสดุเหล็ก แข็งแรงทนทาน
- สามารถใช้งานได้หลายรูปแบบ
- ต้องสามารถรับน้ำหนักชุดโคมไฟต่างๆได้เป็นอย่างดี

31.6 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ

สายสัญญาณควบคุม DMX มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
- เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 MM.
- มีฉนวนทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

32. งานระบบควบคุมอัตโนมัติ

32.1 เครื่องควบคุมระบบแบบอัตโนมัติพร้อมจอสัมผัสขนาด 11 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นเครื่องควบคุมระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ
- มีพอร์ตสื่อสารแบบ ETHERNET แบบ 10/100 COMMUNICATION
- รองรับมาตรฐานเครือข่าย IPV6 AND 802.1 ได้เป็นอย่างดี
- มี PORT LINK เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมภายนอกไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- มีการประมวลผลไม่ต่ำกว่า 1600 MIPS
- มีหน่วยความจำแบบ SDHC FLASH ไม่น้อยกว่า 8 GB และหน่วยความจำหลักไม่ต่ำกว่า 512 MB
- มีช่องต่อสัญญาณแบบ RS232/422/485 ไม่น้อยกว่า 1 ช่องและแบบ RS232 ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- ช่องต่อสัญญาณแบบ IR/SERIAL ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- มีช่องต่อสัญญาณแบบ DIGITAL I/O ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- ช่องต่อสัญญาณแบบ RELAY ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- มีพอร์ตแบบ USB TYPE A ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน
- จอควบคุมแบบสัมผัสชนิด LED ขนาดไม่น้อยกว่า 11 นิ้ว สำหรับควบคุมการทำงานของระบบ
- มีความละเอียดของจอไม่น้อยกว่า 1,920 X 1,200 พิกเซล หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานกับระบบ WI-FI (802.11A/B/G/N/AC)
- มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 64 GB หรือดีกว่า
- มีค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 500 NIT
- สามารถรองรับการบันทึกวิดีโอที่ความละเอียด 1,080P ที่ 30 FPS ได้ หรือดีกว่า
- ตัวกล้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 เมกะพิกเซล หรือดีกว่า
- รองรับการเปิดไฟล์เอกสารแบบ JPG, TIFF, GIF, DOC และ DOCX ได้
- ต้องมี SOFTWARE ในการบริหารจัดการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ โดยจะต้องสามารถใช้ในการควบคุมระดับเสียงใช้ในการสั่งงานควบคุมการสลับสัญญาณภาพต่างๆ ปิดเปิดเครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

32.2 กล่องควบคุมอุปกรณ์การทำงานแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นกล่องเชื่อมต่อสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆแบบอัตโนมัติ
- รองรับมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบ DHCP, HTTP, TCP
- มี PORT RS232 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

- มี PORT RELAY ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- PORT IR ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- ความถี่ในการควบคุมผ่านสัญญาณอินฟราเรด รองรับได้ตั้งแต่ 30KHZ- 500KHZ
- การควบคุมผ่าน RS232 มี DATA RATES: 1200 BAUD TO 57.6 KBAUD
- มีช่องสัญญาณเชื่อมต่อเน็ตเวิร์คแบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงาน
- สามารถติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ได้
- ได้รับมาตรฐาน CE หรือดีกว่า

32.3 เครื่องสลับสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาด 24 PORT จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณสมบัติดังนี้

- มีพอร์ต ETHERNET แบบ ๑๐/๑๐๐/๑,๐๐๐MBPS ขนาด 24 ช่อง หรือดีกว่า
- รองรับการจ่ายไฟ POE ได้ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง หรือดีกว่า
- มีขนาด SWITCH CAPACITY ไม่น้อยกว่า 36 GBPS
- รองรับ FORWARDING RATE สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 23.8 MPPS หรือดีกว่า
- สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE๘๐๒.๓X FLOW CONTROL ได้เป็นอย่างดี

32.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย จำนวน 2 ชุด

มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้คลื่นความถี่ย่าน 2.4GHZ และ 5GHZ ในการรับส่งข้อมูล
- สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.11B/G/N/AC
- มีเสาอากาศภายนอกไม่น้อยกว่า 2 เสา หรือดีกว่า
- มีพอร์ต 10/100/1,000 LAN PORTS อย่างน้อย 4 พอร์ต

32.5 ระบบสายสัญญาณพร้อมเข้าระบบและการทดสอบระบบ จำนวน 1 งาน

สายสัญญาณระบบควบคุมอัตโนมัติ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- มีแกนนำสัญญาณเป็นทองแดงเคลือบด้วยดีบุกขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
- เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 MM.
- มีชีลด์ทำจากฟรอยเคลือบด้วยอลูมิเนียมหรือดีกว่า
- เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า

32.6 มาตรฐานการติดตั้งและการรับประกัน

- 32.6.1 การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดทุกรายการ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาสายสัญญาณ เพื่อต่อเชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดให้สามารถใช้งานได้ตามแบบโดยค่าใช้จ่ายในการจัดหาสายสัญญาณดังกล่าวเป็นของผู้รับจ้าง

- 32.6.2 ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังตรวจสอบเนื้อที่ที่ต้องการสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ของตนร่วมกับอุปกรณ์อื่น เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ของตนสามารถที่จะทำการติดตั้งในเนื้อที่ที่เตรียมไว้ได้
- 32.6.3 ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังตรวจสอบเนื้อที่ที่ต้องการสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ของตนร่วมกับอุปกรณ์อื่น เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ของตนสามารถที่จะทำการติดตั้งในเนื้อที่ที่เตรียมไว้ได้
- 32.6.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์สายสัญญาณเสร็จสิ้นเรียบร้อย และจะต้องทำการทดสอบคุณภาพรายละเอียดการติดตั้งและการใช้งานทั้งหมดในโครงการนี้ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 32.6.5 หลังจากการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์และการติดตั้ง ถ้าหากเกิดการชำรุดเสียหายไม่ว่าจะเนื่องจากชิ้นส่วนไม่ถูกต้องฝีมือไม่ดีพอหรือด้วยเหตุประการใดก็ตาม จากการใช้งานตามปกติเป็นเวลา 1 ปี นับตั้งแต่วันตรวจรับมอบในระยะเวลาดังกล่าวนี้ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซมเปลี่ยนใหม่โดยไม่คิดมูลค่า
- 32.6.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบรายการครุภัณฑ์ตามที่ขออนุมัติเทียบกับคุณสมบัติที่ได้กำหนด พร้อมทั้งระบุหมายเลขหัวข้อในแคตตาล็อก

33. บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน

MATERIAL LIST	PRODUCT
33.1 หม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดน้ำมัน (OIL TYPE)	: เอกรัฐ, เจริญชัย, QTC
33.2 หม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดแห้ง (DRY TYPE)	: ELTAS, เอกรัฐ, เจริญชัย
33.3 MAIN DISTRIBUTION BOARD AND DISTRIBUTION BOARD	: ASEFA, TIC, PMK, AVARTAR
33.4 CIRCUIT BREAKER	: SCHNEIDER, ABB, EATON
33.5 PANEL BOARD, LOAD CENTER	: SCHNEIDER, ABB, EATON
33.6 CAPACITOR AND CONTROLLER	: FEDERAL, ABB, SIEMENS, EATON
33.7 สายไฟฟ้า (รวมถึงสายดิน และสายล่อฟ้า)	: THAI YAZAKI, PHELPS DODGE, BANGKOK CABLE, MCI
33.8 ท่อร้อยสายไฟฟ้า	: PANASONIC, BLUE AEGLE, TSP, RSI
33.9 โคมไฟฟ้า	
- โคมที่ใช้กับหลอด FLUORESCENT และ โคม DOWN LIGHT	: L&E, X-TRABRITE, VCK, MET SYLVANIA, PHILIPS
- โคม HIGH BAY, FLOOD LIGHT, STREET LIGHT:	PHILIPS, SYLVANIA, GE
- ขาหลอดและขา STARTER	: PHILIPS, BJB, VOSSLOH, NATIONAL
- STARTER	: PHILIPS, OSRAM, SYLVANIA.
- หลอดไฟ	: PHILIPS, OSRAM, SYLVANIA, GE
- ELECTROMAGNATIC BALLAST	: PHILIPS, BOVO, VOSSLOH, ARMSTRONG
- CAPACITOR	: ELECTRONICONS, PED, CAMBRIDGE
- EMERGENCY LIGHT AND EXIT SIGN	: EML, CEE, MAXBRIGTH
33.10 สวิตช์และปลั๊ก	: PANASONIC, BTICINO, CLIPSAL
33.11 เครื่องมือวัด	: CROMPTON, MITSUBISHI, TELEMECANIQUE
33.12 BUSWAY	: MEGA DUCT, POWERDUCT, CULTER HAMMER, LINKK
33.13 ระบบป้องกันฟ้าผ่า	: GUMWELL, EXPO, CAD WELD

33.14 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	: EST, SIMPLEX, MIRTONE, NOTIFIER
33.15 วัสดุป้องกันไฟลาม	: 3M, ABESCO, HILTI
33.16 สายทนไฟ	: MCI, BETA FLAM, BANGKOK CABLE
33.17 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง ระยะไกล	: MERTEN CARLO GAVAZZI, DYNALITE, SCHNEIDER, CLIPSAL
33.18 SURGE PROTECTION	: CRITECH, MEM, PHOENIX CONTACT, DEHN, SCHNAIDER, EATON

ระบบสื่อสารและประกอบอาคาร

33.19 ระบบคอมพิวเตอร์	: AMP, CISCO, KRONE, LINK, PANASONIC
- สายระบบคอมพิวเตอร์	: AMP, BELDEN, KRONE, LINK
FIBER OPTIC CABLING SYSTEM	PANDUIT (PANNET), SIEMON, CORNING
- RACK CABINET	: GERMAN, CHEVAL, P POWER C
- NETWORK EQUIPMENT	: CISCO, HP, DELL
- UPS	: EATON, GE, LIEBERT, SCHNEIDER
- อุปกรณ์ระบบสื่อสารภายใน	: AIPHONE, CARECOM, TEKTONE
- สายระบบสื่อสารภายใน	: BANGKOK CABLE, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI
33.20 ระบบโทรศัพท์นึ่งวงจรปิด	: BOSCH, PHILLIP, SAMSUNG, SONY, SIMEN
33.21 ระบบโทรศัพท์	
- ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX)	: NEC, SIEMENS, ALCATEL, ERICSSON, LG
- TERMINAL ระบบโทรศัพท์	: KRONE, POUYET, ERICSSON,
- เต้ารับโทรศัพท์	: PANASONIC, BTICINO, CLIPSAL
33.22 HIGH VOLTAGE EQUIPMENT	
- HIGH VOLTGE SWITCHGEAR CUBICLE	ASEFA, ABB, TIC
- HDPE TUBE	TGG, TAP, IPP (มอก.982-2548)
- DISCONNECTING SWITCHES	U-TAH, GUNKUL, PRECISE
- RING MAIN UNIT	ABB, EATON, SCHNEIDER
33.23 ระบบเสียง	
- เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล	: MIDAS ,QSC , ALLEN&HEATH ,DIGICO , TOA
- เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิตอล	: BIAMP, QSC, KLARK TEKNIK , TOA
- ไมโครโฟนแบบไร้สายและมีสาย	: Bosch , SENNHEISER , Audio Technica , TOA

- เครื่องขยายสัญญาณเสาอากาศไมโครโฟนไร้สาย : EV , SENNHEISER , AUDIO TECHNIA , SHURE , TOA
- ลำโพง 2 ทางและลำโพง Line Array, เสียงต่ำ :Turbosound , Adamson , L-acoustics ,QSC , Bosch
- เครื่องขยายสัญญาณเสียงแบบสเตอริโอ : QSC, LAB GRUPPEN, YAMAHA , CROWN , TOA
- เครื่องเล่นแผ่นซีดี : DENON , MARANTZ , TASCAM
- ลำโพงฝังฝ้าเพดาน : Turbosound, TOA , QSC , TANNOY
- ลำโพงมอนิเตอร์บนเวที : Turbosound, TOA, QSC , BEHRINGER , Bosch
- ลำโพงมอนิเตอร์ห้องควบคุม : Yamaha ,Tannoy, Bosch , TOA

33.24 ระบบภาพ

- เครื่องสลับสัญญาณภาพ : Extron , AMX , ATLONA , DATA VIDEO
- จอมอนิเตอร์ : Samsung , Blackmagic , DATA VIDEO
- เครื่องแปลงสัญญาณภาพ แบบที่ 1 : DATA VIDEO, Blackmagic , EXTRON , ATLONA
- เครื่องแปลงสัญญาณภาพ แบบที่ 2, 3 : Kramer , Extron , AMX , ATLONA
- เครื่องคอมพิวเตอร์ : DELL, ASUS , HP , MSI
- จอแสดงผลแบบ LED Display Full Color : KAILITE , ABSENT , MP STAR , Samsung
- เครื่องควบคุมภาพ : NOVASTAR, VD WALL,AV PRO EDGE,Samsung
- จอรับภาพมอดูรีไฟฟ้า : DRAPPER , DALITE , RAZR , SEEMAX
- เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ : SONY, PANASONIC , EPSON , Samsung
- เครื่องบันทึกภาพ : ATLONA, Extron , DATA VIDEO , Aver Media
- เครื่องนำเสนอผลงานแบบไร้สาย : SNAPSHOW, WOLF VISION, ATLONA,Samsung

33.25 ระบบแสงสว่างบนเวที

- โคมไฟ LED PAR และ Moving Head : NIGHTSUN , GALAXY , MARTIN
- เครื่องขยายสัญญาณ DMX : NIGHTSUN , TAURUS , CODE
- ชุดบอร์ดควบคุมไฟแสงสว่าง : CODE , GALAXY , AVOLITE

33.25 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

- ตู้ RACK มาตรฐาน 19 นิ้ว : GERMANY RACK , P.POWER C , SOLIDTECH
- กล้อง HD/SD PTZ พร้อมเครื่องควบคุม : MINNRAY , LUMENS , DATAVIDEO , Logitech
- เครื่องควบคุมอัตโนมัติ : AMX ,CRESTON , EXTRON , GLOBAL CACHE
- สายสัญญาณเสียง : CAROL , BELDEN, AMPHENOL
- สายสัญญาณภาพ HDMI : ATEN , KRAMER, SIGNADY
- สายทองแดงตีเกลียว : AMP , LINK , KRONE

หมายเหตุ

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ เป็นตัวอย่างรายชื่อที่ผู้รับจ้างควรเสนอขออนุมัติใช้ โดยมีรายละเอียดของบริษัทแต่ละชนิดตามรายละเอียดข้อกำหนด (specification) ในกรณีที่มีเหตุสุดวิสัยอันเนื่อง มาจากบริษัทหยุดการผลิตหรือไม่มีตัวแทนจำหน่ายแล้ว หรือ สาเหตุอื่นใด อันมีผลทำให้ไม่สามารถหาซื้อ ภายในประเทศหรือสั่งซื้อจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างมีสิทธิในการเสนอขออนุมัติเทียบเท่าในบริษัทนั้น ๆ โดยผู้รับ จ้างจะต้องเสนอเหตุผล, รายละเอียดทางเทคนิคและราคา โดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการการ ตรวจสอบการจ้างเป็นผู้พิจารณาเห็นชอบ เพื่อปฏิบัติตามระเบียบราชการต่อไป