

หมวดที่ 5

งานระบบวิศวกรรมไฟฟ้า

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 ที่อ้างถึงหรือกำหนดไว้ในแบบ และรายละเอียดประกอบแบบนี้โดยให้ยึดถือตามมาตรฐานฉบับล่าสุด ในวันที่ลงนามในสัญญาเป็นมาตรฐานอ้างอิง หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และ ทำการติดตั้ง

1.3 ระบบไฟฟ้าทั้งหมด ตามกฎและมาตรฐานฉบับล่าสุดที่อ้างถึงฉบับใดฉบับหนึ่งในเรื่อง ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

กพณ.	มาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
กฟภ.	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 ผู้รับจ้างสัญญาว่าจะไม่ทำงานทั้งหมด หรือส่วนหนึ่งส่วนใด ไปให้ผู้อื่นรับจ้างช่วงโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง และการอนุญาตจากผู้ว่าจ้างให้ถือว่า ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบงานที่ได้จ้างผู้รับจ้างช่วงไปนั้นทุกประการ
- 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 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการ 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 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามงานนั้นๆ ทั้งหมด เหมือนกับว่าได้มีการแสดงและกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง 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 และในระหว่างการปฏิบัติงานหากต้องมีการเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่ว่าจะเป็นเฉพาะส่วนหรืองานทั้งหมด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนถึงวันกำหนดที่จะขอเปลี่ยนแปลงแผนงานไม่น้อยกว่าสิบห้าวันเพื่อขอความเห็นชอบก่อน และการเปลี่ยนแปลงแผนงาน จะทำได้ต่อเมื่อได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น
- 1.9.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำกำหนดการ นำวัสดุและอุปกรณ์เข้ามายังสถานที่ติดตั้ง และต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบล่วงหน้า 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 และเมื่อได้รับอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรแล้วจึงดำเนินการได้

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 มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดหรือแสดงไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบนี้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ และในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในแบบและรายละเอียดประกอบแบบ 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 พ้นระยะเวลาการรับประกันคุณภาพ

- 1.13 วัสดุและอุปกรณ์ซึ่งผู้รับจ้างจัดหาและงานที่เสร็จแล้ว ถือว่าเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่ เกี่ยวกับการบำรุงรักษา ความเสื่อมสภาพ สูญหาย ถูกทำลาย และ/หรือความเสียหายใด ๆ 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 รายละเอียดของวงจรต่าง ๆ ตามความจำเป็น เช่น วงจรระบบควบคุมอัตโนมัติต่าง ๆ เป็นต้น
 - 1.15.10 รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึด รวมทั้งรายละเอียดเกี่ยวกับตำแหน่งของการติดตั้ง หรือคุณสมบัติอื่น ๆ
 - 1.15.11 รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ของระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันฟ้าผ่า
 - 1.15.12 รายละเอียดอุปกรณ์ และการติดตั้ง ของระบบโทรศัพท์ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียง ระบบสัญญาณโทรทัศน์ ระบบสื่อสารภายใน ฯลฯ ที่มีการแสดงไว้ในแบบพิมพ์ และรายละเอียดประกอบแบบนี้

- 1.16 แบบตามก่อสร้างจริง (ASBUILT DRAWING)
 - 1.16.1 ผู้รับจ้างต้องส่งแบบพิมพ์ของแบบตามก่อสร้างจริงอย่างน้อย 3 ชุด รวมทั้งแบบต้นฉบับเขียนลงในกระดาษไข จำนวน 1 ชุด และไฟล์แบบทั้งหมดคัดลอกลงใน CD-ROM จำนวน 3 ชุด โดยเป็นแบบแสดงแผนผัง ตำแหน่งของวัสดุอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการติดตั้ง และแนวการติดตั้งตามที่ก่อสร้างจริง รวมทั้งส่วนที่แก้ไขเปลี่ยนแปลงจากแบบก่อสร้างที่รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้าง ในระหว่างการติดตั้งจริง แบบตามก่อสร้างจริง ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ การเขียนแบบ และสัญลักษณ์เดียวกันกับแบบก่อสร้าง
 - 1.16.2 แบบตามก่อสร้างจริงต้องมีวิศวกร ลงนามรับรองความถูกต้องและส่งมอบงาน และผู้รับจ้างต้องส่งแบบตามก่อสร้างจริงให้กับผู้ว่าจ้างภายใน 30 วัน นับจากวันทำงานนั้น ๆ แล้วเสร็จ
- 1.17 การใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราว และอุปกรณ์ชั่วคราวอื่นๆ
 - 1.17.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบที่เกี่ยวข้อง กับการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ และท่ออื่น ๆ รวมทั้งมาตรวัดชั่วคราวต่าง ๆ เพื่อใช้ในงานก่อสร้างที่ระบุใน แบบพิมพ์ และ/หรือ ระบุในรายละเอียดประกอบแบบนี้
 - 1.17.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว สำหรับใช้ในการก่อสร้าง รวมทั้งการติดตั้งโคมไฟฟ้าชั่วคราว ตามจุดต่าง ๆ 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 บำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ของระบบต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการใช้งานได้ดีเป็นประจำทุกๆ 1 เดือน ภายในระยะเวลา 1 ปี รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง
 - 1.19.2 การตรวจซ่อมบำรุงรักษาเครื่องแต่ละครั้ง ผู้รับจ้างต้องทำรายงานผลการตรวจสอบ อุปกรณ์ ทุกชิ้น เสนอต่อผู้ว่าจ้าง ภายใน 7 วัน นับจากวันที่ให้บริการ

- 1.19.3 ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉิน นอกเวลาปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบบริการโดยไม่ชักช้า
- 1.19.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญเฉพาะแต่ละระบบ ไว้สำหรับการตรวจซ่อมแซม บำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ของระบบต่างๆ 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 แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการทดสอบการรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าต่อไป
- 1.20.5 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบ การรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า โดยให้ทำการป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแรงสูง และระบบไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร โดยที่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด รวมทั้งรีเลย์และอุปกรณ์ตัดตอนอัตโนมัติต่างๆ ต้องปรับแต่ง และติดตั้งเหมือนกับสภาพการใช้งานตามปกติ ซึ่งอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำงานได้ตามปกติเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 48 ชั่วโมง จึงถือว่าใช้งานได้
- 1.20.6 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งดวงโคม โดยการเปิดหรือจ่ายไฟฟ้าทิ้งไว้ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และสำหรับเด้ารับไฟฟ้าทุกจุด

- ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบโดยใช้โพลแสงสว่าง ขนาด 60 วัตต์ เสียบเข้ากับเต้ารับไฟฟ้านั้นๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที
- 1.20.7 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบฉนวนไฟฟ้าของสายบ่อน และสายไฟของวงจรย่อยทุกจุด โดยการปลดปลายสายทั้งสองข้างออกจากโพล และแหล่งจ่ายไฟฟ้าแล้ววัดค่าฉนวน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า แบบกระแสตรง 500 โวลท์ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 30 วินาที แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง ค่าความต้านทานฉนวนระหว่างสายกับสาย และสายกับสายดิน ต้องไม่ต่ำกว่า 1.0 เมกะโอห์ม
- 1.20.8 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่ากระแสของสายบ่อน และสายไฟของวงจรย่อย โดยการเปิด หรือจ่ายไฟของโพลทั้งหมดของวงจร แล้วทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบคล้อง (CLAMP ON AMPMETER) แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.20.9 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบค่าความต้านทานของระบบการต่อลงดิน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต้านทานของดิน แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.20.10 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของระบบเสอาอากาศโทรทัศนรวม โดยการวัดค่าสัญญาณที่เข้ารับสัญญาณทั้งหมด แล้วบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานให้กับผู้ว่าจ้าง
- 1.20.11 ให้ผู้รับจ้างทำการทดสอบการทำงานของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบเสียง และระบบโทรศัพท์ รวมทั้งระบบสื่อสารอื่นๆ ตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นสมควร
- 1.21 การส่งมอบงาน
- 1.21.1 ผู้รับจ้างต้องจ่ายกระแสไฟฟ้า เพื่อเดินเครื่อง และทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพการ ใช้งานเต็มที่เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมงติดต่อกัน
- 1.21.2 ผู้รับจ้างต้องปรับแต่งอุปกรณ์สำหรับระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร ให้มีขนาดเหมาะสมกับสภาพการใช้งานทั้งในปัจจุบัน และการเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยให้มีความเหมาะสมกับสถานที่และความต้องการ อันได้แก่ การปรับแต่งความสมดุลของโพล การปรับแต่งแรงดันของระบบ การปรับแต่งการป้องกันการใช้กระแสเกินและการลัดวงจร การปรับแต่งคุณภาพของสัญญาณสื่อสารต่างๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้น
- 1.21.3 ผู้รับจ้างต้องทำการทดสอบ เครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ ตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และแน่ใจว่าเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถทำงานได้ดี 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 และอุปกรณ์เครื่องมือพิเศษที่จำเป็นสำหรับการปรับแต่ง 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 โดยมีจำนวนเงินตามที่ตกลงกัน ระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง โดยผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะนำมาใช้จ่ายได้ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามเงื่อนไขการรับประกัน

2. ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

- 2.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในแบบและรายการ ตลอดจนวัสดุและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้งระบบไฟฟ้านี้ รวมถึง แรงงาน เครื่องมือ สถานที่เก็บของ ไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังชั่วคราว นักร้านชั่วคราวที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้งานติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จสมบูรณ์
- 2.2 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการปักเสาพาดสาย ติดตั้งสายเคเบิลแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า และติดต่อประสานงาน กับการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นเพื่อขยายเขต ตลอดจนการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง โดยผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบค่าธรรมเนียมและค่าใช้จ่ายทั้งหมด
- 2.3 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการประสานงานกับการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น โดยจัดทำและพิมพ์แบบตาม ที่การไฟฟ้าท้องถิ่นต้องการ เพื่อใช้ในการตรวจสอบ และขออนุญาตติดตั้งระบบไฟฟ้าของอาคาร โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายต่างๆ
- 2.4 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้าง และผู้รับจ้างงานอื่น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการเจาะช่อง ซ่อมช่องที่เจาะ และงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องนั้นทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย และเกิดความล่าช้าขึ้น
- 2.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบสายบ่อน ไปยังอุปกรณ์ของระบบสุขาภิบาล, ระบบลิฟท์โดยสาร และระบบอื่นๆ ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า เพื่อให้ระบบต่างๆ นั้นสามารถใช้งานได้
- 2.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำฐานคอนกรีต สำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟหลัก (MAIN DISTRIBUTION BOARD MDB.) ตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
- 2.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง แผงสวิตช์จ่ายไฟหลัก แผงสวิตช์จ่ายไฟรอง แผงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (ตามมาตราฐานของการไฟฟ้าฯ) สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ สวิตช์ตัดตอน แผงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าประจำห้องพักรวม สายบ่อน ท่อร้อยสาย รานเดินสาย พร้อมทั้งวัสดุ อุปกรณ์ประกอบ ให้ครบถ้วน ตามที่ได้ขออนุมัติแก้ไขเพิ่มเติมจากแบบ จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
- 2.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้ง ตู้สาขาโทรศัพท์ แผงต่อสายโทรศัพท์รวม (MDF) แผงต่อสายโทรศัพท์ประจำชั้น ท่อร้อยสายโทรศัพท์ รานเดินสายโทรศัพท์ สายโทรศัพท์ เ้ารับโทรศัพท์ รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น สำหรับระบบโทรศัพท์ของอาคาร จนแล้วเสร็จสามารถใช้งานได้ อย่างสมบูรณ์
- 2.9 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งระบบเสาอากาศรวม (MATV SYSTEM) พร้อมทั้งเข้ารับ สัญญาณโทรทัศน์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบ 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 และจัดทำรายงานการทดสอบ ให้แก่ผู้ว่าจ้าง
- 2.14 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบก่อสร้าง (SHOP DRAWING) ตามขนาดมาตราส่วนในแบบของผู้ว่าจ้าง ยกเว้นกรณีที่ต้องการแสดงรายละเอียดให้ชัดเจนขึ้น เพื่อเสนอขออนุมัติจากผู้ว่าจ้างอีก 3 ชุด เพื่อใช้ในการควบคุมงาน
- 2.15 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแบบตามก่อสร้างจริง (ASBUILT DRAWING) ตามขนาดมาตราส่วนในแบบ ก่อสร้างที่ได้รับการอนุมัติ ให้กับผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนที่ได้รับมอบหมาย ภายใน 30 วัน นับจากวันทำงานนั้นๆ แล้วเสร็จ และให้ผู้รับจ้างส่งแบบตามก่อสร้างจริงให้ผู้ว่าจ้างอีก 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 และการบำรุงรักษามอบให้แก่ผู้ว่าจ้างก่อนวันตรวจทดสอบเพื่อรับมอบงาน
- 2.18 ในระหว่างระยะเวลารับประกัน ผู้รับจ้างต้องมีหลักทรัพย์วางค้ำประกันไว้ โดยมีจำนวนเงิน ตามที่ตกลงกันระหว่าง 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 – GROUNDED
- FREQUENCY	50 Hz.
- PRIMARY TAPS	$\pm 2 \times 2.5\%$
- 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 จะต้อง มี NAME PLATE ทำด้วยโลหะติดกับอุปกรณ์ แสดงขนาด และรายละเอียดต่างๆ พร้อมชื่อโรงงานผู้ผลิตผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของหม้อแปลง และวิธีการจัดเรียงตำแหน่งหม้อแปลงร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ตามความเหมาะสมกับสถานที่ ตลอดจนการเข้าสายแรงสูงและแรงต่ำ 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 มีตัวแทนจำหน่ายตั้งอยู่ในภูมิภาคหรือจังหวัดเดียวกันกับสถานที่ใช้งาน สามารถประกอบได้มาตรฐานเทียบเท่าต่างประเทศ โดยผู้ผลิตแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังประเภทสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นผู้ควบคุมและอำนวยความสะดวก
- 4.2 อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมดต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL, NEMA, ANSI, IEC, VDE, DIN, TIS หรือตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ โดยผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในแผงจ่ายไฟฟ้าหลักทั้งหมดให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น
- 4.3 ผู้รับจ้างต้องทำแบบปฏิบัติงาน (Shop Drawing) ของแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก แสดงวิธีการติดตั้งขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา และต้องได้รับการเห็นชอบและอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดทำขึ้น
- 4.4 ขนาดและวัสดุที่ใช้ในการประกอบแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ IEC, VDE หรือ NEMA และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
- 4.5 โครงของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักให้ทำด้วยเหล็กฉากยึดติดกันด้วยนอตและสลัก และโครงเหล็กชุบด้วยกรรมวิธี ELECTRO GALVANIZED STEEL ทั้งหมด ความหนาเหล็กโครงตู้ไม่น้อยกว่า 3.0 มม. ความหนาของเหล็กแผ่นทำตู้ ไม่น้อยกว่า 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 และติดตั้งลวดด้านในของรูระบายอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหรือสัตว์เข้าไปด้านในของแผง
- 4.8 ฝาด้านหน้าของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องมีแถบสีแสดงแผนภาพจำลอง (Mimic Diagram) ซึ่งเห็นได้ง่ายและติดแน่นที่ด้านหน้าแผง แสดงความสัมพันธ์ของวงจรและอุปกรณ์ต่างๆ ตามแผนภาพเส้นเดียว (Single Line Diagram) พร้อมทั้งป้ายชื่อวงจรหรือโหลด ติดไว้ที่เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละตัวด้วย เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิตช์ ๔ ระบบไฟฟ้าปกติ หรือสิ่งที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร ยึดแน่นกับแผงสวิตช์ และมี Nameplate เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าใด จ่ายหรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าใด หรือกลุ่มใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกัน MIMIC BUS และเป็นตัวอักษรสีขาวโดยความสูงของตัวอักษรต้องไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตรหรือตามที่ผู้ว่าจ้างเห็นชอบ พร้อมทั้งมีป้ายแสดงชื่อและสถานที่ติดต่อของผู้ผลิต เป็นป้ายที่ทนทานไม่ลบเลือนได้ง่ายติดไว้ที่แผงสวิตช์ด้านนอก บริเวณที่เห็นได้ชัดเจนหลังการติดตั้งแล้ว
- 4.9 บัสบาร์ต้องทำด้วยทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% ที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้กับงานไฟฟ้าโดยเฉพาะ ฟอสไฟ/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 ฟอสไฟ / ทาสี (Coated / Painted) หรือหุ้มด้วย HEAT SHRINK โดยใช้สีน้ำตาลตามระบบสีของสายไฟฟ้าสำหรับเฟสเอ สีดำตามระบบสีของสายไฟฟ้าสำหรับเฟสบี สีเทาสำหรับเฟสซี สีฟ้าสำหรับเส้นศูนย์ และสีเขียวสำหรับเส้นดิน การจัดเรียงบัสบาร์ภายในแผงจ่ายไฟฟ้า

หลักให้จัดเรียงตามเฟส เอ บี และซี ตามลำดับ โดยเรียงจากด้านหน้าไปด้านหลัง หรือจากด้านบนลงมาด้านล่าง หรือจากด้านซ้ายมือไปทางด้านขวามือ

- 4.14 ตัวนำและบัสบาร์ต้องติดตั้งอย่างมั่นคง ในตำแหน่งที่ปลอดภัยจากความเสี่ยงทางกายภาพ ตัวนำทุกเส้นที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งติดตั้งอยู่ในช่องใต้ต้องเดินอยู่ในช่องนั้นเท่านั้น นอกจากนี้จะเป็นการต่อเชื่อมระหว่างช่องและสายไฟในวงจรควบคุม บัสบาร์และขั้วต่อสายต้องมีสิ่งปิดกันแยก (Barrier) ออกจากส่วนอื่นๆ BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY – RESIN โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า โดยต้องมีข้อมูลทางเทคนิค และผลการทดสอบเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้ไม่น้อยกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ต้องไม่ต่ำกว่าที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้งBOLTS และ NUTS ต้องทนต่อแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน
- 4.15 การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับบัสบาร์ต้องใช้ขั้วต่อสายแบบบีบซึ่งทำด้วยทองแดง ถ้าขั้วต่อสายทำด้วยอะลูมิเนียมจะต้องเป็นแบบที่สามารถใช้ต่อกับทองแดงได้ โดยต้องทำความสะอาดขั้วต่อสายและทาด้วยสารป้องกันการเกิดออกไซด์ (Oxide Inhibiting Compound for Electrical Grade Aluminium)
- 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 เพื่อให้มีการทำงานที่สัมพันธ์กัน (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 แอมป์ขึ้นไปต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความผิดปกติลงดิน (Ground Fault Protection) ด้วย

- 4.21 ส่วนบนของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และในกรณีที่เพดานไม่ติดไฟ หรือมีแผ่นกันที่ไม่ติดไฟระหว่างแผงสวิตช์กับเพดาน ส่วนบนของแผงจ่ายไฟฟ้าหลักและเพดานต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร โดยแผงสวิตช์ จะต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (Verticle Section) อย่างสมบูรณ์ สามารถแยกจากกันเป็นอิสระได้โดยง่าย แต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มม.

ความกว้าง : ระหว่าง 425 – 1,200 มม.

ความลึก : ระหว่าง 300 – 1,000 มม.

- 4.22 ผู้รับจ้างจะต้องจัดชุดเครื่องมือบำรุงรักษาประกอบด้วยเครื่องเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน, ไขควงสำหรับถอดสกรูยึดยึดแผ่นโลหะหนึ่งอัน, Torque Wrench ขนาดที่เหมาะสมหนึ่งอัน พร้อมหัวสำหรับขันสลักและแป้นเกลียวที่ใช้ยึด ยึดสับบาร์และสวิตช์ตัดตอนฯ ครบทุกขนาดที่ต้องใช้หนึ่งชุด พร้อมกล่องโลหะ สำหรับใส่เครื่องมือทั้งหมด และที่ข้างแผงสวิตช์แต่ละชุด ให้ติดตั้งเครื่องมือสำหรับเปิดบานประตูด้านหน้าหนึ่งอัน โดยมีประกอบติดไว้กับแผงสวิตช์ 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 แผงสวิตช์จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงาน ซึ่งเป็นผู้ผลิตเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ที่ผู้รับจ้างขออนุมัติใช้ในการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าของโครงการ หรือเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของอาคารที่ใช้อยู่ในกรณีที่เป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้าหรืองานปรับปรุงต่อเติมอาคาร
- 5.2 แผงสวิตช์ต้องผลิตขึ้นและมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC หรือ NEMA ผ่านการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test) โดยมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.3 แผงสวิตช์ต้องสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้สะดวก โดยผาด้านหน้าติดบานพับเพื่อให้เปิดออกได้ง่ายตัวแผงสวิตช์ต้องมีการระบายอากาศและป้องกันไม่ให้ฝุ่น แผลง หรือหนูเข้าไปข้างในได้ตลอดจนสามารถป้องกันความชื้นแก่อุปกรณ์ภายในได้เป็นอย่างดี
- 5.4 อุปกรณ์ในแผงสวิตช์ต้องเป็นชนิดหรือผลิตภัณฑ์เดียวกัน เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก เพื่อให้มีการทำงานที่สัมพันธ์ (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 ด้านในของฝาหน้าของแผงสวิตช์ต้องมีตารางแสดงรายละเอียดของวงจรติดตั้ง และมีป้ายชื่อของแผงสวิตช์ติดอย่างแน่นหนาที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ทุกแผง โดยป้ายชื่อให้ทำจากแผ่นพลาสติก ซึ่งเมื่อทำการแกะสลักตัวอักษรตามชื่อของแผงสวิตช์แล้ว 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) และต้องสามารถใส่หรือถอดออกได้โดยไม่ต้องเลื้อนหรือถอดตัวอื่นออก เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกตัวต้องสามารถแสดงสภาวะเปิด (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) ที่ทนสภาพอากาศ นอกจากแผงสวิตช์จะเป็นชนิดที่ออกแบบไว้สำหรับติดตั้งภายนอกอาคารได้ แผงสวิตช์ซึ่งอยู่ในสถานที่ที่มีวัตถุติดไฟได้ง่าย ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่แผงสวิตช์จะไม่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ต่อวัตถุติดไฟข้างเคียง
- 5.13 การติดตั้งแผงสวิตช์ในสถานที่เปียกชื้น ต้องมีการป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือน้ำเข้าไปในแผงได้ และต้องติดห่างจากผนังหรือพื้นรองรับไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ถ้าติดตั้งในสถานที่เปียกต้องเป็นแบบทนสภาพอากาศ (Weather Proof)
- 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 โดยทั่วไปให้ใช้สาย พิกัดแรงดัน 450/750 โวลต์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 และ 90 องศาเซลเซียส ยกเว้นกรณี ที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น 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 หรือติดเครื่องหมายที่สายไฟฟ้าทุก แห่งที่มีการต่อสาย และต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยสีที่กำหนดข้างต้น
- 6.4 สายไฟฟ้าที่ใช้เดินใต้ดิน ไม่ว่าจะโดยการร้อยท่อ หรือฝังดินโดยตรง ต้องเป็นสายที่มีเปลือกนอก หนาเป็นพิเศษที่ผลิตขึ้นสำหรับเดินใต้ดิน (มีชื่อทางการค้าว่า NYY.) ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มี ฉนวนหุ้มทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 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 ห้ามตัดต่อสายไฟฟ้าในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ การตัดสายไฟฟ้าจะต้องทำในกล่องต่อสาย เท่านั้น และต้องพันทับด้วยเทปพันสายให้มีฉนวนเทียบเท่าสายไฟฟ้า สำหรับสายขนาด 10 ตร.มม.หรือเล็กกว่า ต้องต่อสายโดยใช้ WIRE NUT สำหรับสายขนาด 16 ตร.มม.หรือใหญ่กว่า ต้อง ต่อสายโดยใช้ SOLDERLESS WIRE CONNECTOR ชนิดใช้เครื่องมือกลัด และใช้ HEAT SHRINK TUBE หุ้มรอยต่อสาย
- 6.9 สายไฟฟ้าที่เดินเข้าไปในแผงสวิตช์ตัดตอน แผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ หรืออุปกรณ์อื่น จะต้อง จัดให้เป็นระเบียบ โดยใช้เชือกหรือสายรัด ผูกหรือรัดไว้เป็นหมวดหมู่ และสายไฟฟ้าจะต้องมี ความยาวเหลือไว้เพียงพอที่จะย้ายตำแหน่งในแผงสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
- 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 ถอดท่อสาย ถอดดึงสายและอุปกรณ์ต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น ห้ามไม่ให้เตรียมโดยร้อยสายล่วงหน้า อย่างเด็ดขาด
- 6.14 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสาย ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะ เพื่อใช้กับงานดึงสายไฟภายในท่อ และ ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย
- 6.15 ในการดึงสายไฟฟ้าอาจใช้สารหล่อลื่นเพื่อช่วยลดความฝืดได้ โดยสารหล่อลื่นต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟแนะนำไว้เท่านั้น
- 6.16 การติดตั้งสายไฟฟ้าทุกขนาดจะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง รัศมีของการติดตั้งสายจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ ตาม NEC
- 6.17 ปลาสทั้งสองข้างของสายไฟฟ้า หรือเคเบิล ต้องมีการป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายไฟฟ้าขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม. ให้ใช้ HEAT SHRINK TUBING
- 6.18 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรได้รับไฟฟ้า และสายที่ต่อแยกเข้าได้รับไฟฟ้า ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลท์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.19 สายไฟฟ้าสำหรับต่อแยกไปยังดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลท์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้ เป็นอย่างอื่น ในแบบพิมพ์ หรือตารางโหลด (LOAD SCHEDULE)
- 6.20 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแต่ละดวง ให้ใช้สายพิกัดแรงดัน 750 โวลท์ ฉนวนใช้กับอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.0 ตร.มม. ยกเว้นกรณีที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

7. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

- 7.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบบโลหะต้องเป็นชนิดเหล็กอบสังกะสีโดยกรรมวิธี HOT – DIPPED ผิวภายในเรียบ ปราศจากตะเข็บ 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 ซึ่งซ่อนในฝ้าเพดาน ให้ใช้ท่อชนิด ELECTRICAL METALLIC TUBING (EMT.) สำหรับท่อร้อยสายซึ่งเดินในผนังซึ่งไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC.) และอนุญาตให้ใช้ท่อชนิด ELECTRICAL METALLIC TUBING (EMT.) ได้ โดยข้อต่อท่อร้อยสายแบบ EMT ที่ใช้ในกรณีนี้จะต้องเป็นชนิดกันน้ำสำหรับท่อร้อยสายซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือนหรือในที่อื่นๆ ซึ่งไม่สามารถใช้ท่อร้อยสายดังกล่าวข้างต้นได้ให้ใช้ท่อชนิด FLEXIBLE CONDUIT สำหรับท่อร้อยสายโลหะ (PVC) อนุญาตให้ใช้ได้ ในกรณีที่ระบุไว้ในแบบ หรือในกรณีที่ได้รับ การยืนยันจากผู้ออกแบบว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ
- 7.4 ก่อนติดตั้งท่อร้อยสายต้องทำความสะอาด ทั้งภายในและภายนอก ให้เรียบร้อย ปลายของท่อ ต้องทำให้หมดความคมด้วยเครื่องมือลบคม (REAMER)
- 7.5 การวางท่อร้อยสายให้พยายามติดตั้งให้ขนานหรือตั้งฉาก กับผนังและตัวอาคาร
- 7.6 กรณีที่จำเป็นต้องดัดงอท่อร้อยสาย ต้องใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ และระมัดระวังการดัดโค้งท่อต้องเป็นไปตามกฎของ 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 ใดไม่ใช้งานต้องอุดด้วยคอนกรีต
- 7.9 ท่อร้อยสายที่เดินใต้ผิวดินต้องหาค้ำด้วยพลั่วที่เคาะให้ทั่วอย่างน้อย 2 เท้า และเทปูนกลบ

- 7.10 การต่อท่อร้อยสายชนิดบางต้องใช้ COMPRESSION COUPLING สำหรับท่อชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และต้องใช้ ELECTRICAL PIPE JOINT COMPOUND ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อ เพื่อให้ระบบท่อร้อยสายมีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า
- 7.11 ท่อร้อยสายที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดาน และเดินลอยติดผนังหรือเพดาน ให้หาคัดไว้ที่ท่อทุก ระยะ 1 เมตร ด้วยสีที่กำหนดในรายละเอียดประกอบแบบนี้
- 7.12 ขนาดท่อร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้าง จะต้องตรวจสอบความถูกต้องของขนาดท่อ เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ หากขนาดท่อ ร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้โดยถือว่าผู้รับจ้าง ได้เสนอราคาสำหรับท่อร้อยสายที่ถูกต้องไว้แล้ว จึงไม่มีการเพิ่มเงินในการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ขนาดท่อร้อยสายอีก
- 7.13 ตัวยึด (SUPPORT) และตัวแขวน (HANGER) ของท่อร้อยสาย รางร้อยสาย หรืออื่นๆ ให้ใช้แบบ เหล็กอาบสังกะสี (GALVANIZED STEEL) ทั้งหมด

8. รางร้อยสาย (WIRE WAYS)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 8.1 รางร้อยสายต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ
- 8.2 รางร้อยสายทำจากเหล็กหนาอย่างน้อย 1.6 มม. รางร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ ต้องผลิตขึ้นโดยวิธีป้องกันสนิม ฉาบสีแล้วอบแห้ง หรืออบด้วยสังกะสี รางร้อยสายและอุปกรณ์ประกอบ ต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้ โดยที่หมุนเกลียว/สลักเกลียวต่างๆ ต้องเรียบกับผนังของรางร้อยสายไม่มีส่วนมีคมที่จะทำให้สายไฟฟ้าเสียหาย
- 8.3 รางร้อยสายต้องยึดให้มั่นคง โดยให้มีที่รองรับหรือที่ยึด รางร้อยสายในแนวนอนให้มีที่รองรับห่างกันไม่เกิน 1.50 เมตร นอกจากเป็นรางร้อยสายแบบที่อนุญาตให้มีที่รองรับห่างกันมากกว่านี้ได้ แต่ไม่เกิน 3.00 เมตร รางร้อยสายในแนวตั้ง ให้ยึดห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร และที่ยึดรางร้อยสายนี้จะต้องมีจุดเชื่อมต่อรางร้อยสายระหว่างจุดยึดไม่เกิน 1 จุด ท่อร้อยสายหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่นำมาต่อกับรางร้อยสายไม่ถือว่าเป็นตัวยึดรางร้อยสายรางร้อยสายต้องเป็นของที่มีสภาพดี ไม่มีสนิมเกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างและรับประกันหากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยรางร้อยสายที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 8.4 ปลายของรางร้อยสายถ้าไม่มีการเดินสาย ต้องปิดด้วยแผ่นท้ายรางร้อยสาย ซึ่งผลิตขึ้นจากผู้ผลิต รางร้อยสายนั้น
- 8.5 รางร้อยสายที่ติดตั้ง จะต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า และรางร้อยสายต้องต่อลงดินทุกจุดที่มีการเชื่อมรางร้อยสาย ต้องมีสายดินทองแดงเชื่อม (BONDING) ระหว่างรางร้อยสายทุกท่อนที่นำมาเชื่อมต่อกัน ทางเดินสายที่ต่อออกจากรางร้อยสายต้องเป็นโลหะ และต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับรางร้อยสาย ถ้าทางเดินสายที่ต่อออกจากรางร้อยสายเป็นท่อโลหะ (PVC) ต้องใช้สายดินเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าด้วย
- 8.6 สายไฟฟ้าภายในรางร้อยสายแต่ละส่วน ต้องมีจำนวนไม่เกิน 30 เส้น โดยไม่ต้องนับรวมสายไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลเพียงชั่วคราว และสายดิน
- 8.7 ขนาดของรางร้อยสายที่กำหนดไว้ในแบบพิมพ์ และ/หรือ ตารางโหลด เป็นขนาดขั้นต่ำ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของรางร้อยสาย เพื่อให้สามารถร้อยสายไฟฟ้าได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า หากขนาดรางร้อยสายเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้โดยถือว่าผู้รับจ้าง ได้เสนอราคาสำหรับขนาดรางร้อยสายที่ถูกต้องไว้แล้ว จึงไม่มีการเพิ่มเงิน ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขขนาดของรางร้อยสายอีก
- 8.8 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้าทุกเส้นภายในรางร้อยสายแต่ละส่วนต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่ หน้าตัดภายในของรางร้อยสายไฟฟ้าที่ใช้ นั้น หากขนาดรางร้อยสายที่กำหนดในแบบเล็กไปหรือไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนและแก้ไขให้ถูกต้อง

- 8.9 หากมีการต่อสายไฟฟ้าภายในรางร้อยสาย จะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน และจะต้องต่อสายเฉพาะบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้เท่านั้น
- 8.10 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสาย จะต้องจัดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้รวมกันเป็นกลุ่มอย่างเป็นระเบียบสำหรับโหลดแต่ละกลุ่ม
- 8.11 การเดินสายไฟฟ้าภายในรางเดินสายที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอน จะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

9. กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 9.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องเป็นชนิด เหล็กอาบสังกะสีทั้งภายในและภายนอก หนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. และชนิดโลหะหล่อยึดติดกับท่อด้วยเกลียวในกรณีที่ต้องมีระบบกันน้ำ และเป็นไปตามมาตรฐานของ NEC ตามหัวข้อที่ 370 และ 373
- 9.2 กล่องดึงสาย (PULL BOX) ต้องเป็นแบบกล่องเหล็กพับ มีฝาปิดยึดติดด้วยสกรู และต้องผ่านขบวนการป้องกันสนิม และพ่นสีเทา อย่างน้อย 3 ครั้ง หรือตามที่ระบุในแบบ รวมทั้งต้องผ่านการทดสอบเพื่อป้องกันการบาดสายไฟฟ้า มีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1.6 มม.
- 9.3 กล่องต่อสาย และกล่องดึงสาย ต้องมีขนาดและปริมาตรตามกฎหมายของ NEC โดยให้ยึดถือจากขนาดและจำนวนของสายไฟฟ้าที่มีการต่อสาย และสายไฟฟ้าที่ดึงผ่าน เป็นหลัก
- 9.4 กล่องต่อสายสำหรับโคมไฟฟ้าต้องใช้กล่องขนาด 4 นิ้วชนิดแปดเหลี่ยม กล่องต่อสายสำหรับเต้ารับและสวิตช์ต้องใช้กล่องขนาด 4X2.5 นิ้ว หรือ 4X4 นิ้ว โดยขึ้นอยู่กับจำนวนของเต้ารับและสวิตช์ที่ใช้ กล่องต่อสายสำหรับสวิตช์จำนวนมากต้องใช้ตามที่ผู้ผลิตสวิตช์แนะนำ
- 9.5 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ต้องติดตั้งตามลักษณะการใช้งาน เช่น ติดตั้งซ่อนในฝ้า ติดตั้งฝังเรียบฝ้าผนัง เป็นต้น และต้องสามารถเข้าไปตรวจสอบและบำรุงรักษาได้โดยง่าย
- 9.6 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ติดตั้งซ่อนในฝ้าเพดานและติดตั้งลอยต้องยึดตรึงให้แข็งแรงห้ามใช้ท่อเป็นตัวรับน้ำหนัก
- 9.7 รูของกล่องดึงสายที่ไม่ใช้งาน ต้องปิดให้เรียบร้อย
- 9.8 กล่องต่อสาย สำหรับระบบไฟฟ้า และโทรศัพท์ ที่ติดตั้งบนพื้น ให้ใช้กล่องโลหะหล่อที่ผลิตขึ้นสำหรับงานทางไฟฟ้า ขนาดประมาณ 4X4X1 ½ นิ้ว โดยมี FLOOR PLATE ทำด้วยทองเหลืองหรือ อะลูมิเนียมแข็ง มีฝาฐานแบบเกลียวขนาด ¾ นิ้ว สำหรับใส่ FLOOR FITTING ชนิดต่างๆ ได้
- 9.9 กล่องต่อสายที่ติดตั้งนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอก ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อฝาครอบมียางอัตรอบ หรือทำให้กันน้ำและฝนเข้าได้
- 9.10 กล่องต่อสาย และกล่องดึงสายทุกกล่อง ต้องต่อลงดินตามมาตรฐานของ NEC
- 9.11 กล่องต่อสาย และกล่องดึงสายทั้งหมด ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ไม่มีสนิมเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาก่อสร้างหากมีสนิมเกิดขึ้น ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนใหม่ด้วยของที่มีสภาพและคุณภาพดี
- 9.12 การต่อท่อร้อยสายเข้ากับ กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย ต้องประกอบด้วย LOCK NUT และ BUSHING รวมทั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

9.13 ก่อสร้างสายของวงจรไฟฟ้าปกติ ต้องแยกต่างหากจาก ก่อสร้างสายของวงจรไฟฟ้าฉุกเฉินและวงจรไฟฟ้าสำรอง

9.15 ก่อสร้างสาย และก่อสร้างติดตั้งสายทุกกล่อง ต้องทาสีทั้งภายนอกและภายใน ด้วยรหัสสีที่กำหนด สำหรับอุปกรณ์การเดินสาย โดยกำหนดสีดังนี้ คือ

ระบบไฟฟ้าปกติ	สีส้ม
ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและไฟฟ้าสำรอง	สีเหลือง
ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบโทรทัศน์รวม	สีน้ำเงิน
ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	สีแดง

10. ดวงคอมไฟฟ้า

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

- 10.1 ดวงคอมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐาน มอก. BS, VDE, NEMA, JIS และมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 10.2 ตำแหน่งดวงคอมที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ผู้รับจ้างจะต้องกำหนดตำแหน่งให้เหมาะสมกับผ้าเพดานหรือปรึกษากับผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้งและผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งแก้ไขตำแหน่งจากแบบ หรือส่วนที่ดำเนินการติดตั้งไปแล้ว ได้ตามสมควร โดยไม่มีการเพิ่มค่าจ้างแต่ประการใด
- 10.3 ดวงคอมแต่ละดวงต้องมีกล่องต่อสายติดตั้งต่างหาก ห้ามใช้ดวงคอมเป็นทางเดินของสายวงจรย่อย ไปจ่ายไฟยังจุดอื่นๆ
- 10.4 กรณีที่ต้องการมีการแขวนคอมให้ใช้ก้านแขวนคอมหรือสายห้อย ซึ่งมีสปริงหรือสกรูปรับระดับของดวงคอมได้สะดวก
- 10.5 ดวงคอมแบบติดตั้งในผ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายอ่อน (FLEXIBLE CONDUIT) ต่อจากกล่องต่อสายไปยังดวงคอมแต่ละดวง และห้ามวางน้ำหนัkdวงคอม ลงบนโครงผ้า หรือแผ่นผ้าเพดานโดยตรง ต้องใช้ก้านเหล็กแบบปรับระดับได้เป็นตัวรับน้ำหนักของดวงคอม โดยยึดก้านเหล็กปรับระดับกับเพดานที่เป็นปูน
- 10.6 ดวงคอมที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ (WEATHER PROOF) หรือ IP 55 และผลิตตามมาตรฐานของ BS, VDE หรือ NEMA อย่างใดอย่างหนึ่ง
- 10.7 ดวงคอมที่ติดตั้งในสถานที่อันตราย เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองซึ่งมีการเก็บน้ำมัน จะต้องเป็นดวงคอมที่มีหลอดไฟฟ้าชนิดที่ไม่มีสตาร์ทเตอร์เท่านั้น โดยเป็นหลอดไฟฟ้าชนิด REPID START FLUORESCENT หรือหลอด PREHEAT FLUORESCENT ที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น
- 10.8 ดวงคอมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ต้องสามารถหาซื้อได้ง่าย เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา
- 10.9 การยึดดวงคอมกับผนังและเพดานที่เป็นปูน ต้องยึดให้มั่นคงแข็งแรง ด้วย LEAD ANCHOR และสกรู และในกรณีที่ดวงคอมมีน้ำหนักมาก ให้ยึดด้วย EXPANSION BOLT ที่เหมาะสม
- 10.10 ดวงคอมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องมีชนิดและขนาดตามที่กำหนดไว้ในแบบ ความหนาของเหล็กที่ใช้ทำคอมต้องไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ตัวคอมต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม, พ่นสีกันสนิม โดยใช้แผ่นสะท้อนแสงชนิด ALUMINIUM ที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงรวมไม่ต่ำกว่า 95 % ทั้งหมด ยกเว้นกำหนดไว้เป็นอย่างหนึ่งในแบบพิมพ์

- 10.11 ดวงโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะต้องมีส่วนหลอดชนิด HEAVY DUTY, SPRING LOADED หรือ ROTARY LOCKED ตาม มาตรฐานของ NEMA, VDE, JIS ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างอนุมัติให้ใช้
- 10.12 บัลลัสต์ต้องติดตั้งให้เรียบร้อย โดยไม่สามารถมองเห็นบัลลัสต์จากด้านล่างของดวงโคมได้ และจะต้องสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากตัวบัลลัสต์ได้ดี เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของบัลลัสต์สูงเกินขีดจำกัดในขณะใช้งาน บัลลัสต์ที่ใช้จะต้องไม่มีเสียงรบกวนจากการสั่นของแกนเหล็กของบัลลัสต์ บัลลัสต์ต้องเป็นชนิดที่มีค่าความสูญเสียต่ำ (LOW LOSSES BALLAST) และเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่า ใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ
- 10.13 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปกำหนดให้ใช้หลอดชนิด PREHEAT, DAY LIGHT ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองจาก มอก. และเป็นผู้ผลิตที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ซึ่งผลิตขึ้นและทดสอบแล้วว่าใช้งานได้ตามมาตรฐานที่ผู้ว่าจ้างยอมรับ 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 หรือผ้า ตามแบบที่ผู้ว่าจ้างกำหนด
- 10.17 สายไฟฟ้าภายในดวงโคมแบบอินแคนเดสเซนต์ ให้ใช้สายหุ้มฉนวน ชนิดอุณหภูมิใช้งาน 105 องศาเซลเซียสและมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม.
- 10.18 สำหรับดวงโคมฉุกเฉิน ประกอบด้วย ดวงโคม, แบตเตอรี่ พร้อมอุปกรณ์อัดไฟเข้าแบตเตอรี่ แบบอัตโนมัติและอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟดับ 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 และอุปกรณ์เปิดดวงโคมเมื่อไฟดับ แบตเตอรี่ ใช้เป็นแบบ SEAL LEAD ACID ใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชม.

11. สวิตช์และเต้ารับ (SWITCHES & RECEPTACLE)

- 11.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และ
ออกแบบผ่านการทดสอบมาตรฐานของ UL, JIS หรือ VDE
- 11.2 สวิตช์และเต้ารับทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ภายใน OUTLET BOX
- 11.3 แผงสวิตช์รวมที่ติดตั้ง อยู่ภายในบริเวณเดียวกันเกินกว่า 6 ตัว ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP
DRAWINGS ให้วิศวกรอนุมัติก่อนการดำเนินการติดตั้ง
- 11.4 รายละเอียดทางเทคนิค
 - 11.4.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 15 AMPS. 250
VOLTS หรือมีขนาดไม่น้อยกว่า 125% ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น
 - 11.4.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 16 AMPS. 250
VOLTS เป็นแบบที่ใช้ขา เสียบกลม และแบน (UNIVERSAL TYPE) และมีรูกลมที่ 3
สำหรับสาย GROUND โดยต่อสาย GROUND เข้ากับ CONDUIT BUSHING หรือ
OUTLET BOX ในกรณีที่ไม่มีสายดิน
- 11.5 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับหรือสวิตช์ที่กันน้ำ หรือติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จะต้องมียางกัน
น้ำ
- 11.6 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เต้ารับพื้นต้องเป็นแบบ ปิด-เปิด ฝาเต้ารับด้วยการกดปุ่ม (POP –
UP)
- 11.7 หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น FLOOR JUNCTION BOX ให้เป็นชนิดฝาเกลียวทองเหลือง พร้อม
ปะเก็นยางกันน้ำ
- 11.8 ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึง
กึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1.20 เมตร สำหรับสวิตช์
 - 0.25 เมตร สำหรับเต้ารับติดผนังทั่วไป
 - 0.90 เมตร สำหรับเต้ารับ COUNTER
 - หรือกำหนดเป็นอย่างอื่นเช่น H100=1.00 เมตร
- 11.9 ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจเต้ารับและสวิตช์ 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) ให้แน่นหนา คงทนถาวร
- 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 อุปกรณ์ส่งมอบมุก่อนการติดตั้ง
- 12.7 ค่าความต้านทานของระบบ GROUNDING ต้องไม่เกิน 5 OHM.

13. ระบบสายล่อฟ้า (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 $\times 5A$.
- 14.7 POTENTIAL TRANSFORMER ตามความเหมาะสม
- 14.8 ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่าง METER และอุปกรณ์ทั้งหมด รวมหมายถึง CT, PT SELECTOR SWITCH, PUSH BUTTON SWITCH, PIOTLAMP 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) ระบบของสวิตซ์ตู้สาขาจะต้องสามารถใช้งานในลักษณะเดียวกันทั้งระบบ VOICE และ DATA มีขนาด (CAPACITY) ดังนี้

- ขนาดหมายเลขภายนอก (CO LINE) 50 หมายเลข และสามารถขยายเลขหมายได้โดยการเพิ่มตู้ SHELF และการ์ดเลขหมายในอนาคต
- ขนาดหมายเลขภายใน (EXTENSION LINE) 100 เลขหมาย และสามารถขยายเลขหมายได้โดยการเพิ่มตู้ SHELF และการ์ดเลขหมายในอนาคต

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 ในกรณีที่สายของผู้ถูกเรียกวางลง
- 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) ค่าวนค่าใช้จ่ายของแต่ละเลขหมายที่โทรออก (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 ได้ในกรณีเลขหมายที่โอนไปไม่ว่าง หรือไม่มี ผู้รับสาย
- สามารถจำกัดเวลาการติดต่อสื่อสารระหว่างสายภายในกับสายภายนอกได้เช่น สามารถสนทนาได้ไม่เกินครั้งละ 30 นาที หรือไม่เกินกว่าช่วงเวลาของผู้ว่าจ้างจะกำหนด
- ต้องติดตั้งอุปกรณ์ SURGE PROTECTION ไว้ในทุกจุดที่ต้องเชื่อมต่อวงจรกับ อุปกรณ์อื่นๆ 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 โวลต์ แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบอยู่ร่วมกับตู้สาขาโทรศัพท์ เพื่อจ่ายให้ระบบโทรศัพท์ และประจุเข้าแบตเตอรี่
- แบตเตอรี่เป็นแบบ MAINTAINANCE FREE ชนิด SEALED LEAD-ACID ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นจำนวน 1 ชุด พร้อมแท่นรอง
- จัดทำระบบ GROUND ที่ดี สามารถป้องกันไฟฟ้ารั่ว, ไฟฟ้า และสัญญาณรบกวน

- ขนาดของเครื่องแปลงกระแส ประจุไฟฟ้า และขนาดของแบตเตอรี่จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับความต้องการของตู้สาขาโทรศัพท์ และตู้สาขาโทรศัพท์ สามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง เมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯดับ

15.2 ตู้รับโทรศัพท์ (TELEPHONE OUTLET)

ตู้รับโทรศัพท์ทั่วไป จะต้องเป็นชนิดติดตั้งฝังผนัง แบบ MODULAR JACK ติดตั้งอยู่ในกล่องโลหะ มีฝาปิดแบบพลาสติกเรียกร้อย การต่อสายเข้าตู้รับจะต้องต่อสาย 4 เส้น ต่อ 1 ตู้รับ (4 CORE/1 MODULAR JACK) โดยผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างของ COVER PLATE ให้สถาปนิกฝ่ายผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

15.3 ตู้กระจายสาย (MAIN DISTRIBUTION FRAME : MDF)

- 15.3.1 แผงต่อสายภายในตู้กระจายสายต้องใช้แผงชนิด MODULES, DISCONNECTION TYPE ที่สามารถเสียบบเครื่องมือตรวจสอบสายภายในและภายนอกได้ และต้องสามารถต่อสายเข้าแผง ด้วยเครื่องมือเข้าสายโดยเฉพาะเท่านั้นโดยไม่ต้องปอกสาย
- 15.3.2 DISCONNECTION MODULES ที่ใช้งานแต่ละชุดสามารถต่อใช้งานได้ชุดละ 10 คู่สาย และจำนวน MODULES จะต้องติดตั้งให้เพียงพอสำหรับจำนวนคู่สายที่ต่อเข้าและออกไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตาราง
- 15.3.3 DISCONNECTION MODULES จะต้องติดตั้งบนฐานรองรับที่มีความแข็งแรงทนทานในด้านเชิงกล และไฟฟ้า 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. มีฝาบานพับถอดได้ พร้อมล็อกและไขด้วยกุญแจอย่างดี ตู้พ่นสีกันสนิมก่อนพ่นสีทึบแล้ววบ
- 15.3.7 ในตู้ของแผงต่อสายจะต้องมีที่ยึดสายต่างๆ ให้เรียบร้อย มีที่ติดม้วนสาย JUMPER มีที่ติดเครื่องมือเข้าสาย, เครื่องมือเสียบบทดสอบสาย และสามารถที่จะติดตั้งระบบ GROUNDING

- 15.3.8 ตู้กระจายสาย จะต้องต่อลงดินให้ถูกต้อง โดยใช้ TERMINATOR ต่อสาย ชั้นด้วยสกรูที่ไม่ขึ้นสนิมอย่างดีโดยสายไฟ และแท่งหลักดิน ที่ใช้มีขนาดดังระบุในแบบ
- 15.3.9 ตู้กระจายสายที่ใช้ จะต้องเป็นแบบที่ติดตั้งบนผนัง (WALL MOUNTED)

15.4 TELEPHONE CABINET (TC)

- 15.4.1 TERMINALS ต่างๆ ที่ใช้งานของระบบโทรศัพท์ จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งาน ในระบบโทรศัพท์เท่านั้น โดยเป็นแบบ MODULE แต่ละชุดสามารถต่อใช้งานกับสายบ่อนกลุ่มละ 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 MODULE ที่ใช้กับตู้ TC เป็นชนิด DISCONNECTION TYPE
- 15.4.4 แผง MODULE จะต้องประทับตราหรือสัญลักษณ์ของผู้ผลิต (BRAND NAME) ให้ชัดเจนเพื่อเป็นการป้องกันของเทียมหรือทำเลียนแบบ และจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยโดยมีเอกสารอ้างอิง

15.5 TELEPHONE CABLE AND WIRES

- 15.5.1 สายที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 0.65 มม. มีจำนวนคู่สายตามระบุในแบบ 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. ระบบควบคุมแสงสว่างในห้องประชุม

16.1 เครื่องรีเฟรชชนิดดิจิทัล 2 กิโลวัตต์ 2 ช่องควบคุม คุณสมบัติทางเทคนิค

- 16.1.1 มีระบบควบคุมการทำงานของวงจรที่แม่นยำด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- 16.1.2 สามารถตั้งโปรแกรมได้ 32 โปรแกรม
- 16.1.3 มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจรด้วย MCB. ตามมาตรฐาน IEC 898, IEC 947-2
- 16.1.4 มีระบบความปลอดภัยในการใช้งานด้วยการแยกแรงดันไฟฟ้าด้านควบคุมกับแรงดันไฟฟ้าภาคจ่ายกำลังด้วย OPTO-ISOLATOR ที่มีค่าการทนแรงดันไฟฟ้า AC ด้าน OUTPUT ที่ 7,500 โวลท์
- 16.1.5 มีระบบการป้องกันสัญญาณรบกวน (RFI. SUPPRESSION) ด้วย TOROID CHOKE และ R-C NETWORKตามมาตรฐาน BS 800 และ VDE.0875 และ CISPR 14 (EN55015), (EN55022), (EN50081)
- 16.1.6 มีระบบระบายความร้อนด้วย HEAT SINK
- 16.1.7 มีระบบภาคจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบ SOLID STATE THYRISTOR PHASE CONTROL 2 ชุด/ช่อง (SCR “BACK TO BACK”) และ RELAY
- 16.1.8 มีคุณสมบัติการรีเฟรชแบบ “SQUARE LAW “B” DIMMING CURVE”
- 16.1.9 มีระบบป้องกันข้อมูลภายในสูญหายด้วย E2PROM (ไม่ต้องใช้ BATTERY BACK-UP)
- 16.1.10 40° C MAXIMUM AMBIENT TEMPERATURE FOR 100% DUTY CYCLE
- 16.1.11 สามารถใช้กับไฟ 1-PHASE, 2 WIRES 200-240 V. AC. 50 HZ.
- 16.1.12 สามารถรับสัญญาณควบคุมได้ทั้งแบบ DMX-512, CAN BUS และ PLS. PROTOCOL
- 16.1.13 ความละเอียดของการ DIM (0 – 100%) เท่ากับ 256 STEPS
- 16.1.14 มีระบบ BY-PASS การทำงานของเครื่อง
- 16.1.15 สามารถใช้กับหลอดไฟ แบบ INCANDESCENT, HALOGEN LOW VOLTAGE, FLUORESCENT, COLD CATHODE AND OTHER.
- 16.1.16 มี FUNCTION การทำงานหลากหลาย
 - สามารถตั้งโปรแกรมได้จาก HAND HELD PROGRAMMABLE
 - สามารถดูระดับของการ DIM ของแต่ละ CHANNEL ได้อย่างอิสระ
 - สามารถตั้งค่าการทำงานเป็น DIM หรือ NON-DIM ได้อย่างอิสระทุก CHANNEL
 - สามารถตั้งค่า START DIMMING ของแต่ละ CHANNEL ได้อิสระ (0-100%)
 - สามารถตั้งค่า START NON-DIM ของแต่ละ CHANNEL ได้อิสระ (0-100%)

- สามารถตั้งค่า PREHEAT ของแต่ละ CHANNEL ได้อิสระ (0-20%)
- 16.1.17 ติดตั้งแบบติดฝาผนัง (WALL MOUNTED) และ CABLE TRAY
- 16.1.18 ได้รับการทดสอบทางด้านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐานเยอรมัน CE EMC

16.2 เครื่องรีไฟชนิดดิจิทัล 1 กิโลวัตต์ 4 ช่องควบคุม คุณสมบัติทางเทคนิค

- 16.2.1 ควบคุมการทำงานของวงจรที่แม่นยำด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- 16.2.2 สามารถตั้งโปรแกรมได้ 32 โปรแกรม
- 16.2.3 มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจรด้วย MCB. ตามมาตรฐาน IEC 898, IEC 947-2
- 16.2.4 มีระบบความปลอดภัยในการใช้งานด้วยการแยกแรงดันไฟฟ้าด้านควบคุมกับแรงดันไฟฟ้าภาคจ่ายกำลังด้วย OPTO-ISOLATOR ที่มีค่าการทนแรงดันไฟฟ้า AC ด้าน OUTPUT ที่ 7,500 โวลท์
- 16.2.5 มีระบบการป้องกันสัญญาณรบกวน (RFI. SUPPRESSION) ด้วย TOROID CHOKE และ R-C NETWORKตามมาตรฐาน BS 800 และ VDE.0875 และ CISPR 14 (EN55015), (EN55022), (EN50081)
- 16.2.6 มีระบบระบายความร้อนด้วย HEAT SINK
- 16.2.7 มีระบบภาคจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบ SOLID STATE THYRISTOR PHASE CONTROL 2 ชุด/ช่อง (SCR "BACK TO BACK") และ RELAY
- 16.2.8 มีคุณสมบัติการรีไฟแบบ "SQUARE LAW "B" DIMMING CURVE"
- 16.2.9 มีระบบป้องกันข้อมูลภายในสูญหายด้วย E2PROM (ไม่ต้องใช้ BATTERY BACK-UP)
- 16.2.10 40° C MAXIMUM AMBIENT TEMPERATURE FOR 100% DUTY CYCLE
- 16.2.11 สามารถใช้กับไฟ 1-PHASE, 2 WIRES 200-240 V. AC. 50 HZ.
- 16.2.12 สามารถรับสัญญาณควบคุมได้ทั้งแบบ DMX-512, CAN BUS และ PLS. PROTOCOL
- 16.2.13 ความละเอียดของการ DIM (0 – 100%) เท่ากับ 256 STEPS
- 16.2.14 มีระบบ BY-PASS การทำงานของเครื่อง
- 16.2.15 สามารถใช้กับหลอดไฟ แบบ INCANDESCENT, HALOGEN LOW VOLTAGE, FLUORESCENT, COLD CATHODE AND OTHER.
- 16.2.16 มี FUNCTION การทำงานหลากหลาย
 - สามารถตั้งโปรแกรมได้จาก HAND HELD PROGRAMMABLE
 - สามารถดูระดับของการ DIM ของแต่ละ CHANNEL ได้อย่างอิสระ
 - สามารถตั้งค่าการทำงานเป็น DIM หรือ NON-DIM ได้อย่างอิสระทุก CHANNEL

- สามารถตั้งค่า START DIMMING ของแต่ละ CHANNEL ได้อิสระ (0-100%)
 - สามารถตั้งค่า START NON-DIM ของแต่ละ CHANNEL ได้อิสระ (0-100%)
 - สามารถตั้งค่า PREHEAT ของแต่ละ CHANNEL ได้อิสระ (0-20%)
- 16.2.17 ติดตั้งแบบติดฝาผนัง (WALL MOUNTED) และ CABLE TRAY
- 16.2.18 ได้รับการทดสอบทางด้านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐานเยอรมัน CE EMC

16.3 เครื่องควบคุมแสงสว่างพร้อมปุ่มเพิ่ม/ลดแสง คุณสมบัติทางเทคนิค

- 16.3.1 มีระบบควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- 16.3.2 สามารถเรียกใช้โปรแกรมมาใช้งานได้ 8 ถึง 32 โปรแกรม
- 16.3.3 สามารถปรับ OVERRIDE โปรแกรมการใช้งานในลักษณะ UP หรือ DOWN และบันทึกได้
- 16.3.4 มีไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของแต่ละโปรแกรมที่ทำงานอยู่
- 16.3.5 สามารถแก้ไขค่า TIME FADE ได้แต่ละโปรแกรมอิสระ
- 16.3.6 มีระบบป้องกันการใช้งานด้วย FUNCTION LOCK KEY
- 16.3.7 การสื่อสารข้อมูลเป็นชนิดดิจิทัล PLS. PROTOCOL (RS-485)

17. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire Alarm System)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

17.1 ความต้องการทั่วไป (General Requirement)

- 17.1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเป็นระบบ Presignal, Non-Coded, การรับส่งสัญญาณจากอุปกรณ์เข้าสู่ตู้ควบคุมส่วนกลางให้เป็นแบบ Supervised Data Multiplex System โดยตู้ควบคุมและอุปกรณ์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพสินค้าตามมาตรฐาน UL Listed หรือ EN54 การเดินสายและการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, NFPA 72, และ ว.ส.ท. 2002/43
- 17.1.2 การรับประกันสินค้า
- รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี
 - รับประกันการสำรองอะไหล่สำหรับซ่อมบำรุงรักษาระบบไม่น้อยกว่า 5 ปี โดยโรงงานผู้ผลิตออกเอกสารให้สำหรับโครงการที่ขออนุมัติใช้งาน

17.2 ขอบเขตของงาน (Scope of work)

- 17.2.1 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
- 17.2.2 ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเดินสายร้อยท่อ (Conduit and Wiring System) รวมทั้งประสานงานและเดินสายสัญญาณเพื่อรับหรือส่งสัญญาณกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

17.3 การทำงานของระบบ (System Operation)

- 17.3.1 การทำงานของระบบ Presignal คือเมื่อวงจรเริ่มสัญญาณได้รับสัญญาณเพลิงไหม้จากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ หรือจาก Manual Station ระบบจะแสดงข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD พร้อมแสดงสัญญาณ Alarm เป็นไฟสีแดงและมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดังและระบบจะส่งสัญญาณไปที่หลอดไฟของตู้แสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator) จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Alarm Silence ไฟสัญญาณ Alarm สีแดงจะอยู่แต่เสียงสัญญาณที่ตู้ Control จะเงียบลง และหลอดไฟแสดงโซนที่เกิดเหตุที่ตู้ควบคุมจะยังคงติดค้างอยู่ หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นในโซนใหม่สัญญาณเสียงจะกลับมาเตือนซ้ำอีกครั้ง
- 17.3.2 ถ้าไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ภายในเวลา 0-3 นาทีซึ่งสามารถตั้งได้ ระบบจะส่งแจ้งสัญญาณเตือนไปยังโซนหรือชั้นที่เกิดเหตุ อาจรวมทั้งโซนที่ใกล้เคียงนั้นสามารถโปรแกรมได้รวมทั้งสามารถตั้งเวลาในแต่ละช่วงได้(Sequence) หลังจากนั้นอีก 0-3 นาทีซึ่งสามารถตั้งได้ถ้ายังไม่มีการกดปุ่ม Alarm Silence ระบบจะส่งสัญญาณเตือนไปทั่วทั้งอาคาร (General Alarm) รวมทั้งส่งสัญญาณไปที่ระบบพัดลมอัดอากาศและระบบลิฟต์
- 17.3.3 สัญญาณเตือนจะประกอบด้วยสัญญาณเสียง(Audible signal)และสัญญาณแสง(Visible signal) (ถ้าหากมีระบุในแบบ) การหยุดเสียงสัญญาณเตือนทำได้โดยการกดปุ่ม Alarm Silence เสียงสัญญาณจะเงียบลง
- 17.3.4 เมื่อเกิดปัญหาในเรื่องของสายสัญญาณ คือสายขาด, สายวงจรรั่วลงดิน, ไฟเมนดับ, ไฟแบตเตอรี่ต่ำรวมทั้งแผงวงจรควบคุมชำรุด ให้แสดงสัญญาณ Trouble เป็นไฟสีเหลืองพร้อมทั้งมีเสียงเตือนที่ตู้ควบคุมดัง จนกว่าจะมีเจ้าหน้าที่กดปุ่มหยุดเสียง Panel Silence ไฟสัญญาณ Trouble สีเหลืองจะติดอยู่แต่เสียงสัญญาณจะเงียบลง โดยเจ้าหน้าที่สามารถทราบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากข้อความระบุตำแหน่งหรือโซนที่เกิดเหตุบนจอ LCD ในกรณีที่ระบบได้รับการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้วตู้ควบคุมจะ Reset ระบบให้กลับสู่สภาวะปกติอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่ม Reset ที่ตู้ควบคุมอีกครั้ง
- 17.3.5 ในกรณีที่ มี Computer Display เมื่อเกิดการตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ได้ จอ Monitor จะแสดงแผนผังของอาคารเฉพาะจุดที่เกิดเหตุโดยอัตโนมัติ

17.4 วัสดุ (Material)

17.4.1 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 สามารถจ่ายไฟได้ในสภาวะปรกติไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแล้วในสภาวะแจ้งเหตุเพลิงไหม้ไม่น้อยกว่า 15 นาที โปรแกรมเก็บไว้ใน Memory EPROM ข้อมูลไม่หายในกรณีที่ไฟดับ แผงควบคุมทั้งหมดบรรจุในกล่องเหล็กประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตซึ่งผ่านการป้องกันสนิมและสีเคลือบอย่างดี มีกุญแจล็อกด้านหน้าป้องกันผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง ระบบต้องมีความสามารถอย่างน้อย ดังนี้

- ตรวจสอบสายวงจรโซนได้ตลอดเวลา (Supervised Circuit)
- รองรับการเดินทางสัญญาณได้ทั้งแบบ 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

17.4.2 อุปกรณ์ต่อเชื่อมสัญญาณ (Initiating Devices และ Indicating Devices)

- Monitor Module เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED เพื่อแจ้งสภาวะ Alarm หรือ Trouble
- Control Module เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้พร้อมทั้งมี LED เพื่อแจ้งสถานะ

17.4.3 แผงแสดงผลเพลิงไหม้ (Graphic Annunciator)

- Computer Display

เป็นแบบแสดงผลผ่านระบบ Computer สามารถแสดงตำแหน่งเกิดเหตุผ่านทางจอ Monitor และสามารถควบคุมระบบผ่านทาง Computer ได้ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ Personal Computer CPU รุ่นใหม่ล่าสุดในขณะนั้น จอ Monitor ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว

- Mimic Annunciator

เป็นแผนภาพแสดงโซนที่เกิดเหตุทำจากแผ่นอลูมิเนียมโนโตซ์เป็นรูปแบบอาคารและประกอบด้วย

- (1) หลอดไฟสีเขียวแสดง Power On
- (2) หลอดไฟสีแดงแสดงโซนที่เกิดเหตุเพลิงไหม้
- (3) Test Lamp Switch เพื่อทำการทดสอบการทำงานของหลอดไฟทุกดวง

17.4.4 อุปกรณ์ตรวจจับ (Automatic Sensor)

- Smoke Detector Addressable (ตามระบุในแบบ)

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันแบบ Intelligent Photoelectric Smoke Detector ตรวจจับควันด้วยลำแสงที่อยู่ในอุปกรณ์ เป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address ได้ พร้อมทั้งมี LED 2 ดวง เพื่อแจ้งสภาวะ

- 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 เพื่อแจ้งสภาวะ

- Optical Smoke Detectors

เป็นอุปกรณ์ตรวจจับควันที่ใช้ลำแสงที่อยู่ในอุปกรณ์เป็นตัวตรวจจับ 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

- Combination Type Heat Detectors

เป็นชนิดที่มีการทำงาน 2 ลักษณะคือ ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเกิน 15 F(9 C)ต่อนาที (Rate of Rise Temperature) เป็นแบบ self-restoring และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 135 F(57 C) (Fixed Temperature) การติดตั้งใช้หมุนล๊อคบนฐานพลาสติก

- Fixed Temperature Heat Detector

เป็นชนิดที่ทำงานตามอุณหภูมิที่กำหนด โดยเมื่อตรวจจับความร้อนแล้ว
อุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดแล้ว อุปกรณ์จะทำงานทันที (อุณหภูมิที่กำหนดตามแบบ)

17.4.5 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ Manual Pull Stations

- Manual Station Addressable

เป็นแบบ Intelligent Devices แบบ Single Action ทำด้วยพลาสติกหรือ
โลหะอลูมิเนียมพร้อม Switch และมีแท่งแก้วหรือพลาสติกด้านหน้าป้องกันการ
ดิ่งหรือกดได้ง่ายในสภาวะปกติ และเป็นแบบ Addressable สามารถตั้ง Address
ได้

- Manual Pull Station

เป็นแบบ Single Action ทำด้วยพลาสติกหรือโลหะอลูมิเนียมพร้อม
Switch อยู่ภายในเป็นตัวส่งสัญญาณแจ้งเหตุ ตัวกล่องเป็นสีแดง มีแท่งแก้วหรือ
พลาสติกด้านหน้าป้องกันการดิ่งหรือกดได้ง่ายในสภาวะปกติ

- Manual Break Glass Station

เป็นแบบ Single Action ตัวกล่องสีแดงมีแผ่นกระจกด้านหน้า จะทำงาน
เมื่อมีบุคคลทุบกระจกให้แตก

17.4.6 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 ทำงาน
ด้วยไฟ DC 24 Volt

17.5 การติดตั้ง (Installation)

- 17.5.1 ให้ติดตั้งแผงควบคุมรวมของระบบสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ พร้อมทั้งแบตเตอรี่
และเครื่องอัดในแผงควบคุมรวมของอาคาร ตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

- 17.5.2 สายไฟฟ้าให้ใช้สาย มอก.11 ชนิด 75 องศาเซลเซียส 250 โวลท์ ขนาดไม่เล็กกว่า 1.5
ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรสัญญาณแจ้งเตือนเพลิงไหม้ และขนาดไม่เล็กกว่า 2.5
ตารางมิลลิเมตร สำหรับวงจรแจ้งเหตุ สายให้ใช้สายสีตามระบบสีที่เหมาะสม และ
ต้องมีป้ายรหัสติดทุกจุดที่มีการต่อสายเข้าแผงหรือต่อสายระหว่างทาง สายให้ร้อยใน

ท่อร้อยสายตามที่กำหนดตลอด เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีการทดสอบสายขาด และสายลัดวงจร เพื่อแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนจะเข้าสายที่ตู้ควบคุมรวม

- 17.5.3 ให้ผู้รับจ้างกำหนดขนาดและจำนวนสายต่างๆตามคำแนะนำของผู้ผลิต สายให้ร้อยในท่อ EMT หรือ IMC ตลอด นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดท่อให้กำหนดตามประกาศกระทรวงมหาดไทย ว่าด้วยความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า
- 17.5.4 ตำแหน่งที่แน่นอนของ Detectors, Manual stations, Horns with Strobes และอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อสร้าง

17.6 การทดสอบระบบ (Commissioning)

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน UL หรือ วสท. และตามที่คุณควบคุมงานเห็นสมควร ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบและวิธีบำรุงรักษา รวมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาให้ด้วย

18. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

18.1 ความต้องการทั่วไป

- 18.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นรุ่นล่าสุดที่ผู้ผลิตทำขึ้น จำหน่าย ประกอบโดยโรงงานของผู้ผลิตเครื่องยนต์ และเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกาหรือยุโรป ตะวันตกหรือญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน Cummins Power Generation, Mitsubishi, MTU
- 18.1.2 พิกัดกำลังที่ระบุ หมายถึง กำลังที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายได้เป็นอย่างต่ำ โดยที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว และโดยที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ติดตั้งอยู่ที่สถานที่ติดตั้งตามแบบ โดยอ้างอิงที่อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ มี Power factor 0.8 Lagging
- 18.1.3 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

18.2 ข้อกำหนดสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล

- 18.2.1 ต้องเป็นเครื่องยนต์แบบ 2 หรือ 4 จังหวะ จุดระเบิดด้วยความร้อนจากแรงอัด ใช้ น้ำมันดีเซลแบบที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทยเป็นเชื้อเพลิง มีมลภาวะต่ำ (low emissions) สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโหลดได้รวดเร็ว (fast response to load change)
- 18.2.2 แรงม้าของเครื่องยนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 1.5 แรงม้าต่อกิโลวัตต์ ที่สถานที่ติดตั้งและ อุณหภูมิโดยรอบตามที่กำหนดโดยต้องส่ง Curve แสดงลักษณะการทำงานที่ผู้ผลิต เครื่องยนต์รับรองแล้วว่า ใช้สำหรับการใช้พลังงานสำรองของเครื่องยนต์นั้นๆ มาด้วย
- 18.2.3 ความเร็วของเครื่องยนต์ขณะจ่าย Load เต็มพิกัด ต้องอยู่ระหว่าง 1000–1500 RPM
- 18.2.4 ระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ (Governor) ต้องเป็นแบบ Electrical Load Sensing (Microprocessor control with electrical actuator) ติดตั้งสำเร็จจากโรงงาน ผู้ผลิตหรือเป็นชุดเดียวกับเครื่องยนต์ ทั้งนี้ต้องควบคุมรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ ความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกอยู่ระหว่าง 50 เฮิร์ตซ์ $\pm$ 0.25% ในกรณีที่ใช้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมากกว่า 1 เครื่องและระบุว่าจะมีการต่อขนานเข้าด้วยกัน จะต้องมีส่วน Synchronizer ใช้เพื่อการต่อขนานด้วย
- 18.2.5 ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่ง ที่เข้าบำรุงรักษาได้สะดวกระบบเชื้อเพลิงต้องมีอุปกรณ์สำหรับกักน้ำที่อาจจะปนอยู่ใน น้ำมันเชื้อเพลิง อุปกรณ์นี้ต้องถ่ายน้ำที่กักไว้ทิ้งได้ โดยอัตโนมัติ
- 18.2.6 ในระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในที่ๆ บำรุงรักษาได้สะดวก เครื่องกรองต้องมี Bypass ทำงานด้วยสปริงเพื่อให้น้ำมันหล่อลื่นไหลผ่านได้ ถ้าไส้ กรองตัน
- 18.2.7 การกรองอากาศต้องมีเครื่องกรองอากาศที่จะใช้กับเครื่องยนต์อย่างน้อย 1 ชุด เครื่องกรองอากาศอาจจะเป็นแบบแห้งหรือแบบมีน้ำมัน (Oil Bath) ก็ได้
- 18.2.8 ระบบสำหรับติดเครื่องยนต์ต้องเป็นแบบทำงานได้ทั้งโดยอัตโนมัติและ Manual โดยใช้ แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์
- 18.2.9 แบตเตอรี่และระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่
- แบตเตอรี่ให้ใช้แบบ Lead-Acid ขนาด 24 โวลต์ เป็นแบบที่จัดหาในประเทศไทย ได้ แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่จะใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดย สามารถสตาร์ทแต่ละครั้งใช้เวลาไม่น้อยกว่า 10 วินาที และหยุดพัก 7 วินาที โดย ไม่ต้องประจุไฟใหม่ และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบ ควบคุม ระบบเตือน และ/หรือระบบอื่นๆ

- ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ ต้องเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้วงจร Solid State ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่สามารถประจุไฟให้แบตเตอรี่ได้เต็มโดยเร็วตามสมควรแต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่ต้องเป็นแบบใช้ไฟ 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต และต้องมีโวลต์ มิเตอร์ แอมมิเตอร์ สวิตช์และฟิวส์ติดตั้งมาด้วย
- 18.2.10 เครื่องวัดประจำเครื่องยนต์ ที่แผงควบคุมของเครื่องยนต์ต้องมีเครื่องวัดอย่างน้อย ดังนี้
- เครื่องวัดอุณหภูมิ
 - เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดแรงดันของน้ำมันหล่อลื่น
 - เครื่องวัดรอบของเครื่องยนต์
 - นาฬิกาจับเวลาแสดงเวลารวม ที่เครื่องยนต์ทำงาน
- 18.2.11 ระบบระบายความร้อน จะต้องมียระบบระบายความร้อนจัดมาพร้อมเสร็จกับเครื่องยนต์ โดยมีขนาดพอที่จะไม่ทำให้เครื่องยนต์ร้อนเกินกำหนดในขณะทำงาน และจ่ายไฟเต็มตามที่กำหนดในสถานที่ตั้งและอุณหภูมิโดยรอบตามที่ระบุสำหรับเครื่องยนต์นั้นๆ ในกรณีที่ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ หม้อน้ำและพัดลมอาจจะเป็นแบบที่ติดอยู่กับเครื่องหรือเป็นแบบติดตั้งแยกกันตามที่กำหนดในแบบ ในกรณีหม้อน้ำและพัดลมที่ติดตั้งแยกจากเครื่องยนต์ถ้าหากเครื่องสูบน้ำในเครื่องมีขนาดไม่เพียงพอจะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วยเครื่องยนต์ ซึ่งมีขนาดเพียงพอมาด้วย และพัดลมต้องขับด้วยมอเตอร์แบบ Totally Enclosed ใช้ไฟ 380 โวลต์ 3 เฟส ให้ผู้เสนอเครื่องยนต์กำหนดหรือแนะนำน้ำยาที่ใช้เติมในน้ำระบายความร้อน เพื่อกันการผุกร่อนมาด้วย
- 18.2.12 ระบบไอเสีย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ระบับเสียงหรือหม้อเก็บเสียง เพื่อลดเสียงลงจนถึงระดับที่ใช้ได้กับบริเวณที่อยู่อาศัยคือระดับเสียงไม่เกิน 85 dBA หรือตามที่กำหนด ระบบไอเสียต้องออกแบบให้แรงดันสะท้อนกลับไปสู่เครื่องยนต์ไม่เกินกว่าที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์แนะนำ หรือกำหนดไว้ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุในส่วนที่มีการสั่นสะเทือนและ/หรือมีการยึดตัวเนื่องจากความร้อน ต้องใช้วัสดุที่ป้องกันหรือลดการสั่นสะเทือนและต้องมีวิธีการป้องกันการเสียหายของระบบไอเสียเนื่องจาก การยึดตัวจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงจนถึง 600 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นต้องมีจุดระเบิดระบายน้ำที่กลั่นตัวออกจากระบบไอเสียด้วย
- 18.2.13 แผงควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุม และเพื่อทำให้เกิดเสียงและ/หรือไฟเตือนที่แผงควบคุมเครื่องหรือที่แผงอื่นตามที่กำหนดในกรณีต่างๆ ดังนี้
- เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ

- เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบาย ความร้อนสูงเกิน (ถ้าเป็นเครื่องยนต์ระบายความร้อนด้วยน้ำ) หรือปริมาณน้ำสำหรับระบายความร้อนน้อยกว่าปกติหรือสายพานขาด
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์สูงกว่าปกติ
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีความเร็วของเครื่องยนต์สูงเกิน
 - เครื่องควบคุมส่งสัญญาณเตือนในกรณีระดับน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่าที่กำหนดและ/หรือหมดถัง
 - เครื่องควบคุมดับเครื่องยนต์ในกรณีระบบ over crank
- 18.2.14 ฐานเครื่องและส่วนที่ยึดติดกับอาคารของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีฐานเป็นโครงเหล็ก เหมาะที่จะติดตั้งบนฐานคอนกรีต และต้องมีที่รองป้องกันการสั่นสะเทือนแบบสปริง จัดมาพร้อมเพื่อติดตั้งระหว่างฐานโครงเหล็กและพื้นคอนกรีตส่วนใดๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองหรืออุปกรณ์ประกอบที่มีการสั่นสะเทือนที่ต้องยึดติดกับตัวอาคาร จะต้องใช้วัสดุหรือวิธีการเพื่อลดการสั่นสะเทือนจนได้ระดับที่วิศวกรยอมรับ

18.3 ข้อกำหนดสำหรับ Generator

- 18.3.1 Generator ต้องมีพิกัดกำลังตามที่ระบุเป็นเครื่องจ่ายไฟระบบ 380/220 โวลต์ (หรือ 400/230 โวลต์) 3 เฟส 4 สายตามที่กำหนด
- 18.3.2 ลักษณะการสร้าง Generator จะต้องได้รับการออกแบบให้เป็นแบบที่ทนทานต่อสภาวะอากาศของประเทศไทยกันน้ำที่หยดหรือกระเซ็นได้และเป็นแบบใช้สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่เพลลาของ Generator จะต้องทำให้มีสมดุลได้จนถึงความเร็ว 125% ของพิกัดความเร็วของเครื่อง Generator ต้องมีลักษณะกะทัดรัด และเหมาะสำหรับการใช้งานหนักรุ่นที่ใช้ใน Stator และ Rotor ให้ใช้ Class B และ Class F ตามลำดับหรือดีกว่าลักษณะของขดลวดสนามแม่เหล็กต้องประกอบด้วยขดลวด Amortisseur เพื่อประโยชน์เมื่อต้องใช้ Generator ทำงานแบบต่อขนานระบบ Excitation ของ Generator อาจจะใช้แบบที่ติดตั้งรวมอยู่บนเพลลาของ Rotor และใช้ Diode ประกอบหรือจะใช้แบบวงจร Solid State จ่ายไฟผ่าน Slip Rings ก็ได้ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้ติดตั้งไว้ที่ข้างๆ Generator โดยมีที่ครอบแบบกันน้ำหยดหรือกระเซ็นได้ Generator ต้องมี Restate สำหรับปรับแรงดันไฟฟ้าได้สูงต่ำจากพิกัดแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อย 10 % โดยติดตั้งมาพร้อมเสร็จกับเครื่อง
- 18.3.3 Generator จะต้องมียุกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อมี Load ตามพิกัด เพื่อให้อยู่ระหว่าง + - 2% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ในภาวะที่

Generator ทำงานในสภาพปกติ (Steady State) แรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 1 Cycle ต่อวินาทีเมื่อมี Load เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Rated load แรงดันของ Generator จะตกได้ไม่เกิน 20% ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า ถ้ากล่าวไว้ในที่อื่นว่าใช้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะการใช้ไฟคล้ายกัน แรงดันจะต้องตกได้ไม่เกิน 10 % ของพิกัดแรงดันไฟฟ้า และแรงดันที่ตกนี้ต้องเพิ่มขึ้นสู่ระดับเดิมภายใน 1.5 วินาที ความสม่ำเสมอคงที่ทางด้านความถี่ ระหว่างที่เดินตัวเปล่ากับเมื่อจ่าย Rated Load จะต้องเป็นไปตามความสามารถในการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์เมื่อ Load ของ Generator เพิ่มขึ้นทันทีภายใน 90% ของ Load ตามพิกัดความถี่ของ Generator จะต้องกลับคืนสู่ค่าปกติภายใน 5 วินาที

18.4 อุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ประกอบ

- 18.4.1 แผงควบคุมของ Generator/Alternator เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นแบบติดผนังหรือติดตั้งกับพื้นหรือติดตั้งกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แผงควบคุมต้องประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องวัด ตามที่ระบุไว้ เช่น เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า เครื่องวัดความถี่ Selector Switch และสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ เป็นต้น ในแผงควบคุมนี้ให้รวมชุดของวงจรที่ใช้ในการติดเครื่องเข้าไว้ด้วย
- 18.4.2 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์อุปกรณ์และวงจรนี้ใช้สำหรับติดเครื่องต้องทำให้ให้หมุนเครื่องยนต์ 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
- 18.4.3 อุปกรณ์เตือนเมื่อเกิด Alternator Fault จะต้องมียุติการเพื่อตรวจ Ground Fault ตั้งแต่ภายใน Generator จนถึงสวิตช์ตัดตอนอันแรกภายนอกเครื่อง เมื่ออุปกรณ์ดังกล่าวตรวจพบว่ามี Ground Fault จะทำให้เกิดสัญญาณเตือนโดยแสงหรือเสียงหรือทั้งสองอย่างตามที่กำหนดแหล่งที่แจ้งสัญญาณแสง/เสียงให้ติดตั้งไว้ที่แผงควบคุม Alternator นอกจากจะกำหนดเป็นอย่างอื่น สัญญาณเตือนเมื่อเกิด Ground Fault นี้ปิดได้โดยวิธี Manual
- 18.4.4 อุปกรณ์สำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกันกับชุด Automatic Transfer Switch ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้วสามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

เข้าใช้แทนไฟปกติได้ตามเวลาอย่างช้าตามที่กำหนด แต่ไม่เกิน 10 วินาที พร้อมกับทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ ผู้เสนอชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องนำข้อกำหนดของชุด Automatic Transfer Switch มาพิจารณาเพื่อจัดอุปกรณ์ในข้อนี้ให้ครบ

- 18.4.5 การป้องกันวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัดวงจรควบคุม วงจรเตือน และเครื่องวัด ต้องมีการป้องกัน เช่น ใช้ฟิวส์ที่เพียงพอ
- 18.4.6 มีระบบควบคุมและป้องกัน ตรวจจับการเกิดการผิดปกติภายใน Alternator เช่น การเกิดกระแสเกินภายในตัวเองของ Alternator ระบบควบคุมและป้องกันนี้จะตัดการผลิตกระแสก่อนถึงจุดที่จะทำให้ Alternator เสียหาย
- 18.4.7 สัญญาณเตือนนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณเตือนเสียงหรือให้แลเห็นได้อย่างน้อยดังนี้
 - ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไม่ทำงาน
 - ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองกำลังจ่าย load
 - เครื่องประจุแบตเตอรี่ไม่ทำงาน
 - อุปกรณ์สำหรับติดเครื่องยนต์ไม่ทำงาน

18.5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

- 18.5.1 การติดตั้งและการปรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบให้ทำตามที่กำหนดในแบบและตามที่ได้ผลิตแนะนำ ในกรณีที่จะต้องมีการปรับตำแหน่งในการติดตั้งบ้างเล็กน้อยจากแบบ เพื่อให้ได้ลักษณะการใช้งานที่ดีขึ้น ผู้รับจ้างต้องไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม ถ้ามีอุปกรณ์ที่ต้องจะติดตั้งไว้เพื่อใช้ในการบำรุงรักษา เช่น รอก ให้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบและผู้รับจ้างต้องติดตั้งด้วย โดยไม่คิดค่าจ้างเพิ่มเติม
- 18.5.2 ถังน้ำมันทุกชนิดที่กำหนดให้ใช้ต้องสามารถบรรจุน้ำมันดีเซลได้ตามปริมาตรที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และต้องมีปริมาณถังเหลือพอสำหรับการขยายตัวของน้ำมันทุกระดับอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้น
 - ถังน้ำมันใต้ดิน และถังน้ำมันภายนอกอาคาร ในการทำถังให้ทำความสะอาดด้วยวิธีพ่นทราย ก่อนการพ่นสีรองพื้นและพ่นสีอีพ็อกซี่ทั้งด้านในและนอกถัง
- 18.5.3 ให้ทำฐานคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. ซึ่งสามารถรับน้ำหนักและความสั่นสะเทือนได้เพียงพอสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องยนต์ หม้อน้ำเครื่องสูบน้ำมัน และแผงควบคุม ฐานคอนกรีต ให้ทาสีชนิดอีพ็อกซี่
- 18.5.4 ขนาดและความโค้งงอของท่อไอเสีย ต้องคำนวณโดยเมื่อติดตั้งแล้วแรงดันไอเสียที่สะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องยนต์ต้องไม่เกินที่ผู้ทำเครื่องยนต์กำหนดท่อไอเสียให้ใช้ท่อเหล็กดำ Schedule 40 หรือดีกว่า หม้อเก็บเสียและท่อไอเสียส่วนที่อยู่ในอาคาร

และที่ตำแหน่งที่อาจสัมผัสได้ทั้งในและนอกอาคารให้หุ้มด้วยฉนวนไฟเบอร์กลาสชนิด
แข็งหรือ Rock Wool แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม. ส่วนที่อยู่
นอกอาคารต้องกันน้ำเข้าได้ดี การติดตั้งท่อไอเสียต้องทำเพื่อการยึดและหดของท่อไอ
เสียที่จะเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 600 องศาเซลเซียส การต่อหม้อเก็บเสียงกับท่อ
ไอเสียให้ต่อผ่านท่ออ่อนยาวอย่างน้อย 300 มม. หม้อเก็บเสียงให้ติดตั้งใกล้
เครื่องยนต์เท่าที่จะทำได้ และเมื่อช่องระบายไอเสียอยู่ไกลออกไปมาก จะต้องติดตั้ง
หม้อเก็บเสียงตามที่ต้องการ ของท่อไอเสียอีก โดยต้องทำให้ลดระดับเสียงลงได้จนถึง
ระดับที่เหมาะสมกับบริเวณที่อยู่อาศัย

- 18.5.5 ท่อน้ำมัน ให้ใช้ท่อเหล็กดำ ด้านนอกทาสีกันสนิม และทาหุ้มด้วยสีชนิดป้องกันน้ำมัน
ได้ สีสตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ถ้าหากฝังดินให้หุ้มด้วยสาร Bituminous ส่วนที่ต่อเข้า
เครื่องยนต์ ให้ใช้ท่ออ่อนแบบเสริมแรงท่อน้ำมันต้องหุ้มไม่น้อยกว่า 50 มม. จาก
พื้นผิวที่ร้อนเกิน 220 องศาเซลเซียส ส่วนของท่อน้ำมันที่เป็นท่ออ่อนต้องทำด้วย
วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 220 องศาเซลเซียส
- 18.5.6 ท่อน้ำสำหรับใช้ติดตั้งหม้อน้ำแบบตั้งแยกนอกอาคาร ให้ใช้ท่อเหล็กอบสังกะสีตาม
มอก. 26-2526 ประเภทที่ 1 หรือดีกว่า ส่วนที่ฝังดินให้หุ้มด้วยสาร Bituminous
- 18.5.7 ท่อลมสำหรับเครื่องระบายความร้อนด้วยอากาศ ต้องมีท่อลมเข้า-ออกมีขนาดตามที่
จำเป็น ปลายท่อลมต้องมีมุ้งลวดกันแมลง ท่อให้ทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีขนาด
หนา ที่ปิด/เปิดช่องทางเข้าและ/หรือออกจะทำเป็นแบบ Balanced หรือ Solenoid
Operated ก็ได้
- 18.5.8 การติดตั้งหม้อน้ำแบบติดกับตัวเครื่อง หรือแบบติดแยกข้างผนังด้านนอกต้องมี
ตะแกรงกันนก และมีบานเกล็ดอัตโนมัติหรือกล่องเหล็กครอบช่อง เพื่อกันน้ำฝนเข้า
ได้

18.6 การทดสอบ

ถ้าในสัญญาได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะทำตาม
ข้อกำหนดและวิธีการดังนี้

- 18.6.1 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้จัดหาและรับผิดชอบค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมัน
เชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น น้ำ แรงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และ/หรือวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ใน
การทดสอบได้ตามที่กำหนด
- 18.6.2 ตลอดการทดสอบ ให้บันทึกข้อมูลต่อไปนี้ไว้ ทุกๆ 15 นาที ในช่วงการทดสอบ
- อัตราการจ่ายไฟ (กิโลวัตต์)
 - แรงดันไฟ (โวลต์)
 - ความเร็วของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)

- อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น (องศาเซลเซียส)
- อุณหภูมิของน้ำยาเข้าและออก (องศาเซลเซียส)
- อุณหภูมิของไอเสียของแต่ละกระบอกสูบ (องศาเซลเซียส)
- อุณหภูมิห้อง (องศาเซลเซียส)

18.6.3 การเดินเครื่องเพื่อทดสอบ ให้ทำตามลำดับติดต่อกันไป ดังนี้ :-

- เดินเครื่องโดยจ่ายไฟประมาณ 10% Rated Load 20 นาที ระหว่างเวลา 20 นาทีนี้ ให้ปรับอุปกรณ์ 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 จะต้องได้ตามที่ผู้ผลิตระบุไว้ถ้ามีข้อใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับเครื่องหรือแก้ไขจนกว่าจะใช้งานได้ตามปกติ

18.6.4 หลังจากเดินเครื่องทดลองจ่ายไฟแล้ว ให้ทดสอบระบบที่ใช้เพื่อการเตือนหรือเพื่อป้องกันเครื่องยนต์ดังนี้

- ค่อยๆ เพิ่มความเร็วเครื่องยนต์ขึ้น แล้วอ่านค่าความเร็วของเครื่องยนต์ขณะที่ระบบควบคุมความเร็วเกินทำงาน
- เพิ่มอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ให้ร้อนขึ้นเรื่อย ๆ แล้วอ่านค่าขณะที่ระบบเตือนน้ำอุณหภูมิสูงเกินทำงาน
- ดับเครื่องยนต์ อ่านค่าแรงดันของน้ำมันเครื่อง ขณะที่ระบบเตือน แรงดันน้ำมันต่ำทำงาน ค่าต่างๆ ที่อ่านได้จะต้องตรงตามที่ตั้งไว้ หรือตรงกับที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์ระบุ ถ้ามีค่าใดผิดปกติ ผู้รับจ้างต้องปรับหรือแก้ไขให้ถูกต้อง

18.6.5 ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดวันและเวลา ที่จะทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการทดสอบ อนุญาตให้ใช้ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้วเป็น Load ได้ หากมีเพียงพอ และหากไม่พอ ให้ผู้รับจ้างจัดหา Dummy Load ขนาด 110% ของ Rated Load มาใช้ในการทดสอบโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ จากผู้ว่าจ้าง

18.6.6 เมื่อทดสอบเสร็จและผู้ว่าจ้างตรวจรับงานแล้ว ผู้รับจ้างต้องเติมน้ำมันให้เต็มถึงทุกถังตามความจุของถังที่ระบุไว้ในแบบ

18.7 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- 18.7.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดตั้งพัดลมขนาดเล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศ ได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องขณะเดินเครื่องไม่ให้เกิดประมาณ 45 องศาเซลเซียส
- 18.7.2 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.
- 18.7.3 เพดานด้านใน หากไม่มีผ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 17.7.2
- 18.7.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์ และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้
- 18.7.5 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอบสังกะสีพ่นสีป้องกันสนิม บานประตูเป็นเหล็กอบสังกะสีพ่นสีป้องกันสนิมแผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองด้าน ใส่ใยหินชนิดแข็ง ชนิดเดียวกันกับข้อ 7.2 เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านในใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)
- 18.7.6 ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตู และระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบ ให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่องต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ดีพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม
- 18.7.7 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E - 84 หรือเทียบเท่า เช่น ของKeumkang Fiber, Kimm Co Fiber เป็นต้น ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

18.8 การใช้งาน การบำรุงรักษา และการรับประกัน

- 18.8.1 การทดสอบ ก่อนติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ผู้รับจ้างต้องส่งใบรับรองการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิตให้แก่ผู้ว่าจ้างหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องทดสอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองตามรายละเอียดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

- 18.8.2 การซ่อมและอะไหล่ ผู้รับจ้างต้องมอบอะไหล่สำหรับใช้ในระยะเวลา 1 ปีแรกให้แก่ผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายแต่ผู้เดียวในประเทศไทย ทั้งเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งชุดซึ่งได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากผู้ผลิตในต่างประเทศ มีช่างเครื่องยนต์และเครื่องมือพิเศษเฉพาะของบริษัทฯเอง มีคลังอะไหล่สำหรับไว้คอยบริการได้ไม่น้อยกว่า 10 ปี พร้อมทั้งจะจัดหาอะไหล่ และ/หรือมาซ่อมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองได้ตลอดเวลา
- 18.8.3 การบำรุงรักษา ผู้รับจ้างต้องส่งหนังสือคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา จำนวน 2 ชุดให้แก่ผู้ว่าจ้าง และต้องจัดเครื่องมือที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาให้ครบ 1 ชุด หนังสือคู่มือต้องแยกกล่าวถึง เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุม ระบบเตือน และอุปกรณ์ประกอบ
- 18.8.4 ผู้รับจ้างต้องรับประกันว่าชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่จัดหานี้เป็นของใหม่ และมีการประกันต่อการเสียหายตามหลักเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ผลิตกระทำอยู่ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่า 1 ปี หรือตามอายุการใช้งาน 3600 ชั่วโมง นับแต่วันที่ ผู้ว่าจ้างรับมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แล้วแต่จะถึงเวลาใดก่อน ผู้รับจ้างต้องรับประกันการติดตั้งด้วยเป็นเวลา 1 ปี ว่าจะไม่มีการเสียหายทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ และมีมือช่าง โดยถ้ามีการเสียหาย ผู้รับจ้างต้องซ่อมหรือแก้ไข และรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ ค่าแรง ค่าเดินทางและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ทั้งสิ้นงานใดๆ ที่ผู้รับจ้างต้องทำในระหว่างช่วงการรับประกัน จะต้องทำโดยไม่คิดค่าจ้างจากผู้ว่าจ้าง

19. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Close Circuit Televisions system)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

19.1 ความต้องการทั่วไป

- 19.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมกับรายละเอียดการจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ตามที่แสดงไว้ในแบบ และข้อกำหนดนี้ให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างต้องจัดหาระบบโทรทัศน์วงจรปิด ให้กับโครงการ โดยระบบต่างๆ ต้องสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้า 220 VAC ได้
- 19.1.2 ระบบจะต้องผลิตโดยโรงงานที่ทำธุรกิจในด้าน CCTV SYSTEM เป็นหลัก มีความรู้ความชำนาญในการออกแบบและผลิตระบบมาเป็นเวลานาน
- 19.1.3 ผู้จำหน่ายและติดตั้งจะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต

19.2 ขอบข่าย ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ในระบบดังนี้

- 19.2.1 อุปกรณ์เก็บบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (NVR) จำนวน 3 ชุด
- 19.2.2 จอแสดงผลพร้อมอุปกรณ์ติดตั้งสำหรับผู้ดูแลระบบกล้องวงจรปิดจำนวน 6 ชุด
- 19.2.3 เครื่องประมวลผลสำหรับผู้ดูแลระบบกล้องวงจรปิดจำนวน 3 เครื่อง
- 19.2.4 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารแบบ Vari-focal (FIXED DOME CAMERA) จำนวน 140 กล้อง
- 19.2.5 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารแบบปรับมุมมอง (EZT DOME CAMERA) จำนวน 8 กล้อง

19.3 ความต้องการทางด้านเทคนิค

- 19.3.1 อุปกรณ์เก็บบันทึกภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิดจำนวน 3 ชุด 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)
- ค้นหาแบบแท็ก (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 พร้อมๆกัน
- รองรับการทำงานของ HDD SATA ได้อย่างน้อย 16 ลูก และ รองรับ HDD แต่ละลูกที่มีความจุสูงสุด 6TB หรือดีกว่า
- ตัวเครื่องสามารถทำงานที่กระแสไฟฟ้าระหว่าง 100-240VAC หรือดีกว่า
- ตัวอุปกรณ์เครื่องบันทึกต้องเป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกับกล่องวงจรปิดเพื่อสามารถใช้งานร่วมกันได้โดยไม่มีปัญหา
- ตัวเครื่องต้องรองรับมาตรฐาน FCC และ CE เป็นอย่างน้อย
- ผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐานด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO14001)

19.3.2 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

19.3.3 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 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มด้วยตัวเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด

19.3.4 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารแบบ Vari-focal (FIXED DOME CAMERA) จำนวน 140 กล้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้

- กล้องมีลักษณะเป็นทรงโดม โดยมีคุณสมบัติแบบ Day & Night คือจะให้ภาพเป็นระบบสีเมื่อแสงมีระดับความเข้มสูง และสามารถเปลี่ยนการแสดงผลภาพเป็นขาว-ดำเมื่อระดับแสงลดลง เพื่อให้ได้ภาพที่มีความชัดเจนในเวลากลางคืน และมี IR-Cut Filter เพื่อใช้งานกับแสงอินฟราเรด
- มีอุปกรณ์รับแสงชนิด CMOS หรือ CCD แบบ Progressive Scan ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8 นิ้ว และสามารถปรับระยะเลนส์ได้ขนาดไม่น้อยกว่า 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
- สามารถมองเห็นภาพที่ระดับแสงต่ำสุดได้ 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 หรือดีกว่า

- 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
- สนับสนุนโปรโตคอลการสื่อสาร TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTCP, NTP, UPnP, SMTP, QoS, Bonjour เป็นอย่างน้อย

19.3.5 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดติดตั้งภายในอาคารอาคารแบบปรับมุมมอง (EZT DOME CAMERA) จำนวน 8 กล้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้

- สามารถทำการหมุน (Pan) ได้ไม่น้อยกว่า 360 องศา การก้มเงย (Tilt) กับระนาบ (Horizontal) ได้ไม่น้อยกว่า 90 องศา และการย่อขยาย (Zoom) แบบ Optical Zoom ได้ไม่น้อยกว่า 20 เท่า และการย่อขยาย (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) ไปแสดงได้อย่างน้อย 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

20. ระบบเสียงและภาพ (AUDIO AND VISUAL SYSTEM)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

20.1 เครื่องปรับแต่งและผสมสัญญาณเสียง คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้แหล่งจ่ายไฟ 24 VDC
- อัตราการใช้กระแสไฟฟ้า 110 mA.
- ภาคนสัญญาณเสียงขาเข้า
- EV -20 dB, 600 ohm เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (2 พิน) แบบอับบาลานซ์
- เครื่องตั้งเวลา -20 dB, 600 ohm เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (2 พิน) แบบอับบาลานซ์
- การประกาศ -60/-20 dB (สามารถเลือกได้) 600 ohm เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (3 พิน) แบบบาลานซ์
- การเชื่อมต่อ RF 0 dB, 600 ohm เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (2 พิน) แบบอับบาลานซ์
- ไมค์/ไลน์ ขาเข้า 1-4 : -60/-20 dB (สามารถเลือกได้) เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (3 พิน) แบบบาลานซ์
- AUX 1-2 : -20 dB 10 K ohm เชื่อมต่อด้วย ขั้วต่อแบบ RCA
- สัญญาณเสียงขาออก Priority 0 dB เชื่อมต่อด้วยเทอร์มินอล (3 พิน) แบบบาลานซ์
- สัญญาณเสียงขาออก BGM 0 dB เชื่อมต่อด้วยเทอร์มินอล (3 พิน) แบบบาลานซ์
- ภาครับสัญญาณควบคุมขาเข้าภาครับสัญญาณเครื่องตั้งเวลา : ไม่ใช้ไฟเลี้ยงในการทำงาน แรงดันไฟฟ้าเมื่อเปิดวงจร 24 VDC, กระแสไฟเมื่อลัดวงจร น้อยกว่า 5 มิลลิแอมป์ เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (2 พิน)
- ภาครับสัญญาณควบคุมการประกาศ : ไม่ใช้ไฟเลี้ยงในการทำงาน แรงดันไฟฟ้าเมื่อเปิดวงจร 24 VDC, กระแสไฟเมื่อลัดวงจร น้อยกว่า 5 มิลลิแอมป์ เชื่อมต่อด้วยเทอร์มินอล (2 พิน)
- ภาครับสัญญาณควบคุมการเตือนภัย : ไม่ใช้ไฟเลี้ยงในการทำงาน แรงดันไฟฟ้าเมื่อเปิดวงจร 24 VDC, กระแสไฟเมื่อลัดวงจร น้อยกว่า 5 มิลลิแอมป์ เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (2 พิน)
- ภาคล่งการควบคุมขาออก
- ทำงานเมื่อเป็นการประกาศรวมทุกโซน สวิตช์แบบหน้าสัมผัส(ปกติเปิด) เชื่อมต่อด้วย เทอร์มินอล (2 พิน)
- ตอบสนองความถี่ตั้งแต่ 50 Hz – 15kHz, ± 3 dB, 1 kHz
- การลดเสียงชั่วคราว : MIC/INPUT1 : สัญญาณขาเข้าอื่นๆ (MIC/LINE2-4, AUX1-2) โดยการลดระดับสัญญาณเสียงได้ตั้งแต่ 0-30 เดซิเบล

- มีหนังสือการรับรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

20.2 ระบบประกาศแจ้งเตือนและแจ้งอพยพ คุณสมบัติทั่วไป

- ใช้แหล่งจ่ายไฟ 24 VDC
- อัตราการใช้กระแสไฟฟ้า 250 mA
- การแจ้งเตือนฉุกเฉิน การแจ้งเตือน สามารถประกาศเข้าต่อเนื่องได้ การแจ้งอพยพ สามารถประกาศเข้าต่อเนื่องได้
- การประกาศ แจ้งระบบผิดพลาดสามารถประกาศเข้าต่อเนื่องได้ การประกาศยกเลิกการเตือนภัยสามารถประกาศเข้าต่อเนื่องได้
- ค่าเริ่มต้นสำหรับการแจ้งเตือนฉุกเฉินเป็นข้อความภาษาอังกฤษหรือบันทึกเปลี่ยนแปลงเป็นภาษาอื่นๆ ได้
- ภาคลสัญญาณเสียงขาเข้า Fireman Microphone -55dB, 600 ohm เชื่อมต่อด้วยขั้วต่อ XLR-3ขา แบบอิน บาลานซ์
- ภาคลสัญญาณเสียงขาออก แจ้งอพยพ -20 dB, เชื่อมต่อด้วยเทอร์มินอล (2พิน)แบบอิน บาลานซ์
- คำสั่งควบคุมขาเข้า FA อินพุต ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในการรับสัญญาณขาเข้า,แรงดันเปิดวงจร: 24 VDC กระแสไฟเมื่อลัดวงจร น้อยกว่า 5 mA, เชื่อมต่อด้วยเทอร์มินอลแบบ 2 พิน
- คำสั่งควบคุมขาออกใช้รีเลย์แบบหน้าสัมผัส 4 ช่อง, แรงดัน 24 V DC,เชื่อมต่อด้วยเทอร์มินอลแบบ 2 พิน
- ความถี่ตอบสนองระหว่าง 20 Hz – 20 kHz, ± 3 dB, 1 kHz
- ความเพี้ยนของสัญญาณ น้อยกว่า 1% (1kHz)
- รองรับไฟล์เสียง Wave ไฟล์ 44.1 kHz, 16 บิต แบบโมโน
- รองรับถ่ายโอนข้อมูลผ่าน USB จากด้านหลังตัวเครื่อง
- เวลาบันทึกสูงสุด 6 นาที (หน่วยความจำภายใน)
- แผงควบคุมการทำงานมี ปุ่มการประกาศเตือน, ปุ่มประกาศอพยพ, ปุ่มประกาศเตือนความผิดพลาดปุ่มประกาศเสียง, ปุ่มหยุดการประกาศ
- สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 0°C ถึง +40°C
- สามารถทำงานภายใต้ความชื้นน้อยกว่า 90% RH
- มีหนังสือการรับรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

20.2 เครื่องเชื่อมต่อไมโครโฟนสำหรับประกาศ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องที่ถูกออกแบบสำหรับเชื่อมต่อกับรีโมทไมโครโฟน
- สามารถเชื่อมต่อไมโครโฟนได้สูงสุดถึง 4 ชุด
- ระยะสายไมโครโฟนที่ใช้ในระบบสามารถต่อได้ถึง 800 เมตร
- มีอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณเสียงรบกวนมากกว่า 60 dB
- มีค่าความเพี้ยนต่ำกว่า 1%
- สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 0°C ถึง +40°C
- สามารถทำงานภายใต้ความชื้นน้อยกว่า 90% RH
- กินกระแสไฟฟ้า 24 V DC

20.3 เครื่องจ่ายกระแสไฟ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องจ่ายกระแสไฟ 24V DC
- มีไฟแสดงสถานะหน้าเครื่อง
- สามารถทำงานภายใต้อุณหภูมิระหว่าง 0°C ถึง +40°C
- สามารถทำงานภายใต้ความชื้นน้อยกว่า 90% RH
- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

20.4 ไมโครโฟนประกาศแบบเลือกโซน คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนชนิด Unidirectional electret condenser
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 100Hz ถึง 20 kHz
- มีค่าความเพี้ยนต่ำกว่า 1%
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน 60dB หรือดีกว่า
- เป็นรีโมทไมโครโฟนที่สามารถควบคุมโซนได้ไม่น้อยกว่า 10 โซน
- สัญญาณขาออกไม่น้อยกว่า 0dB, 600โอห์ม Balanced
- ขั้วต่อสายชนิด RJ45

20.5 ชุดรีโมทสำหรับควบคุมโซนประกาศ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นชุดรีโมทควบคุมโซนประกาศ
- ควบคุมโซนได้ 10 โซน
- สามารถต่อพ่วงกับไมโครโฟนประกาศและสามารถทำงานร่วมกันได้

20.6 ลำโพงมอนิเตอร์ คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถตรวจสอบระดับเสียงจากเครื่องขยายเสียงได้ 10 โซน
- มีไฟแสดงสถานะหน้าเครื่อง 6-point LED display

- มีลำโพงในตัวขนาด 6 วัตต์ 8 โอห์ม
- มีสวิทช์เลือกช่องสัญญาณและสวิทช์ควบคุมเสียงอยู่หน้าเครื่อง
- กินกระแสไฟฟ้า 24 V DC

20.7 เครื่องแบ่งเลือกโซน คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องเลือกโซนได้ไม่น้อยกว่า 10 โซน หรือตามแบบกำหนด
- รองรับสัญญาณ Input ไม่น้อยกว่า 10 Input BGM
- รองรับสัญญาณ Input ไม่น้อยกว่า 10 Input Paging
- มีไฟแสดงสถานะหน้าเครื่อง
- สามารถทำงานกับอุณหภูมิตั้งแต่ 0 องศา ถึง 40 องศาได้
- กินกระแสไฟฟ้า 24 V DC

20.8 เครื่องขยายเสียง คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องขยายเสียงสเตอริโอ
- ทำงานแบบสเตอริโอกำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- ทำงานแบบสเตอริโอกำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 800 วัตต์ ที่ 4 โอห์มทำงานแบบสเตอริโอกำลังขยายเสียงปกติข้างละไม่น้อยกว่า 1,200 วัตต์ ที่ 2 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติแบบบริดจ์ไม่น้อยกว่า 2,400 วัตต์ ที่ 4 โอห์ม
- กำลังขยายเสียงปกติแบบบริดจ์ไม่น้อยกว่า 2,000 วัตต์ ที่ 70 โวลท์
- กำลังขยายเสียงปกติแบบบริดจ์ไม่น้อยกว่า 2,300 วัตต์ ที่ 100 โวลท์
- ตอบสนองความถี่ได้ตั้งแต่ 20Hz ถึง 20kHz หรือดีกว่า
- อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า -100dB
- มีค่าความไวของสัญญาณด้านเข้า (Input Sensitivity) ที่ 8 โอห์ม ไม่น้อยกว่า 1.23 V
- มีค่าความต้านทานด้านเข้า (Input Impedance) 20,000 โอห์ม (Balanced)
- มีค่าความเพี้ยนของสัญญาณรวม (THD) น้อยกว่า 0.03%
- มีค่า Damping Factor มากกว่า 300 ที่ 8 โอห์ม
- มีสวิทช์ปิด-เปิด อยู่ด้านหน้าเครื่องพร้อมมีไฟแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- มี DIP SWITCH ไม่น้อยกว่า 10 Position อยู่ด้านหลังเครื่อง
- มีพัดลมระบายความร้อน
- มีระบบ PROTECTION ป้องกันความเสียหายของเครื่อง
- สามารถยึดกับตู้แร็คมาตรฐาน 19 นิ้วได้
- ใช้ไฟ 120 and 230 VAC , 50/60 Hz

- มีหนังสือการสำรองอะไหล่เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ออกจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ในการบริการหลังการขาย

20.9 ชุดควบคุมระดับสัญญาณเสียงขนาด 6 วัตต์ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นสวิตช์ใช้ปรับเพิ่ม-ลดระดับสัญญาณเสียง
- สามารถติดกับผนังได้
- สามารถปรับระดับเสียงอย่างน้อยได้ 5 ระดับ
- ขั้วต่อสายใช้แบบกด
- วัสดุทำด้วย ABS RESIN

20.10 ชุดควบคุมระดับสัญญาณเสียงขนาด 30 วัตต์ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นสวิตช์ใช้ปรับเพิ่ม-ลดระดับสัญญาณเสียง
- สามารถติดกับผนังได้
- สามารถปรับระดับเสียงอย่างน้อยได้ 5 ระดับ
- ขั้วต่อสายใช้แบบกด
- วัสดุทำด้วย ABS RESIN

20.11 ชุดควบคุมระดับสัญญาณเสียงขนาด 60 วัตต์ คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นสวิตช์ใช้ปรับเพิ่ม-ลดระดับสัญญาณเสียง
- สามารถติดกับผนังได้
- สามารถปรับระดับเสียงอย่างน้อยได้ 5 ระดับ
- ขั้วต่อสายใช้แบบกด
- วัสดุทำด้วย ABS RESIN

20.12 ไมโครโฟนตั้งโต๊ะ (TABLE STAND MICROPHONE WITH MICROPHONE WIRE)

- FREQUENCY RESPONSE 100 – 10,000 Hz. หรือดีกว่า
- เป็นชนิด CONDENSER
- มีความต้านทานไม่น้อยกว่า 200 โอห์ม

20.13 ระบบชุดประชุม (แบบดิจิตอล)

เป็นระบบชุดประชุมแบบดิจิตอล ทั้งสัญญาณเสียงและสัญญาณควบคุมเพื่อป้องกันการรบกวนสัญญาณเสียงจากภายนอก สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเข้าเป็นระบบได้เอง (PLUG & PLAY) สามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องใช้การโปรแกรมหรือการปรับแต่งระบบอย่างอื่น การติดตั้งใช้สายชนิดเดียวกันทั้งระบบโดยอุปกรณ์ระบบชุดประชุมแบบดิจิตอลประกอบด้วย

20.16.1 ชุดควบคุมและแหล่งจ่ายไฟ

เป็นชุดควบคุมแบบตั้งโต๊ะหรือสามารถยึดในตู้มาตรฐาน 19 นิ้วได้และมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นแหล่งจ่ายไฟและมีระบบควบคุมการทำงานของไมโครโฟนในตัวเดียวกัน โดยที่แหล่งจ่ายไฟสามารถต่อชุดผู้ร่วมประชุมได้ไม่น้อยกว่า 90 ตัว
- สามารถควบคุมการทำงานของชุดผู้ร่วมประชุมรวมทั้งชุดประธานและอุปกรณ์ต่อร่วมอื่นๆ ได้ไม่น้อยกว่า 240 ตัว
- มีวงจรปรับแต่งสัญญาณเสียงอัตโนมัติ (AUTOMATIC AUDIO EQUALIZER)
- สามารถเลือกจำนวนของผู้ร่วมประชุมที่จะพูดได้ 3 แบบ คือ พูดได้ครั้งละ 1, 2 หรือ 4 คน
- ระบบการทำงานเลือกได้ 3 แบบ คือ
 - (1) แบบ OPEN คือเมื่อจำนวนผู้พูดเท่ากับจำนวนที่ระบบตั้งไว้แล้วคือ 1, 2 หรือ 4 คน ถ้าผู้ร่วมประชุมอื่นที่ต้องการพูดกดสวิตช์เปิดไมโครโฟนจะไม่สามารถพูดได้แต่จะมีไฟกระพริบสีเขียวแสดงการรอ และเมื่อคนใดคนหนึ่งปิดไมโครโฟน ไมโครโฟนของผู้พูดที่รออยู่ก็จะเปิดให้พูดโดยอัตโนมัติ
 - (2) แบบ OVERRIDE คือเมื่อจำนวนผู้พูดเท่ากับจำนวนที่ระบบตั้งไว้แล้วคือ 1 หรือ 2 คน ถ้าผู้ร่วมประชุมอื่นที่ต้องการพูดกดสวิตช์เปิดไมโครโฟน จะสามารถพูดได้เลยโดยที่ไมโครโฟนที่เปิดตัวแรกจะปิด และถ้าผู้ร่วมประชุมคนใหม่เปิดสวิตช์ไมโครโฟนเพื่อที่จะพูดอีก ก็จะสามารถพูดได้เลยเช่นกันโดยที่ไมโครโฟนตัวถัดจากตัวแรกจะปิด
 - (3) แบบ VOICE คือ ไมโครโฟนสามารถเปิดได้อัตโนมัติโดยการใช้เสียงพูดและปิดเองเมื่อหยุดพูด
- มีปุ่มปรับเสียงท้ม แแหลมที่ด้านหน้าเครื่อง
- มีปุ่มควบคุม ความดัง – เบาของเสียง
- สามารถตั้งสัญญาณเสียงจากระบบไปขยายเสียงหรืออัดเทปได้
- มีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของชุดประชุมที่ลงคะแนนเสียงได้เป็นมาตรฐานภายในตัวเครื่อง
- มีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของชุดแปลภาษาเป็นมาตรฐานภายในตัวเครื่อง
- มี DATA CONNECTOR สำหรับต่อชุดควบคุมกล้องอัตโนมัติ
- ใช้กับกระแสไฟฟ้า AC. 220 – 240 V., 50 Hz.

20.13.2 ชุดผู้ร่วมประชุม

สามารถใช้งานแบบตั้งโต๊ะได้ ไมโครโฟนโค้งงอได้ มีไฟแสดงการทำงานที่ปลายไมโครโฟน สามารถตัดเสียงลมจากการพูดหรือการเปิดเอกสาร สามารถถอดไมโครโฟนเก็บได้และมีคุณสมบัติดังนี้

- ลำโพงเป็นแบบ FLAT PANEL LOUDSPEAKER เพื่อเพิ่มมุมกระจายเสียงให้กว้างขึ้น
- ลำโพงจะตัดเสียงโดยอัตโนมัติเมื่อเปิดไมโครโฟน
- มีสวิตช์สำหรับกด เปิด – ปิดไมโครโฟน
- มีไฟแสดงสถานะของผู้ร่วมประชุมสองแห่งโดยอยู่ที่สวิตช์และที่ด้านบนของแผงลำโพง โดยไฟแสดงแสงสว่างกำลังใช้งานและสีเขียวแสดงการรระหว่างการขอพูด
- มีปุ่มกด 5 ปุ่มสำหรับลงคะแนนเสียงพร้อมไฟแสดงการทำงาน
- มีสายต่อไปยังผู้ร่วมประชุมอื่น ยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร
- ตอบสนองสัญญาณความถี่ช่วง 125 Hz – 14 kHz
- มีวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก และสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลอยู่ภายในตัวเครื่อง

20.13.3 ชุดประธาน

มีลักษณะเหมือนกับชุดผู้ร่วมประชุม แต่มีสวิตช์สำหรับตัดการสนทนาของผู้ร่วมประชุมตัวอื่นๆ และแผงกราฟฟิค LCD แสดงผลของการลงคะแนน มีช่องต่อหูฟังสำหรับระบบแปลภาษา รวมทั้งช่องสำหรับเสียบบัตรประจำตัวผู้ร่วมประชุมและมีคุณสมบัติดังนี้

- เมื่อกดสวิตช์ตัดการสนทนาสามารถกำหนดให้มีเสียงสัญญาณเตือนหรือไม่ก็ได้
- เมื่อกดสวิตช์ตัดการสนทนาสามารถพูดแทรกได้ โดยตัดการสนทนาของผู้ร่วมประชุมตัวอื่นไปเลย หรือตัดการสนทนาชั่วคราว เมื่อประธานปล่อยสวิตช์ก็สามารถพูดได้เหมือนเดิม
- ที่แผง LCD มีไฟด้านหลังเพิ่มความชัดเจนในที่มืด
- ลำโพงจะยังคงมีเสียงอยู่ในกรณีที่เสียบหูฟัง เพื่อรักษาระดับความดังของเสียงในห้องประชุมกรณีที่ผู้ใช้หูฟังในระบบแปลภาษา

20.14 ระบบหูฟัง (STEREO HEAD PHONE)

- FREQUENCY RESPONSE	20 Hz – 20 kHz
- IMPEDANCE	32 ohms
- SENSITIVITY	98 dB/Mw
- JACKS	1/8" PLUG AND 1/4" adaptor
- CORD	8' OXYEN-RREE COPPER CORD
- WEIGHT	5.8 oz. WITHOUT CORD
- WARRANTY	ONE YEAR LIMITED WARRANTY

20.15 ระบบภาพ

20.18.1 CCTV CAMERA WITH STAND AND WIRE

- RATED VOLTAGE	88 – 265 VAC	45 – 65 Hz
- IMAGER	INTERLINE TRANSFER CCD 1/2-inch image format	
- NTSC MODEL	768 H x 492 V	
- HORIZONTAL RESOLUTION	540 TVL	
- SIGNAL-TO-NOISE-RATIO	> 50 dB	
- SHUTTER	(1/60 (1/50) TO 1/500000), FIXED, FLICKERLESS, DFAULT	
- IMAGE FORMAT	1/2-INCH	
- ZOOM	10x	
- FOCAL LENGTH	7.5 – 75 mm	
- LRIS RANGE	F1.4-360	
- LENS MOUNT	CS	
- LRIS CONTROL	4-PIN VIDEO IRIS	
- OPERATING VOLTAGE	8 – 12 VDC	
- RESPONSE SPEED	APPROX. 1.5	
-	พร้อมติดตั้งข้ายึดกล้องแบบบูม	

20.15.2 CCTV CAMERA WITH STAND AND WIRE

- IMAGER	1/4 IN. EXVIEW HAD CCD (752 x 582 PAL)/(768 x 494 NTSC)
- LENS	18x ZOOM (4.1 – 73.8 mm) F1.4 TO F3.0

- FOCUS AUTOMATIC WITH MANUAL OVERRIDE
- LRIS AUTOMATIC WITH MANUAL OVERRIDE
- FIELD OF VIEW 2.7° TO 48°
- DIGITAL ZOOM 12x
- HORIZONTAL RESOLUTION 470 TVL (NTSC)/460 TVL (PAL)
- SENSITIVITY 18x COLOR
(MINIMUM USABLE VIDEO : 20 IRE)
- DAY MODE 0.25 LUX
W/SLOW SHUTTER OFF
- DAY MODE 0.0033 LUX 0.0033 LUX
W/SLOW SHUTTER ON
- SNR >50 dB
- WHITE BALANCE 2000 K TO 10,000 K

20.15.3 CAMERA CONTROL PAD

- RATED VOLTAGE 230 VAC 50/60 Hz VOLTAGE RANGE 195.5 TO 253
POWER AT RATED VOLTAGE 6 W
- TRANSMISSION DISTANCE 1.5 km (5000 ft) USING 1 mm^2 (18 AWG)
SHIELDED TWISTED PAIR CABLE (BELDEN 8760 OR EQUIVALENT).
- COTROL UNIT
 - (1) INDICATORS CAMERA/ENTRY DATA; 4-DIGIT 7-SEGMENT LEC
DISPLAY
 - (2) CONTROLS USER, CAMERA, SHOT, ON, OFF, ENTER, CLEAR,
FOCUS, LRIS, 10-DIGIT NUMRIC KEYPAD,
JOYSTICK
- CONNECTORS
 - (1) DATA In 9-PIN D CONNECTOR
 - (2) BI-PHASE OUTPUT REMOVABLE TERMINAL BLOCKS WITH
THREE
CONNECTIONS : “+”, “-“, AND “S” (SHIELD)
FOR EACH OF THE SIXTEEN BI-PHASE CODE
OUTPUTS

- TEMPERATURE OPERATING : 0°C TO 40°C (32°F TO 104°F)
STORAGE : - 10°C TO 50°C (14°F TO 122°F)

20.18.4 DIGITAL SCALER & SWITCHER

- INPUTS : 4 x CV 1Vpp/75Ω ON BAC CONNECTORS; 4 x YC
1 Vpp (Y); 0.3 Vpp(C)/ 75Ω 4p CONNECTORS: 4
x COMPONENT (Y/G, Pb/B, Pr/R OR RGsB
(PROGRESSIVE AND INTERLACED)) ON BNC
CONNECTORS; 4 x VGA (VGA THROUGH UXGA,
RGsB OR RGsB (PROGRESSIVE AND INTERLACED))
ON HD15F CONNECTORS; 2 x DVI-D ON DVI-I
CONNECTORS; 18 x BALANCED STEREO AUDIO
ON TERMINAL BLOCK CONNECTORS, 22dBm;
MICROPHONE ON A FEMALE XLR CONNECTOR.
- OUTPUTS : GROUP OUTPUTS :1 x CV 1Vpp/75Ω ON A BNC
CONNECTOR; 1 x YC 1Vpp (Y), 0.3Vpp (C)/75Ω
ON A 4p CONNECTOR; 1 x COMPONENT (Y/G,
Pb/B, Pr/R) ON BNC CONNECTORS; 1 x VGA
(VGA THROUGH UXGA) ON AN HD15F
CONNECTOR; 1 x DVI-D ON A DVI-I
CONNECTOR. SCALED OUTPUT ; 1x RGBHV (VGA
FORMAT)/COMPONENT HDTV ON AN HD15F
CONNECTOR; 1x RGBHV/YPbPr ON BNC
CONNECTORS; 1x DVI-D ON A DVI-I
CONNECTOR. VP-725DSA: 6 x BALANCED STEREO
AUDIO ON TERMINAL BLOCK CONNECTORS, 22
dBm.
- OUTPUT RESOLUTIONS:
VGA (640 x 480) , SVGA (800 x 600), XGA
(1024 x 768), UXGA (1600 x 1200), 1024 x 852,
1024 x 1024, 1366 x 768, 1365 x 1024, 1280 x
720, 720 x 483, 852 x 480, 1400 x 150, 480p,

720p, AND 1080i, AS WELL AS A USER DEFINABLE OUTPUT MODE.

- CONTROL : FRONT PANEL TOUCH SWITCHES, IP REMOTE CONTROL, RS-232, ETHERNET; WITH OSD AND FRONT-PANEL LCD.

- ADDITIONAL CONTROLS:
FREEZE, ZOOM, DIFFERENT SELECTABLE VERTICAL REFRESH RATES, PROCAMP CONTROL, OUTPUT IMAGE SCALING, PICTURE-IN-PICTURE, TEXT OVERLAY, AND ASPECT RATIO CHANGE.
VP-725DSA : INDEPENDENT VOLUME CONTROL OF EACH INPUT AND OUTPUT. VOLUME, BASS, TREBLE, LOUDNESS AND BALANCE CONTROL OF MASTER AUDIO OUTPUT.

- POWER SOURCE : 100-240 VAC, 50/60Hz, 50VA

20.18.5 COLOUR MONITOR 4" x 4

- LCD DISPLAY 4" TFT LCD ACTIVE MATRIX, RESOLUTION 480 x 234
- ASPECT RATIO 4:3
- BRIGHTNESS (LUMINANCE) 250 NITS
- VIDEO INPUT 1.0 Vp-p, 75 Ohm
- VIDEO SYSTEM NTSC/PAL AUTO RECOGNITION
- TALLY INDICATION THREE-COLOR TALLY LED INDICATORS
- POWER CONSUMPTION DC12VOLT. 35 W PLUS (15W AUX ADAPTER)

20.18.6 COLOUR MONITOR 7" x 2

- 2 x 7" PANEL
- RESOLUTION : 1440 x 234 PIXELS
- VIEW ANGLE (V) +40/-60°, (H)+60/-60°
- 2 x COMPOSITE INPUTS FOR EACH SCREEN
- BRIGHTNESS, CONTRAST, COLOUR, TINT ADJUSTABLE (TINT NTSC ONLY)

- NISC/PAL AUTO SWITCHING
- DISPLAY MODE ADJUSTABLE (FLIP/16:9/4:3)

20.18.7 HD/DVD RECORDER

- เครื่องเล่นและบันทึกวิดีโอในระบบดิจิทัล ฮาร์ดดิสก์ขนาด 250 GB (บันทึกได้นานถึง 428 ชั่วโมง)
- ระบบสีในการบันทึกเป็น PAL/SECAM
- สามารถบันทึกแผ่น DVD-R, -RW (VIDEO MODE)/ +R, +R (DOUBLE LAYER) / +RW / -RW (VR MODE)
- เล่นได้ทั้งแผ่น DVD ภาพยนตร์ และ DVD-R/RW (VIDEO FORMAT)/ +R, +R (DOUBLE LAYER), DVD+RW / -RW (VR MODE)/ VCD / CD-R/RW / SVCD และ MP3 (CD-R/RW), ภาพไฟล์ JPEG (CD-R/RW, DVD+R, -R/RW)
- โปรแกรมตั้งเวลาบันทึกรายการล่วงหน้า 30 รายการ / เดือน และมีระบบการบันทึกแบบ QUICK TIMER, SYNCHRO REC (ทำงานเฉพาะเมื่อเชื่อมต่อกับ SCART)
- สามารถบันทึกสัญญาณ PAL / SECAM (B/G, D/K, I, L) VHF, UHF, CATV, HYPER AWEITON/ NICAM จากโทรทัศน์และภาพที่บันทึกมาจากกล้องถ่ายภาพวิดีโอดิจิทัลได้
- มีช่องสัญญาณ 3 S-VIDEO INPUTS, S-VIDEO OUTPUT, 3 VIDEO INPUTS, สัญญาณภาพออก COMPONENT OUT (Y, Cb, Cr), AUDIO OUTPUT, สัญญาณเสียงออก และสัญญาณเสียงดิจิทัล COAXIAL & OPTICAL OUTPUT

20.18.8 VGA DISTRIBUTION AMPLIFIER

- INPUTS : 16 ANALOG RED, GREEN, BLUE SIGNALS – 0.7 Vpp/75 Ω , H & V SYNCs, TTL
LEVEL ON HD15F ON HD15F CONNECTORS. 16
BALANCED AUDIO STEREO SIGNALS, + 4dBm TYP. ON
DETACHABLE TERMINAL BLOCKS.
- OUTPUTS : 1 ANALOG RED, GREEN, BLUE SIGNALS – 0.7 Vpp/75 Ω , H & V SYNCs, TTL
LEVEL ON AN HD15F CONNECTORS. 1 BALANCED AUDIO
STEREO SIGNAL, + 4dBm TYP. ON DETACHABLE
TERMINAL BLOCK.

- VIDEO BANDWIDTH (-3DB) : >300MHz.
- AUDIO BANDWIDTH (-3DB) : 100 kHz.
- AUDIO S/N RATIO : 83.44 dB.
- VIDEO S/N RATIO : 73 dB.
- CONTROL : 16 SELECTOR SWITCHES; RS-232, RS-485; IP REMOTE CONTROL; DETACHABLE TERMINAL BLOCKS FOR REMOTE DRYCONTACT SWITCHES. ID BIT CONTROL.
- POWER SOURCE : 230 VAC, 50/60 Hz.

20.18.9 LCD TELEVISION

- ถ่ายทอดภาพด้วยความสมจริง
- ความละเอียดภาพระดับ 1366 x 768 จุด รองรับการใช้งานเป็น COMPUTER MONITOR ได้ทันที
- จอภาพสว่างคมชัดสูงถึง 500 cd/m2
- อัตรา CONTRAST RATIO 5,000 : 1 (DYNAMIC CONTRAST MODE)
- สแกนภาพแบบ PROGRESSIVE SCAN ให้ภาพไร้การสั่นไหว
- ระบบเสียง NICAM / A2 STEREO
- ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ SRS TRUSURROUND XT (10 WATT x 2)
- ระบบปรับภาพซ้อนภาพ PIP
- ช่องต่อ HDMI ที่ใช้สัญญาณภาพและเสียง ในแบบดิจิทัล 100%
- ช่องต่อ PC INPUT, DVD COMPONENT, S VDO, AV
- มุมมองในการรับชมกว้างถึง 178/178 ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

20.18.10 AV RACK

- เป็นตู้ใส่อุปกรณ์ขนาดมาตรฐานหน้ากว้าง 19 นิ้ว
- ทำด้วยแผ่นโลหะหนาไม่น้อยกว่า 1 มม. ที่แข็งแรงทนทาน
- มีพัดลมระบายอากาศ หรือ ช่องระบายอากาศได้ตามสมควร
- ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS เสนอขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

20.18.11 เครื่องฉายวิดีโอโปรเจคเตอร์ ขนาด 2000 ANSI LUMENS

- ให้ค่าความสว่าง 2000 ANSI LUMENS หรือดีกว่า
- ค่าความละเอียดของสัญญาณ TRUE XGA (1024 x 768) หรือดีกว่า
- มีระบบการทำงาน ANTI-ALIASING DIGITAL KEYSTONE
- สามารถฉายภาพได้ในขนาดตั้งแต่ 40 – 300 นิ้ว หรือดีกว่า

- มี CONTRAST RATIO ที่ 350:1 หรือดีกว่า
- เลนส์ เป็นชนิด 0.6" POLYSILICON TFT LCD X 3 หรือดีกว่า
- มีช่องสัญญาณ INPUT ดังนี้
ANALOG RGB D-SUB 15 PIN x 2, S-VIDEO x 1, COMPOSITE VIDEO
RCA x 1, AUDIO IN x 2, SERVICE AND CONTROL PORT RS232C x 1
- มีรีโมทคอนโทรลแบบไร้สาย
- ติดตั้งพร้อมอุปกรณ์จับยึดแขวนเพดานให้เหมาะสมในการฉายภาพ ขนาด 80"

20.18.12 เครื่องฉายวิดีโอโปรเจคเตอร์ ขนาด 2500 ANSI LUMENS

- ให้ค่าความสว่าง 2500 ANSI LUMENS หรือดีกว่า
- ค่าความละเอียดของสัญญาณ TRUE XGA (1024 x 768) หรือดีกว่า
- มีระบบการทำงาน ANTI-ALIASING DIGITAL KEYSTONE
- สามารถฉายภาพได้ในขนาดตั้งแต่ 40 – 300 นิ้ว หรือดีกว่า
- มี CONTRAST RATIO ที่ 450:1 หรือดีกว่า
- เลนส์ เป็นชนิด 0.79" POLYSILICON TFT LCD X 3 หรือดีกว่า
- มีช่องสัญญาณ INPUT ดังนี้
ANALOG RGB D-SUB 15 PIN x 2, S-VIDEO x 1, COMPOSITE VIDEO RCA x
1, AUDIO IN x 2, SERVICE AND CONTROL PORT RS232C x 1
- มีรีโมทคอนโทรลแบบไร้สาย
- ติดตั้งพร้อมอุปกรณ์จับยึดแขวนเพดานให้เหมาะสมในการฉายภาพ ขนาด 105"

20.18.13 เครื่องฉายวิดีโอโปรเจคเตอร์ ขนาด 5000 ANSI LUMENS

- ให้ค่าความสว่าง 5000 ANSI LUMENS หรือดีกว่า
- ค่าความละเอียดของสัญญาณ True XGA (1024 x 768) หรือดีกว่า
- มีระบบการทำงาน Digital Keystone ปรับได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- สามารถฉายภาพได้ในขนาดตั้งแต่ 40-300 นิ้ว หรือดีกว่า
- มี Contrast Ratio ที่ 1200:1 หรือดีกว่า
- PANEL เป็นชนิด 1.3" Polysilicon TFT LCD X 3 หรือดีกว่า
- เลนส์ ขนาด 1: 1.3 ปรับ Zoom และ Focus ด้วยมอเตอร์ หรือดีกว่า
- ระดับเสียงพัคดลไม่เกิน 35 dB
- สามารถรับสัญญาณภาพจากคอมพิวเตอร์และ เครื่องเล่น DVD ได้

20.18.14 จอรับภาพแบบไฟฟ้า (ELECTRIC SCREEN)

- เป็นจอรับภาพแบบกะทัดรัดชนิดควบคุมการดึงจอภาพลง และม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเหมาะสำหรับใช้งานหนัก
- มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นชนิดที่สามารถหมุนย้อนกลับได้ ซึ่งสามารถควบคุมการหยุดของจอได้ทุกตำแหน่ง และหยุดจออัตโนมัติเมื่อขึ้นสุดหรือลงสุด
- เนื้อจอสีขาว ทำจากวัสดุ FIBER GLASS MATT WHITE ด้านหลังเคลือบสีดำซึ่งทนต่อการฉีกขาด และป้องกันการติดไฟและสามารถทำความสะอาดได้
- สามารถติดตั้งได้กับผนัง หรือ เพดาน
- ขนาดของจอให้ดูจากแบบรูปรายการ
- ใช้ไฟฟ้า 230 VOLT 50Hz

20.18.15 จอรับภาพแบบมือดึง (MANUAL SCREEN)

- เป็นจอรับภาพแบบกะทัดรัดชนิดควบคุมการดึงจอภาพลง และม้วนเก็บด้วยมือ
- เนื้อจอสีขาว ทำจากวัสดุ FIBER GLASS MATT WHITE ด้านหลังเคลือบสีดำซึ่งทนต่อการฉีกขาด และป้องกันการติดไฟและสามารถทำความสะอาดได้
- สามารถติดตั้งได้กับผนัง หรือ เพดาน
- ขนาดของจอให้ดูจากแบบรูปรายการ

20.18.16 DVD PLAYER

- เล่นได้ทั้งแผ่น DVD-R/ DVD-RW/ DVD+RW/ DVD-V/ SVCD/ Video-CD/ MP3/ CD-R/ CD-RW/ JPEG
- ระบบแปลงสัญญาณภาพ DAC ขนาด 12 bit / 108 MHz หรือดีกว่า
- มี Video Equalizer ปรับแต่งภาพให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
- ระบบค้นหาภาพ Advanced Smooth Scan / Smooth Slow / Step Search / Unlocked Search/ Instant Replay
- ระบบแปลงสัญญาณเสียง Audio DAC ขนาด 192 kHz./ 24 bit หรือดีกว่า
- ช่องต่อสัญญาณออกเพื่อรองรับสัญญาณเสียง DTS Digital Output (48kHz/16 bit Digital Output)
- ฟังก์ชัน Karaoke ตัดและเลือกเสียงร้อง Vocal Select
- ช่องเสียบ USB อย่างน้อย 2 ช่อง

20.19 งานระบบภาพและเสียงห้องประชุม

20.19.1 เครื่องขยายเสียงครบวงจรขนาด 120 วัตต์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- กำลังขับไม่น้อยกว่า 120 วัตต์
- มีช่องต่อไมโครโฟนได้ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- มี Auxiliary input ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มี REC OUT เพื่อบันทึกเสียง
- สามารถแยกโซนเสียงได้ 2 โซน หรือดีกว่า
- ความเพี้ยนของสัญญาณไม่เกิน 2% ที่ 1 kHz
- ความถี่ตอบสนองไม่แคบกว่า 50-20,000 Hz
- มี Phantom Power

20.19.2 ลำโพงสองทางขนาด 6 นิ้ว จำนวน 2 คู่ มีคุณสมบัติดังนี้

- ตัวตู้ทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทานการขีดข่วนและกันความชื้นได้ หรือดีกว่า
- สามารถทำงานร่วมกับเครื่องขยายเสียงขนาด 300 วัตต์ได้
- ขนาดของลำโพงเสียงต่ำ ไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว
- ขนาดของลำโพงเสียงสูง ไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว
- มุมกระจายเสียง (Coverage angle) ไม่น้อยกว่า 105 องศา
- ค่าความต้านทานไม่น้อยกว่า 8 โอห์ม
- ความถี่ตอบสนองไม่แคบกว่า 60Hz – 20kHz
- ระดับความดังของเสียง (MAX SPL) ไม่น้อยกว่า 110 dB

20.19.3 ลำโพงผ้าเพดาน จำนวน 6 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นลำโพงติดเพดานชนิด Full-Range
- ลำโพงเสียงทุ้มขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว (Polypropylene Cone with Butyl Rubber Surround)
- Effective frequency range ไม่น้อยกว่า 70 Hz – 16 kHz
- Maximum continuous SPL ไม่น้อยกว่า 101 dB
- Maximum peak SPL ไม่น้อยกว่า 107 dB
- Broad-band sensitivity ไม่น้อยกว่า 89 dB SPL
- ทนกำลังขยาย Rated noise Power ไม่น้อยกว่า 16 วัตต์
- มุมกระจายเสียง Coverage angle ไม่น้อยกว่า 140 องศา
- ความต้านทาน Rated impedance 8 โอห์ม
- สามารถปรับเลือกการใช้งานแบบ 70V กับ 100V ได้

- ลำโพงทำด้วยวัสดุ Painted ABS Polymer
- 20.19.4 ไมโครโฟนมือถือแบบมีสาย จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นไมโครโฟนชนิด Dynamic หรือดีกว่า
 - ความถี่ตอบสนองไม่แคบกว่า 60 – 13,000 Hz
 - ทิศทางการรับสัญญาณ แบบ Cardioid
 - ความไวในการรับสัญญาณ –55 dB (1.7 mV) at 1 Pascal
 - ความต้านทาน 600 Ohms
 - มีสวิตช์ปิด-เปิด
- 20.19.5 ไมโครโฟนมือถือแบบไร้สาย (แบบคู่) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นชุดไมโครโฟนไร้สายประกอบด้วย เครื่องรับ 1 เครื่อง ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ 2 ตัว
 - มีระบบ Automatic Frequency Selection
 - เป็นไมโครโฟนไร้สายย่านความถี่ DIGITAL 2.4 GHz
 - ค่าความเพี้ยนของสัญญาณไม่เกิน 0.05%
 - ความถี่ตอบสนองไม่แคบกว่า 20Hz – 20kHz
 - สามารถเลือกความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่อง
 - ตัวรับสัญญาณ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) สามารถรับสัญญาณแบบ Diversity หรือดีกว่า
 - (2) มีช่องต่อ Remote receiver connector ชนิด RJ 45
 - ไมโครโฟน มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) กำลังส่งไม่น้อยกว่า 10 mW
 - (2) สามารถใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ชนิด AA ได้
- 20.19.6 อุปกรณ์ปรับแต่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลและการควบคุม จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัลที่มี DSP ในตัว
 - รองรับ Analog I/O ได้สูงสุด 24 Channels
 - รองรับ Network Audio ได้สูงสุด 128 x 128 Channels
 - รองรับ Acoustic Echo Cancelling สูงสุด 16 Channels
 - รองรับ USB Audio ได้สูงสุด 16 x 16 Channels
 - รองรับ GPIO Logic ได้สูงสุด 16 x 16 Ports
 - รองรับ VoIP

- มีช่องเชื่อมต่อโทรศัพท์ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องเชื่อมต่อระบบ Network แบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องเชื่อมต่อ RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีไฟแสดงสถานะการทำงาน
 - ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารรับรองการมีอะไหล่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี นับจากวันหมดระยะเวลารับประกันตามสัญญา โดยเอกสารดังกล่าว จะต้องเป็นเอกสารตัวจริงที่ออกเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะจากบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต หรือในกรณีที่ไม่มีบริษัทประจำ ประเทศไทยของผู้ผลิตให้สามารถใช้เอกสารจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทยของผู้ผลิตได้ และจะต้องยื่นเอกสารนี้พร้อม เอกสารเสนอราคา
- 20.19.7 จอควบคุมแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นอุปกรณ์ควบคุมแบบสัมผัสหน้าจอ ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
 - เป็นจอชนิด LCD หรือดีกว่า
 - Resolution ของจอไม่น้อยกว่า 800 x 600 pixels
 - ความสว่างของจอไม่น้อยกว่า 400 nits
 - รองรับไฟล์รูปภาพ .png และ .jpg เป็นอย่างน้อย
 - รองรับ POE
 - มีช่องต่อ LAN แบบ RJ45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - มีช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 20.19.8 จอรับภาพขนาด 130 นิ้ว แบบมอเตอร์ชนิด Wide Screen จำนวน 1 จอ มีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นจอรับภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 130 นิ้ว
 - สามารถควบคุมการดึงจอภาพลงและม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
 - เนื้อจอสีขาว Matt White หรือดีกว่า
 - เนื้อจอเป็นชั้นเดียวไม่มีรอยต่อ ขอบจอและด้านหลังจอเคลือบสีดำ
 - สามารถติดตั้งกับผนัง หรือ เพดานได้
- 20.19.9 จอแสดงผลด้านข้างขนาด 60 นิ้ว พร้อมขาแขวนผนัง จำนวน 2 จอ มีคุณสมบัติ ดังนี้
- เป็นจอแสดงผลสัญญาณภาพ ชนิด LED หรือดีกว่า
 - ขนาดไม่น้อยกว่า 60 นิ้ว (วัดตามแนวเส้นทแยงมุม)

- รองรับการแสดงผลในแบบ 16:9
 - ความละเอียดของการแสดงผล (Resolution) ไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 จุด
 - มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบ HDMI เป็นอย่างน้อย
- 20.19.10 เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ชนิด WXGA ขนาดไม่น้อยกว่า 5000 ANSI Lumens จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- ให้ความละเอียดภาพไม่น้อยกว่าระดับ WXGA (1,280 x 800 Dots)
 - ให้ความสว่างไม่น้อยกว่า 5000 ANSI lumens
 - อัตราความคมชัด (Contrast ratio) ไม่น้อยกว่า 16,000 : 1
 - มีการกระจายแสง (Uniformity) ไม่น้อยกว่า 85%
 - สามารถฉายภาพได้ตั้งแต่ขนาด 30 นิ้ว จนถึง 300 นิ้ว หรือดีกว่า
 - มีช่องต่อสัญญาณ ดังต่อไปนี้
 - (1) ช่องต่อ HDMI ขาเข้า ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
 - (2) ช่องต่อสัญญาณ Computer ขาเข้า ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
 - (3) ช่องต่อสัญญาณ VIDEO ขาเข้า ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
 - (4) ช่องต่อ Serial ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ สำหรับควบคุมการทำงานจากภายนอก
 - (5) ช่องต่อ RJ-45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ สำหรับเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์
 - มีฟังก์ชันการแก้ไข Key Stone ในแนวตั้งไม่น้อยกว่า ± 35 องศา และแนวนอนไม่น้อยกว่า ± 35 องศา
 - มีระบบ Direct Power Off สามารถทำการปิด Main Power ได้ทันทีหลังจากใช้งาน
 - ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารรับรองการมีอะไหล่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี นับจากวันหมดระยะเวลารับประกันตามสัญญา โดยเอกสารดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารตัวจริงที่ออกเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะจากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต หรือในกรณีที่ไม่มีบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิตให้สามารถใช้เอกสารจากบริษัทผู้แทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทยของผู้ผลิตได้ และจะต้องยื่นเอกสารนี้พร้อมเอกสารเสนอราคา

- 20.19.11 อุปกรณ์นำเสนองานแบบไร้สาย จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
- สามารถส่งสัญญาณภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือ Mobile Device ไปยังเครื่องโปรเจคเตอร์ โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายได้
 - สามารถแสดงสัญญาณภาพที่เป็นวิดีโอ หรือสื่อมัลติมีเดียได้
 - รองรับการ Mirror หน้าจอของอุปกรณ์ IOS Devices ได้เป็นอย่างดี
 - มี Memory ไม่น้อยกว่า 2GB
 - Storage มีความจุไม่น้อยกว่า 32GB
 - มีช่องต่อสัญญาณขาออกเป็นแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ
 - มีช่องต่อสัญญาณขาออกเป็นแบบ mini DisplayPort อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ
 - มีช่องต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (LAN) แบบ RJ45 อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ
- 20.19.12 อุปกรณ์เลือกสัญญาณภาพแบบ Scaling Switcher จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้
- มีพอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้า ดังต่อไปนี้
 - (1) พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณ HDMI ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
 - (2) พอร์ตเชื่อมต่อที่สามารถรองรับสัญญาณได้ทั้ง RGBcvs ,component video ,S-Video และ Composit video ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
 - (3) พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณ DTP หรือ HD-BaseT ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
 - มีพอร์ตสัญญาณขาออก ดังต่อไปนี้
 - (1) พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณ HDBaseT ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
 - (2) พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
 - มีพอร์ตเชื่อมต่อแบบ RS-232 สำหรับเชื่อมต่อการควบคุมภายนอก
 - มีพอร์ตเชื่อมต่อ Ethernet อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - สามารถรวมเสียงจากสัญญาณขาเข้าแบบอนาล็อก (embedded) ไปยังสัญญาณขาออกแบบ HDMI ได้
 - สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ระบบเสียงแบบ Phantom power +48vDC ได้
 - รองรับระบบ EDID หรือดีกว่า
 - มีฟังก์ชัน Auto input memory สำหรับบันทึกการตั้งค่าครั้งสุดท้าย

20.19.13 อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณภาพผ่านสายทองแดงดีเกสียว (Wall Plate) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถรองรับสัญญาณสูงสุดได้ถึงระดับ 1920 x 1200 หรือ 1080p
- สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสูงสุดไม่น้อยกว่า 70 เมตร
- รองรับ HDCP
- รองรับ EDID
- มีช่องต่อสัญญาณแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณแบบ VGA หรือ HD15Pin อย่างน้อย 1 ช่องสัญญาณ
- รองรับ Maximum data rate ที่ 6.75 Gbps เป็นอย่างน้อย

20.19.14 อุปกรณ์บันทึกภาพและเสียงเพื่อการประชุม จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- รองรับการบันทึกภาพลงในหน่วยบันทึกข้อมูลภายในได้
- มีหน่วยบันทึกข้อมูลภายใน ขนาดไม่น้อยกว่า 30GB
- มีช่องต่อ USB สำหรับการบันทึกข้อมูลภายนอกได้
- มีช่องต่อสัญญาณขาเข้า แบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง
- มีช่องต่อสัญญาณขาออก แบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง
- มีช่องสำหรับต่อ Keyboard และ Mouse ภายนอกได้
- มีช่องเชื่อมต่อแบบ RS-232 สำหรับเชื่อมต่อการควบคุมภายนอก
- มีช่องต่อ Ethernet Switch แบบ 10/100/1000Base-T อย่างน้อย 1 ช่อง
- รองรับสัญญาณขาเข้าได้ตั้งแต่ระดับ 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p, 640x480 to 1920x1200 เป็นอย่างน้อย
- รองรับการบีบอัดสัญญาณภาพ แบบ H264 หรือดีกว่า
- อัตราการส่งข้อมูลภาพ ที่ 200 kbps-10 Mbps หรือดีกว่า
- อัตราการแสดงผลภาพ Video Output 30 frame/sec. หรือดีกว่า
- รองรับการบีบอัดสัญญาณเสียงแบบ AAC-LC MPEG-4 หรือดีกว่า
- อัตราการส่งข้อมูลเสียง ที่ 80kbps-320kbps หรือดีกว่า
- Sampling Rate ของสัญญาณเสียง 16 bit, 48kHz หรือดีกว่า
- รองรับการแพร่ภาพบน network ทั้งแบบ unicast และ multicast
- รองรับ File Transfer Protocol แบบ FTP , SFTP และ CIFS เป็นอย่างน้อย
- มีฟังก์ชันการทำงาน Audio mixing and DSP

20.19.15 อุปกรณ์สลับสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาด 24 พอร์ต จำนวน 1 เครื่อง
มีคุณสมบัติดังนี้

- รองรับการทำ Stacking หรือ Virtual Chassis ระหว่างอุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชุด โดยเป็นพอร์ต Stack หรือ Virtual Chassis โดยเฉพาะ และสามารถทำงานในระดับ Layer 2 และ Layer 3 เป็นอย่างน้อย
- มีขนาด Switch Fabric หรือ Switch Capacity ไม่น้อยกว่า 128 Gbps และรองรับ Forwarding Rate หรือ Throughput สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 95 Mpps
- มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000BaseT จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ SFP จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต และรองรับการเพิ่ม License สำหรับ upgrade เป็น 10 Gigabit Ethernet ได้
- สนับสนุนจำนวน MAC Address ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16,000 Address
- สามารถทำ IPv4 routing protocol ได้แก่ Policy-Based Routing (PBR), Static, RIPv1, RIP2, VRRPv2 และ IPv6 routing protocol ได้แก่ RIPng, VRRPv3 ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ IP Multicast protocol ได้แก่ IGMPv3 และ MLD Snoopingได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4,000 VLAN
- สามารถทำงานแบบ Per-VLAN spanning tree (PVST+) ได้
- สามารถทำงานแบบ Multiple VLAN Registration Protocol (MVRP) ได้
- สามารถทำ Quality of Service (QoS) ได้ ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p, ToS, DSCP และมี Queue ไม่น้อยกว่า 8 ระดับต่อพอร์ต (Hardware Based)
- สามารถกำหนดการป้องกันการส่งผ่านข้อมูลด้วย Access Control List (ACL) ในระดับ Layer 2-4, IPv6 ได้
- สามารถส่งข้อมูลสถิติการใช้งานเครือข่ายแบบ NetFlow หรือ S-Flow ได้
- สามารถทำฟังก์ชัน UDLD, DHCP snooping, Dynamic ARP Protection, STP root guard, BPDU guard หรือ BPDU blocking หรือ BPDU shutdown port, Loopback Detection หรือ Loop guard และ Port security ได้
- สามารถทำงานแบบ Link aggregation ได้ไม่น้อยกว่า 32 group
- สามารถทำงานแบบ Uni-Directional Link Detection (UDLD) ได้
- สามารถทำ Traffic Control เพื่อป้องกันการโจมตีแบบ DoS ได้

- สามารถทำ Simplify NAC หรือ Pre-NAC ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ Network Access Profile หรือ User Network Profile เพื่อกำหนดนโยบายการใช้งานของกลุ่ม User ในเรื่อง VLAN, MAC Authentication, Access Control และ Bandwidth Control หรือ QoS ได้เป็นอย่างน้อย โดยสามารถกำหนด Profile ที่ Network Management ของอุปกรณ์ได้ ถ้าไม่สามารถทำได้ สามารถนำเสนอ Access Control Server/Software เพิ่มเติมได้
- อุปกรณ์สามารถรองรับการเพิ่ม License สำหรับทำ dual-home Link, 802.1ag, 803.ah, ITU-T G.8032 และ Dying Gasp ได้
- อุปกรณ์สามารถรองรับการทำงาน Openflow ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับ Airgroup Network Service สำหรับ Bonjour Protocol
- รองรับ Digital Diagnostic Monitoring (DDM) เพื่อวิเคราะห์ปัญหาของสัญญาณบนการเชื่อมต่อผ่าน Fiber Optic
- รองรับ Time Domain Reflectometry (TDR) เพื่อระบุการขาดของสายทองแดง
- รองรับ Two-Way Active Measurement Protocol
- รองรับ IP Source Filtering Drop-Log
- รองรับ Case Sensitive MAC Authentication
- รองรับการทำงาน DHCP Server, DHCP Snooping และ DHCP Relay
- รองรับ Network Address Translation ได้
- อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานแบบ Dual-Home Link ได้
- อุปกรณ์สามารถกำหนดสิทธิ์ User ตามประเภทการทำงานของอุปกรณ์ ได้แก่ System, Physical, Network, Layer-2, DNS และ QoS Policy ได้เป็นอย่างน้อย
- อุปกรณ์สามารถกำหนดคุณลักษณะของ User และ Password ได้แก่
 - (1) ความยาวน้อยที่สุดของ Password
 - (2) ห้ามใช้ Username เป็น Password
 - (3) จำนวนอักษร Uppercase, Lower Case, ตัวเลข, และ Non-Alphabet น้อยสุดที่ต้องมีใน Password
 - (4) จำนวนครั้งสูงสุด ที่นำ Password เดิมมาใช้ซ้ำ
 - (5) จำนวนครั้งสูงสุดที่ Login Fail ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้

- รองรับการบริหารจัดการ และ Configure อุปกรณ์ ผ่าน Telnet, Secure Shell, CLI, และ Web Baseทั้งแบบ HTTP และ HTTPS เป็นอย่างน้อย
- รองรับการลง Operating System แบบ Harden ซึ่งผ่านการตรวจสอบจาก Independent Group เพื่อความปลอดภัย ทั้งเรื่อง Software Architecture Review, Source Code Analysis และ Vulnerability Scanning รวมทั้งทำ Software diversification randomizes the executable program
- รองรับระบบจ่ายไฟสำรอง (Redundant Power Supply)
- มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต เพื่อรองรับการทำ Recovery หรือ Upgrade
- เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบัน CSA, EN, UL, CE, UL-GS Mark, Germany และ FCC เป็นอย่างน้อย
- บริษัทที่นำเสนอจะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ ในการสนับสนุนทางเทคนิค จากบริษัทผู้ผลิตฯ โดยระบุโครงการนี้

20.19.16 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- รองรับการคลื่นความถี่วิทยุในการรับ-ส่ง สัญญาณข้อมูล โดยใช้ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ได้พร้อมกัน
- รองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.11g IEEE802.11n และ IEEE802.11ac และสนับสนุนการทำ MIMO Technology แบบ 4x4 ได้เป็นอย่างน้อย
- มี Antenna ที่เป็นแบบ Omni-Directional Antenna แบบ 4X4 MIMO data rate up to 1700Mbps เป็นอย่างน้อยสำหรับย่านความถี่ 5 GHz และ แบบ 2X2 MIMO data rate up to 400Mbps เป็นอย่างน้อยสำหรับย่านความถี่ 2.4 GHz
- อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.3af และ IEEE802.3at ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำงานเป็น Access Point และตัวตรวจสอบการโจมตี (Wireless Intrusion) ได้
- สามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มลดความแรงในการส่งสัญญาณได้ สำหรับควบคุมการส่งสัญญาณให้เข้ากับพื้นที่ติดตั้ง

- อุปกรณ์ต้องมี Policy Enforcement Firewall เพื่อกำหนดสิทธิ์การใช้งานของแต่ละ user ได้เป็นอย่างดี
 - อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการบริหารจัดการ Transmit Power และ Channel ได้โดยอัตโนมัติ
 - อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Wireless Intrusion detection และ prevention เช่น Rogue Detection ได้เป็นอย่างดี
 - อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งาน (operating temperature) ที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส
 - ได้รับการรับรองตามข้อกำหนดตามมาตรฐาน UL, EN และ FCC ที่เกี่ยวข้อง
- 20.19.17 อุปกรณ์ประกอบการติดตั้งและการทดสอบระบบ จำนวน 1 ระบบ มีคุณสมบัติดังนี้
- สายที่เดินภายนอกตัวอาคาร จะต้องเดินภายในท่อที่สามารถป้องกันภัยจากธรรมชาติ ได้เป็นอย่างดี โดยในส่วนของสายที่จะต้องถูกระทบจากความชื้น จะต้องเดินภายใน IMC conduit
 - สายที่เดินภายนอกตัวอาคาร แต่อยู่ในบริเวณที่เป็นกันสาด หรือ บริเวณที่ไม่ต้อง ลมพัด ความชื้น อาจจะใช้ท่อ EMT หรือ IMC conduit
 - สายภายในฝ้าเพดานทั้งหมดจะต้องเดินภายในท่อ EMT หรือ ท่ออ่อน (flex)
 - สายที่เดินลงมาจากบนเพดานต้องเดินให้เรียบร้อยโดยใช้รางหรือวัสดุหรือที่เหมาะสมกับสภาพห้องพร้อมทั้งเก็บสี
 - ผู้รับจ้างจะต้องเดินสาย เชื่อมจากจุดควบคุมไปยัง จุดใช้งานตามตำแหน่งของอุปกรณ์ พร้อมเข้าหัวสาย (Terminated) ให้พร้อมใช้งานโดย
 - สายสัญญาณภาพ มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) เป็นสายสัญญาณ Coaxial ชนิด RG-59 หรือดีกว่า
 - (2) มีค่าความต้านทานไม่น้อยกว่า 75 โอห์ม
 - (3) มีซิลด์ไม่น้อยกว่า 95 %
 - (4) มีอัตราลดทอนสัญญาณ ที่ความถี่ 1000MHz ในระยะ 100 M ไม่เกิน 27 dB
 - (5) มีอัตราลดทอนสัญญาณ ที่ความถี่ 1MHz ในระยะ 100 M ไม่เกิน 2 dB
 - สายสัญญาณสำหรับสัญญาณคอมพิวเตอร์ (VGA) มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) เป็นสายสัญญาณชนิดมีซิลด์ป้องกันสัญญาณรบกวน หรือดีกว่า
 - (2) มีแกนกลาง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 แกนเป็นแบบ Coaxial และ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 แกนเป็นแบบ Control wires

- (3) มีชีลด์ทำจากฟรอยหุ้มด้วยทองแดงถัก หรือดีกว่า
- (4) ฉนวนด้านนอกทำจากวัสดุ PVC สีดำหรือดีกว่า
- สายสัญญาณเสียง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) มีแกนนำสัญญาณเป็น Tinned Copper หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
 - (2) เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 4.5 mm.
 - (3) มีชีลด์เป็น Aluminum Foil หรือดีกว่า
 - (4) เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
- สายสำหรับลำโพง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) มีแกนนำสัญญาณเป็น Tinned Copper หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 18 AWG
 - (2) เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 5.5 mm.
 - (3) มีชีลด์เป็น Aluminum Foil หรือดีกว่า
 - (4) เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
- สายไมโครโฟน มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - (1) มีแกนนำสัญญาณเป็น Tinned Copper หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 22 AWG
 - (2) เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไม่น้อยกว่า 6.0 mm.
 - (3) มีชีลด์เป็น Aluminum Foil หรือดีกว่า
 - (4) เปลือกหุ้มทำจากวัสดุ PVC หรือ PE หรือดีกว่า
 - (5) มีมาตรฐาน UL รับรองคุณภาพ เป็นอย่างน้อย
- ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งครุภัณฑ์ ที่สามารถเชื่อมต่อระบบให้สามารถใช้งานได้

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

21.1 ความต้องการทั่วไป

- 21.1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหาและติดตั้งตัวอุปกรณ์ ระบบควบคุมและจัดการพลังงาน เพื่อให้ใช้งานได้ สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง
- 21.1.2 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้จะต้องได้มาตรฐานรับรองจาก AS (Australian Standard) หรือ European Standard
- 21.1.3 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

21.2 ขอบเขต

- 21.2.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตามที่ระบุในแบบและที่ระบุตามข้อกำหนดนี้
- 21.2.2 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการใช้งานของระบบดังกล่าวจนสามารถใช้งานได้ตรงตามข้อกำหนดนี้
- 21.2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนี้ให้กับผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด
- 21.2.4 ผู้รับจ้างต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานผู้ดูแลระบบนี้ของผู้ว่าจ้าง ให้รู้วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษา

21.3 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

- 21.3.1 ระบบต้องสามารถควบคุมได้แบบอิสระ คือ ผ่านแผงสวิตช์รวม สวิตช์ตามจุด หรือ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ และต้องสามารถสั่งงานจากสวิตช์ตามจุดได้ เมื่อไม่มีคอมพิวเตอร์ หรือ กรณีคอมพิวเตอร์เกิดขัดข้อง
- 21.3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องได้ตามมาตรฐานที่กำหนด (โดยอ้างตามมาตรฐานของผู้ผลิตระบบควบคุมและจัดการพลังงาน)
- 21.3.3 ชุดซอฟต์แวร์ ต้องสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้
 - สามารถแสดงภาพ Floor Plan ในแต่ละชั้น หรือ พื้นที่ พร้อมสามารถควบคุมและดูสถานะการเปิด-ปิด ได้
 - สามารถตั้งโปรแกรมเวลาการเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 10 ช่วงเวลา ในแต่ละวัน

- สามารถกำหนดปุ่มเปิด-ปิด ได้ตามต้องการ เช่น 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด 1 วงจร (Individual Control) หรือ 1 ปุ่มให้ทำการเปิด-ปิด หลายๆ วงจร (Group Control)
- 21.3.4 การตั้ง Address สามารถโปรแกรม หรือ เปลี่ยนแปลงโปรแกรม ได้จาก ห้องควบคุมหลัก โดยการโปรแกรมผ่านทาง Computer
- 21.3.5 ระบบต้องมีความเชื่อถือได้ โดยอุปกรณ์ทุกตัวต้องมี CPU Built-in อยู่ภายในและ ถ้าหาก CPU ตัวหนึ่งตัวใดเสีย หรือ ชัดข้อง จะต้องไม่ทำให้ระบบมีปัญหา หรือ หยุดทำงาน
- 21.3.6 หน่วยความจำที่ใช้ในระบบต้องเป็นแบบ non-volatile memory (EEPROM) เพื่อ รองรับกรณีที่ไฟฟ้าดับ ซึ่งข้อมูลที่ถูกรหัสไว้ในอุปกรณ์จะต้องไม่สูญหาย
- 21.3.7 สวิตช์แต่ละตัวต้องสามารถทำหน้าที่ให้ทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดได้ เช่น เป็น สวิตช์เปิด-ปิด (on/off), สวิตช์หรี่ไฟ (Dimming), สวิตช์เปิด-ปิดเป็นกลุ่ม (Group) หรือ สวิตช์หน่วงเวลา (Delay Time) ภายในตัวเดียวกัน เพื่อความยืดหยุ่นในการ ออกแบบ ติดตั้ง หรือ ใช้งาน
- 21.3.8 ชูตรีเลย์ (Relay Unit)
 - ต้องมีขนาดหน้าสัมผัสทนกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 10A. หรือ 20A.
 - รีเลย์ต้องสามารถตั้งเงื่อนไขการทำงานเพื่อรองรับกรณีไฟฟ้าดับได้ เช่น กรณีเกิดไฟฟ้าดับแล้วกลับมา รีเลย์ต้องสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ว่า จะให้ เปิด หรือ ปิด หรือ คงสภาวะเดิม
- 21.3.9 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
- 21.3.10 สายสัญญาณควบคุมที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ให้ใช้สาย UTP Cat.5 โดยให้ เดินแยกท่อกับสายระบบอื่น
- 21.3.11 ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ ถึง อุปกรณ์ ต้องสามารถเดินได้ไกลถึง 1,000 เมตร (แต่ถ้าเกินจากที่กำหนดจะต้องออกแบบให้ใช้ Network Bridge เพื่อเพิ่มระยะทาง)
- 21.3.12 สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ จะต้องมีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 1 มม. และ ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม

21.4 อุปกรณ์ในระบบประกอบด้วย

- 21.4.1 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)
- 21.4.2 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)
- 21.4.3 สวิตช์ตามจุด และ/หรือ อุปกรณ์ตรวจจับ
- สวิตช์ตามจุด (Key Input Unit) จำนวนตามแบบ
 - สวิตช์บรรยากาศ (Scene Switch) ถ้ากำหนดให้มี
 - ตัวตรวจจับแสง (Light Level Sensor) ถ้ากำหนดให้มี
 - ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหว (Occupancy Sensor) ถ้ากำหนดให้มี

21.5 การติดตั้งและทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบนี้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต ในกรณีอุปกรณ์ประกอบ หรือ การติดตั้งอื่นใดที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในรายละเอียด ให้ยึดถือแบบอุปกรณ์ประกอบของระบบเป็นหลัก

22. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะหลอดไฟฟ้า LED พร้อมติดตั้ง

22.1 คุณลักษณะทางเทคนิค

22.1.1 หลอดไฟ LED ชนิด STD 1200 mm ค่ากำลังไฟฟ้าไม่เกิน 18W±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 ± 500
- มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากแรงดัน (Surge Protection) 2 kV และมีวงจรป้องกันการลัดวงจร
- ช่วงอุณหภูมิขณะทำงาน (Operating temperature) อยู่ระหว่าง 0–45 องศาเซลเซียส
- ตัวหลอดไฟมีสีขาวขุ่น ทามาจากโพลีคาร์บอเนตและไม้นาไฟไฟ
- ชุดหลอด LED ต้องมีใบอนุญาตตามมาตรฐาน มอก.1955–2551 (บริษัทที่ส่องสว่างและบริษัทที่คล้ายกัน : ชิดจากัดสัญญาณวิทย์)
- 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

22.1.2 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
- 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 : ชิดจากัดสัญญาณวิทยุ)
- ชนิดหัวหลอด 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

22.2 เงื่อนไขทั่วไป

- 22.2.1 รับประกันผลิตภัณฑ์ 5 ปี เบื้องต้นให้ทางผู้ขายสำรองหลอด LED ใช้งาน 2% ของจำนวนหลอดทั้งหมดที่ติดตั้ง สำหรับการซ่อมแซมความชำรุดของวัสดุ อุปกรณ์ที่ติดตั้ง ผู้ขายจะต้องดำเนินการภายใน 5 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งจากทางสถาบัน หรือสถาบันจะดำเนินการเปลี่ยนเองโดยใช้หลอดไฟที่สำรองไว้ และส่งคืนหลอดที่เสีย ซึ่งผู้ขายจะต้องจัดหาทดแทนให้มีจำนวนสำรองเท่าเดิม
- 22.2.2 จะต้องติดตั้งหลอด LED แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมของสถาบันฯ และต้องถอด ballast และ Starter รวมทั้งหลอดเดิมออกให้เรียบร้อย
- 22.2.3 ผู้ขายจะต้องรับซื้อวัสดุที่ได้จากการรีไซเคิลหลอดไฟฟ้าเดิม ที่สถาบันไม่ประสงค์จะใช้งานตามราคาตลาด หรือกรณีที่ไม่สามารถรับซื้อได้ ผู้ขายจะต้องขนย้ายและนำไปกำจัดโดยต้องแนบเอกสารโรงงานที่ได้รับใบอนุญาตตามหลักเกณฑ์การกำจัดวัสดุที่มีพิษตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ มาพร้อมกับเอกสารเสนอราคา พร้อมใบรับรองยินยอมจากโรงงานที่จะรับหลอดไฟของเดิมที่รีไซเคิลไปทำลายตามกระบวนการของโรงงานที่ได้รับมาตรฐานดังกล่าว
- 22.2.4 ผู้ขายต้องรับผิดชอบกรณีที่หาซื้อหลอดไฟที่ทำการเปลี่ยนเสียหาย
- 22.2.5 การต่อสายต้องใช้ข้อต่อหรือไวร์นัท
- 22.2.6 ผู้เสนอราคาต้องแนบรายงานผลการทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test Reports) ของหลอดไฟฟ้า LED ว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อ 4.1, ข้อ 4.2 จากห้องปฏิบัติการของราชการ หรือห้องปฏิบัติการภายใต้การกำกับของรัฐ หรือ

ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 17025
หรือห้องทดสอบที่ได้มาตรฐาน ISO/IEC17025

- 22.2.7 เม็ด LED (LED Chip) มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง ซึ่งยังคงค่าลักษณะการส่องสว่างอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 พร้อมแนบเอกสารรับรองผลการทดสอบค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES LM-80 และคำนวณอายุตามมาตรฐาน IES TM-21 จากผู้ผลิตเม็ด LED ได้แก่ Nichia หรือ Cree หรือ Lumiled หรือ LG หรือ Osram หรือเทียบเท่า

23. มาตรวัดแบบดิจิตอล (DIGITAL METER)

23.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องมือวัดต้องเป็นแบบดิจิตอลและสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ใช้สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไข ดังต่อไปนี้:

23.1.1 มาตรฐาน

เครื่องมือวัดดิจิตอลต้องผลิตและรับรองจากมาตรฐานสากลคุณภาพจากยุโรปหรืออเมริกาและตามมาตรฐานการทดสอบความแม่นยำ (ACCURACY) จาก UL OR IEC:

ACTIVE ENERGY CLASS : IEC62053-22 CLASS 0.5S

REACTIVE ENERGY CLASS : IEC62053-24 CLASS 2

23.1.2 มาตรวัดแบบดิจิตอลสำหรับแผงสวิตช์จ่ายไฟ (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/HR 50A, 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)

24. เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า (POWER QUALITY METER)

คุณสมบัติตามรายการดังต่อไปนี้

24.1 มาตรฐานความปลอดภัย

- 24.1.1 IEC 61010-1 (ข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับการตรวจวัดทางไฟฟ้า)
- 24.1.2 IEC 61010-2-30 (ข้อกำหนดความปลอดภัยเฉพาะสำหรับการตรวจวัดทางไฟฟ้า)
- 24.1.3 IEC 62052-11 (การทดสอบและเงื่อนไขการทดสอบสำหรับมิเตอร์ไฟฟ้า)
- 24.1.4 IEC 62052-31 (ข้อกำหนดความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์สำหรับมิเตอร์ไฟฟ้า)

24.2 มาตรฐานความสามารถในการทนแม่เหล็กไฟฟ้า (ELECTROMAGNETIC IMMUNITY)

- 24.2.1 IEC 61000-4-2 (การทดสอบการคายประจุไฟฟ้าสถิต)
- 24.2.2 IEC 61000-4-3 (การทดสอบความสามารถในการทนการแผ่รังสีสนามแม่เหล็ก)
- 24.2.3 IEC 61000-4-4 (การทดสอบความสามารถในการทนแรงดันทรานเซียนท์)
- 24.2.4 IEC 61000-4-5 (การทดสอบความสามารถในการทนแรงดันลื่นไหว)
- 24.2.5 IEC 61000-4-6 (การทดสอบความสามารถในการทนการเหนี่ยวนำจากแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายตัวนำ)
- 24.2.6 IEC 61000-4-7 (การทดสอบการวัดฮาร์โมนิกส์และอินเตอร์ฮาร์โมนิกส์)
- 24.2.7 IEC 61000-4-8 (การทดสอบความสามารถในการทนสนามแม่เหล็กจากระบบไฟฟ้า)
- 24.2.8 IEC 61000-4-11 (การทดสอบความสามารถในการทนต่อแรงดันตก แรงดันไฟฟ้าหายไปชั่วขณะ และแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง)
- 24.2.9 IEC 61000-4-12 (การทดสอบความสามารถในการทนต่อคลื่นแอมแปร์ที่ถูกรบกวน)

24.3 มาตรฐานการปล่อยแม่เหล็กไฟฟ้า

- 24.3.1 IEC 61000-3-2 (ขีดจำกัดในการปล่อยกระแสฮาร์โมนิกส์ สำหรับอุปกรณ์ขนาดน้อยกว่า 16 แอมแปร์ต่อเฟส)
- 24.3.2 IEC 61000-3-3 (ขีดจำกัดที่ทำให้เกิดแรงดันกระเพื่อมและการแปรเปลี่ยนของแรงดันในระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำ สำหรับอุปกรณ์ขนาดน้อยกว่า 16 แอมแปร์)

24.4 มาตรฐานการตรวจวัด

- 24.4.1 IEC 61000-4-30, EDITION 2, CLASS S รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 24.4.2 IEC 62053-22, CLASS 0.2S รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 24.4.3 IEC 62053-23, CLASS 2S รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ
- 24.4.4 IEC 62053-24, CLASS 0.5S

24.4.5 IEC/EN 61557-12

24.5 มาตรฐานการสื่อสาร

24.5.1 IEC 61850 รับรองโดยสถาบันที่น่าเชื่อถือ

24.5.2 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า (POWER QUALITY METER) ควรจะมีคุณสมบัติตามรายการดังต่อไปนี้

- เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ STRUXUREWARE POWER MONITORING EXPERT หรือ POWER SCADA EXPERT ได้โดยไม่ต้องดัดแปลงใดๆ
- ช่องรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า
- มีช่องรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า ไม่น้อยกว่า 3 ช่องรับ และช่องรับกระแสไฟฟ้าขาเข้า ไม่น้อยกว่า 4 ช่องรับ
- สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้า ได้ถึง 347 VLN/600 VLL (UL) และ 400 VLN/690 VLL (IEC)

24.6 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน

24.6.1 90 V AC ถึง 415 V AC +/- 10% (45 ถึง 65 HZ), 90 V AC ถึง 120 V AC +/- 10% (400 HZ) หรือ 120 V DC ถึง 300 V DC +/- 10%

24.6.2 สามารถทำงานต่อเนื่องได้แม้ว่าแหล่งจ่ายไฟขาดหายไป 10 รอบคลื่น โดยที่ยังสามารถตรวจจับเหตุการณ์ต่าง ๆ ในขณะที่แหล่งจ่ายไฟขาดหายไป

24.7 สภาวะแวดล้อม

24.7.1 อุณหภูมิใช้งานปกติ -25 ถึง 70 °C (-13 ถึง 158 °F).

24.7.2 สามารถติดตั้งที่สภาวะแวดล้อมระดับความสูง 3000 เมตร(9843 ฟุต) ความชื้นสัมพัทธ์ 5% - 95% โดยไม่ควบแน่น (จนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ 37 °C) การป้องกันมลภาวะระดับ 2

24.8 ค่าจากการตรวจวัด

24.8.1 แรงดัน: ระหว่างสาย (L-L) ต่อเฟส , ระหว่างสาย (L-L) เฉลี่ยสามเฟส , ระหว่างสายและนิวทรัล (L-N) ต่อเฟส, ระหว่างสายและนิวทรัล (L-N) เฉลี่ยสามเฟส และ แรงดันไม่สมดุล (UNBALANCE)

24.8.2 กระแส: ต่อเฟส, นิวทรัล (จากการตรวจวัด), เฉลี่ยสามเฟส และกระแสไม่สมดุล (UNBALANCE)

- 24.8.3 กำลังไฟฟ้า: กำลังงานไฟฟ้าจริง (KW) (ต่อเฟส,รวม 3 เฟส), กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (KVAR) (ต่อเฟส,รวม 3 เฟส), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (KVA) (ต่อเฟส,รวม 3 เฟส)
- 24.8.4 ค่าตัวประกอบกำลัง: ค่า TRUE PF (ต่อเฟส, รวม 3 เฟส), ค่า DISPLACEMENT PF (ต่อเฟส, รวม 3 เฟส)
- 24.8.5 พลังงาน: พลังงานสะสม (KWH, KVARH, KVAH), ผลต่างพลังงานที่เพิ่มขึ้น (KWH, KVARH, KVAH)
- 24.8.6 ต่ำสุด/สูงสุด: สามารถแสดงค่าสูงสุดต่ำสุด ของทุกพารามิเตอร์ที่ถูกวัดได้

24.9 ค่าจากการคำนวณ

- 24.9.1 การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การบวก การลบ การคูณ การหาร เลขยกกำลัง ค่าสมบูรณ์ รากที่สอง ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยรากที่สอง ค่ารวม ผลบวกของค่ายกกำลังสอง, ปรับค่าบวก/ลบ, การปัดตัวเลขขึ้น, การปัดตัวเลขลง, การหาค่าเศษเหลือ, เลขชี้กำลัง, ค่า PI
- 24.9.2 ฟังก์ชันตรีโกณมิติ COS, SIN, TAN, ARCCOS, ARCSIN, ARCTAN, LN, LOG10
- 24.9.3 ฟังก์ชันตรรกศาสตร์; =, >, <=, <>, <, >, AND, OR, NOT, IF
- 24.9.4 ฟังก์ชันเชิงเส้นของ THERMOCOUPLE ; TYPE J, TYPE K, TYPE R, TYPE RTD, TYPE T.
- 24.9.5 การแปลงหน่วยของอุณหภูมิ; OC เป็น OF, OF เป็น OC

24.10 การตรวจจับสัญญาณ (SAMPLING)

- 24.10.1 ตรวจจับค่าต่อเนื่อง 256 ค่าต่อหนึ่งรูปคลื่น

24.11 คุณภาพไฟฟ้า

- 24.11.1 สามารถตรวจจับรูปคลื่น (WAVEFORM CAPTURE) ในทุกๆช่องแรงดันไฟฟ้าขาเข้า และช่องกระแสไฟฟ้าขาเข้า
- 24.11.2 สามารถตรวจจับแรงดันไฟฟ้าตกและแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ (SAG/SWELL) ในระดับครึ่งรูปคลื่น (HALF-CYCLE BASIS)
- 24.11.3 สามารถตรวจจับทิศทางของเหตุการณ์ผิดปกติทางไฟฟ้า (DIRECTIONAL DISTURBANCE DETECTION)

24.12 หน่วยความจำ

- 24.12.1 ต้องมีหน่วยความจำชนิด NON-VOLATILE อย่างน้อย 384 MB
- 24.12.2 เมื่อมีการสูญเสียแหล่งจ่ายไฟอย่างกะทันหันยังสามารถจัดเก็บข้อมูลสำคัญและข้อมูลค่าไฟได้

- 24.12.3 เก็บรักษาข้อมูลทั้งหมดในหน่วยความจำเป็นระยะเวลา 15 ปี โดยไม่มีแหล่งจ่ายไฟ
- 24.12.4 สัญญาณนาฬิกาแบบเรียลไทม์ (RTC) พร้อมแบตเตอรี่สำรอง เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างน้อย 7 ปี โดยไม่มีแหล่งจ่ายไฟ เมื่อเริ่มใช้งานครั้งแรก และ 10 ปี ถ้ายังไม่มีการใช้งาน
- 24.12.5 สามารถติดตั้งแบตเตอรี่หน่วยงานได้ โดยไม่ต้องมีการถอดเครื่องวัด
- 24.12.6 การบันทึกเวลาในเหตุการณ์:
- ความละเอียดของเวลาควรอยู่ที่ระดับ 1 มิลลิวินาที
 - เวลาที่บันทึกสามารถซิงโครไนซ์ได้ในช่วง ± 1 มิลลิวินาที (โดยใช้ GPS SERIAL INPUT หรือ IRIG-B DIGITAL INPUT).
 - ช่วงเวลาในการตอบสนองเพื่อบันทึกเหตุการณ์ไม่ควรมากกว่า 1/2 วัฏคลื่น (8.3 มิลลิวินาที สำหรับระบบ 60 เฮิร์ต, 10 มิลลิวินาที 50 เฮิร์ต) สำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และ 1 วินาทีสำหรับเหตุการณ์อื่นๆ
- 24.12.7 มีความสามารถในการรองรับการบันทึกไม่น้อยกว่า 50 รายการที่ไม่เกี่ยวข้องกัน
- 24.13 การแจ้งเตือน**
- 24.13.1 ในการแจ้งเตือนแต่ละครั้ง สามารถประเมินได้พร้อมกันไม่ต่ำกว่า 65 จุด ใน 1 วินาที หรือในครึ่งวัฏคลื่น โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกได้
- 24.13.2 ความละเอียดในระดับมิลลิวินาที สำหรับการบันทึกในแต่ละรายการ
- 24.13.3 สามารถเริ่มต้นการบันทึกข้อมูลจากการแจ้งเตือน
- 24.14 พอร์ตการสื่อสาร**
- 24.14.1 มีพอร์ต ETHERNET 10/100 SWITCH (มีสองพอร์ตใช้ในเน็ตเวิร์คเดียวกัน)
- รองรับโปรโตคอล RSTP (RAPID SPANNING TREE PROTOCOL)
 - สถาปัตยกรรมแบบ DAISY CHAIN LOOP (REDUNDANT UPSTREAM NETWORK CONNECTIONS)
 - มี GATEWAY ETHERNET TO RS-485 ในตัว
- 24.14.2 มีพอร์ต SERIAL RS-485.
- 24.15 โปรโตคอลการสื่อสาร**
- 24.15.1 รองรับโปรโตคอล ETHERNET (MULTIPLE, CONCURRENT CONNECTIONS)
- MODBUS TCP, ION TCP, IEC61850, DNP 3.0 TCP, NTP / SNTP (การปรับเทียบเวลา).

- 24.15.2 รองรับโปรโตคอล SERIAL
 - MODBUS RTU, ION, DNP 3.0
- 24.16 I/O พอร์ต
 - 24.16.1 มีพอร์ต 27 สัญญาณขาเข้าแบบดิจิทัล (DIGITAL INPUT) ที่ความละเอียด 1 มิลลิวินาที
 - รองรับสัญญาณ UNMODULATED IRIG-B สำหรับการปรับเทียบเวลา
 - 24.16.2 รองรับการขยายช่องสัญญาณขาเข้าและขาออกสำหรับดิจิทัล (DIGITAL I/O) และอนาล็อก (ANALOG I/O) ได้ถึง 4 โมดูลสำหรับการติดตั้งหน่วยงาน โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มแหล่งจ่ายไฟ
- 24.17 การแสดงผลหน้าเวป
 - 24.17.1 แสดงข้อมูลคุณภาพไฟฟ้า
 - 24.17.2 แสดงข้อมูลตามแบบเรียลไทม์และข้อมูลย้อนหลัง (แบบตารางและแบบกราฟฟิก).
 - 24.17.3 แสดงข้อมูลฮาร์มอนิกสัณฐานอันดับจนถึงลำดับที่ 63
 - 24.18.4 แสดงเฟสเซอร์ไดอะแกรม
 - 24.18.5 แสดงกราฟแนวโน้ม (TREND) ของแรงดัน, กระแส, ความถี่และกำลังไฟฟ้า.
 - 24.18.6 แสดงหน้าเวปที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นเอง เป็นข้อมูลจากเครื่องมือวัดตัวหลักและ/หรือข้อมูลที่ถูกรวบรวมผ่านทาง MODBUS MASTER ของเครื่องวัด.
- 24.18 ส่วนหน้าจอแสดงผล
 - 24.18.1 แสดงผลแบบสี สามารถเป็นลักษณะที่ติดมาพร้อมตัวเครื่องวัดหรือแยกออกจากตัวเครื่องวัด
 - 24.18.2 แสดงผลหลายภาษา เช่น ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน เยอรมัน อิตาลี โปรตุเกส รัสเซีย และจีน หรือภาษาอื่นๆ นอกเหนือจากนี้

25. ระบบโทรทัศน์รวม (MATV SYSTEM)

25.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบโทรทัศน์รวมประกอบด้วย

25.1.1 จานรับสัญญาณดาวเทียม

DIAMETER	:	10 FT
OPERATING FREQUENCY	:	4.2/12.75 GHZ.
GAIN AT 4.2 GHZ	:	>39 DB
GAIN AT 12.75 GHZ	:	>47 DB
EFFICIENCY	:	>75%

25.1.2 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

RE

INPUT FREQUENCY	:	950-1450 MHZ.
INPUT IMPEDANCE	:	75 OHM.
THRESHOLD	:	LESS THAN 7 DB C/NR

VIDEO PERFORMANCE

STANDARD	:	PAL -B/G, NTSC
CHANNELS	:	C BAND: UP TO KU. BAND

OUTPUT IMPEDANCE	:	75 OHM.
------------------	---	---------

RF MODULATOR

OUTPUT FREQUENCY	:	VHF OR UHF
VIDEO STANDARD	:	PAL-B/G OR NTSC
POWER SUPPLY	:	220 VOLT A.C. 50 HZ

การตั้งช่องสัญญาณของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ให้จัดเตรียมไว้สำหรับรับสัญญาณโทรทัศน์ช่องดิจิตอลทีวี

25.1.3 TELEVISION ANTENNA

- เป็นสายอากาศ แบบ YAKI DIPOLE (IMPEDANCE 75 OHMS) เหมาะสมกับการรับสัญญาณจากสถานีส่งสัญญาณโทรทัศน์ ช่องดิจิตอลทีวี ทุกช่องตามประกาศของ กสทช.
- ต้องเป็นสายอากาศที่ทำด้วยโลหะที่เหมาะสมไม่เป็นสนิม โดยที่ขั้วสายอากาศจะต้องมีที่หุ้มมิดชิด ไม่ให้หยดน้ำเข้าไปได้ เพื่อป้องกันการเกิด

สนิม และมีโครงสร้างที่แข็งแรงในด้านเชิงกล คือ ทนต่อแรงลม ไม่โค่นหักได้ง่าย

- จะต้องติดตั้ง LIGHTNING ARRESTER เชื่อมเข้ากับระบบล่อฟ้าของอาคาร โดยสายไฟที่ใช้จะต้องมีพื้นที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า 70 SQ.MM เป็นสายไฟที่ไม่มียกเว้นหุ้มร้อยผ่านท่อ PVC

25.1.4 FM ANTENNA

เป็นสายอากาศแบบ OMNI DIRECTIONAL หรือแบบ ALL-AZIMUTH หรือแบบอื่นที่สามารถรับคลื่นจากสถานีต่างๆ โดยรอบได้เป็นอย่างดี (IMPEDANCE 75 OHMS)

25.1.5 AMPLIFIER

25.1.6 CHANNEL AMPLIFIER มีข้อกำหนดดังนี้

- DIGITAL TV HD 1 INPUT
- SATELLITE TV 9 INPUT
- INPUT/OUTPUT IMPEDANCE 75 OHMS
- GAIN (VHF) ไม่ต่ำกว่า 32 DB MAX OUTPUT ไม่ต่ำกว่า 115 DB
- GAIN (UHF) ไม่ต่ำกว่า 42 DB MAX OUTPUT ไม่ต่ำกว่า 120 DB
- NOISE FIGURE ไม่เกิน 9 DB
- POWER SUPPLY 230 V. AC 50 HZ OR 12 V.DC.

การติดตั้งจะต้องติดตั้งในตู้เหล็ก ที่มีกุญแจล็อกและการระบายอากาศอย่างดี โดยตัวตู้จะต้องพ่นสีแล้วอบ และใช้เหล็กที่ความหนาไม่ต่ำกว่า 1.6 MM. มีขนาดความจุเพียงพอในการติดตั้ง ที่สามารถบำรุงรักษาได้ง่าย

25.1.7 SPLITTER AND TAP OFF

- เป็นแบบ 2 WAYS , 3 WAYS และ 4 WAYS
- ต้องติดตั้งใน GALVANIZE SHEET STEEL BOX ที่มีขนาดความจุเพียงพอในการติดตั้ง และบำรุงรักษาได้ง่าย
- หากตำแหน่งติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร หรือเป็นสถานที่เปียกชื้น จะต้องใช้อุปกรณ์สำหรับติดตั้งภายนอก ที่สามารถป้องกันน้ำ และความชื้นได้โดยเฉพาะ

25.1.8 TELEVISION OUTLET

- เป็นแบบ MODULAR OUTLETS (RADIO AND TELEVISION) มีวงจรที่สามารถแยกสัญญาณทีวีและสัญญาณวิทยุออกจากกัน โดยมีค่าการบั่นทอนสัญญาณต่ำ (น้อยกว่า 3.5 DB)

- ติดตั้งในกล่องโลหะชนิดที่ฝังผนัง (FLUSH MOUNTED) ที่ระดับ 0.30 M. วัดจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX หรือตามความสูงที่กำหนดในแบบ
- COVER PLATE เป็นแบบ PLASTIC
- สายสัญญาณที่ใช้ในระบบโทรทัศน์รวมต้องเป็นสาย COAXIAL CABLE IMPEDANCE 75 OHMS.
- เป็นสายชนิด RG-6 ในกรณีติดตั้งจาก OUT LET ไปยัง SPLITTER หรือ TAP OFF
- เป็นสายชนิด RG-11 ในกรณีที่ติดตั้งระหว่าง SPLITTER หรือ TAP OFF
- หัวต่อของสายในใช้ F-TYPE CONNECTOR ห้ามมิให้มีการตัดต่อสายระหว่างทาง ยกเว้นบางกรณีที่เป็นจำเป็นจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนดำเนินการตัดต่อ

25.1.9 ACCESSORIES คือ อุปกรณ์อื่น ที่จำเป็นในการที่จะทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์

25.2 อุปกรณ์ของระบบโทรทัศน์รวมทั้งหมด สามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 00C ถึง + 45 OC สภาพความชื้น 85% RH. และมีระบบการ SHIELD ป้องกันสัญญาณรบกวนที่ดี

25.3 ผู้รับจ้างจะต้องแสดงรายการคำนวณ ค่าระดับสัญญาณที่ปรากฏในแต่ละ OUTLET ใด ๆ ซึ่งจะต้องมีค่าระดับสัญญาณ

25.3.1 65-80 DBUV สำหรับสัญญาณจากสถานีโทรทัศน์

25.3.2 ไม่ต่ำกว่า 40 DBUV สำหรับสัญญาณ FM.

25.3.3 ในกรณีที่ค่าระดับสัญญาณต่ำกว่าที่กำหนด จะต้องติดตั้ง BOOSTER AMPLIFIER เพื่อขยายสัญญาณตามความเหมาะสม

25.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบแสดงรายละเอียดในการติดตั้งของอุปกรณ์ต่างๆ ให้วิศวกรผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนการติดตั้งจริง โดยให้เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมรองรับระบบโทรทัศน์ล่าสุดตามประกาศของ กสทช.

26. ระบบบริหารจัดการพลังงาน (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM)

26.1 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน (THE ENERGY AND POWER MANAGEMENT

SOFTWARE – EPMS) ต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์หา (ก) ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (ENERGY PERFORMANCE) (ข) ระดับความสามารถในการจ่ายไฟ คุณภาพไฟฟ้า และ ความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า (POWER AVAILABILITY, QUALITY AND RELIABILITY) และ (ค) ประสิทธิภาพของระบบอย่างยั่งยืน (SUSTAINABILITY PERFORMANCE) ทั้งนี้ยังต้องมี ความสามารถ ดังนี้

- 26.1.1 การตรวจวัดแบบเรียลไทม์ (REAL-TIME MONITORING)
- 26.1.2 การจัดการและแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุผิดปกติ (ALARM AND EVENT MANAGEMENT)
- 26.1.3 การวิเคราะห์หาต้นทุนค่าพลังงาน (ENERGY COST ANALYSIS)
- 26.1.4 การวิเคราะห์และแสดงผลค่ากำลังงาน ค่าพลังงาน และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (DATA ANALYTICS AND VISUALIZATION)
- 26.1.5 โปรแกรมต้องสามารถแสดงระบบบริหารจัดการพลังงานได้อย่างเหมาะสม
- 26.1.6 การตรวจสอบพลังงาน (ENERGY REVIEW)
- 26.1.7 การกำหนดค่าพลังงานฐาน (ENERGY BASELINE)
- 26.1.8 การกำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพพลังงาน (ENERGY PERFORMANCE INDICATORS)
- 26.1.9 การตรวจสอบ การตรวจวัด และการวิเคราะห์ (MONITORING, MEASUREMENT AND ANALYSIS)
- 26.1.10 การใช้เป็นข้อมูลในการทบทวนโดยฝ่ายบริหาร (MANAGEMENT REVIEW)
- 26.1.11 โปรแกรมต้องสามารถขยายขนาดได้ในอนาคต และสามารถรองรับโปรแกรมประยุกต์อื่นได้ด้วย (APPLICATION MODULE)

26.2 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน – การตรวจวัดแบบเรียลไทม์ (REAL TIME MONITORING)

- 26.2.1 โปรแกรมต้องสามารถแสดงภาพกราฟฟิคทางด้านเทคนิค สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เช่น ผู้ดูแลระบบ วิศวกรไฟฟ้า ผู้จัดการด้านพลังงาน ผู้จัดการโรงงาน และต้องสามารถแสดงค่าพลังงานอื่นๆ กระแส แรงดัน พลังงานทั้งแบบแอกทีฟ รีแอกทีฟ กำลังทั้งแบบแอกทีฟและรีแอกทีฟ ค่าพลังงานปรากฏ ค่าประกอบกำลัง และสามารถตรวจวัดและควบคุมระบบไฟฟ้า ได้ด้วย

- 26.2.2 โปรแกรมต้องสามารถเชื่อมโยงจากภาพกราฟฟิกไปยังอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อแสดงค่าที่วัดได้ เพียงผู้ใช้กดที่ MOUSE เพียงครั้งเดียว
- 26.2.3 โปรแกรมต้องสามารถสร้างรูปภาพของ SINGLE LINE DIAGRAM, แผนผังโรงงานแบบแปลนพื้นที่ รวมถึงรูปจำลองอื่นๆ ในระบบไฟฟ้าได้
- 26.2.4 โปรแกรมต้องสามารถจัดการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบได้ เช่น การตั้งค่าการดึงภาพรูปคลื่น เป็นต้น
- 26.2.5 โปรแกรมต้องยอมให้โปรแกรมควบคุมอื่นต่อผ่านไปยังอุปกรณ์ในระบบได้ แม้ว่าอุปกรณ์นั้นไม่ได้ใช้งานอยู่ก็ตาม
- 26.2.6 โปรแกรมต้องสามารถสร้างตารางเปรียบเทียบคู่กันแบบ REAL TIME ได้ดังนี้
- แสดงตารางเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ จากค่าพลังงานวันก่อน และค่าการใช้พลังงานขณะนั้น
 - ยอมให้ผู้ใช้งานสร้าง ปรับแต่ง เลือกการแสดงผลค่าฟังก์ชันตามที่ผู้ใช้เลือกในโปรแกรมได้ โดยไม่ต้องมีโปรแกรมอื่นใดมาช่วย
- 26.2.7 ต้องสามารถแสดงค่าของอุปกรณ์ที่มีอยู่จริงและอุปกรณ์เสมือน (VIRTUAL) ได้
- 26.2.8 ต้องสามารถนำออกข้อมูลแบบตารางนี้ไปยังโปรแกรม EXCEL ได้
- 26.2.9 การแสดงเส้นกราฟแนวโน้ม : โปรแกรมต้องสามารถแสดงกราฟแนวโน้มแบบ REAL TIME ของค่าพลังงานหรือค่าอื่นได้ก็ตามที่วัดได้จากมิเตอร์ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือตู้จ่ายไฟของระบบ MV/LV โดยกราฟแนวโน้มต้องมีความสามารถดังนี้
- 26.2.10 สามารถกำหนดสเกลได้แบบอัตโนมัติหรือแบบกำหนดเอง
- 26.2.11 สามารถเลือกแกนเวลาเพื่อแสดงค่าได้
- 26.2.12 สามารถขยายหรือย่อกราฟเพื่อแสดงส่วนที่สนใจได้
- 26.2.13 สามารถแสดงรายละเอียดของช่วงข้อมูลที่สนใจเพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่สนใจ
- 26.2.14 สามารถแสดงค่าของหน่วยที่ต่างกันได้ในรูปแบบกราฟ 2 แกน
- 26.2.15 สามารถแสดงค่าการคำนวณค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดของกราฟแนวโน้มได้
- 26.2.16 สามารถกำหนดเกณฑ์ขั้นสูงหรือขั้นต่ำเพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริงที่วัดได้
- 26.2.17 สามารถกำหนดแถบของค่าข้อมูล และแสดงให้เห็นขีดเมื่อค่าที่วัดได้มีค่าออกนอกแถบนี้
- 26.2.18 สามารถเปรียบเทียบค่าในปัจจุบันกับค่าในอดีตที่สัมพันธ์กันได้
- 26.2.19 สามารถนำออกข้อมูลในรูปแบบ CSV หรือ EXCEL ได้
- 26.2.20 สามารถแสดงกราฟแนวโน้มใน WEB BROWSER หรืออุปกรณ์พกพาได้
- 26.2.21 สามารถบันทึกกราฟแนวโน้มที่สร้างไว้แล้วเพื่อใช้ในอนาคตได้

- 26.2.22 สามารถแสดงกราฟแนวโน้มนี้ไปให้ผู้ใช้คนอื่นได้
- 26.2.23 สามารถแสดงกราฟแนวโน้มนี้ได้หลายกราฟในหน้าจอเดียวกัน และสามารถขยายกราฟที่ต้องการให้เต็มหน้าจอได้

26.3 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน – การแจ้งเตือนและการวิเคราะห์เหตุการณ์

- 26.3.1 โปรแกรมต้องมีความสามารถในการแจ้งเตือน ดังนี้
 - หน้าต่างแจ้งเตือนต้องแสดงการแจ้งเตือนที่ยังไม่รับรู้ (ACTIVE ALARM) โดยสามารถมองเห็นได้ทันทีเมื่อผู้ใช้เข้ามาใช้ระบบ
 - แสดงจำนวนของการแจ้งเตือนที่ยังไม่รับรู้ โดยจำแนกตามระดับของความสำคัญเป็น มาก ปานกลาง และน้อย
 - แสดงการแจ้งเตือนแบบเสียง และปิดเสียงแจ้งเตือนได้
 - สามารถให้ผู้ใช้รับรู้การแจ้งเตือนตามระดับสิทธิ์ของผู้ใช้
 - สามารถจัดเรียง และจัดกลุ่มการแจ้งเตือนได้
 - สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือน เป็นระดับ สูง กลาง ต่ำ ได้
 - สามารถแสดงการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ได้ตามเงื่อนไขของการแจ้งเตือน
 - ให้หน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนปัจจุบันเป็นหน้าต่างที่ ACTIVE
- 26.3.2 โปรแกรมต้องมีระบบการแจ้งเตือน ดังนี้
 - การแจ้งเตือนนั้นต้องสามารถกำหนดผู้รับตามความเหมาะสมได้ โดยผ่านทาง EMAIL หรือ SMS
- 26.3.3 ระบบการแจ้งเตือนต้องมีความสามารถ ดังนี้
 - ตั้งค่าการแจ้งเตือน
 - แจ้งการเตือนผ่านทาง EMAIL หรือ SMS
 - กำหนดตารางเวลาการแจ้งเตือนได้
 - ทำการตั้งค่าการแจ้งเตือนต่างๆ ทาง WEB BROWSER ได้
 - เมื่อเกิดการแจ้งเตือนซ้ำๆ กัน ระบบต้องสามารถจัดรวมกลุ่มการแจ้งเตือนกันได้
- 26.3.4 วิธีการส่งข้อความแจ้งเตือน เช่น
 - EMAIL
 - SMS ทางมือถือ
 - SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL (SNMP)

26.4 โปรแกรมระบบบริหารจัดการพลังงาน – การแสดงผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

- 26.4.1 โปรแกรมต้องมีการแสดงผลเป็น DASHBOARD บน WEB BROWSER
- 26.4.2 ผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับแต่ง และดูข้อมูล ผ่านทาง WEB BROWSER โดยไม่ต้องมีโปรแกรมอื่นมาช่วยอีก
- 26.4.3 ผู้ใช้สามารถสร้าง DASHBOARD ได้เองโดยเลือก GADGETS มาวาง เพื่อแสดงค่าต่างๆ ดังนี้
 - รูปภาพจาก WEB อื่นๆ
 - ค่าการใช้พลังงาน
 - ค่าต้นทุนพลังงาน
 - การเปรียบเทียบการใช้พลังงาน
 - การปล่อยก๊าซ CO2
 - กราฟแนวโน้ม
- 26.4.4 ระบบต้องสามารถแสดงการนำเสนอแบบอัตโนมัติได้ เมื่อมี DASHBOARDS หลายๆ หน้า โดยกำหนดระยะเวลาได้
- 26.4.5 ระบบต้องสามารถสร้างการนำเสนอแบบอัตโนมัติของ DASHBOARD ได้ไม่จำกัด
- 26.4.6 โปรแกรมต้องสามารถจัดทำรายงานบน WEB BROWSER ได้
- 26.4.7 ระบบต้องจัดทำรายงานแสดงค่าข้อมูลในอดีตในรูปแบบที่กำหนดไว้ได้
- 26.4.8 ระบบต้องจัดทำรายงานของข้อมูลทั้งที่เป็นอุปกรณ์ที่มีอยู่จริงและอุปกรณ์เสมือนได้
- 26.4.9 ผู้ใช้งานสามารถสร้าง ปรับแต่ง และดูข้อมูล ผ่านทาง WEB BROWSER
- 26.4.10 ระบบต้องมีตัวอย่างรายงานสำเร็จรูปในเรื่อง
 - ค่าพลังงาน
 - LOAD PROFILE
- 26.4.11 ระบบต้องสามารถบันทึกข้อมูลออกได้ในรูปแบบของ HTML, PDF, TIFF, EXCEL หรือ XML
- 26.4.12 ระบบต้องสามารถรายงานผลอัตโนมัติไปยัง EMAIL หรือเครื่องพิมพ์ตามแต่ที่กำหนดไว้ได้
- 26.4.13 ระบบต้องสามารถรายงานผลอัตโนมัติเมื่อเกิดกรณีที่ตั้งเงื่อนไขกำหนดไว้ เช่น เมื่อเกิดความผิดปกติของระบบไฟฟ้า
- 26.4.14 ระบบต้องมีความสามารถ
 - ปรับแต่งรายงาน เช่น สี รูปภาพ โลโก้ ได้อย่างสะดวก
 - เพิ่มรายงานที่มีความซับซ้อนได้

- 26.4.15 ระบบต้องมีความสามารถในการแสดงผลเกี่ยวกับ การอนุรักษ์พลังงาน ENERGY AWARENESS ดังนี้
- แสดงข้อมูลการใช้พลังงานของ ระบบไฟฟ้าและระบบท่อต่าง ๆ (WAGES)
 - กำหนดค่าฐานได้ (BASELINES)
 - เปรียบเทียบการใช้พลังงานของแต่ละหน่วยงานได้
 - ตรวจวัดการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายได้
- 26.4.16 ระบบต้องช่วยสร้าง ENERGY AWARENESS โดยมีความสามารถดังนี้
- แสดงค่าการใช้พลังงาน ในรูปแบบกราฟเส้น กราฟแท่ง พาย DASHBOARD
 - จัดลำดับการใช้พลังงานตามแต่ละหน่วยงานได้
 - แปลงค่าหน่วยของการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ให้เป็นค่าหน่วยมาตรฐานได้
 - แสดงให้เห็นค่าการใช้พลังงานในหน่วยมาตรฐาน เช่น ต่อพื้นที่ ต่อหน่วยการผลิต
 - ระบบต้องมีตัวอย่างรายงานสำเร็จรูปในเรื่อง ENERGY AWARENESS
- 26.4.17 การใช้พลังงาน ENERGY USAGE
- รวบรวมและเปรียบเทียบการใช้พลังงานจากหลายหน่วยงาน ในกราฟเดียวกัน ทั้งแบบกราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟพาย
 - รวบรวมและเปรียบเทียบการใช้พลังงานจากหลายหน่วยงาน เทียบกับตามช่วงเวลา รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน
- 26.4.18 จัดลำดับการใช้พลังงาน ตามหน่วยงาน
- 26.4.19 เปรียบเทียบการใช้พลังงาน
- จัดกลุ่มการใช้พลังงานของอุปกรณ์ เพื่อหาศักยภาพการประหยัดพลังงาน
 - เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของแต่ละหน่วยงานเทียบกับค่ามาตรฐาน
- 26.4.20 การใช้พลังงานตามเวลาของการใช้ (TIME OF USE) โดยรวมแต่ละช่วงเวลาและแจ้งเตือนเมื่อมีค่าเกินเป้าหมาย
- 26.4.21 รายงาน ENERGY AWARENESS ต้องสามารถ
- ปรับค่าการใช้พลังงาน ให้เป็นค่าหน่วยมาตรฐานได้
 - กำหนดช่วงระยะความห่างของข้อมูลได้
 - กำหนดช่วงระยะเวลาได้

- กำหนดค่าขั้นต่ำและขั้นสูงได้
- แสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟพาย ได้
- แสดงการแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลขาดหายไป

26.4.22 โครงสร้างทางเทคนิคของโปรแกรม

- โปรแกรมต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้
 - (1) โปรแกรมต้อง RUN บน WINDOWS OS
 - (2) สามารถเข้าถึงได้โดยเครื่องลูกข่าย
 - (3) สามารถเข้าผ่านทาง WEB BROWSER ด้วยคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต เนื่องจากใช้เทคโนโลยีคลาวด์
- การจัดการข้อมูล
 - (1) ใช้ MICROSOFT SQL เป็นฐานข้อมูล
 - (2) ข้อมูลต่างๆ ของการตั้งค่า เช่น ADDRESS ของมิเตอร์, GATEWAY, SERVERS, ต้องเก็บในฐานข้อมูลของโปรแกรม
- สามารถทำการ ARCHIVE ได้โดยอัตโนมัติหรือเมื่อต้องการได้
- สามารถเรียกดูข้อมูลที่ ARCHIVE ไปแล้วกลับมาได้
- โปรแกรมสามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ในระบบ เพื่อทำการต่อไปนี้ได้
- ดึงข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้ เช่น ค่าต่างๆ รูปคลื่น การแจ้งเตือน
- ดึงข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้ ตามที่ถูกโปรแกรมสั่งให้บันทึกไว้
- ดึงข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำของอุปกรณ์ได้ ตามที่ถูกโปรแกรมสั่งเก็บเมื่อมีการแจ้งเตือน
- พร้อมที่จะบันทึกรูปคลื่นได้ใหม่เมื่อรูปคลื่นเก่าถูกดึงไปเก็บแล้ว
- สามารถจัดเก็บค่าข้อมูลที่ไม่ทราบชนิดที่มาจากอุปกรณ์ในระบบ และจัดการฐานข้อมูลอย่างเหมาะสมโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องสั่งการ

26.4.23 โปรแกรมต้องมีผู้บริหารระบบ เพื่อการจัดการดังต่อไปนี้

- ด้านความปลอดภัย : แบ่งกลุ่มผู้ใช้ตามสิทธิ์ในการเข้าถึง
- ฐานข้อมูล : จัดเก็บสำรอง ARCHIVE และจัดแต่งข้อมูล
- อุปกรณ์ : เพิ่ม เปลี่ยนชื่อ ตั้งค่า
- การเชื่อมต่อ : จัดการการเชื่อมต่อตามตารางเวลา การเชื่อมต่อทางโมเด็ม
- เหตุการณ์ผิดปกติ : ตรวจตรา และจัดการการแจ้งเตือน

- 26.4.24 โปรแกรมต้องไม่มีการสะดุดในขณะที่มีการทำงานต่างๆ และต้องเชื่อมต่อกันทั้งระบบตลอดเวลาไม่ว่าขณะที่ทำการเพิ่มหรือลดอุปกรณ์ หรือปรับแต่งต่างๆ ใน DASHBOARD ตารางหรือรายงาน
- 26.4.25 โปรแกรมต้องมีการจัดการเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้
- ต้องสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆ ได้อัตโนมัติอย่างน้อย 75 รายการ โดยรวมถึง มิเตอร์ ENERGY BOX, PROTECTION RELAY, CIRCUIT BREAKER, PLC เป็นต้น
- 26.4.26 อุปกรณ์พื้นฐาน ต้องมีคุณสมบัติ
- มี GRAPHIC เตรียมพร้อมไว้ให้ สามารถดูข้อมูลแบบ REAL TIME ข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้
 - สามารถดูค่าข้อมูลต่างๆ ได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการ MAPPING REGISTER ค่าใหม่
 - สามารถดึงค่าข้อมูลที่มีในหน่วยความจำ รวมถึงรูปคลื่นโดยไม่ยุ่งยาก
 - สามารถตั้งเวลาให้ตรงกันกับเวลาของระบบได้
 - โปรแกรมต้องสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์พื้นฐานได้
 - โปรแกรมต้องสามารถจัดการกับอุปกรณ์แบบตรรกะ (LOGICAL DEVICES) เพื่อจัดการกับ I/O ต่างๆ ได้ และสามารถจัดการอุปกรณ์แบบเป็นกลุ่มได้ เพื่อความสะดวกรวดเร็วโดยไม่ต้องทำที่ละรายอุปกรณ์
- 26.4.27 โปรแกรมต้องรองรับการจัดการแบบลำดับชั้น เช่น รายผู้เช่า/ตู้/วงจร หรือ อาคาร/ชั้น/ห้อง โดยโปรแกรมต้องสามารถ
- รวมข้อมูลจากทุกที่ในลำดับชั้นเดียวกัน
 - เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้น ยังต้องสามารถสืบค้นข้อมูลเก่าได้
 - ยอมให้ผู้บริหารระบบแก้ไขชื่อ (แม้ว่าเป็นข้อมูลในอดีต) เพื่อให้แน่ใจว่ารายงานในปัจจุบันถูกต้อง เช่น ค่าการใช้พลังงานเมื่อผู้เช่าย้ายห้องเช่า ขยาย หรือย้ายสถานที่ ในระหว่างรอบบิล
 - นำออกข้อมูลตามลำดับชั้นไปยัง EXCEL
 - สร้างหรือแก้ไขข้อมูลได้ทั้งลำดับชั้น โดยไม่ต้องทำที่ละรายอุปกรณ์
- 26.4.28 โปรแกรมต้องมีความสามารถในการบูรณาการ ดังนี้
- การจัดการกับอุปกรณ์ที่เป็น MODBUS
 - สามารถ อ่าน/เขียน ลงใน REGISTER ของอุปกรณ์ที่เป็น MODBUS เพื่อการควบคุมได้
 - สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ MODBUS ของผู้ผลิตอื่นได้

- โปรแกรมต้องสามารถถ่ายโอนข้อมูลของอุปกรณ์พื้นฐานได้โดยอัตโนมัติ
 - โปรแกรมต้องสามารถเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลงค่า MAPPING ได้
- 26.4.29 การจัดการข้อมูล
- โปรแกรมต้องรองรับการขยาย ถ่ายโอน ดึงข้อมูล (EXTRACT, TRANSFORM AND LOAD : ETL) ระหว่างฐานข้อมูล หรือระหว่างอุปกรณ์ได้
 - โปรแกรมต้องสามารถถ่ายโอนเป็นรูปแบบอื่นได้ เช่น CSV XML เป็นต้น
- 26.4.30 การจัดการผ่าน WEB BROWSER
- สามารถเชื่อมต่อกับ WIDGET อื่นๆ ได้แบบอย่างง่ายดาย
 - สามารถแสดงข้อมูลของ DASHBOARD ตาราง รายงาน ไปยังที่อื่นโดยใช้ URLS
- 26.4.31 การบริการผ่าน WEB BROWSER
- โปรแกรมต้องมีความสามารถเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมด้วยกัน ดังนี้
- BASED ON SOAP (SIMPLE OBJECT ACCESS PROTOCOL) PROTOCOL SPECIFICATION.
 - PROVIDE A WEB SERVICES DESCRIPTION LANGUAGE (WSDL), MACHINE-READABLE DESCRIPTION.
 - ยอมให้เข้าถึงข้อมูลแบบ REAL TIME, ข้อมูลในอดีต และข้อมูลการแจ้งเตือนต่างๆ
 - ยอมให้ผู้มีอำนาจสามารถรับทราบการแจ้งเตือนได้ผ่าน WEB
- 26.4.32 โปรแกรมต้องสามารถกำหนด TIME ZONE และภาษาท้องถิ่นได้ เช่น CHINESE (SIMPLIFIED), CHINESE (TRADITIONAL), ENGLISH, FRENCH, GERMAN, ITALIAN, RUSSIAN, SPANISH, POLISH, CZECH, AND JAPANESE.
- 26.4.33 โปรแกรมต้องรองรับเครื่องวิเคราะห์ต่างๆ
- 26.4.34 ระบบต้องมีเครื่องมือวิเคราะห์ค่า
- สามารถเพิ่มกราฟฟิกของอุปกรณ์เพื่อนำมาสร้าง ONE-LINE DIAGRAM, แผนผัง แบบจำลองต่าง
 - รองรับการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า
 - บันทึกเหตุการณ์ลงในกราฟ ITIC/CBEMA
 - ดึงภาพรูปคลื่นได้เมื่อต้องการ
 - แสดงภาพรูปคลื่นได้ ขยายได้ ย่อได้ แสดงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด สเปคตรัมของฮาร์โมนิกส์ และเวคเตอร์เฟสเซอร์ได้

- สามารถเขียนค่า REGISTER ลงในอุปกรณ์ได้เพื่อการควบคุมอื่น ๆ เช่น การตั้งค่าการปิดเปิด การตั้งรูปคลื่น
- สามารถสร้างกราฟฟิกรของระบบได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จริงในขณะนั้น

26.4.35 ระบบต้องมีโครงสร้างในการสื่อสารข้อมูล ดังนี้

- รองรับการสื่อสารได้หลากหลายช่องทาง เช่น ETHERNET TCP/IP, SERIAL RS-485/RS-232, และ MODEM DIAL-UP CONNECTIONS
- การกำหนดแอดเดรสแบบ IPV4 และ IPV6 สำหรับการสื่อสารแบบ ETHERNET
- สามารถเทียบเวลากับเครือข่าย ETHERNET ด้วยความแม่นยำ 16MS หรือดีกว่า
- สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ได้พร้อมกัน แม้ว่าอยู่บนช่องทางที่ต่างกัน
- สามารถขยายได้มากกว่าหนึ่งพันอุปกรณ์
- สามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์พื้นฐานโดยไม่ต้องปรับแต่งเพิ่มเติม
- สามารถยอมหรือไม่ยอมให้มีข้อมูลซ้ำกันในฐานข้อมูลได้
- สามารถกำหนดช่วงเวลาในการดึงข้อมูลเพื่อจัดการ BANDWIDTH ของระบบ
- สามารถปลดโมเด็มออกได้เมื่อฐานข้อมูลเป็นปัจจุบันแล้วเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์
- ในระบบที่มีโมเด็มหลายเครื่อง สามารถกำหนดเฉพาะเจาะจงตัวโมเด็มได้เพื่อความสะดวก

27. สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง (MEDIUM VOLTAGE METAL ENCLOSED SWITCHGEAR)

ข้อกำหนดทางเทคนิค (TECHNICAL SPECIFICATION)

27.1 SF6 GAS INSULATED RING MAIN UNIT

- 27.1.1 ตัวตู้เป็นแบบประกอบสำเร็จทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐานของ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC) แบบ SELF SUPPORT, FLOOR MOUNTED
- 27.1.2 ตัวสวิตช์เป็นแบบ 3 POLES จำนวน INCOMING CABLE FEEDER และ จำนวน TRANSFORMER FEEDER ให้ดูตามแบบ
- 27.1.3 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานที่ผลิตเป็นประจำ และต้องผ่านการอนุมัติจาก การไฟฟ้าฯ
- 27.1.4 SERVICE CONDITIONS ไม่ต่ำกว่ารายละเอียด ดังนี้ :
- | | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 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

27.1.5 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.40/20KA.

FOR TRANSFORMER FEEDER

RATED NORMAL CURRENT 200 A.

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

- 27.1.6 โครงสร้างตัวตู้ ประกอบด้วย METAL-ENCLOSED HERMETIC SEALED IN SF6 โดยมี CLASS ของ PROTECTION ตาม IP65 ตัวตู้ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นสีขึ้นสุดท้าย
- กล่องบรรจุตัว SWITCH เป็นแบบ GASTIGHT มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงอัดจาก SHORT CIRCUIT CURRENT
 - 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
 - SWITCH สำหรับ TRANSFORMER FEEDER เป็นแบบ CIRCUIT BREAKERS ชนิด MECHANISM STORED ENERGY ฟ้าตู้จะต้องมี INTERLOCKED กับตัว SWITCH ของ TRANSFORMER FEEDER
 - สวิทช์ของ CABLE FEEDER, TRANSFORMER FEEDER จะต้องประกอบด้วย EARTHING SWITCH ทั้งคู่ และมี INTERLOKED สำหรับป้องกันการ CLOSE ในเวลาพร้อมกัน
- 27.1.7 มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้คือ
- FAULT INDICATOR WITH AUTOMATIC INDIATION RESETING 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
- 27.1.8 ผู้รับจ้างจะต้องต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด สำหรับ RING MAIN UNIT แต่ละชุด และอุปกรณ์ต่อสายดินต้องเป็นชนิด NONCORROSIVE เช่น COPPER ALOY เป็นต้น

28. ตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง (HIGH VOLTGE SWITCHGEAR CUBICLE)

- 28.1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของ (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำขั้นตอนการผลิตต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEMA, IEC, VDE
- 28.2. เป็นแบบที่ใช้งานภายนอกอาคาร (OUTDOOR TYPE) ทนสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความชื้น ฝุ่น ความร้อนได้เป็นอย่างดี และออกแบบให้มีการระบายความร้อนของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในอย่างเหมาะสมต้องการบำรุงรักษาน้อยที่สุดหรือไม่ต้องบำรุงรักษาเลย
- 28.3. ใช้เป็นตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง รวมถึงอุปกรณ์อื่น ที่จำเป็นต้องติดตั้ง เช่น CABLECLAMP, CABLE TERMINAL และ CABLE LADEER เป็นต้น
- 28.4. ตู้ครอบจะต้องมี DEGREE OF PROTECTION ที่ IP 54 ตามมาตรฐาน IEC
- 28.5. จะต้องมีการเปิดเข้าถึงแต่ละ COMPARTMENT ประตูของแต่ละ COMPARTMENT จะต้องมีการล็อกและกุญแจล็อก บานพับสามารถเปิดได้ 180 องศา บานพับและสลักทั้งหมดต้องเป็น STAINLESS STEEL หรือ ทองเหลือง
- 28.6. กุญแจที่ใช้ล็อกต้องเป็นกุญแจชนิดใช้งานนอกอาคาร
- 28.7. การต่อ PRIMARY และ SECONDARY CABLE จะต้องร้อยท่อขึ้นจากด้านล่างขนาดและจำนวนของ CABLE ให้เป็นไปตามแบบ
- 28.8. เครื่องมือพิเศษที่มีความจำเป็นสำหรับปลด-สับ การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในจะต้องมีที่สำหรับติดตั้งหรือวางเครื่องมือเหล่านั้นในตู้ครอบได้ อาจจะเป็นที่บานประตูหรือที่อื่นตามเหมาะสม
- 28.9. จะต้องจัดให้มีแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละ COMPARTMENT STEEL หรือ ELECTRO-GALVANIZED SHEET STEEL ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร เคลือบด้วยกรรมวิธี ELECTROSTATIC PLASTIC POWER COATING หรือ ELECTROSTATIC BAKED ENAMEL COATING ชนิดของสีจะต้องเป็นแบบใช้ภายนอก ทนต่อแสง ULTRAVIOLET
- 28.10. จะต้องมีการจุดต่อลงดินอย่างน้อย 2 จุด เพื่อ ENCLOSURE จุดต่อลงดินจะต้องทำด้วยโลหะปลอดสนิม เช่น ทองแดงหรือทองเหลือง
- 28.11. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING พร้อมทั้งส่งตัวอย่าง เพื่อยืนยันมิติก่อนดำเนินการ

29. AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

- 29.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL หรือ NEMA
- 29.2 AMPERES RATING ขนาดตามที่ระบุในแบบ 3 POLES, 400 VOLTS, 50 HZ., CONTINUOUS DUTY
- 29.3 ชนิดของ CIRCUIT BREAKER SWITCH MECHANISM เป็นแบบ SINGLE SOLINOIDOPERATED หรือ GEAR MOTOR OPERATED DOUBLE THROW SWITCH
- 29.4 สามารถทำงานทั้ง AUTOMATIC และ MANUAL ได้โดยมีปุ่ม TEST สำหรับตรวจสอบจำลอง สภาพของการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง
- 29.5 มีระบบ INTERLOCKED ทั้งแบบ ELECTRICAL และ MECHANICAL เพื่อป้องกันมิให้ตำแหน่ง SWITCH อยู่ที่ NEUTRAL
- 29.6 การทำงานเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ขัดข้อง โดย VOLTAGE ของ PHASE ใด ต่ำกว่า 80% เป็นเวลา 3 วินาที ชุดควบคุมจะสั่งให้ START เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน ขณะเดียวกันตำแหน่ง SWITCH จะยังอยู่ในตำแหน่งต่ออยู่กับ LOAD ของการไฟฟ้าฯ หลังจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า START แล้วสามารถจ่ายแรงดัน และความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 90% ของ RATING ของ GENERATOR หรือไม่เกิน 10 วินาที ตัว TRANSFER SWITCH จึงจะสับเปลี่ยน LOAD ไปยัง LOAD ของ GENERATOR
- 29.7 การทำงานเมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ กลับคืนสู่สภาพปกติ ชุดควบคุมที่ได้รับสัญญาณว่า เมื่อ ไฟฟ้ากลับคืนสู่สภาพปกติ ตำแหน่ง SWITCH จะ DELAY อยู่อีก 3-10 นาที จึงจะเปลี่ยน ถ่าย LOAD จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยัง LOAD ของการไฟฟ้าฯ
- 29.8 ภายหลังจากตำแหน่ง SWITCH กลับคืนสู่สภาพการรับไฟฟ้าจากไฟฟ้าฯ เรียบร้อยแล้ว เครื่อง ก่อเกิดไฟฟ้า จะยังคงเดินต่อเนื่องไปอีก 3 – 5 นาที เพื่อ COOL DOWN จากนั้นชุด CONTROL จึงจะสั่งให้ SHUT DOWN ENGINE
- 29.9 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นตู้ ENCLOSURE เป็นแบบ NEMA 1 เหมาะสำหรับติดตั้งบนพื้น และจะต้องมี WIRING DIAGRAM ติดอยู่ด้านในของประตูตู้

30. CAPACITOR AND CONTROLLER

- 30.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL, IEC หรือ VDE
- 30.2 จุดประสงค์เพื่อแก้ POWER FACTOR
- 30.3 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นจะต้องเป็นแบบ CENTRALIZED AUTOMATIC POWER FACTOR CORRECTION
- 30.4 ส่วนประกอบของอุปกรณ์หลัก มีดังนี้
- ชุด AUTOMATIC STEP CONTROLLER ต้องสามารถต่อเชื่อมกับ PRINTER เพื่อพิมพ์ แสดงผลได้
 - POWER CAPACITOR BANK
 - MAGNETIC CONTACTOR
 - POWER FACTOR METER
 - HRC FUSE
- 30.5 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 | |

31. อุปกรณ์ป้องกันลัด (SUGE PROTECTION)

- 31.1 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลัด (SURGE PROTECTION DEVICE) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, DIN, IEE, UL, VDE หรือ ANSI
- 31.2 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลัด (SURGE PROTECTION DEVICE) CLASS I + CLASS II สำหรับเมนไฟฟ้าหลักที่จ่ายให้กับอาคารมีคุณสมบัติดังนี้
- 31.2.1 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันขั้นต้น และชั้นกลาง (COARSE AND MEDIUM PROTECTION) ใช้ติดตั้งที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) ลักษณะอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
- (1) ARC QUENCHING SPARK GAP (ARRESTER CLASS 1/ B)
 - (2) MOV (ARRESTER CLASS II / C) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองส่วน ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) และแรงดันลัด (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
- 31.3 การติดตั้ง ให้ติดตั้ง LIGHTNING CURRENT ARRESTER และ SURGE VOLTAGE ARRESTER ขนาดระหว่าง L-PEN ที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) และให้มี BANK UP FUSE ขนาด 125 A

- 31.4.1 การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสาย และติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

32. CONTACTOR & STARTER

- 32.1 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ MENA, UL หรือ IEC
- 32.2 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.

33. ระบบคอมพิวเตอร์ (COMPUTER NETWORK SYSTEM)

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

33.1 งานจัดหาและติดตั้งสายสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิด SINGLE MODE (SINGLE MODE FIBER OPTIC CABLING SYSTEM) จำนวน 1 งาน

33.1.1 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 ต้องทำการเข้าหัวสาย ด้วยวิธี 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 โดยมี

เอกสารรับรอง(CERTIFICATE)การผ่านการอบรม จากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทประจำประเทศไทยของบริษัทผู้ผลิต โดยจะต้องแนบสำเนาเอกสารรับรอง(CERTIFICATE)การผ่านการอบรม ดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นเอกสารเสนอราคา

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

33.1.2 ข้อกำหนดทางเทคนิค

ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งระบบสายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องเสนออุปกรณ์ ที่ประกอบไปด้วย สายใยแก้วนำแสง (FIBER OPTIC CABLE) กล่องพักสายใยแก้วนำแสง (FIBER OPTIC ENCLOSURE) สายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อแบบ PIGTAIL (FIBER OPTIC PIGTAIL CABLE) และสายใยแก้วนำแสงเชื่อมต่อ (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

- สามารถใช้งานAPPLICATION 10GBASE-L(1310 NM), 10GBASE-E (1550 NM), 10G FIBRE CHANNEL (SERIAL 1310 NM), 10G FIBRE CHANNEL (WDM-1310 NM), 100GBASE-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 สำหรับสาย ขนาด 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 แบบพอดีกับเสาของ 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 เพื่อง่ายต่อการจัดสายและประหยัดพื้นที่ในตู้ RACK
 - มี JACKET ของสายเป็นแบบ LOW SMOKE ZERO HALOGEN (LSOH) ตามมาตรฐาน IEC 60332-3C
 - BOOT ที่ปลายทั้งสองด้านเป็นแบบ LOW PROFILE ถูกออกแบบให้สามารถดึงเข้าและออกจากหัวต่อสายตัวเมียได้โดยไม่ต้องใช้มือกดที่ LATCH (PUSH-PULL DESIGN) ซึ่งเหมาะสำหรับการติดตั้งในที่ ๆ จำกัด และมีสายจำนวนมาก เช่น ใน BLADE SERVER และ HIGH DENSITY PATCH PANEL เป็นต้น
 - สามารถเปลี่ยน POLARITY ของสายได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะใด ๆ 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)

33.1.3 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

33.1.4 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

33.1.5 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่บุคลากร เพื่อให้สามารถใช้งานระบบ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อต้องกระทำโดยวิทยากรที่เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนั้นและต้องมีเอกสารประกอบการฝึกอบรม แจกให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด

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

33.2.1 รายละเอียดทั่วไป

- ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งสายสัญญาณทองแดงตีเกลียวแบบ F/UTP CAT.6A จากตู้ RACK ในแต่ละชั้น ไปยังตำแหน่งที่ระบุในแบบ จำนวนทั้งสิ้น 61 เส้น
- ในการติดตั้งสายสัญญาณในตู้ RACK ที่ต้นทางให้ติดตั้งในแผงพักสายสัญญาณ (COPPER PATCH PANEL) และปลายทางให้ติดตั้งที่ RJ-45 MODULAR JACK พร้อมเสนอสาย PATCH CORD ทั้งที่ต้นทางและปลายทาง ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร จำนวนทั้งสิ้น 122 เส้น โดยที่ความยาวของสายต้องเพียงพอต่อการใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครือข่าย
- สายทองแดงตีเกลียว (COPPER CABLE) แผงพักสาย (COPPER PATCH PANEL) และ สาย PATCH CORD ทุกชั้นต้องมีการติด 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 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

33.2.1 ข้อกำหนดทางเทคนิค

ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้งระบบทองแดงดีเกิลีวชนิด CAT.6A จะต้องเสนออุปกรณ์ ที่ประกอบไปด้วย สายทองแดงดีเกิลีว (COPPER CABLE) แผงพักสายสัญญาณ (COPPER PATCH PANEL) เต้ารับสายทองแดงดีเกิลีว (RJ-45 MODULAR JACK) สายทองแดงดีเกิลีวเชื่อมต่อเชื่อมต่อ (COPPER PATCH CORD) หน้ากากเต้ารับ (FACEPLATE) และแผงจัดสายแนวนอน (HORIZONTAL CABLE MANAGER) ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน โดยมีรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- (1) สายสัญญาณทองแดงดีเกิลีวแบบ F/UTP CAT.6A (F/UTP CAT.6A CABLE)
 - เป็นสายทองแดงแบบดีเกิลีวชนิด 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
 - มีคุณสมบัติทางไฟฟ้างดังต่อไปนี้

- 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 $+75^{\circ}\text{C}$ ติดตั้งได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 0 ถึง $+60^{\circ}\text{C}$ และสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง $+75^{\circ}\text{C}$
- (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 ที่มีความแข็งแรงทนทาน 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 ซึ่งจะทำการเชื่อมต่อเข้ากับส่วน GROUND ของเติร์ปสายสัญญาณตัวเมียโดยอัตโนมัติเมื่อทำการติดตั้ง เพื่อให้การเชื่อมต่อระบบ GROUND ได้อย่างสมบูรณ์
- แผงพักสายสัญญาณสามารถรองรับการติดตั้ง GROUND LUG แบบ 1 รู หรือ 2 รู เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบ GROUND ของอาคารหรือสถานที่นั้นๆ
- สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -10 ถึง +60 องศาเซลเซียส
- ผ่านการรับรองมาตรฐาน ROHS COMPLIANCE

(3) เติร์ปสายทองแดงตีเกลียว (RJ-45 MODULAR JACK)

- เป็นเติร์ปสายทองแดงตีเกลียวแบบ 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 โดยไม่ทำให้แต่ละคู่สายไขว้กันไปมา ในช่วงของสายที่ไม่ได้ถูกหุ้มด้วย JACKET (ช่วงสายที่ปลอกออกเพื่อทำการเข้าหัวสาย) ทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้เป็นอย่างดี

- สามารถทำการเข้าหัวใหม่ได้ไม่น้อยกว่า 5 ครั้ง โดยที่ยังคงประสิทธิภาพดังเดิม
- รองรับการเสียบหัวตัวผู้ (PLUG INSERTION CYCLES) ได้ไม่น้อยกว่า 2500 ครั้ง และสามารถรองรับหัวตัวผู้ได้ทั้งแบบ RJ-45 และ RJ-11
- ตัวรับสายสัญญาณตัวเมียมีแผ่นปิดช่องหัวต่อสายเพื่อกันฝุ่นให้เลือกใช้ โดยแผ่นปิดช่องเสียบสายมีระบบเปิดปิดแบบใช้สปริง ทำให้สามารถเสียบสาย PATCH CORD เข้ากับตัวสายสัญญาณตัวเมียได้ด้วยมือเดียว
- มี CODE สีเพื่อบอกสัญลักษณ์การเข้าสายสัญญาณทั้งแบบ T568A และ T568B เพื่อสะดวกในการติดตั้ง
- ตัวรับสายสัญญาณตัวเมียเป็นแบบ SLIM สามารถติดตั้งเข้ากับ FACEPLATE ในแนวราบ (FLAT) หรือแบบทำมุมเฉียง (ANGLED) ได้จากทางด้านหน้าและด้านหลัง
- สามารถถอดตัวรับสายสัญญาณตัวเมียออกจาก FACEPLATE ทางด้านหน้าและด้านหลัง (PASS THROUGH) ในขณะที่สายสัญญาณยังติดอยู่กับตัวรับ
- มีสีให้เลือกสำหรับการทำ COLOR CODING จำนวนไม่น้อยกว่า 10 สี และมี 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) สายทองแดงตีเกลียวเชื่อมต่อก (COPPER PATCH CORD)

- สายทองแดงเชื่อมต่อกสัญญาณเป็นสายทองแดงแบบอ่อน (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 ถูออกแบบให้สามารถดึงเข้าและออกจากหัวต่อสายตัวเมียได้โดยไม่ต้องใช้มีดกดที่ 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 โดยสามารถติดตั้งในกรณีที่ต้องการติดตั้งสายทองแดงเชื่อมต่อกสัญญาณไปแล้ว โดยไม่ต้องถอดสายออก
- สายเชื่อมต่อกสำเร็จรูป 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

33.2.2 การส่งมอบ

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

33.2.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

33.2.4 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้แก่บุคลากร เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การฝึกอบรมในแต่ละหัวข้อต้องกระทำโดยวิทยากรที่เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในด้านนั้นและต้องมีเอกสารประกอบการฝึกอบรมแจกให้แก่ผู้เข้ารับการฝึกอบรม และผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมทั้งหมด

33.3 งานจัดหาและติดตั้งตู้สื่อสารขนาด 42U (RACK CABINET) จำนวน 1 งาน

33.3.1 รายละเอียดทั่วไป

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

33.3.2 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
- เสายึดอุปกรณ์ทั้งสี่ด้านบ๊มเจาะรูสี่เหลี่ยมสำหรับยึด CAGE NUT พร้อมมีหมายเลขบอกระยะความสูง (U=UNIT) ไว้ที่เสาเพื่อสะดวกในการปรับระยะความลึกการยึด และติดตั้งอุปกรณ์เข้าออกได้ง่าย
- สามารถรับน้ำหนักอุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 1200 กิโลกรัม ต่อตู้
- ประตูด้านหน้า, ประตูหลัง และฝาปิดด้านข้าง ซ้าย / ขวา สามารถที่จะเปิดออกได้ทั้ง 4 ด้านได้อย่างอิสระ
- 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

33.3.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจริบพัสดุ

33.4 งานจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย (NETWORK EQUIPMENT) จำนวน 1 งาน

33.4.1 รายละเอียดทั่วไป

- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ DISTRIBUTE SWITCH จำนวน 1 ชุด ที่ตู้สื่อสารหลักของอาคารหลังใหม่จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ ACCESS POE SWITCH จำนวน 12 ชุด หรือติดตั้งตามตู้สื่อสารแต่ละชั้นตามแบบ
- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ WIRELESS ACCESS POINT จำนวน 26 ชุด หรือติดตั้งตามแบบ
- ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารรับรองมาในวันที่ยื่นประกวดราคา

33.4.2 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 ได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องสามารถรองรับจำนวนพอร์ต 10 Gigabit ได้สูงสุด 32 พอร์ต เมื่อ Stacking หรือ Virtual Chassis หรืออยู่ใน Chassis เดียวกันได้เป็นอย่างดี
- 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 และมีความเร็วในการส่งข้อมูล (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 RIPv2, OSPFv3 และ BGP v4 for IPv6 หรือ MP-BGP
- สามารถทำ Network Monitoring แบบ NetFlow หรือ sFlow หรือ เทียบเท่า และ SNMPv3 ได้เป็นอย่างดี
- 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 ได้เป็นอย่างดี
- สามารถทำ VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) ได้เป็นอย่างดี
- 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
- รองรับระบบการจ่ายไฟฟ้าแบบสมบูร์ก (Redundant Power Supplies)
- เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบัน CSA, EN, UL, CE และ FCC เป็นอย่างดี
- บริษัท ที่นำเสนอจะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ ในการสนับสนุนทางเทคนิค จากบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทประจำประเทศไทย ของผู้ผลิต โดยต้องยื่นเอกสารการแต่งตั้งพร้อมเอกสารเสนอราคา
- ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารรับรองการมีอะไหล่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี จากบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต และจะต้องยื่นเอกสารนี้พร้อมเอกสารเสนอราคา
- ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ชุดนี้ เข้ากับระบบ เครือข่ายของอาคารเดิมให้สามารถใช้งานร่วมกันได้

(2) ระบบ WIRELESS CONTROLLER SYSTEM

- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายมีสาย (LAN switch) ไม่น้อยกว่า 20 อุปกรณ์และอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายไม่น้อยกว่า 30 อุปกรณ์ได้ในระบบเดียวกัน
- สามารถตรวจสอบและแสดงสถานะของอุปกรณ์เครือข่าย โดยการค้นหาอุปกรณ์ระบบเครือข่าย (Discovery) และสร้างภาพโครงข่ายของการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ (Topology)

- ผู้ดูแลสามารถ login เพื่อเข้าใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารและจัดการระบบเครือข่ายผ่านทาง 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 เป็นอย่างน้อย
- 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
- รองรับการทำงานแบบ 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 และ มือถือ
- ระบบสามารถระบุผู้ผลิตอุปกรณ์ (Device Family) เช่น Alcatel-lucent Enterprise, Apple, IBM
- ระบบสามารถระบุระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ได้ (Device OS)
- ระบบสามารถระบุ SSID ที่อุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์เชื่อมต่ออยู่ได้
- ระบบสามารถกำหนด URL ได้หลังจากที่ผู้ใช้ได้ทำการ Authentication สำเร็จ
- ระบบสามารถรองรับ Guest Authentication โดยสนับสนุนการทำงานแบบ Self-Registration เพื่อใช้ผู้ใช้งานสามารถลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบด้วยตนเองได้
- ระบบลงทะเบียนต้องสามารถกำหนดให้ผู้เข้าใช้งานระบุ ชื่อ อีเมล เบอร์โทรศัพท์ ชื่อบริษัท ตำแหน่ง
- ระบบสามารถเลือกกำหนดรหัสผ่านแบบผู้ใช้งานกำหนดเองและระบบลงทะเบียนเป็นผู้กำหนดให้
- 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 และ มือถือ
- ระบบสามารถระบุผู้ผลิตอุปกรณ์ (Device Family) เช่น Alcatel-lucent Enterprise, Apple, IBM
- ระบบสามารถระบุระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์ได้ (Device OS) เช่น IOS, Andriod, MacOS, Window เป็นต้น
- ระบบสามารถแสดงชื่อของผู้อนุญาตให้เข้าใช้งานได้ (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
- ให้การสนับสนุนอุปกรณ์โคเลเอนต์ไร้สายที่อยูบนมาตรฐาน 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 ที่เสนอในโครงการนี้ได้เป็นอย่างดี

(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 Snoopingได้เป็นอย่างดีน้อย
- 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 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- สามารถทำ Network Access Profile หรือ User Network Profile เพื่อกำหนดนโยบายการใช้งานของกลุ่ม User ในเรื่อง VLAN, Access Control และ Bandwidth หรือ QoS ได้เป็นอย่างดีน้อย 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 จากบริษัท ผู้ผลิต หรือบริษัท ประจำประเทศไทยของผู้ผลิตโดยตรง และต้องแนบเอกสารรับรองพร้อมเอกสารเสนอราคา

33.4.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และค่าบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจริบพัสดุ

33.5 งานจัดหาและติดตั้งเครื่องจ่ายกำลังไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง (UPS) จำนวน 1 ชุด

33.5.1 รายละเอียดทั่วไป

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

33.5.2 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

33.5.3 การรับประกัน

การรับประกันสินค้า ต้องรับประกันคุณภาพและการชำรุดที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากการใช้งานตามปกติวิสัย ทั้งอะไหล่และบริการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับพัสดุ

33.6 รายการวัสดุอุปกรณ์มาตรฐาน

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

33.6.1 รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโครงการ

ลำดับที่	วัสดุอุปกรณ์	ประเทศเจ้าของผลิตภัณฑ์
1.	FIBER OPTIC CABLING SYSTEM -PANDUIT (PANNET) -SIEMON -CORNING	USA USA USA
2.	COPPER CABLING SYSTEM -PANDUIT (PANNET) -SIEMON -COMMScope (SYSTIMAX)	USA USA USA
3.	RACK CABINET -GERMAN -CHEVAL -P POWER C	THAILAND THAILAND THAILAND
4.	NETWORK EQUIPMENT -CISCO -HP -DELL	USA USA USA

ลำดับที่	วัสดุอุปกรณ์	ประเทศเจ้าของผลิตภัณฑ์
5	UPS -EATON -GE -LIEBERT (VERTIV)	USA USA USA

34. ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR ENERGY POWER)

34.1 รายละเอียดคุณลักษณะแผงเซลล์แสงอาทิตย์

- 34.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ รวมต้องมีกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดรวม ไม่น้อยกว่า 63,000 วัตต์ (63 kWp)
- 34.1.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นชนิดผลึกโพลีคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Poly crystalline) ต้องมีพิทด์กำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุด ไม่น้อยกว่า 320 วัตต์ ต่อ แผง ที่สภาวะทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Condition, STC) 1000w/m^2 Illumination, AM 1.5, 25°C cell temperature)
- 34.1.3 เป็นแผงโซลาร์เซลล์ที่มีการคัดเลือก cell แบบ Positive Power (มี Power tolerance $0\sim+5\%$)
- 34.1.4 มีค่า Module efficiency ไม่ต่ำกว่า 16%, มี Bus Bar ไม่ต่ำกว่า 4 Bus Bar
- 34.1.5 มีค่าประสิทธิภาพการทำงานในขณะมีความเข้มแสงน้อยไม่ต่ำกว่า 96.5%
- 34.1.6 ด้านหน้าเป็นกระจกใสชนิด Tempered glasses มีความหนาไม่น้อยกว่า 3.2 mm
- 34.1.7 สามารถป้องกันการกัดกร่อนจาก เกลือ ,ammonia ,ฝุ่นทราย สามารถใช้งานในทะเล (at least Severity-6) หรือ ฟาร์มได้
- 34.1.8 ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี ทำจาก anodized aluminum alloy มีน้ำหนักแผงไม่เกิน 27 kg
- 34.1.10 โครงสร้างฐานรับแผงสามารถรับภาระหรือน้ำหนัก ได้อย่างพอต่องานโครงสร้างอาคาร
- 34.1.11 ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งกล่องรวมสายไฟฟ้า (Junction Box) พร้อมมี Bypass diode สามารถใช้งานได้ในทุกสภาพอากาศ โดยมีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- 34.1.12 ขั้วต่อเป็นแบบ MC4 compatible
- 34.1.13 ค่า Maximum system voltage ของแผงเซลล์ไม่น้อยกว่า 1000 V (IEC)
- 34.1.14 เป็นแผงเซลล์ในรุ่นที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติการออกแบบและรับรองแบบ (Design Qualification and Type Approval) ตามมาตรฐาน IEC61215, IEC61730, TUV, CE เป็นอย่างน้อย
- 34.1.15 ได้รับมาตรฐาน ISO9001 , TIS1843(มอก.)

- 34.1.16 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC.) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด Voc.ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 46 V. แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด Vmp. ไม่น้อยกว่า 37.4 V กระแสไฟฟ้า ลัดวงจรไม่น้อยกว่า $ISC = 8.5 \text{ A}$, กระแสไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่าหรือเทียบเท่า $I_{mp} = 8.4 \text{ A}$
- 34.1.17 มีค่าคุณสมบัติของวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย
- 34.1.18 ช่วงอุณหภูมิการใช้งานปกติ -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$, มีค่า Temperature Coefficient of P_{max} ไม่น้อยกว่า $-0.46\%/^{\circ}\text{C}$
- 34.1.19 แผงเซลล์ที่ส่งมอบต้องเป็น รุ่นเดียวกันทั้งหมดของแต่ละชุดแผงเซลล์ พร้อมส่งผลการทดสอบ Flash Test Report จากโรงงาน
- 34.1.20 กรณีเป็นการนำเข้าแผงเซลล์จากต่างประเทศ จะต้องผ่านวิธีการทางศุลกากรอย่างถูกต้อง และต้องมีสำนักงานประจำของบริษัทผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการรับรอง อยู่ในประเทศไทย
- 34.1.21 มีการรับประกันประสิทธิภาพการใช้งานแผงเซลล์เป็นระยะเวลา 25 ปี, โดย 10 ปีแรกมีการรับประกันประสิทธิภาพที่ STC ไม่ต่ำกว่า 90%, ปีที่ 10-25 มีการลดลงของประสิทธิภาพปีละไม่ต่ำกว่า 80 %, และรับประกันวัสดุในการประกอบแผงทั้งหมด 12 ปี โดยจะต้องมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิตแผงเซลล์อย่างเป็นทางการ

34.2 รายละเอียดคุณลักษณะเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

- 34.2.1 เป็นเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ On grid ชนิด Three- phase ขนาดกำลังไฟฟ้า ดีซีอินพุต ไม่น้อยกว่า 2500W(25kW)
- 34.2.2 ใช้เทคโนโลยี Electrolyte-free or Transformerless
- 34.2.3 ใช้หลักการระบายความร้อน ด้วยพัดลม และมีระดับเสียงไม่เกิน 60 dB ที่ระยะห่าง 1 เมตร
- 34.2.4 มี MPPT จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 34.2.5 สามารถรับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ได้ไม่น้อยกว่า 30A /MPPT
- 34.2.6 มีค่าแรงดันการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ MPP Voltage Rang /Rate Input Voltage) 390-800/600V.
- 34.2.7 มีค่า maximum dc input voltage 1000V
- 34.2.8 มีช่องเสียบสาย DC input อย่างน้อย 2 ช่อง/MPPT
- 34.2.9 สามารถป้องกัน DC Reverse polarity protection / AC Short-Circuit Capability
- 34.2.10 ตัวเครื่องมี DC disconnect switch ติดตั้งภายในตัวเครื่อง
- 34.2.11 มีรูปแบบการต่อทางด้าน AC แบบ three phase 3P4W+PE 230/400V.
- 34.2.12 มีค่า AC rated active power ไม่น้อยกว่า 25000W

- 342.13 มีค่า Maximum AC output power ไม่น้อยกว่า 25000W
- 34.2.14 มีค่า Nominal AC voltage rang 160–280V
- 34.2.15 ใช้งานกับย่านความถี่ (AC Power Frequency range) 50Hz+–6Hz
- 34.2.16 มี Power Factor ที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- 34.2.17 มี Power Factor at Rate Power ไม่น้อยกว่า 0.99
- 34.2.18 มีค่า total current harmonic distortion at Rate Output ไม่เกิน 3% หรือดีกว่า
- 34.2.19 มีระบบป้องกัน Anti-Islanding
- 34.2.20 มีการป้องกัน AC overcurrent
- 34.2.21 มีค่า Maximum efficiency ไม่น้อยกว่า 98%
- 34.2.22 มีค่าอัตราการกินกระแสไฟฟ้าในขณะ standby mode ไม่เกิน 3W
- 34.2.23 มีรูปแบบการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบ RS485,RJ45/Webconnect
- 34.2.24 จอแสดงผลเป็นแบบ Graphical LCD
- 34.2.25 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ –25C ถึง +60C
- 34.2.26 มีค่า operating altitude
- 34.2.27 ระดับ Degree Protection IP65 (ตามมาตรฐาน IEC 60529)
- 34.2.28 ผ่านมาตรฐานและการทดสอบดังนี้
PEA/MEA Guide, IEC62116, IEC61683 –AS 4777, BDEW 2008, C10/11, CE, CEI 0–16, CEI 0–21, EN 504381, G59/3, IEC61727, IEC 62109–1/2, NEN EN 50438, NRS 097–2–1, PPC, RD 1699, RD 661/2007, SI4777, UTE C15–712–1, VDE 0126–1–1, VDE–AR–N 4105, VFR 2014
- 34.2.29 สามารถแสดงผลการผลิตไฟฟ้า บนหน้าจอ Graphical LCD จะต้องสามารถแสดงผลข้อมูลการผลิตไฟฟ้าได้
- 34.2.30 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นทะเบียนกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวง

34.3 การแสดงผลการทำงาน

- 34.3.1 เป็น ระบบแสดงผล ชนิด web base interface และสามารถแสดงผลการทำงานบน website ได้
- 34.3.2 สามารถติดต่อได้กับระบบติดต่อสื่อสาร RS485 interface,RJ45(LAN)
- 34.3.3 รองรับการแสดงผลได้ทาง computer ,หรือ ดูข้อมูลการแสดงผลทาง smart phone
- 34.3.4 สามารถแสดงค่าต่างๆ เหล่านี้ได้
 - สามารถแสดงค่าเป็นรายอินเวอร์เตอร์ที่ใช้งานได้
 - ค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นราย วัน, เดือน, ปี, ผลรวมทั้งหมด โดย

สามารถแสดงผลรูปแบบ กราฟ โดยการแสดง กราฟ สามารถเป็นระบบ auto scale ได้

- การแสดงผลรายเดือน จะต้องสามารถแสดงหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ (KWh) ในแต่ละวันภายใน 1 เดือน และสามารถดูได้ในรูปแบบกราฟ

- 34.3.5 สามารถเลือกดูการเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้า ในแต่ละอินเวอร์เตอร์ ในกรณีที่มีอินเวอร์เตอร์หลายเครื่องภายในระบบเดียวกัน ในแต่ละวัน
- 34.3.6 สามารถแสดงผลเหตุการณ์ต่างๆของระบบ เช่น offline ,error message โดยสามารถเลือกดูได้ทั้ง Date ,Status codes ,Fault codes.
- 34.3.7 รองรับการส่งข้อความผ่านทาง email ได้เพื่อส่งค่าเช่น ค่าการผลิตไฟฟ้าได้ ทาง email ได้ โดยสามารถตั้งค่า email ได้

34.4 รายละเอียดอุปกรณ์การติดตั้ง ประกอบด้วย

- 34.4.1 อุปกรณ์สำหรับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นรางอลูมิเนียม เพื่อยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ผลิตสำหรับงานพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะ
- 34.4.2 อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นอลูมิเนียมสำหรับใช้ร่วมกับรางอลูมิเนียม และผลิตสำหรับงานพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะ
- 34.4.3 กำหนดให้ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์วางทำมุมกับแนวระนาบ ตามหลังคา
- 34.4.4 หนีบ สกรูที่ใช้ยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้ยึดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีความแข็งแรง ทำจากวัสดุ สแตนเลส เพื่อป้องกันสนิม
- 34.4.5 สายไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นสายทองแดงสำหรับงานโซล่าเซลล์ ที่สามารถป้องกันรังสี UV และใช้งานกลางแจ้งได้
- 34.4.6 การตัดต่อสาย (Splicing) ให้กระทำได้ต่อเมื่อจำเป็นจริงๆ และต้องตัดต่อเฉพาะใน Junction หรือ Outlet Box ซึ่งอยู่ในบริเวณที่สามารถเข้าไปตรวจ และหรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย
- 34.4.7 การต่อสายต้องใช้สีเป็นรหัส (Color-Coding) ในการเดินสายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม
- 34.4.8 ผู้รับจ้างต้องติดตั้งอุปกรณ์ PV fuse link ที่สามารถทนแรงดัน 1,000VDC, Surge protection ที่สามารถทนแรงดัน Maximum system voltage 1,000V และอัตรา การ discharge current per pole ไม่น้อยกว่า 40 ka
- 34.4.9 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำรายละเอียดการติดตั้ง ทั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้า และ วิศวกรรมโยธา เสนอต่อคณะกรรมการ

35. บัญชีรายการอุปกรณ์มาตรฐาน

MATERIAL LIST	PRODUCT
35.1 หม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดน้ำมัน (OIL TYPE)	: เอกวิษฐ์, เจริญชัย
35.2 หม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดแห้ง (DRY TYPE)	: ELTAS, เอกวิษฐ์, เจริญชัย
35.3 MAIN DISTRIBUTION BOARD AND DISTRIBUTION BOARD	: ASEFA, TIC, ABB
35.4 CIRCUIT BREAKER	: SCHNEIDER, ABB, EATON
35.5 PANEL BOARD, LOAD CENTER	: SCHNEIDER, ABB, EATON
35.6 CAPACITOR AND CONTROLLER	: FEDERAL, ABB, SIEMENS, EATON
35.7 สายไฟฟ้า (รวมถึงสายดิน และสายล่อฟ้า)	: THAI YAZAKI, PHELPS DODGE, BANGKOK CABLE, MCI
35.8 ท่อร้อยสายไฟฟ้า	: PANASONIC, BLUE AEGLE, TSP, RSI
35.9 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
- ELECTROMAGNETIC BALLAST	: PHILIPS, BOVO, VOSSLOH, ARMSTRONG
- CAPACITOR	: ELECTRONICONS, PED, CAMBRIDGE
- EMERGENCY LIGHT AND EXIT SIGN	: EML, CEE, MAXBRIGHTH
35.10 สวิตช์และปลั๊ก	: PANASONIC, BTICINO, CLIPSAL
35.11 เครื่องมือวัด	: CROMPTON, MITSUBISHI, TELEMECANIQUE
35.12 BUSWAY	: MEGA DUCT, POWERDUCT, CULTER HAMMER, LINKK
35.13 ระบบสายล่อฟ้า	: GUMWELL, EXPO, CAD WELD
35.14 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้	: EST, SIMPLEX, MIRTONE, NOTIFIER

- 35.15 วัสดุป้องกันไฟลาม : 3M, ABESCO, HILTI
- 35.16 สายทนไฟ : MCI, BETA FLAM, BANGKOK CABLE
- 35.17 ระบบการจัดการพลังงานและเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า : SCHNEIDER, TELEMECANIQUE
- 35.18 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง ระยะไกล : MERTEN CARLO GAVAZZI, DYNALITE, SCHNEIDER, CLIPSAL
- 35.19 ระบบควบคุมแสงสว่างห้องประชุม : DIMSENSE, LUTRON, HELVAR
- 35.19 SURGE PROTECTION : CRITECH, MEM, PHOENIX CONTACT, DEHN, SCHNAIDER, EATON

ระบบสื่อสารและประกอบอาคาร

- 35.21 ระบบคอมพิวเตอร์ : AMP, CISCO, KRONE, LINK, PANASONIC
- สายระบบคอมพิวเตอร์ : AMP, BELDEN, KRONE, LINK
 - อุปกรณ์ระบบสื่อสารภายใน : AIPHONE, CARECOM, TEKTONE
 - สายระบบสื่อสารภายใน : BANGKOK CABLE, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI
- 35.22 ระบบโทรทัศน์วงจรปิด : BOSCH, PHILLIP, SAMSUNG, SONY, SIMEN
- 35.23 ระบบเสียงและภาพ :
- อุปกรณ์ระบบเสียงและระบบภาพ : BENQ, BOSCH, CANNON, DALITE, DATAVIDEO, EV, FRACARRO, JVC, KRAMER, PANASONIC, PHILIPS, SAMART, SAMSUNG, SANYO, SONY, TOA, WISI, YAMAHA, DRAPER
 - สายสัญญาณ : BANGKOK CABLE, BELDEN, CANARE, FRACARRO, INTERLINK, PHELPS DODGE, PHILIPS
- 35.24 ระบบเสียงประกาศ
- POWER AMPLIFIER, MIXING AMPLIFIER : BOSCH, DYNACORD, PHILIPS, TOA, YAMAHA PRE-AMPLIFIER
 - RADIO TUNER, COMPACT DISC PLAYER : BOSCH, DENON, PHILIPS, PIONEER, TEAC, TECHNIC, YAMAHA
 - LOUD SPEAKER : BOSCH, DYNACORD, JBL, PHILIPS, TOA, YAMAHA
 - MICROPHONE : BOSCH, CROWN, DYNACORD, PHILIPS, SHURE, TOA

- SOUND VOLUME CONTROL	: BOSCH, DYNACORD, PHILIPS, TOA
- อุปกรณ์ระบบชุดประชุม	: BOSCH, DIS, PHILIPS, TOA
- สายระบบเสียง	: BANGKOK CABLE, BELDEN, CANARE, HOSIWELL, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI
- ตู้ใส่อุปกรณ์	: 19" GERMANY EXPORT RACK
35.25 LCD TELEVISION	: PHILLIP, SONY, PANASONIC, LG
35.26 ระบบโทรศัพท์	
- ตู้สาขาอัตโนมัติ (PABX)	: NEC, SIEMENS, ALCATEL, ERICSSON, LG
- TERMINAL ระบบโทรศัพท์	: KRONE, POUYET, ERICSSON,
- เต้ารับโทรศัพท์	: PANASONIC, BTICINO, CLIPSAL
35.27 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์	: FOR INVERTER; SMA, TABUCHI, SCHNEIDER : FOR SOLAR PANEL: EKARAT, JETION, SOLAR TRON
35.28 HIGH VOLTAGE EQUIPMENT	
- HIGH VOLTGE SWITCHGEAR CUBICLE	ASEFA, ABB, TIC
- HDPE TUBE	TGG, TAP, IPP (มอก.982-2548)
- DISCONNECTING SWITCHS	U-TAH, GUNKUL, PRECISE
- RING MAIN UNIT	ABB, EATON, SCHNEIDER

หมายเหตุ

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ เป็นตัวอย่างรายชื่อที่ผู้รับจ้างควรเสนอขออนุมัติใช้ โดยมีรายละเอียดของบริษัทแต่ละชนิดตามรายละเอียดข้อกำหนด (specification) ในกรณีที่มีเหตุผลวิสัยอันเนื่อง มาจากบริษัทหยุดการผลิตหรือไม่มีตัวแทนจำหน่ายแล้ว หรือ สาเหตุอื่นใด อันมีผลทำให้ไม่สามารถหาซื้อภายในประเทศหรือสั่งซื้อจากต่างประเทศ ผู้รับจ้างมีสิทธิในการเสนอขออนุมัติเทียบเท่าในบริษัทนั้น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล, รายละเอียดทางเทคนิคและราคา โดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการการตรวจการจ้างเป็นผู้พิจารณาเห็นชอบเพื่อปฏิบัติตามระเบียบราชการต่อไป