งานปรับปรุงระบบหม้อแปลงไฟฟ้า ไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ ของโรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ

โดย

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
ปี พ.ศ. ๒๕๖๒

คำนำ

เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอผลงานในการประเมินเพื่อคัดเลือกบุคคลที่จะเข้ารับการประเมินผลงานของนายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการและชำนาญการพิเศษ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ประกอบการเลื่อนระดับเป็นวิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ เป็นลักษณะของเอกสารจะเป็นการนำเสนอผลงานด้านพิจารณาตรวจสอบเชิงวิชาการ และการออกแบบประมาณการ โดยสอดคล้องกับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อความปลอดภัยของผู้รับบริการ ประชาชนที่มาใช้งานเครื่องมือแพทย์และระบบไฟฟ้าในโรงพยาบาล และการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ต่อไป

(นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์)
ผู้นำเสนอผลงาน

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
คำนำ		ก.
สารบัญ		ข.
สารบัญรูป		ค.
สารบัญตาราง		ค.
บทที่ ๑	บทนำ	๑
	๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
	๑.๒ วัตถุประสงค์	๒
	๑.๓ ขอบเขตในการปฏิบัติงาน	๒
	๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๒
บทที่ ๒	แนวคิด ทฤษฎี ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ	๓
	๒.๑ หลักการและความสำคัญของการออกแบบระบบไฟฟ้า	๓
	๒.๒ งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า	๓
	๒.๓ แบบระบบไฟฟ้าที่ดี	๔
	๒.๔ มาตรฐานระบบไฟฟ้า	๕
	๒.๕ สัญลักษณ์ประกอบแบบ	๖
	๒.๖ Single Line Diagram และ Riser Diagram	๗
	๒.๗ มาตรฐานระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ	๘
	๒.๘ มาตรฐานสายไฟฟ้า	๘
	๒.๙ บริภัณฑ์ไฟฟ้า	๑๐
	๒.๑๐ การคำนวณค่ากระแสลัดวงจร	๑๓
	๒.๑๑ การต่อลงดิน	๑๖
	๒.๑๒ การประมาณโหลดตามพื้นที่	๑๘
บทที่ ๓	สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ	๒๑
	๓.๑ สาระสำคัญของงาน	๒๑
	๓.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ	๒๑
	๓.๓ รายการคำนวณ	๒๔
	๓.๔ จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบไฟฟ้า	๓๒
	๓.๕ จัดทำรายละเอียดข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน	๔๑
	๓.๖ จัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่ได้ดำเนินการให้กับโรงพยาบาล	๕๐
บทที่ ๔	สรุปผลการดำเนินการ	๕๑
	๔.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ	๕๑
	๔.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ	๕๑
	๔.๓ การนำไปใช้ประโยชน์	๕๑
บทที่ ๕	ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ	๕๒
	๕.๑ ความยุ่งยากในการดำเนินการ /ปัญหา/อุปสรรค	๕๒

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง		หน้า
บทที่ ๕ (ต่อ)	๕.๒ ข้อเสนอแนะ	๕๒
	บรรณานุกรม	๕๓
	ภาคผนวก ก :ข้อมูลผู้นำเสนอและประวัติการฝึกอบรมพัฒนาตนเองด้านวิศวกรรมไฟฟ้า	๕๔
	ภาคผนวก ข : คำสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	๕๗

สารบัญรูป

รูปภาพที่		หน้า
รูปภาพที่ ๑	ภาพหม้อแปลงไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงของโรงพยาบาลห้วยทับทัน	๑
รูปภาพที่ ๒	การประชุมสรุปผลการสำรวจระบบไฟฟ้าเดิมโรงพยาบาลห้วยทับทัน	๑
รูปภาพที่ ๓	ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์	๗
รูปภาพที่ ๔	ตัวอย่าง Single Line Diagram	๗
รูปภาพที่ ๕	ตัวอย่าง Riser Diagram	๘
รูปภาพที่ ๖	ผังอาคารของโรงพยาบาลห้วยทับทัน	๒๓
รูปภาพที่ ๗	ภาพหม้อแปลงไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงของโรงพยาบาลห้วยทับทัน	๒๓
รูปภาพที่ ๘	พิกัดขนาด Lightning Arrester	๒๖
รูปภาพที่ ๘	ตัวอย่างพิจารณาเลือกสายไฟฟ้าแรงสูง ชนิด SAC ๒๕ kV	๒๗
รูปภาพที่ ๙	การส่งมอบงาน	๕๑

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ ๑	หม้อแปลงไฟฟ้า ด้านแรงต่ำ ๒๓๐ / ๔๐๐V	๑๔
ตารางที่ ๒	สายไฟฟ้าแรงต่ำหุ้มด้วยฉนวน PVC	๑๕
ตารางที่ ๓	ตัวอย่างค่ากระแสลัดวงจรของหม้อแปลงไฟฟ้า	๑๕
ตารางที่ ๔	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ	๑๘
ตารางที่ ๕	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า	๑๘
ตารางที่ ๖	ขนาดการประมาณโหลดตามพื้นที่	๑๙
ตารางที่ ๗	ขนาดปร่าบตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงระบบแรงสูง	๒๕
ตารางที่ ๘	ตัวอย่างขนาดกระแสเต็มที่และพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง	๒๕
ตารางที่ ๙	ตาราง ๕-๓๒ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖	๒๘
ตารางที่ ๑๐	ตาราง ๕-๔๐ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖	๒๙
ตารางที่ ๑๑	ตาราง ๕-๔๓ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖	๒๙
ตารางที่ ๑๒	ตารางสาย XLPE ๐.๖/๑ kV.- CV จากผู้ผลิต	๓๐
ตารางที่ ๑๓	ตาราง ๔-๑ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖	๓๑

บทที่ ๑
บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ ได้ประสบปัญหาระบบไฟฟ้าหลัก ไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วนงาน และอาคารรักษาพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดสภาวะไฟฟ้าดับ สายไฟฟ้าขาดหรือลัดวงจรบ่อยครั้ง จึงได้ส่งหนังสือร้องขอศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ ให้ดำเนินการสำรวจสภาพปัญหาและวิธีการแก้ไข โดยศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ ได้ดำเนินการมอบหมายให้กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์ รับผิดชอบดำเนินการสำรวจและออกแบบ งานปรับปรุงระบบหม้อแปลงไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ ของโรงพยาบาลห้วยทับทัน อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ เนื่องจากโรงพยาบาลห้วยทับทัน เกิดสภาวะไฟฟ้าดับบ่อยครั้ง จากสาเหตุดังต่อไปนี้

(๑) มีสภาวะการใช้กระแสไฟฟ้าเกินพิกัดที่หม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดิม ๒๕๐ kVA. สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ไม่มีคุณภาพเพียงพอ

(๒) บริภัณฑ์ประธานไฟฟ้า อาทิเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สายระบบจำหน่ายไฟฟ้า มีสภาพเสื่อมถดถอย เนื่องจากอายุการใช้งานที่ยาวนาน และไม่สามารถรองรับภาระทางไฟฟ้าในปัจจุบันของโรงพยาบาลได้

(๓) เมื่อตรวจสอบใบเสร็จชำระเงินของการไฟฟ้า ฯ ปรากฏว่า ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ที่โรงพยาบาลใช้งาน เกินพิกัดของบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้ามาก จนเป็นเหตุให้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ชำรุด เนื่องจากเกิดความร้อนสะสม

รูปภาพที่ ๑ ภาพหม้อแปลงไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงของโรงพยาบาลห้วยทับทัน

รูปภาพที่ ๒

๑.๒ วัตถุประสงค์

(๑) เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนขนาดและพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า จากเดิม ๒๕๐ กิโลโวลต์แอมป์แปร์ (kVA) เป็นขนาด ๕๐๐ กิโลโวลต์แอมป์แปร์ (kVA) ระบบจำหน่ายไฟฟ้าหลัก และระบบไฟฟ้าสำรอง โรงพยาบาลห้วยทับทัน อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ เนื่องจากพิกัด และความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จากบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้าของเดิม ต่างๆ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

(๒) จัดทำแบบงานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ เพื่อใช้ในการก่อสร้างให้เป็นไปตามมาตรฐาน และเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบัน

(๓) เพื่อรองรับการให้บริการประชาชน ด้านการรักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้น

(๔) เพื่อความปลอดภัย และเสถียรภาพทางด้านไฟฟ้า ของโรงพยาบาล ที่ดีขึ้น

๑.๓ ขอบเขตในการปฏิบัติงาน

(๑) สำรวจรายละเอียดข้อมูลเบื้องต้นระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลห้วยทับทัน

(๒) ออกแบบการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๕๐๐ kVA. OIL TYPE จำนวน ๑ ชุด

(๓) ออกแบบแผงจ่ายไฟฟ้าเมนแรงต่ำ MDB MCCB ๘๐๐ A จำนวน ๑ ชุด

(๔) ออกแบบปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูง-แรงต่ำภายในโรงพยาบาล

(๕) จัดทำรายการประมาณราคา

(๖) จัดทำรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ของระบบไฟฟ้า

๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(๑) โรงพยาบาลห้วยทับทัน มีระบบไฟฟ้าใช้งานเพียงพอต่อการใช้กำลังไฟฟ้าของโรงพยาบาล

(๒) โรงพยาบาลห้วยทับทันมีระบบไฟฟ้าแรงสูง-แรงต่ำที่มีประสิทธิภาพ

(๓) ระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลห้วยทับทัน มีความเสถียรต่อการใช้งานในปัจจุบันและรองรับต่อการใช้กำลังไฟฟ้าของโรงพยาบาลในอนาคต

บทที่ ๒
แนวคิด ทฤษฎี ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

๒.๑ หลักการและความสำคัญของการออกแบบระบบไฟฟ้า

การออกแบบระบบไฟฟ้า หมายถึง การพัฒนาแบบแปลน หรือ วิธีการเพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าจากจุดจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ใช้กำลังไฟฟ้าต่างๆ หรือว่าจ่ายกำลังไฟฟ้า จากจุดรับสัญญาณไฟฟ้านั้นๆ ไปยังอุปกรณ์การใช้งาน การออกแบบระบบไฟฟ้าเป็นงานที่กว้างขวาง ต้องการข้อมูลมากมายเพื่อประกอบการตัดสินใจ เลือกใช้ระบบและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นผู้ใฝ่รู้และมีความสนใจในวิชาการต่างๆที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากงานการออกแบบระบบไฟฟ้านั้นผู้ออกแบบจะต้องมีความรับผิดชอบงานด้านต่างๆ เพื่อให้ได้แบบระบบไฟฟ้าที่ดี มีความถูกต้อง และปลอดภัยในการใช้งาน

๒.๒ งานของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าที่ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องรับผิดชอบมีอยู่มากมายหลายระบบ อาจจะแยกออกได้เป็น ๒ กลุ่มใหญ่ คือ

(๑) ระบบไฟฟ้ากำลัง

(๒) ระบบไฟฟ้าสื่อสาร

งานของระบบไฟฟ้ากำลังที่ผู้ออกแบบจะต้องรับผิดชอบในการออกแบบ ได้แก่

(๑) ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Distribution System)

(๒) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)

(๓) ระบบไฟฟ้าสำรอง (Standby Power System)

(๔) ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning System)

ส่วนงานของระบบไฟฟ้าสื่อสารที่ผู้ออกแบบจะต้องรับผิดชอบในการออกแบบ ได้แก่

(๑) ระบบโทรศัพท์ (telephone System)

(๒) ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System)

(๓) ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna TV System)

(๔) ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

(๕) ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit TV System)

(๖) ระบบเสียง (Sound System)

(๗) ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System)

สำหรับหน้าที่ของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า ได้แก่

(๑) พัฒนาแบบไฟฟ้า เพื่อให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เพียงพอและปลอดภัยในการใช้งาน

(๒) ออกแบบระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ

(๓) ทำการออกแบบ ตามความต้องการของเจ้าของโครงการ/งาน

(๔) ติดต่อประสานงาน และให้ความร่วมมือกับผู้ออกแบบงานระบบอื่นๆ เพื่อให้อาคารสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

(๕) เขียนรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ของระบบไฟฟ้า

๒.๓ แบบระบบไฟฟ้าที่ดี

แบบระบบไฟฟ้าที่ดีนั้นจะต้องได้ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

(๑) ความปลอดภัย (Safety)

ระบบไฟฟ้ากำลังที่ออกแบบต้องให้ความปลอดภัยอย่างสูงต่อผู้ปฏิบัติงาน ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและต่อสถานที่ การที่ระบบไฟฟ้าจะสามารถให้ความปลอดภัยอย่างสูงได้นั้น ผู้ออกแบบจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานที่ใช้กันมากคือ National Electrical Code (NEC) ของประเทศสหรัฐอเมริกา และต้องปฏิบัติตามมาตรฐานของประเทศ และข้อกำหนดของทางการไฟฟ้าท้องถิ่นด้วย ในด้านการออกแบบ การติดตั้งวัสดุ การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ และการจัดการอุปกรณ์ป้องกัน วิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจในรายละเอียดของข้อกำหนดต่างๆเป็นอย่างดีและรู้ถึงสถานประกอบการที่จะออกแบบกระบวนการผลิต ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อที่จะสามารถออกแบบระบบไฟฟ้าให้มีความปลอดภัยได้

(๒) ค่าลงทุนเริ่มแรกที่ต่ำที่สุด (Minimum Initial Investment)

งบประมาณของเจ้าของโครงการจะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญของโครงการว่าผู้ออกแบบควรจะเลือกระบบใด อย่างไรก็ดีจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ การที่จะสามารถลดค่าการลงทุนเริ่มแรกได้นั้นจะต้องพิจารณาถึง อุปกรณ์ไฟฟ้า การติดตั้ง พื้นที่ว่างที่ต้องใช้ ค่าเริ่มต้นของการใช้จ่ายต่างๆ และอื่นๆ

(๓) ระบบไฟฟ้าจะต้องสามารถจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง (Maximum Service Continuity)

ระดับของความต้องการไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและความเชื่อถือได้ (Reliability) ของระบบนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของโหลด สถานประกอบการ และกระบวนการผลิต เช่น สำนักงานขนาดเล็กอาจจะยอมให้ไฟฟ้าดับได้หลายชั่วโมง ส่วนสำนักงานขนาดใหญ่หรือโรงงานขนาดใหญ่อาจจะยอมให้ไฟดับได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น แต่โรงพยาบาลมีโหลดสำคัญอยู่มากยอมให้ไฟฟ้าดับได้เพียงแค่ไม่เกิน ๑๐ วินาที สำหรับโหลดคอมพิวเตอร์นั้นไม่ยอมให้ไฟฟ้าขาดหายไปเลย เป็นต้น

(๔) ระบบไฟฟ้าจะต้องมีความคล่องตัวสูงและสามารถขยายโหลดได้ (Maximum Flexibility and Expandability)

เนื่องจากสถานประกอบการส่วนมากจะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้โหลดไฟฟ้าไปเรื่อยๆระบบการจ่ายไฟฟ้าจะต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ นอกจากนี้ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องเผื่อระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าสำหรับรองรับการขยายโหลดในอนาคตโดยอาจจะเพิ่มขนาดของหม้อแปลงและสายป้อนต่างๆรวมทั้งเพิ่มอุปกรณ์ป้องกันด้วย

(๕) ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าสูงสุด (ค่าปฏิบัติการทางไฟฟ้าต่ำสุด) Maximum Electrical Efficiency (Minimum Operating Costs)

ระบบไฟฟ้าที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพนั้นอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในระบบจะต้องมีกำลังสูญเสียน้อย ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ดี เช่น หม้อแปลงกำลังสูญเสียต่ำ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ เป็นต้น แม้ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีค่าเริ่มต้นสูง แต่ค่าปฏิบัติการจะต่ำซึ่งจะคุ้มทุนเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงหนึ่ง นอกจากนี้ระบบไฟฟ้าจะต้องสามารถปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น มีตัวประกอบกำลังสูง เป็นต้น

(๖) ค่าบำรุงไฟฟ้าที่ต่ำสุด (Minimum Maintenance Cost)

ในระบบไฟฟ้านั้นยิ่งระบบมีการจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง และสมารถปรับสภาพต่างๆได้มากเท่าไหร่ ราคาในการบำรุงรักษาก็ยิ่งมากตามไปด้วย ดังนั้นในระบบไฟฟ้าจึงควรออกแบบให้มีวงจรไฟฟ้าหมุนเวียนกันที่จะจ่ายกำลังให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อที่จะสามารถทำการบำรุงรักษาเครื่องหนึ่งในขณะที่ใช้งานเครื่องหนึ่งได้ ทั้งนี้ควรเลือกระบบที่ต้องใช้ค่าการบำรุงรักษาน้อย แต่ถ้าระบบซับซ้อนขึ้นก็อาจจะมีค่าบำรุงรักษามากขึ้นตามไปด้วย

(๗) คุณภาพกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Quality)

ในอดีตการมีไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุด ปัจจุบันการมีไฟฟ้าใช้อย่างต่อเนื่องก็ยังสำคัญอยู่ แต่ไฟฟ้าที่มีใช้นั้นจะต้องมีคุณภาพที่ดี เช่น แรงดันไฟฟ้าต้องมีค่าสม่ำเสมอ กระแสและแรงดันไฟฟ้ามีฮาร์โมนิกน้อย เป็นต้น วิศวกรไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงข้อนี้อยู่เสมอในระหว่างการออกแบบ ระบบไฟฟ้า วัตถุประสงค์ต่างๆเหล่านี้อาจจะมีความสัมพันธ์กันหรืออาจจะมีความขัดแย้งกันในบางหัวข้อ ยิ่งเราออกแบบให้มีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพ การจ่ายโหลดอย่างต่อเนื่องสามารถปรับสภาพต่างๆ หรือการเผื่อการขยายได้มากเท่าไหร่ ค่าการลงทุนเริ่มแรกคือค่าการบำรุงรักษาก็จะเพิ่มขึ้นตามไป ด้วย ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรพิจารณาถึงปัจจัยพื้นฐาน ชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้และโหลดต่างๆว่าควรจะใช้ ขนาดเท่าไหร่ชนิดใดจึงจะเหมาะสม

๒.๔ มาตรฐานระบบไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้า จะต้องออกแบบตามมาตรฐานและข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกได้ ๒ ประเภท คือ

- มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า
- มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า

ซึ่งมาตรฐานแต่ละอย่างอาจแบ่งออกเป็น ๒ อย่าง คือ

- มาตรฐานประจำชาติ (National Standards)
- มาตรฐานสากล (International Standards)

(๑) มาตรฐานประจำชาติ

ประเทศอุตสาหกรรมที่สำคัญในโลก ต่างมีมาตรฐานของตนเองมานานแล้ว โดยมาตรฐานประจำชาติของแต่ละประเทศร่างขึ้นมาใช้ภายในประเทศของตนเอง เพื่อให้ตรงกับอุตสาหกรรมภายในประเทศและตรงกับวิธีปฏิบัติของตนเอง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของประเทศนั้นๆ ด้วย

มาตรฐานประจำชาติที่สำคัญ

- ANSI (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- BS (British Standard) ของประเทศสหราชอาณาจักร
- DIN (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมันนี
- VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) ของประเทศเยอรมันนี
- JIS (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่น
- มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย

(๒) มาตรฐานสากล

มาตรฐานสากลเป็นมาตรฐานที่มีสมาชิกหลายประเทศ

- ISO (International Organization for Standardization)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- EN (European Standard)

(๓) มาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้ามีอยู่มากมายหลายชนิดส่วนมากจะมีมาตรฐานควบคุมคุณภาพอยู่แล้ว โดยมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นิยมใช้กันมาก คือ มาตรฐาน IEC จะสังเกตแคตตาล๊อกของอุปกรณ์ไฟฟ้าจะอ้างมาตรฐานนี้อยู่เสมอ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ จะอ้างมาตรฐาน IEC๖๐๙๔๗-๒ “Low Voltage Switchgear and Control Gear Part ๒” ดังนั้นสำหรับผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าในประเทศไทย ในการเขียนรายละเอียด

ข้อกำหนด (Specification) ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆควรใช้มาตรฐานไทย (มอก.) และมาตรฐาน IEC เป็นหลัก ไม่ควรใช้มาตรฐานประจำชาติของประเทศอื่น ยกเว้นอุปกรณ์ดังกล่าวไม่มีมาตรฐานไทยและมาตรฐาน IEC

(๔) มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า

มาตรฐานการติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า อาจแบ่งออกเป็น

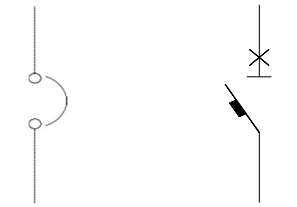
- มาตรฐานต่างประเทศ
- มาตรฐานสากล
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยนั้น ในอดีตการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ต่างมีมาตรฐานของตนเอง ข้อกำหนดส่วนมากจะเหมือนกัน แต่ก็มีบางส่วนที่ต่างกันทำให้ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าและผู้ติดตั้งระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความสับสน ด้วยเหตุนี้สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ด้วยความร่วมจากการไฟฟ้าทั้งสองแห่งได้จัดทำ“มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย” ขึ้นเพื่อให้ทั้งประเทศมีมาตรฐานเรื่องการติดตั้งทางไฟฟ้าเพียงฉบับเดียว

๒.๕ สัญลักษณ์ประกอบแบบ

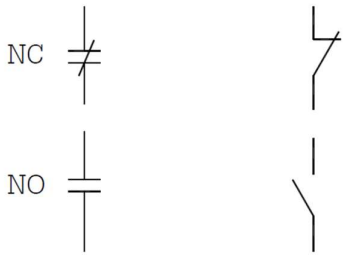
ในแบบระบบไฟฟ้าอุปกรณ์และวงจรจะแทนด้วยสัญลักษณ์ต่างๆซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้กันมากส่วนใหญ่ใช้ตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ในขณะนี้สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC ก็มีผู้นิยมใช้มากขึ้นเรื่อย ๆ ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ เช่น

- เซอร์กิตเบรกเกอร์



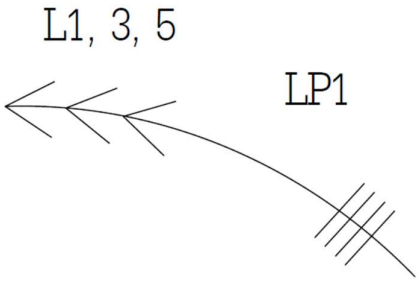
U.S.A . I.E.C

- หน้าสัมผัสคอนแทกเตอร์



U.S.A . I.E.C

- สำหรับสัญลักษณ์วงจรไฟฟ้านั้น เช่น



รูปภาพที่ ๓ ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์

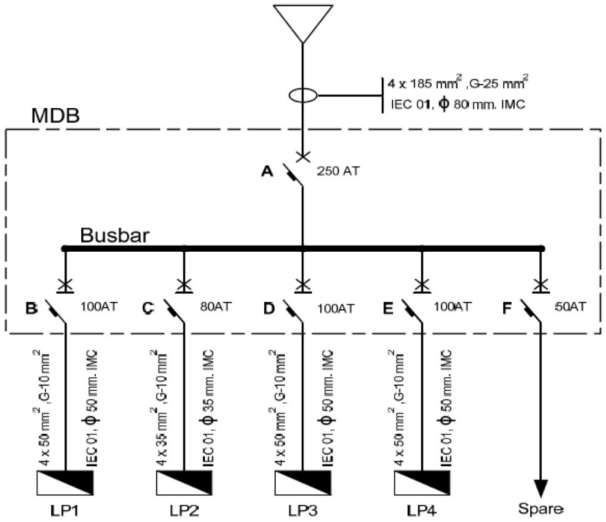
ลูกศรแสดงวงจรย่อย วงจรที่ ๑ (เฟส A) , ๓ (เฟส B) , ๕ (เฟส C) และสายนิวทรัลรวม ๔ เส้น เดินสายไปยังแผงจ่ายไฟ LP๑

๒.๖ Single Line Diagram และ Riser Diagram

ระบบไฟฟ้าในขณะนี้ส่วนมากเป็น

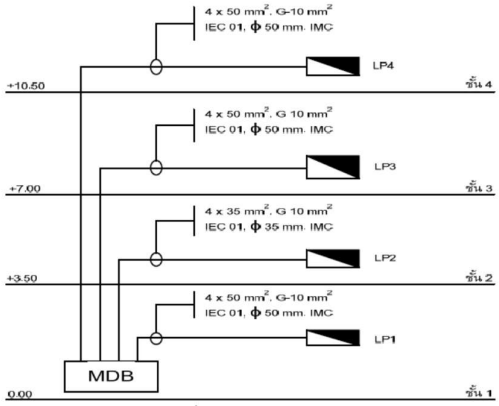
- ระบบ ๑ เฟส ๒ สาย มี ๒ เส้น (ไม่นับสายดิน)
- ระบบ ๓ เฟส ๔ สาย มี ๔ เส้น (ไม่นับสายดิน)

ดังนั้น ถ้าต้องการแสดงวงจรให้สมบูรณ์ จะต้องเขียนจำนวนสายไฟฟ้าให้ครบ ซึ่งจะดูยุ่งเหยิงมาก ดังนั้นขณะนี้จึงนิยมเขียนไดอะแกรมเส้นเดียว และมีขนาดจำนวนสายไฟฟ้าและท่อสายกำกับด้วย ดัง Single Line Diagram รูปที่ ๑ ซึ่งแสดงลักษณะของระบบไฟฟ้าทั้งระบบให้เห็นเป็นภาพรวม



รูปภาพที่ ๔ ตัวอย่าง Single Line Diagram

ในอาคารที่มีหลายชั้นจำเป็นต้องส่งสายไฟฟ้าไปยังชั้นต่างๆ ดังนั้นเพื่อความถูกต้องระบบไฟฟ้า จะต้องแสดงในแนวดิ่ง วงจรที่แสดงในแนวดิ่งเรียกว่า Riser Diagram ดังรูปภาพที่ ๕



รูปภาพที่ ๕ ตัวอย่าง Riser Diagram

๒.๗ มาตรฐานระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ

เมื่อก่อนหลายประเทศในยุโรปมีระบบแรงดันต่ำไม่เหมือนกัน เช่นประเทศสหราชอาณาจักร ใช้ระบบแรงดัน ๒๔๐/๔๑๕V ๓ เฟส ๔ สาย

ประเทศเยอรมันนี ใช้ระบบแรงดัน ๒๓๐/๔๐๐V ๓ เฟส ๔ สาย

ประเทศฝรั่งเศส ใช้ระบบแรงดัน ๒๒๐/๓๘๐V ๓ เฟส ๔ สาย เป็นต้น

ซึ่งทำให้เกิดความสับสนในการออกแบบระบบไฟฟ้า และผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าข้ามประเทศ ในขณะนี้หลายประเทศในทวีปยุโรปจึงได้ตกลงใช้ระบบแรงดัน ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๐๓๘ “Standard Voltages” ตาม IEC๖๐๐๓๘ กำหนดให้ระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำมีระดับแรงดันพิกัด คือ ๒๓๐/๔๐๐V ๓ เฟส ๔ สาย แต่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± ๑๐ % สำหรับระบบแรงดันต่ำของประเทศไทยนั้น ระบบแรงดันถูกกำหนดโดย ๒ หน่วยงาน ซึ่งมีระบบแรงดันต่ำไม่เหมือนกัน คือ

- การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

กฟน.ใช้พิกัดรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ ๒๔๐/๔๑๖V ๓ เฟส ๔ สาย แต่ กฟน.ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงต่ำ เป็น ๒๒๐/๓๘๐V ๓ เฟส ๔ สาย

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

กฟภ.ใช้พิกัดแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย คือ ๒๓๐/๔๐๐V ๓ เฟส ๔ สาย และ ให้ใช้แรงดันพิกัดของด้านแรงต่ำ เป็น ๒๒๐/๓๘๐V ๓ เฟส ๔ สาย

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๖ ของ วสท. ได้กำหนดให้แรงดันไฟฟ้าระบุ เป็น ๒๓๐/๔๐๐ V เพื่อใช้อ้างอิงในการออกแบบ และคำนวณค่าต่างๆ ทางไฟฟ้า

๒.๘ มาตรฐานสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้ามีหน้าที่นำพลังงานไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายไปยังบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่างๆ การเลือกใช้สายไฟฟ้ามีความสำคัญมากต้องคำนึงถึง ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การนำกระแส แรงดันตกการทนต่อความร้อนขณะใช้งานปกติและขณะเกิดการลัดวงจร

(๑) สายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. ๑๑-๒๕๕๓

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำหุ้มฉนวนพอลิไวนิลคลอไรด์ มีใช้อยู่มากมายและมีมาตรฐานบังคับมานานแล้ว ฉบับแรกคือ มอก ๑๑- ๒๕๑๘ ต่อมาได้ปรับปรุงเป็น มอก ๑๑- ๒๕๓๑ ฉบับล่าสุดคือ มอก ๑๑- ๒๕๕๓

(๒) สีฉนวนสายไฟ

สายแกนเดียว ไม่กำหนด

สาย ๒ แกน สีฟ้า, สีน้ำตาล

สาย ๓ แกน สีเขียวแถบเหลือง, สีฟ้า, สีน้ำตาล หรือ สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา

สาย ๔ แกน สีเขียวแถบเหลือง, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา หรือ สีฟ้า, สีน้ำตาล, สีดำ,สีเทา

สาย ๕ แกน สีเขียวแถบเหลือง, สีฟ้า, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา หรือ สีฟ้า, สีน้ำตาล, สีดำ, สีเทา, สีดำ

ระบบไฟฟ้า ๓ เฟส ๔ สาย

สาย สีเขียวแถบเหลือง สายดิน

สาย สีฟ้า สาย Neutral

สาย สีน้ำตาล สายเฟส ๑ (A)

สาย สีดำ สายเฟส ๒ (B)

สาย สีเทา สายเฟส ๓ (C)

(๓) สายไฟฟ้าตาม มอก. ๑๑-๒๕๕๓ ที่นิยมใช้งานคือ

(๓.๑) ๖๐๒๒๗ IEC ๐๑ สาย THW ๖๐๒๒๗ IEC ๐๑ คือ สายไฟฟ้าแกนเดียว มีมีเปลือกชนิดตัวนำสายแข็งสำหรับงานทั่วไป รหัส ๖๐๒๒๗ IEC ๐๑ แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ๔๕๐/๗๕๐ V คล้ายสายไฟฟ้า ตารางที่ ๔ มอก. ๑๑-๒๕๓๑ หรือเรียกทั่วไปว่า สาย THW มีขนาด ๑.๕ mm^2 ถึง ๔๐๐ mm^2

การใช้งาน - ใช้งานทั่วไป

- เดินในช่องเดินสาย และต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- ห้ามเดินบน Cable Trays

(๓.๒) สาย VAF

สาย VAF คือ สายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวนและเปลือก มี ๒ แบบ คือ สายแบน ๒ แกนและ ๒ แกนมีสายดิน รหัสชนิด กรณีไม่มีสายดิน VAF กรณีมีสายดิน VAF-G หรือ VAF/G แรงดันไฟฟ้า ที่กำหนด ๓๐๐/๕๐๐ V มีขนาด ๑ mm^2 ถึง ๑๖ mm^2

การใช้งาน

- ใช้เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน

(๓.๓) สาย NYY

สาย NYY คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน มีเปลือกในและเปลือกนอก รหัสชนิด กรณีไม่มีสายดิน NYY กรณีมีสายดิน NYY-G แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด ๔๕๐/๗๕๐ V NYY แกนเดี่ยว มีขนาด ๑ mm^2 ถึง ๕๐๐ mm^2 ,NYY หลายแกน มีขนาด ๕๐ mm^2 ถึง ๓๐๐ mm^2 ,NYY หลายแกนมีสายดิน มีขนาด ๒๕ mm^2 ถึง ๓๐๐ mm^2

การใช้งาน - ใช้งานทั่วไป

- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- เดินบนราง Cable Trays

๒.๙ บริภัณฑ์ไฟฟ้า

(๑) กับดักฟ้าผ่า (Lightning Arresters : LA) บริภัณฑ์สำหรับป้องกันแรงดันเกิน (Overvoltage) ซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) หรือการปิดเปิดวงจร (Switching Surge)ที่แรงดันปกติ LA จะมีอิมพีแดนซ์สูงมาก ดังนั้นกระแสรั่วไหล (Leakage Current) จึงมีค่าน้อยเมื่อเกิดแรงดันเกินอิมพีแดนซ์ของ LA จะมีค่าต่ำ กระแสฟ้าผ่า Lightning Current) ไหลลงดิน บริภัณฑ์ที่ต่ออยู่หลัง LA จะไม่ได้รับอันตราย

การเลือกใช้งาน โดยพิจารณาค่า

- ระดับแรงดันและลักษณะการต่อลงดิน
- พิกัดกระแส Discharge

สำหรับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยการต่อลงดินโดยตรง (Solidly Ground) เลือกพิกัดดังข้อมูลด้านล่าง

- แรงดันระบบ ๑๑-๑๒ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๙ kV
- แรงดันระบบ ๒๒-๒๔ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๒๑ kV
- แรงดันระบบ ๓๓ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๓๐ kV
- แรงดันระบบ ๖๙ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๖๐ kV

พิกัดกระแส Discharge ของ LA ทั่วไปมี ๒ แบบ คือ

- LA ที่ใช้กับ ระบบจำหน่ายทั่วไป (Distribution Type) ใช้พิกัด ๕ kA
- LA ที่ใช้กับ สถานีไฟฟ้าย่อย (Substation Type) ใช้พิกัด ๑๐ kA

(๒) ฟิวส์แรงดันสูง (High Voltage High Rupturing Capacity Fuses:HV HRC Fuses)

สำหรับป้องกันบริภัณฑ์และระบบไฟฟ้าใช้ป้องกันบริภัณฑ์ต่างๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ หม้อแปลงแรงดัน สายเคเบิล

การเลือกใช้งานพิกัดที่สำคัญสำหรับเลือก HV HRC Fuses ก็คือ

- พิกัดแรงดันใช้งานสูงสุด(Maximum Operating Voltage Rating)
- พิกัดกระแสต่อเนื่อง (Continuous Current Rating)
- พิกัดกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current Rating)
- การทำงานประสานกัน (Selectivity)
- กระแสเริ่มเดินเครื่อง (Starting Current , Starting Time) ในกรณีใช้กับมอเตอร์ ขนาดของฟิวส์ตามพิกัดกระแสมีดังนี้

แรงดันพิกัด ๒๒ - ๒๔ kV กระแสพิกัด ๖ , ๑๐ , ๑๖ , ๒๐ , ๒๕ , ๓๒ , ๔๐ , ๕๐ , ๖๓ ๘๐ , ๑๐๐ , ๑๒๕ , ๑๖๐A ฟิวส์ขนาด ๔๔๒ mm

กระแสพิกัด ๑๐๐ , ๑๒๕ , ๑๖๐ , ๒๐๐ A ฟิวส์ขนาด ๕๓๗ mm พิกัดกระแสลัดวงจร ๓๑.๕ kA

(๓) หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers)

หม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เรียกว่า หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformers) แปลงแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดัน MV เป็น LV หม้อแปลงชนิดนี้จะมีพิกัดถึง ๒๐๐๐ kVA แต่ในบางกรณีอาจมีพิกัดสูงถึง ๓๑๕๐ Kva ชนิดของหม้อแปลงหม้อแปลงจำหน่ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี ๒ แบบ คือ

(๑) หม้อแปลงแบบใช้ของเหลว (Liquid-immersed Transformers) ตัวระบายความร้อน คือน้ำมันหม้อแปลง (Mineral Oil) และของเหลวที่ติดไฟยาก (Less Flammable Liquid)

(๒) หม้อแปลงแห้ง (Dry-type Transformers) ฉนวนเป็นของแข็ง ทั่วไปนิยมใช้สารเรซิน (Resin) สารเรซินมีจุดติดไฟที่ ๓๕๐ °C มีความแข็งแรงทนทาน ใช้ติดตั้งภายในอาคาร

หม้อแปลงน้ำมัน (Oil-type Transformers) มีการใช้กันมากที่สุด ใช้งานได้ดี และ มีราคาถูก เหมาะสำหรับการติดตั้งนอกอาคาร

หม้อแปลงที่มีตัวถังปิดผนึก (Hermetically Sealed Tank) ตัวถังปิดผนึก ไม่มีถังพัก ไม่ต้องมี Silica Gel ไม่ต้องการการบำรุงรักษา กำลังได้รับการนิยมใช้มากขึ้นหม้อแปลงปิดผนึกมี ๒ แบบ คือ

(๑) หม้อแปลงปิดผนึกแบบใช้ก๊าซไนโตรเจนหม้อแปลงแบบนี้จะอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าเหนือน้ำมันเพื่อให้มีที่ว่างสำหรับการขยายตัวของน้ำมัน

(๒) หม้อแปลงปิดผนึกแบบผนังเป็นลอนคลื่น (Corrugated) หม้อแปลงแบบนี้ออกแบบให้ผนังสามารถระบายความร้อน ด้วยลอนคลื่น ขณะเดียวกันตัวถังสามารถยืดหยุ่นได้ เพื่อรองรับการขยายตัวของน้ำมัน

(๔) แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ หรือชุดประกอบสำเร็จควบคุมไฟฟ้าแรงดันต่ำ (ตาม มอก. ๑๔๓๖) หรือแผงบริภัณฑ์ประธานรวมแรงดันต่ำ (MDB : Main Distribution Board) หรือตู้ควบคุมไฟฟ้า หรือ Distribution Board (DB) หรือแผงสวิตช์ฯต่างๆ โดยในอดีตตั้งแต่ปี ๒๕๔๐ ที่ได้ออกมาตรฐาน มอก.๑๔๓๖ มากว่า ๑๗ ปี (คิด ณ. ปี ๒๕๕๗) ที่ได้ผลิตและทดสอบตาม IEC ๖๐๔๓๙-๑ และ/หรือ มอก.๑๔๓๖ ที่มี ๒ แบบ (แบบ Type-Tested Assembly และแบบ Partial Type-Tested Assembly) โดยแบบ Type-Tested Assembly น่าจะเป็นคำตอบของการเลือกผู้ผลิตที่ได้มาตรฐาน เพื่อบรรลุเป้าหมายด้านวิศวกรรม ในเรื่องความปลอดภัย ความเชื่อถือได้ ความมั่นคง ความมีเสถียรภาพ ต่อระบบไฟฟ้า

MDB (แผงบริภัณฑ์ประธานรวมแรงดันต่ำ) เป็นหัวใจที่สำคัญอย่างมากสุด เพราะเป็นศูนย์รวมของระบบไฟฟ้าที่ควบคุมวงจร หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด ทั้งนี้มาตรฐาน IEC ๖๐๔๓๙-๑ ยังรวมไปถึงแผงสวิตช์ฯต่างๆ ด้วย เช่น Main Distribution Boards, Distribution Switchboards, Power Factor Correction Cubicle, Pump & Motor Starter Cubicle, Variable Speed Drives Cubicle เป็นต้น

(๔.๑) การติดตั้งแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ

(๔.๑.๑) แผงสวิตช์ที่ใช้งาน ต้องตรงตามที่ออกแบบไว้และตามการใช้งานจริง โดยมีSingle line diagramแนบที่แผงสวิตช์ฯ และ Mimic เพื่อระบุถึงรายละเอียดความสัมพันธ์ของแต่ละวงจร หรือการระบุวงจรที่ตัวอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อความสะดวกในการใช้งานและการบำรุงรักษา

(๔.๑.๒) แผงสวิตช์ฯ ต้องมีการวางในห้องไฟฟ้าที่มีระยะห่างระหว่างแผงสวิตช์และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่ถูกต้องตามมาตรฐานติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย ของ วสท.

(๔.๑.๓) ตำแหน่งที่วางแผงสวิตช์ฯ ที่ดีควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมโดยรวม ที่ห่างไกลจากน้ำ ความชื้น พื้นที่เปียก หรือ หากเป็นพื้นที่เสี่ยงก็ควรมีการป้องกันแผงสวิตช์ฯ ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การใช้พิกัดการป้องกันของแข็งและของเหลวที่สูงขึ้นเป็นต้นทั้งนี้ผู้ออกแบบหรือผู้ที่กำหนดพื้นที่วางแผงสวิตช์ฯ จำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจพื้นที่ก่อน เพื่อระบุ พิกัดการป้องกันของแข็งและของเหลวที่สัมพันธ์กับการใช้งานแผงสวิตช์ฯ รวมถึงการติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ในพื้นที่ภายนอกอาคารด้วย ที่ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมโดยรวม และลักษณะการติดตั้งฯ

(๔.๑.๔) การติดตั้งแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึง เวลาในการเข้าถึงอุปกรณ์ฯ ภายในแผงสวิตช์ ฯ ในภายหลัง เพราะส่วนใหญ่การติดตั้งที่ไม่ดี นั้นจะมีสายไฟฟ้าเข้า-ออก เต็มพื้นที่ทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเพื่อการเพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง หรือการซ่อมบำรุงต่างๆ ได้ ดังนั้นหากพื้นที่ห้องในการวางแผงสวิตช์ฯที่จำกัด ทำให้ต้องมีการลดพื้นที่ของแผงสวิตช์ฯ จะทำให้ขาดพื้นที่ในการเข้า-ออกสายไฟฟ้า และควรมีการจับยึดสายไฟฟ้าที่เข้า-ออก ที่ตำแหน่งพื้นที่ว่างที่ได้เตรียมไว้ อย่างแข็งแรง และต่อเนื่อง

ไม่ทำให้โครงสร้างของแผงสวิตช์ฯ เสียหาย หรืออยากต่อการใช้งานและการซ่อมบำรุงในภายหลัง

(๔.๒) การบำรุงรักษาแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ

(๔.๒.๑) ตรวจพินิจพิจารณา การประกอบ, การ Wiring, และ Electrical Operation (Inspection)

(๔.๒.๒) การตรวจสอบแผงสวิตช์ฯ โดยการทดสอบการทำงาน (Function Test) ที่ตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ protective relay เป็นต้น รวมถึงการบำรุงรักษาหล่อลื่น ส่วนเคลื่อนที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น กลไกการเคลื่อนที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามคุณสมบัติของผู้ผลิต หรือ ผู้ประกอบแผงสวิตช์แบบ Licensee ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ หรือผู้ที่มีความรู้ทางด้านนี้

(๔.๒.๓) การทดสอบความต้านทานของฉนวน (Insulation Test)

(๔.๒.๔) การทดสอบความคงทนของฉนวน (Dielectric Voltage Test)

(๔.๒.๕) ตรวจสอบค่าความต่อเนื่องของวงจรป้องกัน (Protective Circuit)

(๔.๒.๖) การตรวจสอบพิกัดการขันแน่นของสกรู ตามมาตรฐานการขันแน่นของสกรู ควรสอบถามจากผู้ผลิตแผงสวิตช์ฯ ที่ทำแผงสวิตช์ฯ นั้นๆ เพื่อความถูกต้อง

(๔.๒.๗) การตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษา ต้องมีรอบระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่แน่นอนและต่อเนื่อง โดยมีการเก็บผลการตรวจสอบและบำรุงรักษาไว้ด้วย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการบริหารจัดการในอนาคต

(๕) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (circuit breaker : C.B)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้งานตามมาตรฐานIEC ๖๐๘๙๘ เซอร์กิตเบรกเกอร์ : C.B หรือ ที่เรียกว่า Miniature circuit breaker : MCB เป็นอุปกรณ์ตัดต่อและป้องกันกระแสเกิน ที่ใช้งานตามมาตรฐานIEC ๖๐๘๙๘ นี้ ต้องการให้เกิดความปลอดภัยสำหรับบุคคลที่ไม่มีความรู้ที่อยู่อาศัยในบ้านหรือลักษณะคล้ายๆกันนี้ ดังนั้น C.B ประเภทนี้จะไม่สามารถปรับตั้งค่าได้ เพราะได้มีการปรับตั้งค่าจากโรงงานผู้ผลิตและได้ปิดหรือผนึกไว้ หลังจากมีการปรับตั้งค่ากระแสใช้งาน ที่ค่ากระแสต่างๆ ที่ส่วนใหญ่จะค่อนข้างเหมาะสมกับโหลดที่จะใช้งาน เช่น ๖,๑๐ (๑๓ ไม่นิยมใช้), ๑๖, ๒๐, ๒๕, ๓๒, ๔๐, ๕๐, ๖๓, ๘๐, ๑๐๐ และ ๑๒๕A. ที่มีอุณหภูมิโดยรอบไม่เกิน ๔๐ องศาเซลเซียส และเฉลี่ย ๒๔ ชม. ไม่เกิน ๓๕ องศาเซลเซียส โดยความสูงในการติดตั้งใช้งาน ไม่เกิน ๒๐๐๐ เมตร ทั้งนี้ต้องดูเอกสารทางเทคนิคของผู้ผลิตประกอบก่อน เพราะบางผู้ผลิตจะมีอุณหภูมิโดยรอบที่ ๓๐ องศาเซลเซียส หรือความสูงในการติดตั้งใช้งานที่อาจไม่ตรงตามนี้ ดังนั้นต้องตรวจสอบข้อมูลเทคนิคของผู้ผลิตและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องก่อนการใช้งาน

เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ใช้งานตามมาตรฐาน IEC ๖๐๙๔๗-๒ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ใช้งานตามมาตรฐาน IEC ๖๐๙๔๗-๒ นี้ ต้องการให้เกิดความปลอดภัยสำหรับบุคคลที่มีความรู้ทางเทคนิค ที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม อาคารขนาดใหญ่ หรือสถานที่ต่างๆ ที่มีผู้มีความรู้ทางเทคนิคหรือมีวิศวกรเป็นผู้ดูแล หรือลักษณะการใช้งานที่คล้ายๆ กันนี้ ดังนั้น C.B ประเภทนี้จะแบ่งเป็นประเภทที่สามารถปรับตั้งค่าได้ และไม่สามารถปรับตั้งค่าได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน หากเป็นรุ่นที่สามารถปรับตั้งค่าได้ โรงงานผู้ผลิตก็จะทำเป็นปุ่มหรือจุดที่สามารถปรับตั้งค่าไว้ให้ ซึ่งปกติจะมีค่ากระแสใช้งาน ขนาดต่างๆ ที่ส่วนใหญ่จะค่อนข้างเหมาะสมกับโหลดที่จะใช้งาน เช่น ๐.๕, ๑, ๒ , ๔, ๖, ๑๐, ๑๖, ๒๐, ๒๕,๓๒, ๔๐, ๕๐, ๖๓, ๘๐, ๑๐๐, ๑๖๐,๒๕๐,๔๐๐,๖๓๐, ๘๐๐, ๑๐๐๐, ๑๒๕๐, ๑๖๐๐, ๒๐๐๐,๒๕๐๐,๓๒๐๐,๔๐๐๐,๕๐๐๐ และ ๖๓๐๐ A

จากพิกัดกระแสใช้งานของ C.B ที่มีอยู่ของมาตรฐาน IEC ๖๐๙๔๗-๒ จะมีการแบ่งตามโครงสร้าง ดังนี้

(๑) Miniature circuit breaker: MCB ที่มีลักษณะเหมอนกับ C.B ตามมาตรฐาน IEC๖๐๘๙๘ โดยมีพิกัดกระแสใช้งานเหมือนกัน พิกัดกระแสลัดวงจรก็เหมือนกันเกือบ ๑๐๐%ขนาดก็เท่ากัน เพียงแตกต่างกันที่การทดสอบที่จะมีความเข้มข้นน้อยกว่า IEC๖๐๙๔๗-๒ นี้จะมีคุณลักษณะสมบัติที่หลากหลายกว่า เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานทางด้านอุตสาหกรรม และลักษณะการใช้งานที่หลากหลายประเภทอุปกรณ์

(๒) Moulded case circuit breaker: MCCB มีพิกัดกระแสใช้งานและคุณสมบัติอื่นๆ ที่สูงขึ้น และมีเฉพาะในมาตรฐาน IEC๖๐๙๔๗-๒ จากที่กล่าวมาในขั้นต้นของพิกัดกระแสใช้งาน พิกัดกระแสลัดวงจรในแบบต่างๆ และความแตกต่างทางด้านกายภาพ พิกัดกระแสใช้งาน มีขนาดใช้งาน เช่น ๑๖, ๒๐, ๒๕, ๓๒, ๔๐, ๕๐, ๖๓, ๘๐, ๑๐๐, ๑๖๐, ๒๐๐, ๒๕๐, ๓๒๐, ๔๐๐, ๖๓๐, ๘๐๐,๑๐๐๐, ๑๒๕๐, ๑๖๐๐, ๒๐๐๐, ๒๕๐๐ และ ๓๒๐๐ A และพิกัดการทนกระแสลัดวงจรมีปริมาณค่าเช่น ๑๖, ๒๕, ๓๖, ๕๐, ๗๐, ๘๐, ๑๐๐, ๑๒๐ และ ๑๕๐ kA เป็นสาเหตุให้ MCCB นั้นมีขนาดใหญ่ เพื่อการใช้งานที่สะดวกในการใส่สายไฟที่ต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

๒.๑๐ การคำนวณค่ากระแสลัดวงจร

ในการเลือกใช้บริภัณฑ์และระบบไฟฟ้านั้น นอกจากจะคำนึงถึงกระแสขณะใช้งานตามปกติแล้วยังจะต้องคำนึงถึงกระแสขณะที่เกิดลัดวงจรด้วย การลัดวงจรหมายถึงการที่วงจรไฟฟ้าเกิดความผิดพลาดโดยอุบัติเหตุหรือความไม่ตั้งใจ ทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าลดลง ส่งผลให้กระแสไหลมากกว่ากระแสปกติหลายเท่า กระแสลัดวงจรจะทำให้เกิดความเครียดทางกล (Mechanical Stress) และความเครียดทางความร้อน (Thermal Stress) ขึ้น ซึ่งสามารถส่งผลทำให้บริภัณฑ์เสียหายและเป็นอันตรายต่อคนได้ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงต้องคำนึงถึงผลของกระแสลัดวงจรเพื่อจะได้ป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ การคำนวณค่ากระแสลัดวงจรของระบบไฟฟ้า เป็นสิ่งจำเป็นที่สุดอย่างหนึ่งของการออกแบบระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องทราบค่ากระแสลัดวงจรล่วงหน้า เพื่อที่จะได้เลือกบริภัณฑ์ที่เหมาะสมถ้าผู้ออกแบบเลือกใช้บริภัณฑ์ที่ทนกระแสลัดวงจรไม่เพียงพอก็อาจจะเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน และชีวิตเมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้น ในทางกลับกันถ้าผู้ออกแบบเลือกใช้ขนาดของบริภัณฑ์ใหญ่เกินไป ราคาค่าติดตั้งระบบไฟฟ้าก็จะแพงเกินไปโดยไม่จำเป็น ดังนั้นการคำนวณค่ากระแสลัดวงจรของระบบไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าที่ดี

๑. มาตรฐานการคำนวณกระแสลัดวงจร

เนื่องจากกระแสลัดวงจรมีความสำคัญอย่างมากต่อการเลือกใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้า หลายประเทศจึงได้มีข้อกำหนดหรือมาตรฐานในการคำนวณกระแสลัดวงจร เพื่อให้การคำนวณเป็นไปในแนวเดียวกัน ทาง IEC (International Electrotechnical Commission) จึงได้ร่างมาตรฐานสากลสำหรับการคำนวณกระแสลัดวงจรขึ้น คือ IEC ๖๐๙๐๙ "Short-circuit Current Calculation in Three-phase A.C. System " มาตรฐาน IEC ๖๐๙๐๙ ได้แบ่งการคำนวณกระแสลัดวงจรออกเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. การลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Far-from-generator Short Circuit)

๒. การลัดวงจรใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Near-to-generator Short Circuit)

การลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของแหล่งจ่ายไฟตลอดช่วงเวลาการลัดวงจรและค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรจะมีค่าคงที่ด้วยส่วนการลัดวงจรใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ค่ารีแอกแตนซ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสลัดวงจรส่วน A.C. จะค่อยๆ มีค่าลดลงสถานประกอบการส่วนมากจะรับไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายแรงดันสูง แรงดันปานกลาง และแรงดันต่ำของทางการไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าดังที่กล่าวมานี้เป็นระบบที่ถือว่าไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนั้นจะกล่าวเฉพาะการลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจรไกลจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขึ้น กระแสลัดวงจรจะเป็นผลของกระแส ๒ ส่วนด้วยกัน ได้แก่

๑. ส่วนประกอบ A.C. ซึ่งมีขนาดคงที่ ตลอดระยะเวลาการเกิดลัดวงจร

๒. ส่วนประกอบ D.C. ซึ่งมีค่าสูงสุดค่าหนึ่ง และค่อยๆ มีค่าลดลงจนเป็นศูนย์

๒. การคำนวณกระแสลัดวงจร

การลัดวงจรในระบบไฟฟ้าที่มีการต่อลงดิน อาจมีได้ ๔ ชนิด คือ

๑. การลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุล(Balanced Three-Phase Short Circuit)

๒. การลัดวงจรแบบสายถึงสายไม่ต่อกับดิน (Line to Line Short Circuit Without Earth Connection)

๓. การลัดวงจรแบบสายถึงสายต่อกับดิน (Line to Line Short Circuit With Earth Connection)

๔. การลัดวงจรแบบสายถึงดิน (Line to Earth Short Circuit)

๓. การคำนวณกระแสลัดวงจรด้วยคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในงานด้านต่างๆ โดยเฉพาะงานด้านวิศวกรรม เนื่องจากการคำนวณกระแสลัดวงจรมีหลักการคำนวณที่แน่นอนเป็นระบบเหมาะแก่การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเพื่อช่วยในการคำนวณปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายโปรแกรมที่ใช้คำนวณกระแสลัดวงจร โปรแกรมเหล่านี้จะช่วยอำนวยความสะดวกเป็นอย่างมากในการคำนวณค่ากระแสลัดวงจรที่แสดงในตารางนั้น ได้มาจากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

๑. ระบบไฟฟ้ามีค่ากำลังไฟฟ้าลัดวงจรสมมาตรเริ่มต้น S”KQ = ๕๐๐ MVA

๒. หม้อแปลงเป็น Oil Type มีค่าแรงดันอิมพีแดนซ์และค่ากำลังสูญเสียโหลดตามตารางที่ ๑

๓. สายไฟฟ้าแรงดันต่ำหุ้มฉนวน PVC มีค่าความต้านทานและค่ารีแอกแตนซ์ ตามตารางที่ ๒

๔. แรงดันทางด้านแรงต่ำมีค่า ๒๓๐/๔๐๐V

๕. ตัวประกอบแรงดัน (Voltage Factor) สำหรับแรงดันต่ำให้มีค่าเท่ากับ ๑.๐๐

๖. ไม่คิดผลจากมอเตอร์

ตารางที่ ๑ หม้อแปลงไฟฟ้า ด้านแรงต่ำ ๒๓๐ / ๔๐๐V

ตารางที่ ๑ หม้อแปลงไฟฟ้า ด้านแรงต่ำ ๒๓๐ / ๔๐๐V

พิกัด (kVA)	I_{FL} (A)	$\%U_k$	P_L (kW)	Z_T (mΩ)	R_T (mΩ)	X_T (mΩ)
315	455	4	3.9	20.32	6.29	19.32
400	577	4	4.6	16.0	4.60	15.32
500	722	4	5.5	12.8	3.52	12.31
630	909	4	6.5	10.16	2.62	9.82
800	1155	6	11.0	12.00	2.75	11.68
1000	1443	6	13.5	9.60	2.16	9.35
1250	1804	6	16.4	7.68	1.68	7.49
1600	2309	6	19.8	6.00	1.24	5.87
2000	2887	6	24.0	4.80	0.96	4.70
2500	3608	6	26.8	3.84	0.69	3.78

ตารางที่ ๒ สายไฟฟ้าแรงต่ำหุ้มด้วยฉนวน PVC

ขนาดสาย (mm^2)	ค่าความต้านทาน ($m\Omega/m$)	ค่ารีแอกแตนซ์ ($m\Omega/m$)
2.5	7.400	0.155
4	4.625	0.141
6	3.083	0.131
10	1.850	0.121
16	1.156	0.113
25	0.740	0.107
35	0.529	0.103
50	0.370	0.100
70	0.264	0.097
95	0.195	0.096
120	0.154	0.094
150	0.123	0.092
185	0.100	0.091
240	0.077	0.090
300	0.062	0.089
400	0.051	0.088
500	0.041	0.087

ตารางที่ ๓ ตัวอย่างค่ากระแสลัดวงจรของหม้อแปลงไฟฟ้า

กระแสลัดวงจรสมมาตรสามเฟส ที่ 400 V ในหน่วย kA

พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ขนาดสาย (mm^2)	ระยะห่างจากหม้อแปลงถึงตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร (เมตร)					
		0	10	25	50	75	100
400	16	14.1	9.9	6.0	3.5	2.4	1.9
	25	14.1	11.2	7.8	5.0	3.6	2.8
	35	14.1	11.9	9.0	6.2	4.6	3.7
	50	14.1	12.4	10.1	7.4	5.8	4.7
	70	14.1	12.7	10.8	8.5	6.9	5.8
	95	14.1	12.9	11.3	9.3	7.7	6.6
	120	14.1	13.0	11.6	9.7	8.3	7.2
	150	14.1	13.1	11.8	10.1	8.7	7.7
	185	14.1	13.2	12.0	10.3	9.0	8.0
	240	14.1	13.3	12.1	10.6	9.3	8.4
	300	14.1	13.3	12.2	10.7	9.5	8.6
	400	14.1	13.3	12.3	10.8	9.7	8.8
	2 x 95	14.1	13.5	12.6	11.3	10.2	9.3
	2 x 120	14.1	13.6	12.8	11.6	10.6	9.7
	2 x 150	14.1	13.6	12.9	11.8	10.9	10.1
	2 x 185	14.1	13.6	13.0	12.0	11.1	10.3
	2 x 240	14.1	13.7	13.0	12.1	11.3	10.6
	2 x 300	14.1	13.7	13.1	12.2	11.4	10.7
	3 x 185	14.1	13.8	13.3	12.6	12.0	11.4
	3 x 240	14.1	13.8	13.4	12.7	12.1	11.5
	3 x 300	14.1	13.8	13.4	12.8	12.2	11.7

๔. การใช้ตาราง

ค่ากระแสลัดวงจรในตาราง โดยทั่วไปจะเป็นค่าสูงสุด ตามข้อมูลที่ใช้ แต่ถ้าข้อมูลผิดไป เช่น ค่า Impedance ของหม้อแปลงลดลง, มีมอเตอร์ต่ออยู่เป็นต้น ค่ากระแสลัดวงจรที่แท้จริงอาจเพิ่มขึ้นบ้าง ดังนั้น ในการใช้ตารางควรเผื่อไว้ เพื่อความปลอดภัยโดยทั่วไปควรเผื่อประมาณ ๒๕ % ตัวอย่างที่ หม้อแปลง ๑๐๐๐ kVA, ๒๒ kV / ๒๓๐ - ๔๐๐ V ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าที่มี S"KQ = ๕๐๐ MVAให้หา พิกัด Icuของ CB ที่ตู้ MDB และถ้าสายขนาด ๕๐ mm² ยาว ๒๕ m จ่ายไฟไปให้ตู้DB ให้ หา พิกัดIcuของ CB ที่ตู้ DB จากตาราง

หม้อแปลง ๑๐๐๐ kVA , Ik = ๒๓.๒ kA

Icu ≥ ๑.๒๕ x ๒๓.๒ = ๒๙ kA

CB ทั้งหมด ที่ตู้ MDB ต้องมี

Icu = ๓๐ kA

จากตาราง สาย ๕๐ mm² , ยาว ๒๕ m, หม้อแปลง ๑๐๐๐ kVA

Ik = ๑๓.๘ kA

Icu ≥ ๑.๒๕ x ๑๓.๘ = ๑๗.๓ kA

CB ทั้งหมด ที่ตู้ DB ต้องมี

Icu = ๑๘ kA

๒.๑๑ การต่อลงดิน

การต่อลงดิน (Earthing หรือ Grounding) หมายถึง การต่อตัวนำไม่ว่าโดยตั้งใจหรือบังเอิญระหว่างวงจรไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์กับดิน หรือกับส่วนที่เป็นตัวนำซึ่งทำหน้าที่แทนดิน การต่อลงดินที่ถูกต้องตามมาตรฐานและหลักวิศวกรรมเป็นมาตรการหนึ่งที่เพิ่มความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าและยังส่งผลถึงคุณภาพไฟฟ้าอีกด้วย แม้ว่าระบบต่อลงดินมีปริมาณงานน้อยเมื่อเทียบกับงานอื่นๆ ในระบบไฟฟ้า แต่ถ้าติดตั้งอย่างไม่ถูกต้องผลเสียหายที่เกิดขึ้นกับบุคคล หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจสูงมากกว่ามูลค่าของระบบต่อลงดินเสียอีกการต่อลงดินมีวัตถุประสงค์เพื่อ

(๑) เพื่อความปลอดภัยของบุคคล และป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า

(๒) เป็นการอ้างอิงแรงดันของระบบไฟฟ้า และช่วยลดการรบกวนที่มีต่อระบบไฟฟ้าที่อ่อนไหว

(๓) เป็นการจัดเส้นทางการระบายกระแสไฟฟ้าจากระบบป้องกันฟ้าผ่า

(๔) จำกัดแรงดันช่วงก้าว และแรงดันสัมผัสที่เกิดจากการระบายกระแสฟ้าผ่า หรือกระแสผิดพร่อง ให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าขีดอันตราย

(๑) การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้า

การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้าสามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการต่อลงดินได้เป็น ๒ ประเภทดังนี้

(๑) การต่อลงดินของระบบ (System Grounding) เป็นการต่อตัวนำเฟสใดเฟสหนึ่งหรือ ตัวนำนิวทรัลลงดินโดยจงใจ เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมระดับแรงดันของระบบเทียบกับดิน และให้มีเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้าซึ่งใช้ตรวจจับการลัดวงจรลงดินของตัวนำในระบบไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(๑.๑) การต่อลงดินของบริภัณฑ์ (Equipment Grounding) เป็นการต่อส่วนโลหะของบริภัณฑ์ซึ่งไม่ได้ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าในภาวะปกติลงดิน เช่น ท่อโลหะสำหรับร้อยสายไฟฟ้า หรือโครงโลหะของมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันบุคคลจากอันตราย เนื่องจากไฟฟ้าช็อกและเป็นเส้นทางการไหลของกระแสผิดพร่องลงดินที่มีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำเพียงพอที่จะทำให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานการเลือกแบบชนิดของระบบต่อลงดิน สำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลางและแรงดันต่ำขึ้นอยู่กับโครงแบบ แบบชนิด

ของการติดตั้งของระบบไฟฟ้า แบบชนิดของโหลด และความต่อเนื่องของการจ่ายไฟฟ้าที่ต้องการ วิธีการต่อลงดินแบบต่าง ๆ ของบริภัณฑ์ไฟฟ้า สถานีไฟฟ้าย่อย ระบบจำหน่ายระบบไฟฟ้าแรงดันปานกลาง และแรงดันต่ำ

(๒) ส่วนประกอบของการต่อลงดิน

การต่อลงดิน ประกอบไปด้วยส่วนประกอบดังต่อไปนี้

(๑) หลักดิน รากสายดิน (Earthing electrode หรือ Grounding electrode)

(๒) สายต่อหลักดิน (Grounding electrode conductor)

(๓) สายดิน (Grounding conductor)

(๑) หลักดิน หรือ รากสายดิน “หลักดิน” เป็นคำที่ใช้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๖ ส่วน “รากสายดิน” เป็นคำที่ใช้ในมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. ๒๕๕๓ ซึ่งทั้งหลักดิน และรากสายดินหมายถึง ส่วนของระบบต่อลงดินที่สัมผัสทางไฟฟ้าโดยตรงกับพื้นดิน ทำหน้าที่ระบายกระแสผิดพร่อง หรือกระแสฟ้าผ่าลงดิน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖ ได้กำหนดรายละเอียดของหลักดิน และสิ่งที่ใช้แทนหลักดินไว้ดังนี้

- แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง หรือแท่งทองแดง หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๕/๘” หรือ ๑๖ มิลลิเมตร (ขนาดทางการค้า) ยาวไม่น้อยกว่า ๒.๔๐ เมตรและปลายข้างหนึ่งปักลงดินไม่น้อยกว่า ๒.๔๐ เมตร ใช้ได้ดีกับดินที่มีชั้นหินอยู่ลึกเกิน ๓ เมตรการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลักดินจะช่วยลดความต้านทานดินได้เพียงเล็กน้อย แต่จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงและทนต่อการสึกกร่อน สำหรับแท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง ทองแดงที่ใช้หุ้มต้องมีความบริสุทธิ์ร้อยละ ๙๙.๙ และหุ้มอย่างแนบสนิทกับแกนเหล็ก มีความหนาของทองแดงไม่น้อยกว่า ๐.๒๕ มิลลิเมตร
- แผ่นโลหะที่มีพื้นที่สัมผัสดินไม่น้อยกว่า ๑,๘๐๐ ตารางเซนติเมตร ถ้าเป็นแผ่นเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อนต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า ๖ มิลลิเมตร หากเป็นโลหะกันการผุกร่อนชนิดอื่นที่ไม่ใช่เหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า ๑.๕ มิลลิเมตร ฝังลึกจากผิวดินไม่น้อยกว่า ๑.๖ เมตร
- โครงสร้างอาคารที่เป็นโลหะ โครงสร้างอาคารดังกล่าว จะต้องวัดมีความต้านทานระหว่างหลักดินกับดินไม่เกิน ๕ Ω
- หลักดินชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ทั้งนี้ไม่อนุญาตให้ใช้อะลูมิเนียมเป็นหลักดิน

(๒) สายต่อหลักดิน

สายต่อหลักดิน เป็นสายที่เชื่อมต่อหลักดินเข้ากับบัสดินที่แผงสวิตช์เมน โดยต้องเป็น ตัวนำทองแดงตัวนำเดี่ยว หรือตีเกลียวหุ้มฉนวนและเป็นสายเส้นเดียวยาวต่อเนื่องตลอดไม่มีการตัดต่อแต่ถ้าเป็นบัสบาร์อนุญาตให้มีการต่อได้ การต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดินนั้น จะต้องเป็นการต่อที่เข้าถึงได้และเป็นการต่อลงดินที่ใช้ได้ผลดี หากระบบหลักดินเป็นแบบฝังใต้ดิน การต่อก็ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบที่เข้าถึง ได้เช่นระบบหลักดินที่ตอกลึกเข้าไปในดิน และระบบหลักดินที่ฝังตัวอยู่ในคอนกรีตเป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถวัดความต้านทานดิน และบำรุงรักษาได้ ควรต่อหลักดินเข้ากับ Grounding Pit หรือ Test Box การต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดินอาจทำได้โดย การเชื่อมติดด้วยความร้อน (Exothermic Welding) หูสาย หัวต่อแบบบีบอัดประกับต่อสาย แต่ห้ามต่อโดยใช้การบัดกรีเป็นหลัก ขนาดของสายต่อหลักดินนั้นพิจารณาจากขนาดของตัวนำประธานแรงต่ำ โดยเลือกจากตาราง ที่ ๔ ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ตารางที่ ๔ ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (mm^2)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (mm^2)
ไม่เกิน 35	10 (หมายเหตุ)
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
" 50 " 95	25
" 95 " 185	35
" 185 " 300	50
" 300 " 500	70
เกิน 500	95

หมายเหตุ แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือ ท่ออโลหะ

(๓) สายดิน หรือ สายดินบริภัณฑ์

สายดินบริภัณฑ์ เป็นสายตัวนำที่เดินสายร่วมไปกับสายของวงจรเป็นตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนหรือเปลือยก็ได้ ถ้าหุ้มฉนวน ฉนวนต้องมีสีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง สำหรับสายที่ใหญ่กว่า ๑๖ ตารางมิลลิเมตร ใช้ทำเครื่องหมายแทนได้ (เนื่องจากสายขนาดดังกล่าวจะผลิตเฉพาะฉนวนสีดำ) เปลือกโลหะของสายเคเบิลชนิด AC, MI, และ MC หรือเปลือกของบัสเวย์ ขนาดของสายดินบริภัณฑ์ พิจารณาจากขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (ในกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้าพิจารณาจากขนาดเครื่องป้องกันโหลดเกิน) โดยเลือกจากตารางที่ ๕ ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ตารางที่ ๕ ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (A)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (mm^2)
20	2.5 *
40	4 *
70	6 *
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

ที่มา วสท. 2556

๒.๑๒ การประมาณโหลดตามพื้นที่

การประมาณโหลดที่ไม่มีข้อมูลบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่มีข้อมูลพื้นที่ใช้งานสำหรับกรณีนี้สามารถทำการประมาณโหลดได้ดังนี้ โดยทำการประมาณโหลดตามชนิดของโหลด ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะโหลดที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดไฟฟ้าเต้ารับ และโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ จากหนังสือIEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings สามารถสรุปเป็นตารางแยกตามประเภท ของอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ ๖ ขนาดการประมาณโหลดตามพื้นที่

1. การประมาณโหลดไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารชนิดต่างๆ

ประเภทอาคาร	โหลดที่ใช้ (VA/m^2)
อาคารเรียน	25
ศูนย์คอมพิวเตอร์	20
ห้องประชุม	20
ทางเดิน ระเบียง	8
ห้องอาหาร	18
ห้องเขียนแบบ	60
โรงพยาบาล ห้องผ่าตัด	100
โรงพยาบาล ห้องผู้ป่วย	14
ห้องครัว	20
ห้องทดลอง	50
ห้องสมุด พื้นที่สำหรับอ่านหนังสือ	30
ห้องสมุด พื้นที่ค้นหาหนังสือ	10
อาคารสำนักงานทั่วไป	30
ห้องเครื่องจักร	20
ห้างสรรพสินค้า	30

2. การประมาณโหลดไฟฟ้าเต้ารับในอาคารชนิดต่างๆ

ประเภทอาคาร	โหลดที่ใช้ (VA/m^2)
ห้องบรรยาย	2
ห้องอาหาร	2
โบสถ์	2
ห้องเขียนแบบ	7
อาคารกีฬา	2
โรงพยาบาล	10
ห้องเครื่องจักร	15
อาคารสำนักงานทั่วไป	10
โรงเรียน	7

3. การประมาณโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศในอาคารชนิดต่างๆ

ประเภทอาคาร	โหลดที่ใช้ (VA/m^2)
ธนาคาร	80
ห้างสรรพสินค้า	50
โรงพยาบาล	70
อาคารสำนักงานทั่วไป	70
ร้านค้าขนาดย่อม	90
ห้องอาหาร (ไม่รวมห้องครัว)	90

ตารางที่ ๖ (ต่อ) ขนาดการประมาณโหลดตามพื้นที่

4. การประมาณโหลดตามชนิดของอาคาร

ชนิดของอาคาร	โหลดต่อพื้นที่ (VA/m^2)
1. สำนักงาน	
- ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	80-120
- มีเครื่องปรับอากาศ	120-150
- ต่อคนทำงาน	2.5-3.0 kVA
2. โรงเรียน และมหาวิทยาลัย	
- โรงเรียนทั่วไป	30-50
- สอนวิชาสังคมศาสตร์	50-75
- สอนวิชาวิทยาศาสตร์	120-200
3. โรงแรม และที่อยู่อาศัย	
- อาคารขนาดใหญ่	40-80
- ต่อห้อง หรือต่อชุดที่พักอาศัย	3.5-4.5 kVA
4. โรงพยาบาล	
- ขึ้นอยู่กับขนาด และ Facilities	60-120
- ถึง 50 เตียง ต่อเตียง	3.5-4.5 kVA
- ถึง 150 เตียง ต่อเตียง	3.0-3.5 kVA
- ถึง 250 เตียง ต่อเตียง	2.0-3.0 kVA
- เกิน 300 เตียง ต่อเตียง	1.5-2.0 kVA
5. ห้างสรรพสินค้า	
- มีเครื่องปรับอากาศ	150-200

บทที่ ๓
สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ

๓.๑ สาระสำคัญของงาน

การออกแบบระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลห้วยทับทันครั้งนี้ ผู้จัดทำได้กำหนดขึ้นจาก การสำรวจข้อมูลเบื้องต้น การออกแบบระบบไฟฟ้า การประมาณราคา การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน โดยใช้การศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและแนวคิดต่างๆรวมถึงมาตรฐานต่างๆของงานระบบไฟฟ้า เพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

๓.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

(๑) การสำรวจสถานที่ ณ โรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ ประสานงานและร่วมประชุม โดยการประสานงานและร่วมประชุมกับผู้บริหารของโรงพยาบาลเพื่อรับทราบข้อมูลเบื้องต้นและความต้องการของโรงพยาบาล สรุปได้ ดังนี้

- ปัจจุบันโรงพยาบาลมีการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๒๕๐ kVA. สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า สำหรับอาคารผู้ป่วยนอก,อาคารผู้ป่วยใน,อาคารซักฟอก,อาคารห้องคลอด และอาคารหอประชุม และจากการที่ซ่อมบำรุงของโรงพยาบาลบันทึกการตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้า โรงพยาบาลใช้ กระแสไฟฟ้าประมาณ ๓๒๐ แอมแปร์จากข้อมูลเบื้องต้นการใช้กระแสไฟฟ้า พบว่าหม้อแปลงไฟฟ้าใช้ กระแสไฟฟ้าประมาณ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ของกระแสไฟฟ้าเต็มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า ทางโรงพยาบาล จึงต้องการปรับเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับการใช้งานให้เหมาะสมในปัจจุบัน และรองรับการใช้งานในอนาคต
- สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อรวบรวมข้อมูล มาสำหรับการออกแบบและคำนวณ สรุปได้ ดังนี้
  - หม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาดเล็ก ไม่เหมาะกับการใช้งานในปัจจุบัน โรงพยาบาลห้วยทับทันใช้กระแสไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาด ๒๕๐ kVA. สำหรับอาคารอาคารผู้ป่วยนอก+สำนักงาน , อาคารห้องคลอด+สำนักงาน,อาคารห้องประชุมใหญ่, อาคารผู้ป่วยใน (เก่า) + สำนักงาน, อาคารจ่ายกลาง, อาคารซักฟอก และ อาคารโรงจอดรถ+โรงอาหาร ทั้ง ๒ หลัง จากการตรวจวัดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า ณ ปัจจุบัน ตรวจวัดค่าการใช้กระแสไฟฟ้าได้ ๓๒๐ แอมแปร์ ซึ่งการใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ ๘๐ % ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ คือ หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๒๕๐ kVA. ซึ่งรองรับการใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุด ๓๖๐ แอมแปร์ ต้องเปลี่ยนหม้อแปลงให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับภาระไฟฟ้าทั้งในปัจจุบันและเพื่อรองรับภายในอนาคต
  - สายไฟฟ้าแรงสูงเป็นสายชนิดอลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR ปัจจุบันสายไฟฟ้าแรงสูงจาก กฟภ. ที่เดินสายไฟมาจ่ายไฟฟ้าให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทันเป็นสายชนิดอลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR ซึ่งมีผลกระทบทำให้ ไฟฟ้าดับบ่อย เนื่องจากเป็นสายเปลือย ต้องเปลี่ยนเป็นสายไฟฟ้าชนิด SPACE AERIAL CABLE (SAC) สายหุ้มฉนวน
  - สายไฟฟ้าจ่ายโหลดเข้าอาคารต่างๆ มีขนาดเล็กทำให้เกิดแรงดันตกขณะที่มีการใช้งานระบบไฟฟ้าพร้อมกัน ปัจจุบันสายเมนไฟฟ้าที่จ่ายโหลดให้กับอาคารต่างๆ เป็นสายอลูมิเนียมและมีขนาดเล็กไม่เหมาะสมกับภาระโหลดต้องเปลี่ยนสายป้อนให้เหมาะสมเพื่อรองรับภาระไฟฟ้าทั้งในปัจจุบันและเพื่อรองรับภายในอนาคต
  - สายเมนไฟฟ้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แต่ละอาคารไม่มีระบบป้องกันฟ้าผ่าแรงต่ำ จึงต้องติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าแรงต่ำเพื่อป้องกันระบบไฟฟ้าของอาคารนั้นๆ
  - ตู้โหลดเซ็นเตอร์ ของอาคารผู้ป่วยนอก+สำนักงาน,อาคารห้องคลอด+สำนักงาน และอาคารผู้ป่วยใน (เก่า) + สำนักงาน มีสภาพชำรุด เนื่องจากมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงต้องเปลี่ยนตู้โหลดเซ็นเตอร์ใหม่ทดแทนตู้เก่า และจัดทำการบาลานซ์โหลด เปลี่ยน เมนเบรกเกอร์ และเปลี่ยนสายป้อนเข้าตู้โหลดเซ็นเตอร์

- เมนเบรกเกอร์หลักสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าของโรงพยาบาลมีขนาดเล็กเพราะระบบไฟฟ้าเดิมจ่ายไฟฟ้าผ่าน ATS ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด ๓๐๐ KW. จึงต้องเปลี่ยนเมนเบรกเกอร์หลัก ๘๐๐ A เพื่อให้เหมาะสมกับภาระไฟฟ้าทั้งในปัจจุบันและเพื่อรองรับภายในอนาคต

- ออกแบบและคำนวณเพื่อหาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้กระแสไฟฟ้าในปัจจุบันและรองรับสำหรับการใช้งานในอนาคตข้อมูลจำนวนพื้นที่ของอาคารภายในโรงพยาบาล โดยที่หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะติดตั้งใหม่ ขนาด ๕๐๐ kVA.จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอาคารดังต่อไปนี้

(๑) อาคารผู้ป่วยนอก+สำนักงาน

(๒) อาคารห้องคลอด+สำนักงาน

(๓) อาคารห้องประชุมใหญ่

(๔) อาคารผู้ป่วยใน (เก่า) + สำนักงาน

(๕) อาคารจ่ายกลาง

(๖) อาคารซักฟอก

(๗) อาคารโรงจอดรถ+โรงอาหาร

(๒) สำรวจรายการโหลดทางไฟฟ้าที่เป็นปัจจุบัน สภาพความสมบูรณ์ ความถูกต้องปลอดภัยของระบบไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์ไฟฟ้า พร้อมจัดทำรายงานสรุปผลการสำรวจและข้อเสนอแนะให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ

(๓) ดำเนินการสำรวจ ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดพิกัดรับกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้า

ขนาดพิกัดและสภาพการใช้งานสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Main Circuit Breaker) และความต้องการทางไฟฟ้าจากปริมาณกำลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ ปีงบประมาณ ๒๕๖๑ โดยคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด และค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด ที่เพียงพอที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดทำรายการคำนวณ และแบบรูปรายการ การประมาณการงบประมาณในการปรับปรุงแก้ไขทางไฟฟ้า

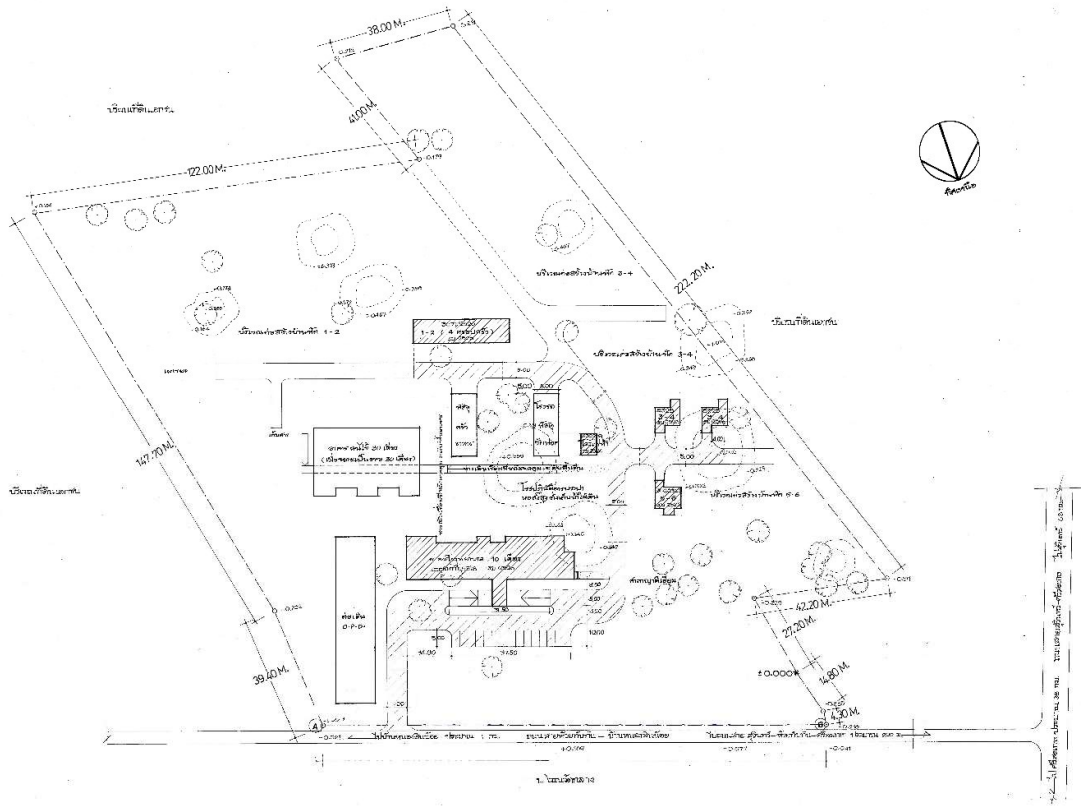
(๔) จัดส่งรายงานสำรวจระบบงานทางวิศวกรรมไฟฟ้า จัดทำรายการคำนวณ ให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน

(๕) ดำเนินการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า จัดทำแบบรูปรายการ การประมาณการงบประมาณในการปรับปรุงแก้ไขทางไฟฟ้า จัดทำรายการคำนวณ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้อง และความปลอดภัยตามมาตรฐานวิศวกรรมไฟฟ้าเพื่อดำเนินการทางระเบียบพัสดุต่อไป

(๖) จัดส่งรายการแบบวิศวกรรมไฟฟ้า จัดทำแบบรูปรายการ การประมาณการงบประมาณในการปรับปรุงแก้ไขทางไฟฟ้า จัดทำรายการคำนวณ ให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน เพื่อดำเนินการทางระเบียบพัสดุต่อไป

(๗) โรงพยาบาลห้วยทับทัน ได้ดำเนินการจัดซื้อ จัดจ้าง งานปรับปรุงระบบหม้อแปลงไฟฟ้าไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ และมอบหมายให้ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ร่วมตรวจรับงานจ้าง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานและแบบรูปรายการ สามารถใช้งานได้ดีและปลอดภัย

(๘) งานปรับปรุงระบบหม้อแปลงไฟฟ้า ไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ ของโรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ โดยศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ ได้ดำเนินการตามการตามกระบวนการจนเสร็จสิ้นพร้อมกันนี้ ได้ร่วมให้คำปรึกษาและร่วมตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้องปลอดภัยของงานดังกล่าวจนลุล่วง



รูปภาพที่ ๖ ผังอาคารของโรงพยาบาลห้วยทับทัน

รูปภาพที่ ๗ ภาพหม้อแปลงไฟฟ้าก่อนการปรับปรุงของโรงพยาบาลห้วยทับทัน

๓.๓ รายการคำนวณ

งานปรับปรุงระบบระบบหม้อแปลงไฟฟ้า ไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำของโรงพยาบาลห้วยทับทัน อ. ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ กระทรวงสาธารณสุข

(๑) ข้อมูลของโรงพยาบาลที่ได้ดำเนินการ

ที่อยู่ เลขที่ ๖๖ หมู่ ๖ ต. ห้วยทับทัน อ. ห้วยทับทัน จ. ศรีสะเกษ รหัสไปรษณีย์ ๓๓๒๑๐

(๒) ข้อมูลรายละเอียดของผลงานที่นำเสนอ

(๑) แบบงานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ แบบเลขที่ HSS๑๐_๑๙/๖๒

(๒) ผู้ออกแบบ นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

(๓) มูลค่าโครงการ ๑,๐๐๐,๑๐๗.๖๐.- บาท

(๔) ลักษณะเป็นอาคารสาธารณะ ใช้สำหรับรักษาพยาบาล และการป้องกันควบคุมโรค

(๕) รายละเอียดของงานระบบไฟฟ้าแรงสูง และแรงต่ำ

- งานรื้อถอนหม้อแปลงไฟฟ้า ๒๕๐ kVA ๒๒kV/๔๐๐-๒๓๐V. ๓P ๕๐Hz. จำนวน ๑ งาน
- งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ๕๐๐ kVA ๒๒kV/๔๐๐-๒๓๐V. ๓P ๕๐Hz. จำนวน ๑ งาน
- งานติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง SAC ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๘๕ SQ.mm พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบ ตั้งแต่ต้นทางรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ถึงหม้อแปลงไฟฟ้า
- งานปักเสา ๑๒.๒๐ m. เพื่อรองรับระบบไฟฟ้าแรงสูง และหม้อแปลงไฟฟ้า ตลอดจนถึงสายจำหน่ายแรงต่ำ ๔๐๐/๒๓๐ V. ภายในโรงพยาบาลจำนวน ๑ งาน
- งานติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าชนิดภายนอกอาคาร พร้อมสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ AT/AF ๓๕ ICKA
- งานเชื่อมสายไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าฯ กับระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล
- งานปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงต่ำเข้ากลุ่มอาคารโรงงานผลิตยาสมุนไพร
- งานประกอบการติดตั้ง ชุด CT/PT เครื่องมือวัดพลังไฟฟ้าประเภทแรงสูง

(๓) รายการคำนวณ

<u>A. พิกัดขนาดไฟฟ้าแรงสูง ของหม้อแปลงไฟฟ้า</u>

(๑) หม้อแปลงไฟฟ้า ๕๐๐ kVA ชนิด oil immersed type ๔ % อิมพิแดนซ์

(๒) การติดตั้งหม้อแปลงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เป็นแบบนั่งร้าน (เฉพาะราย) ที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๓๐๐๐ กิโลกรัม

(๓) การคำนวณขนาดอุปกรณ์ป้องกันทาง HV - คำนวณกระแสเต็มพิกัดด้านแรงสูง = ๕๐๐ KVA/(๑.๗๓๒ x ๒๒ KV) = **๑๓.๑๒ A**

ขนาดอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง ไม่เกิน ๖% กรณีใช้ฟิวส์ พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินด้านไฟเข้าต้องไม่เกิน ๓๐๐% = ๑.๓ x ๑๓.๑๒ A = ๑๗.๐๕ A <u>ดังนั้นควรใช้พิกัดกระแสของฟิวส์ด้านไฟเข้าตามผู้ผลิตคือ ๒๐A</u>

ตารางที่ ๗ ขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงระบบแรงสูง

ขนาดอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง	ด้านไฟเข้า		ด้านไฟออก		
	แรงดันมากกว่า 1,000 โวลต์		แรงดันมากกว่า 1,000 โวลต์		แรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์
	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือฟิวส์
ไม่เกิน 6%	600%	300%	300%	250%	125%
มากกว่า 6% แต่ไม่เกิน 10%	400%	300%	250%	225%	125%

หมายเหตุ ตารางนี้อ้างอิงจากตารางที่ 6-5 ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

ตารางที่ ๘ ตัวอย่างขนาดกระแสเต็มที่และพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

ขนาดหม้อแปลง (kVA)	แรงดัน 22,000 โวลต์		แรงดัน 33,000 โวลต์	
	ขนาดกระแส	พิกัดกระแสของฟิวส์	ขนาดกระแส	พิกัดกระแสของฟิวส์
50	1.31	3	0.87	2
100	2.62	5-6	1.75	3
160	4.20	8	2.80	5-6
250	6.55	15	4.37	10
315	8.26	15	5.50	10
400	10.50	20	7.00	15
500	13.10	20	8.75	15
630	16.55	25	11.03	20
800	21.00	30	14.00	25
1000	26.20	40	17.50	25
1250	32.80	50	21.90	30
1600	41.98	65	27.99	40
2000	52.50	65	35.00	50
2500	65.61	100	43.73	65

(๔) เลือกขนาด Lightning Arrester การเลือกพิกัดแรงดันของอะเรสเตอร์ เช่น ที่ ระดับแรงดัน ๒๒ kV (กฟภ.) **เลือกใช้ขนาด Lightning Arrester พิกัด ๒๑ kV RMS**

รูปภาพที่ ๘ พิกัดขนาด Lightning Arrester

(๕) เลือกขนาดสายไฟฟ้าแรงสูง

- คำนวณกระแสเต็มพิกัดด้านแรงสูง = ๕๐๐ KVA/(๑.๗๓๒ x ๒๒ KV) = ๑๓.๑๒ A
- เผื่ออีก ๑๒๕ % = ๑๓.๑๒ x ๑.๒๕ = ๑๖.๔ A
- เมื่อพิจารณาเผื่อการใช้งานในอนาคต **พิจารณาเลือกสายไฟฟ้าแรงสูง ชนิด SAC ๒๕ kV ๙๐ °C ๑๘๕ Sq.mm (๔๘๑ A/Phase)**

BCC
BANGKOK CABLE CO., LTD.

ALUMINIUM CONDUCTOR

25 kV 90°C SAC

SPACED AERIAL CABLE

Construction

1. Conductor	:	Compact round stranded hard-drawn aluminium wires
2. Conductor screen	:	Semi conductive cross-linked polyethylene (XLPE) compound
3. Insulation	:	Cross-linked polyethylene (XLPE)
4. Jacket	:	Black cross-linked polyethylene (XLPE)

Reference Standard :

TIS 2341-2555

Classification

Maximum conductor temperature	: 90 °C
Maximum circuit voltage	: 25000 V
AC test voltage	: 38,000 V

Application

- For aerial power transmission and distribution line

Conductor			Thickness of conductor screen	Thickness of insulation	Thickness of jacket	Overall diameter	Conductor resistance at 20°C	Insulation resistance at 15.6°C	Conductor weight	Conductor breaking strength	Current rating in free air at 40°C ambient	Cable weight	Standard length
Cross-sectional area	No. of wires	Diameter of conductor											
mm² (Nominal)	(Min.)	mm (Approx.)	mm (Average)	mm (Nominal)	mm (Nominal)	mm (Approx.)	Ω/km (Max.)	MΩ.km (Min.)	kg/km (Approx.)	N (Min.)	A	kg/km (Approx.)	m/drum
35	6	6.88	0.3	3.18	3.18	21.0	0.868	2,580	94	5,591	150	381	1,500
50	6	7.92	0.3	3.18	3.18	22.0	0.641	2,380	128	7,313	181	438	1,500
70	12	9.55	0.3	3.18	3.18	23.5	0.443	2,126	185	10,420	225	527	1,500
95	15	11.27	0.3	3.18	3.18	25.5	0.320	1,913	256	14,098	275	636	1,500
120	15	12.68	0.3	3.18	3.18	27.0	0.253	1,759	324	18,518	319	734	1,000
150	15	14.05	0.3	3.18	3.18	28.0	0.206	1,648	398	22,457	362	838	1,000
185	30	15.75	0.3	3.18	3.18	30.0	0.164	1,521	500	28,974	418	970	1,000
240	30	18.23	0.3	3.18	3.18	32.5	0.125	1,367	655	37,506	497	1178	1,000

รูปภาพที่ ๙ ตัวอย่างพิจารณาเลือกสายไฟฟ้าแรงสูง ชนิด SAC ๒๕ kV

<u>B. พิกัดขนาดไฟฟ้าแรงต่ำ ของหม้อแปลงไฟฟ้า</u>

<u>สูตร</u> หาขนาดกระแสของสายไฟฟ้าที่ต้องการ It >= In /(Ca x Cg)

In คือ ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน CB

Ca คือ อุณหภูมิแวดล้อม

Cg คือ จำนวนกลุ่มการเดินสาย

ขนาด อุปกรณ์ตัดตอน MDB&EMDB TO TR. หม้อแปลงไฟฟ้า

TR.๕๐๐ kVA. ขนาดกระแส In = ๕๐๐ x ๑๐๐๐ VA / (๑.๗๓๒ x ๔๐๐ V)

= ๗๒๑.๗ A

ขนาดสายป้อนไฟฟ้าของหม้อแปลงคิด ๑๒๕% กระแสพิกัด Ib =๑.๒๕ x ๗๑๒.๗ = ๙๐๒.๑ A. พิจารณาโหลดทางไฟฟ้าไม่ต่อเนื่อง เลือกใช้ MCCB ๘๐๐AT **ขนาด AF ของ CB เป็น ๘๐๐ AF**
โดยที่ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในที่นี้ จะพิจารณา เลือกใช้ ๖๓๐/๖๓๐ AT/AF

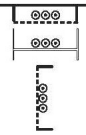
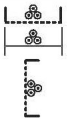
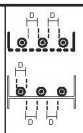
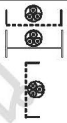
ขนาดสายไฟ MDB&EMDB TO TR. หม้อแปลงไฟฟ้า

ใช้สาย ๒ เส้น IEC ๖๐๕๐๒-๑ **(XLPE ๐.๖/๑ kV.) แกนเดียว** เดินบนรางเคเบิลแบบบันได กลุ่มที่ ๗ วางเรียงชิดติดกันในแนวนอน ใช้ตารางที่ ๑๐ อ้างอิง ๕-๓๒ วสท. และตารางที่ ๑๑ อ้างอิง ๕-๔๐ วสท จำนวนรางเคเบิล ๑ จำนวน กลุ่มวงจร ๒ วงจร ๐.๙๗ , ตารางที่ ๕-๔๓ ฉนวน XLPE อุณหภูมิโดยรอบ ๓๖-๔๐ องศาเซลเซียส ๑.๐๐

ตารางที่ ๙ ตาราง ๕-๓๒ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖

ตารางที่ 5-32

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงกด์พอลิเอทิลีน มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C วางบนรางเคเบิลแบบระบายอากาศ ไม่มีฝาปิด หรือรางเคเบิลแบบบันได

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 7				
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว				หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง					
รหัสชนิดเคเบิลใช้งาน	IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อยเป็นต้น				
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	-	-	-	-	16
1.5	-	-	-	-	21
2.5	-	-	-	-	29
4	-	-	-	-	38
6	-	-	-	-	49
10	-	-	-	-	68
16	-	-	-	-	91
25	128	123	166	147	116
35	160	154	206	183	144
50	197	188	250	224	175
70	254	244	321	289	224
95	311	298	391	354	271
120	364	349	455	413	315
150	422	404	525	480	363
185	485	464	602	551	415
240	577	552	711	654	490
300	670	640	821	758	565
400	790	749	987	917	-
500	908	861	1,140	1,064	-

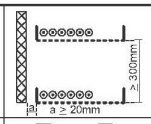
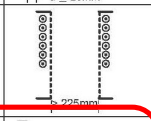
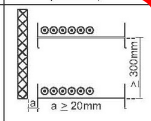
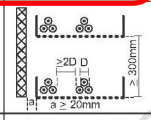
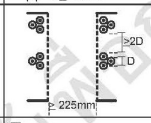
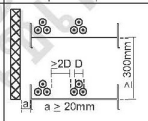
หมายเหตุ (ตารางที่ 5-32)

1) *อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43*
2) *ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-40 และตารางที่ 5-41 สำหรับสายแกนเดียวและสายหลายแกน ตามลำดับ*
3) *ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47*

ตารางที่ ๑๐ ตาราง ๕-๔๐ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖

ตารางที่ 5-40

ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสสำหรับสายเคเบิลแกนเดียว วางบนรางเคเบิล เป็นกลุ่มมากกว่า 1 วงจร

วิธีการติดตั้ง		จำนวนรางเคเบิล	จำนวนกลุ่มวงจรต่อรางเคเบิล						ลักษณะการจัดเรียงเคเบิล
			1	2	3	4	5-6	7-9	
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (หมายเหตุ 2))		1	1.00	0.91	0.87	0.82	0.78	0.77	รูปแบบวางชิดกันใน แนวนอน
		2	0.96	0.87	0.81	0.78	0.74	0.69	
		3	0.95	0.85	0.78	0.75	0.70	0.65	
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3))		1	1.00	0.86	0.80	0.75	0.71	0.70	รูปแบบวางชิดกันในแนวตั้ง
		2	0.95	0.84	0.77	0.72	0.67	0.66	
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2))		1	1.00	0.97	0.96	0.94	0.93	0.92	รูปแบบวางชิดกันใน แนวนอน
		2	0.98	0.93	0.89	0.88	0.86	0.83	
		3	0.97	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77	
รางเคเบิลแบบระบายอากาศ (หมายเหตุ 2))		1	1.00	0.98	0.96	0.93	0.89	-	รูปแบบวางชิดกันแบบลามเหลี่ยม ห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
		2	0.97	0.93	0.89	0.85	0.80	-	
		3	0.96	0.92	0.86	0.82	0.76	-	
รางเคเบิลแบบระบายอากาศวางแนวตั้ง (หมายเหตุ 3))		1	1.00	0.91	0.89	0.88	0.87	-	
		2	1.00	0.90	0.86	0.85	0.83	-	
รางเคเบิลแบบบันได (หมายเหตุ 2))		1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	
		2	0.97	0.95	0.93	0.92	0.91	-	
		3	0.96	0.94	0.90	0.89	0.86		

ตารางที่ ๑๑ ตาราง ๕-๔๓ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖

ตารางที่ 5-43

ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ใช้กับค่าขนาดกระแสของเคเบิล เมื่อเดินในอากาศ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ฉนวน			
	PVC	XLPE หรือ EPR	เอ็มไอ	
			70°C	105°C
11-15	1.34	1.23	1.41	1.21
16-20	1.29	1.19	1.34	1.16
21-25	1.22	1.14	1.26	1.13
26-30	1.15	1.10	1.18	1.09
31-35	1.08	1.05	1.09	1.04
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.91	0.96	0.91	0.96
46-50	0.82	0.90	0.79	0.91
51-55	0.70	0.84	0.67	0.87
56-60	0.57	0.78	0.53	0.82
61-65	-	0.71	-	0.76
66-70	-	0.64	-	0.70
71-75	-	0.55	-	0.65
76-80	-	0.45	-	0.59
81-85	-	-	-	0.51
86-90	-	-	-	0.43
91-95	-	-	-	0.35

MDB = ๘๐๐ AT

It >= (๘๐๐/๒)/(๑.๐x๐.๙๗) >= ๔๑๒ A จากตารางที่ ๕-๓๒

ใช้สายขนาด ๑๘๕ SQ.mm. ขนาดกระแส ๔๘๕ A (วสท.)

ตารางที่ ๑๒ สาย XLPE ๐.๖/๑ kV.- CV จากผู้ผลิต

YAZAKI

0.6/1KV-CV — IEC 60502-1

0.6/1 kV 90°C CROSS-LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC SHEATHED POWER CABLE

CABLE STRUCTURE

Conductor : Concentric Stranded and compacted round annealed copper
Single-core : Sizes 1.5 mm² up to 1,000 mm²
Multi-cores : Sizes 1.5 mm² up to 400 mm²
Insulation : Cross-linked Polyethylene (XLPE)
Core identification
Single-core : Natural (Translucent)
2 Cores : Blue and Brown
3 Cores : Brown, Black and Grey
4 Cores : Blue, Brown, Black and Grey
Other colors are available on customer request
Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST2)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 90°C
: Circuit voltage not exceeding 1,100 Volts
Rated voltage (U_0/U) 0.6/1 kV
600 Volts between Line-to-Earth
1,000 Volts between Line-to-Line
Testing voltage : 3,500 Volts
Reference standard : IEC 60502-1,IEC 60228,IEC 60332-1

APPLICATION

Use for installation in open tray, conduit, underground duct trench or direct burial in ground, at wet or dry location.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number of wires minimum (No./mm)	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter approx. (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 20°C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
1	1.5	7/0.53	0.7	1.4	6.3	12.1	2,500	31	50	500/D
	2.5	7/0.67	0.7	1.4	6.8	7.41	2,100	42	60	500/D
	4	7/0.85	0.7	1.4	7.3	4.61	1,700	55	80	500/D
	6	7/1.04	0.7	1.4	7.9	3.08	1,450	69	100	500/D
	10	6	0.7	1.4	8.4	1.83	1,250	93	140	500/D
	16	6	0.7	1.4	9.4	1.15	1,000	123	200	500/D
	25	6	0.9	1.4	11.0	0.727	1,050	164	300	500/D
	35	6	0.9	1.4	12.0	0.524	900	202	400	500/D
	50	6	1.0	1.4	13.5	0.387	850	245	500	500/D
	70	12	1.1	1.4	15.0	0.268	800	309	750	500/D
	95	15	1.1	1.5	17.5	0.193	650	383	1,000	500/D
	120	18	1.2	1.5	19.0	0.153	650	446	1,200	500/D
	150	18	1.4	1.6	21	0.124	700	510	1,500	500/D
	185	30	1.6	1.6	23	0.0991	700	591	1,900	500/D
	240	34	1.7	1.7	26	0.0754	650	705	2,500	500/D
	300	34	1.8	1.8	29	0.0601	600	814	3,100	500/D
	400	53	2.0	1.9	32	0.0470	600	950	3,900	500/D
	500	53	2.2	2.0	36	0.0366	600	1,111	5,000	500/D
	630	53	2.4	2.2	40	0.0283	550	1,293	6,500	500/D
	800	53	2.6	2.3	45	0.0221	550	1,486	8,500	300/D
	1,000	53	2.8	2.4	51	0.0176	500	1,701	10,500	300/D

D : Packing in drum

สาย XLPE ๐.๖/๑ KV. ๑๘๕ sq.mm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๓ mm จำนวนสายทั้งหมด ๘ เส้น
เส้นผ่านศูนย์กลางรวม =๘ เส้น x ๒๓ mm = ๑๘๔ mm
เผื่ออีก ๑๒๕% = ๑๘๔ x ๑.๒๕ = ๒๓๐ mm **ใช้รางขนาด ๖๐๐ mm.**

C. ขนาดสายไฟ MDB&EDB TO EMDB (Gen.๓๐๐kW) EDB = ๖๓๐AT

ใช้สาย XLPE ๐.๖/๑ KV. แกนเดียว เดินบนรางเคเบิลแบบบันได กลุ่มที่ ๗ วางเรียงชิดติดกันในแนวนอน ตารางที่ ๕-๓๒ และตารางที่ ๕-๔๐ จำนวนรางเคเบิล ๑ จำนวนกลุ่มวงจร ๒ วงจร ๐.๙๗ ,ตารางที่ ๕-๔๓ ฉนวน XLPE อุณหภูมิโดยรอบ ๓๖-๔๐ องศาเซลเซียส ๑.๐๐

It >= (๖๓๐/๒)/(๑.๐x๐.๙๗) >= ๓๒๔A จากตารางที่ ๕-๓๒ **ใช้สายขนาด ๑๒๐ sq.mm. ขนาดกระแส ๓๖๔ A** สาย XLPE ๐.๖/๑ KV. ๑๒๐ sq.mm. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๙.๕ mm จำนวนสาทั้งหมด ๘ เส้น เส้นผ่านศูนย์กลางรวม =๘ เส้น x ๑๙.๕ mm =๑๕๖ mm

เผื่ออีก ๑๒๕% = ๑๕๖ x ๑.๒๕ = ๑๙๕ mm **ใช้รางขนาด ๖๐๐ mm.**

D. ขนาดสายดินของตู้ควบคุมไฟฟ้า MDB&EDB

สายเฟสขนาด ๒ x ๑๘๕ sq.mm. =๓๗๐ sq.mm.

จากตารางที่ ๔-๑ ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ตารางที่ ๑๓ ตาราง ๔-๑ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖

ตารางที่ 4-1

ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

หมายเหตุ * แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือท่ออโลหะ และการติดตั้งสอดคล้องตามข้อ 5.4 และ 5.8

สายประธานขนาด เกิน ๓๐๐ แต่ไม่เกิน ๕๐๐ sq.mm. **ใช้สายต่อหลักดินขนาด ๕๐ sq.mm.**

F. ค่ากระแสลัดวงจรที่ขั้วแรงต่ำของหม้อแปลง ๔๐๐kVA (๒๓๐/๔๐๐V.)

ระบบไฟฟ้า Infinite Bus กระแสลัดวงจรแบบสามเฟสสมดุลที่ขั้วแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า พิจารณาได้จาก

I_U คือ ขนาดกระแสลัดวงจรด้าน Sec ของหม้อแปลงไฟฟ้า

$I_{FL.TR}$ คือ ขนาดกระแสตามพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า

% Z **คือ** Impedance Voltage ของหม้อแปลงไฟฟ้า

ค่า % Z = Impedance Voltage ของหม้อแปลงไฟฟ้า **๓๑๕ - ๖๓๐ kVA = ๔%**

๘๐๐ - ๒๕๐๐ kVA = ๖%

สูตร I_U = ๑๐๐ * $I_{FL.TR}$ / % Z = (๑๐๐ * ๕๐๐*๑๐๐๐/(๑.๗๓๒*๔๐๐)) / ๔

= ๑๘๐๔๒.๗๒ A = ๑๘.๐๕ kA

เผื่อ ๒๕% Icu =๑.๒๕ x ๑๔.๔๓ =๑๘ kA **เลือกค่า Icu ≥๒๕ kA ที่ ๔๑๕ V.**

๓.๔ จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบไฟฟ้า

เมื่อทำรายการคำนวณขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดอุปกรณ์ป้องกัน ขนาดสายดิน ขนาดสายเมนไฟฟ้า พิกัดกระแสลัดวงจร และคำนวณแรงดันตกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดทำรายละเอียดพร้อมยกร่างเขียนแบบระบบไฟฟ้า ดังนี้

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
Department of Health Service Support

โครงการ แบบแผนผังระบบไฟฟ้า โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

ผู้ออกแบบ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10 จังหวัดอุบลราชธานี

แบบเลขที่ HSS10/2562

กลุ่มมาตรฐานอาคารและสภาพแวดล้อม กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์

DRAWING SET — ISSUED OF PACKAGE

- ☐ A แบบสถาปัตยกรรม ARCHITECTURE
- ☐ I แบบสถาปัตยกรรมภายใน INTERIOR
- ☐ L แบบภูมิสถาปัตยกรรม LANDSCAPE
- ☐ C แบบวิศวกรรมโยธา CIVIL
- ☐ S แบบวิศวกรรมโครงสร้าง STRUCTURE
- ☐ ME แบบวิศวกรรมเครื่องกลระบบปรับอากาศและระบายอากาศ MECHANICAL
- ☐ MEG แบบวิศวกรรมเครื่องกล ระบบก๊าซทางการแพทย์ MEDICAL GAS PIPELINE
- ☐ SN แบบวิศวกรรมระบบสุขาภิบาล SANITARY
- ☐ F แบบวิศวกรรมระบบป้องกันอัคคีภัย FIRE PROTECTION
- ■ EE แบบวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร ELECTRICAL
- ☐ แบบเพื่อการประสานงาน CO-ORDINATION
- ☐ แบบขออนุญาตปลูกสร้าง AUTHORITY SUBMITTAL
- ☐ แบบประกวดราคา BIDDING DOCUMENT
- ■ แบบคู่สัญญาก่อสร้าง CONTRACT DOCUMENT

ISSUED DATE : 4 / 4 / 2562

รายการแบบ

EE-01 ใบหน้าปกแบบ Cover Plan และรายการแบบ
EE-02 สัญญลักษณ์ประกอบแบบ
EE-03 ELECTRICAL ABBREVIATIONS
EE-04 รายการประกอบแบบ
EE-05 Single Line Diagram
EE-06 EMDB Wiring Diagram
EE-07 Tranformers & Cable Ladder Detail
EE-08 DETAIL GENERATOR ROOM FOR PLAN

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายอดุลย์ ชมิ้นเชียว สฟก.3302
นายคงจักร์ บุญทัน สฟก. 3500
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

ใบหน้าปกแบบ และรายการแบบ

วันที่ :

แผ่นที่ : EE-01 — รวมแผ่น : 8

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon athanee WHOSE CONSERT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

SYMBOL DIAGRAM

Symbols	Designation	Symbols	Designation	Symbols	Designation	Symbols	Designation
	Circuit Breaker (Fixed Type) (General Symbol)	DM	Digital Meter	-F1 1 2	Fuse	UV	Undervoltage Release Coil
		A	Ammeter	-OL	Operated By Electromagnetic Overcurrent Protection	UVT	Undervoltage Release Coil With Time Delay
	Circuit Breaker (Drawout Type) (General Symbol)	AS	Amp Selector Switch	-OL	Operated By Thermal Overcurrent Protection	ST	Shunt Trip Coil
		V	Voltmeter	-OC I>	Maximum Current Relay	MCH	Motor Mechanism
	Circuit Breaker With Thermal Magnetic Operation	VS	Volt Selector Switch		Latching Device	CC	CLOSING COIL
		kWh ~	AC-Watthour Meter		Mechanical Interlock	25A	Automatic Synchronizing Relay
	Motor-Protective Circuit Breaker with Switch Mechanism with Electromagnetic Release and Thermal Overcurrent Release	kW	Watt Meter	-PB	Spring Return Operate Push-to-operate	24M	Manual Synchronizing Relay
		Hz	Frequency Meter	-PB	Rotary Operator	27	Undervoltage Relay
	Nomally Open Contact (N/O)	PF	Power Factor Meter	-PB	Spring Locking Operate Push-to-Lock	32	Directional Power Relay
	Nomally Close Contact (N/C)	VAR	Var Meter	-ES	Emergency Stop Operator	37	Undercurrent Or Underpower Relay
	Contactor	PFC	Power Factor Controller	-T	Time-delayed On Delay Normally Open	47	Phase Sequence Voltage Relay
	Disconnect Switch	ELR	Earth Leakage Relay	-T	Time-delayed Off Delay Normally Open	49	Thermal Relay
	Disconnect Switch With Automatic Operation	H	Hour Counter Meter	-KEY	Manual Operator With Key	49A	Transformer Temperature Relay Alarm Condition
	Fused Isolator		Direct On Line Starter (DOL.)	M	Control By Electic Motor	49T	Transformer Temperature Relay Tripping Condition
	Changeover Contact		Star-Delta Starter (Y-D)	-FS	Float Operated Device	50 51	Overcurrent And Instanteneous Trip Relay
ACB	Air Circuit Breaker		Inverter	-P P	Pressure Operated Device	50 51G	Overcurrent Ground Fault Relay
MCCB	Molded Case Circuit Breaker		Rectifier	-TEMP T	Temperature Operated Device	59	Overvoltage Relay
MCB	Miniature Circuit Breaker	M ~	AC Motor	-H G	Pilot Light Or Illuminating Lamp	64	Ground Protection Relay
L1 L2 L3	3-phase Power Network	G ~	AC Generator	-BZ	Buzzer	71A	Gas Or Buchholz Relay,alarm Condition
	Protective Earth	-KM	Electromagnetic Device Contactor	-SL	Siren	71T	Gas Or Buchholz Relay,tripping Condition
	Lightning Arrester Or Surge Arrester	CON	GEN SET Controller or ATS Comtroller		Photo Electric Detector	81	Over/Under Frequency Relay
	Capacitor		Pilot Lamp		Plug & Socket	90V	Voltage Regulator
	Voltage Transformer (VT) Potential Transformer (PT)	-KM1 -OL1	Contactor with Thermal Overload Relay	11	Terminal	ASM	Asymmetry Relay
	Current Transformer (CT)			11 12 13	Terminal Strip , with Labels	GFR	Ground Fault Relay

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดยุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :

แบบแผนผังระบบไฟฟ้า

โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :

โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :

โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :

วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:

นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593

นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732

วิศวกร เครื่องกล:

นาย ศิษฏ์พิริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :

นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :

นายอดุลย์ ชมันเชียว สฟก.3302

นายดงจักร์ บุญทัน สฟก. 3500

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

เขียนแบบ :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

SYMBOL DIAGRAM

วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-02	8

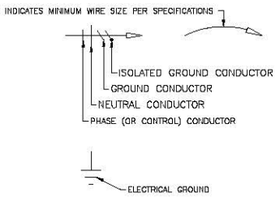
THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratchanee
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

ELECTRICAL ABBREVIATIONS

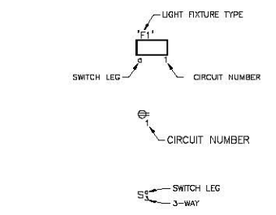
A	AMPERE
A/C	AIR-CONDITIONING
AC	ALTERNATING CURRENT; ARMORED CABLE
ADJ	ADJUSTABLE
AF	AMPERE FUSE; AMPERE FRAME
AFF	ABOVE FINISHED FLOOR
AFG	ABOVE FINISHED GRADE
AHU	AIR HANDLING UNIT
AIC	AMPERE INTERRUPTING CAPACITY
AL	ALUMINUM
ALT	ALTERNATE
ALUM	ALUMINUM
AMP	AMPERE
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
AP	ACCESS PANEL
APPROX	APPROXIMATE
ARCH	ARCHITECT
ASYM	ASYMMETRICAL
AT	AMPERE TRIP
ATS	AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
AUX	AUXILIARY
AVG	AVERAGE
AWG	AMERICAN WIRE GAUGE
BATT	BATTERY
BD	BOARD
BFG	BELOW FINISHED GRADE
BLDG	BUILDING
BPS	BOLTED PRESSURE SWITCH
BR	BRANCH
BRKR	BREAKER
C	CONDUIT; CENTIGRADE
C/C	CENTER TO CENTER
CAB	CABINET
CAP	CAPACITY
CB	CIRCUIT BREAKER
CCTV	CLOSED CIRCUIT TELEVISION
CD	CANDELA; CLOTHES DRYER
CF	CUBIC FEET; COMPACT FLUORESCENT
CHW	CHILLED WATER
CHWP	CHILLED WATER PUMP
CIP	CAST IN PLACE
CIR	CIRCUIT
CKT	CIRCUIT
CLF	CURRENT LIMITING FUSE
CLG	COOLING; CEILING
CM	CONSTRUCTION MANAGER
CMU	CONCRETE MASONRY UNIT
CO	CENTRAL OFFICE
COGB	CENTRAL OFFICE GROUND BAR
COL	COLUMN
COMB	COMBINATION
COMPR	COMPRESSOR
CONC	CONCRETE
COND	CONDENSATE; CONDUCTOR
CONT	CONTINUOUS; CONTINUED; CONTRACTOR
CP	CONTROL PANEL
CPT	CONTROL POWER TRANSFORMER
CSAC	CENTRAL STATION AIR CONDITIONER
CT	CURRENT TRANSFORMER
CU	COPPER; CUBIC
CU FT	CUBIC FOOT
CUH	CABINET UNIT HEATER
CW	COOL WHITE; COLD WATER; CLOTHES WASHER
CY	CUBIC YARD
CYL	CYLINDER
D	DEEP; DEPTH; DISCHARGE
DB	DECIBEL; DIRECT BURIED
DC	DIRECT CURRENT
DDC	DIRECT DIGITAL CONTROL
DF	DRINKING FOUNTAIN
DHW	DOMESTIC HOT WATER
DIA	DIAMETER
DIAG	DIAGONAL
DIAM	DIAMETER
DIFF	DIFFUSER
DISC	DISCONNECT
DIST	DISTRIBUTION
DN	DOWN
DP	DUSTPROOF; DOUBLE POLE
DPDT	DOUBLE POLE, DOUBLE THROW
DPST	DOUBLE POLE, SINGLE THROW
DT	DUSTTIGHT; DOUBLE THROW
DW	DISHWASHER
DWG	DRAWING
DX	DIRECT EXPANSION
E	EQUIPMENT ONLY; EAST; ELECTRICAL; EXISTING
EA	EACH
EBBR	ELECTRIC BASEBOARD RADIATION
EB	ELECTRONIC BALLAST
EC	ELECTRICAL CONTRACTOR
EF	EXHAUST FAN
EGC	EQUIPMENT GROUNDING CONDUCTOR
EIFS	EXTERIOR INSULATION FINISH SYSTEM
ELECT	ELECTRICIAN; ELECTRICAL; ELECTRONIC
ELEV	ELEVATOR; ELEVATION
EM	EMERGENCY
EMERG	EMERGENCY
EMS	ENERGY MANAGEMENT SYSTEM
EMT	ELECTRICAL METALLIC TUBING
ENCL	ENCLOSURE
ENG	ENGINE; ENGINEERED
ENGR	ENGINEER
EP	EXPLOSIONPROOF; ELECTRIC-PNEUMATIC
EQUIP	EQUIPMENT
ER	EXISTING TO REMAIN
ES	ENERGY SAVER
EST	ESTIMATED
EWC	ELECTRIC WATER COOLER
EWH	ELECTRIC WATER HEATER
EX	EXISTING
EXCAV	EXCAVATION
EXIST	EXISTING
EXH	EXHAUST
EXP	EXPOSED
EXR	EXISTING RELOCATED
EXT	EXTERIOR
EXTG	EXISTING
F	FUSED; FAHRENHEIT
FA	FIRE ALARM
FAAP	FIRE ALARM ANNUNCIATOR PANEL
FACP	FIRE ALARM CONTROL PANEL
FC	FOOT-CANDLE
FCU	FAN COIL UNIT
FD	FUSED DISCONNECT
FDR	FEEDER
FEP	FLUORINATED ETHYLENE PROPYLENE
FFEC	FOODSERVICE FACILITIES EQUIPMENT CONTRACTOR
FIG	FIGURE
FIN	FINISHED
FIXT	FIXTURE
FLA	FULL LOAD AMPS
FLR	FLOOR
FLUOR	FLUORESCENT
FM	FREQUENCY MODULATION; FACTORY MUTUAL
FPM	FEET PER MINUTE
FR	FIRE RATING
FT	FOOT; FEET
FTG	FITTING; FOOTING
FURN	FURNISHED
FVNR	FULL VOLTAGE NON-REVERSING
G	GROUND
GA	GAUGE
GAL	GALLON
GALV	GALVANIZED
GC	GENERAL CONTRACTOR
GEN	GENERAL; GENERATOR
GFCI	GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER
GFI	GROUND FAULT INTERRUPTER
GFP	GROUND FAULT PROTECTOR
GND	GROUND
GP	GENERAL PURPOSE
GPM	GALLONS PER MINUTE
GRC	GALVANIZED RIGID CONDUIT
GRD	GROUND; GROUNDED
GRS	GALVANIZED RIGID STEEL
H	HIGH
HACR	HEATING, AIR CONDITIONING & REFRIGERATION
HD	HEAVY DUTY
HG	MERCURY
HH	HAND HOLE
HIC	HIGH INTERRUPTING CAPACITY
HO	HIGH OUTPUT
HOA	HAND-OFF-AUTOMATIC
HORIZ	HORIZONTAL
HP	HORSEPOWER; HIGH PRESSURE
HPF	HIGH POWER FACTOR
HPS	HIGH PRESSURE SODIUM
HR	HOUR
HRS/DAY	HOURS PER DAY
HSC	HIGH SHORT CIRCUIT
HT	HEIGHT
HTG	HEATING
HTRS	HEATERS
HV	HIGHT VOLTAGE
HVAC	HEATING, VENTILATION & AIR-CONDITIONING
HW	HOT WATER; HEAVY WALL
HWP	HEATING WATER PUMP
HYD	HYDRAULIC
HZ	HERTZ
IC	INTERRUPTING CAPACITY
ID	INSIDE DIAMETER
IDF	INTERMEDIATE DISTRIBUTION FRAME
IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERS
IF	INSIDE FROSTED
IG	ISOLATED GROUND
IMC	INTERMEDIATE METAL CONDUIT
IMP	IMPEDANCE
IN	INCH
INCAND	INCANDESCENT
INCL	INCLUDED; INCLUDING
INST	INSTALLATION
INSUL	INSULATION; INSULATED
INT	INTERIOR; INTERNAL
INV EL	INVERT ELEVATION
IS	INSTANT START
J	JOULE; JUNCTION
JB	JUNCTION BOX
J-BOX	JUNCTION BOX
K	THOUSAND
KCMIL	THOUSAND CIRCULAR MILS
KEC	KITCHEN EQUIPMENT CONTRACTOR
KHZ	KILOHERTZ
KK	KIRK KEY
KP	KEYPAD
KV	KILOVOLT
KVA	KILOVOLT AMPERE
KVAR	KILOVOLT AMPERE REACTIVE
KW	KILOWATT
KWH	KILOWATT-HOUR
L	LENGTH; LONG
LAB	LABOR; LABORATORY
LB	POUND; ELL CONDUIT BODY
LEC	LABORATORY EQUIPMENT COMPANY (CONTRACTOR)
LED	LIGHT EMITTING DIODE
LF	LINEAR FOOT
LG	LONG; LENGTH; LARGE
LLD	LAMP LUMEN DEPRECIATION
LM	LUMEN
LO	LOCKOUT
LP	LIGHTING PANEL
LPF	LOW POWER FACTOR
LRA	LOCKED ROTOR AMPS
LT	LIGHT; LIQUID-TIGHT
LTG	LIGHTING
LTR	LETTER
LV	LOW VOLTAGE
M	THOUSAND; MATERIAL; MECHANICAL; METER
MA	MILLIAMPERE
MACH	MACHINE
MAG STR	MAGNETIC STARTER
MAINT	MAINTENANCE
MAN	MANUAL
MAT	MATERIAL
MATV	MASTER ANTENNA TELEVISION
MAX	MAXIMUM
MC	METAL CLAD CABLE; MECHANICAL CONTRACTOR; MOTOR CONTROLLER
MCA	MINIMUM CIRCUIT AMPS
MCB	MAIN CIRCUIT BREAKER
MCC	MOTOR CONTROL CENTER
MCCB	MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER
MCM	THOUSAND CIRCULAR MILS
MCP	MOTOR CIRCUIT PROTECTOR
MCS	MOTOR CIRCUIT SWITCH
MDF	MAIN DISTRIBUTION FRAME
MDP	MAIN DISTRIBUTION PANELBOARD
MECH	MECHANICAL
MED	MEDIUM
MFG	MANUFACTURING
MFR	MANUFACTURER
MH	MANHOLE; METAL HALIDE; MAN-HOUR
MHZ	MEGAHERTZ
MI	MALLEABLE IRON; MINERAL INSULATED
MIC	MICROPHONE
MIN	MINIMUM; MINUTE
MISC	MISCELLANEOUS
MLO	MAIN LUG ONLY
MO	MONTH
MOBIL	MOBILIZATION
MOCP	MAXIMUM OVERCURRENT PROTECTION
MOG	MOGUL
MTD	MOUNTED
MTG	MOUNTING
MTS	MANUAL TRANSFER SWITCH
MULT	MULTI; MULTIPLY
MV	MERCURY VAPOR, MEGAVOLT; MEDIUM VOLTAGE
MVA	MEGAVOLT AMPERES
MVAR	MEGAVOLT AMPERES REACTIVE
MW	MEGAWATT
N	NORTH; NEW; NEUTRAL
N/A	NOT AVAILABLE; NOT APPLICABLE
NA	NON-AUTOMATIC
NAT	NATURAL
NC	NORMALLY CLOSED
ND	NORMAL DUTY
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
NF	NON-FUSED
NFD	NON-FUSED DISCONNECT
NIC	NOT IN CONTRACT
NL	NIGHT LIGHT
NM	NON-METALLIC SHEATHED CABLE
NO	NUMBER; NORMALLY OPEN
NTS	NOT TO SCALE
O&P	OVERHEAD AND PROFIT
OC	ON CENTER; OVERCURRENT
OD	OUTSIDE DIAMETER
ODS	OVERHEAD DISTRIBUTION SYSTEM
OH	OVERHEAD
OHD	OVERHEAD DOOR
OL	OVERLOAD
OPGP	OFFICE PRINCIPAL GROUND POINT
OS&Y	OUTSIDE SCREW AND YOKE
OZ	OUNCE
P	POLE; PULL
PA	PUBLIC ADDRESS
PB	PUSHBUTTON; PULL BOX
PC	POWER CONNECTOR; PHOTOCELL
PD	PROTECTIVE DEVICE
PE	PROFESSIONAL ENGINEER
PF	POWER FACTOR
PFCC	POWER FACTOR CORRECTION CAPACITOR
PH	PHASE
PIV	POST INDICATOR VALVE
PKG	PACKAGE
PL	PILOT LIGHT
PLBG	PLUMBING
PNL	PANELBOARD
PR	PAIR
PRI	PRIMARY
PSF	POUNDS PER SQUARE FOOT
PSI	POUNDS PER SQUARE INCH
PSIG	POUNDS PER SQUARE INCH GAUGE
PT	POTENTIAL TRANSFORMER
PU	PER UNIT
PVC	POLYVINYL CHLORIDE
PWR	POWER
QUAN	QUANTITY
R	RESISTANCE; RELOCATED; RECESSED
RCS	RELAY CONTROL STATION
RECEPT	RECEPTACLE
RECIRC	RECIRCULATING
REF	REFERENCE; REFRIGERATED
REQ'D	REQUIRED
RET	RETURN
RF	RETURN FAN
RGS	RIGID GALVANIZED STEEL
RLA	RUNNING LOAD AMPS
RM	ROOM
RMS	ROOT MEAN SQUARE
RNC	RIGID NON-METALLIC CONDUIT
RP	RAINPROOF
RPM	REVOLUTIONS PER MINUTE
RR	RESTROOM
R&R	REMOVE & REPLACE
RS	RAPID START
RSC	RIGID STEEL CONDUIT
RT	RAINTIGHT
S	SOUTH
SCCR	SHORT-CIRCUIT CURRENT-RATING
SCHED	SCHEDULE
SCR	SHORT CIRCUIT RATING
SD	SERVICE DROP
SE	SERVICE ENTRANCE; SERVICE EQUIPMENT
SEC	SECONDARY
SF	SUPPLY FAN; SQUARE FOOT
SL	SLIM LINE; SERVICE LATERAL
SN	SOLID NEUTRAL
SP	SINGLE POLE
SPD	SURGE PROTECTIVE DEVICE
SPDT	SINGLE POLE, DOUBLE THROW
SPKR	SPEAKER
SPST	SINGLE POLE, SINGLE THROW
SQ	SQUARE
SQ FT	SQUARE FOOT
SQ IN	SQUARE INCH
SR	SERVICE RACEWAY; SURFACE RACEWAY
SS	STAINLESS STEEL; SAFETY SWITCH
S/S	START/STOP
ST	STEEL; SHUNT TRIP; SINGLE THROW
STD	STANDARD
STR	STARTER
STRUCT	STRUCTURAL
SUBS	SUBCONTRACTORS
SURF	SURFACE
SV	SOLENOID VALVE
SW	SWITCH
SWD	SWITCHING DUTY
SWBRD	SWITCHBOARD
SY	SQUARE YARD
SYM	SYMMETRICAL
SYN	SYNTHETIC
SYS	SYSTEM
T	TEMPERATURE; TRANSFORMER
TB	TERMINAL BLOCK
TC	TIME CLOCK
TCC	TEMPERATURE CONTROL CONTRACTOR
TD	TIME DELAY
TELE	TELEPHONE
TFE	TETRAFLUOROETHYLENE
TFF	TOP OF FINISHED FLOOR
TFMR	TRANSFORMER
TH	THICK
THD	TOTAL HARMONIC DISTORTION: THREAD
TP	TAMPER RESISTANT
TS	TRIGGER START
TTB	TELEPHONE TERMINAL BOARD
TV	TELEVISION
TVSS	TRANSIENT VOLTAGE SURGE SUPPRESSOR
TYP	TYPICAL
UC	UNDER (CABINET OR COUNTER)
UF	UNDERGROUND FEEDER
UG	UNDERGROUND
UH	UNIT HEATER
UHF	ULTRA HIGH FREQUENCY
UL	UNDERWRITERS LABORATORY
UNFIN	UNFINISHED
UOI	UNLESS OTHERWISE INDICATED
UTIL	UTILITY
UTP	UNSHIELDED TWISTED PAIR
UVR	UNDERVOLTAGE RELAY (RELEASE)
V	VOLT; VENTILATION
VA	VOLT AMPERES
VAR	VOLT-AMPERES REACTIVE
VAV	VARIABLE AIR VOLUME
VDT	VIDEO DISPLAY TERMINAL
VERT	VERTICAL
VFD	VARIABLE FREQUENCY DRIVE
VHF	VERY HIGH FREQUENCY
VHO	VERY HIGH OUTPUT
VOL	VOLUME
VT	VAPORTIGHT
W	WIRE; WATT; WIDE; WEST; WASTE
W/	WITH
WG	WIRE GUARD
WM	"WIREMOLD" (SURFACE RACEWAY)
WO	WELDER OUTLET
WP	WEATHERPROOF
WT	WEIGHT; WATERTIGHT
WWF	WELDED WIRE FABRIC
WW	WELL WATER; WARM WHITE
XHD	EXTRA HEAVY DUTY
XFMR	TRANSFORMER
XFER	TRANSFER
Y	WYE
°	DEGREE
Δ	DELTA
Ø	PHASE; DIAMETER
#	POUND; NUMBER
%	PERCENT
@	AT
~	APPROXIMATELY
'	FEET
"	INCHES

TYPICAL WIRING DESIGNATIONS



ROOM CIRCUIT DESIGNATIONS

TYPICAL DEVICE DESIGNATIONS



LIGHT FIXTURES

- LIGHT, CEILING
- LIGHT, CEILING
- LIGHT, WALL
- EXIT LIGHT, CEILING
- EXIT LIGHT, WALL
- EXIT LIGHT WITH DIRECTIONAL ARROW, CEILING
- EXIT LIGHT WITH DIRECTIONAL ARROW, WALL
- EMERGENCY LIGHTING UNIT
- TRACK LIGHT FIXTURE
- LIGHT FIXTURE CONNECTED TO EMERGENCY CIRCUIT (AND NIGHT LIGHT WITH "NL" SUBSCRIPT)

SWITCHES

S	SWITCH, SINGLE POLE
S_2	SWITCH, DOUBLE POLE
S_3	SWITCH, THREE WAY
S_4	SWITCH, FOUR WAY
S_K	SWITCH, KEY OPERATED
S_P	SWITCH, WITH PILOT LIGHT
S_{WP}	SWITCH, WEATHERPROOF
S_X	SWITCH, EXPLOSIONPROOF
S_D	SWITCH, DIMMER
MT	MULTI-TECHNOLOGY CEILING OCCUPANCY SENSOR
US	ULTRASONIC CEILING OCCUPANCY SENSOR
PI	PASSIVE INFRARED CEILING OCCUPANCY SENSOR
1S	SINGLE POLE WALL OCCUPANCY SENSOR
2S	TWO POLE WALL OCCUPANCY SENSOR
TC	TIMECLOCK
PC	PHOTOCELL
R	RELAY PANEL
LC	LIGHTING CONTACTOR

PANELS

- PANEL, FLUSH
- PANEL, SURFACE
- CONTROL PANEL (AS NOTED), FLUSH
- CONTROL PANEL (AS NOTED), SURFACE

RECEPTACLES AND OUTLETS

- DUPLEX RECEPTACLE
- DOUBLE DUPLEX (QUAD) RECEPTACLE
- ISOLATED GROUND DUPLEX RECEPTACLE
- ISOLATED GROUND DOUBLE DUPLEX (QUAD) RECEPTACLE
- GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER DUPLEX RECEPTACLE
- DOUBLE DUPLEX (QUAD) GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER RECEPTACLE
- GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER/ WEATHERPROOF DUPLEX RECEPTACLE
- SINGLE RECEPTACLE
- FLOOR OUTLET
- SPECIAL OUTLET OR EQUIPMENT CONNECTION (AS NOTED)
- DROP CORD (AS NOTED)
- POWER POLE

POWER EQUIPMENT

- 1-PHASE MOTOR
- 3-PHASE MOTOR
- DISCONNECT
- MANUAL MOTOR STARTER
- MANUAL MOTOR STARTER WITH PILOT SWITCH
- MAGNETIC MOTOR STARTER
- COMBINATION DISCONNECT & MAGNETIC MOTOR STARTER
- TRANSFORMER

RACEWAYS

- CONDUIT, IN WALL OR CEILING
- CONDUIT, BELOW FLOOR
- CONDUIT, EXPOSED
- SURFACE RACEWAY ("WIREMOLD")
- CONDUIT, TURNING UP
- CONDUIT, TURNING DOWN
- CONDUIT, CAPPED
- UNDERFLOOR DUCT & JUNCTION BOX, SINGLE SYSTEM
- UNDER FLOOR DUCT & JUNCTION BOX, DUAL SYSTEM
- UNDERFLOOR DUCT & JUNCTION BOX, TRIPLE SYSTEM
- J JUNCTION BOX
- P PULL BOX

FIRE ALARM SYSTEMS

- FACP FIRE ALARM CONTROL PANEL
- FAA FIRE ALARM ANNUNCIATOR
- VCC VOICE COMMAND CENTER
- F MANUAL PULL STATION
- F FIRE ALARM SPEAKER-STROBE
- FIRE ALARM STROBE LIGHT
- F FIRE ALARM BELL
- DH MAGNETIC DOOR HOLDER
- SMOKE DETECTOR
- DUCT TYPE SMOKE DETECTOR
- HEAT DETECTOR
- FS SPRINKLER FLOW SWITCH
- TS SPRINKLER TAMPER SWITCH

SECURITY

- DC DOOR CONTACT
- PIR PASSIVE INFRARED DETECTOR
- KP KEYPAD
- C VIDEO SURVEILLANCE CAMERA (WALL)
- C VIDEO SURVEILLANCE CAMERA (CEILING)

TECHNOLOGY

- TELEPHONE OUTLET
- W WALL PHONE OUTLET
- DATA OUTLET, WALL
- COMBINATION TELEPHONE/DATA OUTLET
- AP WIRELESS ACCESS POINT
- TELEPHONE OUTLET, FLOOR
- DATA OUTLET, FLOOR
- TELEPHONE/DATA OUTLET, FLOOR
- TV TELEVISION OUTLET
- PR VIDEO PROJECTOR ROUGH-IN

COMMUNICATIONS

- INTERCOM CALL SWITCH
- BELL
- BUZZER
- M MICROPHONE OUTLET
- V SPEAKER VOLUME CONTROL
- WALL MOUNTED SPEAKER (SQUARE)
- WALL MOUNTED SPEAKER (ROUND)
- CEILING MOUNTED SPEAKER (ROUND)
- S CEILING MOUNTED SPEAKER (SQUARE)
- P HORN-PAGING

MISCELLANEOUS

- CLOCK (WALL)
- CLOCK (CEILING)
- PUSHBUTTON
- UP/DOWN PUSHBUTTON
- UP/DOWN/STOP PUSHBUTTON
- HORN

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายอดุลย์ ขมิ้นเชียว สฟท.3302
นายดงจักร์ บุญทัน สฟท. 3500
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

ELECTRICAL ABBREVIATIONS

วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-03	8

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon attaree WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

รายการประกอบแบบ
งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงต่ำ เชื่อมต่อระบบไฟฟ้าสำรอง
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

1.0 ข้อกำหนดทั่วไป

งานที่ต้องดำเนินการ

- งานประกอบการติดตั้ง ชุด CT/PT เครื่องมือวัดพลังไฟฟ้าประเภทแรงสูง
- งานติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง SAC ขนาดไม่น้อยกว่า 35 SQ.mm พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบ ตั้งแต่ต้นทางรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ถึงหม้อแปลงไฟฟ้า
- งานปักเสา 12.20 m. เพื่อรองรับระบบไฟฟ้าแรงสูง และหม้อแปลงไฟฟ้า
- งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า 500 kVA 3 Phase 22 kV / 500/230 V.
- งานติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดไม่น้อยกว่า 800 AT/AF 36 ICKA at 415 V. จำนวน 1 ชุด ให้นั่งร้านหม้อแปลงไฟฟ้า
- งานติดตั้งสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดไม่น้อยกว่า 630 AT/AF 36 ICKA at 415 V. จำนวน 2 ชุด ที่ตู้ MDB
- งานเชื่อมสายไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าฯ กับระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล

1.1 ข้อกำหนดและขอบเขตความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่อง ใช้อื่นๆ ทั้งหมดเป็นไปตามแบบรายการข้อกำหนดของสัญญา ดำเนหน่งติดตั้งตามที่กำหนดในแบบ อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้อาจจะมีบางจุดที่จำเป็นต้องจัดหาติดตั้งเพิ่มเติมให้งานไฟฟ้าเรียบร้อยสมบูรณ์และเป็นไปตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยคำใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

1.2 วัสดุและอุปกรณ์

ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบล่าสุด ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่าง และ/หรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ไปให้ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้วจึงนำมาติดตั้งได้

1.2.1 มาตรฐานทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งที่ กำหนดไว้ในรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ANSI :AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
NEMA : NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
UL :UNDERWRITERS LABORATORIES INC
IEC INTERNATIONAL ELECTOTECHNICAL COMMISSION
VDE : VERBAND DEUTSHER ELEKTROTECHNIKER
BS : BRITISH STANDARD
JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
EIT: The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage

1.2.2ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ที่ได้ มาตรฐานทั้งนี้คุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะ ที่ได้กำหนดไว้

(1) สายไฟฟ้า : มอก. 11-2553 , IEC60502-1 (CV)
(2) ท่อร้อยสายไฟฟ้า: มอก. 216-2524 หรือ มอก. 770-2533 หรือมอก. 2133-2545
(3) ตู้แผงสวิทช์อัตโนมัติเมน: ผลิตภายในประเทศสอดคล้องกับ มอก. 1436-2540
(4) รางเดินสายไฟฟ้า: ผลิตภายในประเทศ
(5) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานตามคุณลักษณะเฉพาะงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของ วสท. พร้อมติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน
(6) หม้อแปลงไฟฟ้า มอก. 384-2543 มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

คุณลักษณะทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการสร้างคุณสมบัติ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดน้ำมัน (Oil Immersed Type) ชนิดติดตั้งภายนอก (Outdoor Type) พร้อมระบบลงดินตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามประเภท ขนาด 500 kVA. จำนวน 1 เครื่อง ที่ระบุในข้อกำหนดนี้

มาตรฐาน (Standard)

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เป็นหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบ Oil Immersed ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังนี้

- IEC 60076-1 ถึง IEC 60076-5 Power Transformers : Power Transformer
- IEEE C57.12.00-2000: General requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers
- มอก. 384-2543 / TIS 384-2000: Standard for Power Transformer

ทั้งนี้ต้องเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วย ผู้ผลิตจะต้องมีระบบคุณภาพ ISO 9001 หรือดีกว่า และ ระบบบริหารสิ่งแวดล้อม ISO 15001 ตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พร้อมทั้งผ่านการทดสอบโดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC 17025 และต้องมีหนังสือรับรองผลการทดสอบดังกล่าว

คุณลักษณะทางเทคนิค

พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า (Rating)

นอกจากจะได้ระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีพิกัดต่างๆ ดังนี้

(1) เป็นแบบ HERMETICALLY SEALED TYPE ผู้เสนอราคาจะต้องจัดส่งรายงานทดสอบคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ รวมทั้ง IMPULSE TEST จากโรงงานผู้ผลิต และผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าฯ ให้กับบริษัทตรวจสอบ

รายละเอียดทางเทคนิค

1). รายละเอียดทั่วไป

- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดแช่ในน้ำมัน (Oil Immersed Typed)
- ระบบถนอมน้ำมันแบบถังปิดผนึก (HERMETICALLY SEALED TYPE)

- RATING kVA. ไม่น้อยกว่า	500	kVA.
- PHASE	3	PHASE
- PRIMARY VOLTAGE	22	KV
- SECONDARY VOLTAGE	230/500	VOLTS
- PRIMARY CONNECTION	DELTA	
- SECONDARY CONNECTION	STAR- GROUNDED	
- FREQUENCY	50 HZ	
- PRIMARY TAPS	+- 2 x 2.5 %	
- LOSS In Transformers		
- ที่ แกนเหล็ก	ไม่เกิน 1200 W.	
- ที่ขดลวดเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด	ไม่เกิน 6500 W.	
- IMPEDANCE of Transformers	ไม่เกิน 4 %	
- BASIC INSULATION LEVEL (BIL)	125 KV สำหรับระบบไฟฟ้า 22 kV	
- ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายโหลดต่อเนื่องที่พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า		
- ในขดลวด	ไม่เกิน 65C	
- Top oil	ไม่เกิน 60C	
- Audible sound Levels	ไม่เกิน 57 dB(A)	
- COOLING	NATURAL AIR COOLED	

2) จะต้องมี NAME PLATE ทำด้วยโลหะติดกับอุปกรณ์ แสดงขนาด และรายละเอียดต่างๆพร้อมชื่อโรงงานผู้ผลิต
3) ผู้เสนอราคาจะต้องปักเสาและติดตั้งคอนนั่งร้านหม้อแปลงไฟฟ้าลูกใหม่ และทำการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าลูกใหม่ โดยตำแหน่งการติดตั้ง ทางโรงพยาบาลเป็นผู้ระบุ
4) ผู้เสนอราคาจะต้องจัดหา ชุดครอบ BUSHING แรงสูง (BIRD GUARD) ให้เรียบร้อยสวยงาม

อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- HV & LV Bushing terminal connectors
- Grounding terminal
- Oil level gauge
- Dial type thermometer with contacts
- Pressure Relief Device
- Corrugate Fin
- Off circuit tap changer
- Name plate with connection diagram
- Lifting eyes
- Oil drain valve
- Sludge drain plug
- Surge arrestors HV จำนวน 3 ชุด ในขนาดเหมาะสมและติดตั้งบนคอนประกอบเสา
- อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (Dropout Fuse HV) และฟิวส์แรงสูง จำนวน 3 ชุด ในขนาดเหมาะสมและติดตั้งบนคอนประกอบเสา จำนวน 1 ชุด เพื่อตัดตอนระบบไฟฟ้า ก่อนเข้าระบบหม้อแปลงไฟฟ้าของโรงพยาบาล
- อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุ และให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายการทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- การวัดค่าความต้านทานของขดลวด (Measurement of Winding Resistance)
- การวัดค่าแรงดันอิมพีแดนซ์ Measurement of Impedance Voltage
- การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด Measurement of Load Loss
- การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด Measurement of No Load Loss
- การวัดกระแสไม่มีโหลด Measurement of No Load Current
- การวัดค่าความต้านทานของฉนวน Measurement of Insulation Resistance
- การวัดอัตราส่วนของแรงดัน Measurement of Voltage Ratio
- การตรวจสอบโพลาริตี และกลุ่มแวกเตอร์ Check of Polarity and Vector Group
- การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน Induced Voltage Test
- การทดสอบความทนต่อแรงดันจากต้นจ่ายอื่น Applied Voltage Test และหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบอนุมัติออกหนังสือรับรองผลการทดสอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อนจ่ายไฟฟ้าเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

การติดตั้ง

- ให้ผู้เสนอราคา ส่งแบบงานการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า_แบบประกอบงานระบบไฟฟ้า_, แบบการเดินสายไฟฟ้า_พร้อมลงนามรับรองแบบ โดยวิศวกรไฟฟ้า(แขนงไฟฟ้ากำลัง) เพื่อใช้ประกอบการพิจารณา โดยติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- กรณีเกิดแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เกิดแรงดันไฟฟ้าตก เกินกว่ามาตรฐาน ให้ผู้เสนอราคา ต้อง จัดหา พร้อมติดตั้ง อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังทางไฟฟ้า Capacitor Bank ตามขนาดที่เหมาะสมกับหม้อแปลงไฟฟ้า ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่หม้อแปลงไฟฟ้า โดยติดตั้งผ่านอุปกรณ์ตัดตอนแรงต่ำ (Dropout Fuse LV) ขนาดที่เหมาะสม ตามความเหมาะสม

เงื่อนไขเฉพาะ

1. ผู้เสนอราคาจะต้องประสานงานการไฟฟ้าฯ ในเรื่องค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ชุดมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง โดยผู้เสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
2. ผู้เสนอราคา ต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิต โดยมี และจะต้องมีอะไหล่สำรองพร้อมจะให้บริการได้ ทันทีเมื่อเกิดการขัดข้อง และต้องมีหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิต
3. ผู้เสนอราคาต้องมีวิศวกรไฟฟ้า(แขนงไฟฟ้ากำลัง) สำหรับควบคุมการติดตั้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐาน โดยต้องนำหลักฐานสำเนาใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.) พร้อมลงนามรับรองสำเนาถูกต้องมาแสดงต่อคณะกรรมการในวันเสนอราคา
4. ผู้เสนอราคาต้องส่งแบบงานการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า_แบบประกอบงานระบบไฟฟ้า_, แบบการเดินสายไฟฟ้า_พร้อมลงนามรับรองแบบ โดยวิศวกรไฟฟ้า(แขนงไฟฟ้ากำลัง) มาแสดงต่อคณะกรรมการในวันเสนอราคาด้วย
5. ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกหรือเอกสารที่ระบุรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทำเครื่องหมายและลงหมายเลขข้อตรงตามรายละเอียดข้อกำหนดของทางราชการ ในที่เสนอราคาให้ชัดเจนทุกรายการ พร้อมทำตารางลงรายละเอียดตามหัวข้อที่ทางราชการกำหนดให้ชัดเจนถูกต้องเพื่อประกอบการพิจารณา ซึ่งผู้เสนอราคาจะต้องสามารถชี้แจงรายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆต่อคณะกรรมการฯ ได้ การเสนอเอกสารที่ไม่ตรงตามความต้องการทางเทคนิคและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อทางราชการ คณะกรรมการฯย่อมมีเหตุผลเพียงพอที่จะไม่รับพิจารณา และคณะกรรมการฯสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาคุณลักษณะทางเทคนิคที่ดีกว่าได้ เพื่อประโยชน์การใช้งานของทางราชการ
6. ผู้เสนอราคาได้จะต้องแสดงเอกสารยืนยันอย่างชัดเจนเชื่อถือได้ว่า ได้ส่งหม้อแปลงไฟฟ้า_และอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า นั้น เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ในวันตรวจรับพัสดุ
7. ในการดำเนินการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า_และอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า นั้น หากต้องมีการดับไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล เพื่อดำเนินการติดตั้ง ผู้เสนอราคา จะต้องแจ้งหนังสือให้กับทางโรงพยาบาล ก่อนเข้าดำเนินการ ไม่น้อยกว่า 5 วัน และต้องมีแผนสำรองในเรื่องการใช้ไฟฟ้าของทางโรงพยาบาล เพื่อมิให้การให้บริการของทางโรงพยาบาลหยุดทำงาน
8. การส่งมอบงาน ผู้ขายต้องติดตั้ง และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าให้ใช้การได้ดี และต้องส่งเจ้าหน้าที่มาร่วมทดสอบการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆตามที่ระบุไว้ในข้อบ ไข โดยไม่คิดเงินค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น และต้องส่งมอบสิ่งต่อไปนี้มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจรับด้วย
9. การรับประกัน ผู้ขายต้องรับประกันชุดเครื่องและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆทั้งหมดเป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันส่งมอบ หากเกิดการขัดข้องในระหว่างประกันเนื่องจากการใช้งาน ผู้ขายต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดีภายใน 5 วัน หลังจากวันที่แจ้งให้ทราบแล้ว หากผู้ขายไม่สามารถดำเนินแก้ไขให้ใช้การได้ดีได้ภายใน 15 วันหลังจากวันที่เข้าดำเนินการตรวจสอบแล้ว ผู้ขายต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้นจากทางราชการ

การเทียบเท่าวัสดุและอุปกรณ์

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ประกอบแบบได้ ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอขอใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เทียบเท่า โดยชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หากผู้ว่าจ้างเห็นว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบ คุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น การยื่นเสนอขอเทียบเท่าดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแจ้งดำเนินการโดยคำนึงถึงระยะเวลา ที่ผู้ว่าจ้างต้องใช้ในการพิจารณา และระยะเวลาในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้การก่อสร้าง แล้วเสร็จตามสัญญา

การติดตั้ง

1. ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบและรายละเอียดของงานด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้างอาคาร และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์ สามารถติดตั้งได้ในแนวหรือพื้นที่ ที่กำหนดไว้ โดยสอดคล้องกับงานทางสาขาอื่น ซึ่งตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ปรากฏในแบบ เป็นตำแหน่งโดยประมาณสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
2. ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้ทำการติดตั้ง

3. มาตรฐานการติดตั้ง

การติดตั้งต้องเป็นไปตามกฎการไฟฟ้าฯ ประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้ามาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า ในกรณีที่กฎดังกล่าวไม่ครอบคลุมถึงให้เป็นไปตามกฎหรือมาตรฐานฉบับหนึ่งดังต่อไปนี้

วสท.	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
NFPA.	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NEC.	NATIONAL ELECTRICAL CODE

แบบทำงาน (SHOP DRAWING)

ก่อนการดำเนินการ ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบทำงานแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน หากผู้รับจ้างไม่จัดทำ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขงานในส่วนที่ ดำเนินการไปแล้ว ซึ่งไม่ถูกต้องให้เป็นไปตามการวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง

การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด ต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามวิธีการ และรายละเอียดที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายใน การทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิด ยกเว้นหลอดไฟฟ้าเป็นเวลา 2 ปี นับตั้งแต่วันรับมอบงานครั้งสุดท้าย ในระยะเวลารับประกันนี้ ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดหรือใช้การไม่ได้ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

การประสานงานกับการไฟฟ้าฯ

1. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อการไฟฟ้าฯ เพื่อดำเนินการให้กับอาคาร และบริเวณนี้มีไฟฟ้าใช้ ซึ่งรวมถึงการจัดหาและติดตั้ง เสา มิเตอร์ (ถ้ามี) ค่าตรวจสอบและอื่นๆ ที่การไฟฟ้าฯ ต้องเป็นผู้ดำเนินการให้กับการตรวจรับงาน ค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระให้การไฟฟ้าฯ ทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

ข้อขัดแย้ง

ถ้าในกรณีที่แบบ และรายการประกอบแบบมีข้อขัดแย้งกันให้ยึดถือแบบและข้อความในแบบเป็นข้อยุติ

ระบบไฟฟ้า

สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหรือสายอลูมิเนียม หุ้มฉนวนที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. 11- 2553

การเลือกใช้สายไฟฟ้า

(1) เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้า หรือใช้สีของฉนวนสายไฟฟ้า หรือผ้าเทปสีม้วนสาย หรืออักษรกำกับสาย ดังนี้

สายดิน		- G -	สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง
สายศูนย์		- N -	สีฟ้า
สายเฟส	A	- A -	สีดำหรือ น้ำตาล
สายเฟส	B	- B-	สีแดงหรือดำหรือเทา
สายเฟส	C	- C-	สีน้ำเงินหรือฟ้า

(2) ขนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ 1 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 300 V
- วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน 750 V
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ (THW OR IEC01 OR CV)

การเดินสาย

(1) การร้อยสายในท่อ ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(2) การเชื่อมต่อสายขนาดมากกว่า 6 ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK และการเชื่อมต่อสายขนาด 10 ตร.มม. หรือโตกว่าให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

(3) สายที่ร้อยในรางเดินสาย (WIRE WAY) ในแนวดิ่ง ต้องมีชั้นบันได ทุกระยะไม่เกิน 2.40 เมตร สำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า

(4) การเดินสายในรางเดินสายไฟ (Wire ways) อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยาวของรางเดินสาย ห้ามเดินในฝ้าเพดาน ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้งและต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- ห้ามใช้รางเดินสายในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน หรือในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย
- ขนาดกระแสของสายในรางเดินสายให้ใช้ค่ากระแสตามกำหนด
- สายไฟแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน
- รางเดินสายต้องจับยึดอย่างมั่นคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร แต่ยอมให้จุดจับยึดห่างมากกว่า 1.50 เมตร ได้ในกรณีที่จำเป็น แต่ต้องไม่เกิน 3.00 เมตร
- รางเดินสายในแนวดิ่งต้องจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 4.50 เมตร ห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุดในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 เมตรด้วย
- ห้ามติดตั้งหรือใช้รางเดินสาย เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน
- ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น โดยไม่การปลอกฉนวนในการป้องกัน SLEEV
- อนุญาตให้ต่อสายเฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออก และเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลาเท่านั้น และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ และฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย ณ จุดต่อสาย
- ในรางเดินสายต้องตรงตำแหน่งที่ต้องมีการตัด งอสาย เช่น ปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อร้อยสาย เข้า – ออก รางเดินสาย ต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับตัด งอสายอย่างเพียงพอ และมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้
- การเดินสายในแนวดิ่งต้องมีการจัดยึดสายตามข้อที่กำหนดและ จุดปลายรางเดินสายต้องปิด

การต่อลงดิน

1. ขั้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า และอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า 2.50 เมตร ซึ่งคนสัมผัสได้ ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าว อยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ในแนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานข้อความปลอดภัยทางไฟฟ้า เรื่องการต่อลงดินของ วสท.

2. สายดิน ต้องใช้ชนิดสายทองแดง ขนาดของสายดินให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. และหลักสายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง หรือเหล็กสเตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8" ยาว 3.0 เมตร ปักจมลงไปในดิน โดยให้ส่วนปลายบนของหลักสายดินต่ำกว่าระดับดิน 0.30 เมตร และหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอ ที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม ในสภาวะดินแห้ง

3. การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดิน ให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดิน โดยวิธี EXOTHERMIC WELDING

เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (Electric Pole)

เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (Electric Pole) ที่ระบุให้ใช้ในงานนี้ มีขนาดความยาว 12.20 เมตร ต้องผลิตตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และการไฟฟ้านครหลวง มาตรฐานเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (Electric Pole) ผลิตตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมีความยาว ตั้งแต่ 1.50 - 3.20 เมตร

มาตรฐานเสาตอม่อ (Stub) และเสาเข็มการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกขนาดหน้าตัดและ คานนั่งร้านหม้อแปลงทุกขนาด, สมอบกทุกขนาด มาตรฐานฐานเสา (Pole Foundation) ใช้มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกประเภท

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พิริษฐ์ พลดื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายอดุลย์ ขมิ้นเชียว สฟท.3302

นายคงจักร์ บุญทัน สฟท. 3500

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

รายการประกอบแบบ

วันที่ :

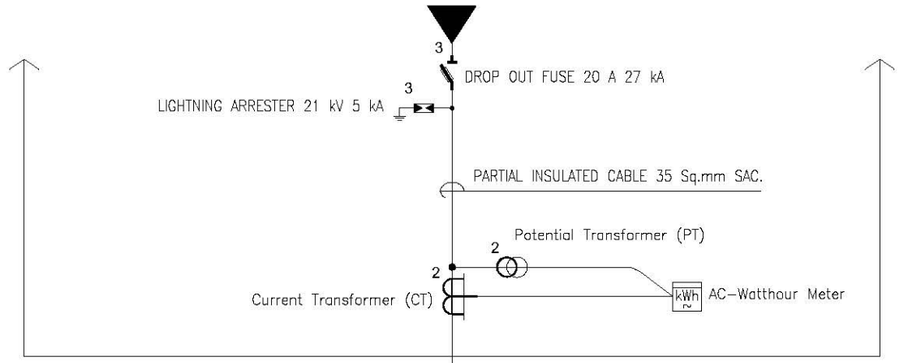
แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-04	8

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon attanee
WHOSE CONSERT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE
CHECKED ON THE SITE

SINGLE LINE DIAGRAM 1

HIGH VOLTAGE LINE 22 kV BY PEA 3 WIRE



BY PEA & Contractor

DEISEL AC GENERATOR
300 kW 50 Hz
3 Phase 4 W

TRANSFORMER
500 kVA 22 kV/380-630 V
50 HZ 3 PHASE 4 WIRE
ONAN TYPE
DYN.11 OIL-IMMAERSED
Z = 4 %

8x185/50G sq.mm. XLPE 0.6/1 kV IN Cable Ladder

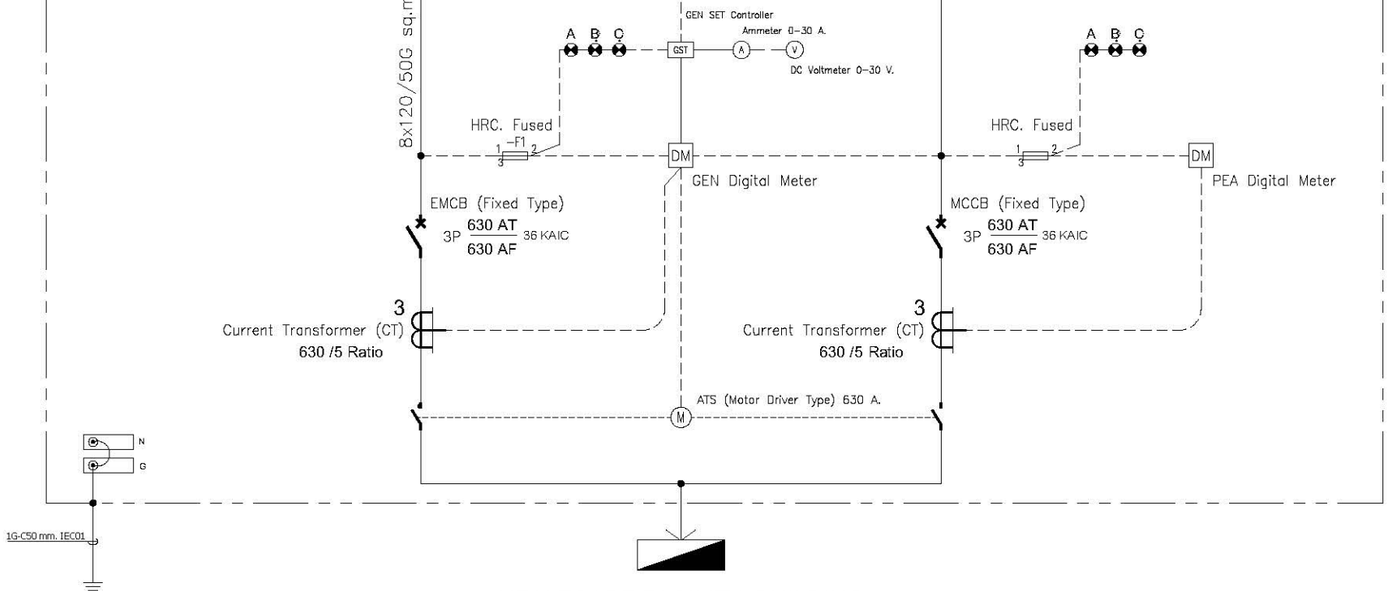
MCCB (Fixed Type)
3P 800 AT / 800 AF > 36 KAIC AT 415 V.

8x120/50G sq.mm. XLPE 0.6/1 kV IN Cable Ladder

10 (C2.5 mm.)CVV

BY PEA & Contractor

MDB 1



HEALTCARE FACILITY BUILDING

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504
วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415
วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายอดุลย์ ขมิ้นเขียว สฟก.3302
นายคงจักร์ บุญทัน สฟก. 3500
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779
เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

SINGLE LINE DIAGRAM

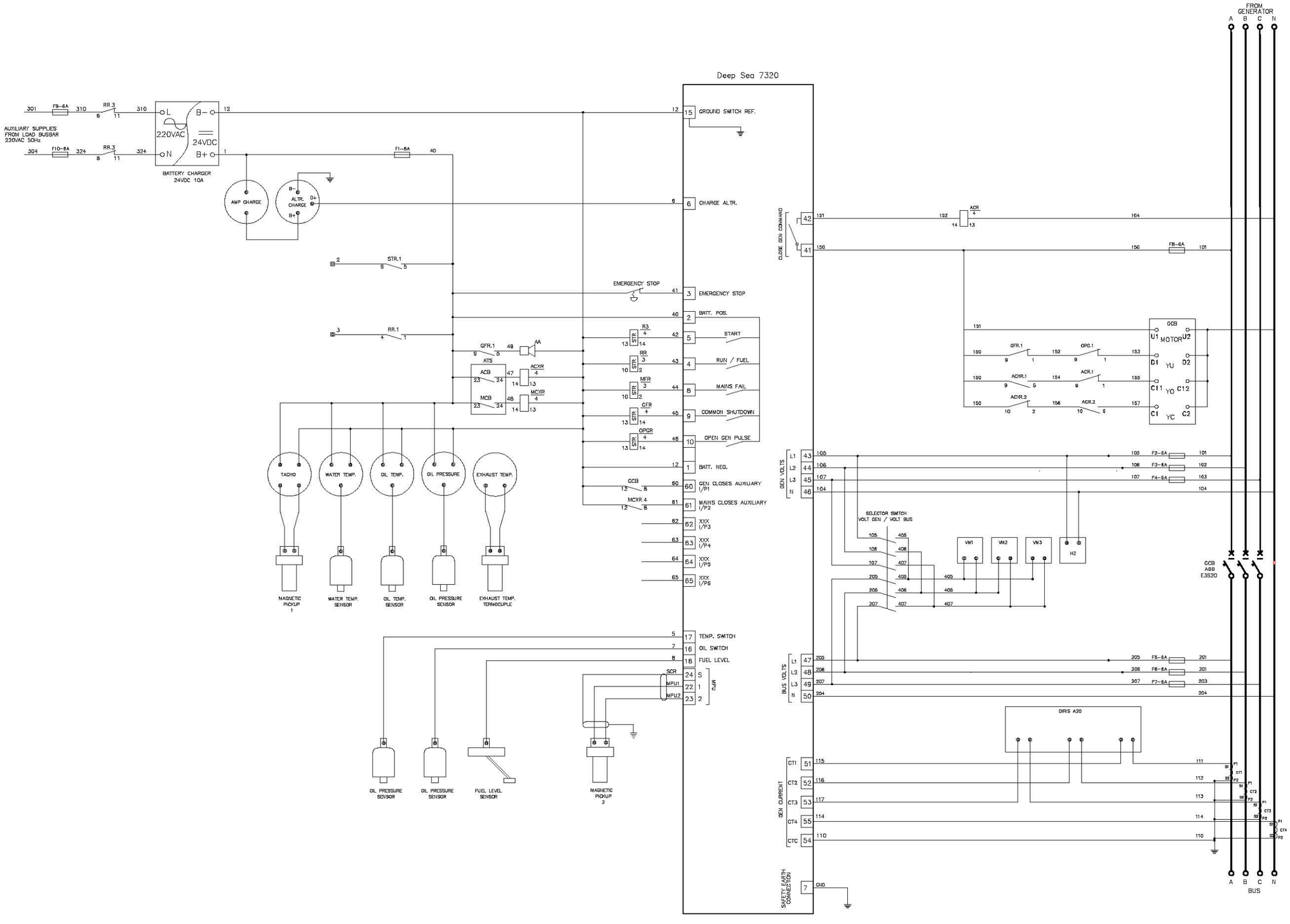
วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-05	8

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratchasee
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

EMDB Wiring Diagram



สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดยุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :

แบบแผนผังระบบไฟฟ้า

โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :

โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :

โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :

วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:

นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593

นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732

วิศวกร เครื่องกล:

นาย ศิษฏ์พิรัชฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :

นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :

นายอดุลย์ ขมิ้นเขียว สฟก.3302

นายดงจักร์ บุญทัน สฟก. 3500

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

เขียนแบบ :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

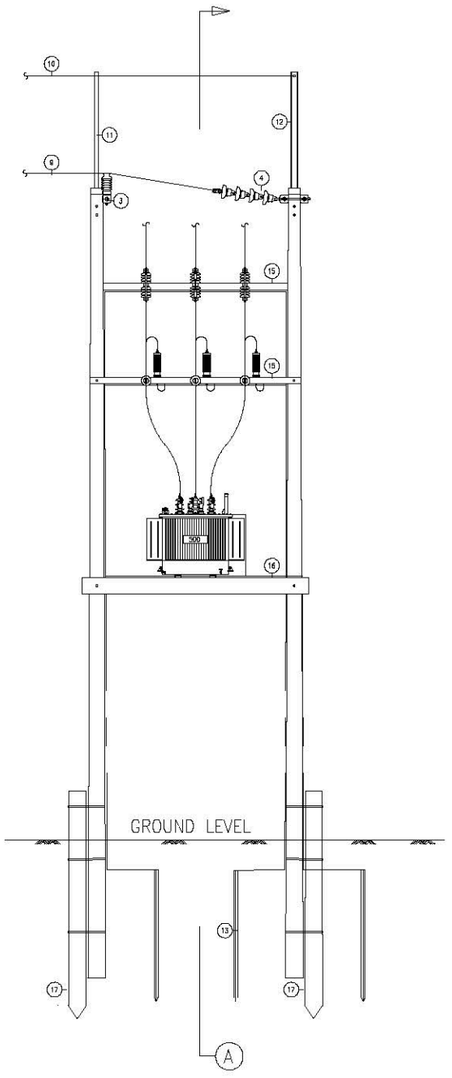
EMDB Wiring Diagram

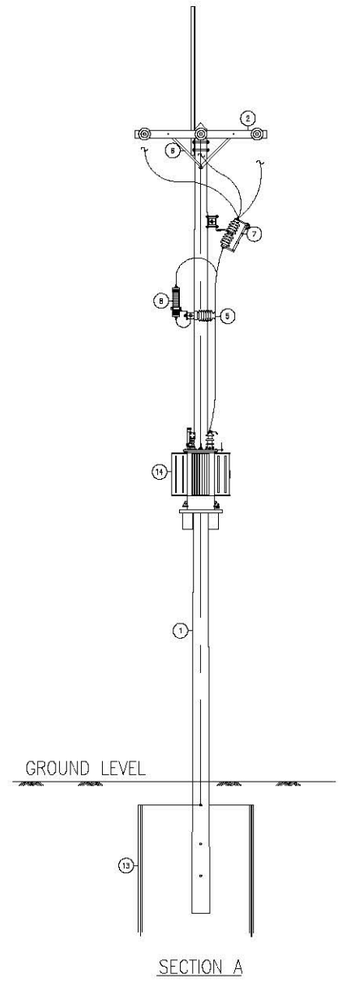
วันที่ :

แผ่นที่ : EE-06

รวมแผ่น : 8

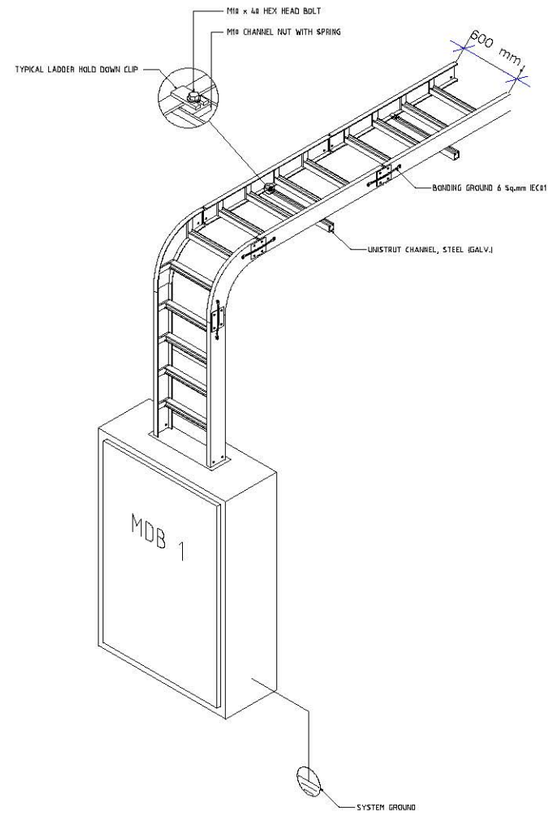
THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon attasee
WHOSE CONSERT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE
IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE
CHECKED ON THE SITE





Tranformer Detail

No.	DESCRIPTION
1	CONCRETE POLE 12.20 M.
2	CROSSARM,CONCRETE SPUN 120x120x2000 mm.
3	CROSSARM,CONCRETE SPUN 100x100x2500 mm.
4	INSULATOR,SUSPENSION
5	INSULATOR,LINE POST
6	BRACE,FLAT 30x6x760 mm.
7	DROP OUT FUSE 100A
8	LIGHTNING ARRESTER
9	PARTIAL INSULATED CABLE 185,50,70 SAC.
10	WIRE STEEL STRANDED 25 mm.
11	OHGW BAYONET STEEL 65x65x6 mm. 2250mm. LONG
12	OHGW DEADEND STEEL 100x50x5 mm. 2250mm. LONG
13	GROUND ROD 60x60x5 mm. 2000mm. LONG.
14	TRANSFORMER 500 KVA 22KV/500-230V 3ø4w OIL TYPE
15	CROSSARM,CONCRETE SPUN 100x100x4500 mm.
16	BEAM CONCRETE 150x250x4600 mm.
17	STUB 300x5000 mm.



Cable Ladder Detail

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :

แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :

โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :

โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :

วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:

นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593

นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732

วิศวกร เครื่องกล:

นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :

นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :

นายอดุลย์ ขมิ้นเขียว สฟก.3302

นายคงจักร์ บุญทัน สฟก. 3500

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

เขียนแบบ :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

Tranformer Detail

Cable Ladder Detail

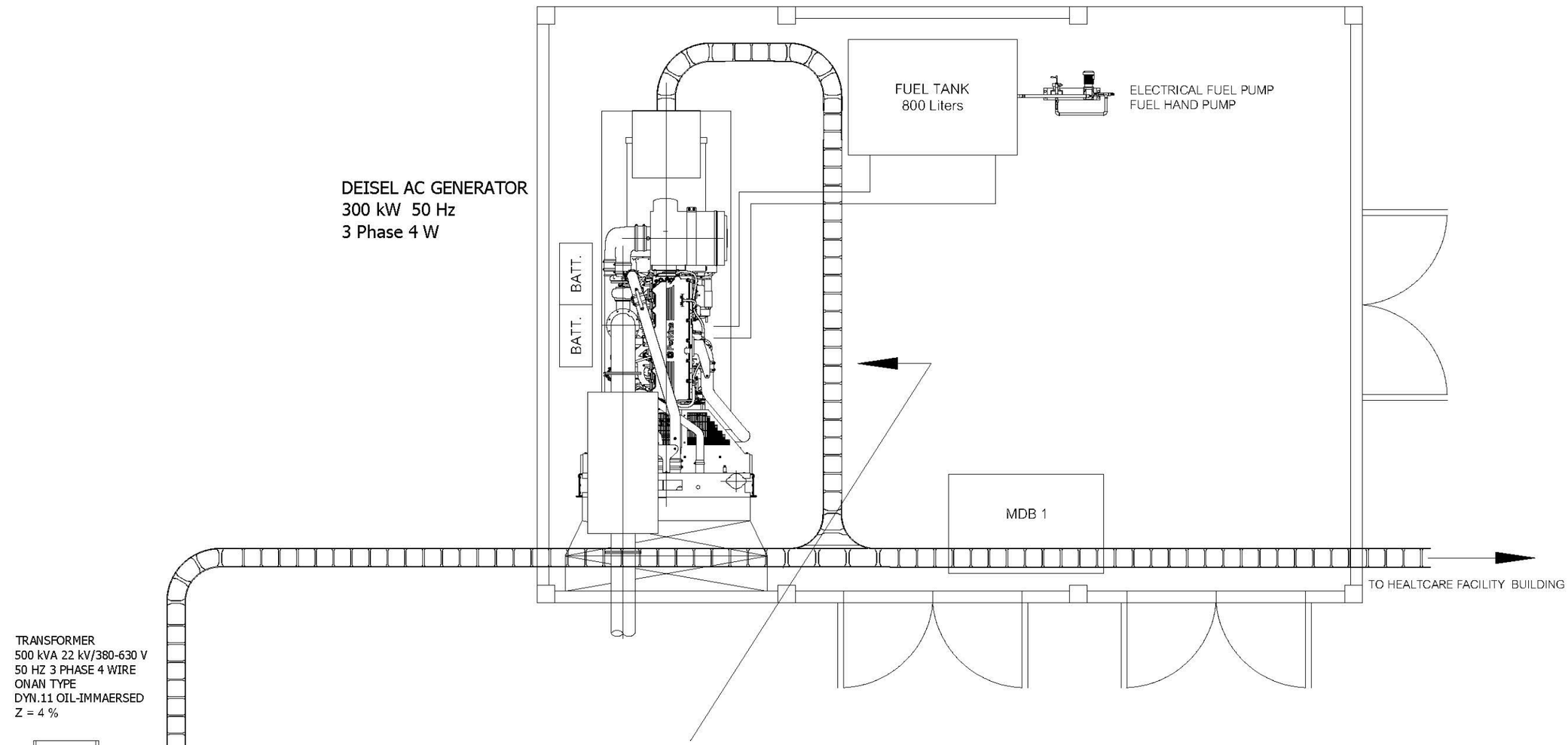
วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-07	8

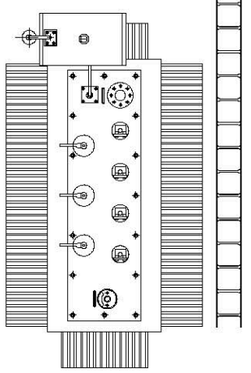
THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon attanee
WHOSE CONSERT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE
CHECKED ON THE SITE

DEISEL AC GENERATOR
300 kW 50 Hz
3 Phase 4 W



TRANSFORMER
500 kVA 22 kV/380-630 V
50 HZ 3 PHASE 4 WIRE
ONAN TYPE
DYN.11 OIL-IMMAERSED
Z = 4 %



8x185/50G sq.mm. XLPE 0.6/1 kV IN Cable Ladde 600 mm.

DETAIL GENERATOR ROOM FOR PLAN

SCALE NOT TO SCALE

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลห้วยทับทัน

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พิริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายอดุลย์ ขมิ้นเขียว สฟก.3302
นายคงจักร์ บุญทัน สฟก. 3500
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : HSS10/2562

DETAIL GENERATOR ROOM FOR PLAN

วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-08	8

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratchasa
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE
IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE
CHECKED ON THE SITE.

๓.๕ จัดทำรายละเอียดข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน

เมื่อจัดทำยกร่างแบบรูปรายการเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงาน ดังนี้

รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะ
ครุภัณฑ์ไฟฟ้าและวิทยุ รายการหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลวัตต์
พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้าเปลี่ยนสายแรงสูงติดตั้งมิเตอร์แรงสูง
และปรับปรุงสายไฟแรงต่ำจากหม้อแปลงถึงจุดจ่าย
โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

๑.๐ <u>ข้อกำหนดทั่วไป</u>

งานที่ต้องดำเนินการ

- งานประกอบการติดตั้ง ชุด CT/PT เครื่องมือวัดพลังไฟฟ้าประเภทแรงสูง
- งานติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง SAC ขนาดไม่น้อยกว่า ๑๘๕ SQ.mm พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบ ตั้งแต่ต้นทางรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ ถึงหม้อแปลงไฟฟ้า
- งานปักเสา ๑๒.๒๐ m. เพื่อรองรับระบบไฟฟ้าแรงสูง และหม้อแปลงไฟฟ้า ตลอดจนถึงสายจำหน่ายแรงต่ำ ๔๐๐/๒๓๐ V. ภายในโรงพยาบาลจำนวน ๑ งาน
- งานติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ๕๐๐ kVA ๓ Phase ๒๒ kV / ๔๐๐/๒๓๐ V.
- งานติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าชนิดภายนอกอาคาร พร้อมสวิทซ์ตัดตอนอัตโนมัติขนาดไม่น้อยกว่า ๘๐๐ AT/AF ๓๕ ICKA
- งานเชื่อมสายไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าฯ กับระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาล
- งานปักเสาพาดสายไฟฟ้าแรงต่ำเข้ากลุ่มอาคารโรงงานผลิตยาสมุนไพร

๑.๑ ข้อกำหนดและขอบเขตความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ ทั้งหมดเป็นไปตามแบบรายการข้อกำหนดของสัญญา ตำแหน่งติดตั้งตามที่กำหนดในแบบอาจจะเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้อาจจะมีบางจุดที่จำเป็นต้องจัดหาติดตั้งเพิ่มเติมให้งานไฟฟ้าเรียบร้อยสมบูรณ์และเป็นไปตามหลักวิชาการ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการโดยค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

๑.๒ วัสดุและอุปกรณ์

ตามแบบและรายการประกอบแบบนี้ ต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบล่าสุด ผู้รับจ้างต้องนำตัวอย่าง และ/หรือรายละเอียดของวัสดุและอุปกรณ์ไปให้ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้วจึงนำมาติดตั้งได้

๑.๒.๑ มาตรฐานทั่วไป

วัสดุและอุปกรณ์ ให้เป็นไปตามมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งที่ กำหนดไว้ในรายละเอียดเฉพาะวัสดุอุปกรณ์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
NEMA: NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
UL: UNDERWRITERS LABORATORIES INC
IPCEA: INSULATED POWER CABLE ENGINEERING ASSOCIATION

IEC: INTERNATIONAL ELECTOTECHNICAL COMMISSION

VDE: VERBAND DEUTSHER ELEKTROTECHNIKER

DIN: DEUTSHER INDUSTRIE NORMEN

BS: BRITISH STANDARD

JIS: JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

EIT: The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage

๑.๒.๒ ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหมวดนี้ ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิต และผลิตภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานทั้งนี้คุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะ ที่ได้กำหนดไว้

(๑) สายไฟฟ้า: มอก. ๑๑-๒๕๕๓ หรือ มอก ๒๙๓-๒๕๔๑, มอก ๒๓๔๐-๒๕๕๕

(๒) ท่อร้อยสายไฟฟ้า: มอก.๒๑๖-๒๕๒๔ หรือ มอก.๗๗๐-๒๕๓๓ หรือมอก.๒๑๓๓-๒๕๔๕

(๓) ตู้แผงสวิตช์อัตโนมัติเมน: ผลิตภายในประเทศสอดคล้องกับ มอก.๑๔๓๖-๒๕๔๐

(๕) รางเดินสายไฟฟ้า: ผลิตภายในประเทศ

(๖) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานตามคุณลักษณะเฉพาะงานติดตั้งระบบไฟฟ้าของ วสท. พร้อมติดตั้งและเดินสายไฟฟ้าให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน

(๗) หม้อแปลงไฟฟ้า มอก. ๓๘๔-๒๕๔๓ มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

คุณลักษณะทั่วไป ข้อกำหนดนี้ให้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านการสร้างคุณสมบัติ สมรรถนะ ตลอดจนการติดตั้งและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ชนิดน้ำมัน (Oil Immersed Type) ชนิดติดตั้งภายนอก (Outdoor Type) พร้อมระบบลงดินตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามประเภท ขนาด ๕๐๐ kVA.. จำนวน ๑ เครื่อง ที่ระบุในข้อกำหนดนี้

มาตรฐาน (Standard)

ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เป็นหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังแบบ Oil Immersed ต้องผลิตและมีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังนี้

- IEC ๖๐๐๗๖-๑ ถึง IEC ๖๐๐๗๖-๕ Power Transformers: Power Transformer

- IEEE C๕๗.๑๒.๐๐-๒๐๐๐: General requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers

- มอก. ๓๘๔-๒๕๔๓ / TIS ๓๘๔-๒๐๐๐: Standard for Power Transformer

ทั้งนี้ต้องเป็นที่ยอมรับของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคด้วย

ผู้ผลิตจะต้องมีระบบคุณภาพ ISO ๙๐๐๑ หรือดีกว่า และ ระบบบริหารสิ่งแวดล้อม ISO ๑๔๐๐๑ ตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พร้อมทั้งผ่านการทดสอบโดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน IEC ๑๗๐๒๕ และต้องมีหนังสือรับรองผลการทดสอบดังกล่าว

คุณลักษณะทางเทคนิค

พิกัดทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า (Rating)

นอกจากจะได้ระบุเฉพาะไว้เป็นอย่างอื่น หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีพิกัดต่างๆ ดังนี้

๑) เป็นแบบ HERMETICALLY SEALED TYPE

๒) ผู้เสนอราคาจะต้องจัดส่งรายงานทดสอบคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ รวมทั้ง IMPULSE TEST จากโรงงานผู้ผลิต และผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าฯ ให้กับวิศวกรผู้ตรวจสอบ

รายละเอียดทางเทคนิค

๑). รายละเอียดทั่วไป

- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดแช่ในน้ำมัน (Oil Immersed Typed) ระบบถนอมน้ำมันแบบถังปิดผนึก (HERMETICALLY SEALED TYPE)
- RATING kVA. ไม่น้อยกว่า ๕๐๐ kVA.
- PHASE ๓ PHASE
- PRIMARY VOLTAGE ๒๒ KV
- SECONDARY VOLTAGE ๒๓๐/๔๐๐ VOLTS
- PRIMARY CONNECTION DELTA
- SECONDARY CONNECTION STAR- GROUNDED
- FREQUENCY ๕๐ HZ
- PRIMARY TAPS ±๒ x ๒.๕ %
- LOSS In Transformers
  - ที่ แกนเหล็ก ไม่เกิน ๑๒๐๐ W.
  - ที่ชุดขดลวดเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด ไม่เกิน ๖๕๐๐ W.
- IMPEDANCE of Transformers ไม่เกิน ๔ %
- BASIC INSULATION LEVEL (BIL) ๑๒๕ KV สำหรับระบบไฟฟ้า ๒๒ kV
- ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายโหลดต่อเนื่องที่พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า
  - ในชุดขดลวด ไม่เกิน ๖๕°C
  - Top oil ไม่เกิน ๖๐°C
  - Audible sound Levels ไม่เกิน ๕๗ dB(A)
- COOLING NATURAL AIR COOLED

๒) จะต้องมี NAME PLATE ทำด้วยโลหะติดกับอุปกรณ์ แสดงขนาด และรายละเอียดต่างๆ พร้อมชื่อโรงงานผู้ผลิต

๓) ผู้เสนอราคาจะต้องปักเสาและติดตั้งคอนนั่งร้านหม้อแปลงไฟฟ้าลูกใหม่ และทำการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าลูกใหม่ โดยตำแหน่งการติดตั้ง ทางโรงพยาบาลเป็นผู้ระบุ

๔) ผู้เสนอราคาจะต้องจัดจัดหา ชุดครอบ BUSHING แรงสูง (BIRD GUARD) ให้เรียบร้อยสวยงาม

อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

๑) อุปกรณ์ประกอบ

- HV & LV Bushing terminal connectors
- Grounding terminal
- Oil level gauge
- Dial type thermometer with contacts
- Pressure Relief Device
- Corrugate Fin
- Off circuit tap changer
- Name plate with connection diagram
- Lifting eyes

- Oil drain valve
- Sludge drain plug
- Surge arrestors HV จำนวน ๓ ชุด ในขนาดเหมาะสมและติดตั้งบนคอนประกอบเสา
- อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (Dropout Fuse HV) และฟิวส์แรงสูง จำนวน ๓ ชุด ในขนาดเหมาะสมและติดตั้งบนคอนประกอบเสา จำนวน ๑ ชุด เพื่อตัดตอนระบบไฟฟ้า ก่อนเข้าระบบหม้อแปลงไฟฟ้าของโรงพยาบาล
- อุปกรณ์ตัดตอนแรงต่ำ (Dropout Fuse LV) และฟิวส์แรงต่ำ จำนวน ๓ ชุด ในขนาดเหมาะสมและติดตั้งบนคอนประกอบเสา จำนวน ๑ ชุด เพื่อตัดตอนระบบไฟฟ้าหลังแปลงไฟฟ้า/ก่อนเข้าระบบไฟฟ้าหลักของโรงพยาบาล
- อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุ และให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายการทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

๑) การวัดค่าความต้านทานของขดลวด (Measurement of Winding Resistance)
๒) การวัดค่าแรงดันอิมพีแดนซ์ Measurement of Impedance Voltage
๓) การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด Measurement of Load Loss
๔) การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด Measurement of No Load Loss
๕) การวัดกระแสไม่มีโหลด Measurement of No Load Current
๖) การวัดค่าความต้านทานของฉนวน Measurement of Insulation Resistance
๗) การวัดอัตราส่วนของแรงดัน Measurement of Voltage Ratio
๘) การตรวจสอบโพลาริตี และกลุ่มแวกเตอร์ Check of Polarity and Vector Group
๙) การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน Induced Voltage Test
๑๐) การทดสอบความทนต่อแรงดันจากตัวจ่ายอื่น Applied Voltage Test และหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบ, อนุมัติออกหนังสือรับรองผลการทดสอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อนจ่ายไฟฟ้าเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

การติดตั้ง

๑) ให้ผู้เสนอราคา ส่ง**<u>แบบงานการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ,แบบประกอบงานระบบไฟฟ้า , แบบการเดินสายไฟฟ้า</u>** พร้อมลงนามรับรองแบบ โดยวิศวกรไฟฟ้า(แขนงไฟฟ้ากำลัง) เพื่อใช้ประกอบการพิจาณา โดยติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

๒) กรณีเกิดแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้า เกิดแรงดันไฟฟ้าตก เกินกว่ามาตรฐาน ให้ผู้เสนอราคา ต้อง จัดหา พร้อมติดตั้ง อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังทางไฟฟ้า Capacitor Bank ตามขนาดที่เหมาะสมกับหม้อแปลงไฟฟ้า ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ที่หม้อแปลงไฟฟ้า โดยติดตั้งผ่านอุปกรณ์ตัดตอนแรงต่ำ (Dropout Fuse LV) ขนาดที่เหมาะสม ตาม
ความเหมาะสม

๓) กรณีที่เป็นการติดตั้งแทนหม้อแปลงไฟฟ้าลูกเดิมที่มีขนาดน้อยกว่า เพื่อให้สามารถรับโหลดได้มากขึ้นนั้น ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งเสาไฟฟ้าพร้อมทั้งแท่นคอนกรีต (Pad Mount) สำหรับรองรับ

น้ำหนักของหม้อแปลงไฟฟ้าใหม่ และหากใช้เสาไฟฟ้าพร้อมทั้งแท่นคอนกรีต (Pad Mount) สำหรับรองรับน้ำหนักของหม้อแปลงไฟฟ้าใหม่ชุดเดิมจะต้องผ่านการรับรอง (เป็นเอกสาร) จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าให้สามารถใช้งานได้กับหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะติดตั้งใหม่

เงื่อนไขเฉพาะ

๑. ผู้เสนอราคาจะต้องประสานงานการไฟฟ้าฯ ในเรื่องค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดมิเตอร์ไฟฟ้าแรงสูง โดยผู้เสนอราคาเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

๒. ผู้เสนอราคา ต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิต โดยมี และจะต้องมีอะไหล่สำรองพร้อมจะให้บริการได้ ทันทีเมื่อเกิดการขัดข้อง และต้องมีหนังสือรับรองจากบริษัทผู้ผลิต

๓.๓ ผู้เสนอราคาต้องมีวิศวกรไฟฟ้า(แขนงไฟฟ้ากำลัง) สำหรับควบคุมการติดตั้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐาน โดยต้องนำหลักฐานสำเนาใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.) พร้อมลงนามรับรองสำเนาถูกต้องมาแสดงต่อคณะกรรมการในวันเสนอราคา

๔. ผู้เสนอราคาต้องส่ง**แบบงานการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า, แบบประกอบงานระบบไฟฟ้า, แบบการเดินสายไฟฟ้า** พร้อมลงนามรับรองแบบ โดยวิศวกรไฟฟ้า(แขนงไฟฟ้ากำลัง) มาแสดงต่อคณะกรรมการในวันเสนอราคาในวันที่เสนอราคาด้วย

๕. ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกหรือเอกสารที่ระบุรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทำเครื่องหมายและลงหมายเลขข้อ ตรงตามรายละเอียดข้อกำหนดของทางราชการ ในที่เสนอราคาให้ชัดเจนทุกรายการ พร้อมทำตารางลงรายละเอียดตามหัวข้อที่ทางราชการกำหนดให้ชัดเจนถูกต้องเพื่อประกอบการพิจารณา ซึ่งผู้เสนอราคาจะต้องสามารถชี้แจงรายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆต่อคณะกรรมการฯได้ การเสนอเอกสารที่ไม่ตรงตามความต้องการทางเทคนิคและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อทางราชการ คณะกรรมการฯย่อมมีเหตุผลเพียงพอที่จะไม่รับพิจารณา และคณะกรรมการฯสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาคุณลักษณะทางเทคนิคที่ดีกว่าได้ เพื่อประโยชน์การใช้งานของทางราชการ

๖. ผู้เสนอราคาได้จะต้องแสดงเอกสารยืนยันอย่างชัดเจนเชื่อถือได้ว่า ได้ส่ง**หม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า** นั้น เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน ในวันตรวจรับพัสดุ

๗. ในการดำเนินการติดตั้ง**หม้อแปลงไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า** นั้น หากต้องมีการดับไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลเพื่อดำเนินการติดตั้ง ผู้เสนอราคา จะต้องแจ้งหนังสือให้กับทางโรงพยาบาล ก่อนเข้าดำเนินการ ไม่น้อยกว่า ๕ วัน และต้องมีแผนสำรองในเรื่องการใช้ไฟฟ้าของทางโรงพยาบาล เพื่อมิให้การให้บริการของทางโรงพยาบาลหยุดทำงาน

๘. การส่งมอบงาน ผู้ขายต้องติดตั้ง และทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าให้ใช้การได้ดี และต้องส่งเจ้าหน้าที่มาร่วมทดสอบการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไข โดยไม่คิดเงินค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้นและต้องส่งมอบสิ่งต่อไปนี้มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจรับด้วย

๙. การรับประกัน ผู้ขายต้องรับประกันชุดเครื่องและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆทั้งหมดเป็นระยะเวลา ๒ ปี หลังจากวันส่งมอบ หากเกิดการขัดข้องในระหว่างประกันเนื่องจากการใช้งาน ผู้ขายต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้การได้ดีภายใน ๕ วัน หลังจากวันที่แจ้งให้ทราบแล้ว หากผู้ขายไม่สามารถดำเนินแก้ไขให้ใช้การได้ดีได้ภายใน ๑๕ วันหลังจากวันที่เข้าดำเนินการตรวจสอบแล้ว ผู้ขายต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้ใช้การได้ดี โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้นจากทางราชการ

๑.๒.๓ การเทียบเท่าวัสดุและอุปกรณ์

ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่สามารถจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์ ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบได้ ผู้รับจ้างต้องยื่นเสนอขอใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เทียบเท่า โดยชี้แจงปรียบเทียบรายละเอียดของวัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์เพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หากผู้ว่าจ้างเห็น

ว่าจำเป็นต้องมีการทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบ คุณภาพกับวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดผู้รับจ้างเป็นผู้ชำระค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการนี้ทั้งสิ้น การยื่นเสนอขอเทียบเท่าดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องเร่งดำเนินการโดยคำนึงถึงระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้างต้องใช้ในการพิจารณา และระยะเวลาในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้การก่อสร้าง แล้วเสร็จตามสัญญา

๑.๓ การติดตั้ง

๑.๓.๑ ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบและรายละเอียดของงานด้านสถาปัตยกรรม โครงสร้างอาคาร และงานระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์ สามารถติดตั้งได้ในแนวหรือพื้นที่ ที่กำหนดไว้ โดยสอดคล้องกับงานทางสาขาอื่น ซึ่งตำแหน่งของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ปรากฏในแบบ เป็นตำแหน่งโดยประมาณ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

๑.๓.๒ ผู้รับจ้างต้องใช้ช่างฝีมือที่มีความชำนาญในสาขานี้โดยเฉพาะเป็นผู้ทำการติดตั้ง

๑.๓.๓ มาตรฐานการติดตั้ง

การติดตั้งต้องเป็นไปตามกฎการไฟฟ้าฯ ประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้ามาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
ในกรณีที่กฎดังกล่าวไม่ครอบคลุมถึงให้เป็นไปตามกฎหรือมาตรฐานฉบับหนึ่งดังต่อไปนี้

วสท.	มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ทศท.	องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย
NFPA.	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NEC.	NATIONAL ELECTRICAL CODE
FOC.	FIRE OFFICE COMMITTEE

๑.๔ แบบทำงาน (SHOP DRAWING)

ก่อนการดำเนินการ ให้ผู้รับจ้างจัดทำแบบทำงานแสดงรายละเอียดการติดตั้งเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาเห็นชอบเสียก่อน หากผู้รับจ้างไม่จัดทำ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบแก้ไขงานในส่วนที่ดำเนินการไปแล้ว ซึ่งไม่ถูกต้องให้เป็นไปตามการวินิจฉัยของผู้ว่าจ้าง

๑.๕ การทดสอบ

หลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดต่อหน้าผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามวิธีการ และรายละเอียดที่กำหนด ผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบและแก้ไขวัสดุและอุปกรณ์ที่เสียหายจากการทดสอบทั้งหมด

๑.๖ การรับประกัน

ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิด ยกเว้นหลอดไฟฟ้าเป็นเวลา ๒ ปี นับตั้งแต่วันรับมอบงานครั้งสุดท้าย ในระยะเวลารับประกันนี้ ถ้าหากวัสดุหรืออุปกรณ์ใดชำรุดหรือใช้การไม่ได้ ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

๑.๗ การประสานงานกับการไฟฟ้าฯ

๑.๗.๑ หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการติดต่อการไฟฟ้าฯ เพื่อดำเนินการให้กับอาคารและบริเวณนี้มีไฟฟ้าใช้ ซึ่งรวมถึงการจัดหาและติดตั้ง เสา มิเตอร์ (ถ้ามี) ค่าตรวจสอบและอื่นๆที่การไฟฟ้าฯ ต้องเป็นผู้ดำเนินการให้ทันการตรวจรับงาน ค่าใช้จ่ายที่ต้องชำระให้การไฟฟ้าฯ ทั้งหมดเป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

๑.๘ ข้อขัดแย้ง

ถ้าในกรณีที่แบบและรายการประกอบแบบมีข้อขัดแย้งกันให้ยึดถือแบบและข้อความในแบบเป็นข้อยุติ

๒.๐ ระบบไฟฟ้า

๒.๑ ท่อร้อยสายไฟฟ้า

๒.๑.๑ ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๗๗๐-๒๕๓๓ ประเภทของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี

ประเภทที่ ๑. ผนังท่อบาง ชื่อย่อว่า EMT (ELECTRICAL METALLIC TUBING)

ประเภทที่ ๒. ผนังท่อหนาปานกลาง ชื่อย่อว่า IMC (INTERMEDIATE METAL CONDUIT)

ประเภทที่ ๓. ผนังท่อหนา ชื่อย่อว่า RSC (RIGID STEEL CONDUIT)

๒.๑.๒ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับร้อยสายไฟฟ้า หรือสายโทรศัพท์ ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๒๑๖-๒๕๒๔

๒.๑.๓ ท่อพีอี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๙๘๒-๒๕๓๓

๒.๑.๔ ท่อพีบี ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก. ๙๑๐-๒๕๓๒

๒.๑.๕ ท่อโลหะอ่อน ชื่อย่อว่า FMC (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะที่โค้งงอได้ง่าย ผิวภายในปราศจากคม ในกรณีที่ระบุเป็นชนิดกันน้ำ ท่อโลหะอ่อนต้องมีปลอกพลาสติกหุ้มภายนอกอีกชั้นหนึ่ง

๒.๑.๖ การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

(๑) ต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในท่อ ก่อนนำมาติดตั้ง

(๒) การดัดงอท่อแข็งต้องใช้เครื่องมือสำหรับดัดท่อโดยเฉพาะ และต้องไม่ทำให้ท่อชำรุดหรือตีบ รัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า ๖ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

(๓) การยึดท่อแข็งติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน ๒.๔๐ เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน ๐.๙๐ เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตซ์

(๔) การยึดท่ออ่อนติดกับโครงสร้าง ต้องยึดทุกระยะไม่เกิน ๑.๓๐ เมตร และต้องยึดท่อในระยะไม่เกิน ๐.๓๐ เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสายและแผงสวิตซ์

(๕) ปลายท่อ ต้องลบคมออกให้หมด โดยใช้ CONDUIT REAMER หรือเครื่องมืออื่นที่เหมาะสม

(๖) ท่อที่วางลอดใต้ถนน ต้องฝังลึกไม่น้อยกว่า ๐.๖๐ เมตร

(๗) ท่อโลหะที่ฝังดิน ต้องทา ฟลิ้นโค้ตภายนอกอย่างน้อย ๒ ชั้น

(๘) ท่อ EMT และ FMC ที่ยึดกับ กล่องต่อสาย กล่องดึงสายหรือแผงสวิตซ์ ต้องใช้ CONNECTOR และ BUSHING ประกอบปลายท่อ

(๙) ท่อ IMC หรือ RSC ที่ยึดกับ กล่องต่อสาย กล่องดึงสายหรือแผงสวิตซ์ ต้องใช้ LOCK NUT และ BUSHING ประกอบปลายท่อ

(๑๐) กล่องต่อสาย กล่องดึงสาย ให้ทาสีที่กล่อง ดังนี้

ระบบไฟฟ้า	สีส้ม
ระบบโทรศัพท์	สีเขียว
ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้	สีแดง
ระบบอื่น ๆ	ตามความเหมาะสม

๒.๑.๗ การเลือกใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้า

(๑) ท่อทุกชนิดที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้า ต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑/๒ นิ้ว

(๒) ท่อร้อยสายไฟฟ้า ที่ต่อกับอุปกรณ์ที่สั่นสะเทือนขณะใช้งานปกติ ต้องใช้ท่อ FMC ในกรณีที่อยู่นอกอาคาร หรือบริเวณที่เปียกชื้น ให้ใช้ท่อ FMC ชนิดกันน้ำ

(๓) ในกรณีที่มิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ฝังในคอนกรีต ต้องใช้ท่อ IMCหรือ RSC

(๔) ในกรณีที่มิได้กำหนดชนิดของท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่ซ่อนไว้เหนือฝ้าเพดาน หรือเดินท่อลอยเกาะเพดาน หรือฝังในผนังที่มิใช่คอนกรีต ให้ใช้ท่อ EMT ในบริเวณดังกล่าวได้

(๕) ในกรณีที่กำหนดให้ใช้ท่อ EMT หากท่อที่ใช้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า ๒ นิ้ว ให้ ใช้ท่อ IMC แทนท่อ EMT ที่กำหนด

๒.๒ สายไฟฟ้า

๒.๒.๑ สายไฟฟ้าทั้งหมดให้ใช้สายทองแดงหรือสายอลูมิเนียม หุ้มฉนวนที่ได้รับอนุญาตแสดงเครื่องหมาย มอก ๒๓๔๐-๒๕๕๕ มอก. ๑๑- ๒๕๕๓ หรือ หรือ มอก ๒๙๓-๒๕๔๑

๒.๒.๒ การเลือกใช้สายไฟฟ้า

(๑) เครื่องหมายประจำสายไฟฟ้า หรือใช้สีของฉนวนสายไฟฟ้า หรือผ้าเทปสีม้วนสาย หรืออักษรกำกับสาย ดังนี้

สายดิน		- G -	สีเขียวหรือสีเขียวแถบเหลือง
สายศูนย์		- N -	สีฟ้า
สายเฟส	A	- A -	สีดำหรือ น้ำตาล
สายเฟส	B	- B-	สีแดงหรือดำหรือเทา
สายเฟส	C	- C-	สีน้ำเงินหรือฟ้า

(๒) ชนิดของสายไฟฟ้าหากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าระบบ ๑ เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน ๓๐๐ V
- วงจรไฟฟ้าระบบ ๓ เฟส ให้ใช้สายไฟฟ้าแรงดัน ๗๕๐ V
- สายไฟฟ้าเดินลอยให้ใช้ (THW OR IEC๐๑)
- สายไฟฟ้าเดินลอยสำหรับเต้ารับให้ใช้ TYPE-B -G (VAF-GROUND)
- สายไฟฟ้าร้อยท่อ ในรางเดินสายให้ใช้ TYPE-A (THW OR IEC๐๑)
- สายไฟฟ้าใต้ดินร้อยท่อหรือฝังดินโดยตรงให้ใช้ TYPE-CS หรือ TYPE-D (NYY)

(๓) ขนาดของสายไฟฟ้า หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังต่อไปนี้

- สายวงจรย่อย ๒.๕ ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ ๑๐ AT-๑๕ AT
- สายวงจรย่อย ๔ ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ ๑๖ AT- ๒๐ AT
- สายวงจรย่อย ๖ ตร.มม. ใช้กับสวิตซ์อัตโนมัติ ๒๐ AT

ในกรณีเดินสายลอย สายแยกจากวงจรย่อยเข้าเต้ารับ ดวงโคมไฟฟ้าและพัดลม ให้ใช้สายไฟฟ้าขนาด ๑.๕ ตร.มม.

๒.๒.๓ การเดินสาย

(๑) การร้อยสายในท่อ ต้องทำหลังจากการติดตั้งท่อ หรือรางเดินสายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

(๒) การต่อสาย ต้องทำในกล่องต่อสาย, กล่องสวิตซ์, กล่องเต้ารับ, กล่องดวงโคม, หรือรางเดินสายเท่านั้น ตำแหน่งที่ทำการต่อสาย ต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถทำการตรวจสอบ หรือซ่อมบำรุงได้โดยง่าย

(๓) การเชื่อมต่อสายขนาด ๖ ตร.มม. หรือเล็กกว่าให้ใช้ WIRE NUT หรือ SCOTT LOCK และการเชื่อมต่อสายขนาด ๑๐ ตร.มม. หรือโตกว่าให้ใช้ SPLIT BOLT หรือ SLEEVE พันด้วยเทปไฟฟ้าให้มีฉนวนเทียบเท่าฉนวนของสายไฟฟ้า

(๔) การดึงสาย หากมีความจำเป็นอาจใช้สารบางชนิดช่วยลดความฝืดของท่อได้ แต่สารชนิดนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า

(๕) สายที่ร้อยในท่อต้องมีอุปกรณ์ยึดรับน้ำหนักสาย ตามระยะที่กำหนดใน มยธ. ๔๐๒

(๖) สายที่ร้อยในรางเดินสาย (WIRE WAY) ในแนวตั้ง ต้องมีขั้นบันได ทุกระยะไม่เกิน ๒.๔๐ เมตร สำหรับยึดและรับน้ำหนักสายไฟฟ้า

(๗) การเดินสายลอยเกาะผิวอาคารต้องยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุกระยะห่างไม่เกิน ๐.๑๐ เมตร

(๘) จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้า TYPE-A (THW OR IEC๐๑) ในท่อร้อยสาย ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท.

(๙) การเดินสายในรางเดินสายไฟ (Wire ways) อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่งซึ่งสามารถเข้าถึงเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้ตลอดความยางของรางเดินสาย ห้ามเดินในฝ้าเพดาน ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน และต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้งและต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- ห้ามใช้รางเดินสายในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน หรือในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

- พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ ๒๐ ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

- ขนาดกระแสของสายในรางเดินสายให้ใช้ค่ากระแสตามกำหนด กรณีตัวนำกระแส ๓ เส้น โดยไม่ต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสาย หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน ๓๐ เส้น ตัวนำวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้น ไม่ถือว่าเป็นตัวนำที่มีกระแสไหล

- สายไฟแกนเดี่ยวของวงจรเดียวกันรวมทั้งสายดิน ต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกันแล้วมัดรวมเข้าด้วยกัน

- รางเดินสายต้องจับยึดอย่างมั่นคง แข็งแรงทุกระยะไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร แต่ยอมให้จุดจับยึดห่างมากกว่า ๑.๕๐ เมตร ได้ในกรณีที่จำเป็น แต่ต้องไม่เกิน ๓.๐๐ เมตร

- รางเดินสายในแนวดิ่งต้องจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน ๔.๕๐ เมตร ห้ามมีจุดต่อเกิน ๑ จุดในแต่ละระยะจับยึด จุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน ๑.๕๐ เมตรด้วย

- ห้ามติดตั้งหรือใช้รางเดินสายในกรณีดังต่อไปนี้

- ต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น โดยไม่การปลอกฉนวนในการป้องกัน SLEEV

- เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

- อนุญาตให้ต่อสายเฉพาะในส่วนที่สามารถเปิดออก และเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลาเท่านั้น และพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ และฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันแล้วต้องไม่เกินร้อยละ ๗๕ ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย ณ จุดต่อสาย

- ในรางเดินสายต้องตรงตำแหน่งที่ต้องมีการดัด งอสาย เช่น ปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อร้อยสาย เข้า – ออก รางเดินสาย ต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับดัด งอสายอย่างเพียงพอ และมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้

- การเดินสายในแนวดิ่งต้องมีการจัดยึดสายตามข้อที่กำหนดและ จุดปลายรางเดินสายต้องปิด

๒.๓ การต่อลงดิน

๒.๓.๑ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะ ซึ่งไม่ใช่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า และอยู่สูงจากระดับพื้นอาคารแต่ละชั้นต่ำกว่า ๒.๕๐ เมตร ซึ่งคนสัมผัสได้ ต้องต่อลงดินทั้งหมด ยกเว้นชิ้นส่วนโลหะดังกล่าว อยู่ในตำแหน่งที่สัมผัสไม่ถึง (ระยะห่างไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร ในแนวราบ) รายละเอียดอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า เรื่องการต่อลงดินของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ หรือ NEC

๒.๓.๒ หลักสายดิน ต้องใช้ชนิดทองแดง หรือเหล็กสเตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕/๘” ยาว ๓.๐ เมตร ปักจมลงไปในดิน โดยให้ส่วนปลายบนของหลักสายดินต่ำกว่าระดับดิน ๐.๓๐ เมตร และหลักสายดินต้องมีจำนวนเพียงพอ ที่จะทำให้ระบบดินมีความต้านทานไม่เกิน ๕ โอห์ม ในสภาวะดินแห้ง

๒.๓.๓ สายดิน ต้องใช้ชนิดสายทองแดง หากมิได้กำหนดไว้ในแบบขนาดของสายดินให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท.

๒.๓.๔ การต่อสายดินเข้ากับหลักสายดิน ให้ใช้สายดินเชื่อมกับหลักสายดิน โดยวิธี EXOTHERMIC WELDING หรือเชื่อมด้วยความร้อนวิธีอื่นที่เหมาะสม

๒.๔ เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (Electric Pole)

เสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (Electric Pole) ที่ระบุให้ใช้ในงานนี้ มีขนาดความยาว ๙ เมตร และ ๑๒.๒๐ เมตร

มาตรฐานเสาไฟฟ้าคอนกรีตอัดแรง (Electric Pole) ต้องผลิตตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และการไฟฟ้านครหลวง

มาตรฐานคอนคอนกรีตอัดแรง (Prestress Spun Cross Arm) ผลิตตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งมีความยาวตั้งแต่ ๑.๕๐ - ๓.๒๐ เมตรมาตรฐานเสาตอม่อ (Stub) และเสาเข็มการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ทุกขนาดหน้าตัดและ คานนั่งร้านหม้อแปลงทุกขนาด, สมอบกทุกขนาด มาตรฐานฐานเสา (Pole Foundation) ใช้มาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทุกประเภท

๒.๕ ข้อกำหนดเฉพาะ

หากผู้รับว่าจ้าง เข้าดำเนินการติดตั้งทางไฟฟ้า และต้องมีการดับกระแสไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล ผู้รับว่าจ้าง ต้องทำการแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร ถึงโรงพยาบาล เพื่อแจ้งกำหนดการดับกระแสไฟฟ้า อย่างน้อย ๓ วัน ก่อนทำการ เพื่อป้องกันเหตุไม่พึงประสงค์ที่ก่อให้เกิดความเสียหายทางการแพทย์

๓.๖ จัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่ได้ดำเนินการให้กับโรงพยาบาล

เมื่อจัดทำรายเอียดทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโครงการ/งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่ได้ดำเนินการให้กับโรงพยาบาลเพื่อดำเนินการต่อไป

บทที่ ๔
สรุปผลการดำเนินการ

๔.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

(๑) แบบติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด ๕๐๐ kVA.และปรับปรุงระบบไฟฟ้ากำลังภายใน โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

(๒)รายละเอียดข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของงาน

รูปภาพที่ ๙ การส่งมอบงาน

๔.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

(๑) งานสามารถติดตั้งได้เสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด ค่าใช้จ่ายการลงทุนเป็นไปตามที่ได้ประชุมและมีข้อตกลงไว้ ระบบไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ดีตามวัตถุประสงค์ ผลลัพธ์ของงานเป็นที่พึงพอใจของโรงพยาบาล

(๒) ระบบไฟฟ้ามีความเสถียรต่อการใช้งานในปัจจุบัน และรองรับสำหรับการขยายภายในอนาคต

๔.๓ การนำไปใช้ประโยชน์

โรงพยาบาลมีระบบไฟฟ้าใช้งานเพียงพอต่อการใช้กำลังไฟฟ้าของโรงพยาบาล มีระบบไฟฟ้าแรงสูง-แรงต่ำที่มีประสิทธิภาพ และระบบไฟฟ้ามีความเสถียรต่อการใช้งานในปัจจุบันและรองรับสำหรับการขยายภายในอนาคต

บทที่ ๕
ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ

๕.๑ ความยุ่งยากในการดำเนินการ /ปัญหา/อุปสรรค

(๑) ในการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลห้วยทับทัน มีความเปลี่ยนแปลงทำให้ยุ่งยากต่อการสำรวจและออกแบบและคำนวณไม่สามารถสำรวจระบบไฟฟ้าได้ทั้งโรงพยาบาลเนื่องจากโรงพยาบาลมีการใช้งาน ตลอด ๒๔ ชั่วโมง จึงไม่สามารถตรวจเช็คไล่วงจรระบบไฟฟ้าภายในอาคารได้จึงออกแบบเฉพาะงานจุดหลักๆเช่น งานปรับปรุงตู้เมนหลัก และตู้เมนย่อยสำหรับอาคาร ส่วนระบบวงจรย่อยก็ติดตั้งตามเดิม

(๒) ในการออกแบบและคำนวณไม่สามารถสำรวจการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลได้ครบถ้วน จึงใช้วิธีการประมาณโหลดของพื้นที่ใช้งาน โดยอ้างอิงจากหนังสือ IEEE

(๓) ในการออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาล ต้องสำรวจและคัดแยกอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหากับระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเพื่อการควบคุม ระบบไฟฟ้าต้องพร้อมใช้งาน ๒๔ ชั่วโมง จึงได้เขียนข้อกำหนดในรายละเอียดคุณลักษณะคือ ผู้รับจ้างต้องมีไฟฟ้าสำรองขณะปฏิบัติงาน

(๔) ต้องจัดระบบไฟฟ้าในบางส่วนของอาคารเพื่อรองรับการใช้งานเครื่องมือแพทย์ ชนิด ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบไฟฟ้า

(๕) ต้องมีความเข้าใจอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้า และต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบไฟฟ้าและสามารถวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นได้

(๖) ข้อมูลเบื้องต้นของทางโรงพยาบาล เช่น แบบผังบริเวณ แบบผังระบบไฟฟ้า นั้น ได้สูญหายเกือบทั้งหมด โดยเฉพาะข้อมูลรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (File Autocad) ทำให้ต้องดำเนินการสำรวจสถานที่และตรวจสอบตำแหน่งอาคาร พื้นที่ของโรงพยาบาล และข้อมูลระบบไฟฟ้า เพื่อรวบรวมข้อมูลนำมาเขียนแบบใหม่ด้วยโปรแกรม Autocad นับเป็นปัญหา อุปสรรคอย่างยิ่ง ที่ทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างล่าช้ามาก

(๗) ต้องแก้ปัญหาที่เกิดจากความผิดปกติในระบบไฟฟ้าจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้

(๘) ต้องมีความรู้ความเข้าในการออกแบบปรับปรุงระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทยพ.ศ. ๒๕๕๖ และมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๖๑

๕.๒ ข้อเสนอแนะ

(๑) ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ ควรมีการตรวจสอบระบบไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นประจำอย่างน้อยปีละ ๑ ครั้ง

(๒) โรงพยาบาลห้วยทับทัน ควรให้ผู้ดูแลระบบไฟฟ้าเข้าอบรมหลักสูตรการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า

(๓) โรงพยาบาลห้วยทับทันควรให้ผู้ดูแลระบบไฟฟ้าจดบันทึกข้อมูลการใช้งานระบบไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง

(๔) โรงพยาบาลห้วยทับทัน ควรให้ผู้ดูแลระบบไฟฟ้าจดบันทึกข้อมูลรายการอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ให้ครบถ้วนและให้เป็นปัจจุบัน

(๕) โรงพยาบาลห้วยทับทัน ควรมีการ บันทึก จัดเก็บ ข้อมูลแบบแปลนทั้งในส่วนของงานโครงสร้างและงานวิศวกรรมระบบ เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ต่อได้ทันที โดยไม่ต้องเริ่มต้นเขียนรูปแบบใหม่ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สะดวก รวดเร็ว มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

(๑) คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ๒๕๕๗. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพฯ : บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.

(๒) ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ การออกแบบระบบไฟฟ้า –กรุงเทพฯ: ทีพีจี พริ้นติ้ง, ๒๕๔๕

(๓) ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ ๘ กรุงเทพมหานคร : บริษัท ประชาชน จำกัด, ๒๕๔๕

(๔) คณะอนุกรรมการมาตรฐานการประกอบวิชาชีพ สภาวิศวกร. ๒๕๖๐. องค์ความรู้เลื่อนระดับ. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.coe.or.th/coe๒/main/coeHome.php ?aMenu=๘๐๖๐๑&aArtType=๑&aArtYear=๒๐๑๗&aArtNo=๒๘. (วันที่สืบค้นข้อมูล : ๑๕ กรกฎาคม ๒๕๖๑).

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลผู้นำเสนอและประวัติการฝึกอบรมพัฒนาตนเองด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

ข้อมูลผู้นำเสนอ

ชื่อ นายทรงวุฒิ ชื่อสกุล ชุมสวัสดิ์ อายุ ๕๐ ปี สัญชาติ ไทย
ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ ๔๔ ซอยอุปลีสาน ๒ ถนน อุปลีสาน ตำบล ในเมือง อำเภอ เมืองอุบลราชธานี จังหวัด อุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ ๓๔๐๐๐ โทรศัพท์ ๐๖๑-๐๒๙-๑๗๗๑
EMAIL : song_๙๙๙@hotmail.com
ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียน ภปร. ราชวิทยาลัยฯ นครปฐม (ปี ๒๕๓๐)
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ม. เอเชียอาคเนย์ (ปี ๒๕๓๓)
วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาไฟฟ้ากำลัง ม.เอเชียอาคเนย์ (ปี ๒๕๓๙)
ที่ทำงานปัจจุบัน กลุ่มงานวิชาการและมาตรฐานระบบบริการสุขภาพ ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ ที่ตั้ง ถนนโรงเรียนอุบลปัญญานุกูล อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัด อุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ ๓๔๐๐๐ โทรศัพท์/โทรสาร ๐๔๕-๒๕๑๗๔๙ /๐๔๕-๒๕๑๗๔๘
ได้รับใบอนุญาตระดับ สามัญวิศวกรไฟฟ้า ๖๓๑๕ ตั้งแต่วันที่ ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓ ถึง วันที่ ๑๐ กรกฎาคม ๒๕๖๘
ประสบการณ์การทำงาน - เจ้าพนักงานโสตทัศนศึกษา วิทยาลัยแพทย์ศาสตร์กรุงเทพมหานคร และวชิรพยาบาล เป็นเวลา ๓ ปี (๒๕๔๖-๒๕๔๙)
- อาจารย์ประจำช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู เป็นเวลา ๑๑ ปี (๒๕๓๕-๒๕๔๖)
- วิทยากรพิเศษเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และ ช่างซ่อมคอมพิวเตอร์ โรงเรียนฝึกอาชีพ กรุงเทพมหานคร (ดินแดง ๑) เป็นเวลา ๓ ปี (๒๕๔๖-๒๕๔๙)
-ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ในโรงงาน และวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล เป็นเวลา ๑๗ ปี (๒๕๔๖-ปัจจุบัน)
-ตรวจสอบ,ออกแบบ ติดตั้ง ระบบไฟฟ้า ,ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เป็นเวลา ๒๔ ปี (๒๕๓๙-ปัจจุบัน)
ผลงานวิชาการที่สำคัญ ๑. รางวัลชนะเลิศอันดับที่ ๒ การอนุรักษ์พลังงาน (PEAK DEMAND LOAD MANAGEMENT) การประชุมวิชาการกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ๒๕๕๐
๒. หัวหน้าโครงการวิจัย วช. ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๖ “การศึกษาปัญหาผลกระทบที่มีต่อสมรรถนะด้านการใช้เครื่องติดตามสัญญาณชีพในหอผู้ป่วยหนัก จากการใช้ระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาลในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง”

ประวัติการฝึกอบรมพัฒนาตนเองด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

(๑) หลักสูตร “การตรวจสอบและควบคุมกำกับระบบภายในอาคารโรงพยาบาล ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ จัดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์ ระหว่างวันที่ ๒-๓ เมษายน ๒๕๕๘ และได้รับรองจากสภาวิศวกรให้มีจำนวน PDUพัฒนา จำนวน ๑๘ PDU รหัสกิจกรรม ๑๐๓-๐๐-๒๐๐๑-๐๐/๕๘๐๔-๐๐๑

(๒) หลักสูตร การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การป้องกันฟ้าผ่า โดย คุณสุวิทย์ ศรีสุข วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ จัดโดยสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย วันที่ ๑๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๑ เวลา ๐๙.๐๐-๑๖.๐๐ น. ณ ห้องประชุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(๓) หลักสูตร การสัมมนาพิเศษทางวิชาชีพในหัวข้อ เส้นทางก้าวสู่ผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าตามกฎหมาย “อย่างมืออาชีพ” จัดโดยชมรมผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้า (ESIC) ในวันที่ ๑๙ พฤษภาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๖.๑๕ น. ณ ห้องประชุม มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ

(๔) การสัมมนา เรื่อง “การเพิ่มพูนความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า” ในวันเสาร์ ๓ สิงหาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๖.๑๕ น. ณ ห้องเจ้าพระยาบอลรูม โรงแรมเจ้าพระยา ถ.รัชดา กรุงเทพฯ (จำนวน ๙ PDU)

(๕) สัมมนาแนะนำการเตรียมความพร้อมเพื่อขอรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ระดับสามัญวิศวกรและระดับวุฒิวิศวกร และการเพิ่มพูนความรู้ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ในวันเสาร์ ๕ ตุลาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๖.๐๐ น. ณ ห้องประชุมพรรณศิริ ชั้น ๑ โรงแรมเดอะพรรณราย จังหวัดอุดรธานี (จำนวน ๖ PDU)

(๖) ร่วมเป็นวิศวกรอาสาร่วมลงพื้นที่ช่วยเหลือและฟื้นฟูผู้ประสบภัย จากวิกฤตการณ์อุทกภัยในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ในวันที่ ๙-๑๒ ตุลาคม ๒๕๖๒ ณ จังหวัดอุบลราชธานี (จำนวน ๒๐ PDU)

หลักสูตร “การประมาณราคางานระบบไฟฟ้าสื่อสารสำหรับงานอาคาร”จัดโดย สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย ในวันที่ ๓๑ ตุลาคม ๒๕๖๒ (จำนวน ๙ PDU)

(๗) หลักสูตร “ผู้ตรวจสอบอาคาร ตามกฎหมายตรวจสอบสภาพอาคาร ประจำปี ๒๕๖๓ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ร่วมกับ สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ วันที่ ๖-๒๘ มีนาคม ๒๕๖๓ (จำนวน ๙๘ PDU)

ภาคผนวก ข.

คำสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๒๐๑/๒๕๖๒
๑๔ ก.ย

ที่ ศก ๐๐๓๒.๓๐๑/๒๐๔

โรงพยาบาลห้วยทับทัน
ถนนเทศบาล ๓ ศก ๓๓๒๑๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรร่วมเป็นกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะและราคากลาง,คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลวัตต์ พร้อมอุปกรณ์ฯ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 30

ด้วยโรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ ได้รับการจัดสรรงบประมาณตามรายการแผนงบค่าเสื่อม ปีงบประมาณ ๒๕๖๒ วงเงิน ๗๐% ระดับหน่วยบริการ และอนุมัติรายการแผนงบค่าเสื่อมฯ ให้กับหน่วยบริการในสังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดศรีสะเกษ โดยโรงพยาบาลห้วยทับทัน ได้รับการอนุมัติรายการ หม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลวัตต์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้าเปลี่ยนสายแรงสูงติดตั้งมิเตอร์แรงสูง และปรับปรุงสายไฟแรงต่ำจากหม้อแปลงถึงจุดจ่าย จำนวน ๑ ชุด เป็นเงิน ๑,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท (หนึ่งล้านบาทถ้วน) ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Bidding : e-bidding)

ดังนั้น เพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ จึงขอความอนุเคราะห์บุคลากรที่มีความรู้ และความชำนาญในหน่วยงานของท่าน ร่วมเป็นคณะกรรมการสำหรับโครงการจัดซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลวัตต์ พร้อมอุปกรณ์ฯ ดังนี้

๑. คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะและราคากลาง
๒. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุรเดชช ชวะเดช)
ผู้อำนวยการโรงพยาบาลห้วยทับทัน

กลุ่มงานการจัดการ (งานพัสดุ)
โทร ๐ ๔๕๖๙ ๙๐๔๕ ต่อ ๑๔๘
โทรสาร ๐ ๔๕๖๙ ๙๑๒๘

( )
( )
( )
( )
( )

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐จังหวัดอุบลราชธานี
ที่ สธ ๐๗๒๔.๐๓/๓๖๑ **วันที่** ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุมัติเดินทางไปราชการ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี

ตามบันทึกที่ สธ ๐๗๒๔.๐๓/๓๖๐ ลงวันที่ ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๒ ข้าพเจ้านายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ ได้ขออนุมัติจัดทีมในการเดินทางไปราชการเพื่อสำรวจและออกแบบงานระบบไฟฟ้า รายการหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลโวล์ทแอมป์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า เพื่อประกอบการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะและราคากลาง ให้กับโรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ ในวันที่ ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๒ รวม ๑ วัน ซึ่งทางสำนักงานฯ ได้พิจารณาเห็นชอบตามบันทึกแล้ว จึงใคร่ขออนุมัติเดินทางไปราชการดังกล่าวข้างต้น พร้อมด้วยเจ้าหน้าที่สำนักงานฯ จำนวน ๑ ราย คือ.-

๑. นายธนพล นาบับ ตำแหน่งนายช่างเทคนิคชำนาญงาน

โดยขออนุมัติใช้รถยนต์ของทางราชการคันหมายเลขทะเบียน กม-๓๒๒๐ อุบลราชธานี เป็นพาหนะในการเดินทางไปราชการ และนายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ทำหน้าที่ขับรถยนต์คนที่ ๑ และนายธนพล นาบับ ทำหน้าที่ขับรถยนต์คนที่ ๒ ในการเดินทางไปราชการในครั้งนี้ โดยเบิกค่าใช้จ่าย ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าพาหนะในการเดินทางไปราชการจากงบประมาณโรงพยาบาลห้วยทับทัน อ.ห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ.

(นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์)
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

เรียน ผอ. สบส ๑๐ .
เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

นายทวีศักดิ์ ยิ่งรุ่งโรจน์
(หัวหน้ากลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมฯ)
๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๒

อนุมัติ

(นายสัมพันธ์ มุณีรัตน์)
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี
๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๒

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี
ที่ สธ ๐๗๒๔.๐๓/พิเศษ **วันที่** ๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๒
เรื่อง สรุปผลการสำรวจประมาณการระบบไฟฟ้าเบื้องต้น

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลห้วยทับทัน

ตามที่โรงพยาบาลห้วยทับทัน ขอความอนุเคราะห์สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี เข้าสำรวจและประมาณการออกแบบระบบไฟฟ้า รายการหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลโวล์ทแอมแปร์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ ทางผู้ดำเนินการ ของสำนักงานฯ ได้เข้าดำเนินการดังกล่าวในวันที่ ๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๒ เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้.-

๑. ร่วมสำรวจแบบรูปรายการเบื้องต้น และผังอาคารของโรงพยาบาลห้วยทับทัน

๒. จัดทำรายการคำนวณ ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และพิกัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดในปัจจุบัน เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบประมาณการระบบไฟฟ้า

๓. สำรวจสถานที่ก่อสร้าง โรงงานผลิตยาสมุนไพรเพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบประมาณการระบบไฟฟ้าเพิ่มเติม

๔. สำรวจพิกัดและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ๓๐๐ กิโลวัตต์ ชุดปัจจุบัน และชุดที่ยกเลิกการใช้งาน ๑๐๐ กิโลวัตต์

ข้อเสนอแนะพิจารณาเบื้องต้น

๑. **ควรมีการปรับปรุงระบบไฟฟ้าดังกล่าว โดยทางสำนักงานฯ จะดำเนินการจัดทำแบบรูปรายการ คุณลักษณะเฉพาะ และรายการประมาณราคา โดยพิจาณาให้มีการขยายเขตไฟฟ้า ปรับย้ายหม้อแปลงไฟฟ้า โดยเพิ่มขนาดใหม่ และปรับปรุงสายจำหน่ายแรงต่ำ โดยอาจเสนอให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือผู้ประกอบการเอกชนเป็นผู้ดำเนินการ ตามแต่วินิจฉัยของคณะกรรมการบริหารโรงพยาบาลฯ**

๒. รายงานสรุปผลการสำรวจ รายการคำนวณการประมารการ แบบรูปรายการ คุณลักษณะเฉพาะ และรายการประมาณราคา ทางสำนักงานฯ จะจัดส่งมาให้ในภายหลัง

จึงเรียนมาเพื่อทราบ และพิจารณาดำเนินการต่อไป

(นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์)
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

อนุมัติ

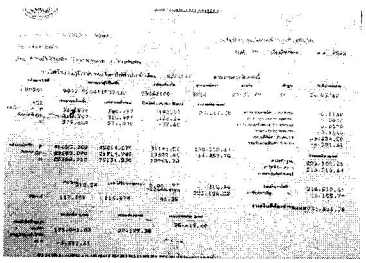
( )

รายการตรวจสอบและรายการคำนวณ ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และพิกัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดในปัจจุบัน เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบประมาณการระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๒

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ	หมายเหตุ
๑.	ร่วมสำรวจแบบรูปรายการเบื้องต้น และผังอาคารของโรงพยาบาลห้วยทับทัน	<u>ควรมีการปรับปรุงระบบไฟฟ้าดังกล่าว โดยทางสำนักงานฯ จะดำเนินการจัดทำแบบรูปรายการคุณลักษณะเฉพาะ และรายการประมาณราคา โดยพิจาณาให้มีการขยายเขตไฟฟ้า ปรับย้ายหม้อแปลงไฟฟ้า โดยเพิ่มขนาดใหม่ และปรับปรุงสายจำหน่ายแรงต่ำ โดยอาจเสนอให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือผู้ประกอบการเอกชนเป็นผู้ดำเนินการ ตามแต่วินิจฉัยของคณะกรรมการบริหารโรงพยาบาลฯ</u>	
๒.	จัดทำรายการคำนวณ ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และพิกัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดในปัจจุบัน เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบประมาณการระบบไฟฟ้า		
๓.	สำรวจสถานที่ก่อสร้าง โรงงานผลิตยาสมุนไพร เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบประมาณการระบบไฟฟ้าเพิ่มเติม		
๔.	สำรวจพิกัดและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ๓๐๐ กิโลวัตต์ ชุดปัจจุบัน และชุดที่ยกเลิกการใช้งาน ๑๐๐ กิโลวัตต์		

รายการคำนวณพิกัดไฟฟ้าจากบิลค่าไฟของโรงพยาบาลห้วยทับทัน คิดค่าพิกัด กระแสไฟฟ้าสูงสุด % พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า PF



จากบิลค่าไฟฟ้าพิจารณา
(๑) ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด คิดที่ P = ๑๙๒.๗๓ kW.
(๒) ค่าพลังงานไฟฟ้า (PF) =๖๑.๒๖ kVAR
หาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ kVA ได้ดังนี้
kVA^๒ = (kVAR^๒) + (kw^๒)
kVA = square root (kVAR^๒) + (kW^๒)
พิกัดกำลังไฟฟ้าปรากฏ = ๒๐๒.๒๕ kVA (จากขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าลูกปัจจุบัน ๒๕๐ kVA.)
ถ้าให้ หม้อแปลงไฟฟ้าของสถานที่แห่งนี้ มีขนาด ๒๕๐ kVA จะได้พิกัด% กำลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงลูกนี้ ได้คือ (kVA ใช้งาน * ๑๐๐) */kVA จริง = (๒๐๒.๒๕ *๑๐๐) /๒๕๐
พิกัด % ใช้งานของหม้อแปลงลูกปัจจุบัน ๒๕๐ kVA. = ๘๐.๙%
ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า PF = kW/kVA
พิกัดค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า PF = ๐.๙๕

พิกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุด = Pmax / square root๓ * Vl * PF ; คิด PF = ๐.๖๘ . Vl= ๔๐๐V.
พิกัดกระแสไฟฟ้าใช้งานสูงสุด = ๒๙๒.๒๘ A (พิกัดสูงสุด ที่ ๓๖๐ A. ๑๐๐ %)

<u>สรุป เห็นควรพิจารณาให้มีการขยายเขตไฟฟ้า ปรับย้ายหม้อแปลงไฟฟ้า โดยเพิ่มขนาดใหม่ และปรับปรุงสายจำหน่ายแรงต่ำ เนื่องจากเมื่อพิจารณา มีการก่อสร้างอาคารเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ภาระโหลดทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และหม้อแปลงไฟฟ้าเดิม ๒๕๐ kVA ที่มีอยู่ไม่เพียงพอ</u>

หนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า

เลขที่ กฟภ.409.18/0265067988446 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอห้วยทับทัน

เรื่อง แจ้งค่าไฟฟ้า วันที่ 30 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

เรียน ท่านผู้ใช้ไฟฟ้า โรงพยาบาล อ.ห้วยทับทัน

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ขอแจ้งค่าไฟฟ้าประจำเดือน 03/2562 ตามรายละเอียดดังนี้

รหัสการไฟฟ้า	หมายเลขผู้ใช้ไฟฟ้า	รหัสเครื่องวัด	ประเภทอัตรา	แรงดัน	ตัวคูณ	วันที่อ่านหน่วย
40205	9802 030011537439	23066100	3224	22-33 KV	50	28/03/62

		เลขอ่านครั้งหลัง	เลขอ่านครั้งก่อน	กิโลวัตต์ / หน่วย / กิโลวาร์	จำนวนเงิน (บาท)
พลังไฟ +2%	P	364.576	340.797	192.73	25,619.60
(กิโลวัตต์)	OP	318.757	315.497	166.26	
	H	279.664	277.039	133.88	
พลังงานไฟฟ้า	P	45625.280	45014.570	31146.21	130,312.63
(หน่วย)	OP	22182.090	21914.980	13622.61	66,857.78
	H	25368.210	25131.830	12055.38	
กิโลวาร์		117.301	114.074	61.35	

ค่าบริการ 312.24 บาท ได้รับการอุดหนุน 0.00 บาท 312.24

รวมเงินค่าไฟฟ้าฐาน 223,102.25

ค่า Ft ระบบผลิต (บาท/หน่วย)	-0.1160
ค่า Ft ระบบส่ง (บาท/หน่วย)	0.0000
ค่า Ft ระบบจำหน่าย (บาท/หน่วย)	0.0000
รวมค่า Ft (บาท/หน่วย)	-0.1160
หน่วยที่คิดค่า Ft (หน่วย)	56,824.20
รวมจำนวนเงินค่า Ft (บาท)	-6,591.61

	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าไฟฟ้าฐาน	223,102.25
ค่าไฟฟ้า + ค่า Ft	216,510.64
ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	
รวมเงินค่าไฟฟ้า	216,510.64
ภาษีมูลค่าเพิ่ม %	15,155.74
รวมเงินที่ต้องชำระ	231,666.38

	ระบบผลิต (บาท)	ระบบส่ง (บาท)	ระบบจำหน่าย (บาท)
ค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด			25,619.60
ค่าพลังงานไฟฟ้า	175,041.03	22,129.38	
การอุดหนุนค่าไฟฟ้า			
ค่า Ft	-6,591.61		

|0208115574621803600000008316663864|

รวมเงินที่ต้องชำระ (สองแสนสามหมื่นหนึ่งพันหกร้อยหกสิบหกบาทสามสิบแปดสตางค์)

โปรดชำระเงินภายในวันที่ 18 เม.ย. 2562

หมายเหตุ โปรดชำระเงินที่สำนักงานการไฟฟ้าเท่านั้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดชำระเงินภายในวันที่กำหนดต่อไปด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

ได้รับหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้าแล้วเมื่อวันที่ .....

(ลงชื่อ) ..... ผู้ใช้ไฟฟ้าหรือตัวแทน

(.....)

โทร. .....

(ลงชื่อ) .....

(นางสาวนภาภร ...สุขนผล...)

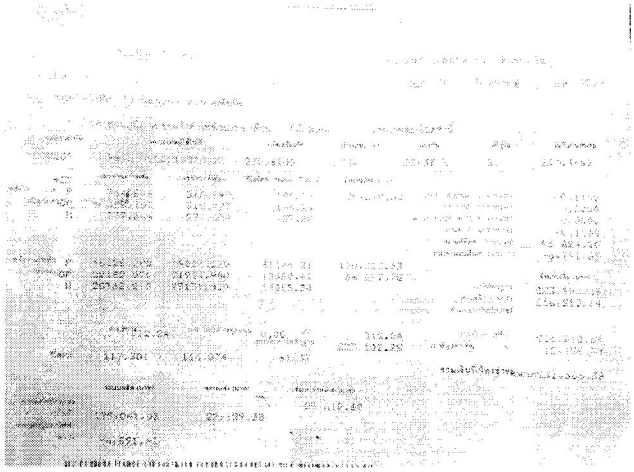
ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกบัญชีและการเงิน

กง. 119-ร.49

A0014279

รายการคำนวณ ค่าพิกัดกำลังไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และพิกัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดในปัจจุบัน เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบประมาณการระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลห้วยทับทัน อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ
๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๒

รายการคำนวณพิกัดไฟฟ้าจากบิลค่าไฟของโรงพยาบาลห้วยทับทัน คิดค่าพิกัด กระแสไฟฟ้าสูงสุด % พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า PF



จากบิลค่าไฟฟ้าพิจารณา
(๑) ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด คิดที่ P = ๑๙๒.๗๓ kW.
(๒) ค่าพลังงานไฟฟ้า (PF) =๖๑.๒๖ kVAR
หาค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ kVA ได้ดังนี้
kVA^๒ = (kVAR^๒) + (kw^๒)
kVA = square root (kVAR^๒) + (kW^๒)
พิกัดกำลังไฟฟ้าปรากฏ = ๒๐๒.๒๕ kVA (จากขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าลูกปัจจุบัน ๒๕๐ kVA.)

ถ้าให้ หม้อแปลงไฟฟ้าของสถานที่แห่งนี้ มีขนาด ๒๕๐ kVA จะได้พิกัด% กำลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงลูกนี้ ได้คือ
(kVA ใช้งาน * ๑๐๐) */kVA จริง = (๒๐๒.๒๕ *๑๐๐) /๒๕๐๐
พิกัด % ใช้งานของหม้อแปลงลูกปัจจุบัน ๒๕๐ kVA. = ๘๐.๙%

ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า PF = kW/kVA
พิกัดค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า PF = ๐.๙๕

พิกัดกระแสไฟฟ้าสูงสุด = Pmax / square root๓ * Vl * PF ; คิด PF = ๐.๖๘ . Vl= ๔๐๐V.
พิกัดกระแสไฟฟ้าใช้งานสูงสุด = ๒๙๒.๒๘ A (พิกัดสูงสุด ที่ ๓๖๐ A. ๑๐๐ %)

<u>สรุป เห็นควรพิจารณาให้มีการขยายเขตไฟฟ้า ปรับย้ายหม้อแปลงไฟฟ้า โดยเพิ่มขนาดใหม่ และปรับปรุงสายจำหน่ายแรงต่ำ เนื่องจากเมื่อพิจารณา มีการก่อสร้างอาคารเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ภาระโหลดทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และหม้อแปลงไฟฟ้าเดิม ๒๕๐ kVA ที่มีอยู่ไม่เพียงพอ</u>

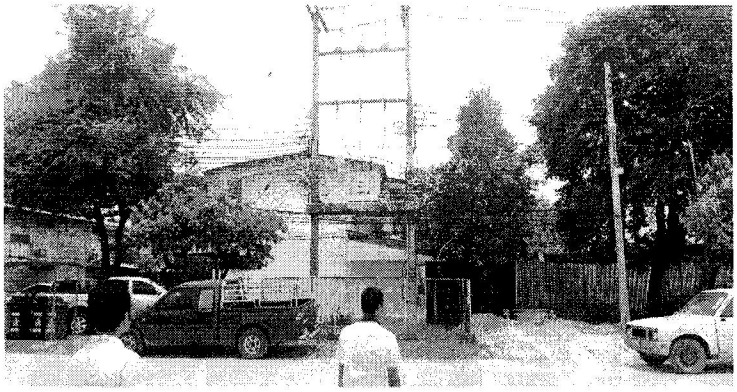
ภาพการดำเนินการ

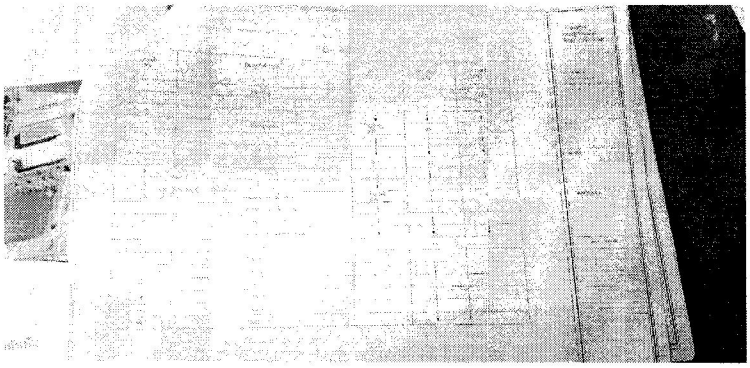
การสำรวจและประมาณการออกแบบระบบไฟฟ้า

รายการหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลโวล์ทแอมแปร์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้า

โรงพยาบาลห้วยทับทัน อำเภอห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ

๒๒ พฤษภาคม ๒๕๖๒





สำเนาคู่ฉบับ

ที่ สธ ๐๗๒๔/๗๗๑

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐
ถ.โรงเรียนอุบลปัญญานุกูล ต.ขามใหญ่
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๔ มิถุนายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอส่งรายงานการตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลห้วยทับทัน

อ้างถึง หนังสือโรงพยาบาลห้วยทับทัน ที่ ศก ๐๐๓๒.๓๐๑/๒๐๔ ลงวันที่ ๕ มีนาคม ๒๕๖๒

สิ่งที่ส่งมาด้วย (๑) รายงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล จำนวน ๑ แผ่น
(๒) ยกร่างรายการประกอบแบบ จำนวน ๑๘ แผ่น

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงพยาบาลห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ ขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่และทางสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นลงเรียบร้อยแล้วนั้น

ในการนี้ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี จึงขอส่งรายงานตรวจสอบระบบไฟฟ้าฯ และยกร่างรายการประกอบแบบระบบไฟฟ้า โรงพยาบาลห้วยทับทัน จ.ศรีสะเกษ ดังรายละเอียดตามสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อพิจารณาดำเนินการต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสัมพันธ์ มุณีรัตน์)
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี

กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์
โทรศัพท์. ๐-๔๕๒๕-๑๗๔๙
โทรสาร. ๐-๔๕๒๕-๑๗๔๘
ผู้ประสานงาน นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ โทรศัพท์.๐๖๑-๐๒๙-๑๗๗๑

สำเนาคู่ฉบับ

ที่ สธ ๐๗๒๔/ว๑๗

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๐
ถ.โรงเรียนอุบลปัญญานุกูล ต.ขามใหญ่
อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ๓๔๐๐๐

๔ มิถุนายน ๒๕๖๒

เรื่อง แจ้งรายชื่อเจ้าหน้าที่ร่วมเป็นคณะกรรมการฯ

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลห้วยทับทัน

อ้างถึง หนังสือโรงพยาบาลห้วยทับทัน ที่ ศก ๐๐๓๒.๓๐๑/๒๐๔ ลงวันที่ ๕ มีนาคม ๒๕๖๒

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงพยาบาลห้วยทับทัน จังหวัดศรีสะเกษ แจ้งว่าได้รับจัดสรรงบประมาณตามรายการแผนงบค่าเสื่อม ปีงบประมาณ ๒๕๖๒ รายการหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กิโลโวลท์แอมป์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบงานระบบไฟฟ้าเปลี่ยนสายแรงสูงติดตั้งมิเตอร์แรงสูง และปรับปรุงสายไฟฟ้าจากหม้อแปลงถึงจุดจ่าย จำนวน ๑ ชุด ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กิโลวัตต์ จำนวน ๑ เครื่อง โดยขอความอนุเคราะห์เจ้าหน้าที่สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อร่วมเป็นคณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะและราคากลาง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุนั้น

ในการนี้ สำนักงานฯขอแจ้งรายชื่อเจ้าหน้าที่ร่วมเป็นคณะกรรมการ ดังนี้

๑. นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
ร่วมเป็นกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะและราคากลาง
๒. นายธนพล นาบับ ตำแหน่งนายช่างเทคนิคชำนาญงาน
ร่วมเป็นกรรมการตรวจรับพัสดุ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสัมพันธ์ มุณีรัตน์)
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๐ จังหวัดอุบลราชธานี

กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์
โทรศัพท์. ๐-๔๕๒๕-๑๗๔๙
โทรสาร. ๐-๔๕๒๕-๑๗๔๘
ผู้ประสานงาน นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ โทรศัพท์.๐๖๑-๐๒๙-๑๗๗๑