กปภ.04-2558
มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า

หมวด ก มาตรฐานคุณภาพ

หมวด ข ระบบมาตรฐานความปลอดภัย

หมวด ค การติดตั้งและทดสอบระบบไฟฟ้า

คำนำ

การประปาส่วนภูมิภาค โดยสายงานรองผู้ว่าการ(วิชาการ) ได้จัดทำมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.01-2550 กปภ.02-2550 กปภ.03-2545 กปภ.04-2545 กปภ.05-2545 และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง ปี 2550 โดยได้ประกาศใช้มาตั้งแต่ ปี 2545 และปี 2550 บางส่วนจนถึงปีปัจจุบัน นับเป็นเวลานานที่ใช้มาตรฐานงานก่อสร้างและแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างดังกล่าว

หน่วยงานในสายงานรองผู้ว่าการ(วิชาการ) จึงมีความเห็นตรงกันว่าถึงเวลาอันสมควรที่จะปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างทั้ง 5 หมวด และปรับปรุงแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างไปในคราวเดียวกัน จึงได้เสนอเรื่องดังกล่าวตามสายงานโดยผู้ว่าการการประปาส่วนภูมิภาค ได้มีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานขึ้น 1 ชุด จำนวน 16 ท่าน และได้แต่งตั้งคณะทำงานชุดย่อยจำนวน 6 ชุด รวม 54 ท่าน เพื่อดำเนินการปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างให้สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์

บัดนี้ คณะทำงานฯ ได้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างเดิม พร้อมจัดทำแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างแล้วเสร็จ ดังนี้

1. กปภ.01 : มาตรฐานงานก่อสร้างทั่วไป
2. กปภ.02 : มาตรฐานงานวางท่อทั่วไป
3. กปภ.03 : มาตรฐานงานระบบเครื่องสูบน้ำ และเครื่องต้นกำลัง
4. กปภ.04 : มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า
5. กปภ.05 : มาตรฐานงานระบบจ่ายสารเคมี
6. แบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง

คณะทำงานฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานงานก่อสร้างทั้ง 5 หมวด และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างนี้จะสามารถเป็นแนวทางหรือเป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในสายงานการประปาส่วนภูมิภาคและหน่วยงานอื่นๆ เพื่อให้งานก่อสร้างในหมวดต่างๆ สามารถก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล ทั้งนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใดในเอกสารทั้ง 5 หมวด และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้างดังกล่าว คณะทำงานฯต้องขออภัยและขอน้อมรับไว้เพื่อทำการปรับปรุงในคราวต่อไป

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง
และแบบมาตรฐานประกอบงานก่อสร้าง

รายชื่อคณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 658/2557 สั่ง ณ วันที่ 30 เมษายน 2557

นายเธียรชัย	ประมูลมาก	ผู้ช่วยผู้ว่าการ(วิชาการ)	ประธานคณะทำงาน
นางสาวสุวิมล	ผดุงธนมงคล	ผู้อำนวยการการประปาส่วนภูมิภาคเขต 4	รองประธานคณะทำงาน
นายวุฒินันท์	โพธิ์ทองนาค	ผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายทวีวัฒน์	นิ่มวรพันธุ์	ผู้อำนวยการฝ่ายควบคุมการก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายสมบูรณ์	หาญสกุลดี	ผู้อำนวยการกองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะทำงาน
นายพรพิชัย	อำไพ	ผู้อำนวยการกองจัดเตรียมโครงการ 2	คณะทำงาน
นายอนุวัฒน์	เนตรขำ	ผู้อำนวยการกองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายปกิต	ภาคธรรม	ผู้อำนวยการกองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายภูชัย	สัปปพันธ์	ผู้อำนวยการกองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะทำงาน
นายวาณิชย์	อิ่มเอม	ผู้อำนวยการกองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายวิทยา	สามสุวรรณ	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1	คณะทำงาน
นายเจษฎา	ชูชาญ	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 1	คณะทำงาน
นายชัยฤทธิ์	จูสกุลวิจิตร์	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 2	คณะทำงาน
เรือโท ประจักร์	จิตรีพิทย์	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 2	คณะทำงาน
นายนาวิน	วิริยะโยธิน	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 3 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะทำงาน
นายสุวิทย์	เหลืองรัชพันธุ์	ผู้อำนวยการกองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงานและเลขานุการ

รายชื่อคณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ชุดย่อยที่ 1 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.01 งานก่อสร้างทั่วไป
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

นายภูชัย	สัปปพันธ์	ผู้อำนวยการกองควบคุมการก่อสร้าง 1	ประธานคณะทำงาน
นายวิทยา	สามสุวรรณ	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 1	คณะทำงาน
นายปริญญา	ยันตพร	สถาปนิก 9 รักษาการหัวหน้างานสถาปัตยกรรม 1 กองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะทำงาน
นายชาตรี	เรืองธนันต์รักษ์	หัวหน้างานวิศวกรรมโครงสร้าง กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายนาวิน	วิริยะโยธิน	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 3 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะทำงาน
นายประยูร	ศิรธนาสวัสดิ์	หัวหน้างานโครงการก่อสร้าง 1 กองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1	คณะทำงาน
นายณัฐกานต์	ช่วงชิง	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 2 กองควบคุมการก่อสร้าง 3	คณะทำงาน
นายวิชัย	จันทร์ไทย	หัวหน้างานประมาณราคาโยธาและสถาปัตยกรรม กองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายจักรี	บุญสว่าง	วิศวกร 5 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายทรงวุฒิ	สุวรรณศิริกุล	หัวหน้างานมาตรฐานระบบประปา กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงานและเลขานุการ

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ชุดย่อยที่ 2 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.02 งานวางท่อทั่วไป
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

นายบุญส่ง	ศรีวิเชียร	ผู้อำนวยการกองควบคุมการก่อสร้าง 3	ประธานคณะทำงาน
นายวิทยา	สามสุวรรณ	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1	คณะทำงาน
นายสิงห์ชัย	อินทพิชัย	ผู้อำนวยการกองแผนและวิชาการ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 4	คณะทำงาน
นายนพดล	เฉลิมชัยรัตนกุล	หัวหน้างานออกแบบระบบท่อ 2 กองจัดเตรียมโครงการ 2	คณะทำงาน
นายอมร	กระจายศรี	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 4 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะทำงาน
นายพลภัทร	ภาพีรนนท์	หัวหน้างานประมาณราคาระบบท่อประปา 1 กองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายสุรเดช	โพธินามทอง	หัวหน้างานบริหารโครงการ 1 กองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะทำงาน
นายวัฒนา	จิตจำรัส	หัวหน้างานทดสอบผลิตภัณฑ์ท่อและอุปกรณ์ กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายชาญชัย	หวังกิจวรกานต์	หัวหน้างานบริการและควบคุมน้ำสูญเสีย 1 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาชลบุรี	คณะทำงาน
นายภาษิต	พันลำ	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 1 กองควบคุมการก่อสร้าง 3	คณะทำงาน
นายณฐนน	มีสุวรรณ	วิศวกร 6 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงานและเลขานุการ

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ชุดย่อยที่ 3 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.03 งานติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่องต้นกำลัง
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

นายอนุวัฒน์	เนตรขำ	ผู้อำนวยการกองออกแบบวิศวกรรม	ประธานคณะทำงาน
นายพงศ์เสถียร	การะยะ	หัวหน้างานทดสอบระบบเครื่องกล กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายชุษณะ	นิลกำแหง	หัวหน้างานวิศวกรรมเครื่องกล กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายธงชัย	แสงเจือ	หัวหน้างานประมาณราคาเครื่องกลและไฟฟ้า กองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายสุทธิศักดิ์	ศรีหอม	หัวหน้างานบำรุงรักษา กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 2	คณะทำงาน
นายไพบูลย์	พลอยหิน	นายช่างเครื่องกล 7 กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายสัจจพงศ์	ร่วมจิต	วิศวกร 5 กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 1	คณะทำงาน
นายณรงค์ศักดิ์	แก้วเขียว	วิศวกร 5 กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค เขต 3	คณะทำงาน
นายพุทธพงษ์	บุญเกิด	วิศวกร 4 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายภิญโญ	งามชาติตระกูล	หัวหน้างานผลิตภัณฑ์ท่อและครุภัณฑ์ กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงานและเลขานุการ

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ชุดย่อยที่ 4 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.04 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

นายเจษฎา	ชูชาญ	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 1	ประธานคณะทำงาน
นายวาณิชย์	อิ่มเอม	ผู้อำนวยการกองเทคนิคก่อสร้าง กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายบุญเลิศ	เกษร	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 10	คณะทำงาน
นายทรงพล	พนาลิกุล	หัวหน้างานเทคโนโลยีควบคุมผลิต กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 7	คณะทำงาน
นายไพศาล	มากเจริญ	หัวหน้างานวิศวกรรมไฟฟ้าและระบบควบคุม กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายวรรณภพ	ทองขาว	หัวหน้างานทดสอบระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายจิรศักดิ์	ซาวคำ	วิศวกร 6 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายสุรศักดิ์	สะรีมัด	วิศวกร 5 กองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายชยกฤติ	กลายกลาง	ช่างไฟฟ้า 4 กองประมาณราคา	คณะทำงาน
น.ส.เนตรชนก	ทรัพย์มณี	วิศวกร 4 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายทวีศักดิ์	ขุนแขวง	วิศวกร 5 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงานและเลขานุการ

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ชุดย่อยที่ 5 ปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้าง กปภ.05 งานติดตั้งเครื่องจ่ายสารเคมี
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

นายวิธร	มาเอียด	ผู้อำนวยการกองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 9	ประธานคณะทำงาน
นายประเสริฐ	มุดาสา	ผู้อำนวยการกองฝึกอบรมภูมิภาค 3 กองฝึกอบรมภูมิภาค 3	คณะทำงาน
น.ส.รัตนา	พลอิสริยะกุล	หัวหน้างานสารสนเทศคุณภาพน้ำ กองควบคุมคุณภาพน้ำ	คณะทำงาน
นายธงชัย	แสงเจือ	หัวหน้างานประมาณราคาเครื่องกลและไฟฟ้า กองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายภิญโญ	งามชาติตระกูล	หัวหน้างานผลิตภัณฑ์ท่อและครุภัณฑ์ กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายไพบูลย์	พลอยหิน	นายช่างเครื่องกล 7 กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายอารีย์	หมัดนิกร	วิศวกร 5 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายณัฐศาสตร์	ทีทองแดง	วิศวกร 5 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
น.ส.ธารวดี	ธีระวิภาค	วิศวกร 4 กองออกแบบวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายจีรวัฒน์	มุกดา	วิศวกร 7 รักษาการหัวหน้างานบำรุงรักษา กองระบบผลิตและควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 9	คณะทำงานและเลขานุการ

คณะทำงานปรับปรุงมาตรฐานงานก่อสร้างและแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ชุดย่อยที่ 6 ปรับปรุงแบบประกอบมาตรฐานงานก่อสร้าง
ตามคำสั่งการประปาส่วนภูมิภาคที่ 1290/2557 สั่ง ณ วันที่ 12 กันยายน 2557

นายสุวิทย์	เหลืองรัชพันธุ์	ผู้อำนวยการกองมาตรฐานวิศวกรรม	ประธานคณะทำงาน
นายพรพิชัย	อำไพ	ผู้อำนวยการกองจัดเตรียมโครงการ 2	คณะทำงาน
นายทรงธรรม	สุวรรณศิริกุล	หัวหน้างานออกแบบระบบท่อ 1 กองจัดเตรียมโครงการ 1	คณะทำงาน
นายสุธี	สุทธิสุนทร	หัวหน้างานควบคุมการก่อสร้าง 1 กองควบคุมการก่อสร้าง 1	คณะทำงาน
นายวิชัย	จันทร์ไทย	หัวหน้างานประมาณราคาโยธาและสถาปัตยกรรม กองประมาณราคา	คณะทำงาน
นายชาญชัย	หวังกิจวรกานต์	หัวหน้างานบริการและควบคุมน้ำสูญเสีย 1 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาชลบุรี	คณะทำงาน
นายสืบสกุล	ศรีนาค	นายช่างโยธา 7 กองเทคนิคก่อสร้าง	คณะทำงาน
นายภูชิต	โพนทัน	วิศวกร 5 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงาน
นายวิชญ์พงศ์	ชำนาญศิลป์	วิศวกร 6 กองมาตรฐานวิศวกรรม	คณะทำงานและเลขานุการ

สารบัญ

หมวด ก มาตรฐานคุณภาพ 1
1. มาตรฐานหม้อแปลงไฟฟ้า 2
1.1 มาตรฐาน 2
1.2 รายละเอียดทางเทคนิค 2
1.3 อุปกรณ์ประกอบ 3
1.4 การทดสอบ 3
2. มาตรฐานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 4
2.1 รายละเอียดทั่วไป 4
2.2 รายละเอียดทางเทคนิคเครื่องยนต์ 5
2.3 รายละเอียดทางเทคนิคเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6
2.4 รายละเอียดทางเทคนิคแผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6
2.5 การทดสอบ รับประกัน และบริการ 7
2.6 สวิตช์สับเปลี่ยนทางอัตโนมัติ 7
2.6.1 การเดินสายไฟฟ้า และสายควบคุม 8
2.6.2 การดำเนินการ 8
3. มาตรฐานตู้สวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ 9
3.1 ข้อกำหนดทั่วไป 9
3.2 มาตรฐาน 9
3.3 คุณสมบัติผู้ผลิตตู้สวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ 10
3.3.1 พิกัดแรงดันไฟฟ้า 10
3.3.2 พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งาน 10
3.3.3 ระบบเครือข่าย 10
3.3.4 พิกัดแรงดันไฟฟ้าของฉนวน 10
3.4 การสร้าง 10
3.5 Busbar 14
3.6 การเดินสายไฟขนาดเล็ก 14
3.7 แผงต่อสาย 15
3.8 การทดสอบจากโรงงาน 15
3.9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบในตู้ 16
3.9.1 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม 16
3.9.2 ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ 17
3.9.3 การป้องกันฟ้าผ่า 18

สารบัญ (ต่อ)

4. มาตรฐานมอเตอร์ สตาร์ทเตอร์ 18

4.1 ซอฟท์สตาร์ทเตอร์ 19

4.1.1 คุณสมบัติทั่วไป 19

4.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค 19

4.1.3 ระบบการป้องกันมอเตอร์และการป้องกันภายในตัว Soft Starter 20

4.1.4 การใช้งาน 21

4.2 Variable Speed Drive 21

4.2.1 คุณสมบัติทั่วไป 21

4.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิค 21

5. มาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าและทางเดินสายไฟฟ้า 23

5.1 มาตรฐานสายไฟฟ้า 23

5.1.1 ข้อกำหนดทั่วไป 23

5.1.2 การส่งตัวอย่าง 23

5.1.3 สายไฟฟ้ากำลัง 23

5.1.4 สายควบคุม 23

5.1.5 สายไฟฟ้าของเครื่องวัด 23

5.1.6 สี 23

5.2 มาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าและทางเดินสายไฟฟ้า 24

5.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป 24

5.2.2 มาตรฐาน 24

5.2.3 กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย 25

5.2.4 Cable Tray 25

5.2.5 Cable Ladder 25

5.2.6 Wire Way 25

6. มาตรฐานเครื่องมือวัดและควบคุม 26

6.1 ข้อกำหนดทั่วไป 26

6.2 เครื่องมือวัดและควบคุม 26

(1) โวลต์มิเตอร์ 26

(2) แอมป์มิเตอร์ 26

(3) กิโลวัตต์มิเตอร์ 27

(4) กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 27

(5) หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัด 27

สารบัญ (ต่อ)

(6) Phase Monitor Relay 28
(7) Hour Counter Meter 28
(8) สวิตช์เลือก 28
(9) ไฟสัญญาณ 28
6.3 Digital Motor Protection Relay 28
6.3.1 คุณสมบัติทั่วไป 29
6.3.2 คุณสมบัติฟังก์ชั่นการป้องกันมอเตอร์ 29
6.4 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า 29
7. มาตรฐานมอเตอร์ไฟฟ้า 31
7.1 มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ 31
7.1.1 คุณสมบัติ 31
7.1.2 ป้ายแสดงรายละเอียดของมอเตอร์ไฟฟ้า 32
7.1.3 เอกสารที่ผู้รับจ้างต้องยื่นขอใช้งาน 33
8. มาตรฐานระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้า 33
8.1 ข้อกำหนดทั่วไป 33
8.2 ดวงโคม หลอดไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ 33
8.2.1 สวิตช์ 33
8.2.2 เต้ารับไฟฟ้าชนิดคู่ 33
8.2.3 โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ 34
8.2.4 โคมไฟฟ้าติดเสาไฟฟ้า 34
9. มาตรฐานข้อกำหนดของระบบควบคุมอัตโนมัติ 34
9.1 สัญญาณอินพุต 34
9.2 สัญญาณตรวจสอบการไหลของน้ำ 35
9.3 สัญญาณที่เกิดจากสวิตช์ในตู้ควบคุมหรือชุดประตูน้ำไฟฟ้า 35
9.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลและสั่งการระบบควบคุมอัตโนมัติ 35
9.4.1 Relay 35
9.4.2 PLC 36
9.4.3 Smart Relay 36
9.4.4 ไมโครคอนโทรเลอร์ 36
9.5 สัญญาณเอาต์พุต 36

สารบัญ (ต่อ)

หมวด ข ระบบมาตรฐานความปลอดภัย 37
1. มาตรฐานระบบการต่อลงดิน 37
1.1 มาตรฐานอ้างอิง 37
1.2 มาตรฐานอุปกรณ์ 37
1.3 ความต้องการทั่วไป 38
1.3.1 มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน 38
1.3.2 มาตรฐานตัวนำสำหรับต่อลงดินหรือสายดิน 39
2. มาตรฐานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 41
2.1 ข้อกำหนดทั่วไป 41
2.2 อุปกรณ์ในระบบ 41
2.3 การเดินสายตัวนำ 42
2.3.1 ทั่วไป 42
2.3.2 สายไฟฟ้าที่ใช้ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 42
2.3.3 สีของสายไฟฟ้าและการทำเครื่องหมายช่องเดินสาย 42
2.3.4 การต่อสาย 42
2.3.5 ชนิดของสายไฟฟ้า 43
2.4 การทดสอบ 43
3. มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า 44
3.1 ข้อกำหนดทั่วไป 44
3.2 มาตรฐานอ้างอิง 44
3.3 ความต้องการด้านเทคนิค 44
3.4. การติดตั้ง 46
3.5 การส่งมอบงาน 46
4. มาตรฐานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด 47
4.1 ข้อกำหนดทั่วไป 47
4.2 ระบบต้องประกอบไปด้วย 47
4.2.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับติดตั้งภายในอาคาร 47
4.2.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร 47
4.2.3 เครื่องบันทึกภาพ 47

สารบัญ (ต่อ)

หมวด ค การติดตั้งและทดสอบระบบไฟฟ้า 48
1. ข้อกำหนดทั่วไป 48
1.1 ขนาดของอุปกรณ์ต่างๆ 48
1.2 การทำเครื่องหมายสำหรับอุปกรณ์ 48
1.3 วัสดุ 49
1.4 ตัวแทนผู้รับจ้าง 49
1.5 การทดสอบ 49
2. ความหมายที่กำหนดในแบบแปลน 49
3. แบบแสดงรายละเอียดเพื่อทำการติดตั้ง 50
3.1 Shop Drawing พร้อมทั้งรายการคำนวณ 50
3.2 แบบแสดงรายละเอียดที่ทำการติดตั้งจริง 51
4. การติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า 52
4.1 ข้อกำหนดทั่วไป 52
4.2 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม 52
4.3 ระบบเครื่องมือวัด 53
4.4 การเตรียมช่องเปิดและปลอก 53
5. การเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ 53
5.1 การเดินสายไฟฟ้า 53
5.2 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า 55
5.3 การติดตั้งกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย 56
5.4 การติดตั้งและการเดินสาย ในรางเดินสายไฟฟ้า 56
6. การติดตั้งและทดสอบการต่อลงดิน 57
7. งานปรับปรุงของเดิม 58
7.1 ขอบข่ายงาน 58
7.2 วัตถุประสงค์ทั่วไป 58
8. ข้อกำหนดและมาตรฐานอ้างอิง 58
เอกสารอ้างอิง 59

สารบัญตาราง

ตาราง 1 ขนาดสายต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้า (SYSTEM GROUND) 39

ตาราง 2 ขนาดสายต่อหลักดินสำหรับบริภัณฑ์ (EQUIPMENT GROUND) 40

ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน สำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ 54

กปภ.04-2558 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า

หมวด ก มาตรฐานคุณภาพ

ขอบข่าย

ข้อกำหนดต่อไปนี้ให้ใช้สำหรับระบบไฟฟ้าทุกชนิดที่ใช้ในกิจการของการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) รวมถึงงานติดตั้งระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย

หมวด ก มาตรฐานคุณภาพ
หมวด ข ระบบมาตรฐานความปลอดภัย
หมวด ค การติดตั้งและทดสอบระบบไฟฟ้า

สำหรับมาตรฐานอ้างอิงที่ปรากฏใน กปภ.04-2558 ฉบับนี้ หากมีการปรับปรุงหรือแก้ไขเพิ่มเติมประการใดก่อนวันทำสัญญาให้ใช้มาตรฐานฉบับล่าสุดของมาตรฐานอ้างอิงประเภทนั้นๆ

ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัสดุที่ผลิตในประเทศไทยและกิจการของคนไทย ตามกฎเกณฑ์ที่ระบุในระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุฉบับล่าสุดก่อนวันทำสัญญา

ระบบไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ จะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการทดสอบของ กปภ.04-2558 ฉบับนี้

ผู้รับจ้างจะเสนอมาตรฐานคุณภาพที่สูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานได้ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง

1. มาตรฐานหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

1.1 มาตรฐาน

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องได้รับการผลิตและทดสอบตามมาตรฐานฉบับล่าสุดของ IEC 60076, ANSI/IEEE C57.12, มอก.384 ฉบับปีล่าสุดหรือมาตรฐานเทียบเท่าที่ได้รับความเห็นชอบ ผู้ผลิตจะต้องมีระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001, ระบบบริหารสิ่งแวดล้อม ISO 1400 และมีผลการทดสอบลัดวงจร (Short Circuit Test) ซึ่งได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือตลอดจนได้รับใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ติดตั้ง จะต้องมีขนาดและลักษณะสำคัญตามค่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ โดยเป็นค่าที่ประกอบการติดตั้งใช้งานที่ระดับความสูง 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิปกติเฉลี่ยสูงสุด 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 90 %

(1) ชนิด : หม้อแปลงชนิดจุ่มในน้ำมัน เติมน้ำมันเต็มไม่มีโพรงอากาศ ใช้งานภายนอกอาคาร Hermetically Sealed Type

(2) ชนิดการระบายความร้อน : ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ONAN)

(3) จำนวนเฟส : 3

(4) ขนาดพิกัด : ระบุในแบบ

(5) ความถี่ : 50 เฮิรตซ์

(6) พิกัดแรงดัน

- ด้านแรงสูง : 22 หรือ 33 กิโลโวลต์ (กฟภ)
  : 12/24 หรือ 24 กิโลโวลต์ (กฟน.)
- ด้านแรงต่ำ : 400/230 โวลต์ (กฟภ.)
  : 416/240 โวลต์ (กฟน.)

(7) เวคเตอร์กรุ๊ป : Dyn 11 (กฟภ.), Dyn1 (กฟน.)

(8) แท๊ฟปรับแรงดันด้านแรงสูง : ±2 x 2.5% (กฟภ.)
: -4 x 2.5% (กฟน.)

(9) ค่าความสูญเสียของหม้อแปลงที่ชุดขดลวดเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัด
: ไม่เกิน 1.5 % (Rated Capacity) ที่ 75องศาเซลเซียส

(10) อิมพิแดนซ์หม้อแปลง : 4 % สำหรับ (50 - 630 กิโลโวลต์แอมแปร์)
: 6 % สำหรับ (800-2500 กิโลโวลต์แอมแปร์)

(11) Basic insulation level : 125 กิโลโวลต์ สำหรับระบบไฟ 12/24, 22, 24 กิโลโวลต์

: 170 กิโลโวลต์ สำหรับระบบไฟ 33 กิโลโวลต์

(12) ค่าอุณภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อจ่ายโหลดต่อเนื่องที่พิกัดหม้อแปลง

- ในชุดขดลวด : ไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส
- Top Oil : ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

(13) Hottest Spot Winding Temp Rise : ไม่เกิน 85 องศาเซลเซียส

1.3 อุปกรณ์ประกอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละเครื่องจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์เหล่านี้

(1) H.V. Connection Terminal

(2) L.V. Connection Bar

(3) Arcing Horns (Stainless Steel)

(4) Tap Changer

(5) Name Plate

(6) Lifting Lugs

(7) Earthing terminal

(8) Lifting Eyes

(9) Oil Check Valve

(10) Oil Filling Pipe

(11) Oil Thermometer With Alarm And Trip Contact (ตั้งแต่ 1,000 กิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไป)

(12) อุปกรณ์นอกเหนือจากที่ระบุให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

(13) Cable Box กรณีหม้อแปลงตั้งพื้น

1.4 การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งต้องเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าได้รับการผลิตและประกอบสำเร็จที่โรงงานผู้ผลิตและหม้อแปลงไฟฟ้าดังกล่าวจะต้องผ่านการทดสอบต่างๆ โดยมีใบรับรองผลการทดสอบ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะนำมาติดตั้งจะต้องผ่านการทดสอบตามรายการที่ระบุจากโรงงานผู้ผลิตพร้อมกับการผ่านการตรวจสอบสภาพความพร้อมใช้งานจากการไฟฟ้าฯที่รับผิดชอบพื้นที่

Routine Tests

(1) Insulation Resistance Test

(2) Applied Potential Test

(3) Induced Potential Test

(4) Ratio Test on The Rated Voltage Connections and on All Tap Connection

(5) Polarity and Phase-relation Test

(6) No-load Loss & Exciting Current

(7) Full-load Loss & Impedance Voltage

(8) Oil Test

2. มาตรฐานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set)

2.1 รายละเอียดทั่วไป

2.1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้กำลังไฟฟ้าแบบสำรองไฟ (Prime Rated) โดยมีขนาดตามที่ระบุในแบบ ที่ 400/230 V 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8

2.1.2 เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าติดตั้งภายนอกอาคารแบบชุดตู้ครอบเก็บเสียง ระดับเสียงต้องไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร รอบเครื่องขณะเดินเครื่องที่เต็มพิกัด และต้องประกอบสำเร็จรูปทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตจากต่างประเทศที่ได้รับการประกันคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 พร้อมแสดงหลักฐานใบรับรองมาตรฐานในวันยื่นพิจารณา

2.1.3 เครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ Radiator ขับต่อกันแบบต่อตรง ติดตั้งอยู่บนแผ่นยางรองกันสะเทือนบนฐานเหล็กเดียวกันเพื่อลดความสั่นสะเทือน โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อื่นเพิ่มเติมในการติดตั้ง ออกแบบจากโรงงานผู้ผลิต

2.1.4 เครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน เป็นรุ่นที่ผลิตขึ้นในปัจจุบัน และโรงงานผู้ประกอบต้องได้รับการแต่งตั้ง OEM Certificate จากเครื่องยนต์และอัลเทอร์เนเตอร์ที่นำมาประกอบอย่างถูกต้อง

2.1.5 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอในโครงการนี้ ทั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิต หรือบริษัทสาขาของผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี

2.1.6 ตัวแทนจำหน่ายในประเทศต้องมีประสบการณ์งานด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ และจดทะเบียนเพื่อประกอบธุรกิจงานด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปีเพื่อคุณภาพในการทำงานและบริการ ตัวแทนจำหน่ายต้องเป็นบริษัทได้รับการประกันคุณภาพด้านการขาย ติดตั้ง และบริการ ตามมาตรฐาน ISO 9001

2.2 **รายละเอียดทางเทคนิคเครื่องยนต์** (Engine)

2.2.1 เครื่องยนต์ดีเซลแบบ Vertical In Line 4 Stroke, จำนวนสูบและกำลังของเครื่องยนต์มีขนาดที่เหมาะสม ระบบ Turbocharged ระบบควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น Direct Injection แบบล่าสุดจากโรงงานผลิต ที่ 1,500 รอบต่อนาที ตามมาตรฐานของ ISO, BS, SAE

2.2.2 ระบบระบายความร้อน เป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำโดยใช้ปั๊ม เพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนในส่วนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยหม้อน้ำ พัดลม และ Thermostat Valve เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิใช้งานของระบบระบายความร้อน (Cooling System)

2.2.3 ระบบควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์ใช้ Governor แบบ Electronic

2.2.4 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ใช้มอเตอร์สตาร์ทแบบไฟตรง พร้อมแบตเตอรี่ชนิดกรดกำมะถัน-ตะกั่ว (Lead Acid Type) แบตเตอรี่ต้องมีความจุพอที่ใช้ติดเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 3 ครั้ง แรงดัน 12 หรือ 24 โวลต์ และมี Static Battery Charger เพื่อสามารถประจุไฟโดยไม่ต้องสตาร์ทเครื่องยนต์

2.2.5 ระบบป้องกันเครื่องยนต์ สำหรับป้องกันการทำงานผิดปกติของเครื่องยนต์ และดับเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติอย่างน้อยที่สุดในกรณี ต่อไปนี้

(1) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูง

(2) เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด

(3) ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกินกำหนด

(4) อุณหภูมิเครื่องยนต์สูงเกินกำหนด

(5) ระบบ Battery Charger ไม่ทำงาน

(6) ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉินของเครื่อง

2.2.6 ระบบเชื้อเพลิง ในระบบต้องมีเครื่องกรองน้ำมันแบบเปลี่ยนไส้ได้ ติดตั้งตามตำแหน่งที่บำรุงรักษาได้สะดวก

2.2.7 ระบบหล่อลื่นต้องมีเครื่องกรองน้ำมันหล่อลื่นติดตั้งไว้ในบริเวณที่รักษาได้สะดวก

2.2.8 มีไส้กรองอากาศแบบ Dry Type สามารถเปลี่ยนไส้ได้

2.2.9 ระบบท่อระงับเสียง (Exhaust Silencer) ต้องสามารถลดระดับเสียงได้ พร้อมท่ออ่อน ข้อต่อโค้ง และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ จัดวางภายในตู้ครอบเก็บเสียง

2.2.10 ระบบถังน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นแบบถังน้ำมันในตัว (Subbase Tank) และแบบแยก (Day Tank) มีความจุไม่น้อยกว่าที่จะใช้งาน Full Load อย่างน้อย 8 ชั่วโมง ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมทั้งจะต้องมีระบบสูบน้ำมันจากแหล่งอื่นทั้งแบบมือหมุนและไฟฟ้า

2.3 รายละเอียดทางเทคนิคเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)

ต้องเป็นแบบชนิดไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) และต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์โดยผ่าน Flexible Laminated Steel Disk หรือวิธีอื่นที่ผู้ผลิตแนะนำ ออกแบบให้ระบายความร้อนด้วยพัดลม ซึ่งติดบนแกนเดียวกันกับโรเตอร์ตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ BS หรือ UTE หรือ IEC

2.3.1 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาทีโดยมีขนาดตามที่ระบุในแบบ Prime Rating

2.3.2 ระบบฉนวน ฉนวนของโรเตอร์และสเตเตอร์ต้องได้มาตรฐานของ NEMA Class H หรือดีกว่า

2.3.3 การควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) ใช้ระบบ Automatic Voltage Regulator โดยสามารถควบคุมแรงดันที่เปลี่ยนแปลงต้องไม่เกิน ± 0.5% ที่ สถานะคงที่ (Steady State)

2.3.4 Excitation System เป็นแบบ Self Excited (SHUNT) หรือ AREP หรือ PMG สามารถทนค่ากระแสสตาร์ทมอเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 150% ของค่าพิกัดเครื่อง

2.3.5 ต้องมีค่า Total Harmonic Content ไม่เกิน 5%, ค่า TIF ไม่เกิน 50 และ THF ไม่เกิน 2% พร้อมทั้ง Ingress Protection Rating ตามมาตรฐาน IP23

2.3.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีระบบป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนวิทยุและระบบอื่น ๆ

2.4 รายละเอียดทางเทคนิคแผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Control Panel)

แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินต้องประกอบสำเร็จรูป ต้องควบคุมด้วยระบบดิจิตอล (Digital control) ซึ่งมีหน้าจอแสดงผลเป็น Liquid Crystal Display (LCD) และประกอบด้วยอุปกรณ์ เครื่องวัดแสดงผล และเสียงสัญญาณเตือน ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

(1) มาตรวัดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

(2) มาตรวัดความถี่ไฟฟ้า

(3) มาตรวัดแรงดันไฟฟ้า AC (L-L และ L-N)

(4) มาตรวัดกระแสไฟฟ้า AC (Per Phase และ Average)

(5) มาตรวัดชั่วโมงการทำงานเครื่องยนต์

(6) มาตรวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

(7) มาตรวัดความดันน้ำมันหล่อลื่น

(8) มาตรวัดความเร็วรอบ

(9) ชุดชาร์จแบตเตอรี่อัตโนมัติ

(10) Event Fault Log Memory

(11) เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดที่เหมาะสม โดยติดตั้งอยู่ในชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.5 การทดสอบ รับประกันและบริการ

2.5.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการเดินเครื่องเต็มพิกัดโหลดติดต่อกันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดค่าของกระแสแรงดันเพาเวอร์แฟกเตอร์ความเร็วรอบ และเปรียบเทียบกับข้อกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต

2.5.2 ผู้รับจ้างต้องรับประกันความเสียหายที่เกิดกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์การติดตั้งเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี พร้อมทั้งต้องให้ช่างบริการของบริษัทเข้าตรวจเช็คการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกๆ 3 เดือนตลอดระยะเวลาการรับประกัน

2.5.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งาน วิธีการบำรุงรักษา และจะต้องจัดส่งเอกสารหนังสือคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาจำนวนอย่างน้อย 4 ชุด ตลอดจนเครื่องมือมาตรฐานที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาจำนวน 1 ชุด

2.6 สวิตช์สับเปลี่ยนทางอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch: ATS)

(1) สามารถทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าทางด้าน Normal Source ขัดข้อง Automatic Transfers Switch (ATS) จะต้องสามารถสับเปลี่ยนไปรับกระแสไฟฟ้าทางด้าน Emergency Source ได้โดยอัตโนมัติและสามารถสับเปลี่ยนกลับมาทาง Normal Source ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อกระแสไฟฟ้าด้านดังกล่าวกลับคืนเป็นปกติตามเวลาที่กำหนด

(2) มีระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ Digital Microprocessor Control การทำงานแบบ Independent Break-Before-Make มีรายละเอียดดังนี้

(3) มีการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า (Over และ Under Voltage Sensing) โดยจะสั่งให้ Emergency Source ทำงานหากพบว่ากระแสไฟฟ้า ทางด้าน Normal Source ตกลงต่ำกว่า 5 - 10% จากระดับแรงดันปกติ โดยสามารถปรับตั้งค่าได้

(4) มีการตรวจสอบความถี่ไฟฟ้า (Over และ Under Frequency Sensing) โดยตรวจสอบค่าความแตกต่างไม่น้อยกว่า 10 - 20% จากระดับความถี่ปกติ

(5) มีตัวหน่วงเวลา Time Delay – Engine Start ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 - 10 วินาที

(6) มีตัวหน่วงเวลาเพื่อการถ่ายโอน Load จากด้าน Normal Source ไปด้าน Emergency Source ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 – 300 วินาที

(7) มีตัวหน่วงเวลาเพื่อถ่ายโอน Load จากด้าน Emergency Source ไปด้าน Normal Source ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 – 30 นาที

(8) มีตัวหน่วงเวลา Time Delay for Engine Cool Down ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0 – 30 นาที

(9) มี Weekly Exercise สำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติครั้งละ 0 – 30 นาที (ปรับค่าได้) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

(10) Total Transfer Time ไม่เกิน 100 วินาที

(11) สวิชท์สลับสายไฟฟ้าอัตโนมัติ (ATS) จะต้องติดตั้งภายในกล่องหุ้มแบบ NEMA, IEC, UL Type หรือเทียบเท่า สำหรับใช้งานภายในอาคาร

2.6.1 **การเดินสายไฟฟ้า และสายควบคุม**

(1) ผู้ขายจะต้องจัดทำแผนผังแสดงตำแหน่งติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าและผังแสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ให้คณะกรรมการตรวจรับ เห็นชอบก่อนจึงจะสามารถดำเนินการติดตั้งได้

(2) สายไฟฟ้าและสายควบคุมต่างๆ ต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายทุกเส้น และมีเครื่องหมายตรงตามวงจรของอุปกรณ์นั้นๆ

(3) สายไฟฟ้าและสายคอนโทรลที่เดินเชื่อมต่อระหว่างตู้ หรือเดินสายนอกตู้ต้องเดินในท่อหรือรางสายไฟฟ้าต้องมีขนาดตามรายละเอียดในแบบแปลน

(4) ขนาดสายไฟฟ้าต้องได้มาตรฐานซึ่งสามารถรองรับแรงดันและกระแสได้ไม่น้อยกว่ามาตรฐานของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้

(5) การติดตั้งระบบไฟฟ้าให้ได้ตามมาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงหรือมาตรฐานวิศวกรรมสถานประเทศไทย

2.6.2 **การดำเนินการ**

(1) ผู้ขายต้องจัดทำแบบฐานและฐานรากสำหรับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมแสดงรายการคำนวณ การรับน้ำหนัก (Load) และลงนามรับรองแบบโดยสามัญวิศวกรมาให้คณะกรรมการฯ พิจารณาก่อนการดำเนินการติดตั้ง

(2) ผู้ขายจะต้องจัดทำแผนผังการติดตั้งระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองให้คณะกรรมการฯ ตรวจรับพิจารณาก่อนการดำเนินการ

(3) ผู้ขายจะต้องติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตู้บรรจุสวิชท์สลับสายไฟฟ้าอัตโนมัติ (ATS) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อยและถูกต้องตามแบบที่ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการฯ

(4) เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ขายต้องทำการทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set Control System) ตู้ ATS และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันต้องทำงานได้ถูกต้องสมบูรณ์ตามรายละเอียดทุกอย่างและทดสอบการจ่ายโหลดเต็มพิกัดต่อเนื่องกันอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

(5) ทำการทดสอบระบบป้องกันอันตรายของเครื่องยนต์ตามวิธีการของบริษัทผู้ผลิต

(6) ในระหว่างการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆหากเกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากการทำงานของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง หรือระบบต่างๆ ผู้ขายจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบซ่อมแซมหรือจัดหามาใหม่ให้ใช้งานได้ดังเดิมโดยเร็ว

(7) อุปกรณ์ในการทดลองจ่ายโหลดเต็มที่ (Full Load) ผู้ขายจะต้องจัดหามาเอง

3. มาตรฐานตู้สวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ (Low Volte Switchboard)

3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงการออกแบบพร้อมรายการคำนวณ การสร้าง การจัดส่ง การติดตั้งและทดสอบตู้สวิตช์ตัดตอนรวมและตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ประกอบอยู่ทั้งหมดตามที่กำหนดในรายละเอียดหรือแบบแปลน

3.2 มาตรฐาน

3.2.1 ตู้สวิตช์ไฟฟ้าตัดตอนรวมชนิดตั้งพื้น (Floor Standing Type) ต้องเป็นไปตาม มอก.1436 ฉบับปีล่าสุด

3.2.2 ตู้สวิตช์ไฟฟ้าตัดตอนรวมชนิดแขวน (Wall Mount Type) ต้องผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับ มอก. 1436

3.2.3 ตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ชนิดตั้งพื้น (Motor Controller Center Floor Standing Type) ต้องผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับ มอก.1436

3.2.4 ตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ชนิดแขวนหรือติดผนัง (Motor Controller Center Wall Mount Type) ต้องผลิตจากผู้ผลิตที่ได้รับ มอก.1436

3.2.5 แผงสวิตช์ควบคุมแสงสว่างไฟฟ้าและเต้ารับไฟฟ้า (Load Center) ต้องเป็นไปตาม มอก. 1436 เซอร์กิตเบรคเกอร์วงจรย่อยเป็นแบบ Plug On

3.2.6 ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่น หรือไม่ขัดต่อระเบียบข้อกำหนดมาตรฐาน IEC สากลที่ยอมรับ

3.3 คุณสมบัติผู้ผลิตตู้สวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

ผู้ผลิตต้องได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 เวอร์ชั่นล่าสุดและเป็นไปตามหลักเกณฑ์การรับรองผลิตภัณฑ์ มอก.1436

3.3.1 พิกัดแรงดันไฟฟ้า (Rated Voltage: Un)

- กรณีระบบไฟฟ้าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค : 230/400 โวลต์กระแสสลับ
- กรณีระบบไฟฟ้าการไฟฟ้านครหลวง : 240/416 โวลต์กระแสสลับ

3.3.2 พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (Rated Operation Voltage: Ue)

: ไม่น้อยกว่า 415 โวลต์หรือสูงกว่า

3.3.3 ระบบเครือข่าย (Network System) : 3 เฟส 4 สาย

3.3.4 พิกัดแรงดันไฟฟ้าของฉนวน (Rated Insulation Voltage: Ui)

: ไม่น้อยกว่า 1000 โวลต์กระแสตรง

3.3.5 พิกัดแรงดันไฟฟ้าทนอิมพัลส์ได้ (Rated Impulse Voltage: Uimp)

: ไม่น้อยกว่า 12 กิโลโวลต์กระแสสลับ

3.3.6 พิกัดความถี่ (Rated Frequency: Fs) : 50 เฮิรตซ์

3.3.7 พิกัดกระแสลัดวงจรกระแสทนได้ในระยะเวลาสั้น (Rated Short Time Withstand Current: Icw) : ตาม Fault Level ของแต่ละแห่งที่กำหนดของวงจรตู้ไฟฟ้าแต่จะไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์ / 1 วินาที

3.3.8 พิกัดกระแสลัดวงจรของวงจรตู้ไฟฟ้า (Rated Ultimate Short Circuit Breaking Capacity: Icu) : ตาม Fault Level ของแต่ละแห่ง แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 50 กิโลแอมแปร์

3.3.9 พิกัดกระแสใช้งาน (Rated Normal Current: In)

: 4,000A อย่างต่อเนื่อง

3.3.10 ดัชนีการป้องกัน (Enclosure's Degree of Protection)

: IP 30 (Minimum) / Indoor Type

3.4 การสร้าง

3.4.1 แผงตู้สวิตช์ไฟฟ้าตัดตอนรวมชนิดตั้งพื้น (Floor Standing Type) และตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ชนิดตั้งพื้น (Motor Controller Center Floor Standing Type)

(1) ผู้ผลิตจะต้องมีสามัญวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลังเป็นผู้ควบคุมการผลิต ตู้สวิตช์ตัดตอนรวมเป็นตู้อุปกรณ์ตัดตอนทางไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์ บัสบาร์ หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดและอื่น ๆ สามารถต่อต้านไม่ให้เกิดความ

เสียหายที่เกิดจากอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าและความร้อนอันเกิดจากกระแสลัดวงจรซึ่งเกิดจากระดับ Fault ตามที่กำหนด

(2) ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม ฝาด้านหน้าให้ใส่บานพับพร้อมกุญแจล็อคและสามารถถอดผนังด้านข้างออกได้ ที่ฝาตู้จะต้องมีสายทองแดงแบบถักแบนต่อเชื่อมลงดินกับโครงตู้ทุกบาน สายไฟฟ้ากำลังและสายควบคุมต่างๆ ให้เข้าออกทางผนังด้านบนและด้านล่างของตู้สวิตช์ตัดตอนรวมเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานต้องออกแบบโครงสร้างและจัดประกอบตู้ให้สามารถป้องกันความเสียหายจากการเกิดอาร์คให้อยู่ในเฉพาะส่วนไม่ลุกลามไปถึงส่วนอื่น ๆ ได้ตามข้อกำหนดของการกั้นฟอร์ม

(3) ตู้สวิตช์บอร์ดฯเป็นชนิดติดตั้งในอาคาร ประกอบในตู้โลหะติดตั้งอุปกรณ์ที่แผงด้านหน้าและสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ทุกชิ้นตลอดจนแผงต่อสายไฟจากทางด้านหน้าของตู้ (Front Access)

(4) รูปแบบการจัดแบ่งภายในตู้ (Form of Internal Separation) เป็นแบบ 2b หรือดีกว่า (ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบ)

(5) ลักษณะของตู้แบ่งออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนแบ่งภายในออกเป็นช่องแยกออกจากกันด้วยแผ่นเหล็ก (Metal Part) หรือวัสดุฉนวนอื่น (Insulation Part) ที่มีคุณสมบัติทั้งทางกลและทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐาน IEC 61439 ระบุ โดยอย่างน้อย 4 ช่อง ดังนี้

5.1) Circuit Breaker Compartment (Function Unit Compartment)

5.1.1) FunctionalUnit ถูกแยกออกจากบัสบาร์คอมพาร์ทเมนต์ (Incoming Compartment)

5.1.2) Functional Unit แยกออกจาก Outgoing Busbar

5.1.3) บัสบาร์คอมพาร์ทเมนต์ (Incoming Compartment) แยกออกจาก Outgoing Busbar

5.1.4) Outgoing Busbar รวมอยู่ในช่องเดียวกันได้

5.2) Metering & Control Compartment

5.3) Busbar Compartment (Incoming Compartment)

5.4) Cable Compartment (Outgoing Busbar / Terminal Compartment)

(6) ตู้สวิตช์ตัดตอนเป็นแบบ Self-Standing Metal Structure ประกอบด้วย

6.1) ส่วนฐานของตู้ หนาไม่น้อยกว่า 4.0 มิลลิเมตร เหล็กเป็นชนิดเหล็กแผ่นรีดร้อน (HR)

6.2) โครงสร้างตู้หลัก หนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร เหล็กเป็นชนิด Electro galvanized Steel Sheet

6.3) โครงสร้างรอง ฝาตู้ - ฝาหลัง - ฝาข้าง และส่วนของแผ่นปิดหลังคาหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร เหล็กเป็นชนิด Electro galvanized Steel Sheet

6.4) แผ่นกั้นช่องและแผ่นเพลทยึดอุปกรณ์ หนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร เหล็กเป็นชนิด Electro Galvanized Steel Sheet

(7) ตู้สวิตช์ตัดตอนรวมจะต้องออกแบบให้สามารถระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยการเจาะเกร็ดระบายที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง ทั้งนี้การเจาะเกล็ดระบายความร้อนจะต้องไม่ทำให้ Degree of Protection ของตู้สวิตช์เปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนดไว้

(8) การประกอบแผงสวิตช์ฯ ต้องคำนึงถึงวิธีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในตู้โดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ โดยให้เจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาอย่างเพียงพอ พร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (Insect Screen) ด้วย พร้อมแนบรายการคำนวณประกอบ (Air Natural Flow Ventilation) ตามมาตรฐาน IEC 60890 / Standard for Natural Ventilation. ASHRAE หรือมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ

(9) กรรมวิธีป้องกันสนิม และการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

- ทำการขัดผิวโลหะบริเวณจุดที่มีการเชื่อม หรือ Sport ให้เรียบและสะอาด
- ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมันหรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)
- การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสีไม่น้อยกว่า 50 ไมครอน

(10) น็อตและสกรูที่ใช้ประกอบทางไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานและเกรดไม่น้อยกว่าที่กำหนด

- Bolt Strength Class 8.8 or Higher to DIN 267 Part 1
- Nut Strength Class 8 or Higher to DIN ISO 898 Part 2
- Corrosion Protection A2G, A4G (gal Zn) B2G, B4G (gal Cd) to DIN ISO 4042

3.4.2 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวมชนิดแขวนผนัง (Wall Mount Type) และตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ชนิดแขวนหรือติดผนัง (Motor Controller Center Wall Mount Type)

(1) ตู้สวิตช์ตัดตอนรวมชนิดแขวนผนัง (Wall Mount Type) และตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ชนิดแขวนหรือติดผนัง (Motor Controller Center Wall Mount Type) ฝาด้านหน้าให้ใส่กุญแจล็อค ที่ฝาตู้จะต้องมีสายทองแดงแบบถักแบนต่อเชื่อมลงดินกับโครงตู้ สายไฟฟ้ากำลังและสายควบคุมต่างๆ ให้เข้าออกทางผนังด้านบนและด้านล่างของตู้ฯ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานต้องต้องออกแบบโครงสร้างและจัดประกอบตู้ให้สามารถป้องกันความเสียหายจากการเกิดอาร์คให้อยู่ในเฉพาะส่วนไม่ลุกลามไปถึงส่วนอื่นๆ ได้

(2) ตู้สวิตช์บอร์ดฯ เป็นชนิดติดตั้งในอาคารประกอบในตู้โลหะติดตั้งอุปกรณ์ที่แผงด้านหน้า และสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ทุกชิ้นตลอดจนแผงต่อสายไฟจากทางด้านหน้าของตู้ (Front Access)

(3) รูปแบบการจัดแบ่งภายในตู้ (Form of Internal Separation) เป็นแบบ 2a หรือดีกว่า (ถ้าไม่ระบุไว้ในแบบ)

(4) ลักษณะของตู้แบ่งออกเป็นส่วน ๆ แต่ละส่วนแบ่งภายในออกเป็นช่องแยกออกจากกันด้วยแผ่นเหล็ก(Metal Part) หรือวัสดุฉนวนอื่น(Insulation Part) ที่มีคุณสมบัติทั้งทางกลและทางไฟฟ้าที่เหมาะสมตามมาตรฐาน IEC 61439 ระบุ

(5) ตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ชนิดแขวนหรือติดผนัง (Motor Controller Center Wall Mount Type) เป็นชนิด Electro Galvanized Steel Sheet มีขนาดความหนาดังนี้

- โครงสร้างตู้และฝาตู้ : หนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร
- แผ่นปิดหลังคาและแผ่นเพลทยึดอุปกรณ์ : หนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

(6) กรรมวิธีป้องกันสนิมและการพ่นสีโลหะชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กทุกชิ้น ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม แล้วพ่นสีทับตามวิธีข้างล่าง ดังนี้

- ทำการขัดผิวโลหะให้เรียบและสะอาด จุดที่มีการเชื่อม หรือ Sport
- ทำการล้างแผ่นโลหะเพื่อล้างไขมันหรือน้ำมันออกจากแผ่นโลหะสะอาด (Degreasing)
- การพ่นสีชั้นนอกให้ใช้สีผงอีพ็อกซี่โพลีเอสเตอร์อย่างดีพ่นให้ทั่วอย่างน้อยความหนาสี 50 ไมครอน แล้วอบด้วยความร้อน 200 องศาเซลเซียส และต้องแนบรายการการทดสอบ กระบวนการในการเตรียมพื้นผิว และพ่นสีตามมาตรฐาน ATSM D523 หรือ ASTM D2794 หรือ ISO1520 หรือ ISO2409 หรือ ISO1519

(7) น๊อตและสกรูที่ใช้ประกอบทางไฟฟ้า ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานและเกรดไม่น้อยกว่าที่กำหนด

- Bolt Strength Class 8.8 or higher to DIN 267 Part 1
- Nut Strength Class 8 or higher to DIN ISO 898 Part 2
- Corrosion protection A2G, A4G (gal Zn) B2G, B4G (gal Cd) to DIN ISO 4042

3.5 Busbar

ต้องเป็นตัวนำทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้า (Continuous Current Carrying Capacity) ที่ Bare Rating ตามมาตรฐาน DIN 43671 ให้ระบุที่ 35 องศาเซลเซียส (Ambient Temperature) ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุดที่ผิวบัสบาร์ไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส (Temperature Rise Limited)

3.5.1 Busbar Insulator Support ต้องเป็นวัสดุประเภท Fiberglass Reinforce Polyester Resin หรือ Epoxy Resin ชนิดใช้ติดตั้งภายในแผงสวิตช์ไฟฟ้า

3.5.2 ข้อมูลทางเทคนิคของ Busbar Insulator Support ตลอดจนผลการคำนวณเพื่อแสดงให้เห็นว่าการวางตำแหน่งระยะห่างของ Busbar ตลอดจนตัว Bolt & Nuts ที่ใช้จะต้องแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากการ Rated Short Time Withstanding Current ภายในตู้สวิตช์ตามที่กำหนดไว้โดยไม่เกิดความเสียหายตามมาตรฐาน IEC 60865 และ IEC 60364 โดยบัสบาร์ของนิวตรอนและกราวด์จะต้องมีขนาดเท่ากับบัสบาร์เฟสบัสบาร์ของระบบไฟฟ้ากำลังให้ติดตั้งตรงส่วนบนของตู้สวิตช์

3.6 การเดินสายไฟขนาดเล็ก

3.6.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ Terminal Block ให้ใช้สายชนิด Flexible Annealed ชนิดทนแรงดันไฟฟ้าได้ 750 โวลต์ ฉนวนทนความร้อนได้ 90 องศาเซลเซียส ชนิด H07V-K หรือดีกว่าสายไฟฟ้าหลายเส้นที่เดินไปด้วยกันให้ใช้สีต่างกันเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา ขนาดของสายไฟฟ้านำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าขนาดที่กำหนด ดังนี้

(1) Current Transformer : 4.0 ตารางมิลลิเมตร

(2) Control Circuit : 1.5 ตารางมิลลิเมตร

(3) สีของสายไฟขนาดเล็กให้ใช้ ดังนี้

(3.1) สายระบบต่อลงดิน : สีเขียวแถบเหลือง

(3.2) สายอื่น ๆ นอกจากระบบสายดิน : สีเหลือง

(3.3) สายลดแรงดัน 12/24 โวลต์ : สีน้ำเงิน

(3.4) สายนิวตรอน : สีฟ้า

สายไฟฟ้าขนาดเล็กจะต้องเดินและต่อเชื่อมอย่างดีโดยใช้หางปลาเพื่อต่อเข้ากับแผงต่อสาย

3.7 แผงต่อสาย

แผงต่อสายที่ใช้ในโครงการจะต้องมีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 Terminal Block วงจรควบคุม สายขนาดตั้งแต่ 4.0ตารางมิลลิเมตร ลงมา ต้องเป็นชนิด IDC => Insulation Displacement Connection)

3.7.2 Terminal Block สำหรับวงจรทั่วไป ขนาดสาย 6ตารางมิลลิเมตร- 35ตารางมิลลิเมตร ต้องเป็นชนิด Screw Compression Damp โดย Clamp และ Screw ทำจาก Hard Steel

3.7.3 Terminal สำหรับสายขนาดตั้งแต่ 50 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไป ต้องเป็นแบบ Screw with Lug ในการเข้าสายและมีฝาครอบแยกอิสระแต่ละตัว

3.7.4 Terminal ต้องทำจากวัสดุ Polyamide Class UL94V2, UL94V0 หรือดีกว่า

3.7.5 ผลิตตามมาตรฐานการป้องกัน IP20 หรือ NEMA 1

3.7.6 สามารถถอดใส่รางได้ทีละตัว แยกเป็นอิสระจากกัน

3.7.7 สามารถติดตั้งได้บนราง DIN

3.8 การทดสอบจากโรงงาน

3.8.1 การทดสอบประจำโรงงานผู้ผลิต (Routine Test) ตาม มอก.1436 หรือมาตรฐาน IEC 61439-2 ชุดประกอบสำหรับควบคุมไฟฟ้าแรงต่ำหรือเทียบเท่าและจะต้องทำการทดสอบดังต่อไปนี้ โดยผู้รับจ้างต้องแจ้งมายังผู้ว่าจ้างเพื่อเข้าร่วมทดสอบ โดยแจ้งผู้ว่าจ้างเป็นลายลักษณ์อักษรไม่น้อยกว่า 15 วัน

(1) ตรวจสอบการทำงานตามวงจรควบคุมทางด้านไฟฟ้า (Wiring, Electrical Operation)

(2) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้า (Dielectric Test)

(3) ตรวจสอบการป้องกันทางด้านไฟฟ้า (Protective Circuit)

(4) ตรวจสอบค่าความต้านทานฉนวนไฟฟ้า (Insulation Resistance)

(5) ตรวจสอบความต่อเนื่องของระบบต่อลงดิน (Protective Earth)

3.8.2 นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง เมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจสอบอย่างน้อยดังนี้

(1) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในตู้สวิตช์ทั้งหมด

(2) ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของสายป้อน (Feeder) ต่างๆที่ออกจากตู้สวิตช์

(3) ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆภายในตู้เพื่อความถูกต้อง

3.8.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบรายงานการทดสอบตามข้อ 3.8.1 และ 3.8.2 ให้แก่ผู้ว่าจ้างและถือเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารการส่งมอบงาน รวมไปถึงอบรมการใช้งานพร้อมขั้นตอนการใช้งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบในตู้

3.9.1 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม

ตู้สวิตช์ตัดตอนรวมจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบแปลนเฉพาะแห่งซึ่งอุปกรณ์ต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

3.9.1.1 เบรคเกอร์วงจรหลัก (Main Circuit Breaker) ให้ใช้ระบบ Solid State Trip ชนิด Molded Case หรือ Air Circuit ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 ประกอบด้วยการทำงานดังนี้

(1) Over Current Protection

(2) Short Circuit Protection

(3) Instantaneous Trip

(4) Long Time Delay

(5) Push Button To Trip

(6) Shunt Trip

(7) Time Delay Setting (สำหรับขนาด 1000A ขึ้นไป)

(8) Instantaneous Setting (สำหรับขนาด 1000A ขึ้นไป)

(9) Ground Fault Protection (สำหรับขนาด 1000A ขึ้นไป)

(10) พิกัด Interrupting ที่ 415 โวลต์ (Icu = Ics)

- 35 กิโลแอมแปร์ สำหรับเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าตู้เมื่อหม้อแปลงมีขนาดต่ำกว่า 500 กิโลโวลต์แอมแปร์ แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น
- 50 กิโลแอมแปร์ สำหรับเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าตู้เมื่อหม้อแปลงมีขนาด 500 - 1,000 กิโลโวลต์แอมแปร์ แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น
- 65 กิโลแอมแปร์ สำหรับเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าตู้เมื่อหม้อแปลงมีขนาดเกินกว่า 1,000 กิโลโวลต์แอมแปร์ แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น

3.9.1.2 เบรคเกอร์วงจรย่อย (Branch Circuit Breaker) ให้ใช้ระบบ Solid State Trip ชนิด Molded Case หรือ Air Circuit ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 ประกอบด้วยการทำงานดังนี้

(1) 15 กิโลแอมแปร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อยที่มีขนาด Ampere Trip ต่ำกว่า 100 แอมแปร์ลงมา แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น

(2) 25 กิโลแอมแปร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อยที่มีขนาด Ampere Trip ตั้งแต่ 100 แอมแปร์ขึ้นไป แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น

(3) 35 กิโลแอมแปร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อยมีขนาด Ampere Trip ตั้งแต่ 250 แอมแปร์ขึ้นไป แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น

(4) พิกัดกระแสต่อเนื่องหรือ Ampere Trip ตามขนาดที่ระบุไว้ในแบบแปลนเฉพาะแห่งใน Single Line Diagram หรือตามความเหมาะสมกับขนาดของภาระไฟฟ้าในกรณีไม่ได้ระบุไว้หรือมีการเปลี่ยนแปลง

(5) สามารถตัดตอนได้โดยอัตโนมัติแบบ Inverse Time, Instantaneous Trip และมี Thermal Overload Bi-Metal Trip

(6) ขนาดพิกัดตั้งแต่ 160 Ampere Trip ขึ้นไป Thermal Overload Protection และ Short Circuit Protection สามารถปรับตั้งค่าได้ และให้ปรับตั้งไว้ที่ค่าต่ำสุดให้สอดคล้องกับภาระไฟฟ้าโดยให้พิจารณาไปถึงอุปกรณ์ป้องกันชนิดอื่นด้วย

3.9.2 **ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์**

อุปกรณ์ วัสดุ และการสร้างประกอบ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุดของ IEC 60947, IEC 61439-2 หรือเทียบเท่า ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆตามแบบแปลนเฉพาะแห่งซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

3.9.2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันมอเตอร์ เป็นชนิด Molded Case Circuit Breaker ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60947-2 พร้อมทั้งชุดแมคเนติคคอนแทคเตอร์ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60947-4-1 ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

(1) พิกัด Interrupting ที่ 415 โวลต์ :

- 15 กิโลแอมแปร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันมอเตอร์ที่มีขนาด Ampere Trip ต่ำกว่า 100 แอมแปร์ลงมา แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น

- 25 กิโลแอมแปร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันมอเตอร์ที่มีขนาด Ampere Trip ตั้งแต่ 100 แอมแปร์ขึ้นไป แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น
- 35 กิโลแอมแปร์ สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันมอเตอร์ที่มีขนาด Ampere Trip ตั้งแต่ 250 แอมแปร์ขึ้นไป แต่จะต้องไม่น้อยกว่า Fault Level ณ จุดนั้น

(2) พิกัดกระแสต่อเนื่องหรือ Ampere Trip ตามขนาดที่ระบุไว้ในแบบแปลนเฉพาะแห่งใน Single Line Diagram หรือตามความเหมาะสมกับขนาดของภาระไฟฟ้าในกรณีไม่ได้ระบุไว้หรือมีการเปลี่ยนแปลง

(3) สามารถตัดตอนได้โดยอัตโนมัติแบบ Inverse Time, Instantaneous Trip และมี Thermal Overload Bi-Metal Trip

(4) ขนาดพิกัดตั้งแต่ 160 Ampere Trip ขึ้นไป Thermal Overload Protection และ Short Circuit Protection สามารถปรับตั้งค่าได้ และให้ปรับตั้งตาม Co-ordination ให้สอดคล้องกับภาระไฟฟ้าโดยให้พิจารณาไปถึงอุปกรณ์ป้องกันชนิดอื่นด้วย

3.9.3 การป้องกันฟ้าผ่า

ให้ติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า (SPD: Surge Protection Device) ตามแบบแปลนเพื่อป้องกันตู้สวิตช์ตัดตอนรวมและตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์จากการเกิดแรงดันสูงผิดปกติเนื่องจาก Surge ในระบบสายส่งไฟฟ้า สายต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าจะต้องต่อกับแท่งสายดิน (รายละเอียดเฉพาะดูในรายการประกอบแบบ)

4. มาตรฐานมอเตอร์ สตาร์ทเตอร์ (Motor Starter)

จะต้องเป็นแบบ 3 ขั้ว 50 เฮิรตซ์ 690 โวลต์ ดับอาร์คด้วยอากาศ (Air Break) ทำงานด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า การสตาร์ทให้ใช้ชนิดแรงดันเต็มพิกัดหรือลดแรงดันตามที่กำหนดในแบบแปลน มีคุณสมบัติตามที่ระบุในลำดับชั้น AC3 และการทำงานเป็นช่วงๆ ชั้น 0.1 (Intermittent Duty Class 0.1) มอเตอร์สตาร์ทเตอร์แต่ละชุดควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ Thermal Overload Relay เป็นแบบ 3 ขั้ว มีระบบเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่สามารถตัดวงจรเมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสต่างกันหรือขาดหายไป โดยต้องสามารถปรับชดเชยผลอันเกิดจากอุณหภูมิได้ สามารถปรับค่ากระแสทริปได้และเป็นชนิด Manual Reset

มอเตอร์สตาร์ทเตอร์จะต้องเตรียม Auxiliary Contact เพื่อให้สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้โดยสมบูรณ์อย่างน้อย 1 Normally Open และ 1 Normally Close

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลน มอเตอร์สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct On-line, Star-Delta หรือ Soft Starter ขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ดังต่อไปนี้ คือ

(1) มอเตอร์ขนาดต่ำกว่า 4 กิโลวัตต์ มอเตอร์สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Direct On-Line Approval Co-ordination Type 2 ตามมาตรฐาน IEC 60947-4-1

(2) มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 4 กิโลวัตต์ถึง 110 กิโลวัตต์ มอเตอร์สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Star-Delta Approval Co-ordination Type 2 ตามมาตรฐาน IEC 60947-4-1

(3) มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 132 กิโลวัตต์ขึ้นไป มอเตอร์สตาร์ทเตอร์เป็นชนิด Soft Starter

(4) มอเตอร์สตาร์ทชนิด VSD ใช้สำหรับปรับความเร็วรอบมอเตอร์ ขนาดให้เป็นไปตามแบบกำหนด

***หมายเหตุ**

- ในกรณีที่เป็น Submersible Pump, Metering Pump, Mixer, Air Blower, Air Compressor, Vacuum Pump ขนาดไม่เกิน 7.5 กิโลวัตต์ มอเตอร์สตาร์ทเตอร์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ในกรณีที่ มอเตอร์เครื่องสูบน้ำมีขนาดตั้งแต่ 1 เมกะวัตต์ขึ้นไป ระบบไฟฟ้าให้ใช้ เป็นระบบ Medium Voltage

4.1 ซอฟท์สตาร์ทเตอร์ (Soft Starter)

4.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

(1) เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้เริ่มหมุน (Start) และหยุด (Stop) Induction Motor โดยมีหลักการทำงานคือ เริ่มจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ที่แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่าแรงดันพิกัดมอเตอร์แล้วเพิ่มแรงดันที่จ่ายให้ Motor จนถึงแรงดันพิกัดของมอเตอร์ตามช่วงเวลาที่กำหนด ด้วยการทำงานแบบ Power Electrics ซึ่งใช้อุปกรณ์ประเภท Thyristors (SCRs) เป็นตัวอุปกรณ์หลักในการลดหรือเพิ่มแรงดัน โดยไม่ทำให้ความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์เปลี่ยนแปลงเพื่อให้การเริ่มหมุนมอเตอร์เป็นไปอย่างนุ่มนวลและราบเรียบไม่มีการกระตุก กระชาก

(2) มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน CE, UL, cUL, IEC, Lloyfs ENV1&2, GL หรือเทียบเท่า

(3) หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากตัวแทนผู้นำเข้าในประเทศไทย

4.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

(1) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ 230/400 Volt

(2) สามารถปรับตั้งคุณสมบัติการสตาร์ทและหยุดมอเตอร์ได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.1) ตั้งค่าเวลาในการเริ่มสตาร์ท (Soft Start)

2.2) ตั้งค่าเวลาในการเริ่มหยุด (Soft Stop)

(3) มี Contact Output สำหรับทำหน้าที่ต่างๆคือ สั่งให้อุปกรณ์ Bypass ทำงาน ทำงานทันทีเมื่อมีคำสั่งสตาร์ทและหยุดทำงานเมื่อมีคำสั่งหยุดมอเตอร์ และทำงานเมื่อซอฟท์สตาร์ทเตอร์ตรวจพบความผิดปกติในระบบ

(4) ขนาดพิกัดของซอฟท์สตาร์ทเตอร์จะต้องสอดคล้องกับขนาดของมอเตอร์ที่ต้องการควบคุมทุกประการ และกระแสพิกัดของซอฟท์สตาร์ทเตอร์ที่เลือกใช้จะต้องไม่ต่ำกว่ากระแสพิกัดของมอเตอร์ที่ต่อวงจรแบบ Delta ตามฉลาก (Name Plate)

(5) ซอฟท์สตาร์ทเตอร์จะต้องถูกออกแบบให้ทนกระแสเกินพิกัดต่อเนื่อง ได้ไม่น้อยกว่า 125% ของกระแสพิกัดมอเตอร์

(6) ใช้งานร่วมกับ Contactor Bypass ได้โดยที่ยังคงการทำงานของชุดป้องกันมอเตอร์ภายในตัวซอฟท์สตาร์ทเตอร์ไว้ได้อย่างสมบูรณ์และทั้งนี้ต้องใช้งานกับ Line Contactor เพื่อเป็นการแยก (Isolate) เมื่อซอฟท์สตาร์ทเตอร์หยุดการทำงาน

(7) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยระบบดิจิตอล มีจอแสดงผลชนิด LCD สามารถปรับตั้งค่าต่างๆ โดยใช้ปุ่มกดตั้งค่าเป็นตัวเลขได้โดยตรงที่ตัว Soft Starter และการแจ้งเตือนข้อผิดพลาดหรือการปรับตั้งค่าใดๆ ที่ตัวซอฟท์สตาร์ทเตอร์

(8) ให้ใช้ Magnetic Main และ External Magnetic Bypass โดยมีพิกัดกระแส DOL 400/415V (Coordination Type 2, 50 กิโลแอมแปร์)

(9) ตัวเครื่องมีพอร์ทสื่อสาร RS485 หรือชนิดอื่นๆ ที่ดีกว่า

(10) ต้องมีโปรโตคอลอย่างน้อย 1 โปรโตคอล

4.1.3 ระบบการป้องกันมอเตอร์และการป้องกันภายในตัวซอฟท์สตาร์ทเตอร์

4.1.3.1 Electronics Over Load: Trip เมื่อเกิดภาวะโหลดเกินกว่าพิกัดที่กำหนดโดยสามารถปรับตั้งค่าได้

4.1.3.2 Under/Over, Voltage/Current/Torque/Frequency: Trip โดยเป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.1.3.3 Trip เมื่อเกิดภาวะ Lock Rotor ขณะสตาร์ทและขณะเดินเครื่องปกติโดยสามารถปรับตั้งค่าได้

4.1.3.4 Trip เมื่อสายไฟฟ้าที่ต่อไปจ่ายกระแสให้มอเตอร์ขาดหรือไม่ได้ต่อให้ครบสมบูรณ์ขณะสตาร์ท

4.1.3.5 ป้องกันการสตาร์ทมอเตอร์บ่อยเกินไปกว่าที่กำหนด (Start Inhibit)

4.1.3.6 Short SCRs : Trip เมื่อเกิดภาวะ SCRs ในเฟสใดเฟสหนึ่งเสีย

4.1.3.7 Heat Sink Over Temperature : Trip เมื่อ Soft Starter มีอุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนด

4.1.3.8 Insulation Motor Protection : สั่ง Interlock การสตาร์ทเมื่อมอเตอร์มีค่าความเป็นฉนวนต่ำกว่าที่กำหนด ซึ่งหากไม่มีฟังก์ชั่นนี้ในตัวซอฟท์สตาร์ทเตอร์ต้องจัดหา Relay Insulation Motor Protection ติดตั้งเพิ่มเติม

4.1.4 การใช้งาน

สามารถปรับตั้งค่าการใช้งานทุกชนิดได้โดยตรงจากปุ่มควบคุมและหน้าจอแสดงผลแบบ LCD บนตัวเครื่องหรือปรับตั้งผ่านทางพอร์ทสื่อสาร

***หมายเหตุ**

รายการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ กมว.06-00095-58

4.2 Variable Speed Drive (VSD)

4.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

(1) VSD เป็นอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ โดยการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งมีค่าแรงดันและความถี่คงที่ให้เป็นแรงดันไฟฟ้าและความถี่ที่สามารถเปลี่ยนค่าได้โดยให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยจ่ายกำลังได้จนถึงพิกัดสูงสุดของ VSD โดยควบคุมการทำงานด้วยระบบดิจิตอลหรือไมโครโปรเซสเซอร์และใช้ Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) เป็นอุปกรณ์จ่ายกำลังทางออก โดยสามารถวัดค่า Parameter ของมอเตอร์และทำงานด้วยตัวเองได้ (Stand Alone) สามารถควบคุมผ่าน Communication Port ได้และมีระบบป้องกันภายในสมบูรณ์ อุปกรณ์ VSD ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรงและเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน

(2) มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน EN, IEC, ANSI, NEMA, IEEE, UL, CE หรือเทียบเท่าอย่างใดอย่างหนึ่ง

(3) หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่าย จากตัวแทนผู้นำเข้าในประเทศไทย

4.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

4.2.2.1 ทั่วไป

(1) ใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิรตซ์ 230/400 โวลต์

(2) สามารถปรับแรงดันทางด้าน Output ได้ตั้งแต่ 0 - Full Main Input Voltage

(3) สามารถปรับความถี่ทางด้าน Output ได้ตั้งแต่ 0 - 250 เฮิรตซ์ หรือดีกว่า

(4) VSD จะต้องถูกออกแบบให้ทนกระแสเกินพิกัดต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 115% ของกระแสพิกัดมอเตอร์

(5) Power Factor ที่ Full Load ไม่ต่ำกว่า 0.9

(6) Digital Input/Output อย่างน้อยอย่างละ 2 ชุด

(7) Analog Input 0 - 10 VDC และ 4 - 20 มิลลิแอมแปร์

(8) Analog Output Analog Signal Output อย่างน้อย 1 ชุด

(9) Communications Port RS485 หรือชนิดอื่นๆ ที่ดีกว่า

(10) Software สำหรับควบคุมและแสดงผลผ่าน PC โดยถือว่า Software เป็นอุปกรณ์มาตรฐานติดมากับตัวเครื่อง

(11) Potential Meter Control สามารถควบคุมความเร็วด้วยมือได้ สามารถปรับความเร็วจากภายนอกได้และสามารถหยุดการทำงานได้

4.2.2.2 **Protection**

(1) **General Protection**

- Motor Overload, Under / Over Voltage, Current Limit, Short Circuit, Earth Fault, Output Short Circuit, Phase is missing unbalance & phase sequence

(2) **Degree of Protection**

- มอเตอร์ขนาดน้อยกว่า 200 กิโลวัตต์ เป็น IP 21 หรือดีกว่า
- มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ขึ้นไป เป็น IP 54 หรือดีกว่า

(3) **Harmonics Protection**

(4) **Input**

- ต้องมีระบบป้องกันแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผิดปกติและสัญญาณรบกวนด้วยคลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ดังนี้

  1) DC Choke หรือ AC Choke

  2) EMC Filter หรือ RFI Filter

(5) Output

- ต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันหรือลดความเครียดแรงดัน (Voltage Strength) ที่เป็นผลเสียต่อฉนวนของมอเตอร์และสายไฟฟ้าได้ด้วยวิธีที่ดีและมีมาตรฐานที่ยอมรับได้โดยทั่วไปเช่น du/dt filter

***หมายเหตุ**

รายการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ กมว.06-00096-58

5. มาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าและทางเดินสายไฟฟ้า

5.1 มาตรฐานสายไฟฟ้า (Wires and Cables)

5.1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงการจัดหาการจัดส่ง การติดตั้งสายไฟฟ้ากำลังแรงต่ำ สายควบคุม สายเข้าเครื่องวัดและสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบแปลนเฉพาะแห่ง

5.1.2 การส่งตัวอย่าง

ตัวอย่างสายไฟต่างๆที่จะใช้ต้องส่งให้ตัวแทนผู้ว่าจ้างตรวจสอบและได้รับความเห็นชอบเสียก่อนจึงจะดำเนินการติดตั้งได้

5.1.3 สายไฟฟ้ากำลัง

จะต้องเป็นไปตาม มอก.11 ฉบับล่าสุดถ้าไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลน การเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน (Underground) ให้ใช้สายหุ้มฉนวนและเปลือกนอกพีวีซีชนิด NYY หรือ CV สายที่เดินพาดบนเสาไฟฟ้าและเดินในท่อร้อยสายไฟฟ้าให้ใช้สายแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซีชนิด THW (60227 IEC 01) สายที่เดินในอาคารต่างๆโดยใช้คลิปรัดสายให้ใช้สายชนิด VAF สายที่เดินในรางเดินสาย มี/ไม่มี ฝาปิดให้ใช้สายชนิด NYY หรือสาย CV (IEC 60502-1) หรือสายชนิด 60227 IEC10 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าที่ใช้ต้องไม่ต่ำกว่า 1 ตารางมิลลิเมตรสายไฟฟ้าเข้าดวงโคมแสงสว่างต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร สายไฟฟ้าเข้าเต้ารับไฟฟ้าต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

5.1.4 สายควบคุม

สายควบคุมสำหรับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์หรือต่ำกว่าให้ใช้สายหุ้มฉนวนและเปลือกนอกพีวีซีชนิด CVV

5.1.5 สายไฟฟ้าของเครื่องวัด

ให้ใช้สายหุ้มฉนวนและเปลือกนอกพีวีซีและประกอบด้วย Copper Tape Shielding ชนิด CVVS

5.1.6 สี

สายสำหรับวงจรไฟฟ้ากำลังให้ใช้สีดังนี้คือ

(1) สำหรับวงจรไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย
- เฟส A : น้ำตาล
- เฟส B : ดำ
- เฟส C : เทา
- นิวตรอน : ฟ้า
- สายดิน : เขียวแถบเหลือง

(2) สำหรับวงจรไฟฟ้า1เฟส2สาย
- เฟส : น้ำตาลหรือสีของเฟสนั้นๆ
- นิวตรอน : ฟ้า
- สายดิน : เขียวแถบเหลือง

(3) สายขนาดตั้งแต่ 6 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไปจะต้องทำปลอกสีตามข้อ 5.1.6(1) และ 5.1.6(2)

5.2 มาตรฐานท่อร้อยสายไฟฟ้าและทางเดินสายไฟฟ้า (Conduits and Race Way)

5.2.1ข้อกำหนดทั่วไป

งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงการจัดหา การจัดส่งและการติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าและทางเดินสายไฟฟ้าต่างๆตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

5.2.2 มาตรฐาน

(1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดพีวีซีต้องเป็นไปตาม มอก.216 ฉบับปีล่าสุดใช้ติดตั้งร้อยสายในบริเวณที่มีสารเคมีกัดกร่อน

(2) ท่ออ่อน (Flexible Conduit) จะต้องทำจาก Galvanized Steel ใช้ติดตั้งร้อยสายสำหรับเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อาจมีการสั่นสะเทือนได้หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท.หรือ NEC

(3) ท่ออ่อนป้องกันของเหลว (Liquid Tight Flexible Steel Conduit) เปลือกนอกทำจากพีวีซีป้องกันการขีดข่วนและของเหลวเข้า ใช้ติดตั้งร้อยสายเช่นเดียวกับข้อ 5.2.2(2) แต่ใช้กับสถานที่เปียกชื้นและสำหรับนอกอาคาร การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท.หรือ NEC

(4) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing) จะต้องผ่านกระบวนการชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized) และเป็นไปตาม มอก.770 ฉบับปีล่าสุด “ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า” หรือ ANSI C 80.3-1983 หรือเทียบเท่าใช้สำหรับติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงหรือเสียหายได้ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท.หรือ NEC

(5) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit) จะต้องผ่านกระบวนการชุบสังกะสี (Hot-dip Galvanized) และเป็นไปตาม มอก.770 หรือ UL 1242-1983 หรือเทียบเท่าใช้ติดตั้งร้อยสายเช่นเดียวกับท่อ EMT และสามารถติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตราย การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท.หรือ NEC

(6) ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิดหนา (Rigid Steel Conduit) จะต้องผ่านกระบวนการชุบสังกะสี (Hot-dip Galvanized) และเป็นไปตาม มอก.770 หรือ ANSI C 80.1-1983 หรือเทียบเท่า ใช้ติดตั้งร้อยสายเช่นเดียวกับท่อ IMC ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรง การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท.หรือ NEC

(7) ท่อร้อยสายไฟฟ้าพอลีเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง ภายใต้ชั้นคุณภาพ ไม่ต่ำกว่า Class I (PN6)

5.2.3 **กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย**

กล่องดึงสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องต่อสาย กล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ ตามกำหนดใน ว.ส.ท.หรือ NEC รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

(1) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายมาตรฐานโดยทั่วไปต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบกัลวาไนซ์ และกล่องกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออะลูมิเนียม ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร โดยที่ฝาครอบมีขอบยางอัดรอบและเป็นวัสดุชนิดเดียวกับกล่องต่อสาย

(2) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้วต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบกัลวาไนซ์

(3) ขนาดของกล่องต่อสายและกล่องดึงสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้า-ออกกล่องนั้นๆและขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายไฟฟ้าหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน ว.ส.ท.หรือ NEC

(4) กล่องต่อสายและกล่องดึงสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

5.2.4 Cable Tray

(1) Cable Tray ต้องผลิตจากแผ่นเหล็กที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) มีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร และแผ่นเหล็กพับพื้นเป็นลูกฟูกมีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดีและเคลือบผิวชนิดสีฝุ่น (Epoxy Powder Coating)

(2) การติดตั้งและการใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามหมวด ค. (หัวข้อ 5.4)

5.2.5 Cable Ladder

(1) CableLadderต้องผลิตจากแผ่นเหล็กที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) มีความหนาของเหล็กไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร

(2) CableLadder มีลูกขั้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตรหรือน้อยกว่ามีขอบมนไม่คม

(3) การติดตั้งและการใช้งาน Cable Ladder ต้องเป็นไปตามหมวด ค. (หัวข้อ 5.4)

5.2.6 Wire Way

(1) Wire Wayต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กอิเลกโตรกัลวาไนซ์ มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร และเคลือบผิวชนิดสีฝุ่น (Epoxy Powder Coating)

(2) การติดตั้งและการใช้งาน Wire Way ต้องเป็นไปตามหมวด ค. (หัวข้อ 5.4)

(3) Wire Way ที่มีความกว้างตั้งแต่ 30 เซนติเมตร เป็นต้นไป หรือ Wire Way ที่มีลักษณะการติดตั้งอยู่ในแนวดิ่ง (Vertical) ต้องมี Cable Support ภายใน Wire Way ทุกๆ ระยะ 50 เซนติเมตร

6. มาตรฐานเครื่องมือวัดและควบคุม(Instrumentation and Controls)

6.1 ข้อกำหนดทั่วไป

งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงวัสดุและการสร้างจัดหาการจัดส่งการติดตั้งและการทดสอบเครื่องมือวัด อุปกรณ์ ประกอบต้องเป็นตามมาตรฐานล่าสุดของ IEC 6051, IEC 60473, IEC 60521 หรือเทียบเท่า ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนเฉพาะแห่ง

6.2 เครื่องมือวัดและควบคุม

จะกำหนดให้ในแบบแปลนหรือรายละเอียดในส่วนอื่น เช่น Chlorine Leak Detector, Flow Meter และอื่นๆ ให้ใช้ไฟ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ 1 เฟส จากแผงสวิตช์ควบคุมแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าตามที่ระบุไว้ในแบบแปลนเฉพาะแห่ง

เครื่องมือวัดและควบคุมตลอดจนอุปกรณ์จะต้องติดตั้งและสามารถทำงานได้ตามความประสงค์ของการออกแบบตำแหน่งที่ติดตั้งให้เป็นไปตามแบบแปลนถ้าไม่ได้กำหนดตำแหน่งไว้ในแบบแปลนให้ติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมโดยได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง

(1) **โวลต์มิเตอร์**

1.1) **ชนิดอนาล็อก** (Analog)

จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 96 มิลลิเมตร x 96 มิลลิเมตรเข็มเคลื่อนที่เป็นมุม 90 องศา จากจุด Zero ถึงจุดเต็มพิกัดความเที่ยงตรง ± 3.5% ตลอดช่วงการวัดเป็นชนิด Panel Mounted สามารถปรับค่า Zero จากภายนอกได้ ติดตั้งพร้อมสวิตช์เลือก 7 จังหวะ คือ ปิด 1 จังหวะ เฟสถึงเฟส 3 จังหวะ และเฟสถึงนิวตรอน 3 จังหวะ

1.2) **ชนิดดิจิตอล** (Digital)

จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 48 มิลลิเมตร x96 มิลลิเมตรโดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและแสดงผลด้วย LED หรือ LCD 4 หลัก โดยมีปุ่มกดโปรแกรมได้ที่หน้ามิเตอร์ รับแรงดันได้ ตั้งแต่ 0 – 600 โวลต์ (เมื่อต่อตรง) สามารถปรับตั้งค่า PT ได้ 0 - 9999 ค่า (เมื่อต่อผ่าน PT) พิกัดความเที่ยงตรง ± 0.25% หรือดีกว่า มีความละเอียด 0.1 โวลต์ หรือดีกว่า ทนต่อแรงดันเกินได้ 120% แบบต่อเนื่อง ทนกับแรงดันเกินชั่วขณะได้ 300% ได้นาน 1 วินาทีหรือมากกว่า ใช้ไฟเลี้ยง 220 โวลต์ ± 10% ที่ความถี่ 50/60 เฮิรตซ์มาตรฐานการป้องกัน IP 54 (สำหรับด้านหน้าอุปกรณ์) และ IP 20 (สำหรับเทอร์มินอล) ตัวอุปกรณ์ทนแรงดันฉนวน ได้ไม่น้อยกว่า 4 กิโลโวลต์ ได้รับรองมาตรฐาน DIN หรือ IEC

(2) **แอมป์มิเตอร์**

2.1) **ชนิดอนาล็อก** (Analog)

จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 96 มิลลิเมตร x 96 มิลลิเมตรเข็มเคลื่อนที่เป็นมุม 90 องศาจากจุด Zero ถึงจุดเต็มพิกัดความเที่ยงตรง ± 3.5% ตลอดช่วงการวัดเป็นชนิด Panel Mounted สามารถปรับค่า Zero จากภายนอกได้ ติดตั้งพร้อมสวิตช์เลือก 4 จังหวะ คือ ปิด 1 จังหวะ เฟสถึงเฟส 3 จังหวะ สามารถวัดกระแสได้สูงสุด

ของขนาดหม้อแปลงที่ติดตั้งและสามารถรับกระแสเกินได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของพิกัดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาที

2.2) **ชนิดดิจิตอล** (Digital)

จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 48 มิลลิเมตร x96 มิลลิเมตรโดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแสดงผลด้วย LED หรือ LCD 4 หลัก โดยมีปุ่มกดโปรแกรมได้ที่หน้ามิเตอร์ รับกระแสได้ตั้งแต่ 0.5แอมแปร์ (ต่อตรงหรือต่อผ่าน CT) สามารถปรับตั้งค่า CT ได้ 0 - 9999 ค่า พิกัดความเที่ยงตรง ± 0.25% หรือดีกว่า มีความละเอียด 0.1 แอมแปร์หรือดีกว่า ทนต่อกระแสเกินได้ 200% แบบต่อเนื่อง ทนกับกระแสเกินชั่วขณะได้ 500% ได้นาน 1 วินาทีหรือมากกว่า ใช้ไฟเลี้ยง 220โวลต์ ± 10% ที่ความถี่ 50/60 เฮิรตซ์มาตรฐานการป้องกัน IP 54 (สำหรับด้านหน้าอุปกรณ์) และ IP 20 (สำหรับเทอร์มินอล) ตัวอุปกรณ์ทนแรงดันฉนวน ได้ไม่น้อยกว่า 4 กิโลโวลต์ ได้รับรองมาตรฐาน DIN หรือ IEC หรือดีกว่า

(3) **กิโลวัตต์มิเตอร์**

จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 96 มิลลิเมตร x 96 มิลลิเมตรเข็มเคลื่อนที่เป็นมุม 90 องศาจากจุด Zero ถึงจุดเต็มพิกัดความเที่ยงตรง± 3.5% เป็นชนิด Panel Mounted สามารถปรับค่า Zero จากภายนอกได้ ใช้สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ชนิด Unbalanced Load 3 x 415/240 โวลต์ 3 x 5 แอมป์ 50 เฮิรตซ์ สามารถวัดค่ากิโลวัตต์ได้สูงสุดของขนาดหม้อแปลงที่ติดตั้ง และสามารถรับกระแสเกินได้ไม่น้อยกว่า 10 เท่าของพิกัดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วินาที

(4) **กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์**

4.1) **กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ (ชนิดจานหมุน)**

- สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 220/230 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ระดับความเที่ยงตรง± 2.0% (Class 2.0) มีตัวเลขอย่างน้อย 5 หลัก
- สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 220/380,230/400 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ระดับความเที่ยงตรง ± 2.0% (Class 2.0) มีตัวเลขอย่างน้อย 5 หลัก
- ได้รับมาตรฐาน IEC 62052-11, IEC 62053-11
- ได้รับ มอก.2336 ฉบับปีล่าสุด มอก.1030 ฉบับปีล่าสุด

***หมายเหตุ**

มิเตอร์ย่อย Single Phase หรือ Three Phase ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

(5) **หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัด**

ทั้ง Potential Transformer และ Current Transformer จะต้องเป็นชนิด Molded Resin-rubber Insulated มีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อความร้อนและแรงทางกล ซึ่งเกิดจากกระแสลัดวงจรชั่วขณะจนถึงค่าพิกัด Interrupting ของเซอร์กิตเบรคเกอร์ได้โดยไม่เกิดความเสียหายใดๆอุปกรณ์ วัสดุ และการสร้างประกอบต้องเป็นไปตามมาตรฐานล่าสุด IEC 60186 หรือเทียบเท่า ถ้ามีการใช้หม้อแปลงสำหรับเครื่องวัดดังกล่าว จะต้องมีพิกัดและรายละเอียดดังนี้

ชนิด (Type)	: ติดตั้งในอาคาร 1 เฟส หรือ 3 เฟส
แรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (Primary Voltage)	: 380 โวลต์ กระแสสลับ
แรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (Secondary Voltage)	: 110 โวลต์ กระแสสลับ
กระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (Secondary Current)	: 5 แอมแปร์
ระดับความเที่ยงตรง (Accuracy Class)	: 1.0
ระดับความทนของฉนวน (Insulation Level)	: 3 กิโลโวลต์ R.M.S.

(5) **Phase Monitor Relay**

เป็นชนิด Solid State Control ประกอบด้วยรีเลย์ ซึ่งสามารถต่อสายควบคุมไปยัง Main Circuit Breaker เพื่อตัดวงจร คุณสมบัติทั่วไปดังนี้

- ป้องกันการสลับเฟสของไฟฟ้า
- ป้องกันเมื่อแรงดันไฟฟ้าตกหรือเกินได้ไม่น้อยกว่า ± 20%
- ป้องกันเมื่อแรงดันเฟสใดเฟสหนึ่งหรือมากกว่าขาดหายไป
- สามารถปรับตั้งค่าของเวลาการหน่วงในการเปิดและปิดได้
- มีสถานะการทำงานเมื่อวัดความผิดปกติต่างๆได้ พร้อมการทำงานของหน้าสัมผัส (Relay Output)
- สามารถป้องกันการเกิด Surge ตามมาตรฐาน VDE 0435 Part 30348.3/Class II หรือเทียบเท่า
- สามารถติดตั้งได้บนราง DIN

(7) **Hour Counter Meter**

เป็นแบบหุ้มปิดมิดไม่สามารถปรับตั้งได้ มีช่วงการทำงานถึง 99,999.9 ชั่วโมง

(8) **สวิตช์เลือก (Selector Switch)**

เป็นชนิดออกแบบเพื่อใช้งานหนัก (Heavy Duty Type) ทำงานด้วยการหมุน (Rotary Type)

(9) **ไฟสัญญาณ (Pilot Lamp)**

แสดงแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส ประกอบด้วยฝาครอบแดง สีเหลือง และน้ำเงินตามลำดับ หลอดเป็นชนิด LED (Light Emitting Diode) สามารถทนแรงดันไฟกระชาก (Impulse Voltage) ได้ไม่น้อยกว่า 2 กิโลโวลต์

6.3 Digital Motor Protection Relay

Digital Motor Protection Relayสำหรับมอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 37 กิโลวัตต์ขึ้นไป โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.3.1 **คุณสมบัติทั่วไป**

(1) เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้เป็นรีเลย์ป้องกันความเสียหายของมอเตอร์อันเนื่องมาจากความผิดปกติของกระแสมอเตอร์ โดยเป็น Electronic Relay (Micro Controller Unit) ที่คอยตรวจสอบแสดงพิกัดกระแสของมอเตอร์ และสั่ง Output Contact ให้ชุดสตาร์ทเตอร์หยุดทำงาน เมื่อเกิดความผิดปกติตามฟังก์ชั่นป้องกันมอเตอร์ของรีเลย์

(2) มีหน้าจอแสดงผลเป็นระบบดิจิตอลโดยมีสายเชื่อมต่อหน้าจอเพื่อแสดงค่ากระแสมอเตอร์ สาเหตุการ Trip ต่างๆ และค่าชั่วโมงการทำงานมาแสดงที่หน้าตู้ได้

6.3.2 **คุณสมบัติฟังก์ชั่นการป้องกันมอเตอร์** (Digital Motor Protection Relay)

ต้องมีฟังก์ชั่นป้องกันมอเตอร์อย่างน้อยดังนี้

(1) กระแสมอเตอร์เกิน (Over Current)

(2) กระแสมอเตอร์ต่ำ (Undercurrent)

(3) กระแสมอเตอร์ขาดเฟส (Phase loss)

(4) เฟสเข้ามอเตอร์ผิดปกติ (Phase Reversal)

(5) กระแสมอเตอร์ไม่สมดุล (Phase Unbalance)

(6) โรเตอร์ของมอเตอร์ไม่หมุน (Locked Rotor)

(7) กระแสของมอเตอร์กระชากรุนแรง (Shock / Stall)

(8) มอเตอร์กระแสรั่ว (Ground Fault)

6.4 **เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า** (Energy Digital Meter)

6.4.1 วัตถุประสงค์

เพื่อจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้าสำหรับติดตั้งที่ตู้ MDB

6.4.2 คุณสมบัติทั่วไป

เครื่องวัดต้องเป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย เป็นชนิดทำงานโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ โดยจะต้องวัดค่าทางไฟฟ้าได้และจะต้องแสดงผลเป็นแบบตัวเลขโดยใช้จอแสดงผลแบบ LCD ขนาดใหญ่ และสามารถติดต่อสื่อสารโดยใช้โปรโตคอลที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้

6.4.3 คุณสมบัติทางเทคนิค

(1) เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดในระบบ 3 เฟส 4 สาย และ 1 เฟส 2 สาย ได้พร้อมทั้งมีการตรวจสอบการเรียงลำดับของเฟสที่ต่อได้

(2) เครื่องวัดจะต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ดังนี้คือ กระแสต่อเฟสกระแสรวม แรงดันต่อเฟสแรงดันเฟสต่อนิวตรอลกิโลวัตต์กิโลวาร์เพาเวอร์แฟคแตอร์ความถี่ กิโลวัตต์ชั่วโมงกิโลวาร์ชั่วโมงเปอร์เซนต์ฮาร์โมนิคของกระแสแต่ละเฟส

เปอร์เซนต์ฮาร์โมนิคของแรงดันแต่ละเฟสฮาร์โมนิคของกระแสและฮาร์โมนิคของแรงดันในแต่ละลำดับ

(3) เครื่องวัดจะต้องสามารถบันทึกค่าสูงสุดของทุกๆ ค่าที่สามารถวัดได้และจะต้องเก็บข้อมูลไว้ได้ แม้ไม่มีไฟจ่ายให้กับเครื่องวัดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน

(4) เครื่องวัดจะต้องสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้พอร์ต RS-485 หรือ RS-232 เพื่อทำการเก็บหรือประมวลผลของข้อมูลได้ โดยผ่านโปรแกรมช่วยต่างๆ เช่น โปรแกรมของผู้ผลิตโปรแกรม SCADA ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไป เช่น WIZON, CITEC, SIEMENS, อื่นๆ

(5) เครื่องวัดจะต้องมีโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างน้อย คือ Modbus Protocol โดยจะต้องมีความสามารถส่งข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 9,600 Kbps (RS-485)

(6) เครื่องวัดจะต้องมี Relay Output, Pulse Output, Analog Output อย่างละ 1 ชุดเป็นอย่างน้อย

(7) ความสามารถในการวัดจะต้องวัดค่าได้ดังนี้

7.1) การวัดค่าแรงดัน

VL – N	: 30 - 400 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า
VL – L	: 90 - 600 VAC หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

7.2) การวัดค่าความถี่

ความถี่ที่วัดได้	: 50 - 60 เฮิรตซ์หรือมีช่วงวัดที่กว้างกว่า

7.3) วงจรกระแสไฟฟ้าออก : 5 แอมแปร์

วัดค่ากระแสได้ : ไม่น้อยกว่า 0 - 4000 แอมแปร์

7.4) สภาวะแวดล้อม

ทนการทดสอบแรงดันได้	: ไม่น้อยกว่า 2.5 K
ระดับการป้องกัน (ด้านหน้า)	: IP 40 หรือดีกว่า
อุณหภูมิใช้งาน	: -10 ถึง 50°c หรือดีกว่า
ความชื้นสัมพัทธ์	: 15 - 95% โดยไม่มีระบบชดเชย

7.5) ความเที่ยงตรงในการวัด

กระแสและแรงดันแต่ละเฟส	: <± 1%
Power	: <± 1%
Power Factor	: <± 1%
Frequency	: <± 1%

7. มาตรฐานมอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motors)

7.1 มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ

7.1.1 คุณสมบัติ

(1) มอเตอร์จะต้องผลิตตามมาตรฐาน มอก.866 ฉบับปีล่าสุด, IEC 60034, IEC 60072 หรือ JEC, JIS, JEM

(2) มอเตอร์ที่ออกแบบตามมาตรฐาน NEMA จะต้องได้รับการทดสอบภายใต้มาตรฐาน IEEE

(3) มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นชนิด Squirrel Cage Induction Motor โครงสร้างปิดมิดระบายความร้อนแบบ Totally Enclosed Fan-Cooled (TEFC) IC411มีระดับป้องกัน >= IP55 มอเตอร์เป็นไปตามมาตรฐาน IE2 เป็นอย่างน้อยและมีค่า Service Factor ไม่น้อยกว่า 1

(4) มอเตอร์จะต้องถูกออกแบบให้มีขนาด (Rated Output, kW.) สูงกว่ากำลังใช้งานของเครื่องสูบน้ำ (Rated Power, kW.) อย่างน้อย 20% ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ

(5) ใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 380/660 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิรตซ์

(6) ขนาดพิกัดกำลังของมอเตอร์ จะต้องเป็นชนิดใช้งานต่อเนื่อง (S1:Continuous Rating) ที่ 50 เฮิรตซ์ ที่อุณหภูมิบรรยากาศไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส (Ambient Temperature 40 Degree Celsius) และความสูงไม่เกิน 1,000 เมตร (Altitude 1,000 Meters)

(7) Hollow Shaft Motor คุณสมบัติด้านกระแสเริ่มต้น (Starting Current) และกำลังบิด (Torque) ตาม Design B. ของ NEMA หรือเทียบเท่า

(8) ฉนวนหุ้มขดลวดของมอเตอร์เป็นชั้น F (Insulation Class F) หรือดีกว่า และออกแบบให้ใช้งานที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส (Temperature Rise Not Exceed 80 Degree Celsius)

(9) การพิจารณาค่า Power Factor ของมอเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 22 กิโลวัตต์ขึ้นไป ที่ภาระโหลด 100% มีค่า Power Factor ไม่น้อยกว่า 0.85 ในกรณีที่ทำการทดสอบใช้งานในสภาพจริงเมื่อทำการวัดค่า Power Factor ของมอเตอร์มีค่าน้อยกว่า 0.85 แล้วผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Capacitor ขนาดที่เหมาะสม เพื่อปรับค่า Power Factor ให้ได้ไม่น้อยกว่า 0.85

(10) การพิจารณาค่า Power Factor ของมอเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 22 กิโลวัตต์ ที่ภาระโหลด 100% มีค่า Power Factor เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตในกรณีที่ทำการทดสอบใช้งานในสภาพจริงเมื่อทำการวัดค่า Power Factor ของมอเตอร์มีค่าน้อยกว่า 0.85 แล้ว ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Capacitor ขนาดที่เหมาะสม เพื่อปรับค่า Power Factor ให้ได้ไม่น้อยกว่า 0.85

(11) มอเตอร์ที่ติดตั้งตามมาตรฐาน IEC 60034-7 แบบแนวนอน Horizontal Foot Mounted (Im 1001) ในกรณี แบบแนวตั้ง Vertical Flange Mounted (Im 3011) ขนาดตั้งแต่ 110 กิโลวัตต์ขึ้นไปให้ใช้แบร์ริ่งด้านหน้าหรือด้านหลังเป็นแบบ Angular Contact Ball Bearingอย่างน้อย 1 ชุด

(12) แบร์ริ่ง (Bearing)มอเตอร์จะต้องประกอบด้วยลูกปืนแบบ Anti-Friction และสำหรับมอเตอร์ตั้งแต่ 75 กิโลวัตต์ขึ้นไปจะต้องมี Grease Valve ซึ่งทำให้สามารถเติมสารหล่อลื่นหรือจาระบีตามระยะที่เหมาะสมเพื่อให้อุณหภูมิของลูกปืนไม่สูงตลอดอายุการใช้งาน

(13) มอเตอร์ที่ใช้กับ VSD เพื่อปรับรอบมอเตอร์ ระบายความร้อนแบบ Totally Enclosed Blower Cooled (TEBC) IC416และเพื่อป้องกันกระแสตามเพลา (Shaft Current) ทำลายลูกปืน มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 75 กิโลวัตต์ขึ้นไปจะต้องติดตั้งลูกปืนฉนวน (Insulated Bearing) 1 จุด

(14) การป้องกัน (Resistive Temperature Detectors)

- Bearings 2 จุดหน้า,หลัง สำหรับมอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ขึ้นไป
- Stator Winding 3 จุด (One/Phase) มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 55 - 185 กิโลวัตต์
- Stator Winding 6 จุด (Two/Phase) มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 กิโลวัตต์ ขึ้นไป
- SPM (Shock Pulse Measurement) มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 160 กิโลวัตต์ ขึ้นไป

***หมายเหตุ**

กรณีที่เป็น Hollow Shaft Motor จะกำหนดประสิทธิภาพของมอเตอร์ไว้ในรายการประกอบแบบแปลนและหากPerformance ของมอเตอร์เมื่อทำงานกับระบบไฟฟ้า 60 เฮิรตซ์ กปภ.จะถือว่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่เสนอมาต่ำลง 1% จากประสิทธิภาพระบุใน Catalogue

7.1.2 ป้ายแสดงรายละเอียดของมอเตอร์ไฟฟ้า

ป้ายแสดงรายละเอียด (Name Plate) ทำด้วย Stainless Steel หรือ Brass โดยมีรายละเอียดดังนี้ วันเดือนปีที่ผลิต ชื่อบริษัทผู้ผลิต ยี่ห้อ ชนิดหรือแบบ ขนาดแรงม้า แอมแปร์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า จำนวนเฟส ความเร็วรอบ และชั้นของฉนวน

7.1.3 เอกสารที่ผู้รับจ้างต้องยื่นขอใช้งาน

- Data Sheet
- Performance Curve
- Speed Torque Curve
- Dimension Drawing
- หนังสือแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยหรือหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยให้ใช้ในกิจการ กปภ.
- มาตรฐานผู้ผลิต ISO 9001หรือดีกว่า

8. มาตรฐานระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้า (Lighting and Receptacle Systems)

8.1 ข้อกำหนดทั่วไป

งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงการจัดหา การจัดส่งและการติดตั้งดวงโคม หลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ ตลอดจนเต้ารับไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

ตารางกำหนดชนิดของดวงโคม ได้แสดงไว้ในแบบแปลนเฉพาะแห่ง ดวงโคมและอุปกรณ์ต่างๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

8.2 ดวงโคม หลอดไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ

ให้ใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ จำนวนและขนาดให้เป็นไปตามที่กำหนดในแบบแปลน และจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ต้องอยู่ในสภาพที่สะอาดปราศจากฝุ่นคราบหรือรอยชำรุดก่อนการตรวจรับของตัวแทนผู้ว่าจ้าง

8.2.1 สวิตช์

สวิตช์ติดผนังต้องสามารถแสดงสภาวะการทำงานได้ ติดตั้งฝังเรียบเสมอระดับผนัง เงียบไม่มีเสียงดังขณะมีภาระไฟฟ้า พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 220 โวลต์ หรือตามที่กำหนดในแบบแปลน

สวิตช์ชนิดกันน้ำ ให้ใช้ที่มีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 220 โวลต์ เช่นเดียวกันติดตั้งในกล่องอะลูมิเนียมหล่อมีฝาปิดที่มีแรงกดจากสปริงและมีปะเก็นกันน้ำเข้า

8.2.2 เต้ารับไฟฟ้าชนิดคู่

ให้ใช้ชนิดติดตั้งฝังเรียบเสมอระดับผนัง พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 220 โวลต์พร้อมกราวนด์ เป็นชนิดที่สามารถใช้กับเต้าเสียบชนิดกลมและแบนได้ (Universal Type) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน

เต้ารับไฟฟ้าชนิดกันน้ำ ให้ใช้ที่มีขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ ที่ 220 โวลต์พร้อมกราวนด์ เป็นชนิดที่สามารถใช้กับเต้าเสียบชนิดกลมและแบนได้ (Universal Type) ติดตั้งในกล่องอะลูมิเนียมหล่อมีฝาปิดที่มีแรงกดจากสปริงและมีปะเก็นกันน้ำเข้า

8.2.3 **โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์**

โคมไฟฟ้าให้พับจากแผ่นเหล็กชุบอิเลคโตรกัลวาไนซ์และพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อน 2 ชั้น สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เกิน 2 หลอดให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร นอกนั้นให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

(1) **หลอดฟลูออเรสเซนต์**

ต้องเป็นไปตาม มอก.236 ฉบับปีล่าสุด

(2) **บัลลาสท์**

2.1) **บัลลาสท์ ขดลวด**

ต้องเป็นไปตามมอก.23 ฉบับปีล่าสุด ต้องเป็นบัลลาสท์ชนิด High Power Factor ที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ไม่ต่ำกว่า 0.85

2.2) **บัลลาสท์ อิเล็กทรอนิคส์**

ต้องเป็นไป ตามมอก.885 ฉบับปีล่าสุด หรือ IEC 61347 โดยมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ไม่น้อยกว่า 0.98 และค่า THD ไม่เกิน 10%

2.3) **สตาร์ทเตอร์**

ต้องเป็นไป ตามมอก.183 ฉบับปีล่าสุด

2.4) **หลอดไฟฟ้าชนิด** LED

ต้องเป็นไป ตามมอก.1955 ฉบับปีล่าสุดหรือมาตรฐานสากลฉบับปีล่าสุด

8.2.4 **โคมไฟฟ้าติดเสาไฟฟ้า**

ต้องเป็นโคมไฟฟ้าหลอด Mercury Vapor Lamp มีก้านเป็นท่อเหล็กอาบสังกะสี เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกไม่น้อยกว่า 48 มิลลิเมตร ยาวไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร มีฝาครอบเป็นแก้วกันน้ำ (IP65) สามารถเปิดทำความสะอาดได้พร้อมอุปกรณ์ติดเสาคอนกรีต

9. มาตรฐานข้อกำหนดของระบบควบคุมอัตโนมัติ

9.1 สัญญาณอินพุต

เป็นสัญญาณจากภายนอกที่ป้อนเข้าไปในระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อทำการประมวลผล ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้งานดังต่อไปนี้

9.1.1 สัญญาณที่ใช้วัดระดับน้ำ

9.1.2 ลูกลอยเคเบิล ใช้วัดระดับน้ำโดยใช้ตำแหน่งของลูกลอยกำหนดจุดสูงสุดและจุดต่ำสุด

9.1.3 Pressure Switch (ใช้เฉพาะถังสูง) ใช้วัดระดับแรงดันน้ำโดยเจาะวัดสัญญาณน้ำที่ท่อทางจ่ายใต้ถังสูง โดยเทียบแรงดันน้ำบนถังสูง สูงสุดและต่ำสุด

9.1.4 Electrode Level Switch เป็นอุปกรณ์ใช้วัดระดับน้ำโดยอาศัยการนำไฟฟ้าจากขาแท่งสแตนเลสผ่านน้ำในถังซึ่งกำหนดจุดสูงสุด และจุดต่ำสุด

9.1.5 Hydrostatic Level ใช้วัดระดับน้ำโดยใช้ปริมาณน้ำ โดยทำการเปลี่ยนเป็นแรงดันน้ำมาเป็นสัญญาณอนาล็อก ส่งสัญญาณไปที่ส่วนประมวลผลเพื่อคำนวณปริมาณของน้ำในถัง

9.1.6 Ultrasonic Level / Radar Level ใช้วัดระดับน้ำโดยใช้ระดับความสูงของผิวน้ำ จากจุดวัดส่งสัญญาณอนาล็อกไปที่ส่วนประมวลผลเพื่อคำนวณปริมาณของน้ำในถัง

9.1.7 Magnetic Reed Switch ใช้วัดระดับน้ำ โดยใช้ตำแหน่งของลูกลอยอาศัยการนำสนามแม่เหล็ก กำหนดจุดสูงสุด และจุดต่ำสุด

9.1.8 อุปกรณ์อื่นๆที่กำหนดไว้ในแบบ

9.2 สัญญาณตรวจสอบการไหลของน้ำ

9.2.1 Flow Switch เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดการไหลของน้ำที่อยู่ในท่อ โดยทำการตรวจสอบการไหลของน้ำโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของน้ำส่งผลให้มีการเปิดปิด วงจร

9.2.2 ชุดวัดค่า Power Factor Meter (PF) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดตัวประกอบกำลังของมอเตอร์ โดยการวัดค่าของมอเตอร์ PF ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำไปในท่อทางส่งได้ ค่า PF ของมอเตอร์จะมีค่าสูง ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำไม่สามารถสูบน้ำขึ้นไปในท่อทางส่งได้ ค่า PF ของมอเตอร์จะมีค่าต่ำ

9.2.3 Pressure Switch เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันของน้ำโดยใช้แรงดันน้ำในท่อทางส่งเป็นตัวตรวจสอบการไหลของน้ำ

9.2.4 Pressure Transmitter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดันของน้ำโดยใช้แรงดันน้ำในท่อทางส่ง จากนั้นทำการส่งสัญญาณอนาล็อกไปที่ส่วนประมวลผล เพื่อเป็นตัวตรวจสอบการไหลของน้ำ

9.2.5 Flow Meter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการไหลของน้ำโดยทำการส่งสัญญาณอนาล็อก ไปที่ส่วนประมวลผล

9.2.6 อุปกรณ์อื่นๆที่กำหนดไว้ในแบบ

9.3 สัญญาณที่เกิดจากสวิตช์ในตู้ควบคุมหรือชุดประตูน้ำไฟฟ้า

ได้แก่ สวิตช์เปิดสั่งให้ระบบทำงาน สวิตช์ปิดสั่งให้ระบบหยุดทำงาน ลิมิตสวิตช์จากประตูน้ำไฟฟ้าเพื่อเช็คสถานะว่าอยู่ในตำแหน่งเปิดหรือตำแหน่งปิด

9.3.1 สัญญาณเวลาโดยใช้ Timer Switch เป็นตัวกำหนดสั่งให้ระบบสูบน้ำหรือหยุดสูบน้ำ

9.3.2 สัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ไปชุดประมวลผลที่ใช้งานในลักษณะของ ON OFF Control ให้ใช้แรงดัน 12V หรือ 24V โดยใช้ระบบไฟฟ้า AC หรือ DC

9.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลและสั่งการระบบควบคุมอัตโนมัติ

9.4.1 Relay

เป็นอุปกรณ์ที่นำเอา Relay มาประกอบเป็นวงจรให้สามารถทำงานตามเงื่อนไขของระบบสูบน้ำที่กำหนด ทำการรับสัญญาณอินพุตมาประมวลผลแล้วสั่งการให้ส่วนของเอาต์พุตทำงาน ประกอบด้วยมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ประตูน้ำไฟฟ้า เครื่องจ่ายสารเคมีและอุปกรณ์อื่นในระบบผลิต

9.4.2 PLC (Programmable Logic Controller)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานควบคุมระบบควบคุมอัตโนมัติที่กำหนดเงื่อนไขการสูบน้ำ โดยการเขียนโปรแกรม 5 ภาษา ประกอบด้วย

(1) LD (Ladder Diagram)

(2) FBD (Function Block Diagram)

(3) ST(Structure Text)

(4) IL(Instruction List)

(5) SFC (Sequential Function Chart)

โดยใช้ภาษาดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่งเขียนลงไปในหน่วยความจำ ซึ่งระบบจะทำงานโดยทำการรับสัญญาณอินพุตแล้วสั่งการให้ส่วนของเอาต์พุตทำงาน ประกอบด้วยมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ประตูน้ำไฟฟ้า เครื่องจ่ายสารเคมีและอุปกรณ์อื่นในระบบผลิต

9.4.3 Smart Relay

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานควบคุมระบบควบคุมอัตโนมัติที่กำหนดเงื่อนไขการสูบน้ำ โดยการเขียนโปรแกรมด้วยการใช้ภาษา LD (Ladder Diagram) หรือ FBD (Function Block Diagram) ลงไปในหน่วยความจำ ซึ่งระบบจะทำงานโดยทำการรับสัญญาณอินพุตแล้วสั่งการให้ส่วนของเอาต์พุตทำงาน ประกอบด้วยมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ประตูน้ำไฟฟ้า เครื่องจ่ายสารเคมีและอุปกรณ์อื่นในระบบผลิต

9.4.4 ไมโครคอนโทรเลอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานระบบควบคุมอัตโนมัติที่กำหนดเงื่อนไขการสูบน้ำ โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของภาษาคอมพิวเตอร์เป็นภาษาซี ภาษาเบสิก แอสแซมบี และอื่นๆ แล้วทำการแปลงไฟล์เป็นจุด HEX ทำการโหลดไฟล์ลงไปในหน่วยความจำที่เป็นไอซี ซึ่งระบบจะทำงานโดยทำการรับสัญญาณอินพุตมาประมวลผลแล้วสั่งการให้ส่วนของเอาต์พุตทำงาน ประกอบด้วยมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ประตูน้ำไฟฟ้า เครื่องจ่ายสารเคมีและอุปกรณ์อื่นในระบบผลิต

9.5 สัญญาณเอาต์พุต

หมายถึงสัญญาณที่ได้ทำการประมวลผลจากตัวระบบควบคุมอัตโนมัติ ส่งไปสั่งงานให้มอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ประตูน้ำไฟฟ้า เครื่องจ่ายสารเคมีและอุปกรณ์อื่นในระบบผลิตทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

กปภ.04-2558 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า

หมวด ข ระบบมาตรฐานความปลอดภัย

---

1. มาตรฐานระบบการต่อลงดิน (Ground Systems)

การต่อลงดินมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญด้านความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ด้านประสิทธิผล คุณภาพการทำงานของระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันต่างๆ รวมถึงการป้องกันผลกระทบจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่า โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

(1) การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Grounding)

(2) การต่อลงดินสำหรับบริภัณฑ์ (Equipment Grounding)

(3) การต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ (Electronic&Computer Grounding)

(4) การต่อลงดินสำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection Grounding)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา ติดตั้ง และทดสอบ การต่อลงดินของระบบทั้ง 4 ที่กล่างไว้ข้างต้นให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้อ้างอิงและสามารถทำงานครอบคลุมมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ระบุในแบบและข้อกำหนด

1.1 มาตรฐานอ้างอิง

อุปกรณ์และการติดตั้งของระบบการต่อลงดินจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) UL Standard for Safety for Grounding and Bonding Equipment, UL 467

(2) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับปีล่าสุด (EIT Standard)

***หมายเหตุ**

- National Electrical Code (NEC), Article 250 Grounding and Bonding ระบบการต่อลงดินของงานไฟฟ้าเพิ่มเติม
- ANSI/TIA/EIA-607 Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications ระบบการต่อลงดินของงานสื่อสารเพิ่มเติม

1.2 มาตรฐานอุปกรณ์

อุปกรณ์ในระบบการต่อลงดินของงานไฟฟ้า งานสื่อสารและป้องกันฟ้าผ่าที่ใช้ในโครงการจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากล เช่น

- IEC 62561
- UL 467
- UL 486
- IEEE 837

1.3 ความต้องการทั่วไป

ระบบการต่อลงดิน ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

(1) หลักดิน (Ground Rod)

(2) ตัวนำสำหรับต่อลงดินหรือสายดิน (Grounding Conductor)

1.3.1 มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

1.3.1.1 หลักดินชนิดแท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper-Bond Steel) หรือแท่งทองแดง (Solid Coper) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (แท่งหลักดินขนาด 5/8 นิ้ว หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้ว หรือ 14.20 มิลลิเมตร) ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

1.3.1.2 เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก Low Carbon Steel ที่มี Tensile Strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

1.3.1.3 ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9% และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ Molecularly Bonding หรือ Electro plating กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

1.3.1.4 ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL 467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ UL Listed

1.3.1.5 หลักดินชนิดใช้อาคารที่เป็นโครงโลหะและมีการต่อลงดินอย่างถูกต้อง โดยจะต้องมีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

1.3.1.6 ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมเป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

1.3.1.7 หลักดินชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบก่อนนำมาใช้งาน

1.3.1.8 การปักหลักสายดินต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 3 เมตร เท่าๆกันโดยหลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยสายตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (Copper Clad Steel Wire) ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางเซนติเมตร หรือตามที่ระบุในแบบโดยวัสดุของสายตัวนำเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM B910/B910M และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี Exothermic Weldingโดยผงเชื่อมต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL 467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ UL Listed

1.3.1.9 หลักสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกันคือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสื่อสาร และมีการต่อเชื่อมถึงกันเฉพาะที่ขั้น Ground เท่านั้น

1.3.2 **มาตรฐานตัวนำสำหรับต่อลงดินหรือสายดิน**

(1) สายต่อหลักดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Grounding) สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำทองแดงเท่านั้น เป็นชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียวหุ้มฉนวน และต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดไม่มีการต่อ ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวนำประธานของระบบไฟฟ้านั้นตาม**ตารางที่** 1 การต่อลงดิน (อ้างอิงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556)

ตารางที่ 1 ขนาดสายต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Ground)

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)	**ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)**
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

(2) สายต่อหลักดินสำหรับบริภัณฑ์ (Equipment Grounding) สายต่อหลักดินต้องเป็นตัวนำทองแดงเท่านั้น เป็นชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียวหุ้มฉนวน และต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดไม่มีการต่อ ขนาดของสายดินนี้กำหนดจากขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของแต่ละวงจรตามตารางที่ 2 การต่อลงดิน (อ้างอิงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556) แต่ถ้าขนาดสายที่กำหนดจากตารางมีขนาดใหญ่กว่าสายตัวนำของวงจร ให้ใช้ขนาดสายดินเท่ากับขนาดสายตัวนำของวงจรได้

ตารางที่ 2 ขนาดสายต่อหลักดินสำหรับบริภัณฑ์ (Equipment Ground)

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

(3) สายต่อหลักดินสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ (Electronic& Computer Grounding) ต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ANSI/TIA/EIA-607 ขนาดสายต่อหลักดินหากมิได้ระบุในแบบ ให้ใช้สายทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีขนาดพื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 50 ตารางมิลลิเมตร ส่วนสายเชื่อมกับ Ground Bar สำหรับระบบสื่อสารกรณีที่มีห้องระบบสื่อสารหลายๆชั้น ให้ใช้พื้นที่หน้าตัดต่ำสุด 16 ตารางมิลลิเมตร

(4) การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะและสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดง ตัวนำทองแดงกับตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงกับตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงหรือตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงกับเหล็กให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding โดยผงเชื่อมต้องผ่าน

การทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL 467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ UL Listed

(5) จุดต่อลงดินทุกจุดจะต้องติดตั้งใน Ground Inspection Pit ทำจากคอนกรีตหล่อขนาดไม่เล็กกว่า 320 x 320 มิลลิเมตร ลึก 190 มิลลิเมตร มีฝาคอนกรีตปิดพร้อมและต้องผ่านการทดสอบรับแรงกดทับได้ไม่น้อยกว่า 6,000 นิวตัน ติดตั้งเรียบเสมอผิวดิน หากจุดติดตั้งเป็นจุดที่ต้องรับน้ำหนักมากให้ใช้ฝาปิดเป็นฝาเหล็กหล่อ (Cast Iron Cover) และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 625

2. มาตรฐานระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

2.1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ให้ทำงานได้โดยสมบูรณ์ อุปกรณ์ และวัสดุใดที่ไม่ได้กำหนดไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบไฟฟ้าแต่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบการทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้าง

2.1.2 การติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. NEC และคำแนะนำของผู้ผลิต

2.1.3 อุปกรณ์ในระบบให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ UL หรือ TISI หรือ JIS

2.2 อุปกรณ์ในระบบ

อุปกรณ์ในระบบประกอบไปด้วย

(1) แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ Fire Control Panel (FCP)

(2) แผงแสดงผลเพลิงไหม้ Annunciator

(3) แหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply

(4) อุปกรณ์ตรวจจับ Initiating Devices

- อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector)
- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector)

(5) อุปกรณ์แจ้งเหตุ Audible Devices

- อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Manual Station)
- กระดิ่งไฟฟ้า (Alarm Bell)

***หมายเหตุ**

รายการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะงานตามข้อกำหนดของสัญญา และการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ วสท.

2.3 การเดินสายตัวนำ

2.3.1 ทั่วไป

(1) การเดินสายระบบตรวจจับเพลิงไหม้และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้รวมทั้งวงจรไฟฟ้าแรงต่ำอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนี้ ต้องเดินสายแยกต่างห่างจากวงจรไฟฟ้าของระบบอื่น

(2) การเดินสายต้องเป็นไปตามมาตรฐาน วสท.

2.3.2 **สายไฟฟ้าที่ใช้ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้** ในส่วนที่ระบุให้เป็นชนิดทนไฟ ต้องมีพิกัดทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 750 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง หรือมีวิธีอื่นที่ทำให้คุณสมบัติการทนไฟเทียบเท่า ทั้งนี้สายไฟต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสในวงจรได้ แต่ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

2.3.3 สีของสายไฟฟ้าและการทำเครื่องหมายช่องเดินสาย

2.3.3.1 สีของสายไฟฟ้า เปลือกหรือสีภายนอกของสายไฟฟ้าต้องมีสีตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ ดังนี้

1) **เปลือกนอก**

- ต้องมีสีเหลืองหรือสีส้ม หรือโดยการทำเครื่องหมายด้วยสีที่ถาวร แถบเครื่องหมายต้องมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
- เครื่องหมายต้องทำที่ปลายสายและทุกๆ ระยะห่างกันไม่เกิน 2.00 เมตร ตลอดความยาวสายที่อยู่นอกช่องทางเดินสาย รวมทั้งตรงจุดที่เปิดออกได้ เช่น กล่องต่อสาย

2) **ฉนวน**

- ฉนวนของสายไฟฟ้าแต่ละเส้นต้องมีสีหรือเครื่องหมายที่ติดถาวรติดไว้ที่ปลายสาย ทั้งนี้เพื่อความแตกต่างของสายแต่ละเส้นได้อย่างชัดเจน

2.3.3.2 การทำเครื่องหมายช่องเดินสาย

1) ต้องทำเครื่องหมายด้วยสีเหลืองหรือสีส้มด้วยสีที่ถาวร
2) แถบเครื่องหมายต้องมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
3) เครื่องหมายต้องทำห่างกันไม่เกิน 4 เมตร ตลอดความยาวช่องเดินสาย

2.3.4 การต่อสาย (Joints and Termination)

การต่อสายไม่ว่าจะเป็นการต่อสายระหว่างสายไฟฟ้าด้วยกัน หรือต่อระหว่างสายไฟฟ้ากับบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องสอดคล้องตามข้อกำหนดต่อไปนี้

(1) การเดินสายอุปกรณ์เริ่มสัญญาณทั้งหมดต้องมีการตรวจคุม เพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อมีการถอดชิ้นส่วนใดๆ จากวงจรโซนตรวจจับ จะมีสัญญาณเตือนที่โซนตรวจจับแต่ละสายที่มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากันซึ่งเดินเข้าและออกจากอุปกรณ์เมื่อต่อเข้ากับขั้วต่อสายเดียวกัน ต้องมีการแยกหัวต่อสายหรือตัวต่อสาย

(2) ในการต่อสายต้องมีวิธีการต่อสายและเลือกใช้อุปกรณ์ต่อสายให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน การเดินสายในท่อร้อยสายไฟฟ้าให้ต่อสายได้เฉพาะในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อสายไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก กล่องต่อสายต้องมีเครื่องหมายโดยการทาสีด้วยสีเหลืองหรือสีส้ม หรือแสดงด้วยอักษรข้อความว่า “แจ้งเหตุเพลิงไหม้” ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนภายหลังการติดตั้ง ตัวอักษรต้องมีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

(3) อุปกรณ์การต่อที่ใช้กับสายไฟ ต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้ได้กับสายทนไฟชนิดนั้น

(4) ในที่ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับต่อด้วยสายอ่อน ที่แต่ละปลายสายต้องมีอุปกรณ์ยึดสายติดกับโครงสร้างเพื่อลดแรงดึงสายที่ขั้วต่อสาย

(5) ในที่ซึ่งอุปกรณ์เริ่มสัญญาณมีสัญญาณเตือนแยกกัน การต่อสายต้องให้มั่นใจว่าการขัดข้องของอุปกรณ์เริ่มสัญญาณใดๆ จะไม่เป็นอุปสรรคต่อการส่งสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

2.3.5 **ชนิดของสายไฟฟ้า**

สายไฟฟ้าสำหรับสำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละส่วนในอาคาร สายไฟฟ้าที่ใช้อาจจะเป็นชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด ดังนี้

(1) สายทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ตาม มอก.11

(2) สายทนไฟตามมาตรฐาน IEC 331

(3) สายทนไฟตามมาตรฐาน BS 6387

(4) สายทนไฟตามมาตรฐาน AS 3013

(5) สายทองแดงหุ้มฉนวนเอ็กซ์แอลพีอี (XLPE) หรือฉนวนต้านเปลวเพลิงอื่นๆ

(6) สายใยแก้ว (Optical Fiber)

(7) สายโทรศัพท์

(8) สายซีลด์

2.4 การทดสอบ

2.4.1 ผู้รับจ้างต้องทดสอบการทำงานของระบบต่อผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง ว่าระบบทำงานได้โดยสมบูรณ์ครบตามที่กำหนดในรายการประกอบแบบ

2.4.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งาน วิธีการบำรุงรักษา และจะต้องส่งเอกสารคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย

3. มาตรฐานระบบป้องกันฟ้าผ่า

3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ จัดหา ติดตั้ง และทดสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบ Faraday Cage ให้สามารถทำงานครอบคลุมป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าแก่อาคารต่างๆ ในโครงการฯอย่างมีประสิทธิภาพ และตรงตามวัตถุประสงค์ที่ระบุในแบบและข้อกำหนด

3.2 มาตรฐานอ้างอิง

อุปกรณ์และการติดตั้งของระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

3.2.1 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (EIT Standard)

3.2.2 มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า (EIT Standard)

ภาคที่ 1 ข้อกำหนดทั่วไป

ภาคที่ 2 การบริหารความเสี่ยง

ภาคที่ 3 ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้างและอันตรายต่อชีวิต

ภาคที่ 4 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง

3.2.3 International Electro Technical Commission, IEC 60364 Electrical Installations for Buildings

3.2.4 UL Standard for Safety for Grounding and Bonding Equipment, UL 467

3.3 ความต้องการด้านเทคนิค

3.3.1 ระบบป้องกันฟ้าผ่าประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

(1) หลักดิน (Ground Rod)

(2) ตัวนำลงดิน (Down Connector)

(3) หลักล่อฟ้า (Air Terminal)

3.3.2 มาตรฐานหลักดินและสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

(1) หลักดินชนิดแท่งเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper-Bond Steel) หรือแท่งทองแดง (Solid Copper) ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (แท่งหลักดินขนาด 5/8 นิ้ว หมายถึงขนาดโดยประมาณ 0.560 นิ้วหรือ 14.20 มิลลิเมตร) ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตรหรือตามที่กำหนดในแบบ โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

1.1) เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก Low Carbon Steel ที่มี Tensile Strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

1.2) ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9% และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ Molecularly Bonding หรือ Electro plating กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 0.25 มิลลิเมตร

1.3) ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี Jacket Adherence Test และ Bending Test ตามมาตรฐาน UL 467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ UL Listed

(2) หลักดินชนิดใช้อาคารที่เป็นโครงโลหะและมีการต่อลงดินอย่างถูกต้อง โดยจะต้องมีค่าความต้านทานของการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

(3) ห้ามใช้วัสดุที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมเป็นหลักดินหรือสิ่งที่ใช้แทนหลักดิน

(4) หลักดินชนิดอื่นๆ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานและผู้ออกแบบก่อนนำมาใช้งาน

3.3.3 ตัวนำลงดิน (Down Conductor) ให้ใช้สายตัวนำอะลูมิเนียมตัน หรือทองแดงขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มิลลิเมตร หรือพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตรหุ้มด้วยฉนวนเป็นตัวนำลงดินในแต่ละจุดที่กำหนดไว้ โดยผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561-2

3.3.4 ตัวนำบนหลังคา (Roof Conductor) ตัวนำบนหลังคาซึ่งเป็นตัวนำสำหรับเชื่อมต่อหลักล่อฟ้าให้ต่อเนื่องกันทางไฟฟ้าถึงกันทั้งหมด ตัวนำล่อฟ้าต้องเป็นเทปอะลูมิเนียม หรือเทปทองแดง ที่มีขนาดตามที่ระบุไว้ในแบบหรือมีพื้นที่ภาคตัดขวางไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร

3.3.5 อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า เช่น อุปกรณ์จับยึดตัวนำล่อฟ้าอุปกรณ์จับยึดตัวนำลงดิน อุปกรณ์เชื่อมต่อและรอยต่อของจุดเชื่อมต่อต่างๆ ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติในรูปแบบ Heavy Duty Type ตามมาตรฐาน IEC 62561

3.3.6 หลักล่อฟ้า (Air Terminal) ให้ใช้หลักล่อฟ้าตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือแท่งทองแดงล้วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร ติดตั้งสูงสุดของอาคารหรือตามระบุในแบบ ในกรณีใช้หลักล่อฟ้าต่อตั้งกับเสาสูงต้องมีรายการคำนวณความสามารถในการทนต่อแรงลมที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติในรูปแบบ Heavy Duty Type ตามมาตรฐาน IEC 62561

3.3.7 ตัวนำช่วยกระจายประจุไฟฟ้า เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวนำลงดินแต่ละแนวให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า โดยปกติให้ใช้ตัวนำแกนเหล็กชุบด้วยทองแดง (Copper Bond Steel Wire) ขนาด

พื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตรตามแนวระดับที่กำหนดไว้ในแบบ โดยวัสดุของสายตัวนำเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM B910/B910M

3.3.8 การเชื่อม (Welding) การเชื่อมต่อโลหะให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ามีวิธีการต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะและสภาพของงาน โดยการเชื่อมต่อระหว่างตัวนำทองแดงกับตัวนำทองแดงตัวนำทองแดงกับตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงกับตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงหรือตัวนำแกนเหล็กหุ้มด้วยทองแดงกับเหล็กให้เชื่อมด้วยวิธี Exothermic Welding โดยผงเชื่อมต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน UL 467 และได้รับใบรับรองคุณภาพ UL Listed

3.3.9 จุดต่อลงดินทุกจุดจะต้องติดตั้งใน Ground Inspection Pit ทำจากคอนกรีตหล่อขนาดไม่เล็กกว่า 320 x 320 มิลลิเมตรลึก 190 มิลลิเมตร มีฝาคอนกรีตปิดพร้อม และต้องผ่านการทดสอบรับแรงกดทับได้ไม่น้อยกว่า 6,000 นิวตันติดตั้งเรียบเสมอผิวดิน หากจุดติดตั้งเป็นจุดที่ต้องรับน้ำหนักมากให้ใช้ฝาปิดเป็นฝาเหล็กหล่อ (Cast Iron Cover) และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62561

3.3.10 อุปกรณ์อื่นๆ ที่เป็นโลหะ เช่น ท่อน้ำ บันไดเหล็ก เป็นต้น ติดตั้งอยู่ห่างจากระบบล่อฟ้าส่วนเปลือยไม่เกิน 3.00 เมตร ต้องทำการเชื่อมเข้ากับระบบด้วย

3.4. การติดตั้ง

3.4.1 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานที่อ้างอิงข้างต้น

3.4.2 การติดตั้งจะต้องให้ช่างชำนาญงานที่ผ่านการอบรมการติดตั้งระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นผู้ปฏิบัติงาน

3.4.3 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานตามขั้นตอนในการติดตั้งที่ได้ระบุไว้ในคู่มือการติดตั้งของทางผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

3.4.4 ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดของระบบป้องกันฟ้าผ่าให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

3.5 การส่งมอบงาน

3.5.1 ต้องมีการวัดค่าความต้านทานดินโดยที่ค่าความต้านทานของแต่ละจุดจะต้องไม่เกิน 5 โอห์ม

3.5.2 ต้องมีการวัดความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของจุดต่อระหว่างระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยจะทำการวัดจากหลักล่อฟ้าถึงจุดต่อหลักดินซึ่งค่าความต้านทานจะต้องไม่เกิน 0.2 โอห์ม

3.5.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแผนการตรวจสอบค่าความต้านทานดิน ความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากระแสรั่วไหลของอุปกรณ์ SPD ตามระยะเวลาที่มาตรฐาน IEC 62305 กำหนดส่งมอบให้กับทางเจ้าของงาน เพื่อนำไปปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

4. มาตรฐานระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV)

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

เป็นระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดสามารถแสดงภาพผ่านจอภาพหรือโทรทัศน์ได้ และใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือดีกว่ากระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกำหนด โดยรายการกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้เป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะงาน

4.2 ระบบต้องประกอบไปด้วย

4.2.1 กล้องโทรทัศน์วงจรปิด สำหรับติดตั้งภายในอาคาร

(1) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดอนาล็อก แบบมุมมองคงที่ (Indoor Analog Fixed Came)

(2) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดไอพี แบบมุมมองคงที่ (Indoor IP Fixed Camera)

(3) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดไอพี แบบปรับมุมมอง (Indoor PTZ Network Camera)

4.2.2 กล้องโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร

(1) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดอนาล็อก แบบมุมมองคงที่ (Indoor Analog Fixed Came

(2) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดไอพี แบบมุมมองคงที่ (Indoor IP Fixed Camera)

(3) กล้องโทรทัศน์วงจรปิดชนิดไอพี แบบปรับมุมมอง (Indoor PTZ Network Camera)

4.2.3 เครื่องบันทึกภาพ

(1) เครื่องบันทึกภาพผ่านเครือข่าย (NVR - Network Video Recorder)

(2) เครื่องบันทึกภาพแบบดิจิทัล (DVR - Digital Video Recorder)

4.2.4 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งาน วิธีการบำรุงรักษา และจะต้องส่งเอกสารคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาเป็นภาษาไทย

กปภ.04-2558 มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า

หมวด ค การติดตั้งและทดสอบระบบไฟฟ้า

---

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาแรงงาน วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อทำการติดตั้งทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าทั้งหมดให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนไฟฟ้าและรายละเอียดเฉพาะแห่ง ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐานที่กำหนดโดยให้ถือตามมาตรฐานฉบับล่าสุด (ข้อที่ 8 ข้อกำหนดและมาตรฐาน)

รายละเอียดที่กำหนดต่อไปนี้มีวัตถุประสงค์โดยทั่วไปว่า เมื่องานติดตั้งระบบไฟฟ้าเสร็จสิ้นแล้วจะต้องสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ หากเกิดมีความเสียหายต่อส่วนหนึ่งส่วนใดก็ตามผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการปรับปรุง ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม โดยผู้ว่าจ้าง มิต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากราคาที่ผู้รับจ้างเสนอ

ในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า ตู้สวิตช์ การเดินสายไฟฟ้า การเชื่อมสายและอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างมีหน้าที่ดำเนินการให้เรียบร้อยถูกต้องตามหลักวิชาการและตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง

1.1 ขนาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ

ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจขนาดและระยะต่างๆ ในตัวอาคารที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ ตลอดจนการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ผ่านไปยังจุดติดตั้งนั้นๆ อาจจำเป็นต้องถอดแยกอุปกรณ์นั้นๆ ออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกผู้รับจ้างก็สามารถทำได้ แต่ถ้าหากเกิดการเสียหายกับอุปกรณ์ใดๆ และกับตัวอาคารแล้ว เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการซ่อมแซมให้คืนสภาพเดิมทุกประการ โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

1.2 การทำเครื่องหมายสำหรับอุปกรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผ่นป้ายแสดงอุปกรณ์ที่ติดตั้งหรือปรับปรุงด้วยแผ่นพลาสติก โดยเขียนด้วยตัวอักษรสีดำลึกบนพื้นสีขาว ประกอบติดกับอุปกรณ์อย่างแน่นหนาแข็งแรง การทำเครื่องหมายให้เป็นไปตามแบบแผนผังระบบไฟฟ้าและคำแนะนำของตัวแทนผู้ว่าจ้าง

สำหรับอุปกรณ์ที่จะต้องแสดงป้ายเครื่องหมายประกอบด้วย ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม (Main Distribution Board) ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Panel) แผงสวิตช์ควบคุมแสงสว่างเต้ารับไฟฟ้า แผงควบคุมอุปกรณ์ เครื่องวัด เซอร์กิตเบรคเกอร์ ฯลฯ

1.3 วัสดุ

วัสดุที่จะจัดหามาใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อนและเป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะแห่ง วัสดุและอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน เช่น

ชุดสตาร์ทมอเตอร์ DOL และสตาร์เดลต้า ให้ใช้ชนิดที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันทั้งโครงการ ส่วนอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าอื่นๆ เป็นไปตามมาตรฐาน กปภ.04-2558 ฉบับนี้

หากวัสดุใดที่ไม่ได้กำหนดไว้จะต้องเป็นชนิดที่ดีที่สุดของอุปกรณ์นั้นๆ ผู้ว่าจ้างอาจจะขอให้ผู้รับจ้างจัดส่งตัวอย่างวัสดุต่างๆ ให้ตรวจสอบเพื่อรับความเห็นชอบก่อนจะทำการติดตั้งก็ได้

อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่อยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง จะต้องมีการป้องกันการชำรุดเสียหายจากทางกลและการเปียกชื้นอย่างดีไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหาย หากเกิดความเสียหายใดๆ ขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการเปลี่ยนหรือซ่อมให้อยู่ในสภาพดีทุกประการ โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้างไม่ได้ ในกรณีเกิดความเสียหายจากการเปียกชื้นและอยู่ในวิสัยที่สามารถใช้งานได้ ผู้รับจ้างจะต้องนำอุปกรณ์นั้นไปผ่านกระบวนการทำให้แห้ง และทดสอบจนเป็นที่พอใจของตัวแทนผู้ว่าจ้าง หากตัวแทนของผู้ว่าจ้างมีความเห็นว่าสมควรเปลี่ยน อาจเสนอให้เปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวเสียก็ได้ โดยจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

1.4 ตัวแทนผู้รับจ้าง

ตัวแทนผู้รับจ้างในส่วนของงานไฟฟ้า จะต้องอยู่ประจำที่สถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาขณะที่มีการดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง และต้องประสานงานกับผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนผู้ว่าจ้าง เพื่อควบคุมงานให้ดำเนินไปอย่างถูกต้อง และเป็นไปตามความต้องการของผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นผู้มีอำนาจเต็มในการพิจารณาและดำเนินการเกี่ยวกับงานสร้างส่วนนี้

1.5 การทดสอบ

เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องทำการทดสอบ เปลี่ยน ซ่อม และปรับแต่งอุปกรณ์ต่างๆ ในการติดตั้งระบบไฟฟ้าจนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ และทำการทดลองใช้งานในสภาพที่ทำการติดตั้งจริงตามข้อกำหนดต่อหน้าตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนที่จะส่งมอบงาน โดยที่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เตรียมการจัดหาแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบระบบไฟฟ้า ทั้งนี้ผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งสิ้น

2. ความหมายที่กำหนดในแบบแปลน

วงจรไฟฟ้า 3 เฟสทั้งหมดให้เดินในท่อร้อยสายไฟฟ้าแยกท่อละ 1 วงจร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น

ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานเพื่อรับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง ในการกำหนดจุดที่ติดตั้ง ระดับความสูงของสวิตช์ เต้ารับไฟฟ้า ตู้สวิตช์ต่างๆ และอื่นๆ ก่อนทำการติดตั้ง การดำเนินการที่ไม่ได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้างจะต้องทำการเปลี่ยนแปลงไปตามคำแนะนำของผู้แทนดังกล่าวโดยไม่มีเงื่อนไข และจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากผู้ว่าจ้างไม่ได้

จุดติดตั้งอุปกรณ์ตามที่กำหนดในแบบแปลน เป็นเพียงการกำหนดโดยประมาณเพื่อให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ สถานที่หรือบริเวณเท่านั้น การติดตั้งจริงจะต้องเสนอ Layout Plan และ Installation Detail เพื่อขอความเห็นชอบในระหว่างการก่อสร้าง และเป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงานระหว่างการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้ากับงานส่วนอื่นให้สอดคล้องกัน โดยเป็นไปตามคำแนะนำของตัวแทนผู้ว่าจ้าง เพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรคหรือการต้องแก้ไขโดยไม่จำเป็น

แบบแปลนตามสัญญานี้เป็นเพียงแผนผังและการทำหน้าที่ของวงจรหรืออุปกรณ์ต่างๆ เท่านั้น เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing และจัดหาแรงงานเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานได้สมบูรณ์พร้อมที่จะใช้งานในสนามทั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบไฟฟ้าอื่นๆ วงจรหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่จะต้องประกอบเข้าไปเพื่อให้ทำงานได้สมบูรณ์ตามข้อกำหนด เป็นหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน

การกำหนดขนาดพิกัดของมอเตอร์ไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม ขนาดสายไฟฟ้า ขนาดท่อร้อยสายไฟฟ้าและอื่นๆ เป็นค่าโดยประมาณที่ได้จากการคำนวณเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบเพื่อขอความเห็นชอบและจะต้องมีความมั่นใจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ติดตั้งมีขนาดถูกต้องตามพิกัดสำหรับใช้งานนั้นๆ ได้จริง ค่าขนาดของพิกัดของเครื่องป้องกันวงจรย่อยที่กำหนดไว้ตามแบบแปลนเป็นค่าสูงสุดที่กำหนดให้

ท่อร้อยสายไฟฟ้า สายไฟฟ้า อุปกรณ์ยึดจับที่มีความจำเป็นในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาและทำการติดตั้งทั้งสิ้น โดยเป็นไปตามแบบแปลนและรายละเอียดโดยได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้าง

3. แบบแสดงรายละเอียดเพื่อทำการติดตั้ง

3.1 Shop Drawingพร้อมทั้งรายการคำนวณ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อแสดงและขอรับความเห็นชอบในการติดตั้งอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ โดยมีจำนวนและรายละเอียดตามที่ตัวแทนของผู้ว่าจ้างต้องการ

Shop Drawing ที่ผู้รับจ้างทำขึ้น จะต้องพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำตามความต้องการของการออกแบบ สภาพ สถานที่ติดตั้ง วิธีการและข้อจำกัดต่างๆ ก่อนที่จะเสนอให้ผู้ว่าจ้างพิจารณา ทั้งนี้ผู้รับจ้างและวิศวกรผู้ควบคุม (สามัญวิศวกร) จะต้องลงลายมือชื่อและวันที่ทำการตรวจสอบไว้ด้วย Shop Drawing ที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นจะถูกส่งกลับโดยไม่มีการตรวจสอบรับรองจากผู้ว่าจ้าง

ตัวแทนผู้ว่าจ้างจะตรวจสอบรับรอง Shop Drawing โดยจะพิจารณาเพียงแค่ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการออกแบบ และความสำคัญของการทำงานโดยสมบูรณ์ตามรายละเอียดและแบบแปลนเท่านั้น การเห็นชอบและการรับรองในวิธีการหรืออื่นใดที่ผู้รับจ้างเสนอมา มิได้ทำให้ผู้รับจ้างพ้นจากความรับผิดชอบต่อการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ตลอดจนแรงงาน เพื่อทำให้งานเสร็จสมบูรณ์

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อขนาดและมิติตามที่ได้ทำการติดตั้งจริงและไม่ให้เกิดความเสียหายต่องานในส่วนที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

การประกอบหรือติดตั้งอุปกรณ์ทุกชนิดจะดำเนินการมิได้ นอกจากได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้างแล้วเท่านั้น

Shop Drawingจะต้องมีขนาดและรูปร่างตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนดและจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าระดับสามัญหรือวุฒิวิศวกรสาขาไฟฟ้ากำลังที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (ก.ว.) ลงนามรับรอง Shop Drawing โดยต้องแนบสำเนา ใบประกอบวิชาชีพ ใบปริญญาบัตร สำเนาบัตรประชาชน ทั้งนี้ วิศวกรจะต้องลงนามรับรองในเอกสารดังกล่าวและต้องแนบรายละเอียดประกอบดังต่อไปนี้

3.1.1 ผังระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำและแสงสว่างรอบบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

3.1.2 ผังตู้สวิตช์ตัดตอนรวม ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ และตู้สวิตช์ต่างๆ ซึ่งแสดง

(1) Single Line Diagram

(2) Panel Layout ประกอบด้วย Dimension, Component Layout and Wiring, Detail Section, Schematic Control Diagram และรายละเอียดอื่นๆ

3.1.3 ผังแสดงรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตลอดจนไฟฟ้าแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าในอาคารทุกหลัง

3.1.4 ให้ผู้รับจ้างต้องแสดงรายการคำนวณโหลดทางไฟฟ้าเสนอต่อผู้ว่าจ้างตรวจสอบต่อไป

3.1.5 อื่นๆ ที่ตัวแทนผู้ว่าจ้างต้องการ

3.2 **แบบแสดงรายละเอียดที่ทำการติดตั้งจริง** (Asbuilt Drawing)

หลังจากผู้รับจ้างทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเสร็จสมบูรณ์และได้ทำการทดลองแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Asbuilt Drawing ทั้งส่วนที่เป็นของเดิม (ถ้ามี) และส่วนที่ได้ทำใหม่ไว้อย่างชัดเจน โดยมีขนาดและรูปร่างตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด และจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าระดับสามัญหรือวุฒิวิศวกรสาขาไฟฟ้ากำลัง ที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (ก.ว.) ลงลายมือชื่อพร้อมกับผู้รับจ้างด้วย และต้องส่งมอบกระดาษไขต้นฉบับมาตราส่วนเท่าแบบเดิมของผู้ว่าจ้างจำนวน 1 ชุด แบบแปลน File Autocad รวมทั้ง Font และ Plot Style เป็นแผ่น CD จำนวน 5 ชุด และแบบแปลนพิมพ์เขียวขนาดเดียวกับต้นฉบับจำนวน 5 ชุด และเมื่อได้รับการพิจารณาตรวจสอบจากผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างแล้ว ผู้รับจ้างจึงจะขอส่งงานงวดสุดท้ายได้

4. การติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า

4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ไฟฟ้าตามรายการทั้งหมดให้ติดตั้งในตำแหน่งที่กำหนดในแบบแปลน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 งานไฟฟ้าทั้งหมดให้ปฏิบัติตาม ข้อกำหนดและมาตรฐานข้อ 8

4.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะต้องทำการติดตั้งอย่างแข็งแรงปลอดภัย ด้วยอุปกรณ์ที่จัดเตรียมมาสำหรับอุปกรณ์นั้นๆ โดยเฉพาะ หรืออุปกรณ์อื่นตามความเหมาะสม

4.1.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะต้องติดตั้งกับงานเหล็กโครงสร้าง จะต้องได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน การยึดจับอุปกรณ์กับเหล็กโครงสร้างให้ใช้อุปกรณ์เฉพาะที่ออกแบบมาเพื่องานลักษณะนี้ ถ้าในการติดตั้งต้องใช้วิธีเชื่อมกับเหล็กโครงสร้างภายหลังการเชื่อมเสร็จจะต้องเคาะเอา Slag ออกแล้วทาสีทับ และจะต้องทำการต่อลงดินด้วยในกรณีที่มีความจำเป็น

4.2 **ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม** ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ แผงสวิตช์ควบคุมแสงสว่าง และเต้ารับไฟฟ้า และแผงควบคุม

ให้ติดตั้งตามตำแหน่งและแบบการติดตั้งดังแสดงไว้ในแบบแปลนและตามความเห็นของผู้ว่าจ้าง โดยยึดหลักที่ว่าจะต้องมีทางเข้าไปปฏิบัติงาน ตรวจสอบ เปลี่ยนแปลงปรับปรุงและซ่อมแซมได้สะดวกโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การติดตั้งให้ใช้อุปกรณ์ประกอบตามความจำเป็น เช่น Support, Bracket และ Plate เพื่อยึดให้แข็งแรง อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องทำการลบคมและทาสีให้เรียบร้อย

4.2.2 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวมและตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ชนิดตั้งอิสระบนพื้น ให้ทำฐานคอนกรีตยกพื้นขึ้นมาโดยมีความหนาตามความเหมาะสม การยึดตู้สวิตช์ติดกับพื้นให้ทำให้แข็งแรงโดยให้ใช้สมอฝังในคอนกรีต

4.2.3 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์และแผงสวิตช์อื่นๆ ให้ติดตั้งกับโครงสร้างซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ ถ้าไม่สามารถติดตั้งได้ให้หารือกับตัวแทนผู้ว่าจ้างเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมต่อไป

4.2.4 เมื่อทำการติดตั้งตู้สวิตช์และแผงสวิตช์ต่างๆ ตลอดจนเดินสายและเชื่อมสายแล้วจะต้องทำการตรวจสอบความแน่นหนาในการยึดตู้สวิตช์ บัสบาร์ เซอร์กิตเบรคเกอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดก่อนทำการทดสอบการใช้งาน

4.2.5 ตู้สวิตช์ตัดตอนรวม ตู้สวิตช์ควบคุมมอเตอร์ แผงสวิตช์ควบคุมแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้า และแผงควบคุม จะต้องป้องกันไม่ให้สัตว์ต่างๆ เข้าไปข้างในได้ เช่น หนู จิ้งจก ฯลฯ โดยจะต้องมีรูหรือช่องต่างๆ ที่โตไม่เกิน 3 มิลลิเมตร

4.3 ระบบเครื่องมือวัด

ให้ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดต่างๆ เช่น Flow Meter ฯลฯ ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน โดยแยกเดินสายไฟฟ้ากำลังและสายส่งสัญญาณออกจากกันคนละท่อ

4.4 การเตรียมช่องเปิดและปลอก (Opening and Sleeves)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งปลอก (Sleeves) หรือทำช่องเปิด (Opening) หรือทำการเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าก่อนในส่วนที่อยู่ในพื้น ผนัง หรือทะลุผ่านคานคอนกรีตโดยให้ประสานงานกันระหว่างงานด้านไฟฟ้า งานด้านก่อสร้างและงานอื่นๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการเจาะพื้นเสาหรือส่วนอื่นๆ อันจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างของอาคารและงานอื่นๆ

5. การเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์

5.1 การเดินสายไฟฟ้า

ให้เดินสายไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบแปลน โดยให้ยึดถือกฎการเดินสายของข้อกำหนดและมาตรฐานข้อ 8 ไว้เป็นหลักในการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 การต่อเชื่อมสายจะต้องเชื่อมต่อในกล่องต่อสายทั้งภายในและภายนอกของอาคาร

5.1.2 การต่อเชื่อมสายภายนอกอาคารบริเวณเสาไฟฟ้า ไม่อนุญาตให้เชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่างกลางของเสาไฟฟ้า

5.1.3 การเดินสายไฟฟ้าให้ใช้ความระมัดระวัง ห้ามมีรอยชำรุดของฉนวน ห้ามหักงอ และไม่อนุญาตให้ดัดงอและโค้งจนรัศมีต่ำกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของสายไฟ

5.1.4 สายไฟฟ้าที่ติดตั้งแล้วเกิดการชำรุดให้ทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ โดยอยู่ในดุลยพินิจของตัวแทนผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มไม่ได้

5.1.5 การเดินสายไฟฟ้ากำลังให้เดินลอยในอากาศโดยยึดบนเสาไฟฟ้าด้วย Secondary Rack หรือเดินในท่อร้อยสายไฟฟ้า โดยยึดถือตามแบบแปลนและถ้าไม่ได้กำหนดไว้ให้เดินในท่อร้อยสายไฟหรือให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของตัวแทนผู้ว่าจ้าง

5.1.6 การเดินสายไฟฟ้าแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน โรงกรองน้ำ โรงสูบน้ำ โรงเก็บพัสดุ และอาคารอื่นๆ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ในบริเวณที่เป็นคานคอนกรีต ฝ้าเพดานฉาบปูนเรียบ ฝ้าเพดานกระเบื้องแผ่นเรียบเคร่าไม้และผนังต่างๆ ให้เดินสายไฟฟ้าโดยใช้สายแกนเดียวหุ้มฉนวนและเปลือกนอกหุ้มฉนวนพีวีซีชนิด IEC 01 (THW) เดินในท่อ EMT

(2) ในบริเวณที่เป็นฝ้าเพดานเซลโลกรีตวางบนเคร่าทีบาร์ ให้เดินสายไฟฟ้าหลังฝ้าเพดาน โดยใช้สายแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซีชนิด IEC 01(THW) เดินในท่อ EMT

(3) ในบริเวณที่ไม่มีฝ้าและเป็นโครงสร้างเหล็ก ให้เดินสายไฟฟ้าโดยใช้สายแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซีชนิด IEC 01(THW) เดินในท่อ EMT

(4) บ้านพักในบริเวณที่เป็นฝ้าเพดานกระเบื้องแผ่นเรียบเคร่าไม้และผนังต่างๆ ให้เดินสายไฟฟ้าโดยใช้สายสองแกนหุ้มฉนวนและเปลือกนอกพีวีซีชนิด VAF เดินตีคลิป

5.1.7 การเข้าสายที่แผงต่อสายของตู้สวิตช์ต่างๆให้ใช้หางปลาขนาดที่เหมาะสมกับขนาดสายไฟฟ้า และสายขนาดตั้งแต่ 16 ตารางมิลลิเมตรขึ้นไปจะต้องใช้หางปลาแบบขันด้วยสกรูเท่านั้น สลักเกลียวและแป้นเกลียวที่ใช้ยึดให้เป็นชนิดที่ชุบด้วยแคดเมียมทนแรงดึงสูง สายควบคุมและสายเข้าเครื่องมือวัดต่างๆ ให้ใส่หมายเลขสายตามวงจรการเดินสายนั้นๆ โดยใช้วิธีพิมพ์ติดกับสายหรืออาจจะเป็นปลอกวงกลมทำจากพีวีซีก็ได้

5.1.8 การเดินสายเคเบิลใต้ดิน ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. บทที่ 5 (หัวข้อ5.1.4) ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน สำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ เป็นไปตามตารางนี้ (มาจากตาราง วสท.)

ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน สำหรับระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ

วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยที่สุด (เมตร)
1	สายเคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	สายเคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตรวางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่ออโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น ท่อเอชดีพีอี และท่อพีวีซี)	0.45
5	ท่อใยหิน หุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก	0.45
6	ท่อร้อยสายไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งได้รับการเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ	0.45

***หมายเหตุ**

(1) ท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้มต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

(2) สำหรับวิธีที่ 4, 5, และ 6 หากมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตรวางอยู่เหนือสายยอมให้ความลึกลดลงเหลือ 0.30 เมตร ได้

(3) ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช้บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร และยื่นออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

(4) บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

5.2 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า

ห้ามไม่ให้ร้อยสายไฟฟ้าจนกว่าการเดินท่อร้อยสายไฟฟ้าจะทำการติดตั้งสมบูรณ์และตัวแทนผู้ว่าจ้างได้ตรวจสอบถูกต้องแล้ว ในกรณีท่อร้อยสายไฟฟ้าฝังในคอนกรีตจะต้องทำการฉาบปูนให้เรียบร้อยเสียก่อน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

5.1.2 การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้เสียรูปทรงและรัศมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ว.ส.ท.หรือ NEC (ไม่เกิน 360 องศา)

5.1.3 ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

5.1.4 ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อนจึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

5.1.5 การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

5.1.6 ห้ามใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

5.1.7 ห้ามใช้ท่อโลหะขนาดเล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

5.1.8 ห้ามใช้ท่อโลหะบาง (EMT) ฝังดินโดยตรง หรือใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูง

5.1.9 แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ

5.1.10 ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ถ้าอยู่ภายนอกอาคารหรือในที่เปียกชื้นต้องมีหัวงูเห่า (Service Entrance Fitting) ใส่ไว้

5.1.11 พื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกเส้นที่เดินในท่อ เมื่อรวมแล้วต้องไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อ

5.1.12 ปลายท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องทำการอุดเพื่อป้องกันความชื้นและฝุ่นเข้าในขณะทำการก่อสร้างและจะต้องทำการลบคมของท่อร้อยสายไฟฟ้าก่อนทำการติดตั้งด้วย

5.1.13 การยึดและติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าให้ใช้อุปกรณ์ยึดจับท่อที่เหมาะสม เช่น Clamp และ Hanger โดยให้มีระยะห่างกันไม่เกิน 2 เมตร

5.1.14 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ติดตั้งในแนวขนานกับพื้น ผนัง และการหักมุมให้เป็นมุมฉากเท่านั้น การต่อท่อเข้ากล่องต่อสายและตู้สวิตช์ต่างๆ ให้ใช้อุปกรณ์ให้ครบและถูกต้องตามหลักวิชา เช่น Locknut, Insulated Bushing ฯลฯ กล่องต่อสายในส่วนที่มองไม่เห็นให้ใช้ชนิดกล่องเหล็กขึ้นรูปได้ ส่วนในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ให้ใช้กล่องต่อสายและอุปกรณ์ต่อท่อชนิดโลหะหล่อเท่านั้น

5.1.15 ก่อนเข้ามอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีการสั่นสะเทือน ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด Liquid Tight Flexible Conduit ทุกครั้ง

5.1.16 ท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ทำแถบสีสัญลักษณ์ขนาดกว้าง 100 มิลลิเมตร ทุกระยะ 4 เมตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สายไฟฟ้ากำลัง : สีส้ม
- สายควบคุม : สีม่วง
- สายส่งสัญญาณ : สีเขียวอ่อน

***หมายเหตุ**

ข้อกำหนดนอกเหนือจากนี้ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.ฉบับล่าสุด บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

5.3 การติดตั้งกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย

5.3.1 การติดตั้งกล่องต่อสายและกล่องดึงสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆและตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวกโดยไม่ต้องรื้อถอนส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร

5.3.2 การเดินท่อห้ามหักโค้ง 90 องศาเกิน 3 ครั้ง โดยไม่ได้ติดตั้งกล่องดึงสาย

5.3.3 ท่อที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสาย และอุปกรณ์ต้องมี Connector ติดไว้

5.3.4 การต่อท่อกับกล่องต่อสายและตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อที่ต่อผ่านเข้าไปในกล่องต่อสายและตู้ต้องมี Lock Nut ทั้งด้านในและด้านนอก และต้องมี Bushing ด้านในของกล่องต่อสายและด้านในของตู้ (เพิ่ม)

5.3.5 กล่องที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแรงสูงต้องมีป้ายข้อความ “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ติดไว้อย่างถาวร และอยู่ด้านนอกของฝากล่องสามารถเห็นได้ชัด

5.4 การติดตั้งและการเดินสาย ในรางเดินสายไฟฟ้า

5.4.1 สายที่เดินในรางเดินสาย และรางเคเบิลให้ใช้สายเคเบิลแกนเดียว หรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก 2 ชั้น ชนิด 60227-IEC 10 หรือ NYY, NYY-G หรือ CV เท่านั้น

5.4.2 การติดตั้งรางเดินสาย ต้องมีที่รองรับหรือแขวนยึดให้มั่นคง ที่รองรับหรือแขวนยึดรางเดินสายที่เดินในแนวนอน ต้องห่างกันไม่เกิน 1.5 เมตร รางเดินสายที่เดินในแนวดิ่งต้องมีที่รองรับหรือแขวนยึดห่างกันไม่เกิน 4.50 เมตร และมีจุดต่อของรางเดินสาย ระหว่างช่วงของที่รองรับ หรือที่ยึดไม่เกิน 1 แห่ง ท่อหรือทางเดินสายอื่นๆ ที่นำมาต่อกับรางเดินสายไม่นับเป็นที่รองรับหรือที่ยึด

5.4.3 ที่ปลายของรางเดินสาย เมื่อไม่มีการเดินสายเข้าออกต้องปิดด้วยแผ่นปิดท้ายรางที่ทำมาสำหรับใช้กับรางชนิดเดียวกันเท่านั้น

5.4.4 อุปกรณ์ประกอบรางเดินสาย ได้แก่ ข้องอ ข้อต่อ ข้อต่อลดขนาด กล่องแยก 3 ทาง 4 ทาง ฯลฯ ให้ใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปเท่านั้น

5.4.5 การต่อเนื่องกัน (Bonding) การใช้รางเดินสายสำหรับเดินสายไฟฟ้า โดยรางเป็นโลหะจะต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้าตลอดของการติดตั้งรางเดินสาย ไม่ให้เกิดการขาดตอนได้ ข้อต่อระหว่างรางเดินสายแต่ละช่วงจะต้องแนบสนิทหรือมีสายทองแดงขนาดตามมาตรฐาน NEC เรื่องรางเดินสายจะต้องมีความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้าต่ำตลอดระยะทางและต้องรับปริมาณกระแสไฟฟ้าอันเกิดจากลัดวงจรได้อย่างปลอดภัย

5.4.6 การเดินสายในรางเดินสาย ที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอนจะต้องยึดสายที่เดินไปกับพื้นรางให้มั่นคง

5.4.7 สายไฟฟ้าที่ใช้งานแบบวงจรขนานเดินในรางเดินสาย ต้องจัดสายสำหรับวงจรต่อขนานนั้นรวมกันเป็นชุดๆ โดยแต่ละชุดมีสายของไฟแต่ละเฟส สายศูนย์ไม่เกิน 1 เส้น และสายดิน (ถ้ามี) ครบถ้วนในแต่ละชุด

5.4.8 พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของสายไฟฟ้าทุกเส้นที่เดินในรางเดินสาย (Wire Way) เมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย

5.4.9 ขนาดกระแสของสายในรางเดินสาย (Wire Way) ให้ใช้ค่ากระแสตามตารางของ วสท. หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น ตัวนำวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้น ไม่ถือว่าเป็นตัวนำกระแส

***หมายเหตุ**

ข้อกำหนดนอกเหนือจากนี้ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

6. การติดตั้งและทดสอบการต่อลงดิน

(1) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานการต่อลงดิน หมวด ข.มาตรฐานความปลอดภัยกปภ.04-2558 ฉบับนี้

(2) การติดตั้งจะต้องให้ช่างชำนาญงานที่ผ่านการอบรมการติดตั้งระบบการต่อลงดินและระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นผู้ปฏิบัติงาน

(3) ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติงานตามขั้นตอนในการติดตั้งที่ได้ระบุไว้ในคู่มือการติดตั้งของทางผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด

(4) ผู้รับจ้างต้องทำ Shop Drawing แสดงรายละเอียดของระบบป้องกันฟ้าผ่าให้ผู้ว่าจ้างอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

(5) ต้องมีการวัดค่าความต้านทานดินโดยที่ค่าความต้านทานของแต่ละจุด
- จะต้องไม่เกิน 5 โอห์ม (สำหรับระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันฟ้าผ่า)
- จะต้องไม่เกิน 2 โอห์ม (สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์)

(6) การวัดค่าความต้านทานระหว่างหลักดินกับดิน (Principle of Earth Resistance Test)

- วิธีวัดแบบ 3 จุด (3 Point Method or Fall of Potential Method)
- วิธี Selectivity
- วิธี Stakeless

โดยเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่ง

7. งานปรับปรุงของเดิม (Rehabilitation Work)

7.1 ขอบข่ายงาน

งานในส่วนนี้จะครอบคลุมถึงการปรับปรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งใช้งานอยู่ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าของเดิมที่ย้ายสถานที่ติดตั้งใหม่ โดยที่ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหาวัสดุ อะไหล่ ตลอดจนแรงงานเพื่อดำเนินการทั้งหมด ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลนและรายละเอียดเฉพาะแห่ง

7.2 วัตถุประสงค์ทั่วไป

ในการดำเนินการปรับปรุงอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนนี้จะต้องมีการประสานงานกันกับงานส่วนอื่นๆ เช่น การก่อสร้าง พื้นอาคารฯลฯ เพื่อให้สามารถทำงานได้ผลตามที่ต้องการของผู้ออกแบบ

อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ทำการปรับปรุงผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบปรับปรุงให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี การรื้อถอนและการประกอบติดตั้งใหม่ต้องได้รับความเห็นชอบจากตัวแทนผู้ว่าจ้างเสียก่อน อุปกรณ์ไฟฟ้าที่หมดความจำเป็นในการใช้งาน ผู้แทนผู้ว่าจ้างอาจจะแนะนำให้ทำการรื้อถอนออกแล้วส่งมอบให้ กปภ. ก็ได้ โดยที่ผู้รับจ้างจะคิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เพิ่มเติมไม่ได้ทั้งสิ้น

8. ข้อกำหนดและมาตรฐานอ้างอิง

วัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนวิธีการติดตั้งระบบไฟฟ้าตามสัญญานี้ให้ถือปฏิบัติตามข้อกำหนดและมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มาตรฐานในการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยฉบับล่าสุด (ว.ส.ท.)

(2) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

(3) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

(4) กฎเทศบัญญัติของท้องถิ่นและอื่นๆ

(5) National Electrical Code (NEC)

(6) National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

(7) Underwriters' Laboratories, Inc. (UI)

(8) American National Standards Institute (ANSI)

(9) International Electrotechnical Commission (IEC)

(10) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

(11) European standards (EN)

(12) Deutsch Institute Norms (DIN)

เอกสารอ้างอิง

1. มอก.11 สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยโพลิไวนิลคลอไรด์
2. มอก.23 บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
3. มอก.183 โกลว์สตาร์ตเตอร์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
4. มอก.216 ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์
5. มอก.236 หลอดฟลูออเรสเซนซ์ขั้วคู่
6. มอก.384 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง
7. มอก.770 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า
8. มอก.866 มอเตอร์เหนี่ยวนำ
9. มอก.885 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
10. มอก.1030 มาตรพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ : ข้อกำหนดทั่วไป การทดสอบ และภาวะการทดสอบ
11. มอก.1436 ชุดประกอบสำเร็จควบคุมไฟฟ้าแรงดันต่ำ
12. มอก.1955 บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
13. มอก.2336 มาตรพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ: ข้อกำหนดเฉพาะ มาตรกลไฟฟ้าสำหรับพลังงานไฟฟ้าใช้งาน (ชั้น 0.5 ชั้น 1 และ ชั้น 2)
14. ANSI C57.12 AMERICAN NATIONAL STANDARD for Transformers— Standard For Overhead Type Distribution Transformers, 500 kVA and Smaller: High Voltage, 34500 Volts and Below; Low Voltage, 7970/13800Y Volts and Below
15. ANSI C80.1 Galvanized Rigid Conduit (GRC).
16. ANSI C80.3 Steel Electrical Metallic Tubing (EMT)
17. ASTM D2794 Standard Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)
18. ATSM D523 Standard Test Method for Specular Gloss
19. IEC 60076 Power transformers
20. IEC 60186 Voltage transformers
21. IEC 60364 Electrical installations of buildings
22. IEC 60512 Connectors for electronic equipment - Tests and measurements

23. IEC 60865 Short-circuit currents - Calculation of effects
24. IEC 60890 A method of temperature-rise verification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies by calculation
25. IEC 60947 Low-voltage switchgear and controlgear
26. IEC 61439 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
27. IEC 61554 Panel mounted equipment - Electrical measuring instruments
28. IEC 62052 Electricity metering equipment (AC) - General requirements, tests and test conditions
29. IEC 62052 Electricity metering equipment (AC) - General requirements, tests and test conditions
30. IEEE C57.12 IEEE Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers
31. ISO 1400 Environmental management
32. ISO 1519 Paints and varnishes -- Bend test (cylindrical mandrel)
33. ISO 1520 Paints and varnishes -- Cupping test
34. ISO 2409 Paints and varnishes -- Cross-cut test
35. ISO 9001 Quality management
36. Lloyd's ENV1 controlled environments only, to producer’s specification
37. Lloyd's ENV2 enclosed spaces subject to temperature, humidity and vibration- 5°C to 55°C
38. UL 1242 Standard for Electrical Intermediate Metal Conduit - Steel
39. UL 94 the Standard for Safety of Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances testing