

3. การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้-

- ก. ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว
- ข. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อต้องใช้อุปกรณ์ช่วย ซึ่งออกแบบให้ใช้เฉพาะงานดึงสายไฟฟ้า โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- ค. การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่อ อาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่น โดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า
- ง. การตัดโค้งหรืองอสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆ ต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

- ก. การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า ให้กระทำได้ในกล่องต่อสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด
- ข. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ Insulated Wire Connector, Pressure Type ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
- ค. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตร และไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตร ให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (Splice or Sleeve) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซี อีกชั้นหนึ่ง
- ง. การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้น ให้ต่อโดยใช้ Split Bolt Connector ซึ่งผลิตจาก Bronze Alloy หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้า แต่ละชนิด
- จ. ปลายเป็นสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี Terminal Block เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวก และการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้า ให้กระทำได้โดยต่อผ่าน Terminal Block นี้

4. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานนี้-

- 4.1 สำหรับวงจรแสงสว่าง และเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ตัดวงจรและสวิตช์ต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุกๆ กรณี
- 4.2 สำหรับ Feeder และ Sub-Feeder ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองทาง แล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโห์ม ในทุกๆ กรณี
- 4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าว ต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์ และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน

หมวดที่ 5 อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (Raceway)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดท้าววัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าแบ่งออกตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อโลหะต้องเป็นตามมาตรฐาน มอก.770-2533, ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ

2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหายการติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 358

2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท., NEC Article 342

2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน วสท, NEC Article 344

2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน วสท. , NEC Article 350 และ NEC Article 360

2.5 ท่อโลหะแข็งชนิด High-Density Polyethylene : HDPE ตามมาตรฐาน มอก.982-2533, Class ไม่ต่ำกว่า PN 6.3 มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ฝังดินโดยตรงหรือมีคอนกรีตหุ้มตามที่ระบุในแบบ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 353

2.6 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน ต้องเป็นชนิดกันน้ำ สำหรับท่อที่ต้องฝังในคอนกรีต

2.7 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้.-

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ วสท., NEC

ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 3.0 เมตร และห่างจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์ต่างๆไม่เกิน 0.9 เมตร

ง. ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อนจึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

ฉ. การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

ช. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

ข. หากไม่ได้ระบุเป็นอื่น ท่อต่างๆ จะต้องติดตั้งโดยวิธีฝังในคอนกรีต ยกเว้นที่ติดตั้งภายในผ้าเพดาน และห้องเครื่องกลหรือไฟฟ้า

3. รางเคเบิล (Cable Tray)

3.1 Cable Tray ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Hot-Dip Galvanized หรือเป็นแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก มีช่องเจาะระบายอากาศได้อย่างดี

3.2 Cable Tray ชนิด Ladder ต้องมีลูกขึ้นทุกๆ ระยะ 30 เซนติเมตร หรือน้อยกว่า

3.3 การติดตั้งและใช้งาน Cable Tray ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4. รางเดินสาย (Wireway)

4.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบพร้อมฝาครอบปิดผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธีชุบ Electro-Galvanized

4.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตามกำหนดใน วสท., NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

4.3 ภายใน Wireway ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 50 เซนติเมตร

5. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิทช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือ กล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 314 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้-

5.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำ ต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

5.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งาน ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Galvanized หรือใช้แผ่นเหล็ก Aluzinc และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

5.3 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิด ซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆ ได้ตามที่ระบุใน NEC Article 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (Underwriters Laboratory) หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

5.4 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 312

5.5 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสมและปิดอย่างแน่นหนา

5.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาสีภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

6. การติดตั้ง

6.1 หากมิได้กำหนดไว้เป็นการเฉพาะ การติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตาม มาตรฐานของวสท., การไฟฟ้าฯ หรือมาตรฐาน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่อง “ความปลอดภัยทางไฟฟ้า”

6.2 ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุก ๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอด เพื่อเสริมระบบ การต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

7. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 6 ระบบต่อลงดิน

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบต่อลงดิน (Grounding System) ตามข้อกำหนดนี้ให้รวมถึงการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Ground) อุปกรณ์ไฟฟ้า (Equipment Ground) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นโลหะอันอาจมีกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางวางสายไฟฟ้า ฯลฯ โดยการต่อลงดินนี้ ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ถือตามกฎและมาตรฐานดังต่อไปนี้.-

- ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า “หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน”
- มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TSES. 24-1984 การต่อลงดิน”
- National Electrical Code (NEC) Article 250

2. หลักสายดิน (Ground Rod)

- หลักสายดินให้ใช้ Copper Clad Steel Ground Rod ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 5/8 นิ้ว และยาวไม่น้อยกว่า 10 ฟุต จำนวนตั้งแต่ 3 หลักขึ้นไป เพื่อให้ได้ความต้านทานของการลงดิน (Grounding Resistance) ไม่เกิน 5 โอห์ม โดยการวัดด้วย Ground-Meter

- การปักหลักสายดินต้องให้แต่ละหลักห่างจากหลักข้างเคียงสองหลักประมาณ 3.00 เมตร เท่า ๆ กัน โดย หลักสายดินนี้ให้เชื่อมต่อถึงกันด้วยตัวนำทองแดงขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 70 ตารางมิลลิเมตร หรือตามที่ระบุในแบบ และการเชื่อมทั้งหมดให้ใช้วิธี Exothermic Welding

- หลักสายดินในระบบต่อไปนี้ให้แยกจากกันคือ ระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบสื่อสาร

3. สายดิน (Ground Conductor)

สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดง ซึ่งขนาดของสายดินในวัตถุประสงค์ต่างๆ ต้องเป็นดังนี้.-

- สายดินสำหรับระบบไฟฟ้า (System Ground) เพื่อต่อสายศูนย์ (Neutral) ด้านทุติยภูมิ (Secondary) ของหม้อแปลงไฟฟ้าลงดิน ขนาดของสายดินนี้ให้ขึ้นอยู่กับขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของระบบไฟฟ้านั้น ตามมาตรฐาน วสท. ฉบับล่าสุด

4. ระบบต่อลงดินแยกอิสระ (Isolated Ground)

- ระบบต่อลงดินสำหรับอุปกรณ์พิเศษ เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีสายดินแยกจากสายดินทั่วไป ตามที่กล่าวในข้อ 3

- สายดินที่ใช้ในกรณีนี้ ให้ใช้สายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี ขนาดตามที่ระบุในแบบ สายดินนี้ให้ต่อเข้ากับหลักสายดินโดยตรง และสามารถใช้ร่วมกับหลักสายดินของระบบไฟฟ้าทั่วไป หรือจัดทำขึ้นใหม่ได้

5. การติดตั้งและการทดสอบ

- ห้ามใช้ท่อร้อยสายเป็นสายดิน เว้นแต่จะมีการใช้ท่อร้อยสายและอุปกรณ์ต่อท่อต่าง ๆ มีขั้วต่อสายดิน ให้แน่ใจได้ว่าท่อร้อยสายนั้นมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าได้อย่างถาวร และได้รับการยินยอมจากผู้ควบคุมงาน

- การเดินสายดิน ให้ร้อยในท่อร้อยสายเดียวกับสายวงจรไฟฟ้านั้นๆ แต่ในบางกรณี เช่น สายดินที่อยู่ในช่องชาปท์สายดินที่เป็นสายประธาน (Main) สำหรับการต่อแยกสายดิน สายดินที่วางในรางสายไฟฟ้า ฯลฯ ให้วางลอยได้

- สายดินที่ไม่ได้ร้อยในท่อ ต้องยึดติดกับรางวางสายไฟฟ้าที่เป็นโลหะทุกๆ ระยะไม่เกิน 2.40 เมตร
- การตรวจสอบ ให้กระทำตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานเพื่อพิสูจน์ให้ได้ว่าระบบต่อลงดินมีความสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานอ้างอิง

หมวดที่ 7 Automatic Closed-Transition Transfer Switches : ACTS

1 คุณสมบัติทั่วไป

- CTTS ทุกชุดจะต้องถูกติดตั้งโดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ CTTS ทุกชุดประกอบด้วยสวิทช์โอนถ่าย แผงควบคุม ไมโครโพรเซสเซอร์ สำหรับการทำงานโดยอัตโนมัติอุปกรณ์ทั้งสองต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน

- ในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองพร้อมกันในระดับแรงดันและความถี่ที่ถูกต้องและยอมรับได้ CTTS จะต้องสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยภาระไฟฟ้า จะต้องได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและไม่มีการขาดช่วงด้วยวิธีการโอนถ่ายแบบเชื่อมขนานแหล่งจ่ายไฟ (Closed Transition – Make Before Break) โดยช่วงเวลาในการขนานต้องไม่เกิน 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) และในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียว CTTS จะสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าในลักษณะปลดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟแรกก่อนการโอนถ่ายสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านได้ด้วย (Open Transition – Break Before Make) และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที

- CTTS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมต้องผลิตให้สอดคล้อง หรือผ่านการทดสอบ และยอมรับมาตรฐานต่อไปนี้

1 UL1008 - Standard for Automatic Transfer Switches

2 IEC 60947 - 6-1

2 รายละเอียดกลไกของตัวสวิทช์ (Transfer Switch)

- ตัวสวิทช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้า และมีการล็อกตำแหน่งและกวดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่ายไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer)

- สวิตช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 800A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสสรีบประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกด เพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง

- ในกรณีแบบระบุให้ตัวนำสายศูนย์มีการต่อเชื่อมกัน สำหรับการโอนถ่ายด้วย หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัดด้วย

3 แผงวงจรควบคุมสวิตช์ (Control Panel)

- แผงวงจรควบคุมสวิตช์ทำงานด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยใส่รหัสผ่าน

- หน้าจอของแผงควบคุม (Control Panel) จะแสดงค่าเปรียบเทียบของแหล่งจ่ายไฟสองแหล่งเพื่อทำการขนาน (Closed Transition) ขณะมีแหล่งจ่ายไฟทั้งสองแหล่ง หรือแหล่งจ่ายไฟปกติกลับมาเหมือนเดิม

- แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ Inphase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้า ปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้ และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิตช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว

- การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิตช์มี ดังนี้

การตรวจจับแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ

1 Normal Source Voltage Drop -Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน

2 Normal Source Voltage Pick -Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน

3 Emergency Source Voltage Drop - Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งาน

4 Emergency Source Voltage Pick - Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งาน

5 Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-6 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง

6 Normal - To - Emergency Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60นาทีก่อนเพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน

7 Emergency - To - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ

8 Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว

9 Engine Exerciser

- สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์

- สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม
- เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด หรือไม่โอนถ่ายโหลด

ได้

10 CTTS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐาน UL1008 ซึ่งระบุเวลาในการทนกระแสลัดวงจรได้ 1 1/2 และ 3 ไซเคิล ไม่นอนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ผ่านการทดสอบดังกล่าว

11 โรงงานผู้ผลิต ACTS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO9001 International Quality Standard)

หมวดที่ 8 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 250kVA (200kW) แบบ Standby Rate ประกอบด้วย

- 1 เครื่องยนต์ต้นกำลัง (Diesel Engine)
- 2 ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)
- 3 แผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Control Panel)
- 4 สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Air Circuit Breaker)
- 5 ตู้ครอบเก็บเสียง
- 6 เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 7 ความดังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงานให้ได้ไม่เกิน 85 dBA ที่ระยะ 7 เมตร โดยวัดรอบทั้งสี่ด้านตาม

มาตรฐานทางวิศวกรรม

คุณลักษณะทั่วไป

1 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องขนาดไม่น้อยกว่า 250kVA แบบ Standby Power Rating ตามมาตรฐาน ISO 3046 และ AS2780 และ DIN 6271 และ BS 5514 และ ISO 8525

2 ตัวเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต่อตรงด้วย Flexible Coupling และ Flange ยึดติดระหว่างตัวเครื่องยนต์กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งติดตั้งอยู่บนฐานเหล็กเดียวกัน และมียางหรือสปริงรองรับที่แทนเครื่องกับฐาน เพื่อลดการสั่นสะเทือน พร้อมน็อตยึดตัวแทนเครื่องกับฐานรองรับให้แน่นประกอบจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง

3 มีสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker) เพื่อป้องกันการลัดวงจรของระบบไฟฟ้า

4 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นรุ่นที่ผลิตขึ้นในปัจจุบัน โดยที่เครื่องยนต์ต้องเป็นของแท้ ของใหม่ ไม่เก่าเก็บ นับจากวันที่ผลิตเครื่องยนต์ไม่เกิน 2 ปี โดยมีเอกสารยืนยันจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายหลักในประเทศไทยอย่างเป็นทางการมาให้พิจารณา

5 เป็นผลิตภัณฑ์ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตโดยตรง

6 โรงงานผู้ผลิตต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

7 โรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีประสบการณ์ในการผลิต และประกอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาแล้วไม่น้อยกว่า 30 ปี เอกสารยืนยันมาประกอบการพิจารณา

8 เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถรับโหลดไฟฟ้าทันทีทันใดได้ที่ 100% (Single Step Load) โดยต้องแนบผลการทดสอบอ้างอิงของรุ่นที่นำเสนอมาประกอบการพิจารณา

คุณลักษณะทางเทคนิค

1 เครื่องยนต์ต้นกำลัง

1.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยเฉพาะ จำนวนไม่ต่ำกว่า 6 สูบ แบบ 4 จังหวะ Turbo Charged-Aftercooled สามารถให้กำลังม้าต่อเนื่องในส่วนของ Standby Power Rating ได้ไม่ต่ำกว่า 250BHP (Brake Horse Power) ที่ 1,500 รอบต่อนาที ตามมาตรฐาน BS or ISO โดยต้องแสดงมาตรฐานไว้ในแค็ตตาล็อก ประกอบการพิจารณา

1.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set)

1.3 ระบบระบายความร้อน มีหม้อน้ำรังผึ้ง และพัดลมระบายความร้อน พร้อม Guard เพื่อป้องกันส่วนที่เคลื่อนไหว โดยรังผึ้งหม้อน้ำจะต้องติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งจะต้องแสดงไว้ในแค็ตตาล็อกเครื่องยนต์ ประกอบการพิจารณา

1.4 มีอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณหภูมิของเครื่องยนต์

1.5 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง มีปั๊มและหัวฉีด แบบ Direct Injection

1.6 สตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 หรือ 24 โวลต์

1.7 ถังน้ำมันเชื้อเพลิงประจำชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 300 ลิตร สามารถทำงานที่พิกัดสูงสุด (FULL LOAD) ได้ไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง

1.8 มีระบบควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์เป็นแบบ Electronic Governor หรือระบบที่ดีกว่า

1.9 มีระบบสำหรับชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ขณะเครื่องยนต์ที่ทำงาน (Alternator Charger)

1.10 มีปั๊มน้ำมันชนิดมือหมุน และมอเตอร์ไฟฟ้า รวมทั้งระบบท่อเดินน้ำมันเชื้อเพลิง และถัง 200 ลิตร

1 ใบ

1.11 มาตรฐานต่างๆ ของเครื่องยนต์อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- (1) มาตรฐานชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์
- (2) มาตรฐานอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนของเครื่องยนต์
- (3) มาตรฐานแรงดันน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องยนต์
- (4) มาตรฐานแรงดันไฟฟ้าชาร์จแบตเตอรี่
- (5) มาตรฐานความเร็วรอบของเครื่องยนต์
- (6) มาตรฐานสามารถอยู่ในชุดควบคุมได้โดยทั้งหมด

1.12 มาตรฐานต่างๆ ของระบบกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในชุดควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- (1) มาตรฐานแรงดันไฟฟ้า Volt meter ทั้ง 3 เฟส
- (2) มาตรฐานกระแสไฟฟ้า Amp meter ทั้ง 3 เฟส
- (3) มาตรฐานความถี่ไฟฟ้า Frequency meter

1.13 ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ในกรณีเครื่องยนต์ผิดปกติต้องเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครโพรเซสเซอร์ (Electronics Microprocessor) โดยจะขับเคลื่อนเครื่องยนต์เองโดยอัตโนมัติ พร้อมมีสัญญาณไฟ

แสดงที่ตู้ควบคุมและสัญญาณเสียงซึ่งสามารถ Reset กลับมาอยู่ในสภาวะปกติได้ และมีระบบป้องกันตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องยนต์ได้ไม่น้อยกว่าดังนี้

- (1) ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าปกติ
- (2) อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงกว่าปกติ
- (3) ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงกว่าปกติ
- (4) เครื่องยนต์ขัดข้อง
- (5) ระดับน้ำในหม้อน้ำต่ำ

1.14 ต้องมีระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่น้อยกว่าดังนี้

- (1) มาตรการวัดความเร็วรอบเครื่องยนต์
- (2) มาตรการวัดสามารถอยู่ในชุดควบคุมได้โดยทั้งหมด

1.15 มาตรการวัดต่างๆของระบบกำเนิดไฟฟ้าอยู่ในชุดควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- (1) ควบคุมการเดินเครื่อง (Manual Run)
- (2) ควบคุมการหยุดเครื่อง
- (3) ควบคุมการเดินเครื่องอัตโนมัติ (Auto Standby)

1.16 แบตเตอรี่สามารถจัดหาในประเทศเพื่อทดแทนได้ ซึ่งต้องมีความจุพอที่จะใช้สตาร์ทเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยไม่ต้องประจุใหม่

2 ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)

2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องสามารถผลิตจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสสลับอย่างต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 250kVA (200kW) ในส่วน Standby Power Rate 3 เฟส 4 สาย 400/230 โวลต์ 50 เฮิรท์ (Hz) ที่ตัวประกอบกำลัง (Power Factor) 0.8 ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที

2.2 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดไม่แปรงถ่าน (Brushless) ระบายความร้อนด้วยพัดลมซึ่งติดบนแกนเดียวกัน Rotor ตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ BS หรือ TIS หรือ IEC

2.3 การควบคุมแรงคลื่นไฟฟ้าเป็นแบบ Solid State ที่มีค่า Voltage Regulation ต้องไม่เกินกว่า $\pm 1\%$ จาก NO LOAD ถึง FULL LOAD ที่เพาเวอร์แฟคเตอร์มีค่าระหว่าง 0.8 ถึง 1 ที่ความเร็วรอบเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 4%

2.4 ฉนวนของ Rotor และ Stator จะต้องได้มาตรฐาน CLASS F หรือ CLASS H

2.5 ระบบ Excited เป็นแบบ Self Excited หรือ Permanent Magnet Generator (PMG) หรือ ที่ดีกว่า

2.6 ต้องทนต่อการใช้กระแส Short-Circuit สำหรับสตาร์ทมอเตอร์ได้ไม่น้อยกว่า 250% ของกระแสไฟฟ้าเต็มพิกัด ณ ขณะใดขณะหนึ่ง

2.7 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีระบบป้องกันคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าวิทยุ และระบบอื่นรบกวนตามมาตรฐาน NEMA หรือ VDE หรือ BS หรือ IEC

2.8 มีระบบป้องกันที่ตัดที่ตัดงดจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีกระแสไฟฟ้าสูงเกินพิกัด

2.9 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานป้องกันการรบกวนทางไฟฟ้าตามมาตรฐานสากล EN 61000

3 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Controller)

3.1 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครโพรเซสเซอร์ (ELECTRONIC MICROPROCESSOR) (เป็นสินค้าที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องยนต์) สำหรับควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน NFPA110 และ ISO และ CE และ EN ระบบแผงควบคุมต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นดังต่อไปนี้

- 1 Volt meter ค่าแรงดันไฟฟ้าแต่ละเฟส และ Amp meter ค่ากระแสไฟฟ้าแต่ละเฟส
 - 2 ค่าแรงดันไฟฟ้าของ Battery
 - 3 KILOWATTS OR KVA ค่ากำลังไฟฟ้า
 - 4 Frequency meter ค่าความถี่ไฟฟ้า
 - 5 ชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์ , แรงดันน้ำมันหล่อลื่น , อุณหภูมิเครื่องยนต์
- 3.2 ต้องมีระบบควบคุมการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่น้อยกว่าดังนี้

- a) ควบคุมการเดินเครื่อง (RUN meter)
- b) ควบคุมการหยุดเครื่อง (STOP meter)
- c) ควบคุมการเดินเครื่องอัตโนมัติ (AUTO meter)
- d) ควบคุมการทดสอบเครื่อง (TEST meter)
- e) สามารถใช้งานได้ในแบบ Manual

3.3 มีสัญญาณเตือน และดับเครื่องโดยอัตโนมัตินอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่นๆดังนี้

- (1) HIGH VOLTAGE (SHUTDOWN)
- (2) LOW VOLTAGE (SHUTDOWN)
- (3) UNDER/OVER FREQUENCY PROTECTION

3.4 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ไมโครโพรเซสเซอร์ โดยจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO และ CE และ EN และ NFPA110

- (1) แอมมิเตอร์ AC และ โวลท์มิเตอร์ AC และ ฟรีควเอนซีมิเตอร์
- (2) Circuit Breaker, Molded Case Type
- (3) Engine Automatic Start-Stop
- (4) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามมาตรฐานผู้ผลิต

3.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Set)

การทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง โดยทดสอบแรงดันไฟฟ้าและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้องเปลี่ยนไม่เกิน 4% โดยต้องทดสอบ ดังนี้

- (1) ทดสอบ LOAD 25% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 10 นาที
- (2) ทดสอบ LOAD 50% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 15 นาที
- (3) ทดสอบ LOAD 75% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 15 นาที
- (4) ทดสอบ LOAD 100% ของกำลังเต็มที่เป็นเวลา 15 นาที

จากนั้นให้ทดสอบ Single Step Load Acceptance Test จาก 0% เป็น 100% โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องสามารถรับ Single Step Load ได้ถึง 100% ของพิกัดกำลังสูงสุด ซึ่งจะต้องมีเอกสารอ้างอิงผลการทดสอบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟารุ่นที่นำเสนอ นั้นสามารถรับ Single Step Load ได้ที่ 100%

การส่งมอบงาน

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งและทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ใช้งานได้ดีและต้องส่งเจ้าหน้าที่มาร่วมทดสอบ การทำงานของเครื่องอุปกรณ์ต่างๆตามที่ระบุไว้ในเงื่อนไขพร้อมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงเต็มถังและอุปกรณ์เครื่องใช้ทุกอย่างที่จำเป็นในการทดสอบมาเอง ตลอดจนถึงแนะนำและฝึกสอนเจ้าหน้าที่ให้สามารถ OPERATE เครื่องได้เองโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น และต้องส่งมอบสิ่งต่อไปนี้มอบให้แก่คณะกรรมการตรวจรับด้วย

1. วงจรการต่อระบบควบคุมของผู้ควบคุมและชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
2. ALTERNATOR INSTRUCTION BOOK จำนวน 1 ชุด
3. ENGINE PART CATALOG BOOK จำนวน 1 ชุด
4. คู่มือการใช้และบำรุงรักษาเครื่องยนต์ (ภาษาไทย) จำนวน 1 ชุด

การรับประกัน

ผู้ว่าจ้างต้องรับประกันชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งหมดเป็นระยะเวลา 2 ปี หลังจากวันส่งมอบถูกต้อง หากเกิดการขัดข้องในระหว่างประกันเนื่องจากการใช้งานผู้รับจ้างต้องรีบดำเนินการแก้ไขให้ใช้งานได้ดี ภายใน 7 วัน หลังจากวันที่แจ้งให้ทราบแล้ว หากผู้ขายไม่สามารถดำเนินการแก้ไขให้ใช้งานได้ดี ภายใน 15 วัน หลังจากวันที่เข้าดำเนินการตรวจสอบแล้ว บำรุงรักษาซ่อมแซม ตามเวลาที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้นตลอดระยะเวลาประกันคุณภาพ

การติดตั้ง

ให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ วสท.

หมวดที่ 9 ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน (Approved Materials and Manufacturers)

1. วัสดุประสงค์

รายละเอียดในหมวดนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้จำเป็นต้องแสดงเอกสารรายละเอียด และหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า หรือดีกว่า

2. รายการตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

- 2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (Oil Immers Type) : Ekarat , Chroenchai , ไทยแม็กเวล
- 2.2 Low Voltage Circuit Breaker (ACB) : Schneider , ABB , Eaton
- 2.3 Metering and equipment : Crompton , Fuji , Mitsubishi , Circutor
- 2.4 Digital Power Meter : Janitza , Schneider , E-Power , Circutor , Mitsubishi
- 2.5 แผงเมนไฟฟ้าแรงต่ำ (MDB , EMDB) : NBT, SCI , ASEFA
- 2.6 Automatic Transfer Switch : ASCO , GE ZENINTH , CUTLER HAMMER
- 2.7 สายไฟฟ้า : Bangkok Cable , Thai Yazaki , Phelps Dodge

2.8 ท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า : UNION , PANASONIC , PAT , NIPPON , DIAWA , BSM , SMC

2.9 Cable Tray : BSM , SMC , ASEFA

2.10 ท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า (พีวีซี & ยูพีวีซี) : CLIPSAL , HACO , ตราช้าง , SCG , F&G , BSM

2.11 ท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า (เอชดีพี) : TAP , TGG , PBP , HITEX

2.12 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า : Cummins Power Generation (Cummins Diethelm) , DEUTZ , MTU CATERPILLA , KOHLER

4 การช่างและเงื่อนไข

- ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ตามแบบ และรายละเอียดข้อกำหนด ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ที่จัดหา จะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบล่าสุด โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอ ตัวอย่างของวัสดุอุปกรณ์ พร้อมรายละเอียดแสดงไว้เป็นหลักฐาน เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า ตู้ไฟฟ้า สายไฟ Cable tray เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ฯลฯ เสนอผู้ว่าจ้าง เมื่อได้ตรวจอนุมัติแล้ว จึงสามารถนำมาติดตั้งได้

- ผู้รับจ้างต้องมีหัวหน้างาน และช่างที่มีความรู้ความชำนาญสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามหลักวิชาช่างที่ดี มีฝีมือดีเพื่อสั่งการ และควบคุมงานในสถานที่ก่อสร้างตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานตลอดจนต้องมีจำนวนคนงานเพียงพอที่จะปฏิบัติงานให้เสร็จทันตามสัญญาการก่อสร้าง ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างถอดถอนคนงาน ที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ โดยผู้รับจ้างจะต้องจัดหาคนงานใหม่ที่มีฝีมือมาปฏิบัติงานแทนทันที

- ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบ และรายละเอียดของงาน และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ โดยให้สอดคล้องกับการทำงาน

- การเดินสาย และติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้รับจ้างต้องมี และเสนอชื่อวิศวกรไฟฟ้า สาขาไฟฟ้ากำลัง ที่มี ความรู้ความชำนาญ ระดับสามัญวิศวกรหรือสูงกว่าพร้อมหลักฐานให้กับผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อเป็น ผู้รับผิดชอบควบคุมดูแลการติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบและรายการละเอียดที่กำหนด และให้ถูกต้องตามหลัก วิชาการไฟฟ้าที่ดีพร้อมทั้งเป็นผู้ลงนามรับรองในเอกสารรับมอบงานด้วย

- ในระหว่างดำเนินงาน หากปรากฏว่าผู้รับจ้างปฏิบัติงานด้วยฝีมือที่ไม่ดีพอ หรือใช้อุปกรณ์ที่ไม่ตรงตามแบบ หรือรายการที่กำหนด ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะให้ผู้รับจ้างหยุดการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้รับจ้างดำเนินการถอดถอน แก่ไขและดำเนินการใหม่ โดยใช้อุปกรณ์ที่ผู้ว่าจ้างกำหนดตามแบบหรือรายการนั้น

- แบบก่อสร้าง และแบบก่อสร้างจริง จะต้องมิวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ควบคุม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลังระดับไม่ต่ำกว่าข้อบังคับของสภาวิศวกรกำหนด เป็นผู้รับผิดชอบ ลงนามรับรอง

- ในกรณีที่รายการละเอียดขัดกับแบบแปลน หรือมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบแปลนเพื่อให้ เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้า ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบเป็นหนังสือทันที และจะต้องได้รับความ เห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด ถ้าดำเนินการแก้ไขโดย พละการผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้แก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง โดยผู้ว่าจ้างไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

- ผู้รับจ้างต้องปฏิบัติงานตามที่กำหนดไว้ในแบบ และในรายการละเอียด ถึงแม้ว่างานบางรายการได้แสดงไว้ใน แบบ แต่ไม่กำหนดไว้ในรายการละเอียด หรือมีกำหนดในรายละเอียดแต่ไม่แสดงไว้ในแบบก็ตาม ผู้รับจ้างต้อง ปฏิบัติงานนั้น เช่นเดียวกันเสมือนว่าได้แสดงและกำหนดไว้ทั้งสองแห่ง

- ผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของวัสดุและอุปกรณ์ที่ติดตั้งทั้งหมด ต่อหน้าผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามวิธีการ และรายละเอียดที่วิศวกรผู้ออกแบบ หรือตามบริษัทผู้ผลิตกำหนด ถ้าเกิดเหตุขัดข้อง ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้ใช้งานได้ ซึ่งผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด ยกเว้นกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบภายในโครงการ

- ในระหว่างทำการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องเก็บรายละเอียดต่างๆ ของการติดตั้งงานในระบบไฟฟ้า โดยจัดทำเป็นแบบก่อสร้างจริง (ASBUILT DRAWING) ให้ทันกับการก่อสร้างตลอดเวลาการติดตั้ง และหลังจากงานแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบงานก่อสร้างจริงแสดงการเดินท่อต่างๆ พร้อมขนาด และจำนวนของสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ ที่แท้จริงเป็นกระดาษไข และพิมพ์ขาว ตามขนาดและมาตราส่วนที่เหมาะสม จำนวน 4 ชุด โดยมีวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงไฟฟ้า กำลังระดับสามัญวิศวกรหรือสูงกว่า เป็นผู้รับผิดชอบลงนามในแบบ ส่งให้คณะกรรมการตรวจการจ้างในงวดสุดท้าย

- ลำดับของการดำเนินการก่อน-หลัง สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมและหากมีข้อขัดแย้งใดๆ ในทางเทคนิคให้ยึดมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของ ว.ส.ท. ฉบับล่าสุด เป็นหลัก

- ในกรณีที่ผู้รับจ้างมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงจากแบบและรายการละเอียดที่กำหนดในสัญญาที่ได้รับ การอนุมัติแล้ว ให้ผู้รับจ้างทำ SHOP DRAWING เพื่อขออนุมัติเป็นกรณีๆ ไปและ SHOP DRAWING ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้

- ผู้รับจ้างต้องประกันคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์ทุกชนิด ยกเว้นหลอดไฟฟ้าเป็นเวลา 2 ปีหลังจากวันตรวจรับงานครั้งสุดท้าย ในระยะเวลาประกันนี้ถ้าหากวัสดุอุปกรณ์ใดชำรุดใช้งานไม่ได้ผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไข ให้ใช้งานได้ โดยผู้รับจ้างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งหมด

- การติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรไฟฟ้าสาขาไฟฟ้ากำลัง ที่ชำนาญงาน ซึ่งมีใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบอาชีพวิศวกรรมควบคุม เป็นผู้รับผิดชอบควบคุมดูแลการติดตั้ง ให้เป็นไปตามแบบ หรือรายการละเอียดที่กำหนดให้

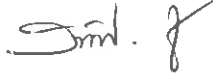
- รายการตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า นอกเหนือจากที่กำหนด จะต้องแสดงรายละเอียดเพียงพอ แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อนการนำไปใช้งาน

- ผู้รับจ้างต้องศึกษาแบบและรายละเอียดทางโครงสร้าง สุขภาพ และอื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะให้แน่ใจว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ เมื่อดำเนินการติดตั้ง จะต้องสอดคล้องกับงานระบบอื่น

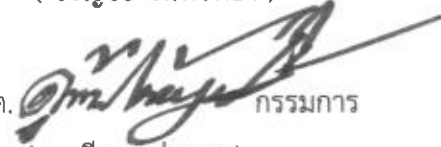
- ในระหว่างดำเนินการปรับปรุงระบบไฟฟ้า ภายในพื้นที่ รพ.ฯ ให้ผู้รับจ้างประสานเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจัดหาและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจ่ายทดแทนระบบไฟฟ้าหลักที่รื้อถอน เพื่อไม่ให้กระทบกระเทือนต่อการใช้ไฟฟ้าภายใน อาคารต่างๆ ของ รพ.ฯ โดยค่าใช้จ่ายเป็นของผู้รับจ้าง หรือกรณีใช้เครื่องไฟฟ้าฉุกเฉินของ รพ.ฯ สำรองจ่ายทดแทนระบบไฟฟ้าหลักที่รื้อถอน โดยค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นของผู้รับจ้าง

- แนวทางการปฏิบัติตามกฎหมายกระทรวงกำหนดพัสดุ และวิธีการจัดซื้อจัดจ้างพัสดุที่รัฐต้องการส่งเสริม หรือสนับสนุน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2563 แบบท้ายหนังสือคณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ ด่วนที่สุด ที่ กค (กวจ) 0405.2/ว89 ลง 18 กุมภาพันธ์ 2564

1 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่ง รพ.๗ ได้ให้คัดเลือกให้เป็นคู่สัญญาแล้วจะต้องใช้วัสดุประเภทวัสดุหรือครุภัณฑ์ที่จะใช้ในงานก่อสร้างเป็นวัสดุที่ผลิตภายในประเทศ โดยต้องใช้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของมูลค่าวัสดุที่จะใช้ในงานก่อสร้างทั้งหมดตามสัญญา ทั้งนี้ คู่สัญญาจะต้องจัดทำแผนการใช้วัสดุที่ผลิตภายในประเทศ ดังกล่าวมาแนบกับสัญญาจ้างภายใน 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้ลงนามในสัญญา

(ลงชื่อ) น.ท.  ประธานกรรมการ
(สุทธิชัย ชื่นเพชร)

(ลงชื่อ) น.ต.  กรรมการ
(ชัยชัย จันทร์ทอง)

(ลงชื่อ) น.ต.  กรรมการ
(ดุษฎี กระจ่างยศ)

ค่าจ้างและการจ่ายเงิน

งานจ้างปรับปรุงระบบไฟฟ้า รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พร.

1. ทางราชการจะจ่ายเงินค่าจ้าง โดยแบ่งออกเป็น 6 งวด เวลา 270 วัน
2. ทางราชการจะจ่ายเงินล่วงหน้าในอัตราร้อยละ 15 ของเงินค่าจ้างตามเงื่อนไขในสัญญา
3. ผู้รับจ้างสามารถส่งมอบงานและขอเบิกเงินค่าจ้างข้ามงวดได้ หากงานไม่ต่อเนื่องกัน ยกเว้นงวดที่ 1 และงวดที่ 6 (งวดสุดท้าย)

งวดที่ 1 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 10 (สิบ) ของค่าจ้าง เมื่อผู้รับจ้างได้ปฏิบัติงานดังนี้

- งานติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมอาคารโรงคลุม และติดตั้งตู้ EMDB สำหรับจ่ายให้กับอาคารเตาเผา และอาคารบำบัดน้ำเสีย พื้นที่ รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ (ตามแบบ,รายการฯ)
- งานติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พร้อมอาคารโรงคลุมสำหรับจ่ายให้กับ อาคารเวชศาสตร์ความดันบรรยากาศสูง (CHAMBER)

ให้แล้วเสร็จภายใน 150 (หนึ่งร้อยห้าสิบ) วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างฯ

งวดที่ 2 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 10 (สิบ) ของค่าจ้าง เมื่อผู้รับจ้าง ได้ปฏิบัติงานดังนี้

- งานติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรองให้กับอาคารหมวดประปา รพ.ฯ
- งานเปลี่ยน ATS อาคารเวชศาสตร์ความดันบรรยากาศสูง (ขนาด 400A 4 Pole จำนวน 1ชุด)

ให้แล้วเสร็จภายใน 165 (หนึ่งร้อยหกสิบห้า) วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างฯ

งวดที่ 3 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 20 (ยี่สิบ) ของค่าจ้าง เมื่อผู้รับจ้าง ได้ปฏิบัติงานดังนี้

- งานเปลี่ยน ACB #3, ห้องไฟฟ้ารวมใหญ่ (หน้า OPD กุมาร) ขนาด 2,500A. 1ตัว
- งานเปลี่ยน ATS ห้องไฟฟ้ารวมใหญ่ (หน้า OPD กุมาร) ขนาด 800A 4pole จำนวน 1ชุด
- งานเปลี่ยน ATS ตึกอำนวยการ, (ขนาด 260A 4pole จำนวน 1ชุด)
- งานเปลี่ยน ATS อาคารบริการ มว.ไฟฟ้า (ขนาด 260A 4pole จำนวน 1ชุด)
- งานเปลี่ยน ACB #20 อาคารบริการ มว.ไฟฟ้า (ขนาด 1,600A จำนวน 1ชุด)
- งานเปลี่ยน ACB #17 A/C (ขนาด 1,600A จำนวน 1ชุด)
- งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าแรงสูง พื้นที่ รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พร.
- งานเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าและปรับปรุงสายเชื่อมแรงสูงพร้อมอุปกรณ์ 100KVA, 4 ลูก

ให้แล้วเสร็จภายใน 180 (หนึ่งร้อยแปดสิบ) วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างฯ

งวดที่ 4 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 20 (ยี่สิบ) ของค่าจ้าง เมื่อผู้รับจ้าง ได้ปฏิบัติงานดังนี้

- งานเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าและปรับปรุงสายเชื่อมแรงสูงพร้อมอุปกรณ์ หม้อแปลงขนาด 1,500 kVA, จำนวน 4 เครื่อง
- งานเปลี่ยน ACB #12, ACB #13, ACB #14, ACB #15, ACB #16 ขนาด 2,500A. 5 ตัว ห้องไฟฟ้ารวมใหญ่

- งานเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าและปรับปรุงสายเชื่อมแรงสูงหอบู๊ว1 ชั้น1 1,250kVA, 1ลูก
- งานเปลี่ยน ACB #1, ห้องไฟฟ้ารวม หอบู๊ว1 ชั้น1 ขนาด 2,000A. 1ตัว
- งานเปลี่ยน ATS ห้องไฟฟ้ารวม หอบู๊ว1 ชั้น1 ขนาด 400A 4pole จำนวน 1ชุด
- งานเปลี่ยนหม้อแปลงไฟฟ้าและปรับปรุงสายเชื่อมแรงสูงหอบู๊ว2 ชั้น1 1,250kVA, 1ลูก
- งานเปลี่ยน ACB #1, ห้องไฟฟ้ารวม หอบู๊ว2 ชั้น1 ขนาด 2,000A. 1ตัว
- งานเปลี่ยน ATS ห้องไฟฟ้ารวม หอบู๊ว2 ชั้น1 ขนาด 400A 4pole จำนวน 1ชุด

ให้แล้วเสร็จภายใน 210 (สองร้อยสิบ) วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างฯ

งวดที่ 5 เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 20 (ยี่สิบ) ของค่าจ้าง เมื่อผู้รับจ้าง ได้ปฏิบัติงานดังนี้

- งานเปลี่ยน ACB #4, ACB #7, ACB #8, ACB #11 ห้องไฟฟ้ารวมใหญ่ (หน้า OPD กุมาร)
- งานเปลี่ยน ATS 4 Pole 2,000A. ห้องไฟฟ้ารวมใหญ่ (หน้า OPD กุมาร)

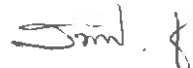
ให้แล้วเสร็จภายใน 240 (สองร้อยสี่สิบ) วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างฯ

งวดที่ 6 (งวดสุดท้าย) เป็นจำนวนเงินในอัตราร้อยละ 5 (ห้า) ของค่าจ้าง เมื่อผู้รับจ้าง ได้ปฏิบัติงานดังนี้


- อบรมการใช้ระบบงานต่าง ๆ ให้แก่ ช่างราชการ หมวดไฟฟ้า แผนกโยธา
- ส่งเอกสารประกอบด้วย
 - แบบ As built drawing ขนาด A1 จำนวน 3 ชุด
 - แบบ As built File Auto CAD Version ไม่ต่ำกว่า 2007 บันทึกลง แฟลชไดร์ จำนวน 1 ชิ้น
 - เครื่องวัดแบบมัลติมิเตอร์ ชนิดดิจิตอล จำนวน 2 เครื่อง
 - อุปกรณ์เทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด (VT04A) (ย่านวัด -10 ถึง 250 องศา) 1 อัน
 - เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์พร้อมเครื่องพิมพ์งานระบบไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
 - จัดทำป้ายชื่อ / หมายเลข ทัศนวิสัยที่ติดตั้งใหม่ (แผ่นอะคริลิกสีเขียวตัวหนังสือสีขาว ขนาดตามที่หน่วยงานกำหนด)

ให้แล้วเสร็จภายใน 270 (สองร้อยเจ็ดสิบ) วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาจ้างฯ

- **หมายเหตุ :** ผู้รับจ้างสามารถส่งมอบงานและขอเบิกเงินค่าจ้างข้ามงวดได้ หากงานไม่ต่อเนื่องกัน

(ลงชื่อ) น.ท.  ประธานกรรมการ
(สุทธิชัย ชื่นเพชร)

(ลงชื่อ) น.ต.  กรรมการ
(ชัยชัย จันทร์ทอง)

(ลงชื่อ) น.ต.  กรรมการ
(ดุษฎี กระจำยศ)