รายการประกอบแบบก่อสร้าง

หมวดงานสถาปัตยกรรม

หมวดงานวิศวกรรมโครงสร้าง

หมวดงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

หมวดงานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

หมวดงานวิศวกรรมระบบสุขาภิบาลและป้องกันอัคคีภัย

ข้อกำหนดประกอบแบบงานวิศวกรรมระบบประกอบอาคาร

สำหรับ

โครงการ อาคารแสดงนิทรรศการและการสอนนันทนาการ จำนวน 1 หลัง

งานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITE

สารบัญ

1. ข้อกำหนดทั่วไป 1
2. ข้อกำหนดเฉพาะ 10
3. สายไฟฟ้าแรงสูง 12
4. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง 13
5. หม้อแปลงไฟฟ้า 17
6. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน 21
7. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ 26
8. โอโตเมติกคะแปซิเตอร์แบงค์ 33
9. โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ 35
10. ระบบจ่ายไฟต่อเนื่อง 37
11. สายไฟฟ้าแรงต่ำ 42
12. ท่อร้อยสายไฟฟ้า 46
13. รางเดินสายไฟฟ้า 49
14. กล่องต่อสายไฟฟ้า 50
15. แผงสวิตช์ย่อย 52
16. แผงกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ 54
17. Disconnecting Switch และ Circuit Breaker Box 55
18. ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ 57
19. สวิตซ์และเต้ารับ 61
20. ระบบการต่อลงดิน 63
21. ระบบป้องกันฟ้าผ่า 66
22. การป้องกันสนิม 68
23. การป้องกันไฟและควันลาม 69

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ... CO.,LTD.

24. การทดสอบของระบบไฟฟ้าทั่วไป.....70

25. อุปกรณ์มาตรฐานงานระบบไฟฟ้า.....72

26. ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ.....74

27. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้.....81

28. ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม.....84

29. ระบบเสียงประกาศ.....86

30. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด.....89

31. ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์.....94

32. อุปกรณ์มาตรฐานระบบสื่อสาร.....99

ภาคผนวก

- Load Schedules
- Lighting Control Schedule

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

1. ข้อกำหนดทั่วไป

1 บทนำ

ผู้ว่าจ้างกำลังก่อสร้างโครงการ และต้องการดำเนินการเพื่อติดตั้งงานวิศวกรรมระบบไฟฟ้าและสื่อสาร และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอื่นๆ โดยที่การดำเนินการดังกล่าวต้องเป็นไปตามที่แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

2 สภาพแวดล้อม

วัสดุและอุปกรณ์ตลอดจนการติดตั้งระบบต่าง ๆตามข้อกำหนด ต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายใต้สภาพภูมิอากาศแวดล้อมดังต่อไปนี้: -

2.1 ความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปานกลาง

2.2 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 36.7 ^{O}C (98 ^{O}F)

2.3 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 30 ^{O}C (86 ^{O}F)

2.4 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 79%

2.5 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 55%

3 มาตรฐาน และเกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน

3.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น มาตรฐานทั่วไปของวัสดุและอุปกรณ์ ตลอดจนการประกอบและการติดตั้ง ที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดประกอบแบบเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับงานตามสัญญาในโครงการนี้ ให้ถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- ANSI - American National Standard Institute
- ASTM - American Society of Testing Materials
- BS - British Standard
- DIN - Deutsher Industrie Normen (German Industrial Standard)
- EIT - The Engineering Institute of Thailand
- EN - European Standard
- FM - Factory Mutual
- IEC - International Electro-Technical Commission
- MEA - Metropolitan Electricity Authority
- NEC - National Electrical Code
- NEMA - National Electrical Manufacturer Association

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ... CO.,LTD.

- NFPA - National Fire Protection Association
- NESC - National Electrical Safety Code
- UL - Underwriters' Laboratories, Inc.
- VDE - Verband Deutsher Electro techniker (German Electrical Regulation and Codes)
- TIS / มอก. - สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3.2 ในกรณีที่ต้องทดสอบคุณภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้งานตามสัญญานี้ อนุมัติให้ทดสอบในสถาบันของรัฐ หรือ สถาบันอื่น ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและได้รับความเห็นชอบจากเจ้าของโครงการ

3.3 เกณฑ์กำหนดในการปฏิบัติงาน การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

4 พนักงาน

4.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินงานและ ควบคุมการติดตั้งให้เป็นไปตามแบบรายการและข้อกำหนดให้ถูกต้องตามหลักวิชาและวิธีปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับ การลงนามในเอกสาร ขณะปฏิบัติงานจะถือเป็นความผูกพันของผู้รับจ้างไม่ว่ากรณีใดๆ ผู้รับจ้างจะยกข้ออ้างถึงการที่ตนไม่ทราบข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อประโยชน์ของตนมิได้

4.2 วิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการของผู้รับจ้าง ต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรควบคุม ตามพระราชบัญญัติควบคุมวิชาชีพวิศวกรรม และเป็นผู้ลงนามรับรองผลงานในเอกสารการส่งมอบงานทั้งหมด

4.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกร หัวหน้าช่าง และช่างชำนาญงานที่มีประสบการณ์ความสามารถที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมาย เข้ามาปฏิบัติงานโดยมีวิธีการจัดงาน และทำงานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีจำนวนเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานได้ทันทีและแล้วเสร็จทันตามความประสงค์ของเจ้าของโครงการ

4.4 เจ้าของโครงการสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้าง เปลี่ยนพนักงานที่เห็นว่าปฏิบัติงานไม่ดีพอหรืออาจเกิดความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตราย ผู้รับจ้างต้องจัดหาพนักงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีพอมาทำงานแทนโดยทันที และค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เกิดขึ้นให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

4.5 ผู้รับจ้างต้องเสนอชื่อ ประวัติ และผลงานของวิศวกรและหัวหน้าช่างทุกคนพร้อมทั้งตำแหน่งหน้าที่ในการปฏิบัติงานในโครงการให้เจ้าของโครงการพิจารณาอนุมัติ ก่อนเริ่มโครงการ

4.6 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบต่ออุบัติเหตุ อันตราย หรือความเสียหายใดๆ อันเกิดแก่ชีวิตบุคคล และทรัพย์สินของพนักงาน

5 วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 ในการเสนอราคา ผู้เสนอราคาต้องแจ้งนามผู้ทำแบบและชนิดของวัสดุอุปกรณ์ที่สำคัญซึ่งเสนอขอใช้ในงานนี้ให้ครบถ้วนทุกชนิด

5.2 ภายใน 30 วัน นับแต่วันลงนามในสัญญา หรือภายในระยะเวลาที่ผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้างจะได้ทำความตกลงกัน ผู้รับจ้างจะต้องนำรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างสำหรับวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิดไปให้ผู้ว่าจ้างตรวจอนุมัติ ก่อนดำเนินการจัดหา และนำไปติดตั้งเมื่อได้รับการยืนยันเป็นหนังสือแล้ว ผู้รับจ้างต้องดำเนินการสั่งและเตรียมของเพื่อให้ได้ของมาทันกำหนดการใช้งาน การที่ผู้รับจ้างนำรายละเอียดและ/หรือตัวอย่าง อย่างไรให้ผู้ว่าจ้างตรวจช้ากว่ากำหนดจะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเปลี่ยนชนิดวัสดุและอุปกรณ์ และ/หรือขอต่อเวลาการทำงานไม่ได้

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

5.3 เมื่อผู้ว่าจ้างได้ตรวจอนุมัติรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างของวัสดุ และอุปกรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องจัดรายละเอียด และ/หรือตัวอย่างที่ได้รับอนุมัติจำนวน 2 ชุด โดยผู้ว่าจ้างเก็บไว้เป็นหลักฐานหนึ่งชุด และเก็บแสดงไว้ที่สถานที่ปฏิบัติงานอีกชุดหนึ่ง รายละเอียดและ/หรือตัวอย่างดังกล่าวจะไม่คืนให้แก่ผู้รับจ้าง แต่ผู้รับจ้างอาจขอนำตัวอย่างไปใช้ในงานตามสัญญานี้ได้ แต่ต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่ผู้ว่าจ้างกำหนดและหากผู้ว่าจ้างต้องการให้ถอดออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับชิ้นอื่น ผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ

5.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ต้องเป็นของที่ออกแบบสำหรับใช้กับระบบที่กำหนด และถูกต้องตามข้อกำหนดความต้องการของผู้ว่าจ้าง เป็นของใหม่แบบล่าสุดอยู่ในสภาพดีเป็นชนิดที่หน่วยงานท้องถิ่น และการไฟฟ้าท้องถิ่นยินยอมให้ใช้ และผ่านการตรวจอนุมัติโดยผู้ว่าจ้างแล้ว ของเหล่านี้ต้องเป็นสิ่งมาตรฐานของผู้ผลิต ซึ่งทำตามมาตรฐานดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และมาตรฐานอื่นๆ ตามที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นวัสดุ และอุปกรณ์จะต้องได้รับการรับรองโดยสถานที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือ และสถาบันอื่นที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

5.5 วัสดุ และอุปกรณ์ใดๆ ที่ผู้ว่าจ้างตรวจแล้วว่าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องทำการขนย้ายออกจากสถานที่ปฏิบัติงานโดยเร็วที่สุด

5.6 ในการประกวดราคาครั้งนี้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะเปลี่ยนแปลง เพิ่มหรือลดวัสดุอุปกรณ์ รายการใดในใบเสนอราคาก็ได้ โดยไม่ต้องมีภาระผูกพันใดๆ กับผู้เสนอราคาทั้งสิ้น

5.7 ผู้รับจ้างต้องจัดหาตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ รวมทั้งเอกสารของผู้ผลิตที่แสดงรายละเอียดทางเทคนิค ขนาด และรูปร่างที่ชัดเจนของวัสดุ และอุปกรณ์แต่ละชิ้น ให้ผู้ว่าจ้างได้ตรวจล่วงหน้าอย่างน้อย 60 วัน ก่อนนำไปทำการติดตั้ง และวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับอนุมัติแล้ว มิได้หมายความว่าเป็นการพ้นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง หากตรวจพบข้อผิดพลาดในภายหลังผู้รับจ้างต้องดำเนินการแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง และเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

5.8 ในกรณีที่ผู้คุมงานมีความประสงค์ให้ผู้รับจ้าง แสดงวิธีการติดตั้ง เพื่อเป็นตัวอย่างหรือความเหมาะสมแล้วแต่กรณี ผู้รับจ้างต้องแสดงการติดตั้ง ณ สถานที่ติดตั้งจริง ตามที่ผู้คุมงานกำหนดเมื่อวิธีและการติดตั้งนั้นๆ ได้รับอนุมัติแล้ว ให้ถือเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติต่อไป

5.9 ถ้าผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างเห็นว่าวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ในรายการ ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ที่จะไม่ยอมให้นำมาใช้ในงานนี้ ในกรณีที่ผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้าง มีความเห็นว่าควรส่งให้สถาบันที่ผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างเชื่อถือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดก่อนที่จะอนุมัติให้นำมาใช้ได้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ดำเนินการให้โดยมิชักช้า และต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

5.10 วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน หากมีความจำเป็นอันกระทำให้ผู้รับจ้างไม่สามารถหาวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามที่ได้แจ้งในรายละเอียด หรือตามตัวอย่างที่ได้ให้ไว้แก่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้าง และจะต้องจัดหาวัสดุหรืออุปกรณ์อื่นมาทดแทนแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องชี้แจงเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งของดังกล่าว พร้อมทั้งแสดงหลักฐานข้อพิสูจน์จนเป็นที่พอใจแก่ผู้ควบคุมงานหรือผู้ว่าจ้าง

6 เครื่องมือ

6.1 ผู้รับจ้างต้องมีเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องผ่อนแรงที่มีประสิทธิภาพ และความปลอดภัยสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นชนิดที่เหมาะสม อีกทั้งจำนวนเพียงพอกับปริมาณงาน

6.2 ผู้ว่าจ้างมีสิทธิให้ผู้รับจ้างเปลี่ยนแปลง และ/หรือเพิ่มจำนวน และ/หรือชนิดของเครื่องมือให้เหมาะสมกับการใช้งาน

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

7 ป้าย และเครื่องหมายของวัสดุ และอุปกรณ์

7.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา หรือจัดทำป้ายชื่อเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายแสดงต่างๆ เพื่อแสดงชื่อและขนาดของอุปกรณ์ และการใช้งาน โดยใช้ภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษ

7.2 ป้ายชื่อให้ทำด้วยแผ่นพลาสติก พื้นสีดำแกะสลักตัวอักษรสีขาว ขนาดโตอย่างน้อย 1/2" และเคลือบพลาสติกอีกชั้นหนึ่งป้ายต้องยึดติดให้มั่นคงถาวร ตัวหนังสือทั้งหมดแสดงอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในแบบ

7.3 สีที่พ่นเป็นตัวหนังสือ และเครื่องหมายให้ใช้สีสเปรย์กระป๋อง โดยจะต้องจัดทำแบบสำหรับการพ่นสี

7.4 เพื่อให้วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งแล้ว สามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ต้องแสดงเครื่องหมายและอักษรย่อหรือข้อความที่สั้นกะทัดรัดง่ายต่อการเข้าใจ เช่น แสดงข้อความ "3DP Max.100A" บนแผงไฟฟ้า เพื่อแสดงขนาดกระแสสูงสุดของแผงไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้

8 การขนส่งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

8.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการขนส่งเครื่องวัสดุ และอุปกรณ์ มายังสถานที่ติดตั้งรวมทั้งการยกเข้าไปยังที่ติดตั้ง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างเองทั้งสิ้น

8.2 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหาย อันเกิดจากการขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ หรือ เครื่องมือต่างๆ มายังสถานที่ติดตั้ง

8.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำหมายกำหนดการในการนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ามายังหน้างานและแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อนล่วงหน้า พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่สำหรับเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์อย่างถูกต้องล่วงหน้า โดยประสานงานกับผู้รับจ้างอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

8.4 เมื่อวัสดุและอุปกรณ์เข้าถึงยังหน้างาน ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อที่จะได้ตรวจสอบวัสดุและอุปกรณ์เหล่านั้นให้ถูกต้องตามที่ได้อนุมัติไว้ ก่อนที่จะนำวัสดุ และอุปกรณ์เข้ายังสถานที่เก็บรักษาต่อไป

9 การเก็บรักษา เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

9.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการติดตั้งภายในบริเวณที่ก่อสร้างอาคารเอง เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าว จะยังคงเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับจ้างทั้งหมด ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบต่อการสูญหายเสื่อมสภาพ หรือถูกทำลายจนกว่าจะได้ติดตั้งเสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์ และส่งมอบงานแล้ว

9.2 หากจะเก็บรักษาวัสดุ และอุปกรณ์ภายในอาคารที่ก่อสร้างแล้ว จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรโครงการและ/หรือ ผู้ว่าจ้างเสียก่อน ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร ในส่วนที่จะใช้ในการเก็บรักษาวัสดุและอุปกรณ์ และในส่วนที่จะต้องขนวัสดุผ่าน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างอาคาร

9.3 การเก็บรักษาท่อ จะต้องจัดทำชั้นที่เก็บในร่มให้ถูกต้อง ห้ามวางกองบนพื้น

10 การตรวจสอบแบบ และข้อกำหนด

10.1 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบ และรายการข้อกำหนดต่างๆ จนแน่ใจว่าเข้าใจถึงข้อกำหนดและเงื่อนไขต่างๆ โดยชัดแจ้ง

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

10.2 ผู้รับจ้างต้องตรวจสอบรายละเอียดการติดตั้ง จากแบบสถาปนิก และโครงสร้างพร้อมไปกับแบบงานวิศวกรรมระบบประกอบอาคาร ก่อนดำเนินการติดตั้งเสมอ เพื่อให้งานติดตั้งดำเนินไปได้ด้วยดี ไม่ขัดแย้งกับระบบอื่นๆ มีความถูกต้องทางด้านเทคนิค และสามารถบำรุงรักษาในภายหลังได้ตามต้องการ

10.3 เมื่อพบข้อขัดแย้งระหว่างแบบ และรายการ หรือข้อสงสัย หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับแบบและรายการ ให้รีบแจ้งต่อผู้ควบคุมงาน หรือผู้ว่าจ้างโดยฉับพลัน และการตีความในข้อความขัดแย้งใดๆ ให้ตีความไปในแนวทางที่ดีกว่า ถูกต้องกว่า ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ครบถ้วนกว่าทั้งสิ้น ผู้รับจ้างต้องรีบแก้ไขงานดังกล่าวให้ถูกต้องตามข้อสรุป โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

11 การแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด และวัสดุอุปกรณ์

11.1 การเปลี่ยนแปลงแบบ ข้อกำหนด วัสดุและอุปกรณ์ที่ผิดไปจากข้อกำหนดและเงื่อนไขตามสัญญาด้วยความจำเป็น หรือความเหมาะสมก็ดี ผู้รับจ้างต้องแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ว่าจ้างเพื่อขออนุมัติเป็นเวลาอย่างน้อย 30 วัน ก่อนดำเนินการจัดซื้อ หรือทำการติดตั้ง

11.2 ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ของผู้รับจ้าง มีลักษณะ หรือคุณสมบัติอันเป็นเหตุให้อุปกรณ์ ตามรูปแบบรายการที่กำหนดไว้เกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ทำงานโดยถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องไม่เพิกเฉยละเลยที่จะแจ้งขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้ถูกต้อง โดยชี้แจงแสดงหลักฐานจากบริษัทผู้ผลิต มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นแต่เพียงผู้เดียว

11.3 ถ้างานส่วนหนึ่งส่วนใดที่ผู้รับจ้างกำลังติดตั้ง หรือติดตั้งเสร็จแล้วก็ดี ผิดไปจากแบบ และข้อกำหนด หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ตรงกับรายการที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างมีสิทธิ์ในการสั่งให้ผู้รับจ้างหยุดงานเป็นการชั่วคราวและต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องทันที และความล่าช้าอันเนื่องมาจากเหตุดังกล่าวผู้รับจ้างจะถือเป็นเหตุขอยืดวันทำการออกไป หรือกล่าวอ้างเป็นข้อแก้ตัวต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมดไม่ได้

12. แบบใช้งาน (Shop Drawings)

12.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบใช้งาน (Shop Drawings) ที่เขียนด้วย AutoCAD 2000 หรือดีกว่า แสดงรายละเอียดการติดตั้งของระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ตามที่ได้ตรวจสอบจากสภาพสถานที่ติดตั้งตามความเป็นจริง และจากการปรึกษาร่วมกับรับจ้างรายอื่นๆแล้ว เป็นแบบอัตราส่วน 1 : 100 และถ้าจำเป็นให้ขยายภาพตัดเป็น 1 : 25 หรือ 1 : 50 ให้แก่ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 5 ชุด แบบใช้งานนี้จะต้องส่งไปขอความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อนดำเนินการติดตั้งในเวลาอันสมควร แต่จะไม่น้อยกว่า 30 วัน

12.2 แบบใช้งาน (Shop Drawings) ต้องใช้มาตรฐานกระดาษ และสัญลักษณ์เดียวกับต้นแบบ

12.3 รายละเอียดของแบบใช้งาน (Shop Drawings) อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- การติดตั้งระบบสายไฟฟ้าแรงสูง สวิตซ์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง และหม้อแปลงไฟฟ้า
- การติดตั้งแผงสวิตซ์ประธาน แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงต่ำ และแผงสวิตซ์ย่อยทั้งหมด
- การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน และอุปกรณ์ประกอบ
- การติดตั้งและแนวการเดินสายป้อน วงจรย่อย ท่อร้อยสายไฟฟ้า รางเดินสายไฟฟ้า Busway ฯลฯ
- การติดตั้งโคมไฟฟ้า สวิตซ์และเต้ารับทั้งหมด

- รายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น ขนาด ความหนา การจับยึดรวมถึงแสดงตำแหน่งของการติดตั้งหรือคุณสมบัติอื่นๆ
- การติดตั้งระบบการต่อลงดิน และระบบป้องกันฟ้าผ่า
- การติดตั้งของระบบป้องกันไฟและควันลาม
- การติดตั้งของระบบสื่อสารทุกระบบ
- Single Line Diagrams และ Schematic Diagrams ของทุกระบบ

13. แบบสร้างจริง (As - Built Drawings)

13.1 ในระหว่างดำเนินการติดตั้งผู้รับจ้างจะต้องทำแผนผัง และแบบตามที่สร้างจริง แสดง ตำแหน่งของอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่เป็นจริง รวมทั้งการแก้ไขอื่นๆ ที่ปรากฏในงานระหว่างการติดตั้ง

13.2 แบบสร้างจริงนี้ วิศวกรผู้ควบคุมการติดตั้ง จะต้องลงนามรับรองความถูกต้อง และส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน แบบนี้ประกอบด้วยแบบต้นฉบับเขียนในกระดาษไข สามารถพิมพ์ได้ 1 ชุด และแบบพิมพ์เขียวอีก 4 ชุด มีขนาด และมาตราส่วนเดียวกันกับของผู้ออกแบบหรือแบบใช้งาน พร้อมทั้งบันทึกลงในแผ่น CD Rom จำนวน 4 แผ่น

14. การใช้พลังงานไฟฟ้า และอื่น ๆ

14.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการต่อสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ท่อน้ำประปา และท่อน้ำอื่นๆ รวมทั้งมาตรวัดต่างๆ ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การใช้งาน การติดตั้ง และการทดสอบด้วย

14.2 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบตั้งแต่วันเริ่มเตรียมการระหว่างการใช้งานจนกระทั่งวันส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว

14.3 การรื้อถอนวัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานชั่วคราว และกระทำให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิม ภายหลังจากส่งมอบงานแล้ว ก็ยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเช่นกัน

14.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราว ให้เพียงพอสำหรับแสงสว่างตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน หรือตรวจสอบงานของผู้ว่าจ้าง ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมไฟสำหรับแสงสว่างชั่วคราวนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกเองทั้งสิ้น

15. ความรับผิดชอบ ณ สถานที่ติดตั้ง

15.1 ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังความปลอดภัย รวมทั้งอัคคีภัยเกี่ยวกับทรัพย์สินทั้งปวง และบุคคลร่วมปฏิบัติงาน

15.2 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุเสียหายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน การติดตั้งและทดลองเครื่อง

15.3 ผู้รับจ้างต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงานที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

15.4 ผู้รับจ้างต้องพยายามทำงานให้เงียบ และสั่นสะเทือนน้อยที่สุด เท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อน และมีผลกระทบกระเทือนต่อคน หรืองานอื่นๆ ที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

15.5 เมื่อผู้รับจ้างได้ทำการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว ผู้รับจ้างต้องขนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราวซึ่งผู้รับจ้างได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่โดยสิ้นเชิง สิ่งใดที่จะต้องส่งคืนให้แก่ผู้ว่าจ้างก็ต้องจัดการส่งให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นไปก่อนที่จะส่งมอบงาน

15.6 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้สะดวกแก่การขนส่งและการซ่อมบำรุงรักษา

16. การประสานงาน

16.1 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตารางและรายละเอียดประกอบการประสานงาน ทั้งทางด้านช่าง การส่งของ การติดตั้ง และการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ อันอาจเป็นผลกระทบต่อการแล้วเสร็จสมบูรณ์ของงานทั้งหมด

16.2 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างรายอื่นๆ เช่นผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร ผู้รับจ้างงานตกแต่งภายใน เป็นต้น เพื่อลดปัญหาความขัดแย้งและให้การดำเนินการเป็นไปด้วยดีไม่มีอุปสรรค

16.3 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตงานไฟฟ้าและงานประปา และต้องจัดหาเอกสารที่จำเป็น หากมีการเรียกขอจากหน่วยราชการดังกล่าวด้วย โดยที่ค่าใช้จ่ายทั้งหมดอยู่ในความรับผิดชอบของผู้ว่าจ้าง และให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในการเสนอราคาด้วย

16.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตารางแผนงาน และรายละเอียดประกอบการประสานงานซึ่งสอดคล้องกับแผนงานก่อสร้างเกี่ยวกับการจัดหา การติดตั้งและการแล้วเสร็จของงานในแต่ละขั้นตอน และส่งให้ผู้ว่าจ้างอย่างน้อยทุก 30 วัน เพื่อป้องกันอุปสรรคและความล่าช้าต่างๆ

17. การรายงานผล และความคืบหน้าของงาน

17.1 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานสรุปผลความคืบหน้าของการปฏิบัติงานติดตั้งเป็นลายลักษณ์อักษรจำนวน 4 ชุด ให้แก่ผู้ว่าจ้างโดยสม่ำเสมอเป็นรายอาทิตย์ และสิ้นสุดลงเมื่อส่งมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว

17.2 รายงานจะต้องเริ่มทำตั้งแต่เมื่อเริ่มมีการปฏิบัติงานที่หน้างานและสิ้นสุดลงเมื่อมอบงานให้แก่ผู้ว่าจ้างเรียบร้อยแล้ว

17.3 รายงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้ คือ

- จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานทั้งหมด
- จำนวนวัสดุ และอุปกรณ์ที่เข้ามายังหน่วยงาน
- รายละเอียดงานที่ได้ดำเนินการไป
- งานที่ล่าช้า (ถ้ามี)
- วันที่ได้รับคำสั่งแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงงานจากผู้ว่าจ้าง
- วันที่เสนอแบบใช้งานจริง และวันที่ได้รับการอนุมัติแบบ
- เหตุการณ์พิเศษอื่นๆ เช่น อุบัติเหตุ ฯลฯ

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

18 การทดสอบเครื่อง และระบบ

18.1 ผู้รับจ้างจะต้องหาตารางแผนงาน แสดงกำหนดการทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ เสนอต่อผู้ว่าจ้าง รวมทั้งจะต้องจัดเตรียมเอกสารข้อแนะนำจากผู้ผลิต ในการทดสอบเครื่องเสนอต่อผู้ว่าจ้างจำนวน 2 ชุด

18.2 ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบเครื่อง และอุปกรณ์การใช้งานทั้งระบบตามหลักวิชาการ เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำถูกต้องตามแบบ และรายการที่กำหนดทุกประการ โดยมีผู้แทนของผู้ว่าจ้างร่วมในการทดสอบด้วย และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

18.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้จัดหามาทั้งหมด

18.4 การทดสอบเครื่อง และระบบต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

19. การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่รักษาเครื่อง

19.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่อง และรักษาเครื่องของผู้ว่าจ้าง ให้มีความรู้ความสามารถในการใช้งาน และการบำรุงรักษาก่อนส่งมอบงาน

19.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างผู้ชำนาญในระบบต่างๆ มาช่วยเดินเครื่อง และควบคุมเครื่องเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 30 วัน ติดต่อกันภายหลังจากส่งมอบงาน

20. หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์

20.1 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งประกอบด้วยวิธีใช้ วิธีและรายละเอียดของการบำรุงรักษา รายการอะไหล่ และอื่นๆ เป็นภาษาไทย และ/หรือภาษาอังกฤษสำหรับเครื่อง และอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ผู้รับจ้างนำมาใช้จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงาน

20.2 หนังสือคู่มือทั้งหมด ผู้รับจ้างต้องส่งร่างเสนอผู้ว่าจ้าง 1 ชุด เพื่อตรวจสอบและอนุมัติก่อนการส่งฉบับจริง

20.3 บทความโฆษณาของผู้ผลิตหรือแคตตาล็อกไม่ถือว่าเป็นหนังสือคู่มือการใช้และบำรุงรักษา แต่ผู้รับจ้างต้องรวบรวมเอกสารทั้งหมด รวมทั้งรายชื่อและเบอร์โทรศัพท์ติดต่อ

21. การรับประกัน

21.1 ผู้รับจ้างต้องรับประกันคุณภาพ ของงานวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคารทั้งระบบ ภายในระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่เครื่องติดตั้งแล้วเสร็จ และผู้ว่าจ้างลงนามในเอกสารรับมอบงานแล้ว

21.2 ภายในช่วงเวลาดังกล่าวหากเครื่อง วัสดุ อุปกรณ์และสิ่งอื่นใดเสีย หรือเสื่อมคุณภาพอันเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม ผู้รับจ้างต้องดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขซ่อมแซม ให้อยู่ในสภาพดีเช่นเดิมโดยไม่ชักช้า และรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายทั้งหมด ในกรณีที่ผู้รับจ้างชักช้า ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิที่จะดำเนินการจ้างผู้อื่นดำเนินการเปลี่ยน หรือแก้ไขซ่อมแซม แล้วคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากผู้รับจ้าง

21.3 ในช่วงรับประกัน ถ้าผู้ว่าจ้างเกิดพบว่า เครื่อง วัสดุ อุปกรณ์หรือสิ่งอื่นๆ ไม่ถูกต้องตามแบบหรือข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข หรือ เปลี่ยนใหม่ให้ถูกต้อง และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

22. การบริการ

22.1 ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมช่างผู้ชำนาญงานในแต่ละระบบไว้ สำหรับการตรวจซ่อมแซม และบำรุงรักษาเครื่องและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี เป็นประจำทุกเดือนภายในระยะเวลา 365 วัน รวมอย่างน้อย 12 ครั้ง

22.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำรายการงานผลการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้น และการบำรุงรักษาทุกครั้งเสนอต่อผู้ว่าจ้างภายใน 7 วัน นับจากวันที่บริการ

22.3 ในกรณีผู้ว่าจ้างมีความจำเป็นต้องใช้บริการฉุกเฉินนอกเวลาทำงานปกติ ผู้รับจ้างต้องรีบจัดทำโดยไม่ชักช้า

22.4 ในปีที่ 2 ของการใช้งาน ผู้รับจ้างต้องจัดส่งช่างผู้ชำนาญมาตรวจสอบเครื่อง วัสดุและอุปกรณ์ในระบบต่างๆ ทุกๆ 3 เดือนครั้ง ภายในระยะเวลา 1 ปี รวม 4 ครั้ง แล้วจัดทำรายการผลการตรวจสอบส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

23. การส่งมอบงาน

23.1 ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับแต่งระบบทั้งหมดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และมีความเหมาะสมกับการใช้งานก่อนการส่งมอบงาน

23.2 ผู้รับจ้างต้องเปิดเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานเต็มที่ หรือพร้อมที่จะใช้งานได้เต็มที่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน

23.3 ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์ตามที่ผู้ว่าจ้างจะกำหนดให้ทดสอบจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ และเป็นที่แน่ใจของผู้ว่าจ้างว่าเครื่อง วัสดุ และอุปกรณ์เหล่านั้น สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามข้อกำหนดทุกประการ

23.4 รายการส่งของต่างๆ ต่อไปนี้ ที่ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง ในวันส่งมอบงานถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจรับมอบงานด้วยคือ

- แบบไขสร้างจริง (As-Built Drawing) ที่เป็นแผ่นไข 1 ชุด
- แบบสร้างจริง (As-Built Drawing) ที่เป็นพิมพ์เขียว 4 ชุด
- แบบสร้างจริง (As-Built Drawing) ที่เขียนด้วย AutoCAD Version 2000 ขึ้นไปและเขียนลงแผ่น CD-Rom จำนวน 4 ชุด
- หนังสือคู่มือการใช้ และบำรุงรักษาเครื่อง และอุปกรณ์ 4 ชุด ยกเว้นกรณีที่ส่งก่อนแล้วและผู้ว่าจ้างไม่ได้ขอให้แก้ไขหรือเพิ่มเติม
- เครื่องมือพิเศษสำหรับใช้ในการปรับแต่ง ซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ซึ่งโรงงานผู้ผลิตส่งมาให้ด้วย
- อะไหล่ต่างๆ ตามข้อกำหนด

23.5 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการทดสอบเครื่อง และตรวจรับมอบงาน อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

บริษัท เรฆา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2. ข้อกำหนดเฉพาะ

1 ขอบเขตของงาน

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้ง วัสดุและอุปกรณ์สำหรับงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ตามที่ระบุในแบบและข้อกำหนดประกอบแบบนี้ รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อให้งานเสร็จสิ้นเรียบร้อยสมบูรณ์ ผ่านการทดสอบและใช้งานได้ตามจุดประสงค์ของผู้ว่าจ้าง

1.2 รายการของงานที่รวมอยู่ในงานระบบไฟฟ้าและสื่อสารของโครงการ

1.2.1 ระบบไฟฟ้าแรงสูง (24 kV) ประกอบด้วย สายเมนไฟฟ้าแรงสูงเข้าอาคาร แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง สายป้อนไฟฟ้าแรงสูง และหม้อแปลงไฟฟ้า

1.2.2 ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ ประกอบด้วย สายเมนไฟฟ้าแรงต่ำจากหม้อแปลงไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน แผงสวิตช์ประธาน (MDB & EMDB) สายป้อนไฟฟ้าแรงต่ำ แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ แผงมิเตอร์ไฟฟ้า แผงสวิตช์ย่อย วงจรย่อย ตลอดจนดวงโคมไฟฟ้าต่างๆ สวิตช์ เต้ารับ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

1.2.3 ระบบสายดิน และระบบป้องกันฟ้าผ่า

1.2.4 ระบบสื่อสาร ประกอบด้วย ระบบสายสัญญาณโทรศัพท์ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม ระบบเสียงประกาศ ระบบโทรทัศน์วงจรปิด และระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์

1.2.5 ระบบป้องกันไฟและควันลามตามช่องท่อที่ผนัง และพื้นระหว่างชั้น

1.3 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร และผู้รับจ้างรายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร แล้วเสร็จอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์

1.4 ผู้รับจ้างเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าฯ เพื่อให้การไฟฟ้าฯมาทดสอบสายไฟฟ้าแรงสูง และตรวจการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง ตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยที่ค่าธรรมเนียม และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับไฟฟ้าแรงสูงที่ต้องชำระตามระเบียบของการไฟฟ้าฯ ผู้ว่าจ้างเป็นผู้ชำระให้กับการไฟฟ้าฯ และผู้รับจ้างเป็นผู้ประสานงาน โดยที่ค่าใช้จ่ายในการประสานงานกับการไฟฟ้าฯ ให้ผู้รับจ้างรวมอยู่ในรายการเสนอราคาด้วย

2 งานที่เกี่ยวข้องกับผู้รับจ้างก่อสร้าง

2.1 การตัดเจาะ

2.1.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการตัดเจาะ ที่จำเป็นต่อการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสื่อสาร เช่น การเจาะผนัง, พื้น, การเจาะ/ตัดฝ้าเพดาน เป็นต้น การตัดเจาะต่างๆ จะต้องทำอย่างระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียหายต่อโครงสร้างอาคาร และไม่ทำให้ความเรียบร้อยของอาคารต้องเสียไป รวมทั้งควรจะแจ้งให้เจ้าของงานทราบก่อนที่จะดำเนินการตัดเจาะด้วย

2.1.2 ในกรณีที่เกิดความเสียหายกับงานของผู้รับจ้างอื่นภายหลังจากการตัดเจาะ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ และซ่อมแซม หรือเปลี่ยนส่วนที่เสียหายให้อยู่ในสภาพเดิม

2.2 ช่องเปิดในการติดตั้งและซ่อมบำรุงเครื่องและอุปกรณ์

บริษัท เรขา อาคิเทค จำกัด
REGA ARCHITECT CO.,LTD.

2.2.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดทำช่องเปิดต่างๆ บนผนัง พื้น คาน ฝ้าเพดาน หรือหลังคา เพื่อให้การติดตั้งอุปกรณ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการ ผู้รับจ้างต้องกำหนด ขนาด ตำแหน่ง และระยะให้เพียงพอเหมาะสมกับงานติดตั้งอุปกรณ์ในระบบโดยร่วมปรึกษากับผู้รับจ้างที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดทำช่องเปิดต่างๆ อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

2.2.2 หลังการติดตั้งหลังจากอุปกรณ์ผ่านช่องเปิดต่างๆ รวมทั้งช่องชาฟท์ ซึ่งทางโครงสร้างเตรียมไว้ให้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปิดช่องดังกล่าวให้เรียบร้อยตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

2.2.3 ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอาคารที่เป็นผนังกันไฟ/ผนังกันเสียง ต้องอุดแน่นด้วยวัสดุสามารถทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ตามคุณสมบัติที่ระบุไว้ในข้อกำหนดประกอบแบบ

2.2.4 ผู้รับจ้างต้องกำหนดตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดบนฝ้า สำหรับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับแต่งในภายหลัง ให้กับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อดำเนินการเตรียมงานล่วงหน้า

2.3 การจัดทำแท่นเครื่อง

2.3.1 ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการจัดทำแท่นคอนกรีต สำหรับติดตั้งสวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง แผงสวิตช์ไฟฟ้าชนิดตั้งพื้น แท่นคอนกรีตจะต้องมีการเสริมเหล็กให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมฯ มุมแท่นคอนกรีตจะต้องปาดเป็นมุมเอียง

2.3.2 ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งข้อมูลต่างๆของแท่นเครื่อง เช่น รายละเอียดขนาด ตำแหน่ง แก่สถาปนิกและวิศวกรผู้ควบคุมงานให้ทราบก่อนดำเนินการอย่างน้อย 15 วัน

2.4 งานติดตั้งในห้องเครื่อง

2.4.1 ผู้รับจ้างต้องวางแผนการติดตั้งเครื่อง และอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งแท่นเครื่องต่างๆ โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานของผู้รับจ้างอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร

2.4.2 แผนงาน ข้อมูล และความต้องการตามความจำเป็น ต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างก่อสร้างอาคารทราบล่วงหน้าเป็นเวลานานพอ เพื่อเตรียมการก่อนการติดตั้งเครื่องและอุปกรณ์ หากผู้รับจ้างละเลยหน้าที่ดังกล่าวโดยมิได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้า หรือแจ้งให้ทราบล่าช้าเกินควร ความเสียหายที่เกิดขึ้นผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

2.5 การกำจัดสิ่งปฏิกูล

2.5.1 ผู้รับจ้างต้องขนขยะมูลฝอย เศษวัสดุ และสิ่งของเหลือใช้ออกจากบริเวณปฏิบัติงานทุกวันภายหลังจากเลิกปฏิบัติงาน ณ จุดนั้นๆ แล้ว และให้นำสิ่งต่างๆที่ไม่ต้องการใช้งานดังกล่าวข้างต้นไปทิ้งที่บริเวณรวบรวมขยะส่วนกลาง

2.5.2 ก่อนส่งมอบงานจะต้องรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ที่อยู่ในความรับผิดชอบออกจากบริเวณหน่วยงานให้หมด และทำความสะอาดให้เรียบร้อยเมื่อเสร็จงาน

บริษัท เรฃา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITE... CO. LTD.

3. สายไฟฟ้าแรงสูง

1 ความต้องการทั่วไป

วัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งสายไฟฟ้าแรงสูง ต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502-2 ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 12/20(24) kV

2.2 เคเบิล ต้องเป็นชนิดแกนเดี่ยว (Single Core)

2.3 ตัวนำ ต้องเป็นทองแดงดีเกลียว (Compact Round Stranded Annealed Copper)

2.4 ฉนวน เป็น Cross-Linked Polyethylene (XLPE) มีเทปสารกึ่งตัวนำ และ Copper Tape เป็น Conductor Shield และมีเปลือกนอก (Sheath) เป็น Polyethylene

2.5 อุณหภูมิใช้งานสูงสุด (Maximum Operating Temperature) 90°C

3 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ และ/หรือ NEC โดยที่

3.1 การตัดต่อสายไฟฟ้าแรงสูง ให้ทำได้ใน Handhole, Manhole และแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงเท่านั้น การต่อสายตัวนำให้ใช้ปลอกชนิดแรงกลอัด (Compression Connector) แล้วหุ้มส่วนตัวนำด้วยชุดฉนวน (Splicing Kit) และติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

3.2 ให้มีกรรมวิธีป้องกันความชื้นที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าแรงสูง โดยใช้ Termination Kit ที่เหมาะสมและติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

4. แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูง

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดสำหรับแผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูงที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ คือข้อกำหนดที่ใช้สำหรับแผงสวิตซ์ทั้ง 2 ชนิด ที่ระบุไว้ในแบบ คือ "**SF_6 Ring Main Unit**" และ "**SF_6 Metal-Enclosed Switchgear**"

1.2 แผงสวิตซ์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 62271-200 และเป็นแบบที่การไฟฟ้าฯเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้

1.3 ผู้ผลิตต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

1.4 แผงสวิตซ์จะต้องผ่าน Type Test ตามมาตรฐาน IEC

1.5 แผงสวิตซ์แต่ละชุดต้องผ่าน Routine Test ตามมาตรฐาน IEC ทุกชุด

1.6 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Test Report ประกอบการพิจารณาอนุมัติอุปกรณ์

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 พิกัดของแผงสวิตซ์

2.1.1 Overall Characteristic:

- Rated Voltage : 3ø 3 Wires 24 kV. 50 Hz
- Rated Impulse Withstand Voltage : ≥ 125 kV.
- Rated Power Frequency Withstand Voltage : ≥ 50 kV.

2.1.2 Cable Feeder Section:

- Rated Normal Current : ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- Rated Short Time Current (1 sec.) at 12/24 kV. : ≥ 16 kA.
- Rated Short Circuit Making Current at 12/24 kV. : ≥ 40 kA.

2.1.3 Transformer Feeder Section:

- Rated Normal Current : ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- Rated Breaking Capacity at 12/24 kV : ≥ 16 kA.

2.2 รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้าง

2.2.1 แผงสวิตซ์ฟฟ้าแรงสูง ต้องเป็นชนิดวางตั้งกับพื้น (Self-supported, Floor Mounted, Free Standing Type)

2.2.2 ตัวถังเหล็กที่บรรจุอุปกรณ์สวิตซ์ สวิตซ์ต่อลงดิน (Earthing Switch) และบัสบาร์ ต้องเป็นแบบ Hermetically Seal เพื่อบรรจุ SF_6 Gas ที่ปลอดจากอากาศโดยสมบูรณ์ ทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้า (Insulated) และดับอาร์ค (Arc Quenching Medium) และต้องมีค่าดัชนีการป้องกัน ไม่ต่ำกว่า IP65

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.2.3 พื้นผิวที่เป็นโลหะทั้งหมดของแผงสวิตช์ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมและป้องกันการกัดกร่อน แล้วพ่นสีตามมาตรฐานของผู้ผลิต

2.2.4 ตัวถังเหล็กที่บรรจุอุปกรณ์สวิตช์ (Switch Container) ต้องเป็นชนิด Gas-tight Container และแข็งแรงพอที่จะทนต่อแรงดันภายในขณะใช้งานและในขณะลัดวงจร (Withstand Internal Pressure for Operation and Interruption) และต้องทนต่อการกระแทกกระเทือนขณะขนย้ายได้

2.2.5 โหลดเบรคสวิตช์ สำหรับส่วน Cable Feeder

1) เป็นชนิด 3 Poles, On Load Type and Spring-charge Manual Operated มีพิกัดทางไฟฟ้าตามที่ระบุในข้อ 2.1.2

2) มี Position Indicator แสดงสถานะของสวิตช์ ("Closed" or "Open")

3) มีอุปกรณ์เสริมสำหรับอนาคต เพื่อการควบคุมจากระยะไกลได้ (Remote Operation)

2.2.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับส่วน Transformer Feeder

1) เป็นชนิด 3 Poles, Trip-free Type ดับอาร์คด้วยก๊าซ SF_6 (SF_6 Insulated) มีพิกัดทางไฟฟ้าตามที่ระบุในข้อ 2.1.3

2) มี Position Indicator แสดงสถานะของสวิตช์ ("Closed" or "Open" or "Trip")

3) ทำงานร่วมกับ Over-current Relays (2 or 3 Relays Method) พร้อม Current Transformer ขนาดที่เหมาะสมในการตรวจจับ Fault

4) มีอุปกรณ์เสริมสำหรับอนาคต เพื่อการควบคุมจากระยะไกลได้ (Remote Operation)

2.2.7 สวิตซ์ต่อลงดิน (Earthing Switch) ต้องติดตั้งทั้งทางด้าน Cable Feeder และ Transformer Feeder โดยที่

1) เป็นชนิดสับเข้าด้วยมือ มี Indicator แสดงตำแหน่งของสวิตซ์ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน

2) มี Mechanical Interlock กับสวิตช์นั้นๆ เพื่อป้องกันมิให้ทำงานพร้อมกัน

3) มีค่า Rated Short Circuit Making Current ไม่ต่ำกว่า 40 kA Peak

2.2.8 รีเลย์ป้องกันและรีเลย์ช่วย ต้องติดตั้งในลักษณะที่สามารถทำงานได้ถูกต้องตลอดเวลา แม้จะเกิดการสั่นสะเทือนจากภายนอกก็ตาม

2.2.9 แผงสวิตช์ต้องมีกลไกการ Interlock และ Padlock ดังนี้

1) Cable Feeder Switch กับ Earthing Switch และ Transformer Feeder Switch กับ Earthing Switch ต้องมีกลไกแบบ Mechanical Interlocking เพื่อไม่ให้สับ Switch กับ Earthing Switch ได้พร้อมกัน

2) Switch และ Earthing switch แต่ละชุดต้องมี Padlock เพื่อสามารถ Lock ให้อยู่ในตำแหน่ง "Closed" หรือ "Open" เพื่อความปลอดภัย และป้องกันการใช้งานผิดพลาด

2.2.10 ในส่วนของ Cable Connection ของแผงสวิตช์ ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

1) ต้องมี Cable Compartment แยกเป็นสัดส่วนเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และต้องสามารถป้องกัน แมลง หนู หรือสัตว์เลื้อยคลานต่างๆได้ Cable Compartment Connection ต้องสามารถสัมผัสได้ในขณะจ่ายไฟ

2) Cable Connection ต้องเป็นชนิดที่สามารถ Disconnection และ Reconnection ได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับ Connection System โดยทั่วไปควรเป็นชนิด Bolt-on Elbow Type Connectors สำหรับ Switch 630 A และ Plug-in Elbow Type Connectors สำหรับ Switch 200 A, 400 A

3) Cable Connection System ต้องเหมาะสมกับการใช้งานกับสายไฟฟ้าแรงสูง 24 kV ชนิดตัวนำทองแดงแกนเดี่ยว หุ้มด้วยฉนวน XLPE, Copper Wire Screen และ PE Jacket

2.2.11 ต้องมี Built-in Capacitive Voltage Indicator ครบทุกเฟสของทุกสวิตช์เพื่อแสดงสถานะไฟฟ้า

2.2.12 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบอื่นๆอย่างน้อย ดังนี้

1) Fault Indicators สำหรับแต่ละเฟสของ Incoming Feeder เป็นแบบ Digital สามารถดูกระแสของ Load ได้ ตำแหน่งการติดตั้งของ Indicators ให้อยู่ที่ด้านหน้าของแผงสวิตช์ โดยทั่วไปให้ค่า Trip Current เป็น 200-1000 A สามารถตั้งเวลา Reset ตัวเองแบบอัตโนมัติ (โดยทั่วไปจะตั้งค่าไว้ที่ 4 ชั่วโมง)

2) มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการทดสอบสายไฟ โดยไม่จำเป็นต้องปลดสายไฟ ในขณะอยู่ในตำแหน่ง Earth

3) มาตรวัดความดันแก๊ส SF_6 ในถัง และต้องมี Filling Valve สำหรับกรณีที่ต้องเติมแก๊ส SF_6

4) Emergency Manual Trip ของสวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง และ Auxiliary Contact อย่างน้อย 2NO + 2NC

2.2.13 ภายในแผงสวิตช์ต้องจัดให้มี Earthing Point อย่างน้อย 2 จุด Earth Bar ภายในและภายนอกตัวถังต้องเป็นวัสดุที่ปลอดสนิม เช่น Nickel Plated Copper Bar และต้องมี Ground Continuity ตลอดโครงตู้

2.2.14 ตัวแผงสวิตช์ต้องจัดให้มีหูหิ้วหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยในการขนย้าย

2.2.15 ป้ายชื่อทั้งหมดต้องจัดหาและติดตั้งในแต่ละส่วนของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง

2.2.16 ต้องติด Mimic Diagram ขนาดกว้าง 10 มม. หนา 3 มม. แสดง Single Line ของระบบ

2.2.17 ต้องติดตั้งป้ายเตือน "**ก่อนสับสวิตช์ต้องแจ้งการไฟฟ้านครหลวง**" สำหรับแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงที่เป็นส่วนของลูกค้า

2.3 ความต้องการอื่นๆ

2.3.1 ต้องจัดให้มี SF_6 Gas อย่างพอเพียงสำหรับการใช้งาน รวมถึง Cable Sealing End Material และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการติดตั้งและการใช้งาน

2.3.2 ต้องจัดให้มีอุปกรณ์พิเศษอื่นๆ ที่จำเป็นตลอดจน Accessories ต่างๆ สำหรับการติดตั้ง การใช้งานปกติและการบำรุงรักษา ตลอดจนการทดสอบการทำงาน

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3 การติดตั้ง

สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยใช้ Expansion Bolt และ/หรือรางสำหรับยึดตู้กับพื้นซึ่งเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากระดับพื้น 300 มม. โดยที่ฐานคอนกรีตกว้างและยาวกว่าแผงสวิตช์แรงสูงโดยรอบ 300 มม. ฐานด้านบนให้ทำผิวคอนกรีตขัดมัน และทาสีโดยรอบฐานคอนกรีตด้วยสีน้ำมันชนิดใช้สำหรับทาพื้น

4 การทดสอบ

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงต้องผ่านการทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิต และมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ผู้รับจ้างต้องรายงานผลการทดสอบดังกล่าวต่อการไฟฟ้าฯ และผู้ว่าจ้างเพื่อพิจารณาขออนุมัติติดตั้ง ให้ผู้รับจ้างส่งหนังสือรับรองดังกล่าวให้ผู้ว่าจ้าง 3 ชุด เมื่อติดตั้งแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงแล้วเสร็จ ให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และสายป้อนต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆให้ถูกต้อง และมีการตรวจสอบโดยการไฟฟ้าฯ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

5 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษา และวิธีใช้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง จำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITE... CO., LTD.

5. หม้อแปลงไฟฟ้า

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้งสำหรับใช้ในอาคาร (Dry Type Cast Resin Transformer) และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

1.2 หม้อแปลงไฟฟ้า ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60076-1 to 60076-5, IEC 60726 และต้องเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ

1.3 เอกสารที่ต้องจัดส่งร่วมกับเอกสารขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

- ผลการทดสอบจากโรงงาน
- ใบรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 ของโรงงาน
- ใบรับรองผ่านการทดสอบ Climatic Classes (C2), Environmental Classes (E2) และ Fire Behavior Classes (F1)

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 พิกัดและสมรรถนะของหม้อแปลงไฟฟ้า

- Cooling System : Force Air Cooled
- Rated Capacity (kVA @ AN: Air Natural) : ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- Rated Capacity (kVA @ AF: Air Forced) : ≥ 125% of Rated Capacity @ AN
- Rated Primary Voltage : 24 kV 3 เฟส 3 สาย
- HV Off-Load Tap Changer : -4 x 2.5%
- Rated Secondary Voltage : 415/240V 3 เฟส 4 สาย
- Basic Impulse Level (B.I.L.) : 125 kV
- Rated Frequency : 50 Hz
- Rated No-Load Loss : ให้ระบุในใบเสนอราคา
- Rated Load Loss @ 100% Power Factor : ให้ระบุในใบเสนอราคา
- Impedance Voltage : ≥ 6 %
- Vector Group : Dyn 11
- Noise Level : ≤ 65 dB at 1 Metre
- Maximum Temperature @ Rated Load : < 130°C วัดจากอุณหภูมิแวดล้อม 40°C
- HV Winding Insulation Class : Class F

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- LV Winding Insulation Class : Class F
- Housing (Degree of Protection) : IP21

2.2 รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้าง

2.2.1 แกน (Core)

1) ทำจากเหล็กแผ่นซิลิคอนชนิดที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีคุณสมบัติการสูญเสียภายในแกนเหล็กจากฮิสเทเรซิสและกระแสไหลวนในแกนเหล็ก (Hysteresis and Eddy Current Losses) ต่ำ มีคุณสมบัติในการซึมซาบแม่เหล็ก (Magnetic Permeability) สูง และความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กอยู่ต่ำกว่าจุดอิ่มตัวของสารแม่เหล็ก

2) การลดค่าสูญเสียในแกนเหล็กของหม้อแปลงด้วยการออกแบบแกนเหล็ก โดยใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Overlapping-Interlocking Technology ด้วยการจัดเรียงแกนเหล็กซ้อนในลักษณะเหลื่อมล้ำกัน

3) การลดเสียงรบกวน (Noise Level) ของหม้อแปลงโดยการติดตั้งอุปกรณ์ Noise-Damping ที่แกนเหล็ก

4) แกนเหล็กของหม้อแปลงต้องยึดเข้ากับโครงสร้างของหม้อแปลงอย่างแข็งแรง เพื่อลดการสั่นสะเทือนในระหว่างการใช้งานทุกสภาวะ และระหว่างการขนส่ง

2.2.2 ขดลวด (Coil)

1) ขดลวดด้านแรงสูง ทำจากทองแดงหรืออะลูมิเนียม ปราศจากความสกปรกต่างๆ และมีผิวเรียบโดยตลอด ผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความเค้นต่ำที่ตัวนำต่ำ หุ้มด้วยฉนวน Class F Fireproof Epoxy Resin โดยระบบ Vacuum Casting System เพื่อให้ขดลวดมีคุณสมบัติ Dielectric สูงแต่มี Partial Discharge Level ที่ต่ำ

2) ขดลวดด้านแรงต่ำ ทำจากทองแดงหรืออะลูมิเนียม ปราศจากความสกปรกต่างๆ และมีผิวเรียบโดยตลอด หุ้มด้วยฉนวน Class F Interlayer Film, Pre-Impregnated with Heat-Activated Epoxy Resin ปลายหุ้มด้วย Class F Insulator, Coated with Heated-Activated Epoxy Resin

3) ฉนวนของขดลวดต้องสามารถป้องกันความชื้นจากภายนอกได้ และเหมาะสมที่จะนำไปติดตั้งใช้งานในประเทศเขตร้อนชื้น (สภาพความชื้นสัมพัทธ์ ไม่น้อยกว่า 90% และอุณหภูมิแวดล้อม ไม่ต่ำกว่า 40^{o}C)

4) ตัวขดลวดต้องติดตั้งบนโครงเหล็ก และมีส่วนป้องกันการสั่นสะเทือน (Vibration Damper) รองรับ

2.2.3 การเชื่อมต่อด้านแรงสูงและด้านแรงต่ำ

1) ขั้วต่อสายแรงสูงต้องทำสำหรับใช้ต่อกับบัสบาร์แรงสูง หรือเป็นแบบสำหรับต่อกับสายเคเบิลแรงสูง ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ การเชื่อมต่อด้านแรงสูงเพื่อทำ Vector Group ของหม้อแปลง จะต้องทำจากทองแดง Heat Shrinkable Tubing

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2) จุดเชื่อมต่อด้านแรงต่ำจะต้องอยู่ด้านบนของขดลวดด้านแรงต่ำของหม้อแปลง ซึ่งอยู่คนละด้านกับจุดเชื่อมต่อด้านแรงสูง ขั้วต่อสาย Neutral ต้องทนกระแสได้เท่ากับขั้วต่อสายเฟส การต่อ Neutral to Ground จะต้องต่อโดยตรงกับจุด Neutral Bar

3) บัสบาร์ชนิดอ่อน (Flexible Busbar) สำหรับต่อระหว่างขั้วต่อสายของหม้อแปลงกับบัสบาร์ หรือ Busway เพื่อลดการสั่นสะเทือน และรองรับการขยายตัวของบัสบาร์

2.2.4 การปรับแท็ปด้านแรงสูง (HV Tapping)

หม้อแปลงจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับปรับ Tapping ของขดลวด เพื่อปรับระดับแรงดันของหม้อแปลงให้เหมาะสมกับแรงดันด้านขาเข้าของหม้อแปลง เพื่อให้แรงดันและกระแสด้านขาออกของหม้อแปลงเหมาะกับความต้องการของโหลด อุปกรณ์ปรับ Tapping จะต้องประกอบมาจากโรงงานมีลักษณะเป็น Bolted Links กับขดลวดทางด้านแรงสูง และไม่อนุญาตให้ใช้สาย Cable ในการปรับ Tapping

2.3 ตู้หม้อแปลงไฟฟ้า (Enclosure for Transformer)

ต้องออกแบบให้สามารถระบายอากาศ และป้องกันฝุ่นได้เป็นอย่างดีโดยไม่ทำให้พิกัดของหม้อแปลงลดลง หรืออุณหภูมิสูงเกินกว่าที่กำหนด ในกรณีที่ตู้หม้อแปลงทำภายในประเทศต้องประกอบตามแบบ และคำแนะนำของผู้ผลิตหม้อแปลงทุกประการ โดยที่ใช้เหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. พ่นสีแล้วอบเช่นเดียวกับแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ช่องระบายอากาศต้องมีตะแกรงลวด และด้านในมีมุ้งลวดกันแมลง วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบตู้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและอุปกรณ์ควบคุม

หม้อแปลงไฟฟ้าต้องมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและอุปกรณ์ควบคุม เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน ดังนี้

2.4.1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิฝังในขดลวดทั้ง 3 ชุด ที่สามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อมีเหตุชำรุดเสียหาย ส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมอุณหภูมิ

2.4.2 ชุดควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Control Unit: TCU) ทำหน้าที่ประมวลค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้กับอุณหภูมิที่ได้ตั้งค่าไว้ แล้วส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติและรายละเอียดการทำงานดังนี้

1) มี LED Display แสดงค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ $0^{o}C$ - $200^{o}C$ สามารถเลือกเปิด-ปิด พัดลมได้ทั้ง Automatic หรือ Manual มีการปรับตั้งให้เปิดพัดลมเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึง $100^{o}C$ และปิดพัดลมเมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่า $80^{o}C$

2) การ Alarm และ Tripping เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกำหนด:

- o ส่งสัญญาณ Alarm เมื่ออุณหภูมิสูงเกิน $130^{o}C$
- o ถ้าอุณหภูมิยังคงเพิ่มขึ้นเป็น $150^{o}C$ TCU จะต้องส่งสัญญาณ Tripping ไปยังด้าน HV Switchgear เพื่อตัดหม้อแปลงออกจากระบบ

3) มี Communication Port (RS232 หรือ RS485 หรือ RS422) ที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลไปยัง PLC หรือ Workstation เพื่อการบันทึกค่าและการแสดงผล (Remote Monitoring)

4) ติดตั้งที่หน้าตู้ของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละชุด

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

5) ชุดแสดงสัญญาณอันตรายที่หน้าตู้ อย่างน้อยต้องประกอบด้วย Mini Horn, หลอดไฟสัญญาณสีแดง และปุ่มกดดับสัญญาณเสียง

2.5 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่ต้องติดตั้งมาพร้อมกับหม้อแปลงไฟฟ้า มีอย่างน้อยดังนี้

2.5.1 ล้อเลื่อน 4 ล้อ (4 Flat Bi-directional Wheels)

2.5.2 ห่วงยก (Lifting Lugs) และช่อง (หรือห่วง) สำหรับเกี่ยวลาก

2.5.3 ขั้วต่อสายดิน 2 ตำแหน่ง ที่โครงหม้อแปลง และที่ตัวตู้หม้อแปลง

2.5.4 Lightning Arresters (1 ชุด / เฟส) ติดตั้งทางขั้วต่อด้านแรงสูง

2.5.5 พัดลมระบายความร้อนหม้อแปลงไฟฟ้า ติดตั้งใต้ตัวหม้อแปลง (Cross Flow Fans)

2.5.6 ป้ายชื่อ รายละเอียดบอกพิกัดทางไฟฟ้า และวงจรการต่อสาย

2.5.7 ป้ายเตือนอันตรายไฟฟ้าแรงสูง

3 การติดตั้ง

ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และตามที่ได้แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยติดตั้งบนฐานคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากระดับพื้น 150 มม.

4 การทดสอบ

4.1 ต้องผ่านการตรวจทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต โดยมีเอกสารแสดงผลการทดสอบดังกล่าว

4.2 ต้องผ่านการตรวจทดสอบ หรือได้รับการรับรองให้ใช้ได้จากการไฟฟ้าฯ

4.3 ต้องตรวจทดสอบหลังการติดตั้งในสถานที่ใช้งาน ดังนี้:

4.3.1 ตรวจสอบการทำงานจากลักษณะภายนอก

4.3.2 ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนระหว่างขดลวดและขดขวด และขดลวดเทียบกับดิน

4.3.3 ทดสอบระบบควบคุมและระบบตรวจสอบต่างๆ

4.3.4 ทดสอบระดับเสียงและการสั่นสะเทือนเมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงถึง 100% ของค่าแรงดันที่กำหนด

5 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือในการติดตั้ง การใช้งาน การบำรุงรักษา และแบบแปลนหม้อแปลงจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

6. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหา และติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน พร้อมระบบควบคุมอัตโนมัติและอุปกรณ์ต่าง ๆที่จำเป็น เช่น Sound Attenuator การบุฉนวนเพื่อลดระดับเสียงของห้องเครื่อง ฯลฯ เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังกล่าวทำงานโดยสมบูรณ์ ตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินในที่นี้ เป็นชนิดที่ให้กำลังไฟฟ้าแบบ Standby Rating โดยมีขนาด kW (หรือ kVA) ไม่น้อยกว่าที่ได้แสดงไว้ในแบบ ที่เพาเวอร์แฟกเตอร์ 0.8, 3 เฟส 4 สาย 415/240 V 50 Hz. ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที

1.2.1 เครื่องยนต์ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน ซึ่งทำด้วยเหล็กประกอบสำเร็จรูปและ Coupling มาจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องส่ง Test Report ของเครื่องนั้นๆ มาให้พิจารณาด้วย

1.2.2 แผงควบคุมชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นแผงควบคุมที่ประกอบสำเร็จรูป โดยบริษัทผู้ผลิตชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Original Country)

1.2.3 บริษัทผู้แทนจำหน่ายต้องเสนอผลงานการติดตั้งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ผ่านมาในช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อประกอบการพิจารณา

1.3 ผู้รับจ้างต้องประกันความเสียหายที่เกิดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในระยะเวลา 2 ปี (730 วัน) ในกรณีที่เกิดความบกพร่องจากการประกอบหรือของชิ้นส่วน ผู้รับจ้างต้องนำชิ้นส่วนมาเปลี่ยนหรือซ่อมแซมให้ใช้งานได้ ตลอดระยะเวลาการประกัน

1.4 บริษัทผู้จำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นผู้แทนจำหน่ายในประเทศ มีช่างบริการของบริษัทเอง ที่สามารถจะตรวจเช็คการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกระยะ 3 เดือนนับจากวันส่งมอบงาน เป็นระยะเวลา 1 ปี และบริษัทผู้จำหน่ายต้องเปิดหลักสูตรอบรมช่างผู้ดูแลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 เครื่องยนต์

2.1.1 เครื่องยนต์ดีเซล สี่จังหวะ Turbocharged พร้อม Air-Cool Charge โดยให้ระบุขนาดของกำลังม้าแบบต่อเนื่องไว้ในใบเสนอราคาด้วย และขนาดต้องได้ตามมาตรฐานของ SAE อุณหภูมิภายนอกที่ 85 °F ที่ความกดดันบรรยากาศ 29.00 นิ้วปรอทและระดับความสูง 500 ft และสามารถทำงาน Overload ได้ไม่น้อยกว่า 10% นาน 1 ชั่วโมง เมื่อวิ่งต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง

2.1.2 ระบบท่อไอเสีย ท่อระงับเสียง (Exhaust Silencer) และท่ออ่อน (Flexible Exhaust Pipe) เป็นแบบที่เหมาะสมกับอาคาร (Residential Type) ท่อไอเสียทำจาก Medium Class Black Sheet Pipe หุ้มด้วยฉนวนความร้อน (Calcium Silicate) และแผ่นอะลูมิเนียมอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาจากโรงงานผู้ผลิต

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.1.3 ระบบระบายความร้อน เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยใช้ปั๊ม (Centrifugal-Type Circulating Water Pump) เพื่อส่งน้ำไประบายความ ร้อนในส่วนต่าง ๆซึ่งประกอบด้วยหม้อน้ำ (Radiator) และ Thermostatic Valve เพื่อควบคุมระดับอุณหภูมิใช้งานของเครื่องยนต์ และต้องมี Corrosion Resistor ควบคุมสารละลายในน้ำที่หล่อเลี้ยงภายในเครื่องยนต์

2.1.4 มีไส้กรองอากาศแบบ Dry Type พร้อม Turbo Charger ช่วยอัดอากาศเข้ากระบอกสูบเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

2.1.5 ระบบควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ใช้ Governor แบบ Electronic ให้ Speed Regulation ไม่เกิน 3% และ Speed Variation ไม่เกิน 0.5% ของ Rated Speed ที่ภาวะอยู่ตัว

2.1.6 ระบบสตาร์ตเครื่องยนต์ใช้มอเตอร์สตาร์ตแบบไฟตรง 24 โวลต์ พร้อม แบตเตอรี่ Heavy Duty ชนิดกรดกำมะถัน-ตะกั่ว (Lead-acid Type) แรงดัน 2x12 โวลต์ และ Automatic Battery Trickle Charger พร้อมทั้งมีระบบ Manual Start รวมอยู่ด้วย

2.1.7 ระบบน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ เป็นแบบ Gear-Type Lubrication โดยใช้ปั๊ม (Oil Pump) ส่งน้ำมันไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆของเครื่องยนต์ และมีไส้กรองสำหรับน้ำมันหล่อลื่นแบบ Threaded Spin-on พร้อมทั้งมี Spring Loaded By Pass Valve ซึ่งจะทำงานให้น้ำมันหล่อลื่นทำงานได้ตามปกติเมื่อไส้กรองอุดตัน

2.1.8 ระบบป้องกันเครื่องยนต์ สำหรับป้องกันการทำงานผิดปกติของเครื่องยนต์ และดับเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งมีไฟสัญญาณเตือนอย่างน้อยที่สุดในกรณีต่อไปนี้

- ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูงเกินกำหนด
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำเกินกำหนด
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์สูงเกินกำหนด

2.1.9 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ถังเก็บน้ำมันและการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน

- NFPA NO.30 Flammable and Combustible Liquid Code
- NFPA NO.37 Combustion Liquid and Gas Turbines

2.1.10 ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิง ต้องเพียงพอที่จะเดินเครื่องยนต์ได้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงที่เต็มพิกัดโหลดหรือมีขนาดตามที่แสดงในแบบ และให้มี Low Level Alarm ในกรณีน้ำมันกำลังจะหมด

2.1.11 มี Side Glass บอกระดับและปริมาตรน้ำมันภายในถัง

2.1.12 มีระบบ Drain และระบบ Pump น้ำมันเชื้อเพลิงจากภายนอกถังเข้าถัง

2.1.13 ผู้รับจ้างต้องทำรายละเอียดขนาดและการติดตั้ง ของถังน้ำมันเชื้อเพลิงสำรอง และระบบการต่อลงดินของถังน้ำมันเชื้อเพลิง ตลอดจนการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าถัง ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนทำการติดตั้ง และตัวถังน้ำมันต้องทำจากแผ่นเหล็กตามมาตรฐาน ASTM

2.1.14 แผงควบคุมเครื่องยนต์ ประกอบด้วยมาตรวัดต่าง ๆ ซึ่งใช้ระบบไฟตรง 24 V 5% Accuracy และมีรายการต่าง ๆอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- มาตรวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- มาตรวัดอุณหภูมิน้ำมันหล่อลื่น
- มาตรวัดความดันน้ำมันหล่อลื่น
- มาตรวัดความเร็วรอบ
- มาตรวัดไฟชาร์จแบตเตอรี่

2.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)

2.2.1 เป็นแบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) พร้อมทั้ง Selenium Surge Protection และต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์ โดยผ่าน Flexible Laminated Steel Disk หรือวิธีอื่นที่ผู้ผลิตแนะนำ ออกแบบให้ระบายความร้อนด้วยพัดลมซึ่งติดบนแกนเดียวกันกับโรเตอร์

2.2.2 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 4 สาย 415/240V, 50 Hz ที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที โดยมีขนาด kW (หรือ kVA) ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2.2.3 ระบบฉนวน ฉนวนของโรเตอร์และสเตเตอร์ ต้องได้ตามมาตรฐานของ NEMA Class F หรือดีกว่า

2.2.4 การควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) ใช้ระบบ Automatic Voltage Regulator แบบ Solid State Control พร้อม Interference Filter โดยสามารถควบคุมแรงดัน จากไม่มีโหลดจนเต็มพิกัดโหลด แรงดันที่เปลี่ยนแปลงต้องไม่เกิน +1% และเสถียรภาพของแรงดันในภาวะอยู่ตัวไม่เกิน +0.5% พร้อมทั้งสามารถรับ Automatic Thyristor Load ได้ไม่ต่ำกว่า 70% ของ Output Rating และมี Distortion ของ Waveform น้อยที่สุดที่ยอมรับได้ การควบคุมแรงดันทำได้โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดที่ติดตั้งบนแผงสวิตช์ควบคุม

2.2.5 ระบบ Exciter เป็นแบบ Self-Excited โดยอาศัยเรกติไฟเออร์ทำการแปลงไฟสลับเป็นไฟตรง ซึ่งติดตั้งอยู่บนแกนเดียวกันกับโรเตอร์

- ระบบการป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีอย่างน้อยดังนี้
- ความเร็วรอบต่ำ/สูงกำหนด
- กระแสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงเกินกำหนด
- เครื่องยนต์ Overcrank
- ความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำ
- อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

2.3 แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน ติดตั้งบนแท่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องวัดต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

2.3.1 แอมมิเตอร์ AC 3 ชุด & DC

2.3.2 โวลต์มิเตอร์ AC

2.3.3 ฟรีเควนซีมิเตอร์ AC

2.3.4 วัตต์มิเตอร์ 3 เฟส

2.3.5 แอมมิเตอร์/โวลต์มิเตอร์ เฟสซีเลกเตอร์สวิตช์

บริษัท เรกา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.3.6 มิเตอร์นับชั่วโมงการทำงาน

2.3.7 Idle-Run Toggle Switch (Potentiometer for Speed Adjustment)

2.3.8 เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2.3.9 ชุดสตาร์ตเครื่องเองอัตโนมัติและพร้อมปุ่มกดด้วยมือ

2.3.10 ชุดชาร์จแบตเตอรี่อัตโนมัติ

2.3.11 ชุดดับเครื่องเองอัตโนมัติ

2.3.12 สวิตช์ควบคุมให้เครื่องยนต์สตาร์ตเครื่อง วิ่งอุ่นเครื่อง และดับเครื่องเองอาทิตย์ละครั้ง

2.4 การลดระดับความดังของเสียง

ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาและติดตั้ง วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการลดระดับความดังของเสียงให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด โดยอาจจำเป็นต้องจัดทำวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดต่างๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

2.4.1 ให้ติดตั้ง Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้าของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และที่ช่องลมออกของเครื่องยนต์ โดยมีรายละเอียดตามที่แสดงในแบบและสอดคล้องกับมาตรฐานสากลสำหรับเครื่องยนต์

2.4.2 การควบคุมระดับเสียงของห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้มีความดังไม่เกิน 85 dBA โดยวัดที่ระยะ 1 ม. ในบริเวณรอบนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

2.4.3 ถ้าอุณหภูมิในห้องเครื่องมีค่าสูงกว่า 45^{o}C ในขณะเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พิกัดโหลดใดๆ ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งระบบระบายอากาศเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิไม่ให้เกิน 45^{o}C (โดยประมาณ) รวมทั้งจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์สำหรับลดระดับของเสียงของระบบระบายอากาศดังกล่าวด้วย

3 การติดตั้ง

3.1 ต้องจัด Vibration Isolator ชนิดสปริง หรือวัสดุอื่นที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำให้ใช้สำหรับรองรับแท่นเครื่อง

3.2 ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องแข็งแรง และเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวางต้องง่ายแก่การบำรุงรักษา เช่น การถ่ายน้ำมันหล่อลื่น

3.3 ท่อไอเสีย แรงดันไอเสียภายในท่อไอเสียต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน Engine Data Sheet ในกรณีที่ท่อไอเสียมีความยาวเกินมาตรฐาน ให้ผู้รับจ้างส่งรายการคำนวณ เพื่อแก้ไขหรือยืนยันขนาดท่อไอเสีย เพื่อให้ได้แรงดันไอเสียตามมาตรฐาน โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆเพิ่มเติม

3.4 ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมทั้งระบบการระบายความร้อน และระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องให้ใช้งานได้สมบูรณ์ เช่น

3.4.1 Cooling Pump และ Cooling Pipes ขนาดที่เหมาะสม กับระยะทางจากเครื่องไปยังชุด Remote Radiator และอุปกรณ์ประกอบ ที่ทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ถ้าในแบบระบุให้ใช้ Remote Radiator)

3.4.2 ระบบ Charge ไฟเข้า Battery จาก Emergency Panel Board ทั้งในเวลาปกติ และเมื่อไฟดับ

3.4.3 อื่นๆ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และที่แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดทุกประการ

บริษัท เรก้า สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

4 การทดสอบ

ผู้รับจ้างต้องทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินก่อนส่งมอบงาน ดังนี้

4.1 ทดสอบการเดินเครื่องเต็มพิกัดโหลดติดต่อกันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทำการวัดค่าของกระแสแรงดัน เพาเวอร์แฟกเตอร์ ความเร็วรอบ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในทุกครึ่งชั่วโมง และเปรียบเทียบกับข้อกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต

4.2 ทดสอบการเดินเครื่อง 50% ของพิกัด ติดต่อกันเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง

4.3 ทดสอบการเดินเครื่องไร้โหลด (No Load) ติดต่อกันเป็นเวลานาน 0.5 ชั่วโมง

4.4 ทดสอบการเดินเครื่อง Overload 10% ติดต่อกันเป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

4.5 ทดสอบการทำงานของโอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ทุกขั้นตอน และทดสอบ Weekly Exercise

4.6 ทำการวัดระบบการต่อลงดินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

5 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิคและผู้เกี่ยวข้อง ให้สามารถใช้และบำรุงรักษาเครื่องได้อย่างถูกต้อง

6 หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่อง และหนังสือแสดงชิ้นส่วนเครื่องยนต์จำนวน 4 ชุด มอบให้ผู้ว่าจ้าง

7 เครื่องมือบำรุงรักษา

ผู้รับจ้างต้องจัดอุปกรณ์ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้าง ประกอบด้วย ไส้กรองอากาศ ไส้กรองน้ำมันเครื่อง ไส้กรองบายพาส ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Corrosion Resistor อย่างละ 2 ชุด ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

7. แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน VDE IEC และต้องได้รับการรับรองจากทางมอก. ซึ่งโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้มาตราฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

1.2 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องเป็นโลหะชนิด Dead-Front Modular Type of Standard Design และเป็นแบบที่การไฟฟ้าฯเห็นชอบและอนุมัติให้ใช้

1.3 โดยทั่วไปแผงสวิตช์แรงต่ำแบ่งออกเป็นสองแบบตามลักษณะของการทำงาน กล่าวคือ แบบแรกเรียกว่าแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ และแบบที่สองเรียกว่าแผงสวิตช์ไฟฟ้าฉุกเฉิน

1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Co-ordination Curve Data Sheets ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในทุกๆสายป้อน ประกอบการพิจารณาอนุมัติวัสดุอุปกรณ์

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 พิกัดของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ

- แรงดันพิกัด : 415/240V. 50 Hz, 3 เฟส 4 สาย
- แรงดันระบบ : 380/220V. 50 Hz, 3 เฟส 4 สาย
- Insulation Level : 600 โวลต์
- กระแสต่อเนื่อง : ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
- กระแสลัดวงจร : ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

2.2 รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้างแผงสวิตช์

2.2.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำที่มีพิกัดกระแสสูงสุด ≤ 400 A. (or ≤ 400 AF of Main CB) ควรเป็นแผงสวิตช์ชนิดติดลอยบนผนัง นอกนั้น ต้องเป็นชนิดวางตั้งกับพื้น

2.2.2 ตัวตู้ต้องประกอบจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. พ่นสีแล้วอบ โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากเชื่อมติดกัน หนาไม่น้อยกว่า 3 มม. หรือใช้เหล็กฉากยึดติดกันด้วยสลักเกลียวและแป้นเกลียว ตู้ที่ตั้งชิดกันต้องมีแผ่นโลหะกั้นแยกจากกัน และตู้ต้องยึดถึงกันด้วยสลักและแป้นเกลียว

2.2.3 ตัวตู้ โครงตู้และส่วนที่เป็นเหล็ก ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม เช่น ชุบฟอสเฟต หรือสังกะสี เป็นต้น

2.2.4 การพ่นสีภายนอกให้ใช้สีเทาอ่อน หรือสีตามมาตรฐานผู้ผลิตที่เจ้าของโครงการเห็นชอบและอนุมัติ

2.2.5 ให้มีการบริการและบำรุงรักษาอุปกรณ์แรงต่ำจากด้านหน้าของตู้ โดยมีประตูเปิดจากด้านหน้า โดยยึดกับโครงตู้ด้วยบานพับชนิดซ่อน (Removable Pin Hinge) ซึ่งเปิด-ปิดโดยใช้กุญแจหกเหลี่ยมไข

2.2.6 ฝาด้านหลังให้มีด้านหนึ่งยึดกับโครงตู้ด้วยบานพับชนิดซ่อน (Removable Pin Hinge) เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝาตู้ ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Screw Lock

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO. LTD.

2.2.7 การจัดแบ่งช่อง (Form Seperation) ภายในตู้ชนิดวางตั้งกับพื้น กำหนดให้เป็นชนิด Form 3b ในส่วนของชนิดติดลอยบนผนัง กำหนดให้เป็นชนิด Form 2b ซึ่งในแต่ละช่องต้องมีแผ่นวัสดุกั้นแยกออกจากกัน และยากต่อการเอื้อมสัมผัสจากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่ง

2.2.8 ตัวตู้ต้องมีความแข็งแรงพอไม่บิดตัวขณะใช้งาน และในขณะลัดวงจร พร้อมทั้งมีการระบายความร้อนที่ดี โดยให้เจาะรูระบายอากาศ (Drip-proof) ซึ่งมีมุ้งลวดติดด้านใน ที่ฝาปิดด้านข้างช่วงบนและล่าง และที่ฝาปิดด้านหลัง (สำหรับตู้ชนิดตั้งพื้น) ช่วงบนและช่วงล่าง

2.2.7 ตัวตู้ต้องติด Mimic แสดง Single Line Diagram ของระบบ โดยใช้ Plastic Strip ขนาดไม่เล็กกว่า 15 mm. (w) x 3 mm. (thk)

2.2.8 ฝาตู้ทุกด้านต้องมีสายดินทำด้วยทองแดงถักแบน ต่อลงดินที่โครงตู้

2.3 บัสบาร์ภายในแผงสวิตซ์ไฟฟ้า

2.3.1 ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดพื้นที่หน้าตัดที่เหมาะสมกับกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ตามมาตรฐาน DIN 43671 โดยที่อุณหภูมิของบัสบาร์ขณะใช้งานเต็มที่ต้องไม่เกินไปกว่า 25^{O}C เหนืออุณหภูมิแวดล้อม 40^{O}C

2.3.2 บัสบาร์ Holder ต้องเป็นชนิด Epoxy Resin หรือ Fiber Glass Reinforced Polyester ห้ามใช้วัสดุตระกูล Bakelite หรือ Phenolics เป็นหรือแทนฉนวนไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างเฟส และ/หรือ Ground เป็นไปตามที่การไฟฟ้าฯ กำหนด การเจาะรูและการต่อเชื่อมบัสบาร์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน DIN 43673 และต้องมีความแข็งแรงพอที่ยึดหรือรองรับบัสในขณะลัดวงจรไม่น้อยกว่า 65 kA. ที่ 415 V.AC หรือตามที่แสดงในแบบ

2.3.3 ต้องมีบัสดินขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของบัสบาร์ในแต่ละเฟสติดตั้งภายในตู้ยาวตลอดตู้ และเชื่อมกับระบบการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าภายนอก โดยใช้สายดินขนาด 95 ตร.มม หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.3.4 ระบบสี (Color Coating) ของบัสบาร์ ให้เป็นดังนี้

- Phase A : สีดำ
- Phase B : สีแดง
- Phase C : สีน้ำเงิน
- Neutral Bus : สีขาว
- Ground Bus : สีเขียว

โดยสีที่ใช้ในการเคลือบบัสบาร์ จะต้องเป็นชนิดเฉพาะ มีคุณสมบัติที่ช่วยให้การระบายความร้อนดีขึ้นตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

2.4 เซอร์กิตเบรกเกอร์

2.4.1 ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะ เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60947-1, IEC 60947-2

2.4.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งหมดต้องเป็นแบบทำงานเร็ว (Quick-Make, Quick-Break) โดยมีพิกัดกระแสและ Interrupting Capacity (Icu) ตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.4.3 ขั้วต่อสาย (Terminal) ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเฟรมตั้งแต่ 250 A ขึ้นไป ให้ใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์เท่านั้น ในส่วนที่มีขนาดเฟรมต่ำกว่า 250 A ให้ใช้ขั้วชนิดต่อสายไฟเข้าโดยตรงหรือใช้ขั้วชนิดต่อบัสบาร์

2.4.4 เซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน

2.4.5 การสับเข้าและออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นแบบ Manual Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมือ พร้อม Spring-Assisted Closing Mechanism หรือเป็นแบบ Motor Operation ซึ่งสับเข้าออกด้วยมอเตอร์ตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.4.6 Air Circuit Breaker (ACB) (ถ้ามีระบุในแบบ) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1) I_{CU} : ≥ 65 kA หรือตามระบุในแบบ

2) I_{CS} : = 100% of I_{CU}

3) Short Circuit Withstand at 1 second : = I_{CU}

4) สามารถติดตั้งได้ทั้งแบบ Fixed หรือ Draw-Out Type ตามที่แสดงในแบบ

5) การ Charge Spring สามารถทำงานได้ 2 แบบ คือ Manual Charged และ Motor Charged

6) Operating mechanism เป็นแบบ 2 จังหวะ ดังนี้

จังหวะที่ 1 Charge closing spring โดยสามารถใช้ได้ทั้ง Motor และ Manual

จังหวะที่ 2 Closed หน้า Contact ของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยกดปุ่มด้านหน้าของเซอร์กิตเบรคเกอร์ หลังจาก Charge spring เต็มที่แล้ว

7) มีตำแหน่ง Connected, Test และ Disconnected เมื่อมีการเลื่อน Circuit breaker ชนิด Draw out เข้าหรือออกจากราง ต้องปรากฏให้เห็นที่ด้านหน้าของ Circuit Breaker

8) ต้องสามารถติดตั้งอุปกรณ์ (Accessories) ดังต่อไปนี้ ได้ที่หน่วยงานโดยอุปกรณ์ประกอบให้จัดหาตามที่ระบุในแบบเท่านั้น

- Auxiliary Switches
- Under-voltage Trip ชนิดหน่วงเวลา
- Shunt Trip
- Motor Operate
- Mechanical Key Interlock
- Ground Fault Relay
- AMP Meter
- Alarm Switch

9) หากระบบไฟฟ้าของโครงการเป็นระบบ 2 Main 1 Tie หรือ 3 Main 2 Tie ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ประกอบเพิ่มเติม เพื่อทำ Electrical Interlock และ Mechanical key interlock Trip Unit

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO., LTD.

10) Trip Unit เป็นชนิดที่ควบคุมโดย Microprocessor มีองค์ประกอบของค่าต่าง ๆอย่างน้อย ดังนี้

- o Long Time Protection (LT) สามารถปรับตั้งกระแสตั้งแต่ 0.4 – 1.0 ของ Ampere Rating และสามารถปรับตั้งหน่วงเวลาตั้งแต่ 15 – 480 วินาทีของกระแสเกิน 1.5 เท่าของกระแสใช้งาน
- o Short time protection (ST) สามารถปรับตั้งค่าได้ตั้งแต่ 1.5 – 12 เท่า และสามารถปรับตั้งหน่วงเวลาได้
- o Instantaneous Trip (INST)
- o Ground Fault Protection (ปรับค่าได้)
- o มี LCD แสดงผลของ Current, Trip history, Type of Fault, Pre-trip Alarm และ Main Contact Maintenance
- o มีระบบตรวจสอบการทำงานของตัวเอง Healthy unit LED

2.4.7 Molded Case Circuit Breaker (MCCB) ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1) เป็นชนิด Thermal magnetic ที่พิกัด AF ต่ำกว่า 400 AF โดยเป็นชนิด Electronic ที่พิกัด AF ตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไป

2) ทำงานด้วยระบบ Quick – Make, Quick – Break และ Trip Free เมื่อเกิดกระแส Overcurrent และ Short Circuit Current

3) Drives เป็นชนิด Toggle Operating Mechanism ทำงานด้วยระบบ Trip Free มี Trip Indication แสดงที่ Handle Position

4) MCCB ทุกขนาดสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม Shunt Trip, Undervoltage, Auxiliary Switch, Alarm Switch, Rotary Handle, Pad locking device เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านการป้องกันและการควบคุม

5) Trip Unit ของ MCCB ขนาด 100 AF ถึง 250 AF จะต้องเป็น Thermal-Magnetic Trip สามารถปรับค่ากระแส Thermal ตั้งแต่ 0.75 – 1.0 ของ Rated AF

6) Trip Unit ของ MCCB ขนาดตั้งแต่ 400 AF ขึ้นไปจะต้องมี Rating Plug เพื่อกำหนดค่า Ampere Rating โดยสามารถปรับค่ากระแส Overload Current ได้ระหว่าง 0.1-1.0 ของพิกัด Rating Plug และสามารถปรับค่ากระแส Short Circuit Current ได้ระหว่าง 3-10 เท่า

7) เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่มีขนาด 1000 AT หรือมากกว่า ต้องมี Ground Fault Senser ที่จะสับสวิตซ์ออกโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault) ซึ่งสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นดังนี้

- o Ground Fault Clearing Time ของเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องช้ากว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ของสายป้อน (Feeder)
- o Ground Fault Pick up Current ไม่น้อยกว่า 200A สามารถปรับได้
- o สามารถเลือกตั้ง Time Delay ได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.5 second

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.5 อุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้า (Measuring Devices)

2.5.1 Multi-functional Digital Power Meter (DPM)

1) เป็นชนิดติดตั้งที่ฝาตู้ไฟฟ้า แสดงค่าทางไฟฟ้าผ่านจอแสดงผล (Display Unit) ชนิด LCD หรือ LED โดยมีการแสดงผลเป็นบรรทัดอย่างน้อย 3 บรรทัดๆละ 16 ตัวอักษร อ่านค่าแบบ True RMS ประกอบด้วยค่า

- o Current : แยกเฟส
- o Voltage : V_{L-L} และ V_{L-N}
- o Power : kW, kVAR , kVA แยกเฟส และรวม 3 เฟส
- o Power Factor : แยกเฟส และเฉลี่ย 3 เฟส
- o Frequency : ของระบบไฟฟ้า
- o Energy : kWh, kVARh, kVAh
- o Harmonic (THDi) : From 3^{rd} – 11^{th} Order (Minimum)

2) มีพอร์ทสื่อสาร (Built-in Communication Port) ชนิด RS-485 หรือ RS-422

3) สามารถต่อตรงกับระบบไฟฟ้าโดยแรงดันไม่เกิน 600 V_{L-L} ทางด้านกระแสเข้าสามารถต่อกับ CT ที่มีกระแสด้านทุติยภูมิ 5A ได้ ความถูกต้อง (Accuracy) ตามมาตรฐาน ANSI C12.16 ดังนี้

- o Current/Voltage : +0.25 %
- o Power/Energy : +0.50 %

2.5.2 Analog Volt Meters, Ampere Meters และ Kilowatt-hour Meters

ต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ไฟฟ้า สามารถกันฝุ่นและความชื้นได้ดี โดยมีขนาดประมาณ 96 mm x 96 mm Accuracy Class 1.0 หรือดีกว่า

2.5.3 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) เป็นชนิด Encapsulated มีพิกัดตามที่แสดงไว้ในแบบ โดยมีกระแสทุติยภูมิ 5A และติดตั้งเพื่อให้สามารถวัดได้ทุกเฟส Accuracy Class 1.0 หรือดีกว่า

2.6 อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ

ต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC1024-1, IEC1312-1, VDE0675, ANSI/IEEE6241

2.6.1 Lightning Current Arrester (LCA)

ลักษณะอุปกรณ์เป็น Shunt Surge Protection (Class B ตามมาตรฐาน IEC หรือ Class D ตามมาตรฐาน ANSI/IEEE) ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) มีข้อกำหนดดังนี้

- Nominal Voltage ≥ 330 V. 50 Hz.
- Nominal Discharge Surge Current (10/350 μs) 50 kA. per phase
- Maximum Discharge Surge Current (10/350 μs) ≥ 50 kA. per phase

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- Protection Level ≤ 1.5 kV.
- Response Time ≤ 1 μs
- Temperature Range -40°C to +85°C
- Protection Class IP 20
- ติดตั้ง Lightning Current Arrester ขนานระหว่างสายเฟส (L1, L2, L3)–สายดิน และสายศูนย์-สายดิน (4 Poles) ที่ Main Distribution Boards ตามที่ระบุในแบบ

2.6.2 Surge Voltage Arrester (SVA) (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง)

ลักษณะของอุปกรณ์ทำจาก Metal Oxide Varister ทำหน้าที่ดักแรงดันเสิร์จที่หลงเหลือจาก Lightning Current Arrester ตัวอุปกรณ์จะต้องมี Indicator แสดงว่า อุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้การได้ กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะแสดงคำว่า "Fault" หรือ "Defect" หรืออื่น ๆ เป็นสีแดงเพื่อให้เห็นว่า Plug Unit นั้น ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบ

- Nominal Voltage; Un 230 Vac.
- Arrester Rated Voltage; Uc 275 Vac.
- Discharge Current to PE with Un ≤ 0.3 mA.
- Nominal Discharge Surge Current; Isn (8/20 μs) 20 kA. per phase
- Max Discharge Surge Current; Imax (8/20 μs) ≥ 40 kA. per phase
- Response time ≤ 25 ns
- Protection level with Isn ≤ 1.35 kV
- Temperature Range -40°C to +85°C
- Protection Class IP 20
- ติดตั้ง Surge Voltage Arrester ขนานระหว่างสายเฟส (L1, L2, L3)-สายดิน และสายศูนย์-สายดิน (4 Poles) ที่แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำตามที่ระบุในแบบ

2.7 มอเตอร์สตาร์ทเตอร์ (Motor Starter) (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ให้ใช้แบบ Direct-on-Line (D.O.L.) หรือแบบ Automatic Star-Delta (Y-Δ) โดยมีพิกัดขนาดตามขนาดของมอเตอร์ ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ และมีคุณสมบัติต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

2.7.1 คอนแทคเตอร์ และโอเวอร์โหลดรีเลย์ มีพิกัดขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามปกติ และสามารถรับกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี

2.7.2 คอนแทคเตอร์ ให้ใช้ชนิด AC3 Duty และสามารถกันฝุ่นได้เป็นอย่างดี

2.7.3 โอเวอร์โหลดรีเลย์ ให้ใช้ชนิดที่ติดตั้งครบทุกเฟส

2.7.4 แรงดันคอยล์ 220 V, 50 Hz (หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ)

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO. LTD.

2.7.5 มีจำนวนหน้าสัมผัสช่วยของคอนแทคเตอร์แต่ละตัวไม่น้อยกว่า 1NO+1NC สำหรับใช้งานระบบควบคุม และ/หรือการแสดงผลต่างๆ

2.8 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิตช์

2.8.1 ให้ใช้สายชนิดทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลต์ 70°C ขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 mm^2 (ยกเว้นเป็นวงจรกระแส และสายดินระหว่างตัวแผงกับบานประตูแผงสวิตช์ให้ใช้ขนาด 4 และ 16 mm^2 ตามลำดับ)

2.8.2 การเดินสายให้เดินในรางพลาสติกหรือท่อพลาสติกทั้งหมด การต่อสายให้ต่อผ่านขั้วต่อสายชนิด 2 ด้าน ห้ามต่อตรงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ และห้ามมีการตัดต่อสายไฟฟ้าที่เชื่อมระหว่างจุดต่อดังกล่าว เพื่อความสะดวกในการทดสอบและแก้ไขต่างๆ สายควบคุมที่ติดตั้งนอกแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ชนิดหลายแกนหุ้มฉนวน 2 ชั้น และยึดด้วยประกับพลาสติก

2.9 อุปกรณ์อื่นๆ

2.9.1 หลอดไฟแสดงสถานะ เป็นแบบติดฝังบนแผงสวิตช์ ใช้หลอดไส้ 0.6 W, 6 V พร้อมหม้อแปลง 220 V/6V ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบเลนซ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 มม

2.9.2 Selector Switch (ถ้าในแบบกำหนดให้ติดตั้ง) ต้องเป็นชนิดติดตั้งในแผงสวิตช์ มี 7 steps สำหรับ Volt-selector และ 4 steps สำหรับ Amp-selector

2.9.3 ป้ายชื่อทั้งหมด ต้องจัดหาและติดตั้งในแต่ละส่วนของแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมด

4 การติดตั้ง

แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยใช้ Expansion Bolt และ/หรือรางสำหรับยึดตู้กับพื้น ซึ่งเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากระดับพื้น 150 มม

5 การทดสอบ

5.1 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมด ต้องผ่านการทดสอบและมีหนังสือรับรองผลการทดสอบจากโรงงาน ตลอดจนได้รับการตรวจและทดสอบโดยการไฟฟ้าฯ นั่นคือ ให้ตรวจสอบฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์และของสายป้อนต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆให้ถูกต้อง ผู้รับจ้างต้องส่งรายละเอียดต่างๆตามที่การไฟฟ้าฯต้องการ ถ้าหากมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไขเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องแก้ไขให้ถูกต้องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

5.2 แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำทั้งหมด ต้องมีเอกสารรับรองผลการทดสอบ Type Test ตามมาตรฐาน IEC60439-1 พร้อมรายละเอียดของค่าต่างๆที่ทำการทดสอบ โดยที่ MDB1, MDB2, และ EMDB ต้องได้รับการรับรองการทดสอบ Fully Type Test นอกเหนือจากที่ระบุ ต้องได้รับการรับรอง Partially Type Test เป็นอย่างน้อย

6 หนังสือคู่มือและเครื่องมือบำรุงรักษา

6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาและวิธีใช้แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำจำนวน 4 ชุด มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

6.2 ผู้รับจ้างจัดเครื่องมือถอดและใส่ฟิวส์แรงต่ำ (HRC Fuse) สำหรับดึงฟิวส์แรงต่ำโดยเฉพาะ จำนวน 1 อัน มอบให้แก่ผู้ว่าจ้าง

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

8. โอโตเมติกคะแปซิเตอร์แบงค์

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 โอโตเมติกคะแปซิเตอร์แบงค์ ใช้สำหรับปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบไฟฟ้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ โดยจะต้องได้ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 0.95 (95%)

1.2 คะแปซิเตอร์แบงค์ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60831-1 และ IEC 60831-2 และโรงงานผู้ผลิตจะต้องได้มาตราฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 โอโตเมติกคะแปซิเตอร์แบงค์ ต้องมีคุณสมบัติและสมรรถนะดังต่อไปนี้

2.1.1	ชนิด	:	Indoor (Dry Metallized-Film)
2.1.2	แรงดันระบบ	:	3 เฟส 380V, 50Hz
2.1.3	กำลังขาออก	:	ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
2.1.4	จำนวนขั้นที่สับ (Switching Steps)	:	ตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ
2.1.5	กำลังงานสูญเสีย	:	≤ 0.8 W/kVAR
2.1.6	แรงดันควบคุม	:	220 V. (240 V. Rated)
2.1.7	ช่วงเวลาคายประจุ	:	< 2 นาที (ช่วงเวลาที่แรงดันลดลงเหลือ < 75 V.)
2.1.8	อุณหภูมิแวดล้อม	:	≥ 40°C

2.2 รายละเอียดทางด้านการออกแบบและการสร้างคะแปซิเตอร์แบงค์

ต้องเป็นชนิดที่ประกอบด้วยคะแปซิเตอร์ย่อยหลาย ๆตัวยึดรวมกันเข้าบนแผ่นโลหะ โดยมีอุปกรณ์ควบคุมซึ่งประกอบเป็นชุดพร้อมที่จะติดตั้งภายในแผงสวิตช์ มีการระบายอากาศ และต่อลงดินเป็นอย่างดี อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ประกอบด้วย

2.2.1 ฟิวส์เป็นแบบ Fused Load Break ป้องกันในทุกชั้นของคะแปซิเตอร์

2.2.2 คอนแทคเตอร์ AC-6b Duty ตามมาตรฐาน IEC 60947-4-1 ที่เหมาะสมกับขนาดของคะแปซิเตอร์

2.2.3 Discharge Coil (หรือเป็นชนิดสร้างมาภายในร่วมกับคะแปซิเตอร์)

2.2.4 kVAR Controller

2.2.5 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

2.2.6 หลอดแสดง (Pilot Lamp)

2.2.7 Automatic and Manual Switching Device

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO LTD.

2.3 อุปกรณ์ควบคุมต้องติดตั้งอยู่ที่ส่วนบนของแต่ละยูนิต คะแปซิเตอร์ต้องเป็นแบบที่สามารถดัดแปลงและต่อเติมได้โดยไม่มีผลต่อการทำงานของตัวอื่นๆ ชุดโอโตเมติกคะแปซิเตอร์แบงค์ต้องประกอบสำเร็จและทดสอบคุณสมบัติและการทำงานมาแล้วจากโรงงานก่อนนำมาติดตั้ง

2.4 ตัวตู้ซึ่งบรรจุคาปาซิเตอร์แบงค์ ต้องมีการระบายความร้อนที่ดี มีการเจาะรูระบายอากาศที่เหมาะสม และตัวตู้ต้องผลิตและทดสอบด้วยมาตรฐานการเดียวกับแผงสวิตช์ประธาน (Main Distribution Board)

3 การติดตั้ง

โอโตเมติกคะแปซิเตอร์แบงค์ ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และตามที่แสดงไว้ในแบบทุกประการ โดยใช้ Expansion Bolt และ/หรือรางสำหรับยึดตู้กับพื้น ซึ่งเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็กสูงจากระดับพื้น 150 มม

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

9. โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดต่อไปนี้ครอบคลุมรายละเอียดการจัดหาและติดตั้ง โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ (Automatic Transfer Switch: ATS) และอุปกรณ์ต่าง ๆที่จำเป็นสำหรับการสับถ่ายไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉิน ซึ่งต้องทำงานร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน

1.2 โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC 60947-6-1, UL 1008, NFPA 70 และ NFPA 110

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ เป็นชนิด 4 Poles 100% Rated Solenoid Operated, Double Throw Switch, Open Transition and Neutral Overlapping พร้อมชุดควบคุมเป็นแบบ Microprocessor ภายใต้ผู้ผลิตเดียวกัน และต้องมีระบบ Manual Operate รวมอยู่ด้วย

2.2 Transfer Mechanism ต้องเป็นแบบ Mechanically Interlocked, Electrically Operated

2.3 พิกัดทางไฟฟ้า

- แรงดันพิกัด (Rated Voltage) : 415/240 V. 3 เฟส 4 สาย
- แรงดันระบบ (System Voltage) : 380/220V. 3 เฟส 4 สาย
- พิกัดของกระแส (Rated Current) : ตามที่แสดงไว้ในแบบ (100% Rated)
- ความถี่ : 50 Hz

2.4 การทำงาน

2.4.1 เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯดับลง หรือไฟฟ้ามาไม่ครบทุกเฟส หรือแรงดันไฟฟ้าเฟสใดเฟสหนึ่งต่ำกว่า 85% ของแรงดันระบบ ภายใน 1-6 วินาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 3 วินาที) เครื่องยนต์จะสตาร์ตเครื่องเอง โดยอัตโนมัติ

2.4.2 ในกรณีที่เครื่องยนต์สตาร์ตครั้งแรกไม่ติด ชุดสตาร์ตเครื่องอัตโนมัติจะสตาร์ตใหม่ติดต่อกันได้อีก 4 ครั้ง เมื่อสตาร์ตเครื่องครบ 5 ครั้งแล้วเครื่องยนต์ยังไม่ติดมอเตอร์สตาร์ตจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ และมีสัญญาณไฟโชว์หน้าตู้ช่อง Over Crank หลังจากตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องให้เรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่ม Reset Over Crank สัญญาณไฟโชว์หน้าตู้ช่อง Over Crank จะดับไป แล้วชุดโอโตเมติกสตาร์ตจะสตาร์ตเครื่องยนต์ใหม่อีก

2.4.3 เมื่อสตาร์ตเครื่องยนต์ติดเรียบร้อยแล้ว เครื่องยนต์จะวิ่งตัวเปล่าประมาณ 0-10 วินาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 5 วินาที) จึงจะสับโหลดจ่ายไฟ และที่แผงโชว์หน้าตู้จะมีสัญญาณไฟสว่างที่ช่อง Standby Source

2.4.4 เมื่อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ มาตามปกติครบทั้ง 3 เฟส ภายใน 1-10 นาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 3 นาที) โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ จะทำหน้าที่เปลี่ยนโหลดจากโหลดไฟเครื่องยนต์ไปหาโหลดของการไฟฟ้าฯ โดยอัตโนมัติ แต่เครื่องยนต์ยังวิ่งตัวเปล่าไปก่อน 0-10 นาที (โดยปกติตั้งไว้ที่ 5 นาที) จึงจะ

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

ดับเครื่องยนต์เอง ในกรณีไฟของการไฟฟ้าฯ มาแล้วเกิดดับไปอีกในขณะที่เครื่องยนต์ยังวิ่งตัวเปล่าอยู่ โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์จะกลับไปทำงานตามข้อ 2.4.2 ใหม่ทันที

2.4.5 ภายในทุกๆ อาทิตย์ เครื่องยนต์จะสตาร์ตเครื่อง และวิ่งอุ่นเครื่องเป็นเวลานาน 15-30 นาที และจะดับเครื่องไปเอง เป็นเวลาไหนสามารถกำหนดได้ตามความต้องการในภายหลัง ในช่วงระยะอุ่นเครื่องนี้จะไม่มีการเปลี่ยนโหลดจ่ายแต่อย่างใดเว้นแต่ว่าช่วงระยะอุ่นเครื่อง ไฟของการไฟฟ้าฯเกิดดับไป โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์จะเริ่มทำงานตามข้อกำหนดที่ 2.4.2 ทันที

4 การติดตั้ง

โอโตเมติกทรานส์เฟอร์สวิตช์ ให้ติดตั้งในลักษณะเดียวกันกับเมนแผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และตามที่ระบุในแบบ

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

10. ระบบจ่ายไฟต่อเนื่อง (Uninterruptible Power Supply ; UPS)

10.1 <u>ความต้องการทั่วไป</u>

ทั่วไป ระบบ UPS จะต้องเป็นระบบ True Online Double Conversion มีขนาด kVA. ไม่น้อยกว่าที่ได้ระบุไว้ในแบบ ที่ Power Factor 0.8 Lagging สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า 3 Phase, 380/220 V, 50 Hz. และด้านออก 3 Phase, 380/220V., 50 Hz. พร้อมแบตเตอรี่สำรองที่จ่ายไฟ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

10.2 <u>ขอบเขต</u>

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งระบบ UPS แบตเตอรี่สำรอง และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้ระบบ UPS ดังกล่าวทำงานได้สมบูรณ์ตามที่ได้แสดงในแบบและระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

10.3 <u>ความต้องการทางด้านเทคนิค</u>

10.3.1 การทำงาน

- ในภาวะปกติ

  เมื่อมีไฟฟ้าจ่ายให้กับระบบ UPS ชุด Rectifier จะจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สม่ำเสมอให้กับชุด Inverter และขณะเดียวกันก็จะประจุแบตเตอรี่ให้อยู่ในสภาพเต็มตลอดเวลา ชุด Inverter เมื่อได้รับกระแสตรงแล้วก็จะแปลงให้เป็นกระแสสลับเพื่อจ่ายให้ Load ต่อไป
- ในภาวะฉุกเฉิน

  เมื่อระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้อง ชุด Rectifier จะหยุดทำงาน และแบตเตอรี่จะจ่ายไฟกระแสตรงให้กับชุด Inverter เพื่อแปลงเป็นกระแสสลับและจ่ายให้กับ Load ได้ทันทีโดยไม่ขาดตอนเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที หลังจากนั้นถ้ากระแสไฟฟ้าตามปกติยังไม่จ่ายไฟมา เครื่องจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ (Automatic Shutdown) พร้อมสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm)

  ในกรณีที่ระบบไฟฟ้ากลับคืนภาวะปกติ ระบบ UPS จะทำงานในภาวะปกติและจ่ายไฟให้กับ Load โดยไม่ขาดตอน
- ในภาวะ Bypass

  เมื่อระบบ UPS. ทำงานขัดข้องหรือเกิด Over Load ชุด Static Bypass Switch ต้องสามารถย้าย Load จากชุด Inverter ไปต่อเข้ากับไฟฟ้าปกติได้โดยอัตโนมัติไม่ขาดตอน และเมื่อทุกอย่างอยู่ในภาวะปกติ Bypass Switch ก็ต้องสามารถย้าย Load กลับมาต่ออย่างเดิมได้โดยอัตโนมัติ และไม่ขาดตอนเช่นกัน

  ในกรณีต้องการซ่อมหรือบำรุงรักษา UPS ให้มีอุปกรณ์ Manual Bypass เพื่อป้องกันอันตรายในขณะปฏิบัติงาน โดยอุปกรณ์ Manual Bypass จะทำงานโดยไม่ทำให้ Load ขาดตอน

10.3.2 ความปลอดภัย มีอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบสำเร็จรวมกับระบบ UPS ดังนี้

- อุปกรณ์ป้องกัน ต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อยดังรายละเอียด ดังนี้
  - . อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้าด้านเข้า
  - . อุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้ากระแสตรง

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

. อุปกรณ์ตัดตอนระบบไฟฟ้าด้านออก

- ระบบเตือน ต้องมีสัญญาณแสดงภาวะการทำงานและการเตือนของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Rectifier, Charger, Inverter และ Bypass Switch

10.3.3 ความต้องการทางด้านไฟฟ้า (Electrical Characteristics) ระบบ UPS จะต้องมีคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า ดังนี้

- Rated Power — ระบุตามแบบ
- Input Characteristics
  - . Rated Voltage — 3ϕ, 4W 380/400V. ± 15%
  - . Frequency — 50Hz ± 10%
  - . Power Factor — ≥ 0.9
  - . THDI — ≤ 5% at rated load
- Bypass Characteristics
  - . Voltage — 3ϕ, 4W, 380/400/415V. ± 10%
  - . Frequency — 50Hz ± 5%
- Output Characteristics
  - . Voltage — 3ϕ, 4W, 380/220V. ± 1%
  - . Frequency — 50Hz ± 1% for steady state; 50Hz ± 0.2% for free running
  - . Overload — 125% for 10 min. and 150% for 1 min.
  - . Voltage Distortion, THDU — < 3% linear load; < 3% non-linear load
  - . Transient Voltage Variations — ± 2% for 0% to 100% or 100% + 0% step load
  - . Phase Shift — 120°±3°
- Battery
  - . Backup Time — 10 minutes
- Efficiency — ≥ 90% at 50% load to full load

10.3.4 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคของ Rectifier/Charger

Totally Isolated 12 pulses Rectifier/Charger เป็นชนิด Fully Control Bridge with Isolation Transformer หรือ PFC input Rectifier IGBT ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน

10.3.5 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคของแบตเตอรี่

- Type — Maintenance-Free, Sealed Lead Acid

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

- Expected Life Time 10 ปี ที่ 25°C พร้อมมี Product Warranty เป็นเวลา 1 ปี
- Standard Approval UL 1778, ISO 9001
- สามารถสำรองกระแสไฟฟ้า 100% at Full Load ได้นานไม่น้อยกว่า 15 นาทีที่ PF 0.8 ติดต่อกันหลังกระแสไฟฟ้าดับ โดยเหลือแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเซลไม่น้อยกว่า 1.65 Volts ที่ 25°C (มีรายการคำนวณประกอบ) พร้อม Safety Factor 5%
- จำนวน Battery Bank 1 ชุด ต่อ UPS 1 เครื่อง โดยต่อขนานกันไม่น้อยกว่า 2 Strings
- Rack หรือชั้นวาง Battery จะต้องทำด้วยเหล็กซึ่งผ่านการเคลือบสารป้องกันกรดและเคมี โดยผ่านการพ่นสีหรือเคลือบสารป้องกันจากโรงงานผู้ผลิต
- Connector และ Bus Bar จะต้องเป็นชนิดที่ป้องกันกรดและเคมีได้
- ขั้ว Battery จะต้องมียางหรือพลาสติกแข็งครอบ เพื่อป้องกันการ Short Circuit
- ระหว่าง DC Bus Bar ของ UPS กับ Battery Bank จะต้องติดตั้งตู้ และ Mold Case Circuit Breaker ไว้
- Battery แต่ละลูกจะต้องมี Battery No. ติดไว้ และติดตั้งระบบตรวจสอบแบตเตอรี่แต่ละลูกได้
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ของ : C & D, HAZE, Yuasa, Exide, FIAMM, Racket และ Johnson controls โดยที่ผู้ผลิต UPS ต้องเป็นผู้รับรองกรณีไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นการทั่วไป
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001 (ต้องแสดงเอกสารประกอบ)
- Battery Protection จะต้องเป็นชนิด Circuit Breaker ชนิดที่ใช้กับระบบ DC พร้อมสายควบคุมระหว่างชุด Battery และเครื่อง UPS
- Battery Management System ใช้สำหรับแสดงผลการทำงานและสถานะของแบตเตอรี่ตามที่แสดงในแบบ โดยสามารถแสดงผลทางจอมอนิเตอร์ของระบบ UPS มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้
  . ทำงานบน Windows-based PC
  . แสดงค่ากระแสและแรงดันในสภาวะต่างๆ
  . กรณีเกิด Alarm สามารถแสดง Alarm Pop Up ที่หน้าจอและบันทึก Even Log ต่างๆ ได้
  . ฯลฯ

10.3.6 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคของ Inverter

Component เป็นแบบ IGBT โดยมีการทำงานเป็นแบบ Pulse Width Modulation เหมาะสมตามมาตรฐาน

10.3.7 คุณสมบัติทางด้านเทคนิคของ Static Bypass Switch

ชุด UPS จะต้องมี Static Switch เพื่อที่จะโอนย้ายโหลดได้อย่างทันทีทันใด จากการต่อขนานของ UPS จาก Busbars ไปยังแหล่งจ่ายไฟทางด้านขาเข้าของ Bypass โดยปราศจากการขาดช่วง

10.3.8 การต่อแบบ Redundant

ระบบ UPS ที่เสนอจะต้องสามารถต่อขยายเข้ากับ UPS ในรุ่นเดียวกันได้ เพื่อให้มีการทำงานใน Mode Parallel Redundant เพื่อเพิ่ม Reliability ให้กับ Load

10.3.9 อุปกรณ์ควบคุมและแสดงผลการทำงาน

ชุด UPS จะต้องมีระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ ภายในเครื่องและมีการแสดงผลผ่านทางจอ LCD Display ในส่วนของการวัด, การแสดงสัญญาณเตือน และการแสดงสภาวะการทำงานของส่วนต่าง ๆ จะต้องแสดงผลที่แผงด้านหน้าของตัวเครื่อง การวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้าอย่างน้อยต้องมีดังนี้

- แรงดันไฟฟ้าด้านออก
- กระแสไฟฟ้าด้านออก
- ความถี่ไฟฟ้าด้านออก
- พลังงานไฟฟ้าด้านออก
- แรงดันไฟฟ้าด้านเข้า
- กระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่
- แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

ภาวะการทำงานและการเตือนอย่างน้อยต้องแสดงได้ดังนี้

- Rectifier	:	Off
	:	Over Temperature
	:	Fuse Failure
- Inverter	:	Off
	:	Over Temperature
	:	Fuse Failure
- Battery	:	On Load
- Load on By pass		
- Over Load		

10.3.10 สภาวะแวดล้อมการใช้งาน

- อุณหภูมิการใช้งาน 24 ชั่วโมง : 0°C ถึง 35°C
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 0 - 90%

10.3.11 มาตรฐาน

ชุด UPS จะต้องออกแบบและทดสอบได้ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ (ต้องแสดงเอกสารให้ชัดเจน)

- ออกแบบตาม IEC, NEMA, BS หรือ VDE
- ทดสอบและคุณภาพตาม ISO 9001

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

10.4 การติดตั้ง

10.4.1 ให้ติดตั้งเครื่อง UPS. และ Battery ในห้องที่แสดงในแบบ การติดตั้งให้ตั้งพื้นตามที่แสดงในแบบ โดยจะต้องคำนวณพร้อมออกแบบ Load Sharing สำหรับเครื่อง UPS และ Battery และส่งรายการคำนวณพร้อมรับรองโดยสามัญวิศวกรโยธาว่าสามารถติดตั้งได้อย่างปลอดภัย

10.4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือคำแนะนำจากโรงงานผู้ผลิต และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 (E.I.T. Standard 2001–45)

10.4.3 การเดินสายและท่อ สายไฟฟ้าต่างๆ ให้มีขนาดไม่เล็กกว่าความต้องการของ Non Linear Load หรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ส่วนการเดินท่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานข้างต้น

10.5 การทดสอบ

ก่อนการส่งมอบ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบระบบ UPS และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

10.5.1 หลังจากดำเนินการติดตั้งระบบ UPS และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบทั้งหมดตามรายละเอียดข้อ 2.3 และรายละเอียดอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในที่สภาวะไม่มีภาระ (No Load) และในสภาวะที่มีภาระ โดยใช้ภาระจำลอง (Dummy Load) ที่ขนาด 50% ของพิกัด และที่ขนาดเต็มพิกัด (Full Load) ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง

10.5.2 ในระหว่างการทดสอบให้ทำการวัด และบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้

10.5.3 ตรวจวัด Voltage and Current Wave Form ทาง Input และ Output ที่ Load 0, 25, 50, 75, 100%

10.5.4 ตรวจวัดค่า Over All Efficiency ที่ 100% Load ทั้งในสภาวะจ่ายไฟจาก AC Line และ Battery

10.5.5 ทดสอบระบบการต่อลงดิน (Grounding) ทุกๆ จุด

10.5.6 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการทดสอบระบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมด

10.6 การฝึกอบรม

ผู้รับจ้างต้องทำการฝึกอบรมพนักงานของผู้ว่าจ้างให้รู้ถึงวิธีการใช้งานระบบ, วิธีการบำรุงรักษาระบบพร้อมหนังสือคู่มือและวีดีโอเทปแสดงการใช้งานครบถ้วน

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO. LTD.

11. สายไฟฟ้าแรงต่ำ

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 สายไฟฟ้าแรงต่ำของอาคาร โดยทั่วไปต้องเป็นไปตามมาตรฐานสายไฟฟ้า มอก.11-2531 และ/หรือ IEC 60502

1.2 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (ถ้ามีระบุในแบบ) ต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC และ/หรือ BS

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 ระบบสีของสายไฟ ให้เป็นดังนี้

- Phase A : สีดำ
- Phase B : สีแดง
- Phase C : สีน้ำเงิน
- Neutral Bus : สีขาวหรือเทา
- Ground Bus : สีเขียว หรือเขียวคาดเหลือง

สายไฟที่ผลิตแต่เพียงสีเดียวให้ทาสีหรือพันเทปที่ปลายสายทั้ง 2 ข้าง ด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มีการต่อสายและต่อเข้าขั้วของอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.2 ตัวนำ ต้องเป็นทองแดง (Annealed Copper) ชนิดเส้นเดียวหรือตีเกลียว (Solid or Stranded Wire) ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาด และชนิดของสายที่เลือกใช้

2.3 สายใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร กำหนดให้ใช้เป็นสายตีเกลียว (Stranded Wire)

2.4 หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในแบบ สายไฟฟ้าที่ใช้ต้องเป็นชนิดหุ้มฉนวนพีวีซี ทนแรงดันได้ 750 โวลท์ อุณหภูมิใช้งาน 70°C ตามมาตรฐาน มอก.11-2553 ตารางที่ 4 (THW Cable)

2.3 สายไฟฟ้าชนิด NYY (ถ้ามีระบุในแบบ) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.11-2553 ตารางที่ 6, 7 และ 14

2.4 สายไฟฟ้าชนิด VCT (ถ้ามีระบุในแบบ) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.11-2553 ตารางที่ 9 และ 15

2.5 สายไฟฟ้าชนิด CV (ถ้ามีระบุในแบบ) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60502 (0.6/1.0 kV, 90°C)

2.6 สายไฟสำหรับวงจรโคมไฟฟ้า และเต้ารับแต่ละวงจรต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าที่แสดงไว้ในแบบ สายต่อแยกเข้าหาโคมไฟ ให้ใช้สายขนาด 1.5 ตร.มม ได้

2.7 สายไฟฟ้าสำหรับการเดินลอย (ถ้ามีระบุในแบบ)

2.7.1 ต้องเป็นชนิดตัวนำหุ้มฉนวน และมีเปลือกนอกเป็นพีวีซี หรือสายไฟฟ้าชนิดอื่นที่มีคุณภาพทัดเทียมกัน

2.7.2 ตัวจับยึดสายไฟฟ้า ต้องสามารถทนอุณหภูมิที่ใช้งานของสายไฟฟ้า และสามารถทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

2.8 สายไฟฟ้าสำหรับการเดินฝังดินโดยตรง (ถ้ามีระบุในแบบ)

2.8.1 ต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้ฝังดินโดยตรง และต้องมีฉนวนอย่างน้อย 2 ชั้น โดยที่ฉนวนภายนอกต้องเป็นเทอร์โมพลาสติก

2.8.2 การต่อสายไฟฟ้าที่ฝังดินโดยตรง กระทำได้โดยวิธีการพิเศษ โดยเฉพาะตรงรอยต่อให้หุ้ม Epoxy Resin หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

2.8.3 ในกรณีที่มีสายไฟฟ้าหลายชุดฝังอยู่ในแนวเดียวกัน ต้องมีรายละเอียดบนสายไฟฟ้าดังกล่าวแสดงวงจรและขนาดสายไฟฟ้าทุก ๆช่วงไม่เกิน 3 เมตร

2.9 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟ (ถ้ามีระบุในแบบ)

2.9.1 สายไฟฟ้าชนิดทนไฟทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน IEC หรือ BS 6387 Category C, W, Z และเป็นไปตามกฎและระเบียบของการไฟฟ้าฯ

2.9.2 สายไฟฟ้าทนไฟ สามารถเลือกใช้ได้ 2 ชนิด คือ Fire Resistance Cable (FR Cable) และ Mineral Insulated Cable (MI Cable)

2.9.3 Fire Resistance Cable มีคุณสมบัติดังนี้

1) ทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 600/1,000 V

2) จะต้องประกอบด้วย เทปทนไฟ เช่น MICA Tape พันหุ้มรอบตัวนำทองแดง

3) วัสดุที่เป็นฉนวน (Insulation) และเปลือกนอก (Outer Sheath) จะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติ Low smoke, Zero Halogen, Non Toxic และ Flame Retardant

4) คุณสมบัติด้าน Fire Resistant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 Category C, W, Z

5) คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60332-1, IEC 60332-3

6) คุณสมบัติด้าน Lowsmoke ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61034-1, IEC 61034-2

2.9.4 Mineral Insulated Cable มีคุณสมบัติดังนี้

1) ทนแรงดันได้ไม่ต่ำกว่า 750 V

2) เป็นสายทองแดงเส้นเดียว (Solid Copper Conductor) แกนเดียวหรือหลายแกนหรือตามที่แสดงในแบบ

3) มี Magnesium Oxide หุ้มรอบตัวนำทองแดง โดยมีเปลือกนอกเป็นทองแดง (Seamless Copper Sheath)

4) ต้องทนอุณหภูมิขณะทำงานต่อเนื่องได้ถึง 250°C สำหรับใช้งานในสภาวะปกติ และต้องสามารถทำงานในช่วงระยะเวลาหนึ่งได้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1080*C สำหรับในสภาวะไฟไหม้

5) คุณสมบัติด้าน Fire Resistant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 6387 Category C, W, Z

6) คุณสมบัติด้าน Flame Retardant ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60332-1, IEC 60332-3

7) คุณสมบัติด้าน Lowsmoke ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61034-1, IEC 61034-2

8) Copper Sheath จะต้องมีความต้านทานต่ำ และสามารถทำหน้าที่เป็นสายดินได้

9) ต้องป้องกันการรบกวน เนื่องจาก Harmonic Electromagnetic ได้ดี

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

10) สายไฟฟ้าในแต่ละวงจร ต้องมีความยาวต่อเนื่องกันโดยไม่มีการต่อสาย

11) อุปกรณ์เข้าหัวสาย (Termination) และจัดยึดสาย (Fixing) ต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3 การติดตั้ง

3.1 สายไฟฟ้าต้องเดินร้อยในท่อโลหะ และ/หรือ ตามที่กำหนดในแบบ

3.2 การเดินสายไฟฟ้าในท่อต้องกระทำภายหลังการวางท่อร้อยสาย กล่องต่อสายกล่องดึงสายและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วเท่านั้น อุปกรณ์การดึงสายไฟฟ้าต้องร้อยสายในขณะที่จะเดินสายไฟแต่ละช่วง ห้ามมิให้ตระเตรียมหรือร้อยสายไฟไว้ในท่อร้อยสายล่วงหน้าอย่างเด็ดขาด

3.3 การเดินสายไฟฟ้าในท่อแนวดิ่ง ต้องมีการจับยึดที่ปลายบนของท่อ และต้องมีการจับยึดเป็นช่วงๆ ซึ่งระยะห่างไม่เกินตามที่กำหนดในตาราง

ระยะห่างสำหรับการจับยึดสายไฟในแนวดิ่ง

ขนาดของสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ระยะจับยึดต่ำสุด (เมตร)	หมายเหตุ
ไม่เกิน 50	30	ถ้าระยะตามแนวดิ่งน้อยกว่า 25% ของระยะที่กำหนดในตาราง ไม่ต้องใช้ที่จับยึด
70 - 120	24	
150 - 185	18	
240	15	
300	12	
เกินกว่า 300	10	

3.4 การดึงสายควรใช้อุปกรณ์ช่วยในการดึงสายซึ่งออกแบบโดยเฉพาะเพื่อใช้กับงานดึงสายไฟฟ้าภายในท่อ และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าวด้วย

3.5 การหล่อลื่นในการดึงสายผู้รับจ้างต้องใช้ตัวหล่อลื่น ซึ่งเป็นชนิดที่ผู้ผลิตสายไฟฟ้าแนะนำไว้เท่านั้น

3.6 การดัดงอสายไฟฟ้าทุกขนาด ต้องกระทำอย่างระมัดระวังในการติดตั้ง รัศมีของการดัดงอต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสายไฟฟ้า หรือ NEC

3.7 การต่อสายไฟให้ทำได้เฉพาะในกล่องต่อสาย และภายในดวงโคมเท่านั้น

3.8 สายทองแดงที่มีขนาดไม่เกิน 6 ตร.มม การต่อสายไฟใช้ขั้วต่อสายแบบเกลียวกวดหรือใช้เครื่องมือกลบีบ และสำหรับสายขนาด 10 ตร.มม หรือใหญ่กว่าให้ใช้ขั้วต่อสายแบบใช้เครื่องมือกลบีบและใช้ฉนวน (Heat Shrinkable Tube) ห่อหุ้มรอยต่อดังกล่าว

3.9 การต่อสายใต้ดินหรือในบริเวณที่เปียกชื้นหรือโดนน้ำได้ ต้องหล่อหุ้มด้วยสารกันความชื้นมิให้เข้าไปในหัวต่อได้ เช่น สารประเภทซิลิโคน หรือ Epoxy

3.10 การต่อสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้ามีหัวสกรูแบบพันสายต้องใช้หางปลาและหากอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขั้วรับสายแบบมีรูสอดสายให้ต่อตรงได้

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3.11 การกันความชื้น ปลายทั้งสองข้างของสายไฟฟ้าที่ปล่อยไว้ ต้องมีกรรมวิธีป้องกันความชื้นจากภายนอก สำหรับสายที่มีขนาดใหญ่กว่า 25 ตร.มม ให้ใช้ฉนวนห่อหุ้มรอยต่อ

3.12 สายไฟฟ้าสำหรับระบบการเดินสายแบบเดินลอย (ถ้ามีระบุในแบบ)

3.12.1 จะต้องจับยึดผนังหรือสิ่งก่อสร้างด้วยเข็มขัดรัดสาย หรือที่จับสายที่เหมาะสม ที่ไม่ทำให้เปลือกนอกของสายชำรุด

3.12.2 การงอสายชนิดนี้ จะต้องให้มีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเปลือกนอก

3.12.3 การต่อสายไฟฟ้า ต้องทำภายในกล่องต่อสายเท่านั้น ด้วย Wire Nut หรืออุปกรณ์อื่นที่เทียบเท่า

3.12.4 การเดินสายต้องเดินให้ขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

3.13 สายไฟฟ้าสำหรับระบบการเดินฝังดินโดยตรง (ถ้ามีระบุในแบบ)

3.13.1 ต้องฝังลงในดินลึกอย่างน้อย 60 ซม.

3.13.2 สายไฟฟ้าต้องวางบนทรายซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. (Sand bed)

3.13.3 การวางสายไฟฟ้าบนทราย ควรวางเรียงเดี่ยวตามแนวนอน โดยที่ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้าควรมีค่าเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าดังกล่าว แล้วกลบด้วยทรายโดยรอบสายไฟฟ้าหนาไม่น้อยกว่า 10 ซม. เช่นกัน และวางทับด้วยแผ่นคอนกรีตหรือแผ่นอิฐตลอดสายก่อนกลบด้วยดิน ในตอนที่สายโผล่ออกจากพื้นดิน ต้องมีการป้องกันสายโดยการร้อยสายผ่านท่อโลหะ หรือใช้วิธีอื่นๆ ที่เหมาะสม

3.13.4 บนผิวดินในแนวเดินสายจะต้องวางแผ่นคอนกรีต (Concrete Tile) แสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดินทุกๆ ช่วงไม่เกิน 30 เมตรในทางตรง และทุกช่วงหักโค้ง หรือเดินเข้าอาคาร โดยที่แผ่นคอนกรีตดังกล่าวมีอักษรย่อแสดงชนิดของสายไฟฟ้าและลูกศรชี้แนวเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน

3.13.5 ในกรณีที่สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง จำเป็นต้องผ่านถนน หรืออาคารที่ต้องรับน้ำหนัก จำเป็นต้องร้อยสายในท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดหนา (RSC) ในช่วงดังกล่าวแล้วจึงฝังดินได้ต่อไป

3.13.6 สายไฟฟ้าที่ฝังใต้ดินโดยตรง ก่อนจะกลบด้วยทรายและดินตามลำดับ ให้ทดสอบสภาพของฉนวนของสายไฟฟ้าด้วยเมกเกอร์ก่อนกลบทุกครั้ง

3.14 ผู้รับจ้างจะต้องใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใช้งานโดยเฉพาะ สำหรับการติดตั้งสายไฟฟ้าทนไฟ

3.15 ป้ายแสดงเลขที่วงจร สายไฟฟ้าทั้งหมดที่ปลายสายทั้งสองข้าง และในทุกจุดที่มีการต่อสายไฟฟ้า ทั้งในกล่องต่อสาย รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องมีป้ายติดแสดงเลขที่วงจรไฟฟ้า โดยใช้ป้ายที่มีความทนทานดีเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา รายละเอียดของการบ่งบอก เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

4 การทดสอบ

ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสายไฟที่นำมาติดตั้งในอาคารนี้ อาจมีคุณสมบัติไม่ดีเท่าที่กำหนดไว้ ผู้ว่าจ้างสงวนสิทธิ์ที่จะนำไปให้สถาบันที่ผู้ว่าจ้างเชื่อถือทำการทดสอบตามมาตรฐานโดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น หากตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ผู้รับจ้างต้องนำสายไฟฟ้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาเปลี่ยนให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นจากสัญญา และต้องรับผิดชอบในความล่าช้าของงานในส่วนนี้ด้วย

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

12. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

1 ความต้องการทั่วไป

ท่อร้อยสายไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด ต้องเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และ NEC ซึ่งผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ตามที่ได้แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 ท่อร้อยสายไฟฟ้าประเภทท่อโลหะ (Metallic Conduit)

2.1.1 ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดหนา (Rigid Steel Conduit: RSC) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C80.1 และ/หรือ มอก. 770-2533 (ท่อร้อยสายประเภทที่ 3) เป็นท่อเหล็กแข็งชนิดหนาที่ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize พร้อมเคลือบผิวภายในด้วยสาร Enamel ตลอดความยาวของท่อ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อไม่เล็กกว่า 15 มม (หรือ 1/2") ใช้ฝังในดินใต้ถนนหรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย ท่อโลหะชนิดหนาใช้ข้อต่อชนิดเกลียว ท่อที่ฝังในปูนฝังในดิน และที่อยู่ภายนอกอาคารที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้น ต้องทาน้ำยาที่เกลียว (Electrical Pipe Joint Compound) ก่อนใส่ข้อต่อเพื่อกันน้ำเข้า

2.1.2 ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดกลาง (Intermediate Metal Conduit: IMC) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C 80.6 และ/หรือ UL 1242 และ/หรือ มอก. 770-2533 (ท่อร้อยสายประเภทที่ 2) เป็นท่อเหล็กชนิดหนาผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize พร้อมเคลือบผิวภายในด้วยสาร Enamel ตลอดความยาวของท่อ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อไม่เล็กกว่า 15 มม (หรือ 1/2") ใช้ฝังในปูนทราย ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือใช้ในสถานที่ที่อาจได้รับความเสียหายได้ง่าย หรือที่ชื้นตามข้อกำหนดของ NEC

2.1.3 ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing: EMT) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI C 80.3 และ/หรือ มอก. 770-2533 (ท่อร้อยสายประเภทที่ 1) เป็นท่อเหล็กบาง ผ่านขบวนการชุบสังกะสี หรือ Hot Dip Galvanize พร้อมเคลือบผิวภายในด้วยสาร Enamel ตลอดความยาวของท่อ และมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อไม่เล็กกว่า 15 มม (หรือ 1/2") ใช้เดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในอิฐก่อ (ต้องใช้ร่วมกับข้อต่อชนิดกันน้ำ) สามารถใช้ติดตั้งได้ในทุกสถานที่ยกเว้นที่ระบุไว้ในกรณีท่อ RSC, IMC และท่ออ่อนซึ่งจะได้กล่าวต่อไป ท่อโลหะชนิดบางโดยทั่วไปใช้ข้อต่อแบบสลักเกลียวขัน (Set-screw) และแบบใช้เครื่องมือบีบ (Compression Type)

2.1.4 ท่อร้อยสายเหล็กอาบสังกะสีชนิดอ่อน (Flexible Metal conduit: FMC) ต้องทำจาก Galvanize Steel ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์ เป็นต้น หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการความคล่องตัวในการปรับตำแหน่ง เช่น ดวงโคม เป็นต้น หรือใช้ในที่อื่นๆที่ไม่สามารถใช้ท่อแข็งได้ ท่อโลหะชนิดอ่อนต้องใช้ข้อต่อที่ทำสำหรับท่ออ่อนโดยเฉพาะ ท่อโลหะชนิดอ่อนให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 15 มม ท่ออ่อนที่ใช้ในบริเวณที่อาจจะเปียกชื้นหรืออยู่ในที่เปียกชื้นต้องเป็นแบบกันน้ำ และใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำเช่นกัน

2.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้าประเภทท่ออโลหะ (Nonmetallic Conduit) (ถ้าในแบบระบุให้ใช้)

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

2.2.1 ท่อร้อยสายชนิด UPVC (Ultra-violet Stabilized Polyvinyl Chloride) ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS/EN 50086 442112, BS 6099 และ มอก. 216-2524 (สำหรับท่อแข็ง) และ BS 4607 & IEC 60423 (สำหรับท่ออ่อน) โดยจะต้องมีคุณสมบัติ สามารถทนแรงกระแทกได้สูง ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ไม่ลามไฟ (Non-flammable) ทนต่อความร้อนจากแสงแดดและรังสี Ultra-violet สามารถดัดงอได้โดยไม่เสียรูปและไม่ต้องใช้ความร้อนในการดัด

2.2.2 ท่อร้อยสายชนิด HDPE (High Density Polyethylene Conduit) ต้องทำมาจากสาร Polyethlene ชนิดความหนาแน่นสูง ตามมาตรฐาน ASTM-D 1248 มีเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่เล็กกว่า 15 มม Class I สำหรับใช้ฝังในดินใต้ถนน Class II สำหรับเดินลอยเกาะติดกับผนังหรือเพดาน หรือเดินฝังในดิน สามารถใช้ติดตั้งในบริเวณที่มีสภาพการกัดกร่อนสูง เช่น บริเวณชายทะเล เป็นต้น ท่อร้อยสายชนิดพลาสติคโดยทั่วไปใช้ข้อต่อชนิด HDPE (HDPE Coupling) ลักษณะต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของท่อที่ต้องการต่อ

2.3 ท่อร้อยสายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะใช้งานและสภาวะแวดล้อม ดังที่ได้กล่าวโดยสังเขปมาแล้ว

2.4 ท่อร้อยสายในข้อ 2.1.1 และ 2.1.2 แต่ละท่อนต้องมี Coupling อยู่ที่ปลายข้างหนึ่งและ Thread Protector อีกข้างหนึ่ง

2.5 Conduit Fitting ต้องเป็นไปตามที่กำหนดของ NEMA และ UL 514

2.6 ในกรณีที่ใช้ท่อโลหะ ต้องมี Lock Nut และ Bushing ในทุกปลายของท่อ

2.7 กล่องต่อสายไฟฟ้า ต้องเป็นกล่องชุบสังกะสีหรือแคดเมียม

2.8 ท่อร้อยสายประเภทท่อโลหะ ต้องมีวิธีกันสนิมและป้องกันการบาดสาย

2.9 ระบบสีของท่อไฟฟ้าทั้งหมดที่เดินลอยทั้งภายในฝ้าเพดาน หรือเดินลอยติดผนัง หรือเพดาน ให้ทาสีคาดไว้ที่ท่อทุกๆ 1 เมตร และที่อุปกรณ์จับยึดท่อ (Saddles or Clamps) ด้วยระบบสีตามที่ระบุดังนี้

- ระบบไฟฟ้าปกติ : สีแดง
- ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน : สีเหลือง
- ระบบโทรศัพท์ : สีเขียวเข้ม
- ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ : สีส้ม
- ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวม : สีดำ
- ระบบเสียงประกาศ : สีขาว
- ระบบโทรทัศน์วงจรปิด : สีม่วง
- ระบบสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ : สีเทา
- ระบบควบคุม : สีฟ้า

3 การติดตั้ง

ให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC โดยที่

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

3.1 ท่อ RSC และ ท่อ IMC ต้องใช้เดินฝังในดิน หรือคอนกรีตหรืออิฐก่อ หรือ Floor Slab การติดตั้งเป็นไปตาม NEC-2002 Edt. หัวข้อที่ 344 และ 342 ตามลำดับ

3.2 ท่อ EMT ต้องใช้กับแนวเดินท่อที่ Exposed หรือ Concealed การติดตั้งเป็นไป ตาม NEC-2002 Edt. หัวข้อที่ 358

3.3 ท่ออ่อน ต้องใช้เมื่อต้องการต่อเชื่อมท่อเข้ากับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือน หรือเมื่อต้องการยืดหยุ่น การติดตั้งเป็นไปตาม NEC-2002 Edt. หัวข้อที่ 348

3.4 Associated Material ต้องเป็นไปตาม NEC-2002 Edt. หัวข้อที่ 314 สำหรับการติดตั้งในบริเวณอันตราย (Harzard) ให้เป็นไปตาม NEC-2002 Edt. หัวข้อที่ 500

3.5 Bend and Offset ของท่อโลหะ ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NEC-2002 Edt. (หัวข้อตามที่ระบุในข้อ 3.1 – 3.2) ท่อร้อยสายที่เสียรูปและไม่เป็นไปตามที่ระบุในมาตรฐาน ห้ามนำมาใช้ในการติดตั้ง

3.6 การนำท่อร้อยสายไปติดตั้ง ถ้ามี Moisture Pocket ต้องกำจัดให้หมดเสียก่อน

3.7 ท่อของวงจรไฟฟ้าปกติ (Normal Circuit) ต้องแยกต่างหากจากวงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Circuit)

3.8 ท่อโลหะที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือคอนกรีตจะต้องยึดด้วยประกับโลหะ และ/หรือประกับสำหรับแขวนท่อทุก ๆช่วง 2.5 เมตร และไม่เกิน 1.0 เมตร จากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์

3.9 ท่อชนิด UPVC ที่ไม่ได้ฝังในผนังหรือพื้นจะต้องยึดด้วย Support ชนิดที่ผลิตขึ้นมาใช้กับท่อชนิดนี้โดยเฉพาะเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับท่อ โดยจะต้องยึดทุกช่วงไม่เกิน 1.0 เมตร และไม่เกิน 0.30 เมตรจากกล่องต่อสายหรืออุปกรณ์

3.10 การเดินท่อให้พยายามเดินในแนวเฉลียงทางเดิน และมีแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคาร

3.11 ท่อโลหะที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ติดไว้ทุกแห่ง ปลายท่อที่มีการร้อยสายเข้าท่อ ต้องมี Conduit Bushing ใส่ไว้ ปลายท่อที่ยังไม่ได้ใช้งานต้องมีฝาครอบ (Conduit Cap) ปิดไว้ทุกแห่ง การต่อท่อโลหะชนิดบางที่ฝังในผนังหรือพื้นให้ใช้ข้อต่อชนิดกันน้ำ การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ โดยใช้เครื่องมือดัดที่เหมาะสม และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)

3.12 ท่อโอลหะที่ต่อเข้ากับกล่องต่อสายและอุปกรณ์ต้องมีข้อต่อสาย (Box Connector) ชนิดที่ผลิตขึ้นมาใช้กับท่อชนิดนี้โดยเฉพาะติดไว้ทุกแห่ง และต้องไม่บาดสาย การงอท่อต้องให้มีรัศมีความโค้งของท่อไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ โดยใช้เครื่องมือดัดชนิดที่ใช้กับท่อชนิดนี้โดยเฉพาะ และเมื่อรวมมุมที่งอแล้วต้องไม่เกิน 360 องศา (ระหว่างกล่องต่อสายสองจุด)

3.13 ปลายท่อโลหะทั้งสองข้างทุกท่อนก่อนที่จะต่อเข้าด้วยกันกับข้อต่อ หรือกล่องต่อสายต้องทำให้หมดคมโดยใช้ Conduit Reamer และการวางท่อต้องไม่ทำให้ผิวภายนอกท่อชำรุด

3.14 การต่อเชื่อมท่อโลหะกับกล่องต่อสายและตัวตู้ ส่วนที่เป็นเกลียวของท่อต่อผ่านเข้าไปในผนังของกล่องหรือตัวตู้โดยมี Locknut ทั้งด้านในและด้านนอกที่ปลายของท่อร้อยสายต้องมี Bushing สวมอยู่

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.

13. รางเดินสายไฟฟ้า

1 ความต้องการทั่วไป

1.1 รางเดินสายไฟฟ้า (Cable Ladder, Cable Tray or Wireway) ต้องเป็นไปตาม NEC Article 362 ทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมแล้วพ่นสีอบ (Stove Enamel Paint) และทนต่อสภาพบรรยากาศได้ดี

1.2 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้า ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดรางเดินสายไฟฟ้ากับโครงสร้างอาคาร สำหรับรูปร่างและขนาดของรางเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ได้แสดงในแบบ และระบุในข้อกำหนดนี้ทุกประการ

2 ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 รางเดินสายไฟฟ้า ต้องทำจากแผ่นเหล็กฟอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มม.สำหรับ Cable Ladder/ Cable Tray และ 1.2 มม สำหรับ Wireway หรือที่ระบุไว้ในแบบ

2.2 Cable Ladder และ Cable Tray ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip Galvanized และ Electro-Galvanized สำหรับ Wireway ต้องพ่นสีทับเพื่อป้องกันสนิม และทนต่อสภาพการผุกร่อนได้ดี

2.3 Cable Tray ต้องเป็นชนิดที่มีฝาปิด

2.4 ตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องมีความแข็งแรงอย่างพอเพียงที่จะป้องกันสายไฟฟ้าที่เดินอยู่ภายในได้ และสามารถรับน้ำหนักของสายไฟฟ้าดังกล่าวได้ดี

2.5 ภายในตัวรางเดินสายไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถเดินสายไฟฟ้าในรางดังกล่าวได้ง่าย และไม่ทำให้สายชำรุดเสียหาย เช่น ขอบข้างราง และ/หรือขั้นของรางต้องเรียบโดยไม่มีความคมของขอบ

2.6 รางเดินสาย จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์จับยึด (Support) ทุกๆช่วงไม่เกิน 1.5 เมตร และตัวจับยึดต้องมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอ

2.7 รางเดินสายและอุปกรณ์จับยึด จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง หรือตัวแทนของผู้ว่าจ้างก่อนทำการติดตั้ง

3 การติดตั้ง

3.1 การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC

3.2 จำนวนสายไฟฟ้าที่เดินในรางให้เป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าฯ และ NEC

3.3 รางเดินสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบการเดินสาย ต้องต่อลงดิน

3.4 สายไฟฟ้าที่เดินในรางเดินสายไฟฟ้าทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน ต้องมีอุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้ากับรางเดินสายไฟฟ้าดังกล่าว (Cable Tie) หรือใช้อุปกรณ์จับยึดสายไฟฟ้าที่เหมาะสม

บริษัท เรขา สถาปนิก จำกัด
REGA ARCHITECTS CO.,LTD.