

บทที่ 2

มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง

(STANDARD OF PRODUCTION AND INSTALLATION)

อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบ ประกอบ และทดสอบตลอดจนวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานของ

NFPA	-	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING & MATERIAL
CGA	-	COMPRESSED GAS ASSOCIATION, INC.
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
ASHE	-	AMERICAN SOCIETY OF HOSPITAL ENGINEERS
AWS	-	AMERICAN WELDING SOCIETY
DHHS	-	US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICE
	-	SPECIFICATION FOR MACHINERY INSTALLATION BY MINISTRY OF HEALTH JAPAN
	-	HOSPITAL TECHNICAL MEMORANDUM 22 BY DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY , GREAT BRITAIN
CSI	-	CONSTRUCTION SPECIFICATION INSTITUTE
NEMA	-	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
UL	-	UNDERWRITER'S LABORATORIES
NEC	-	NATIONAL ELECTRICAL CODE
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
ASA	-	AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS
CFR	-	CODE OF FEDERAL REGULATION
USP/NF	-	THE US. PHARMACOPOEIA / NATIONAL FORMULARY
TISI	-	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE

บทที่ 3

ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

1. หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนช่างฝีมือที่ดี แรงงานและเครื่องมือ เครื่องใช้ ทั้งหมด ที่จำเป็นตามหลักวิชาช่างที่ดี ติดตั้งระบบทั้งหมดที่ปรากฏในแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ในกรณี ที่แบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อเนื้อที่ที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วย เพื่อให้ระบบสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าก่อนการเซ็นสัญญาติดตั้งใน ส่วนที่เกี่ยวข้องนั้นๆ มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายและเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด
2. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน โดยศึกษาแบบแปลนของงานสถาปัตยกรรม โครงสร้าง และ ระบบอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่ประกอบขึ้น และรวมอยู่ในโครงการนี้ทั้งหมดให้มีความสอดคล้องไม่เกิดการกีดขวาง ในงานแต่ละระบบซึ่งกัน และกันไม่ก่อให้เกิดการติดขัดกับงานระบบอื่น อันมีผลทำให้งานระบบอื่นมีอุปสรรค และเกิด ความล่าช้าได้
3. ระบบก๊าซทางการแพทย์ทั้งหมดที่ติดตั้ง จะต้องทำการทดสอบ และตรวจสอบคุณสมบัติทุกชิ้นส่วนอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพิ่มความมั่นใจในความปลอดภัยก่อนเริ่มการใช้งานตามมาตรฐานของ NFPA
4. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ทั้งหมดอีกครั้งต่อหน้าผู้แทนผู้ว่าจ้าง เพื่อการตรวจสอบ ยืนยันความถูกต้อง ของระบบ ในรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้
 - CROSS – CONNECTION TEST
 - VALVE TEST
 - FLOW TEST
 - ALARM TEST
 - PIPE CLEANING TEST
 - GAS PURIFIED TEST
 - FINAL TIE – IN TEST
5. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลาม และควันไฟบริเวณช่องเปิด และช่องแนวเดินท่อ หรืออื่นๆ ที่ เกี่ยวข้องในงานที่ผ่านทะลุพื้น ผนัง และช่องเดินท่อ (SHAFT) ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว วัสดุที่ใช้ ต้องมีคุณสมบัติในอัตราทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน NEC, ASTM และ / หรือ BS
6. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งตู้ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์สำหรับงานระบบก๊าซทางการแพทย์ ทั้งนี้ MAIN FEEDER ที่ มาถึงยังตำแหน่งตู้ไฟฟ้าจะอยู่ในขอบเขตงานแบบระบบไฟฟ้า การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าเข้าสู่ตู้และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด พร้อมการทดสอบเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
7. ในกรณีที่โครงการมีระบบ BAS ระบบก๊าซทางการแพทย์จะต้องสามารถ INTERFACE กับระบบ BAS ของอาคารได้ เพื่อแสดงสถานะ ALARM และสถานะต่างๆ โดยการเชื่อมต่อผ่านทาง BACNET PROTOCOL

บทที่ 4

OXYGEN CENTRAL SUPPLY PLANT

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ชุด OXYGEN CENTRAL SUPPLY PLANT ให้รวมถึงอุปกรณ์หลักที่ประกอบขึ้นดังนี้

1. LIQUID OXYGEN PANT
2. OXYGEN MANIFLOD

1. LIQUID OXYGEN PLANT เป็นถัง LIQUID OXYGEN TANK พร้อมอุปกรณ์ ขนาดประมาณ 20,000 ลิตร จัดหาโดยผู้ว่าจ้างในขนาดคด ขอบเขตงานผู้รับจ้างให้จัดเตรียมฐานแทน LIQUID OXYGEN TANK ตามแบบมาตรฐานของผู้จำหน่ายแก๊ส รวมถึงรั้วตะขாயพร้อมเดินท่อไปเชื่อมต่อกับ ระบบจ่ายแก๊สออกซิเจนจาก OXYGEN MANIFOLD
2. OXYGEN MANIFOLD ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

2.1 OXYGEN CYLINDERS เป็นถังอัดแรงดันบรรจุออกซิเจนจำนวน 1 ชุดๆ ละ 2 x 20 ถัง ขนาดบรรจุถังละประมาณ 6 FT³ หรือ 5000 ลิตร ที่ 2200 PSI ภาชนะบรรจุและก๊าซ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ประกาศใช้

2.2 FULLY AUTOMATIC CHANGE-OVER เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน NFPA 99 , CSA-Z-305.1 , NEC , CGA Pamphlet V – 1 และได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL Listed , Section 407 ซึ่งภายในประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อย ดังนี้

- 3 PRESSURE REDUCING VALVES
- PRESSURE SWITCH
- RELIEF VALVE
- PILOT CHANGE-OVER VALVE
- PRESSURE GAUGE สำหรับ MAIN LINE 1 ตัว และ SERVICE LINE อีกข้างละ 1 ตัว สเกลมาตรวัดตัวเลขสูงสุดต้องไม่เกิน 2 เท่าของแรงดันใช้งาน

การทำงานของ FULLY AUTOMATIC CHANGE-OVER จะทำงานสลับข้างกันระหว่าง 2 SERVICE LINE เมื่อ CHANGE VALVE แสดงอยู่ในตำแหน่งของ SERVICE LINE ไหนไฟจะแสดงว่า LINE นั้นกำลังทำงานอยู่ เมื่อแก๊สใน LINE ที่กำลังทำงานอยู่ใกล้หมดเสียงที่ WARNING PANEL จะดัง และ CHANGE VALVE จะเริ่มเปิดให้ LINE ที่สำรองอยู่ทำงานต่อโดยอัตโนมัติ

2.3 SYMETRICAL HEADER สามารถใช้งานกับถังออกซิเจน จำนวน 2 x 20 ถัง ประกอบด้วย

- TWO PIPE CHANNELS HEADER
- TWO HIGH PRESSURE STOP VALVE
- CHECK VALVE
- HIGH PRESSURE PIGTAILS WITH STRAINER AND PACKING
- CYLINDER SUPPORTING FRAME W./HOLDING CHAIN

บทที่ 5

ระบบสุญญากาศ

(VACUUM CENTRAL SUPPLY PLANT)

เครื่องผลิตสุญญากาศทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ล่าสุด ประกอบสำเร็จทั้งชุดตามมาตรฐาน NFPA 99 ฉบับล่าสุดและเป็น STANDARD PRODUCT ผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นใน 1 ชุดเครื่องผลิตสุญญากาศ ให้รวมถึงอุปกรณ์หลักที่ประกอบขึ้นด้วย

1. ชุดปั๊มสุญญากาศ (VACUUM PUMP SET)
2. ถังสุญญากาศ (RECEIVER TANK)
3. CONTROL PANEL
4. BACTERIA FILTER

ข้อกำหนดทางเทคนิค

1. VACUUM PUMP SET

1.1 VACUUM PUMP SET NO.-V1

- TYPE : DUPLEX OIL LESS ROTARY CLAW
- CAPACITY : 54 SCFM AT 19 INC. Hg. CONTINUOUS DUTY RATED (EACH PUMP)
- TOTAL CAPACITY : 54 SCFM AT 19 INC. Hg. (NFPA)
- COOLED : AIR COOLED
- MOTOR : CONTINUOUS DUTY, NEMA RATED, C – FACE, TEFC
2 x 7.5 HP, 380 V, 3 P (EACH PUMP)

2. RECEIVER TANK ASME CODE STAMPED

- CAPACITY : 200 GALLONS
- ACCESSORIES
- VACUUM GAUGE
- SAFETY VALVE
- DRAIN VALVE
- VACUUM SWITCH

3. CONTROL PANEL

ชุดควบคุมการทำงานของปั๊มประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต สามารถควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ และ ยังสามารถเลือก MODE ให้ทำงาน MANUAL ได้ ชุดควบคุมนี้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญอย่าง น้อยดังนี้

- CIRCUIT BREAKER
- AUTOMATIC LEAD / LAG SEQUENCING
- FULL VOLTAGE MOTOR STARTERS

- HIGH DISCHARGE AIR TEMPERATURE AND HIGH INLET VACUUM SHUTDOWN
- SELECTOR SWITCH
- OVER LOAD PROTECTION
- RUNNING HOUR
- ตู้ควบคุมจะต้องผลิตตามมาตรฐาน NEMA TYPE 12 (DUST PROOF) UL. LADELED

4. BACTERIA FILTER

ติดตั้ง MEDICAL VACUUM FILTER กรองแบคทีเรียจากระบบสุญญากาศ ก่อนเข้าถึงเก็บสุญญากาศ จำนวน 2 ชุด ต่อแบบขนาน ตามรูปแบบกำหนด มีชุด DIFFERENTIAL GAUGE บอกรสภาวะเมื่อเกิดการตันและจำเป็นต้องเปลี่ยน แต่ละชุดสามารถรองรับอัตราการไหลไม่ต่ำกว่า TOTAL CAPACITY (NFPA) ของ VACUUM PUMP แต่ละชุดพร้อมขวดแยกของเหลว

5. การติดตั้ง

- ระยะห่างระหว่าง PUMP แต่ละชุด ควรมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
- ห้องที่ติดตั้งจะต้องมีระบบระบายอากาศ เพื่อการถ่ายเทอากาศที่ดี และจะต้องมีอุณหภูมิภายในห้องไม่เกิน 38°C และมีการป้องกันเสียงได้ดีตามมาตรฐาน
- อุปกรณ์ทุกตัวที่มีการสั่นสะเทือน จะต้องติดตั้ง ISOLATOR เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น CIRCUIT BREAKER, สายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เช่น VACUUM SWITCH SETTING

บทที่ 6

ระบบอัดอากาศ

(COMPRESSOR AIR CENTRAL SUPPLY PLANT)

เครื่องผลิตอากาศอัดทางการแพทย์ทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ล่าสุดประกอบสำเร็จทั้งชุดตามมาตรฐาน NFPA 99 ฉบับล่าสุดและเป็น STANDARD PRODUCT ผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นใน 1 ชุดอัดอากาศ ให้รวมถึงอุปกรณ์หลักที่ประกอบ ขึ้นด้วย

1. เครื่องอัดอากาศ (COMPRESSOR)
2. ถังเก็บอากาศ (RECEIVER TANK)
3. AFTER-COOLER
4. CLEAN AIR UNIT
5. AIR DRYER
6. แผงควบคุม (CONTROL PANEL)

ข้อกำหนดทางเทคนิค

1. AIR COMPRESSOR
 - 1.1 MEDICAL AIR NO.1 (MA 1) (MEDICAL AIR)
 - TYPE : DUPLEX OIL - LESS CONTINUOUS DUTY RATED SCROLL
 - CAPACITY (EACH COMP.) : 50 SCFM. AT 50 PSIG
 - TOTAL CAPACITY : 50 SCFM AT 50 PSIG (NFPA)
 - COOLED : AIR COOLED
 - MOTOR (EACH COMP.) : 2 x 15 HP, 380 V.,3 P NEMA RATED OPEN DRIPPROOF
2. RECEIVER TANK
 - CAPACITY : 200 GALLONS
 - STANDARD ACCESSORIES
 - LIQUID LEVEL GAUGE GLASS
 - MANUAL DRAIN VALVE
 - TIMED AUTOMATIC SOLENOID DRAIN VALVE
3. AFTER - COOLER
 - AIR - COOLED AFTER COOLER DESIGNED FOR MAXIMUM APPROACH TEMPERATURE OF 15°F
 - AUTOMATIC SOLENOID DRAIN VALVE

4. CLEAN AIR UNIT

- PREFILTER : RATED FOR 0.01 MICRON WITH AUTOMATIC DRAIN AND ELEMENT CHANGE INDICATOR
- FINAL LINE FILTERS : DUPLEX FINAL LINE FILTERS RATED FOR 0.01 MICRON WITH AUTOMATIC DRAIN AND ELEMENT CHANGE INDICATOR
- LINE REGULATORS : DUPLEX FINAL LINE REGULATORS AND DUPLEX SAFETY RELIEF VALVES

5. AIR DRYER

- TYPE : DUPLEX DESICCANT DRYER
- FLOW CAPACITY : SIZED FOR PEAK CALCULATED DEMAND (150 SCFM)
- PRESSURE DEW POINT : 10°F
- DRYER PURGE FLOW : VARY ON DEMAND
- DEW POINT ALARM : FACTORY SET AT 2°C PER NFPA 99

6. CONTROL PANEL

ชุดควบคุมการทำงานของปั๊ม สามารถควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ หรือพร้อมกันทั้งหมด ในกรณีที่แรงดันลดลงกว่าที่เครื่องเดียวจะสามารถรับได้ และยังสามารถเลือก MODE ให้ทำงาน MANUAL ได้ ชุดควบคุมนี้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างน้อยดังนี้

- CIRCUIT BREAKER
- MAGNETIC STARTER
- PRESSURE SWITCH
- TIMER
- RESET BUTTON
- SELECTOR SWITCH
- VOLT, AMMETER
- OVER LOAD PROTECTION
- PILOT LAMP
- RUNNING HOUR METER
- AUDIBLE AND VISIBLE ALARM
- ตู้ควบคุมจะต้องผลิตตามมาตรฐาน NEMA 12 (DUST PROOF) U.L. LABELED

7. การติดตั้ง

- ระยะห่างระหว่าง PUMP แต่ละชุด ควรมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
- ห้องที่ติดตั้งจะต้องมีระบบระบายอากาศ เพื่อการถ่ายเทอากาศที่ดี อากาศที่นำมาใช้ผลิตอากาศอัด ต้องมาจากบรรยากาศที่สะอาดบริสุทธิ์ปราศจากฝุ่นละออง กลิ่น คิว้นท์ไอเสีย ก๊าซชนิดอื่น ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ท่อดูดอากาศเข้าเครื่องอัดควรอยู่สูงจากพื้นอย่างน้อย 6 เมตร มีตะแกรงป้องกันแมลง ปลายท่อต้องหันลงเพื่อป้องกันน้ำเข้า ทำด้วยเหล็กไร้สนิม และจะต้องมีอุณหภูมิภายในห้องไม่เกิน 38°C และมีการป้องกันเสียงได้ดีตามมาตรฐาน
- อุปกรณ์ทุกตัวที่มีการสั่นสะเทือน จะต้องติดตั้ง ISOLATOR เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น CIRCUIT BREAKER, สายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เช่น VACUUM SWITCH SETTING

บทที่ 7

ระบบสุญญากาศทางทันตกรรม (DENTAL LOW VACUUM PUMP)

เครื่องผลิตสุญญากาศทางทันตกรรมทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ล่าสุด ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศ สมบูรณ์แบบทั้งชุดตามมาตรฐาน DIN EN ISO 7396-1 AND HTM 2022 ฉบับล่าสุดและเป็น STANDARD PRODUCT ผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต

1. เป็นเครื่องผลิตสุญญากาศทางทันตกรรมโดยเฉพาะ
2. มีตู้ Control Unit รับคำสั่งมาจาก Switch ปิด-เปิด จากโต๊ะทันตกรรมเพื่อ ทำหน้าที่สั่งการทำงานของปั๊ม
3. ระบบสุญญากาศทางทันตกรรม ประกอบด้วย เครื่องผลิตสุญญากาศทางทันตกรรม (Suction Pump) , ชุดกรองเชื้อโรค (Bacterial Filter) และชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง(Control Unit)

ข้อกำหนดทางเทคนิค

1. DENTAL LOW VACUUM PUMP SET

1.1 DENTAL LOW VACUUM PUMP SET NO. DV – 1

- TYPE : SIDE CHANNAL VACUUM PUMP (HIGH FLOW LOW VACUUM) DIRECT DRIVE (1 SET ประกอบด้วย 2 หัว PUMP)
- SYSTEM CAPACITY: สามารถรองรับการทำงานของโต๊ะทันตกรรมได้พร้อมกัน 10 UNIT ที่ 100%
- COOLED : AIR COOLED
- MOTOR : มีขนาด 2 x 3.6 KW, 380 V, 3P, 50 HZ
- RECEIVER TANK : STANDARD PRODUCT

2. ลักษณะทั่วไป ของ ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (Control Unit) มีดังนี้

- 1) ทำหน้าที่สั่งการทำงานของปั๊ม โดยรับสัญญาณมาจาก Switch ปิด-เปิด ที่โต๊ะทันตกรรม
- 2) ใช้ระบบ PLC (Programmable logic controller) ในการควบคุมการทำงาน สามารถส่งสัญญาณต่าง ๆ ไปแสดงที่ DisplayPanel ผ่านสาย LAN
- 3) มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานปกติ และแสดงสถานะความผิดปกติของระบบมีปุ่มสำหรับ Reset ระบบเมื่อแก้ไขความผิดปกติแล้วเสร็จ

3. ลักษณะทั่วไป ของ ชุดกรองเชื้อโรค(Bacterial Filter)มีดังนี้

- 1) ทำหน้าที่กรองเชื้อโรค และแบคทีเรีย ที่ผ่านเข้ามาตามท่อจากยูนิตทำฟัน (Dental unit) ก่อนระบายทิ้ง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทางเข้า – ออก ขนาดใหญ่
- 2) สามารถกรองเชื้อโรคและเชื้อแบคทีเรียได้ 99.997%
- 3) ติดตั้งไว้จำนวน 2 ชุดสำเร็จอยู่บนแท่นอลูมิเนียมเดียวกับ SuctionPump จากบริษัทผู้ผลิต

4. การติดตั้ง

- ระยะห่างระหว่าง PUMP แต่ละชุด ควรมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
- ห้องที่ติดตั้งจะต้องมีระบบระบายอากาศ เพื่อการถ่ายเทอากาศที่ดี และต้องมีอุณหภูมิภายในห้องไม่เกิน 38°C และมีการป้องกันเสียงได้ดีตามมาตรฐาน
- อุปกรณ์ทุกตัวที่มีการสั่นสะเทือน จะต้องติดตั้ง ISOLATOR เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น CIRCUIT BREAKER, สายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เช่น VACUUM SWITCH SETTING

บทที่ 8

ระบบผลิตอากาศอัดทางทันตกรรม (DENTAL AIR COMPRESSED SYSTEM)

เครื่องผลิตอากาศอัดทางทันตกรรมทั้งหมดจะต้องเป็นของใหม่ล่าสุด ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศ สมบูรณ์แบบทั้งชุดตามมาตรฐาน DIN EN ISO 7396-1 AND HTM 2022 ฉบับล่าสุดและเป็น STANDARD PRODUCT ผ่านการทดสอบจากโรงงานผู้ผลิต

1. เป็นเครื่องผลิตสุญญากาศทางทันตกรรมโดยเฉพาะ
2. มีตู้ Control Unit รับคำสั่งมาจาก Switch ปิด-เปิด จากโต๊ะทันตกรรมเพิ่ม ทำหน้าที่สั่งการทำงานของปั๊ม
3. ระบบสุญญากาศทางทันตกรรม ประกอบด้วย เครื่องผลิตสุญญากาศทางทันตกรรม (Suction Pump) , ชุดกรองเชื้อโรค (Bacterial Filter) และชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง(Control Unit)

ข้อกำหนดทางเทคนิค

1. DENTAL AIR COMPRESSED

1.1 DENTAL AIR COMPRESSED SET NO. DA-1

- TYPE : OIL – FREE RECIPROCATION COMPRESSED
- SYSTEM CAPACITY: ไม่ต่ำกว่า 960 LPM ที่ 5 BAR สามารถรองรับการใช้งานของโต๊ะทันตกรรมได้ 10 ที่ 100% และที่ 15 UNIT ที่ 100%
- COOLED : AIR COOLED
- MOTOR : 2 x 4.2 KW, 380 V, 3P, 50 HZ
- RECEIVER TANK : STANDARD PRODUCT

2. ลักษณะทั่วไป ของ ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (Control Unit) มีดังนี้

- 1) ทำหน้าที่สั่งการทำงานของปั๊ม โดยรับสัญญาณมาจาก Switch ปิด-เปิด ที่โต๊ะทันตกรรม
- 2) ใช้ระบบ PLC (Programmable logic controller) ในการควบคุมการทำงาน สามารถส่งสัญญาณต่าง ๆ ไปแสดงที่ DisplayPanel ผ่านสาย LAN
- 3) มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานปกติ และแสดงสถานะความผิดปกติของระบบมีปุ่มสำหรับ Reset ระบบเมื่อแก้ไขความผิดปกติแล้วเสร็จ
- 4)

3. การติดตั้ง

- ระยะห่างระหว่าง PUMP แต่ละชุด ควรมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
- ห้องที่ติดตั้งจะต้องมีระบบระบายอากาศ เพื่อการถ่ายเทอากาศที่ดี และจะต้องมีอุณหภูมิภายในห้องไม่เกิน 38°C และมีการป้องกันเสียงได้ดีตามมาตรฐาน
- อุปกรณ์ทุกตัวที่มีการสั่นสะเทือน จะต้องติดตั้ง ISOLATOR เพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน
- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น CIRCUIT BREAKER, สายไฟ และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ เช่น VACUUM SWITCH SETTING

บทที่ 9

ระบบสัญญาณเตือน (GAS WARNING SYSTEM)

1. WARNING PANEL (MASTER ALARM) ทำหน้าที่เตือนทั้งแสงและเสียงที่ความดังไม่น้อยกว่า 80 dbA ที่ 1 เมตร เมื่อการทำงานของระบบท่อจ่ายกลางทางการแพทย์ทั้งหมดผิดปกติ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลักต่าง ๆ ดังนี้

- EMPTY CYLINDERS แสดงเมื่อแก๊สหมดถัง และอยู่ในระหว่างการใช้งาน
- HIGH PRESSURE LINE แสดงเมื่อ LINE PRESSURE สูงกว่าที่กำหนด 20%
- LOW PRESSURE LINE แสดงเมื่อ LINE PRESSURE ต่ำกว่าที่กำหนด 20%
- OVER LOAD แสดงเมื่อ PUMP หรือ COMPRESSOR เกิดการ OVER LOAD เป็นต้น

จะต้องมีขนาดและจำนวนจุดและสัญญาณเตือนหลักของการเตือนทั้งหมด ทุกระบบจะต้องถูกแสดงไว้อย่างชัดเจน และครบถ้วน

ระบบสัญญาณเตือนนี้จะติดตั้งแสดงไว้ในห้องช่าง และ/หรือ ตามตำแหน่งในแบบทุกจุด ภายหลังจากติดตั้ง จะต้องทำการตรวจสอบระบบสัญญาณเตือน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าทำงานถูกต้องตามขั้นตอนไม่ว่าจะเป็นหน้าที่การทำงาน (FUNCTION) ตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสม และ SET POINT ต่าง ๆ

2. ระบบสัญญาณเตือนเฉพาะพื้นที่ (Area Alarm)

เป็นระบบตรวจสอบความผิดปกติของระบบแก๊สทางการแพทย์ ตามพื้นที่ ๆ ระบบนี้เป็นแบบ (Closed circuit, Self monitoring, Microprocessor Control) ประกอบด้วย

- ส่วน Annunciator ส่วนนี้ติดตั้งหม้อแปลงไฟ อุปกรณ์ส่ง สัญญาณเสียง 90 dBA ปุ่มทดสอบการทำงาน ปุ่มตั้ง ค่าเพิ่ม-ลด ปุ่มยกเลิกสัญญาณเสียงชั่วคราวและปุ่มสัญญาณสีเขียวแสดงเมื่อระบบสัญญาณเตือนทำงานปกติ
- ส่วนแสดงผล จะมีส่วนแสดงผลเท่าจำนวนแก๊สที่พื้นที่ที่ตรวจสอบ พร้อมอักษรและสัญลักษณ์ของแก๊สกำกับ แต่ละส่วนแสดงผลจะแสดงด้วยตัวเลข Digital Light Emitting Diode(LED) ซึ่งปรับความสว่างได้ตามสภาวะแวดล้อม ส่วนแสดงผลจะแสดงค่าความดันและสัญญาณอากาศของแก๊สที่ตรวจสอบ ในหน่วย psig , inHg , mmHg หรือ kPa มีค่าการเปลี่ยนแปลงทีละ 1 psig , 1 inHg , 1 mmHg หรือ 1kPa แต่ละส่วนแสดงผลจะมี LED สีเขียวแสดงสภาวะปกติของความดันหรือสัญญาณอากาศและ LED สีแดงแสดงสภาวะต่ำหรือสูงของความดันหรือสัญญาณอากาศของแก๊สนั้น ๆ

ระบบสัญญาณเตือนประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐาน

NFPA 99 , Standard for Healthcare Facilities,1999 Edition

FCC Part 15 Class A , Federal Communications Commission

ICES 003 Class A , Interference-Causing Equipment, Digital Apparatus

UL 1069 , Hospital Signaling and Nurse Call Equipment

บทที่ 10 หัวต่อจ่ายแก๊ส (STATION OUTLET)

1. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น OUTLET ของระบบแก๊สทางการแพทย์ทุกระบบ จะต้องเป็นแบบติดผนังติดตั้งอยู่ภายในกล่องชนิดฝังอยู่ภายในผนัง หรือในกรณีที่มีการขออนุมัติติดตั้งลอยยึดติดผนัง ผู้รับจ้างต้องแสดงแบบ และตัวอย่างอุปกรณ์ขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
2. ในกรณีที่ระบุให้ติดตั้งที่ฝ้าเพดาน จะต้องเป็น OUTLET ชนิด CEILING MOUNTED TYPE (DISS) โดยประกอบกับ FLEXIBLE HOSE CONNECTION และอุปกรณ์การยึดจับ
3. ในกรณีที่ระบุให้ติดตั้งที่ผนังจะต้องเป็นชนิด QUICK CONNECT ตามมาตรฐาน NFPA 99 และ CGA ออกแบบใช้เฉพาะแก๊สทางการแพทย์เท่านั้น
4. ประกอบด้วย VALVE 2 ชั้น คือ PRIMARY VALVE และ SECONDARY VALVE สามารถถอดซ่อมได้จากด้านหน้า และในกรณีที่มีการถอด PRIMARY VALVE ออก SECONDARY VALVE จะต้องปิดแก๊สได้โดยอัตโนมัติ
5. หัว OUTLET ทุกตัวต้องออกแบบไว้สำหรับเสียบเฉพาะแก๊สแต่ละชนิดเท่านั้น หัวเสียบของแก๊สต่างชนิดไม่สามารถเสียบเข้าได้ และจะต้องผ่านการตรวจสอบการรั่วซึมจากโรงงานผู้ผลิต
6. OUTLET ของแก๊สทุกชนิดจะมีรูเสียบเพียงรูเดียวชนิดกดเสียบ หรือบิดเสียบเมื่อเสียบต่อแล้วจะ LOCK ตัวมันเองให้ยึดแน่นไม่รั่วซึม
7. หัว OUTLET ของแก๊สทุกชนิดจะปิดโดยอัตโนมัติ เมื่อถอดหัวเสียบออกจำนวน OUTLET ของแก๊สแต่ละชนิด ให้ดูจากแบบ
8. ข้อกำหนดอื่น ๆ ทางเทคนิค
 - BACK PLATE - BRASS หรือ DIE - CAST ALUMINUM
 - INLET FITTING - BRASS
 - DRESSING PLATE - STAINLESS STEEL หรือ DIE- CAST CHROME PLATED
 - OUTLET VALVE - BRASS
9. OUTLET ทุกตัวจะต้องมีตัวหนังสือบอกชนิดของแก๊ส และรหัสสีตามมาตรฐานแสดงไว้อย่างชัดเจน
10. กล่องสำหรับติดตั้ง OUTLET ทุกตัวจะต้องทำด้วย CARBON STEEL หรือ HOT DIP GALVANIZED มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. ขนาดความกว้าง , ความยาว และความลึกตามความเหมาะสมหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
11. สำหรับห้อง ICU และ CCU จะต้องติดตั้งราว สำหรับแขนอุปกรณ์ทางการแพทย์ (SECONDARY EQUIPMENT) ทุกห้องเป็นชนิด HEAVY DUTY STAINLESS STEEL หรือ EXTRUDED ALUMINIUM เหนือขอบเตียง 1 ราว และระดับพื้นเตียงอีก 1 ราว (กำหนดความสูงภายหลัง) สามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ทางการแพทย์ได้โดยไม่ตกหล่น
12. OUTLET ของ VACUUM ที่ติดผนังทุกจุดจะต้องติดตั้ง WALL SLIDE สำหรับแขนอุปกรณ์เท่ากับจำนวนของ VACUUM OUTLET
13. OUTLET ทุกตัวที่ติดตั้งในห้อง MRI หรือห้องที่มีสนามแม่เหล็กจะต้องไม่มีส่วนผสมของเหล็ก และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ OUTLET ที่ใช้กับทั้งโครงการ
14. OUTLET สำหรับ WAGD ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 99 ฉบับล่าสุด และเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ OUTLET ที่ใช้กับทั้งโครงการ

บทที่ 11

SHUTOFF VALVE,ZONE VALVE, CHECK VALVE AND PRESSURE RELIEF VALVE

1. SHUTOFF VALVE

- 1.1 เป็นบอลวาล์ว 3 Piece , Full Port Ball Type โดยตัวเรือนทำจาก Bronze / Brass ลูกบอลทำจาก Chrome – plated brass, ซีล 2 ชั้น ทำจากเทฟลอน ตัววาล์วเปิด – ปิด 90° โดยหมุนจากก้านวาล์ว
- 1.2 ตัววาล์วออกแบบให้ใช้งานที่ความดัน 600 ปอนด์/ตารางนิ้ว สำหรับแก๊สและ 29 นิ้วปรอทสำหรับสุญญากาศ วัสดุทุกส่วนที่ประกอบเป็นตัววาล์วสามารถใช้งานได้กับ USP Oxygen, Nitrous oxide, Medical air , Carbondioxide , Helium , Nitrogen
- 1.3 ตัววาล์วต่อเชื่อมกับท่อทองแดง Type-K สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต และบรรจุอยู่ในถุงพลาสติกเพื่อความสะอาด จนถึงหน่วยงาน

2. ZONE VALVE

- 2.1 วาล์วที่บรรจุอยู่ในกล่องโซนวาล์ว มีคุณสมบัติเหมือน Shutoff Valve
- 2.2 กล่องโซนวาล์วทำจาก Extrude Aluminium หรือ 18 – Gauge Steel with Epoxy Finish ภายในกล่อง ติดตั้งวาล์ว พร้อมเกจวัดความดันของแต่ละแก๊ส ฝากล่องทำจากพลาสติก สามารถดึงออกได้ในกรณีฉุกเฉิน พร้อมมีอักษรกำกับ “CAUTION - MEDCAL GAS SHUT - OFF VALVES CLOSE ONLY IN EMERGENCY”
- 2.3 ผลิตตามมาตรฐาน NFPA 99, CAN/CSA-Z305.1 สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.4 วาล์วที่อยู่ภายในกล่อง ต้องมีการกำหนดอักษรและสัญลักษณ์สีของแก๊สที่ควบคุมอยู่ โดยใช้สัญลักษณ์ตาม หมวดที่ 13 สัญลักษณ์สี

3. CHECK VALVE และ PRESSURE RELIEF VALVE จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของ NFPA ASIM CGA ที่ ออกแบบเพื่อใช้กับระบบก๊าซทางการแพทย์โดยเฉพาะ และมีคุณสมบัติในการใช้งานอย่างชัดเจน สามารถรับแรงดันได้ ไม่น้อยกว่า 300 PSI หรือไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงดันใช้งาน ทนอุณหภูมิใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 200°C

4. PRESSURE RELIEF VALVE ต้องมีก้านโยกเพื่อทดสอบการทำงาน ช่องระบายก๊าซต้องกว้างเพียงพอ และ ออกแบบเพื่อใช้กับระบบนี้โดยเฉพาะ

บทที่ 12

ท่อ อุปกรณ์ประกอบท่อ และการติดตั้ง

1. ท่อที่ใช้สำหรับระบบแก๊สทางการแพทย์ และท่อระบบอากาศอัดทางทันตกรรม ต้องเป็นท่อทองแดงไร้ตะเข็บ ตามมาตรฐาน ASTM B 88 TYPE L DRAWN TEMPER และผู้รับจ้างจะต้องทำการล้างท่อให้ได้ตามมาตรฐาน ASTM 819
2. อุปกรณ์ต่อท่อ ต้องเป็นทองแดงชนิด WROUGHT COPPER FITTING เท่านั้น ห้ามงอท่อด้วยเครื่องมือตัดท่อ ให้ใช้อุปกรณ์ที่ทำขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะเท่านั้น
3. การติดตั้ง และประกอบท่อจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน NFPA 99
4. แนวท่อที่จะเดิน จะต้องเดินเป็นแนวตรงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ห้ามมิให้ใช้ท่อที่มีขนาดเล็กกว่า 1/2" สำหรับระบบที่มีแรงดัน และ 3/4" สำหรับระบบ VACUUM
5. ให้แนวท่อทั้งหมดเดินคู่ขนานไปด้วยกัน และอยู่บน RACK หรือ HANGER เดียวกัน
6. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING ในการเดินท่อ โดยแสดงแนวท่อ, ขนาดท่อ, จุดแขวน หรือรับท่อ เพื่อขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง
7. ระบบท่อที่ติดตั้งอยู่เหนือฝ้าเพดาน หรือฝังอยู่ภายในผนัง หากจำเป็นต้องเดินอยู่ภายนอกผนัง หรือฝ้าเพดาน หรือส่วนที่ไม่มีฝ้าเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง
8. ท่อแนวตั้งที่ฝังอยู่ในผนังไปยังหัว OUTLET หรือ ZONE VALVE หรืออุปกรณ์อื่นจะต้องติดตั้งท่ออยู่ภายในกล่อง ฝังอยู่ในผนังตลอดแนวตั้งของผนัง พร้อมฝาปิดเสมอปูนฉาบหรือผนังอื่นใด โดยมีขนาดของกล่องตามความเหมาะสม ชนิดของกล่องและฝากล่องทำด้วยอลูมิเนียมแบบกดปิดไม่ใช้สกรูเป็นตัวยึดฝา ให้ผู้รับจ้างทำ SHOP DRAWINGS ขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
9. หลีกเลี่ยงการเดินแนวท่อใกล้กับแนวท่อไฟฟ้า, ท่อลมปรับอากาศ และท่อระบบอื่น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และห้ามเดินท่อทะลุผ่านท่อลมระบบปรับอากาศเป็นอันขาด
10. ท่อที่เดินผ่านทะลุกำแพง, ผนัง หรือพื้นให้หุ้มด้วยท่อ PVC (SLEEVE) ก่อนฉาบปูนทับ
11. แนวท่อที่เดินผ่านทะลุผนังกันไฟ ต้องอุดรูด้วยวัสดุป้องกันไฟ (FIRE RETARDANT SEALANT)
12. ผู้รับจ้างจะต้องต่อสายดิน เชื่อมกับระบบท่ออย่างน้อย 3 จุด ในระบบแนวท่อแก๊สทั้งหมด
13. ห้ามมิให้ใช้ท่อของแก๊สทางการแพทย์ เป็นสายดินสำหรับอุปกรณ์ของระบบอื่นเป็นอันขาด
14. ห้ามมิให้ใช้แก๊สของระบบแก๊สทางการแพทย์ เพื่อประสงค์อื่น นอกจากทางการแพทย์เท่านั้น และจะต้องไม่ใช่สำหรับ NEUMATIC CONTROL ของประตู, เครื่องหนึ่งหรือเครื่องจักรกลอื่น เป็นต้น
15. ห้ามเดินท่อผ่านทะลุท่อลมระบบปรับอากาศ, ผ่านห้องครัว, ห้องไฟฟ้า หรือพื้นที่ใด ๆ ที่มีการเสี่ยงอันตรายจากการรั่วของแก๊ส
16. ข้อควรระวังอย่างยิ่งของการติดตั้งท่อคือ จะต้องระวังการสลับ ติดตั้งเส้นท่อของระบบแก๊สแต่ละชนิด
17. ท่อระบบ VACUUM สำหรับโต๊ะทันตกรรมที่ระบุให้เป็นชนิดเบี่ยงหรือกึ่งเบี่ยง (HIGH FLOW LOW VACUUM) ให้ใช้ เป็นท่อ PVC (POLYVINYL CHLORIDE) CLASS 13.5 ข้อต่อชนิดระบบระบายน้ำเชื่อมด้วยน้ำยาตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 หรือที่ประกาศใช้ใหม่กว่า

บทที่ 13

การเชื่อมท่อ, การทำความสะอาดระบบท่อ และการทดสอบ

1. การเชื่อมท่อทองแดง ให้ใช้วิธี BRAZING เท่านั้น
2. ให้เชื่อมท่อด้วยอุปกรณ์สำหรับการนี้โดยเฉพาะเท่านั้น
3. ลวดเชื่อมที่ใช้จะต้องเป็นลวดเชื่อมเฉพาะ (SILVER BRAZING ALLOY) ที่มีจุดหลอมที่ $600^{\circ} - 800^{\circ}\text{C}$
4. ห้ามใช้ FLUX ในการเชื่อมท่อ โดยทั่วไปลวดเชื่อมที่ใช้เพื่อการนี้จะมีส่วนผสมอยู่แล้ว
5. ในขณะที่ทำการเชื่อมท่อ ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียมแก๊ส NITROGEN ที่ปราศจากความชื้น และน้ำมันปล่อยเข้าไปในเส้นท่อที่กำลังเชื่อม ด้วยอัตราการไหลเบาๆ เพื่อไล่อากาศภายในท่อออก เพื่อป้องกันการเกิด OXIDE ภายในท่อ ห้ามขยายหรือบีบเส้นท่อ เพื่อให้สวมกันได้โดยตรงในการต่อ
6. ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดท่อ และอุปกรณ์ประกอบท่อทั้งหมด ให้สะอาดปราศจากฝุ่นผงหรือคราบไขมัน โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต หรือไตรโซเดียมฟอสเฟต ส่วนผสม 1 ปอนด์ต่อน้ำสะอาด 3 แกลลอน แล้วล้างทำความสะอาดด้วยน้ำร้อน แล้วเป่าให้แห้ง ควรมีการระมัดระวังดูแลเพื่อป้องกันของสกปรกภายในระบบ ผู้ติดตั้ง, ผู้ตรวจสอบ หรือผู้ควบคุมงานจะต้องมีการตรวจสอบดูแลอย่างเคร่งครัด
7. ภายหลังจากการเชื่อมท่อ ส่วนที่ยังไม่เรียบร้อยจะต้องมีการปิดปลายท่อไว้ให้สนิท มิให้มีสิ่งสกปรกเข้าไปในท่อ
8. ภายหลังจากการเชื่อมท่อ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะต้องทำการตรวจสอบรอยรั่วของระบบทั้งหมด และ/หรือแต่ละส่วนของระบบ มิให้มีรอยรั่วด้วยการอัดแก๊ส NITROGEN ที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งานปกติ ไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง
9. ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบแนวท่อของแต่ละระบบ มิให้เกิดการเชื่อมท่อ ไขว้ระบบกัน ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องมีการทำสัญลักษณ์ของระบบท่อของแก๊สแต่ละระบบ
10. เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบระบบโดยการอัดแก๊ส NITROGEN เข้าในเส้นท่อของแต่ละระบบด้วยความดันที่แตกต่างกันอีกครั้งหนึ่ง ภายหลังตรวจรอยรั่วและวัดค่าความดันของแต่ละแนวท่อ ของระบบแก๊สนั้น ๆ แล้ว

บทที่ 14

SUPPORT & HANGER

1. อุปกรณ์การจับยึดท่อให้เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต
2. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ในการจับยึดท่อ และแนวการเดินท่อ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของโครงการ
3. ผู้รับจ้างจะต้องเสนอขออนุมัติรายละเอียดของอุปกรณ์ในการจับ และยึดท่อ ก่อนการดำเนินการติดตั้ง
4. การยึดท่อจะต้องประกอบด้วย SLEEVE PVC หุ้มท่อทองแดงก่อนทุกจุด
5. ระยะห่างของการจับยึด ท่อในแนวระดับให้ปฏิบัติดังนี้

ขนาดท่อ 1/2 นิ้ว	ระยะยึดห่างไม่เกิน	1.80	เมตร
ขนาดท่อ 3/4 นิ้ว	ระยะยึดห่างไม่เกิน	2.00	เมตร
ขนาดท่อ 1 นิ้ว	ระยะยึดห่างไม่เกิน	2.50	เมตร
ขนาดท่อ 1 1/4 นิ้ว - 2 นิ้ว	ระยะยึดห่างไม่เกิน	2.70	เมตร
ขนาดท่อ 2 1/2 นิ้ว ขึ้นไป	ระยะยึดห่างไม่เกิน	3.00	เมตร

บทที่ 15

สัญลักษณ์สี

(COLOUR CODE)

1. ภายหลังจากติดตั้งท่อแล้วเสร็จ ท่อที่เดินอยู่ในฝ้าหรือช่องเดินท่อ หรือในสถานที่มองไม่เห็น (ยกเว้นที่ฝังในผนัง) ผู้รับจ้างจะต้องคาดแถบสีด้วยเทปพลาสติกหนา 0.5 มม. หรือทาสีชนิดคงทนถาวร พร้อมแสดงชนิด และทิศทางการไหลของ GAS แต่ละชนิด ในเส้นท่อด้วยขนาดความกว้างของแถบสี 0.20 เมตร โดยมีระยะของแถบสีดังนี้
 - เส้นท่อดึงติดทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 3.00 เมตร
 - ทูกระยะ 1.00 เมตร ห่างจากข้องอ หรือข้อต่อ
 - ทูกระยะ 0.60 เมตร จาก VALVE ทางด้านเข้า, ออก และก่อนเข้า SHAFT หรือส่วนที่ทะลุผ่านกำแพง

2. แถบสีที่ใช้สำหรับ GAS แต่ละชนิดเป็นดังนี้

สีเขียว	สำหรับ	OXYGEN
สีขาว	สำหรับ	VACUUM
สีเหลือง	สำหรับ	MEDICAL AIR
สีน้ำเงิน	สำหรับ	NITROUS OXIDE
สีดำ	สำหรับ	INSTRUMENT AIR
สีเทา	สำหรับ	CARBONDIOXIDE
สีม่วง	สำหรับ	WASTE ANESTHETIC GAS DISPOSAL

3. ในกรณีที่ท่อแก๊สเดินอยู่ในบริเวณที่ไม่มีฝ้าหรือในสถานที่มองไม่เห็น ผู้รับจ้างจะต้องทาสี แสดงชนิดของ GAS แต่ละชนิด ในเส้นท่อด้วยทั้งหมด ตลอดความยาวเส้นท่อ ด้วยสีเดียวกับแถบสีของท่อแก๊สแต่ละระบบ ตามข้อ 2 ข้างบนนี้ และให้แสดงทิศทางการไหลเป็นสีซึ่งมองเห็นได้อย่างชัดเจนส่วนขนาดและระยะตามข้อ 1. โดยมีรายละเอียดของสี ของลูกศร แสดงทิศทาง พร้อมอักษรย่อของแก๊สแต่ละระบบดังนี้

สีขาว	สำหรับ	OXYGEN	อักษรย่อ	คือ	O ₂
สีดำ	สำหรับ	VACUUM	อักษรย่อ	คือ	VAC
สีดํา	สำหรับ	MEDICAL AIR	อักษรย่อ	คือ	MED AIR
สีดํา	สำหรับ	NITROUS OXIDE	อักษรย่อ	คือ	N ₂ O
สีดํา	สำหรับ	CARBONDIOXIDE	อักษรย่อ	คือ	CO ₂
สีขาว	สำหรับ	INSTRUMENT AIR	อักษรย่อ	คือ	IA
สีขาว	สำหรับ	WASTE ANESTHETIC GAS DISPOSAL	อักษรย่อ	คือ	WAGD

หมายเหตุ: สีแสดงสัญลักษณ์ของ GAS และสีตัวอักษรสามารถอิงกับมาตรฐาน NFPA

บทที่ 16

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ

<u>MAT.& EQUIP. LIST</u>	<u>PRODUCT</u>
1. STATION OUTLET	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, SILBERMANN
2. MEDICAL AIR PLANT	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, SILBERMANN
3. MEDICAL VACUUM PLANT	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, SILBERMANN
4. DENTAL AIR PALNT	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, DURR DENTAL SILBERMANN
5. DENTAL VACUUM PLANT	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, DURR DENTAL SILBERMANN
6. MASTER ALARM AND LINE ALARM	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, SILBERMANN
7. MANIFOLD	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, SILBERMANN
8. SHUT-OFF VALVE	AMICO, BEACONMEDAES, CHEMETRON, DRAGER SILBERMANN
9. OXYGEN REGULATOR	EWO, HARRIS, REGO, VICTOR, BEACONMEDAES
10. COPPER TUBE AND FITTING	CAMBRIDGE, KEMBLA, MUELLER, WOLVERINE,NIBCO



โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทยศาสตร์

โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

รายการประกอบแบบ

- งานระบบไฟฟ้า
พร้อมรายการคำนวณ

เล่มที่ 3-1

ที่ปรึกษาออกแบบ

บริษัท ที.พี.เอฟ.ซี. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

บริษัท แอเวีย จำกัด

บริษัท แมสซีฟ ดีไซน์ จำกัด

บริษัท อีเอ็มเอส คอนซัลแตนท์ จำกัด

โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทยศาสตร์

โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

รายการประกอบแบบ

- งานระบบไฟฟ้า
พร้อมรายการคำนวณ

เล่มที่ 3-1

ที่ปรึกษาออกแบบ

บริษัท ที.พี.เอฟ.ซี. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

บริษัท แอเรีย จำกัด

บริษัท แมสซีพี ดีไซน์ จำกัด

บริษัท อีเอ็มเอส คอนสตรัคชั่น จำกัด

รายการประกอบแบบก่อสร้าง
โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทย์ธรรมศาสตร์
โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ
งานระบบไฟฟ้า

สารบัญ

หน้า

รายละเอียดงานระบบไฟฟ้า

บทที่ 1 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป	1
บทที่ 2 มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง	4
บทที่ 3 ขอบเขตของงาน.....	5
บทที่ 4 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร	6
บทที่ 5 สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง.....	8
บทที่ 6 FEEDER AND PLUG-IN BUSWAY	10
บทที่ 7 PLUG-IN CIRCUIT BREAKER UNIT	11
บทที่ 8 MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) AND DISTRIBUTION BOARD (DB)	12
บทที่ 9 PANEL BOARD สำหรับ LIGHTING & POWER.....	14
บทที่ 10 ISOLATING PANEL BOARD	15
บทที่ 11 เครื่องกำหนดไฟฟ้าฉุกเฉิน.....	16
บทที่ 12 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)	19
บทที่ 13 ระบบท่อร้อยสาย.....	20
บทที่ 14 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ.....	22
บทที่ 15 สายไฟฟ้า	24
บทที่ 16 โคมไฟฟ้า	25
บทที่ 17 สวิตช์และปลั๊ก.....	26
บทที่ 18 ระบบสายดิน	27
บทที่ 19 ระบบสายล่อฟ้า.....	28
บทที่ 20 CAPACITOR AND CONTROLLER.....	29
บทที่ 21 CONTACTOR & STARTER.....	30
บทที่ 22 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ	31
บทที่ 23 อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ	32
บทที่ 24 ตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง.....	33
บทที่ 25 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออกฉุกเฉิน	34
บทที่ 26 การอุดช่องเปิดด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม	36
บทที่ 27 ระบบบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	37
บทที่ 28 ระบบสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน	40
บทที่ 29 ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ	43

บทที่ 1

รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป

1. ขอบเขตของรายละเอียดประกอบแบบ

ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบตามแบบแปลน และตามรายละเอียดประกอบแบบนี้ โดยต้องได้รับการอนุมัติ เป็นลายลักษณ์อักษรจากผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรผู้ออกแบบ หรือผู้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง วิศวกรผู้ได้รับ มอบอำนาจจากเจ้าของ หรือผู้ว่าจ้าง คือผู้ที่ได้รับอำนาจในการลงนามอนุมัติ ในกรณีที่รายละเอียดประกอบ แบบนี้ขัดกับแบบแปลน หรือไม่ตรงจากแบบ ให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรหรือผู้รับมอบอำนาจจากผู้ว่าจ้าง เป็นผู้ชี้ขาด การลงนามในสัญญาถือว่า ผู้รับจ้างได้ศึกษาแบบและรายละเอียดประกอบแบบ ตลอดจนรายการ ประกอบแบบอื่น ๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตาม สัญญา

2. แบบ

ตำแหน่งของอุปกรณ์ในแบบอาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างเล็กน้อย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพหน้างานและความ เหมาะสมในปัจจุบัน และลักษณะโครงสร้างของอาคาร ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อนการ เปลี่ยนแปลง

3. อุปกรณ์

ผู้รับจ้างขออนุมัติอุปกรณ์ที่แสดงในแบบ ต้องส่งตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์ หรือแคตตาล็อก ให้วิศวกร พิจารณาอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน โดยมีบัญชีรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่แนบท้ายเป็น รายชื่อผลิตภัณฑ์ที่วิศวกรผู้ออกแบบเห็นควรพิจารณาอนุมัติ โดยไม่ได้เรียงลำดับก่อนหรือหลังในการอนุมัติ ผู้รับจ้างสามารถเลือกเสนอขออนุมัติใช้ผลิตภัณฑ์หนึ่งในรายชื่อเพื่อยื่นขออนุมัติ หากนำไปใช้ก่อนโดยมิได้รับ ความเห็นชอบจากวิศวกรแล้วปรากฏว่าวัสดุ หรืออุปกรณ์นั้น ๆ ไม่ถูกต้องตามแบบหรือรายละเอียดประกอบ แบบ ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายและทำการรื้อถอน เพื่อเปลี่ยนวัสดุ หรืออุปกรณ์ให้ตรงกับแบบและ รายละเอียดประกอบ แบบ อุปกรณ์ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานและต้องอยู่ในสภาพที่ไม่ชำรุด บุก แตกกร้าว และต้องเป็นแบบใหม่ล่าสุดของผู้ผลิต กรณีเกิดเหตุสุดวิสัยที่พิสูจน์ได้จนเป็นที่ยอมรับ ผู้รับจ้าง สามารถเสนอขออนุมัติเทียบเท่าในบริบทนั้น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล ตลอดจนรายละเอียด ทางเทคนิค และราคาเปรียบเทียบโดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้ พิจารณาอนุมัติ

ทั้งนี้ ผู้รับจ้าง ต้องจัดทำแผนงานการส่งตัวอย่างวัสดุ และอุปกรณ์โดยกำหนดวันส่งขออนุมัติ และวันที่ส่ง เข้าหน่วยงานก่อสร้างทุกรายการ เพื่อขออนุมัติให้สอดคล้องกับแผนงานการดำเนินการก่อสร้าง

5. การประสานงาน

ผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน ด้านสถาปัตยกรรมและด้านโครงสร้างประกอบกับงานระบบ เพื่อให้การติดตั้ง งานระบบสามารถติดตั้งได้สอดคล้องกับงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้หากพบว่าเกิดข้อขัดแย้ง ขึ้น ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในค่าใช้จ่ายที่จะต้องแก้ไขทั้งสิ้น

6. การทดสอบระบบและอุปกรณ์

หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบระบบ และอุปกรณ์ของระบบต่อหน้า เจ้าของ และวิศวกร ตามวิธีการในรายละเอียดที่วิศวกรกำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบทั้งหมด

7. การรับประกันคุณภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิด และคุณภาพของการติดตั้งระบบนี้เป็นเวลา 2 ปี นับจากวันที่ลงนามตรวจรับงานงวดสุดท้าย โดยวิศวกรหรือผู้ว่าจ้าง ในระหว่างระยะเวลารับประกันดังกล่าว หากมีวัสดุอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนชำรุดใช้งานไม่ได้ หรือทำงานไม่สมบูรณ์ อันเนื่องมาจากความบกพร่องของ วัสดุอุปกรณ์ หรือความบกพร่องในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และ/หรือ เปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วน นั้น ๆ โดยไม่คิดราคาจากผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่รีบดำเนินการแก้ไข ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลง ข้อบกพร่อง หรือความเสียหายดังกล่าว ผู้ว่าจ้างสามารถทำการจ้างผู้อื่นมากระทำการแทน โดยคิด ค่าใช้จ่ายกับผู้รับจ้างได้

8. แบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING)

ผู้รับจ้างที่จะต้องจัดทำแบบรายละเอียดการติดตั้ง (SHOP DRAWING) วิธีการติดตั้งและการจัดเตรียม อุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกชนิดที่จำเป็นหรือตามที่วิศวกรเห็นว่าจำเป็น ขนาดของช่องเปิด สำหรับการซ่อมบำรุง เพื่อไม่ก่อให้เกิดปัญหาที่ระบบอื่น ไม่ว่าจะเป็นส่วนของงานด้านสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง งานตกแต่ง ภายใน และงานระบบอำนวยความสะดวกทั้งหมด เพื่ออนุมัติก่อนการติดตั้งเสนอต่อวิศวกร เพื่ออนุมัติก่อน ดำเนินการติดตั้งไม่น้อยกว่า 21 วัน หากมิได้รับการอนุมัติ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการแก้ไข และส่งให้ใหม่ ภายใน 7 วัน หลังจากวันที่ได้รับแจ้ง

9. แผนงานและรายงานความคืบหน้าของงาน

ผู้รับจ้างจะต้องส่งแผนงานการทำงานโดยละเอียดทั้งหมดของระยะเวลาในการติดตั้ง และรายงานความ คืบหน้าของงานทุก ๆ เดือน ต่อวิศวกร และผู้ควบคุมงานคนละ 1 ชุด ไม่เกินวันที่ 5 ของทุก ๆ เดือน จนกว่างานจะแล้วเสร็จ

10. วิศวกรประจำหน่วยงาน

ผู้รับจ้างจะต้องมีวิศวกรที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.) ประจำหน่วยงาน ตลอดเวลา ทำงานไม่น้อยกว่า 1 ท่าน โดยวิศวกร หรือผู้รับมอบอำนาจ จะต้องถือครองงานได้จนกว่างานจะได้รับ มอบโดยผู้ว่าจ้าง

11. การตรวจสอบผลงาน (INSPECTION)

ในระหว่างการติดตั้งระบบ ผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรมีสิทธิ์ที่จะขอตรวจสอบผลงาน โดยผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกตามที่วิศวกรร้องขอ และมีสิทธิ์ที่จะระงับให้ผู้รับจ้างหยุดปฏิบัติงานในหน่วยงานได้ทันที หาก พบว่าผลงานการติดตั้ง หรือบุคคลดังกล่าวไม่มีคุณสมบัติเพียงพอในการปฏิบัติงาน

12. ความรับผิดชอบต่อความเสียหาย

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อความเสียหายใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นแก่ทรัพย์สิน และบุคคลอื่น เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ หรือความประมาทที่เกิดขึ้นจากการกระทำของผู้รับจ้าง

13. แบบแปลนที่ติดตั้งจริง (REPRODUCIBLE AS BUILT DRAWINGS)

หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จในแต่ละส่วนของงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำสำเนาแบบแปลนที่ติดตั้งจริง มาตราส่วน 1:100 จำนวน 1 ชุด เสนอต่อวิศวกรของผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบทุกครั้ง ตามที่วิศวกรจะร้อง ขอให้ผู้รับจ้างทำส่ง และภายหลังที่งานติดตั้งทั้งระบบแล้วเสร็จสมบูรณ์ ผู้รับจ้างต้องส่งมอบแบบแปลนที่วิศวกร ได้ตรวจสอบแล้วดังกล่าว ส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างเป็นพิมพ์เขียว 3 ชุด และกระดาษไขอีก 1 ชุด และแผ่น DISC ที่บันทึกข้อมูลแบบแปลนงานระบบด้วยโปรแกรม AUTO CAD อีก 1 ชุด ก่อนการตรวจรับมอบงาน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วัน

14. ป้ายชื่ออุปกรณ์ (NAME PLATE)

อุปกรณ์หลักทุกตัวหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องติดตั้งป้ายชื่อ เพื่อระบุความสามารถหน้าที่ และ ส่วนงานที่อุปกรณ์นั้น ทำหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่ให้ติดตั้งป้ายชื่อ หรือเลขหมายชนิดคงทนถาวร ทำด้วย ทองเหลือง ทองแดง หรือสแตนเลส ทั้งนี้เป็นอำนาจของวิศวกรที่จะกำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนี้ ทั้งหมดตามความเหมาะสม

15. การทาสี

ในกรณีที่มีแนวท่อหรือมีการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ ในบริเวณที่ไม่มีผ้าเพดาน หรือบริเวณที่สามารถ มองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทาสีวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด รายละเอียดสีและชนิดของสีจะกำหนดให้ ภายหลัง โดยต้องได้รับการอนุมัติเพื่อดำเนินการทาสีโดยสถาปนิก

16. การฝึกอบรม และคำแนะนำช่างให้กับผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำ และฝึกช่างของผู้ว่าจ้างให้มีความสามารถในการใช้ และควบคุมการทำงาน ตลอดจน บำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด จนเป็นที่เข้าใจโดยละเอียด

17. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (INSTRUCTION MANUAL FOR OPERATING AND MAINTENANCE)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดมอบหนังสือคู่มือการใช้ การซ่อมบำรุง และรายการอะไหล่ อุปกรณ์ (PART LIST) ของ อุปกรณ์หลักทั้งหมดแก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 5 ชุด ในวันส่งมอบงาน

18. แผนภูมิ และ แผนภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนภูมิ และ/หรือ แผนภาพ แสดงการทำงาน โดยระบุ ขนาด, ชื่อ และตำแหน่ง ของอุปกรณ์หลักแต่ละตัวด้วยแผ่นพลาสติก หนาอย่างน้อย 3 มม. ขนาดที่มองเห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้แผนภูมิ และ/หรือ แผนภาพดังกล่าวจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรก่อนดำเนินการจัดทำ

บทที่ 2

มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง

(STANDARD OF PRODUCTION AND INSTALLATION)

อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบ ประกอบ และทดสอบ ตลอดจนวิธีการติดตั้งตาม มาตรฐานของ

NEC	-	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	-	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
IEC	-	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
UL	-	UNDERWRITERS LABORATORIES
ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
ASA	-	AMERICAN STANDARD ASSOCIATION
IEEE	-	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEER
JIS	-	JAPAN INDUSTRIAL STANDARD
DIN	-	DEUTSCHE INDUSTRIE NORM
EIT	-	ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND
MEA	-	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
PEA	-	PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY
NFPA	-	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
FM	-	FACTORY MANUAL
IES	-	ILLUMINATION ENGINEERING SOCIETY
TISI	-	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE

บทที่ 3

ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

1. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาช่างฝีมือที่ดี แรงงาน และเครื่องมือ เครื่องใช้ทั้งหมดที่จำเป็นตามหลักวิชาช่างที่ดี ติดตั้งระบบทั้งหมดที่ปรากฏในแบบแปลน และรายละเอียดประกอบแบบ ในกรณีที่แบบแปลน หรือ รายละเอียดประกอบแบบมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นที่จะต้องติดตั้งเพิ่มเติม เพื่อให้ระบบใช้งานได้สมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบเป็นลายลักษณ์อักษร ก่อนเซ็นสัญญา งานติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ เพิ่ม มิฉะนั้นผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และเป็น ผู้ดำเนินการเองทั้งหมด และหากวัสดุอุปกรณ์ตามที่ระบุในรายละเอียดประกอบแบบหรือในแบบ เป็นรุ่น ผลิตภัณฑ์ที่ยกเลิกการผลิตหรือมีการพัฒนาเป็นรุ่นที่มีเทคโนโลยีที่สูงขึ้น ให้ผู้รับจ้างจัดหาวัสดุอุปกรณ์ ที่เป็นรุ่นปัจจุบันมาทำการติดตั้งแทนโดยไม่ถือเป็นงานเพิ่มเติม
2. ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ประสานงานกับการไฟฟ้าในส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการไฟฟ้าฯ แทนผู้ว่าจ้างทั้งหมด โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ดำเนินการยื่นการขอใช้ไฟฟ้าทั้งหมดกับการไฟฟ้าฯ รวมทั้งเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ทั้งหมดค่าบริการการขอใช้ไฟฟ้า ค่าธรรมเนียม ค่าสมทบ ค่าต่อกระแสไฟฟ้า ค่าตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า และอื่น ๆ เป็นต้น ให้แก่การไฟฟ้าตามที่การไฟฟ้าเรียกเก็บแทนผู้ว่าจ้างทั้งหมด โดยรวมอยู่ในราคา ประมูลทั้งนี้จะอ้างสาเหตุอื่นอีกมิได้ เงินค่าประกันการใช้ไฟฟ้าเท่านั้น ที่ผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้ออกหนังสือค่า ประกันจากธนาคารให้แก่การไฟฟ้าฯ
3. ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานในส่วนขอบเขตงานการติดตั้งสายเมนไฟฟ้าเพื่อทราบตำแหน่งที่ไปจ่าย ให้กับแผงเมนหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในแบบแปลนระบบไฟฟ้าให้กับระบบอำนวยความสะดวก อื่นๆ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล เพื่อป้องกันการต่อสายในภายหลัง

บทที่ 4

หม้อแปลงไฟฟ้า

POWER TRANSFORMER

ชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและ ออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ NEMA , ANSI , VDE , TIS และของการไฟฟ้านครหลวง ต้องรับประกันว่าหม้อแปลงที่ติดตั้งเป็นของใหม่แบบล่าสุด ทำจากโรงงานนานไม่เกินหนึ่ง (1) ปี ยังไม่เคยติดตั้งใช้งานที่ใด
2. ถังหม้อแปลง (Transformer Tank) ต้องเป็นเหล็กเติมน้ำมันเต็มไร้โพรงอากาศ และปิดผนึกแน่น (Hermetically Sealed Without Gas Cushion) ตัวถังทำเป็นรูปคลื่น (Corrugated) พร้อมครีบริบายความร้อน (Cooling Fin) มีความยืดหยุ่นและคงทนต่อแรงดันน้ำมันที่มีการขยายตัวเมื่อมีความร้อนสูง และต้องปราศจากการรั่วซึมของน้ำมัน
3. ต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ของอุปกรณ์ รวมทั้ง IMPULSE TEST จากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการรับรองให้ใช้จากการไฟฟ้าท้องถิ่น ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบทั้งสิ้น หากการไฟฟ้าท้องถิ่นไม่ยอมให้ใช้หม้อแปลงที่ส่งมอบ ผู้รับจ้างจะต้องนำหม้อแปลงใหม่ที่ถูกต้องมา เปลี่ยนให้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น
4. รายละเอียดทางเทคนิค
 - RATED OUTPUT POWER ตามที่ระบุในแบบ
 - RATED PRIMARY VOLTAGE 12 kV. หรือ 22 kV. หรือ 12/24KV. หรือ 33 kV. หรือ ตามกำหนดในแบบ
 - RATED SECONDARY VOLTAGE 240/416 V. สำหรับการไฟฟ้านครหลวง หรือ 230/400 V. สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
 - PRIMARY CONNECTION DELTA
 - SECONDARY CONNECTION STAR - GROUNDED
 - RATED FREQUENCY 50 HZ
 - OFF-LOAD TAP CHANGER $\pm 4 \times 2.5 \%$ สำหรับการไฟฟ้านครหลวง หรือ $\pm 2 \times 2.5 \%$ สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
 - AMBIENT TEMPERATURE 50°C
 - TEMPERATURE RISE 60°C
 - IMPEDANCE VOLTAGE ไม่ต่ำกว่า 6%
 - BASIC IMPULSE LEVEL(BIL) 125 KV
 - COOLING SYSTEM NATURAL SELF-COOLED
5. อุปกรณ์ประกอบ
 - OIL DRAIN VALVE
 - PRESSURE RELIEF DEVICE
 - THERMOMETER

6. จะต้องมี NAME PLATE ทำด้วยโลหะติดกับอุปกรณ์ แสดงขนาด และรายละเอียดต่าง ๆ พร้อมชื่อโรงงานผู้ผลิต
7. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของหม้อแปลงและวิธีการจัดเรียงตำแหน่งหม้อแปลงร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ตามความเหมาะสมกับสถานที่ ตลอดจนการเข้าสายแรงสูง และแรงต่ำ เพื่อขอความเห็นชอบจากการไฟฟ้า และ/หรือ วิศวกร
8. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ NEUTRAL GROUNDING แยกต่างหากจาก EQUIPMENT GROUND ไปยัง GROUND ROD ขนาด 5/8 นิ้ว ยาว 3.00 เมตร ชนิด COPPER CLAD STEEL ส่วนขนาดของสาย GROUND ให้ดูจากแบบ
9. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตู้ครอบ ตัวหม้อแปลงตามที่ระบุในแบบ ให้เรียบร้อยสวยงาม

บทที่ 5

สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง

MEDIUM VOLTAGE METAL ENCLOSED SWITCHGEAR

1. SF6 GAS INSULATED RING MAIN UNIT

- 1.1 ตัวตู้เป็นแบบประกอบสำเร็จทั้งชุดจากโรงงานผู้ผลิตตามมาตรฐานของ INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC) แบบ SELF SUPPORT, FLOOR MOUNTED
- 1.2 ตัวสวิตช์เป็นแบบ 3 POLES จำนวน INCOMING CABLE FEEDER และจำนวน TRANSFORMER FEEDER ให้ดูตามแบบ
- 1.3 จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานที่ผลิตเป็นประจำ และต้องผ่านการอนุมัติจาก การไฟฟ้า
- 1.4 SERVICE CONDITIONS ไม่ต่ำกว่ารายละเอียด ดังนี้ :
 - APPROXIMATE ALTITUDE 10 METER ABOVE MEAN SEE LEVEL
 - MAX. TEMPERATURE 40 °C
 - MEAN TEMP. IN ANY ONE YEAR 30 °C
 - MEAN RELATIVE HUMIDITY IN ANY ONE YEAR 79%
 - MEAN MAX. RELATIVE HUMIDITY IN ANY ONE YEAR 94%
 - OPERATING IN FULL RATINGS WITHOUT AND DERATING FACTORS
- 1.5 RATINGS AND FEATURES
THE RING MAIN UNIT SHALL HAVE THE FOLLOWING RATINGS:

RATED VOL TAGE	24KV.
RATED IMPULSE WITHSTAND VOLTAGE	125KV.
RATED POWER FREQUENCY WITHSTAND VOLTAGE	50KV.
- FOR CABLE FEEDER	
RATED MORMAL CURRENT	630A.
RATED SHORT TIME CURRENT (1 SEC.)	
AT 12/24KV.	16/8KA.
RATED SHORT CIRCUIT MAKING CURRENT AT12/24 KA.	40/20KA.
- FOR TRANSFORMER FEEDER	
RATED NORMAL CURRENT	200A.
RATED BREAKING CAPACITY AT 12/24 KV	16/8KA.
- 1.6 โครงสร้างตัวตู้ ประกอบด้วย METAL-ENCLOSED HERMETIC SEALED IN SF6 โดยมี CLASS ของ PROTECTION ตาม IP65 ตัวตู้ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นสีขึ้น สู้ดทำย
 - กล่องบรรจุตัว SWITCH เป็นแบบ GASTIGHT มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงอัดจาก SHORT CIRCUIT CURRENT
 - SWITCH สำหรับ CABLE FEEDER ต้องเป็นแบบชนิด ON LOAD SPRINGCHARGE, MAUAL OPERATED พร้อมด้วย MECHANICAL SWITCH POSITION INDICATOR ตัว EARTHING SWITCH จะต้อง มี RATED SHORT CIRCUIT MAKING CURRENT

- ไม่น้อยกว่า 40 KA PEAK พร้อม MECHANICAL POSITION INDICATOR โดยผ่านการตรวจสอบตามข้อ 4 ของ IEC265-1
- SWITCH สำหรับ TRANSFORMER FEEDER เป็นแบบ CIRCUIT BREAKERS ชนิด MECHANISM STORED ENERGY ฝาตู้จะต้องมี INTERLOCKED กับตัว SWITCH ของ TRANSFORMER FEEDER และผ่านการตรวจสอบตามข้อ 4 IEC 420
 - สวิตช์ของ CABLE FEEDER, TRANSFORMER FEEDER จะต้องประกอบด้วย EARTHING SWITCH ทั้งคู่ และมี INTERLOCKED สำหรับป้องกันการ CLOSE ในเวลาพร้อมกัน
- 1.7 มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้คือ
- FAULT INDICATOR WITH AUTOMATIC INDIATION RESETTING ON EACH PHESE
 - VOLTAGE INDICATOR LAMP FOR EACH PHASE แสดงตำแหน่งเปิด-ปิด ของ SWITCH
 - FACILITIES TO TEST THE CABLE FEEDERS
 - FACILITIES TO CHECK WEATHER THE GAS CONTAINER
- 1.8 ผู้รับจ้างจะต้องต่อสายดินอย่างน้อย 2 จุด สำหรับ RING MAIN UNIT แต่ละชุด และ อุปกรณ์ต่อสายดินต้องเป็นชนิด NONCORROSIVE เช่น COPPER ALOY เป็นต้น

บทที่ 6

FEEDER AND PLUG-IN BUSWAY

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ NEMA, UL หรือ NEC บัสเวย์จะต้องผลิตประกอบ จากโรงงานผู้ผลิต บัสเวย์ในทวีปยุโรป หรือ อเมริกา
2. บัสเวย์ที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันน้ำ (Weather Proof) โดยมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP67 และบัสเวย์ที่ติดตั้งภายในอาคารจะต้องมีระดับการป้องกันน้ำไม่น้อยกว่า IP55 บัสเวย์ที่ติดตั้งทะลุพื้น หรือผนังกันไฟต้องมีวัสดุกันไฟลาม (Fire Stop, Fire Barrier) ติดตั้ง ปลายของบัสเวย์ทั้งหมดต้องมีฝาครอบปิด (End Cap)
3. ตัว BUSWAY และ FITTING ทั้งหมดเป็นแบบ ALUMINIUM อยู่ภายในกล่องหุ้มปิด (Totally Enclosed non-ventilated Housing) เพื่อป้องกันฝุ่น และความเสียหายทางกล
4. CONTACT POINT ทุกจุดตั้งฉาบด้วย SILVER หรือ TIN PLATED หรือวัสดุอื่นที่อนุญาติแล้วว่าเทียบเท่า
5. มีฉนวนที่สามารถทนความร้อนได้ 130°C ที่ 40°C CLASS B
6. มีฉนวนหุ้มตลอดความยาว ยกเว้นที่ CONTACT POINT
7. ขนาด RATING ต่าง ๆ ให้ดูจากแบบ
8. เป็นแบบ THREE PHASES, FOUR WIRES, FULL NEUTRAL 50 HZ. ,600 VOLTS.
9. ความยาวของ BUSWAY มาตรฐาน 1 ท่อน ต่อความยาว 10 ฟุต ในกรณีที่ เป็นแบบ PLUG-IN BUSWAY จะต้อง มี PLUG-IN OPENING ข้างละ 5 ช่อง และในแต่ละช่องจะต้องสามารถต่อกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้ อย่างน้อย 50% ของ 5 ช่อง และในแต่ละช่องจะต้องสามารถต่อกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้ อย่างน้อย 50% ของ RATED ทั้งยังเป็นแบบที่สามารถเปิดออกตรวจสอบรอยต่อของ BUSWAY แต่ละท่อนได้ ในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่
10. ในกรณีที่ BUSWAY ของแต่ละชุดมีความยาวมาก ถ้าจำเป็นต้องมี EXPANSION SECTION ด้วย จะต้อง มี AMPERE RATING ไม่น้อยกว่า BUSWAY
11. SOPPORT หรือ HANGER สำหรับยึดหรือแขวน BUSWAY ในแนวนอน หรือแนวตั้ง จะต้อง เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับ BUSWAY การติดตั้ง รวมทั้งตำแหน่งการยึด หรือแขวน ให้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต และจะต้องไม่ไปปิดตำแหน่งของรู PLUG-IN
12. ก่อนที่ผู้รับจ้างจะทำการสั่งซื้อ BUSWAY และ FITTING ตลอดจนอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดผู้รับจ้าง จะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS แสดงแนวทาง และวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานให้วิศวกร อนุมัติก่อน
13. BUSWAY และ FITTING ทั้งหมดจะต้องมีตรา UL ประทับและต้องมีค่า SHORT CIRCUIT RATING ไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในแบบ

บทที่ 7

PLUG-IN CIRCUIT BREAKER UNIT

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและ ออกแบบผ่านการทดสอบมาตรฐานของ NEMA, UL และ NEC
2. ตัว PLUG-IN CIRCUIT BREAKER UNIT จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์โรงงานเดียวกับ BUSWAY และเป็นแบบ ที่ออกแบบไว้ใช้กับ BUSWAY โดยเฉพาะ
3. จะต้องมี SAFETY INTERLOCKED ในขณะที่ CIRCUIT BREAKER อยู่ในตำแหน่ง ON จะ เปิดฝา PLUG-IN UNIT ไม่ได้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าฝาตู้ของ UNIT เปิดอยู่ CIRCUIT BREAKER ก็ไม่สามารถ ON ได้
4. AMPERE RATING ของ PLUG-IN CIRCUIT BREAKER ให้ดูจาก SINGLE LINE DIAGRAM ในแบบ
5. PLUG-IN UNIT ทุกตัวต้องมีตรา UL ประทับ
6. ตัวตู้ของ PLUG-IN UNIT จะต้องยึดติดแน่นอยู่กับ HOUSING ของ BUSWAY อย่างแข็งแรง

บทที่ 8

MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB)

และ DISTRIBUTION BOARD (DB)

1. ตัวตู้รวม หมายถึงตู้ MAIN ของ EMERGENCY ด้วย (ถ้ามี)
2. เป็นตู้ซึ่งสามารถผลิตและประกอบขึ้นได้ภายในประเทศ โดยเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ IEC ANSI, การไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือมอก.
3. ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ ที่ติดตั้งอยู่ในตัวตู้ทุกชั้นซึ่งได้มาตรฐาน UL, NEMA, ANSI, IEC, DIN, TIS เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ขนาดของตู้ การจัดเรียงอุปกรณ์ภายในตู้ทุกชั้นอย่างละเอียด ตำแหน่งของตู้ที่จัดวางภายในห้องเครื่อง สีของตู้ เพื่อขออนุมัติก่อนการประกอบตู้และติดตั้ง
5. รายละเอียดทางเทคนิคของตู้
 - โครงสร้างตัวตู้ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กและโครงเหล็กชุบด้วยกรรมวิธี HOT DIP GALVANIZED หรือ ELECTROLYTIC ZINC PLATED ทั้งหมด
 - ความหนาเหล็กโครงตู้ ไม่น้อยกว่า 3.0 มม.
 - ความหนาของเหล็กแผ่นทำตู้ ไม่น้อยกว่า 2.0 มม.
 - พ่นสีกันสนิมหนึ่งชั้นและสีภายนอกอีก 2 ชั้น
 - ฝาด้านบน ให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ แบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน Cable Compartment ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรูหรือนอต ขนาดและจำนวนเหมาะสม ให้มีความแข็งแรงมั่นคง
 - ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝา และการยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน
 - ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้าน ให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบรูปด้านละ 1 ชั้น ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วยสกรู หรือนอต ขนาดและจำนวนที่เหมาะสมให้ความแข็งแรง แต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิตช์หลายส่วน (Vertical Section) เรียงต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วน เป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันต่อกัน ให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทน โดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ
 - ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบมีด้านหนึ่งยึดกับโครงสร้างแผงสวิตช์ด้วย Removable Pin Hinges เพื่อความสะดวกในการเปิดและถอดฝา ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock ยกเว้นกรณีที่เป็นแผงสวิตช์ที่ไม่มีการตรวจหรือซ่อมบำรุง ด้านหลัง ให้ฝาด้านนี้เป็นเช่นเดียวกับฝาด้านข้าง
 - ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น Key Lock ฝาสำหรับ Metering & Control Compartment ให้แยกเป็นอีกฝาหนึ่ง
 - ฝาดูทุกด้าน ต้องมีสายดินทองแดงชุบแบบถักแบน ต่อลงดินที่โครงตู้
6. รายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ภายในตู้
 - 600 VOLTS AC MAXIMUM 50 HZ. THREE PHASE FOUR WIRES 50% NEUTRAL WITH 25% GROUND BAR

- หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นขนาดของ CIRCUIT BAEAKER และ BUS BARS จะต้องมิต่ำกว่าค่ากระแสตามที่แสดงไว้ในแบบ มี HEAT RISE TEST ที่จุดต่อเชื่อม ณ จุดใด ๆ ภายในตู้ต้องไม่เกิน 50 °C จาก AMBIENT TEMPERATURE ตามมาตรฐาน UL 67
 - ตัวตู้และอุปกรณ์ภายในตู้ทั้งหมด จะต้องมิต่ำกว่าค่ากระแส SHART CIRCUIT ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบหรือใน LOAD SCHEDULE
 - BUS BARS เป็นชนิดทองแดง มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% จะต้องประกอบ และยึดด้วย INSULATOR SUPPORTอย่างแข็งแรง สามารถต้านทานกระแสลัดวงจร ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรของขนาด MAIN CIRCUIT BREAKER หรือดูจาก LOAD SCHEDULE
 - ขนาดของ BUS BARS ต้องไม่เล็กกว่า 1000 AMPS. ต่อพื้นที่หน้าตัดของทองแดงหนึ่งตารางนิ้ว โดยมี AMPACITY ไม่น้อยกว่า 125% ของค่ากระแส FULL LOAD ทั้งหมด และห้ามมิให้ลดขนาดช่วงใดช่วงหนึ่งตลอดความยาวของ MAIN BUS BARS
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CIRCUIT BREAKER ขนาดต่ำกว่า 1600 AMPS. ให้เป็นแบบ FIXED TYPE MANUAL OPERATED MOLDED CASE ADJUSTABLE TRIP
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CIRCUIT BREAKER ขนาด 1600 – 2500 AMPS. ให้เป็นแบบ SOLID STATE TRIP MANUAL OPERATED MOLDED CASE
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น CIRCUIT BREAKER ขนาดเกินกว่า 2500 AMPS. ให้เป็นแบบ AIR CIRCUIT BREAKER , ELECTRICAL OPERATED
 - MAIN CIRCUIT BREAKER ของ MDB ต้องประกอบด้วย PHASE PROTECTION, UNDER VOLTAGE , OVER VOLTAGE พร้อมด้วย LONG AND SHORT TIME DELAY
 - ขนาด INTERRUPTING CAPACITY ของ CIRCUIT BREAKER ทุกตัว ให้ดูรายละเอียดจาก LOAD SCHEDULE
7. หากมิได้กำหนดขนาดของตู้ไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำตู้ให้มีขนาดเพียงพอ ต่อการเชื่อมต่อสายจาก CIRCUIT BREAKER และต้องมี SAFETY BARRERS ภายในตู้พร้อมช่องใส่ CIRCUIT DIRECTORY ชนิดติดตั้งถาวรภายในตู้
8. ภายในของแผงสวิตช์ แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในออกเป็นช่อง ๆ (COMPARTMENT) อย่างน้อย 4 ช่องดังนี้
- CIRCUIT BREAKER COMPARTMENT สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต่างๆ
 - METERING & CONTROL COMPARTMENT สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัด, อุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้ง TERMINAL BLOCK สำหรับต่อสายระบบควบคุมและสัญญาณเตือน โดยปกติช่องนี้ให้จัดไว้ที่ส่วนบนของแผงสวิตช์
 - BUSBARS COMPARTMENT เป็นช่องสำหรับติดตั้ง BUSBARS ทั้ง HORIZONTAL และ BUSBARS ปกติให้จัดอยู่ในส่วนหลังของแผงสวิตช์
 - CABLE COMPARTMENT จัดไว้สำหรับเป็นช่องวางสายไฟฟ้กำลัง (POWER – CABLE) เข้า – ออก จากแผงสวิตช์
- แต่ละช่องที่กล่าวแล้ว ต้องมีแผ่นวัสดุกันแยกกันไว้เพื่อไม่ให้เกิดการสัมผัสถึง จากช่องหนึ่งไปยังอีกช่องหนึ่งได้โดยง่ายแต่ละส่วนของแผงสวิตช์ มีแผ่นโลหะกันแยกส่วนภายในออกจากกัน (SHEET METAL SAFETY PARTITION) แผ่นกันช่องและแยกส่วนของแผงสวิตช์ ต้องเป็นแผ่นเหล็กหนา ไม่น้อยกว่า 2 มม.

บทที่ 9

PANEL BOARD

สำหรับ LIGHTING & POWER

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและ ออกแบบจากโรงงานเดียวกับ CIRCUIT BREAKER ที่ใช้ร่วมกับ PANEL BOARD นี้และผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ IEC , NEMA , UL หรือ ANSI
2. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ตำแหน่งการติดตั้งตลอดจนการจัดแนว CONDUIT หรือ RACE WAY อื่น ๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
3. รายละเอียดทางเทคนิค
 - ต้องมีขนาดของ MAIN LUGS หรือ MAIN CIRCUIT BREAKER และ INTERRUPTING CAPACITY ตาม LOAD SCHEDULE
 - ต้องมีจำนวนช่องที่จะใส่ CIRCUIT BREAKER ไม่น้อยกว่า ใน LOAD SCHEDULE
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น PANEL BOARD จะต้องเป็นชนิด SURFACE MOUNTED
 - CIRCUIT BREAKER ภายในแผงเป็นชนิด PLUG-ON หรือ BOLT-ON, THERMAL-MAGNETIC, MOLDED CASE ขนาดของ AMPERE TRIP, AMPERE FRAME ให้ ดู รายละเอียด จาก LOAD SCHEDULE แต่ละตัว
 - ตัวตู้ต้องเป็นเหล็กชุบสังกะสี และพ่นสีทับอีกอย่างน้อย 2 ชั้น หรือผ่านกรรมวิธีพ่นสีที่ได้รับการอนุมัติแล้ว
 - จะต้องติดตั้งเบอร์ด์ของ CIRCUIT BREAKER และ WIRE MARKER ชนิดถาวรเข้ากับสายไฟทุกเส้นที่อยู่ภายในแผงไฟฟ้า โดยให้เบอร์ด์ตรงกับ CIRCUIT BREAKER นั้น ๆ
 - ผังนั่งร้านในของฝ้าตู้จะต้องติดตั้งตารางแสดงรายละเอียดหน้าที่ของ CIRCUIT BREAKER แต่ละตัวทุกตัว

บทที่ 10

ISOLATING PANEL BOARD

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ NEMA, ANSI หรือ UL
2. ตู้ (ENCLOSURE)
 - ทำด้วยแผ่นเหล็กหนา ไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีล้างสนิม และพ่นสีด้วย BAKED ENAMEL ยกเว้นผาด้านหน้าของตู้จะต้องทำด้วยแผ่น STAINLESS NO. 304 ความหนา ไม่น้อยกว่า 3.2 มม.
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตู้ต้องเป็นแบบฝั้ผนัง และมีประตูปิด-เปิดที่ฝา ด้านหน้า พร้อมด้วยกุญแจล็อคประตู
 - ในกรณีที่ทำงาน FULL LOAD อุณหภูมิที่ฝาตู้ต้องไม่เกิน 50°C และไม่มีผลทำให้อุปกรณ์ภายใน เช่น หม้อแปลง CIRCUIT BREAKER, GROUND DETECTOR เสียหาย
3. หม้อแปลงเป็นแบบขดลวด PRIMARY และ SECONDARY
 - มี ELECTRO STATIC SHIELD ชั้นอยู่ระหว่างขดลวดทั้ง 2 และต่อลง GROUND กับตู้
 - ELECTRO STATIC SHIELD ต้องออกแบบให้ป้องกันกระแสลัดวงจร ลดค่าการรบกวนของ HARMONIC ระหว่างวงจรทั้ง 2
 - ที่ขดลวดของ SECONDARY จะต้องมิต่ำกระแสรั่วลงดินได้ไม่เกิน 15 MICROAMPS. สำหรับหม้อแปลง 15 และ 25 KVA. และไม่เกิน 10 MICROAMPS. สำหรับหม้อแปลงขนาด 5 KVA.
 - ขดลวดสำหรับหม้อแปลงต้องมี INSULATION แบบ CLASS H 55°C
 - มี TEMPERATURE RISE ที่ 70°C เหนือ AMBIENT TEMPERATURE
 - SOUND LEVEL ต้องไม่เกิน 30 dB.
4. CIRCUIT BREAKER
 - ต้องเป็นชนิด 1 PHASE 2 POLES
 - จำนวน CIRCUIT และรายละเอียดอื่นให้ดูจาก LOAD SCHEDULE

บทที่ 11

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน

(EMERGENCY GENERATOR SET)

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน (EMERGENCY GENERATOR SET)
 - 1.1 เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน(STANDARD PRODUCT) ของโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ
 - 1.2 อุปกรณ์ทั้งหมดต้องเป็นอุปกรณ์รุ่นใหม่ล่าสุดของบริษัทผู้ผลิตไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
 - 1.3 การประกอบชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องประกอบจากโรงงานที่เป็นตัวแทนจำหน่าย (AUTHORIZED DEALER) เครื่องยนต์นั้น ๆ โดยตรงจากผู้ผลิตต่างประเทศ
 - 1.4 เป็นเครื่องยนต์ใช้น้ำมัน DIESEL ชนิด V-TYPE หรือ VERTICAL IN LINE FOUR STROKE แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
 - 1.5 ENGINE SPECIFICATION
 - เป็นแบบ COMPRESSION IGNITION ชนิดควบคุมมลพิษที่ปล่อยออกจากระบบไอเสียของเครื่องยนต์ (EXHAUST LOW EMISSION) โดยตรงได้ตามมาตรฐาน TA - LUFT หรือ EURO II
 - ASPIRATION แบบ NATURALLY หรือ TURBO CHARGE COOLED
 - FUEL SYSTEM แบบ DIRECT INJECTION แบบ ELECTRONICALLY CONTROLLED INJECTION NOZZLES หรือ COMMON – RAIL INJECTION SYSTEM
 - LUBRICATION แบบ GEAR ผ่าน OIL FILTER
 - BREAK HORSE POWER มีขนาดเหมาะสมกับ GENERATOR
 - ELECTRONIC GOVERNOR ควบคุม SPEED ของเครื่องยนต์ให้คงที่ จาก NO-LOAD ถึง FULL LOAD ถึงไม่ให้บวก และลบเกิน 3%
 - จะต้องมียระบบ AIR CLEANERS
 - ในกรณีที่เป็น WATER COOLED ต้องประกอบด้วย RADIATOR , FAN AND FAN DRIVE โดยสามารถ MAINTAIN SAFETY OPERATION ที่ 40°C
 - EXHAUST SYSTEM ต้องเป็นแบบ MUFFLERS FOR RESIDENTIAL SILENCING และ FLEXIBLE EXHAUST FITTING ติดตั้งตามแบบ และ/หรือ ตามคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิต โดยมี INSULATION หุ้มท่อไอเสียในส่วนที่อยู่ภายในอาคารไม่ให้ความร้อนที่ผิวท่อไอเสียเกิน 60°C
 - ระบบเชื้อเพลิงต้องมี FUEL FILTER
 - 1.6 ENGINE INSTRUMENT ซึ่งยึดติดกับตัวเครื่องยนต์ จะต้องมียอุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือน มิให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องมือวัด โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้
 - ENGINE WATER TEMPERATURE
 - ENGINE LUBE OIL PRESSURE
 - ENGINE LUBE OIL TEMPERATURE
 - TACHOMETER
 - RUNNING HOURMETER

- 1.7 AUTOMATIC SAFETY CONTROL สำหรับ SHUT DOWN เครื่องยนต์ในกรณีที่เกิด
 - HIGH WATER TEMPERATURE
 - LOW OIL PRESSURE
 - OVER SPEED
- 1.8 STARTER เป็นระบบที่สามารถ START ได้ด้วยระบบ AUTOMATIC หรือ MANUAL โดยอาศัยการ START จากไฟ BATTERY ขนาด 24 VOLTS จำนวน AMPERE ของ BATTERY จะต้องมีความเพียงพอสำหรับ START เครื่อง ขณะที่ LOAD ของ GENERATOR อยู่ที่ FULL LOAD และมีชุด AUTOMATIC TRICKLE CHARGER พร้อมด้วย AMMETER สำหรับ CHARGE BATTERY ให้เต็มอยู่เสมอ
- 1.9 GENERATOR SPECIFICATION
 - เป็นแบบ BRUSHLESS REVOLVING FIELD
 - DIRECT COUPLING กับ FLYWHEEL โดยมี FLEXIBLE DRIVING DISC.
 - แบบ HEAVY DUTY
 - INSULATION NEMA CLASS "H"
- 1.10 GENERATOR CONTROL PANEL ต้องประกอบด้วย
 - VOLTMETER 0-500 VOLTS
 - AMMETER ขึ้นอยู่กับขนาด KVA RATING ของ GENERATOR
 - FREQUENCY METER
 - KILOWATT METER
 - AUDIBLE ALARM เมื่อเกิด OVER LOAD
 - AUTO-MANUAL-OFF KEY SWITCH
 - VOLTAGE REGULATOR สำหรับปรับแต่ง VOLTAGE REGULATION จาก NO-LOAD ถึง FULL LOAD ไม่ให้บวกและลบเกิน 2%
 - VOLTAGE ADJUSTABLE RHEOSTAT สำหรับปรับแต่ง VOLTAGE บวกและลบได้ไม่เกิน 5%
 - ต้องมี VIBRATION ISOLATOR รองรับตู้ CONTROL
 - AUTOSYNCHRONIZE สำหรับ GENERATOR ทั้ง 2 ชุด
- 1.11 GENERATOR PRIME RATING (CONTINUOUS LOAD)
 - PLANT OUTPUT ตามที่ระบุในแบบ KVA พร้อม OUTPUT CIRCUIT BREAKER
 - THREE PHASES , FOUR WIRES , 50 HZ. ,
 - 240/416 VOLTS
 - POWER FACTOR 0.8 (80%)
 - จะต้องสามารถ OVER LOAD ได้ 10% เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทุก ๆ 24 ชั่วโมง
- 1.12 ระบบการทำงานของ AUTOMATIC START จะมี CONTACT รับสัญญาณจาก TRANSFER SWITCH สั่งให้เครื่องยนต์ START โดยกำหนดให้ CRANK 4 ครั้ง หยุด 3 ครั้ง โดยอัตโนมัติและจะ ALARM เมื่อ ENGINE เกิด OVER CRANK
- 1.13 FOUNDATION เป็นค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของโรงงานผู้ผลิต

- 1.14 ชนิดของถังน้ำมัน (DAY TANK) เป็นชนิดมาตรฐานทำสำเร็จ จากโรงงานตัวแทนผู้ผลิตเครื่องเห็ดไฟฟ้า โดยมีอุปกรณ์ประกอบตามรายละเอียดแบบขยาย และมีความจุน้ำมันให้สามารถใช้งานต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และให้ติดตั้งอุปกรณ์บอกระดับน้ำมันแบบดิจิตอลที่แสดงผลเป็นไฟ LED ด้วย
- 1.15 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS และ LAY-OUT ของเครื่อง พร้อมอุปกรณ์ประกอบเสนอต่อวิศวกรก่อนการติดตั้ง
- 1.16 การทำห้องเก็บเสียง (Sound Proof Room)
 1. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85dB A วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ว่าจะวัดจากด้านใด
 2. ผนังด้านในทุกด้านยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลม ให้บุด้วยแผ่นใยหินความหนาแน่นอย่างน้อย 80 kg/m³ ที่ความหนา 50 มม.
 3. เพดานด้านใน หากไม่มีผ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 2
 4. ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์ และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากลเหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้
 5. แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E-84 หรือเทียบเท่า เช่น ของ Keumkang Fiber, Kimm Co Fiber เป็นต้น ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

บทที่ 12

AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และ ออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL หรือ NEMA
2. AMPERES RATING ขนาดตามที่ระบุในแบบ 4 POLES, 400 VOLTS, 50 HZ., CONTINUOUS DUTY
3. เป็นชนิด DOUBLE THROW แบบ SOLINOID OPERATED
4. สามารถทำงานทั้ง AUTOMATIC และ MANUAL ได้โดยมีปุ่ม TEST สำหรับตรวจสอบจำลองสภาพ ของการไฟฟ้าเกิดขัดข้อง
5. มีระบบสวิตช์ถ่ายโอนโหลดทำงานด้วยไฟฟ้า และล็อกทางกล (ELECTRICALLY OPERATED AND MECHANICALLY HELD)
6. ระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ DIGITAL MICROPROCESSOR CONTROL มีคุณสมบัติ IN-PHASE MONITOR เพื่อป้องกันการกระชากของกระแส ขณะสับเปลี่ยนทิศทางของกระแสไฟฟ้า จอ ผลแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่าง ๆ ได้โดยมีรหัสผ่าน (PASSWORD PROTECTION) เพื่อปรับตั้งค่า
7. มีการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า โดยจะสั่งให้ EMERGENCY SOURCE ทำงานหากพบว่ากระแสไฟฟ้า ทางด้าน NORMAL SOURCE ตกลงต่ำกว่า 80% หรือสูงเกินกว่า 110% ของแรงดันปกติ
8. ในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองพร้อมกันในระดับแรงดันและความถี่ที่ถูกต้องและยอมรับได้ ATS จะต้องสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยกระแสไฟฟ้า จะต้องได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและไม่มีการขาดช่วงด้วยวิธีการโอนถ่ายแบบเชื่อมขนาน แหล่งจ่ายไฟ (Closed Transition – Make Before Break) โดยช่วงเวลาในการขนานต้องไม่เกิน 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) และในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียว ATS จะสามารถโอนถ่าย กระแสไฟฟ้าในลักษณะปลดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟแรกก่อนการโอนถ่ายสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านได้ ด้วย (Open Transition – Break Before Make) และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟ หนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที
9. มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY- ENGINE START ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0-6 วินาที
10. มีตัวหน่วงเวลาเพื่อถ่ายโอนโหลด จาก NORMAL TO EMERGENCY ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0-5 วินาที
11. มีตัวหน่วงเวลาเพื่อถ่ายโอนโหลด จาก EMERGENCY TO NORMAL ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 0-30 วินาที
12. ภายหลังจากตำแหน่ง SWITCH กลับคืนสู่สภาพการรับไฟจากไฟฟ้าฯเรียบร้อยแล้ว เครื่องกำเนิด ไฟฟ้าจะยังคงเดินต่อเนื่องไปอีก 3-5 นาที เพื่อ COOL DOWN จากนั้น ชุด CONTROL จึงจะสั่ง ให้ SHUT DOWN ENGINE

บทที่ 13

ระบบท่อร้อยสาย

(CONDUIT SYSTEM)

แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบเป็นเพียงภาพวาด เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจและมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจึงต้องให้เหมาะสม กับสภาพของสถานที่ติดตั้ง และตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ท่อร้อยสายทั้งระบบของอาคารจะต้องได้รับการติดตั้งอย่างมิดชิด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น หรือหากมีความจำเป็นซึ่งมิได้คาดการณ์ไว้ก่อน ที่จะต้องติดตั้งในบริเวณที่สามารถ มองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบจากวิศวกร หรือสถาปนิกก่อนดำเนินการติดตั้ง
2. แนววางท่อร้อยสาย การตัดสินใจว่าช่วงหนึ่งช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้น ช่วงใดให้เดินลอย หรือควรแอบในเพดาน ฯลฯ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลง ด้านสถาปัตยกรรม และด้านก่อสร้าง (รวมถึงส่วนใดที่มีฝ้าเพดาน ส่วนใดไม่มีฝ้าเพดาน) ในกรณี ที่ไม่มีฝ้าเพดานให้เดินด้วยท่อ IMC ฝังใน CONCRETE SLAB ทั้งนี้ไม่ว่าสัญลักษณ์ที่แสดงไว้ในแบบจะปรากฏเป็นท่อ EMT หรือท่อ IMC เพื่อที่จะสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้อย่างเหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุด ตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง และวิธีการติดตั้งที่ตาม มาตรฐาน NEC
3. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ห้ามมิให้เปลี่ยนท่อ CONDUIT เป็น WIREWAY หรือ CABLE TRAY
4. ท่อร้อยสายซึ่งฝังในคอนกรีต ในพื้น (FLOOR SLAB) และที่ติดตั้งในที่แจ้ง หรือในสถานที่ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด INTERMEDIATE METALLIC CONDUIT (IMC)
5. ท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดาน หรือในฝ้าผนัง ที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อ ELECTRIC METALLIC TUBING (EMT) ได้
6. มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 2 นิ้ว ส่วนท่อใหญ่กว่า 2 นิ้ว ให้ใช้แบบ IMC
7. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์หรือดวงโคม หรือเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ FLEXIBLE CONDUIT ความยาวไม่ต่ำกว่า 0.45 เมตร แต่ไม่เกิน 0.90 เมตร เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป
8. FLEXIBLE CONDUIT จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือมีโอกาสถูก น้ำ
9. การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ เปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งงอของท่อต้องเป็นไปตามกฎของ NEC เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อ ร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสาย ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว หรือมากกว่า ในกรณีดังกล่าวให้ใช้ CAST-IRON ANGLE BENDS และ/หรือ FITTING
10. ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 4 ครั้ง ในแต่ละช่วงระหว่าง OUTLET, JUNCTION หรือ PULL BOXES หากจำเป็น ให้ใส่ PULL BOX หรือ CONDULET เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
11. การติดตั้งท่อร้อยสายจะต้องให้มีรอยต่ออย่างน้อยที่สุด โดยเมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ COUPLINGS หรือ FITTINGS ชนิดเกลียวและใช้ RED LEAD หรือวัสดุที่มี ELECTRICAL

- CONTINUITY ทาเกลียวตัวผู้ เพื่อกันน้ำมิให้เข้าภายในท่อ การต่อ ต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิท และต้องตะไบ หรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน
12. ต่อท่อ EMT ด้วย COUPLING และ CONNECTOR แบบ 'RAINTIGHT' เท่านั้น
 13. ให้ท่อ EXPANSION COUPLING และ/หรือ EXPANSION FITTING ในการวางท่อร้อยสายซึ่งมีระยะยาวกว่า 45 เมตร และ/หรือ ท่อร้อยสายซึ่งผ่าน EXPANSION JOINTS ของโครงสร้างอาคาร และ/หรือ ท่อร้อยสาย ซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่ง ที่ไม่ต่อกันโดย EXPANSION FITTINGS ทุกชนิดต้องมี BONDING JUMPERS
 14. ความโค้งของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอก หรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมาก ๆ จะต้องใช้ CONDULET
 15. ต้องยึดท่อร้อยสาย IMC หรือ RSC เข้ากับ BOXES ต่าง ๆ และ PANEL BOARD โดยใช้ LOCK NUT 2 ตัว (ภายนอก และภายใน BOXES ด้านละ 1 ตัว) พร้อมด้วย BUSHING โดยถั่วของ KNOCK OUT ใหญ่กว่าท่อคอนดุกต์ จะต้องใช้ REDUCING WASHER เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อ และ BOXES ฯลฯ ส่วนรูวางที่ไม่ได้ใช้งาน ให้ปิด
 16. การต่อท่อร้อยสายทุกชนิด ให้ตรวจดูว่าข้อต่อมี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการให้ใช้ระบบท่อร้อยสาย เป็น GROUND-PATH ของระบบไฟฟ้าของ อาคารทั้งหมด
 17. ผู้รับจ้างจะต้องตรวจดูอย่างรอบคอบว่าการเชื่อมต่อของท่อ FLEXIBLE CONDUIT กับท่อ FLEXIBLE CONDUIT เอง มี ELECTRICAL CONTINUITY อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวนแบบเดียวกับของ PHASE WIRE และมีขนาดเท่ากับ PHASE WIRE
 18. ท่อร้อยสายทุกแบบต้องถูกยึด หรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และไม่เกิน 0.30 เมตร จาก BOXES หรือ PANEL BOARD โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือ โดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกร
 19. ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดาน จะต้องติดตั้ง และยึดแนบอยู่บนพื้น SLAB ห้ามเดินวางอยู่บนฝ้าเพดาน หรือห้อยอยู่กับพื้น SLAB
 20. เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังไม่ปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ตัดปลายไว้ด้วยสี ENAMEL เพื่อกันสนิม และปิดปากท่อด้วยปลั๊กอุด หรือฝาเกลียวให้มิดชิด ในกรณีท่อฝังใน SLAB ก่อนการร้อยสายให้ทำความสะอาดภายในเส้นท่อ โดยการดึงเศษผ้าเข้าไปในเส้นท่อ เมื่อเศษผ้าทะลุอีกฝั่งจะต้องไม่มีน้ำหรือสิ่งสกปรกติดมากับเศษผ้า จึงจะทำการร้อยสายไฟฟ้าได้
 21. ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจดูว่าท่อไม่ตัน หากมีท่อใดตันให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง
 22. ห้ามใช้ EMT ในบริเวณที่มีน้ำเปียกหรือที่ ๆ ต้องมีระบบกันน้ำหรือในบริเวณที่เป็น HAZARDOUS LOCATION
 23. ขนาดของ CONDUIT ที่ใช้เมื่อร้อยสายไฟฟ้าแล้ว ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายไฟ รวมฉนวน และเปลือกของสายทั้งหมด จะต้องไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ
 24. ให้ผู้รับจ้างจัดทำ SHOP DRAWINGS การวางจัดวางแนวและขนาดของท่อร้อยสายอย่างละเอียด เพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

บทที่ 14

กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ

(JUNCTION BOXES, OUTLET AND PULL BOXES)

กล่องต่อสายและกล่องดึงสายตัวนำ จะต้องถูกต้องตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ให้ใช้ JUNCTION BOX และ OUTLET BOX ขนาด 4" x 4" มีความลึกที่เหมาะสมกับจำนวน และขนาดของสายไฟซึ่งร้อยอยู่ภายใน ตามข้อ 370-6 ของ NEC. แต่ไม่ตื้นกว่า 1 ½ " และเป็นชนิดซึ่งจะสร้างด้วย HOT DIP GALVANIZED SHEET-STEEL (GALVANIZED ทั้งด้านในและด้านนอก) ขนาดไม่ต่ำกว่า เบอร์ 16 AWG. มี KNOCK-OUT ขนาดจำนวนและตำแหน่งทางด้านข้างและด้านหลังของ BOX ที่เหมาะสมกับงานที่ใช้
2. BOXES จะต้องสร้างด้วย GALVANIZED STEEL ขนาดไม่ต่ำกว่า 5 เท่าของปริมาตรรวมของสายไฟภายในทั้งหมดแต่ไม่ต่ำกว่า 100 คิวบิกนิ้ว ยึดฝาปิดด้วยสกรู และต้องไม่มีรูนอกจากที่ท่อคอนดุกถูกยึดติดอยู่เท่านั้น
3. PULL BOXES ตามที่กล่าวถึงในข้อ 2 ให้ใช้ได้เฉพาะในการดึงสายไฟภายในเท่านั้นหากจะมีอุปกรณ์อื่นภายใน PULL BOX ด้วยต้องเสนอแบบของ BOX ตลอดจนรายละเอียดการติดตั้งภายใน และการติดตั้ง BOX ให้วิศวกรได้พิจารณาและอนุมัติก่อน
4. FLOOR BOX สำหรับ OUTLET ต่าง ๆ ซึ่งฝังอยู่ในพื้นต้องใช้ BOX แบบที่เหมาะสม และทั้งชุดต้องสามารถกันน้ำได้ การติดตั้งให้ฝังในพื้นโดยให้ฝาเรียบกับพื้น
5. BOXES ทั้งหลายที่ติดตั้งกลางแจ้ง หรือในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง หรือ BOXES ซึ่งกำหนดให้เป็นแบบที่กันน้ำได้จะต้องเป็นชนิด GALVANIZED CAST IRON มีหัวต่อเข้ากับท่อคอนดุกแบบเกลียว และใช้ปะเก็นในการปิดฝาให้แน่นสนิทด้วยสกรูทองเหลือง
6. BOXES ทุกตัวต้องติดตั้งภายในฝ้าเพดานในผนังเพดาน หรือในพื้นที่ให้พื้นสายตา หากมีความจำเป็นต้องติดตั้งภายนอกบนเพดาน ผนัง ฯลฯ ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรหรือสถาปนิกก่อน แต่ต้องใช้ชนิด CAST-IRON หรือ CAST ALUMINIUM
7. ให้ใช้ RAISED COVER ตามความเหมาะสม
8. รู KNOCK-OUT ที่ไม่ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย ด้วยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะหรือเปลี่ยน BOX เสียใหม่
9. BOXES ทั้งหลายจะต้องถูกยึดตรึงอย่างแข็งแรง โดยไม่ต้องอาศัยท่อคอนดุกเป็นตัวรับน้ำหนักของตัวเอง และอุปกรณ์อื่นที่ห้อยแขวนหรือตั้งติดกับ BOX นั้น ๆ ได้ หากที่ยึดทำด้วยโลหะ จะต้องเป็นชนิดกันสนิมได้และมีขนาดที่เหมาะสม
10. ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบในการซ่อมแซม ผนัง เพดาน ฝ้า พื้น ฯลฯ ที่ชำรุดเพราะการติดตั้ง BOXES ต่าง ๆ เอง
11. JUNCTION, OUTLET และ PULL BOX ทุกตัวจะต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าไปดำเนินการตรวจสอบ ซ่อมแซม ตัว BOX เอง หรือสายไฟภายในได้ทุกขณะภายหลังจากงานนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว โดยไม่ต้องกระทบกระเทือนงานด้านสถาปัตยกรรม
12. ตำแหน่งของ BOXES และอุปกรณ์ตามที่แสดงในแบบเป็นตำแหน่งโดยประมาณเท่านั้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดและติดตามการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม ตามแบบของสถาปนิก ตกแต่งภายในและแบบ ROUGHING-IN ของบริษัทผู้สร้างอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยละเอียด เพื่อจะสามารถกำหนดตำแหน่ง BOXES ได้อย่างถูกต้อง

13. ผู้ออกแบบ และ/หรือ เจ้าของมีสิทธิที่จะเปลี่ยนตำแหน่งของ BOXES ต่าง ๆ ภายในรัศมี หนึ่งเมตรจากตำแหน่งเดิมก่อนการติดตั้ง BOXES เหล่านั้นได้ โดยไม่ต้องเพิ่มค่าติดตั้งให้แก่ผู้รับจ้าง
14. การติดตั้ง BOXES ควรระมัดระวังอย่าให้ติดกับท่อน้ำ ท่อส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศ หรืออย่าให้ไปกีดขวางกับงานระบบอื่น ๆ
15. เพื่อความสะดวกในการซ่อมแซมบำรุงรักษาในภายหลัง ตัว BOXES ด้านใน และฝา BOXES ทุกตัวให้พ่นสี SPRAY เป็นรหัสสีดังนี้
 - สีเหลือง สำหรับ BOX NORMAL CIRCUIT
 - สีส้ม สำหรับ BOX EMERGENCY CITCUIT
 - สีขาว สำหรับ BOX CONTROL CIRCUIT
16. การพ่นตัวอักษร เพื่อเป็นสัญลักษณ์บนฝา BOX ให้เป็นความต้องการของฝ่ายงานซ่อมบำรุงประจำโรงพยาบาลเป็นผู้เสนอความเห็นว่าจะให้ดำเนินการเป็นแบบใด

บทที่ 15

สายไฟฟ้า

(CONDUCTOR)

1. สายไฟทั้งหมดต้องได้มาตรฐานของ ม.อ.ก. หรือ IEC502
2. ต้องเป็นสายทองแดงที่มีส่วนผสมของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%
3. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (SINGLE CONDUCTOR) มีฉนวนหุ้มทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 VOLTS และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70° C
4. ขนาดของสายไฟที่กำหนดไว้เป็นตารางมิลลิเมตรทั้งหมด และห้ามใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นสาย CONTROL ซึ่งต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
5. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสายไฟให้ดูได้จาก LOAD SCHEDULE
6. สายไฟทุกเส้น จะต้องเป็นเส้นเดี่ยวยาวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อภายในท่อ การตัดต่อสายไฟอนุญาตให้ตัดต่อได้เฉพาะภายใน JUNCTION BOX หรือ OUTLET BOX เท่านั้น
7. การต่อสายไฟให้ใช้อุปกรณ์ซึ่งผลิตขึ้น เพื่อการนี้โดยเฉพาะ เช่น แบบ COMPRESSION BOLT, SCREW TYPE , WIRE NUT ทั้งนี้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
8. ห้ามใช้การมัดกรีในการต่อสายไฟ และ TWISTED WIRE SPLICE
9. ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ในแต่ละจุด โดยจุด ที่มีการเชื่อมต่อสายไฟ ให้ใช้เทปพันสายไฟผลิตภัณฑ์ 3M หรือดีกว่าพันทับจุดต่อเชื่อม
10. ให้ใช้ LUBRICANT ชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้น ในการดึงสาย
11. ยกเว้นแต่จะได้รับการอนุมัติจากวิศวกรเป็นกรณี ๆ ไป ห้ามมิให้ดึงสายไฟในท่อคอนดุกทจนกว่าจะได้มีการวางท่อคอนดุกทเสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อนและจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรให้ดึงสายไฟในท่อคอนดุกทได้
12. สายไฟทั้งหมดจะต้องเดินอยู่ภายในท่อ CONDUIT หรือภายใน RACE WAY เท่านั้น โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
13. ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย WIRE MARKER ชนิดถาวร ภายในแผงสวิทช์บอร์ดทุก ๆ CIRCUIT รวมทั้ง MAIN FEEDER และ SUB FEEDER
14. สายไฟที่ใช้ทั้งหมด ต้องใช้สีเป็นรหัส (COLOUR CODE) ในกรณีที่เป็นสาย FEEDER ขนาดใหญ่ ซึ่งไม่มีสายที่เป็น COLOUR CODE ได้ ให้ใช้ TAPE สี พันทับสายไฟ ณ จุด ที่มีการเชื่อมต่อสายไฟหรือภายใน PULL BOX ทั้งนี้ให้ใช้รหัสสีสำหรับสายไฟดังนี้
 - PHASE A สีน้ำตาล
 - PHASE B สีดำ
 - PHASE C สีเทา
 - NEUTRAL สีฟ้า
 - GROUND สีเขียว/เขียวแถบเหลือง
15. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตาราง INSULATION TEST REPORT ของสายไฟทั้งหมดทุกวงจร เสนอต่อวิศวกรเพื่อขออนุมัติจำนวน 2 ชุด ก่อนทำการติดตั้งอุปกรณ์ โดยวัดค่าความต้านทานด้วย MEGGER ขนาดไม่น้อยกว่า 500 VOLTS ตามรายละเอียดดังนี้
 - PHASE TO PHASE
 - PHASE TO NEUTRAL
 - PHASE TO GROUND

บทที่ 16 โคมไฟฟ้า (LIGHTING FIXTURE)

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ
2. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ตัว HOUSING ของดวงโคม สำหรับหลอด FLUORESCENT ที่ทำด้วยแผ่นเหล็กจะต้องมีความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.6 มม. ผ่านกรรมวิธีในการล้าง ทำความสะอาด คราบไขมันและป้องกันสนิม แล้วจึงพ่นอบเคลือบสีภายนอกด้วยกรรมวิธีพ่นสีที่ได้รับการอนุมัติแล้ว ต้องสามารถใส่หลอดขนาด T8 ได้
3. หลอด FLUORESCENT ชนิด LED-T8 ต้องมีขนาด WATT ไม่เกิน 20W ฟลักแสงสว่างไม่น้อยกว่า 2,100 LUMEN และ WATT ไม่เกิน 10 W ฟลักแสงสว่างไม่น้อยกว่า 1,050 LUMEN ชนิด DRIVER ในตัว อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 40,000 ชั่วโมง
4. โคมไฟฟ้า LED / DOWNLIGHT (ชนิดหลอดพร้อมโคมไฟ)
 - 4.1 โคมไฟเป็นชุดโคมประกอบสำเร็จจากผู้ผลิต ผ่านการทดสอบมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอุตสาหกรรม (TIS)
 - 4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

- INPUT	220-240 VAC
- FREQUENCY RANGE	50 Hz
- POWER FACTOR	ไม่น้อยกว่า 0.9
- NORMINAL POWER	ระบุในแบบ
- AMBIENT TEMPERATURE	40°C
- LIFE TIME	ไม่น้อยกว่า 50,000 HRS.
- COLOR RENDERING INDEX (CRI)	80 (5700K)
- LUMINOUS FLUX	1500lm(≈ 15-16W), 3000lm(≈ 30-32W)
5. เม็ด LED ที่นำมาผลิตและประกอบเป็นหลอด LED ทั้งหมด จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานการทดสอบตาม LM80 โดยเป็นผลิตภัณฑ์ของ CREE, BRIDGELUX, NICHIA, OSRAM หรือ PHILLIPS
6. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
7. ผู้รับจ้างจะต้องทำ SHOP DRAWINGS แสดงตำแหน่ง และวิธีการติดตั้ง เช่น วิธีการแขวน, ระดับการแขวน ดวงโคม และรายละเอียดขนาดของช่องเจาะฝ้าเพดาน เป็นต้น
8. HANGER ROD ที่ใช้แขวนดวงโคมต้องใช้เหล็กเพลต่าปเกลียวหัวท้ายและมีตัวปรับระดับเป็นตัวห้อยดวงโคม โดยห้ามมิให้ใช้ลวดเป็นตัวห้อย

บทที่ 17

สวิตช์และปลั๊ก

SWITCHES & RECEPTACLE

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL , JIS หรือ VDE
2. สวิตช์และปลั๊กไฟทุกตัวจะต้องติดตั้งอยู่ภายใน OUTLET BOX แผงสวิตช์รวมที่ติดตั้งอยู่ภายในบริเวณเดียวกันเกินกว่า 6 ตัว ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ SHOP DRAWINGS ให้วิศวกรอนุมัติก่อน
3. รายละเอียดทางเทคนิค
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สวิตช์ทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 15 AMPS. 250 VOLTS หรือมีขนาด ไม่น้อยกว่า 125% ของ LOAD ที่ควบคุมโดยสวิตช์นั้น
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ปลั๊กทุกตัวต้องมีขนาด ไม่น้อยกว่า 15 AMPS. 250 VOLTS เป็นแบบที่ใช้ขาเสียบกลม และแบน (UNIVERSAL TYPE) และมีรูกลมที่ 3 สำหรับสาย GROUND โดยต่อสาย GROUND เข้ากับ CONDUIT BUSHING หรือ OUTLET BOX ในกรณีที่ไม่มีสายดิน
4. ปลั๊กหรือสวิตช์ที่กันน้ำ หรือติดตั้งอยู่กลางแจ้ง จะต้องติดตั้งใน BOXES และมีฝาปิดกันน้ำ
5. ปลั๊กพื้นต้องเป็นแบบ ปิด - เปิด ฝาปลั๊กด้วยการกดปุ่ม (POP-UP)
6. FLOOR JUNCTION BOX ให้เป็นชนิดฝาเกลียวทองเหลืองพร้อมปะเก็นยางกันน้ำ
7. ระดับความสูงในการติดตั้ง หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลาง BOX ดังนี้
 - 1.20 เมตร สำหรับ สวิตช์
 - 0.30 เมตร สำหรับ ปลั๊กติดผนังทั่วไป
 - 1.50 เมตร สำหรับ ห้องผ่าตัด
 - 1.10 เมตร สำหรับ เติียงผู้ป่วย หรือตามที่มัณฑนากรกำหนด
 - 0.90 เมตร สำหรับ ปลั๊ก COUNTER
8. ปลั๊กไฟทุกตัว กำหนดให้มีรหัสสี ดังนี้
 - สีขาว สำหรับ NORMAL CIRCUIT
 - สีแดง สำหรับ EMERGENCY CIRCUIT
 - สีเหลือง สำหรับ ISOLATED CIRCUIT
9. ผู้รับจ้างจะต้องสำรองปลั๊กและสวิตช์ ส่งมอบให้กับผู้ว่าจ้างในวันส่งมอบงานอย่างละ 50 ชุด
10. ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่าง วัสดุ อุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

บทที่ 18

ระบบสายดิน

(GROUNDING SYSTEM)

1. ระบบสายดินทั้งหมดประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้
 - SYSTEM GROUND
 - EQUIPMENT GROUND
 - LIGHTNING ARRESTER GROUND
2. ระบบสายดินทั้งหมดในข้อ 1 ให้เดินแยกอิสระจากกันทั้งหมด
3. อุปกรณ์หลักประกอบด้วย
 - BARE COPPER WIRE ชนิด STRAND ขนาดของสายตาม NEC TABLE 250-95
 - GROUND ROD ชนิด COPPER CLAD STEEL ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร ตอกลงต่ำกว่าระดับดิน ไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
4. การต่อสาย GROUND ในจุดที่อยู่ใต้ดินให้ต่อแบบ THERMAL WELDED (CAD WELD) ให้แน่นหนา คงทนถาวร
5. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง GROUNDING LOOP สำหรับอุปกรณ์หลักต่าง ๆ ทั้งหมด เช่น
 - HV CUBICLES
 - TRANSFORMER
 - MAIN AND SUB DISTRIBUTION BOARD
 - PANEL BOARD
 - MOTOR
 - อุปกรณ์สื่อสาร (แยกต่างหากออกจากระบบไฟฟ้า)
6. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง GROUND LOOP ระหว่าง GROUND ROD แต่ละชุดที่ตอกลงดินที่มีระยะห่างไม่เกิน 5.00 เมตร ทุกต้นเข้าด้วยกัน
7. ขนาดของสาย BARE COPPER สำหรับ GROUNDING ทั้งหมด ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%
8. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS ของระบบ GROUNDING ทั้งหมดของโครงการ โดยระบุขนาดของสาย GROUND, GROUNDING LOOP, ตำแหน่ง GROUND ROD และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ของตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ส่งอนุมัติจากวิศวกรก่อนการติดตั้ง
9. ค่าความต้านทานของระบบ GROUNDING ต้องไม่เกิน 5 OHMS.

บทที่ 19

ระบบสายล่อฟ้า

(LIGHTNING PROTECTION SYSTEM)

1. ระบบล่อฟ้าของโครงการได้ออกแบบไว้ป้องกันอันตรายอันจะเกิดขึ้นแก่ทรัพย์สิน หรือบุคคลอันอาจจะเกิดขึ้นจากฟ้าผ่า
2. เป็นระบบ CONVENTIONAL TYPE โดยมีรายละเอียด ตามแบบแปลน และข้อกำหนดนี้
3. อุปกรณ์หลักของระบบประกอบด้วย
 - หัวล่อฟ้า (AIR TERMINAL)
 - BARE COPPER BAR หรือ COPPER WIRE สำหรับสายนำลงดิน
 - EARTHING
 - CONNECTOR & SUPPORT
4. อุปกรณ์หลักตามข้อ 3 ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98%
5. BARE COPPER WIRE ส่วนที่เดิน EXPOSE จะต้องเดินร้อยอยู่ในท่อ PVC
6. สายนำลงดินให้เดินโดยมีจุดหักโค้งน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
7. EARTHING ต้องประกอบด้วยแท่ง GROUND ROD หรือ COPPER PLATE ฝังอยู่ในดินลึกไม่น้อยกว่า 0.60 ม. และมีค่าความต้านทานไม่มากกว่า 5 OHMS.
8. ผู้รับจ้างต้องจัดทำ SHOP DRAWINGS และส่งวัสดุอุปกรณ์หลัก เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

บทที่ 20

CAPACITOR AND CONTROLLER

1. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ UL , IEC หรือ VDE
2. จุดประสงค์เพื่อแก้ POWER FACTOR
3. หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น จะต้องเป็นแบบ CENTRALIZED AUTOMATIC POWER FACTOR CORRECTION
4. ส่วนประกอบของอุปกรณ์หลัก มีดังนี้
 - ชุด AUTOMATIC STEP CONTROLLER ต้องสามารถต่อเชื่อมกับ PRINTER เพื่อพิมพ์ แสดงผลได้
 - POWER CAPACITOR BANK
 - MAGNETIC CONTACTOR
 - POWER FACTOR METER
 - HRC FUSE
5. รายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิค ของ CAPACITOR
 - POWER CAPACITOR ตามที่ระบุในแบบ KVAR
 - RATED VOLTAGE 3 Ø, 400 VOLTS
 - CONTROL VOLTAGE 230 VOLTS
 - NO. OF SWITCHING 10 STAGES
 - RATIO OF SWITCHING 1:1:1:1:1:1:1:1:1 STAGES
 - TEMPERATURE -10° TO +45° C

บทที่ 21

CONTACTOR & STARTER

1. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ MENA , UL หรือ IEC
2. จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุด โดยมีรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้
 - STARTER เป็นแบบ MAGNETIC ACROSS THE LINE
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ENCLOSURE เป็นแบบ GENERAL PURPOSE
 - ตัว CONTACT เป็นแบบ DOUBLE BREAK SILVER ALLOY
 - รายละเอียดจำนวน POLE และขนาด AMPERE หรือ HORSE POWER ให้ดูจากแบบ
 - PHASE VOTAGE : 230 VOLTS สำหรับ SINGLE PHASE และ 415 VOLTS สำหรับ THREE PHASE
 - FREQUENCY 50 HZ.
 - CONTROL VOLTAGE สำหรับ MAGNETIC COIL 230 VOLTS, 1 PHASE, 50 HZ.

บทที่ 22

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ

INDICATING METER AND ACCESORIES

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (STANDARD PRODUCT) จากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ
2. เป็น METER แบบทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 100 มม.
3. เป็นชนิด LINEAR SCALES แบบฝิ่งเรียบ
4. เหมาะสำหรับติดตั้งเข้ากับ PANEL BOARD หรือ SWITCH BOARD
5. OPERATING PRINCIPLE ของ METER แต่ละชนิด กำหนดให้ดังนี้
 - DC VOLT & AMMETER เป็นแบบ MOVING COIL
 - AC VOLT & AMMETER เป็นแบบ RECTIFIER
 - AC WATT & VARMETER เป็นแบบ TRANSDUCER
 - AC FREQUENCY METER เป็นแบบ TRANSDUCER
 - AC POWER FACTOR METER เป็นแบบ RATIO ELECTRO DYNAMO
 - AC SYNCHROSCOPE METER เป็นแบบ INDUCTION
6. AC KILOWATT HOUR METER เป็นแบบ ROTATING FIELD COMPENSATION CLASS 2.0
7. CURRENT TRANSFORMER RATIO x 5A. INPUT BURDEN 0.3 VA.
8. POTENTIAL TRANSFORMER ตามความเหมาะสม
9. ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่าง METER และอุปกรณ์ทั้งหมด รวมหมายถึง CT, PT SELECTOR SWITCH, PUSH BUTTON SWITCH , PILOT LAMP และอื่นๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

บทที่ 23

อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (SUGE PROTECTION)

1. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) มีคุณสมบัติตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, DIN, IEE, UL, VDE หรือ ANSI
2. อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) CLASS I + CLASS II สำหรับเมนไฟฟ้าหลักที่จ่ายให้กับอาคารมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันชั้นต้น และชั้นกลาง (COARSE AND MEDIUM PROTECTION) ใช้ติดตั้งที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) ลักษณะอุปกรณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. ARC QUENCHING SPARK GAP (ARRESTER CLASS I/ B)
2. MOV (ARRESTER CLASS II / C) โดยที่อุปกรณ์ทั้งสองส่วน ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (LIGHTNING CURRENT) และแรงดันเสิร์จ (SURGE VOLTAGE) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (LINE-FOLLOW CURRENT) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้ มีรายละเอียดทางเทคนิคดังนี้

TECHNICAL DATA

- IEC CATEGORY / VDE CLASS	I + II / B + C
- NOMINAL VOLTAGE UN	230/400 VAC/50 Hz.
- ARRESTER RATED VOLTAGE UC	≥ 275 VAC/50 HZ.
- LIGHTNING TEST CURRENT (10/350 μs)	50 KA PER PHASE
FOR ARRESTER CLASS I/B	
- MAX. DISCHARGE SURGE CURRENT (8/20 μs) FOR ARRESTER CLASS II/C	40 KA PER PHASE
- QUENCHING SHORT CIRCUIT AT Un WITHOUT BACKUP FUSE	50 KA
- RESPONSE TIME (L-PEN)	≤ 25 NANOSEC/1 MICROSEC
- PROTECTION LEVEL UP (L-PEN)	≤ 900 V

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง LIGHTNING CURRENT ARRESTER และ SURGE VOLTAGE ARRSTER ขนาดระหว่าง L-PEN ที่ MAIN DISTRIBUTION BOARD (MDB) และให้มี BANK UP FUSE ขนาด 125 A

3. การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสาย และติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, หรือมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

บทที่ 24

ตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลงไฟฟ้า

HIGH VOLTGE SWITCHGEAR AND TRANSFORMER CUBICLE

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของ (STANDARD PRODUCT) จากโรงงาน ซึ่งผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ ขึ้นขั้นตอนการผลิตต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NEMA, IEC, VDE
2. เป็นแบบที่ใช้งานภายนอกอาคาร (OUTDOOR TYPE) ทนสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความชื้น ฝุ่น ความร้อนได้เป็นอย่างดี และออกแบบให้มีการระบายความร้อนของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในอย่างเหมาะสมต้องการบำรุงรักษาน้อยที่สุดหรือไม่ต้องบำรุงรักษาเลย
3. ใช้เป็นตู้ครอบสวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง รวมถึงอุปกรณ์อื่น ที่จำเป็นต้องติดตั้ง เช่น CABLECLAMP, CABLE TERMINAL และ CABLE LADEER เป็นต้น
4. ตู้ครอบจะต้องมี DEGREE OF PROTECTION ที่ IP 54 ตามมาตรฐาน IEC
5. จะต้องมีการเปิดเข้าถึงแต่ละ COMPARTMENT ประตูของแต่ละ COMPARTMENT จะต้องมียุติงจับและกุญแจล็อก บานพับสามารถเปิดได้ 180 องศา บานพับและสลักทั้งหมดต้องเป็น STAINLESS STEEL หรือ ทองเหลือง
6. กุญแจที่ใช้ล็อกต้องเป็นกุญแจชนิดใช้งานนอกอาคาร
7. การต่อ PRIMARY และ SECONDARY CABLE จะต้องร้อยท่อขึ้นจากด้านล่างขนาดและจำนวนของ CABLE ให้เป็นไปตามแบบ
8. เครื่องมือพิเศษที่มีความจำเป็นสำหรับปลด-สับ การซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในจะต้องมีที่สำหรับติดตั้งหรือวางเครื่องมือเหล่านั้นในตู้ครอบได้ อาจจะเป็นที่บานประตูหรือที่อื่นตามเหมาะสม
9. จะต้องจัดให้มีแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละ COMPARTMENT
10. ส่วนที่เป็นเหล็กจะต้องใช้เหล็กแผ่นคุณภาพสูง ชนิด COLD-ROLLED HOT-DIPPED GALVANIZED SHEET STEEL หรือ ELECTRO-GALVANIZED SHEET STEEL ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร เคลือบด้วยกรรมวิธี ELECTROSTATIC PLASTIC POWER COATING หรือ ELECTROSTATIC BAKED ENAMEL COATING ชนิดของสีจะต้องเป็นแบบใช้ภายนอก ทนต่อแสง ULTRAVIOLET
11. จะต้องมียุติงต่อลงดินอย่างน้อย 2 จุด เพื่อ ENCLOSURE จุดต่อลงดินจะต้องทำด้วยโลหะปลอดสนิม เช่น ทองแดงหรือทองเหลือง
12. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ SHOP DRAWING พร้อมทั้งส่งตัวอย่าง เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการ

บทที่ 25

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟแสดงทางออกฉุกเฉิน

(EMERGENCY LIGHT AND EMERGENCY EXIT SIGN LIGHT SYSTEM)

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินจะต้องสามารถให้แสงสว่างได้ในทันที ที่ระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของอาคารเกิดขัดข้อง และสามารถที่จะหยุดทำงานได้ เมื่อระบบไฟฟ้ากลับคืนเข้าสู่สภาวะปกติ
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟแสดงทางออก สามารถให้แสงสว่างในขณะที่ไฟฟ้าขัดข้องได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง
3. ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างทางออก (EXIT SIGN LIGHT)
 - บ้ายทำด้วยพลาสติก มีตัวอักษรภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ ที่สามารถสื่อให้เข้าใจ และเห็นได้ชัดเจนด้วยสีเรืองแสง โดยตัวอักษรหรือสัญลักษณ์มีสีขาวบนพื้นทึบเขียว
 - ชุดโคมไฟฟ้าทำด้วยเหล็กแผ่นพับ ฟันด้วยสปีดป้องกันสนิมอย่างดี มีช่องสำหรับระบายอากาศ และมีช่องเสียบแผ่นป้าย เพื่อให้แสงสว่างส่องผ่านที่ป้าย
 - ภายในชุดโคมไฟฟ้าประกอบด้วย หลอด LED และชุดวงจรสลับแหล่งจ่ายไฟฟ้า พร้อมชุด AUTOMATIC TEST ด้วย REMOTER CONTROL
 - ส่องสว่างได้ตลอดเวลา โดยผู้รับจ้างจะต้องเชื่อมต่อวงจรเพื่อรับกระแสไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง (EMERGENCY CIRCUIT) บริเวณใกล้เคียง
4. ชุดโคมไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน เป็นแบบที่ใช้หลอดไฟชนิด LED ให้ความส่องสว่างไม่ต่ำกว่า 9 W./หลอด พร้อมชุด AUTOMATIC TEST ด้วยระบบ REMOTE CONTROL
5. ชุด BATTERY เป็นแบบ SEAL LEAD ACID. TYPE 6, 12 หรือ 24 V.DC.
6. ชุด INVERTER แปลงไฟจาก 12 หรือ 24 V.DC. เป็น 220 V.AC. พร้อม CHARGER เป็นแบบ AUTOMATIC SOLID STATE
7. ชุดวงจรป้องกัน
 - มีชุดวงจรป้องกันการใช้งาน BATTERY เกินขนาด
 - มีชุดวงจรป้องกันการเกิดการลัดวงจรจากภายนอก
 - มีชุดวงจรป้องกันไฟ AC.
 - มีชุดวงจรป้องกันการใช้งาน BATTERY ผิดขั้ว
 - มีชุดวงจรป้องกันการใช้ประจุแบตเตอรี่จนหมด (LOW VOLTAGE CUT-OFF)
8. ชุดแสดงผล
 - มีไฟสัญญาณแสดงระดับของ BATTERY (FULLY)
 - มีไฟแสดงสถานะการ CHARGE ของ BATTERY
 - มีไฟแสดงสถานะพร้อมใช้งานของ BATTERY (READY MODE)
 - มีไฟแสดงสถานะของ AC. INPUT
9. ชุดควบคุม
 - มีสวิทช์สามารถควบคุมการเปิด-ปิด และทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินได้
10. การติดตั้งสายไฟฟ้า สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออก จะต้องติดตั้งในท่อร้อยสายเท่านั้น (ดูรายละเอียดหมวดระบบท่อร้อยสาย) และให้ผู้รับจ้างจัดทำรายการคำนวณค่า

VOLTAGE DROP พร้อมหาขนาดสายของแต่ละวงจร แล้วแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์

11. HOUSING สำหรับบรรจุแบตเตอรี่ต้องทำด้วยกล่องเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 MM. พร้อมผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีเคลือบด้วย ENAMEL อย่างน้อย 2 ชั้น
12. ชุดควบคุมไฟแสงสว่างฉุกเฉิน ให้รับไฟจากแผงไฟฟ้าสำรองประจำชั้นที่จ่ายให้โคมไฟฉุกเฉินนั้น ๆ

บทที่ 26

การอุดช่องเปิดด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม (FIRE BARRIER SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น แก่บุคคลและทรัพย์สินที่อยู่ภายในอาคาร อันเนื่องมาจากการลุกลามของไฟและการแพร่กระจายของควันไฟ จากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง โดยอาศัยช่องเปิดและทางเดินสายไฟ จึงกำหนดให้ปิดช่องเปิดและทางเดินสายไฟ ด้วยวัสดุป้องกันไฟและควันลาม ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM

2. ขอบเขต

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟตามช่องเปิดของท่อร้อยสายไฟ (BLACKOUT OR SLEEVE) ช่องเปิดของรางไฟ (WIRE WAY OR CABLE TRAYS) และช่องเปิดของบัสเวย์ (BUS WAYS) ที่ผ่านผนังห้อง พื้นห้อง และแนวของผนังกันไฟ (FIRE WALLS)

3. คุณสมบัติของวัสดุ

วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟ จะต้องมีคุณสมบัติและรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 วัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟ ต้องเป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ได้รับรองการใช้งานจากสถาบันที่มีชื่อเสียงและเชื่อถือได้ เช่น UL หรือ FM ตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ UL1479, ASTM E 814

3.2 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

3.3 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องไม่เป็นพิษทั้งก่อนและภายหลังติดตั้ง

3.4 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องง่ายต่อการติดตั้ง และรื้อถอน ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ร้อยผ่านช่องเปิดดังกล่าว

3.5 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี

3.6 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าว ต้องมีความแข็งแรง ไม่หลุดร่อน ไม่ว่าจะก่อนหรือหลังเกิดเพลิงไหม้

3.7 วัสดุหรืออุปกรณ์ดังกล่าวที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

4. การติดตั้ง

4.1 ให้ติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟและควันไฟตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของ ผนัง ผนัง คาน ช่องชาฟท์ไฟฟ้า ช่องชาฟท์สื่อสาร รวมถึงแนวผนังกันไฟ (FIRE WALLS)
- ช่องเปิดหรือช่องลอด (BLOCK-OUT OR SLEEVE) ที่เตรียมไว้สำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสาร ในอนาคต เช่น ท่อร้อยสายไฟ รางสายไฟ บัสเวย์
- ช่องเปิดหรือช่องลอด ระหว่างสายหรืออุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง แม้เป็นเพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม

4.2 การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตวัสดุหรืออุปกรณ์กำหนด

4.3 กรรมวิธีการติดตั้งวัสดุหรืออุปกรณ์ป้องกันการลุกลามของไฟ และควันไฟที่จะนำมาใช้ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานก่อน

บทที่ 27

ระบบบริหารการใช้พลังงานไฟฟ้า (ENERGY MANAGEMENT SYSTEM)

1. คุณสมบัติทั่วไป

ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานในการอ่าน, บันทึก และแสดงผลรายงานค่าตัวแปรไฟฟ้า เช่น กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าสูงสุด เพาเวอร์แฟกเตอร์ฮาร์โมนิกและตัวแปรอื่นๆ ในโปรเซสการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และอัตราการไหล ผ่านทางสายสัญญาณ RS-485 ป้อนข้อมูลเข้าสู่ Computer เพื่อแสดงผล Online, เก็บบันทึกข้อมูล (Data Logger), แจ้ง Alarm, คำนวณค่าไฟฟ้า, รายงานข้อมูล, และควบคุมอุปกรณ์ควบคุม (Output Control) เพื่อการจัดการพลังงานไฟฟ้าและบริหารจัดการกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ต้องรองรับมาตรฐาน ISO และต้องมี Project Reference ในประเทศไม่น้อยกว่า 5 ปี โดย Software และ Converter ให้ใช้ผลิตภัณฑ์แบรนด์เดียวกันกับเครื่องวัด เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา พร้อมกับประสิทธิภาพและเสถียรภาพของระบบ

2. อุปกรณ์

2.1 Computer เป็นอุปกรณ์หลักที่ทำหน้าที่แสดงผล บันทึก คำนวณวิเคราะห์ และรายงานข้อมูล โดยจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) Intel Core i7
- มีหน่วยความจำใช้งานบอร์ดแบบ DDR ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- Memory แบบ Internal ขนาด 2x4 GB RAM
- มีเครื่องอ่านและบันทึกข้อมูลแบบ Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- DVD±RW/±R Super multiDrive
- จอภาพแสดงผลแบบ LCD จอแบน ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว
- Modem & Ethernet Card & 2 USB Ports
- Windows 7 Professional หรือดีกว่า
- Internet Explorer V11 หรือดีกว่า

2.2 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ (Converter) เป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงเข้ากับ Computer ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ตามมาตรฐาน IEC 60664, VDE 0110 และ UL 94 ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า (Digital Meter) ที่ติดตั้งตามอาคารต่างๆ แล้วส่งต่อไปยัง File Server ของระบบเพื่อบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าที่รับได้ โดยจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- สามารถต่ออุปกรณ์เครื่องวัด (Digital Meter) ได้ไม่น้อยกว่า 24 จำนวนมิเตอร์ เพื่อวัดค่าตัวแปรไฟฟ้า เช่น ค่า Current, Voltage, Power, Power factor, Frequency, Active Energy, Reactive Power และ Harmonics

- สามารถรับ-ส่งข้อมูลด้วยความเร็วไม่น้อยกว่า 115.2 kbps
 - Converter สามารถใช้ได้กับ Protocol : TCP / UDP / MODBUS TCP / HTTP หรือมากกว่า
- 2.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้า UPS (Uninterruptible Power Supply) ต้องจัดหาแหล่งจ่ายไฟ UPS เพื่อใช้งานสำหรับระบบซอฟต์แวร์ที่เสนอในห้อง Control Room ทั้งหมด โดยสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 2,000 VA/1,400 W แบตเตอรี่สำรองไม่น้อยกว่า 10 นาที
- 2.4 เครื่องพิมพ์เลเซอร์สี
- ความเร็วในการพิมพ์งานขาว-ดำ 16 แผ่นต่อนาที
 - ความเร็วในการพิมพ์งานสี 4 แผ่นต่อนาที
 - ความละเอียดงานพิมพ์ 2,400 x 600 dpi
 - ถาดบรรจุกระดาษ 150 แผ่น
- 2.5 เครื่องวัด (Digital Meter)
- ดูตามข้อกำหนด Digital Meter
3. คุณสมบัติทางเทคนิคโปรแกรม (SOFTWARE)
- ชุดซอฟต์แวร์ให้ใช้ตัวที่เป็น License ที่ได้รับลิขสิทธิ์จากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น ระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้จะต้องเขียนให้รองรับทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การรับประกันซอฟต์แวร์ต้องไม่น้อยกว่า 2 ปี ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ต้องผลิตและนำเข้าจากประเทศผู้ผลิตดั้งเดิม โดยผู้จัดจำหน่ายต้องแสดงเอกสาร Certificate of Origin ยืนยัน เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย
- 3.1 Monitoring
- แสดงผลตัวแปรข้อมูลแบบ Online Real Time โดยจะแสดงข้อมูลในแบบกราฟฟิค Single Line Diagram หรือ Building Lay Out Diagram ซึ่งจะทำให้ง่ายและสะดวกในการใช้งาน และผู้ใช้งานสามารถที่จะจัดทำกราฟฟิคเพิ่มเติมเองได้ไม่จำกัดจำนวนหน้า
 - ความสามารถในการจัดการกราฟฟิคตามสัญญาณของ Data การแสดงผลสัญญาณในรูปแบบมิเตอร์ และการนำเข้ากราฟฟิคประเภท JPEG, PNG ต่างๆ เป็นต้น
 - โปรแกรมสามารถแสดงผลมิเตอร์ทุกตัวที่ถูกรับเชื่อมต่อแบบ REAL TIME ในรูปแบบของตารางได้
 - ผู้ใช้งานสามารถเลือก Functions การใช้งานในรูปแบบ Graphic Link โดยกำหนดสามารถแสดง Page Display ได้แบบไม่จำกัด Page และสามารถเปิด Page ได้หลายหน้าต่างพร้อมกัน
- 3.2 Alarming
- แจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดความผิดปกติในระบบไฟฟ้าหรือกระบวนการผลิต เพื่อช่วยสอดส่องดูแลสถานการณ์ระบบไฟฟ้าและตัวแปรต่างๆ ว่างล่วงหน้า ซึ่งถ้าหากมีสัญญาณเตือนระบบจะบันทึกเหตุการณ์ไว้ได้
 - ระบบแจ้งเตือนยังสามารถที่จะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลประเภทต่างๆ ได้
 - ระบบสามารถแจ้งเตือนเองได้ โดยสามารถบันทึกการแจ้งเตือนได้
 - ระบบสามารถแจ้งเตือน Alarm เมื่อมิเตอร์ขาดการติดต่อกับซอฟต์แวร์ได้
- 3.3 Billing Report
- คำนวณค่าใช้ไฟฟ้าในองค์กรได้หลากหลายประเภทธุรกิจแบบ Normal, TOD และ TOU ซึ่งโปรแกรมสามารถคิดคำนวณค่าไฟฟ้าแยกคิดแต่ละแผนกหรืออุปกรณ์โดยการกำหนด

ช่วงเวลาในการคำนวณได้ เป็นแบบรายวัน รายสัปดาห์ และรายเดือน ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบกับกราฟไฟฟ้าได้

3.4 Trending การแสดงข้อมูลแบบกราฟแนวโน้ม

- แสดงผลแนวโน้มของตัวแปร เพื่อทำการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟเส้น โดยโปรแกรมสามารถพล็อตกราฟได้
- การแสดงกราฟ Real Time แบบต่อเนื่องสามารถเลือกกำหนด Time Chart ได้ เช่น 15 นาที , 1 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง
- ผู้ใช้งานสามารถกำหนดช่วงเวลาในการวิเคราะห์กราฟ โดยเลือกผ่าน Menu เลือกวัน และ เวลาที่จะแสดงกราฟได้
- ระบบสามารถซูมสัญญาณที่พล็อตและหยุดการพล็อต เพื่อเลื่อนดูค่าที่พล็อตในแต่ละช่วงเวลา

3.5 Reporting

- รายงานผลข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งานแต่โปรแกรมจะมีรูปแบบมาตรฐาน เช่น รายงานแต่ละวัน (Daily Report) รายงานแต่ละเดือน (Monthly Report) รายงานแต่ละปี (Yearly Report) และรายงานการใช้พลังงานในแต่ละอุปกรณ์ (Energy Report)

3.6 Controlling

- รองรับการควบคุมสั่งการอุปกรณ์ควบคุม (Output Control) โปรแกรมสามารถควบคุมอุปกรณ์แบบ Auto-Manual ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขควบคุม เช่น ควบคุม Peak demand, ควบคุม อุณหภูมิ, ควบคุมเวลาเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้หลากหลายรูปแบบของการประยุกต์ใช้งาน โดยทำงานร่วมกับ Output ของมิเตอร์ไฟฟ้า เพื่อกำหนดหรือควบคุมอุปกรณ์

3.7 Networking

- ระบบยังสามารถเชื่อมโยงข้อมูลในรูปแบบ Web Server โดยสามารถใช้งานจากคอมพิวเตอร์ได้หลายเครื่องพร้อมกัน เช่น การ Monitoring, กราฟแสดงข้อมูล

บทที่ 28

ระบบสำรองไฟฟ้าฉุกเฉิน (UPS)

1. ข้อกำหนดโดยทั่วไป

เครื่องยูพีเอสจะต้องเป็นชนิด SOLID-STATE แบบ TRUE ONLINE DOUBLE CONVERSION (VFI CLASSIFIED) ตรงตามมาตรฐาน IEC 62040-3 ทำงานที่ความถี่สูง (HIGH FREQUENCY SWITCHING) โดยใช้เทคโนโลยี PWM VECTOR CONTROL TECHNOLOGY ซึ่งควบคุมการทำงานด้วย ระบบ DSP (DIGITAL SIGNAL PROCESSING) และ โดยที่เครื่องยูพีเอสสามารถสำรองไฟฟ้าต่อเนื่องได้เป็นเวลา 15 นาที ที่พิกัดโหลด ที่ค่าประกอบกำลัง p.f. = 0.8 โดยที่ส่วนประกอบภายในเครื่องยูพีเอส จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังต่อไปนี้

- ชุด RECTIFIER/CHARGER เป็นชนิด PFC RECTIFIER TECHNOLOGY ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ IGBT เซมิคอนดักเตอร์, เทียบเท่าหรือดีกว่า
- ชุด INVERTER เป็นชนิด IGBT เซมิคอนดักเตอร์
- ชุดสแตติกสวิตช์บายพาส (STATIC SWITCH BYPASS) และ ชุด MAINTENANCE BYPASS SWITCH

2. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเครื่องยูพีเอส

2.1 ทางด้านขาเข้า (INPUT RECTIFIER CHARACTERISTIC)

2.1.1 แรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE) : 380 Vac±15%, 3 เฟส 4 สาย

2.1.2 ความถี่ไฟฟ้า (FREQUENCY) : 50 Hz±10%

2.1.3 ตัวประกอบกำลังทางด้านขาเข้า (POWER FACTOR) : >0.99 lagging

2.1.4 ความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์โมนิกส์ (THDI) : <3%

2.1.5 มีชุดตรวจสอบความถูกต้องของลำดับเฟสของระบบไฟฟ้าทางด้านขาเข้า (PHASE SEQUENCE REVERSE PROTECTION)

2.2 คุณสมบัติของภาคประจุกระแสเบตเตอรี่ (CHARGER) และแบตเตอรี่

2.2.1 DC OUTPUT VOLTAGE REGULATION ต้องมีค่าไม่เกิน ±1%

2.2.2 RECHARGING TIME เวลาที่ใช้ในการประจุ BATTERY ต้องเลือกได้ โดยในกรณี BOOST CHARGE ต้องใช้เวลาในการประจุ BATTERY จนถึง 95% ของ BATTERY CAPACITY ไม่เกินกว่า 10 เท่าของเวลา BATTERY BACK UP TIME

2.3 คุณสมบัติของแบตเตอรี่

2.3.1 แบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS, IEC, ANSI และ UL ซึ่งออกแบบให้ใช้งานร่วมกับระบบ UPS ได้เป็นอย่างดี

2.3.2 แบตเตอรี่เป็นแบบ FREE MAINTENANCE STATIONARY SEAL LEAD ACID (VALVE REGULATED)

2.3.3 แบตเตอรี่ต้องสามารถจ่าย LOAD OUTPUT ให้กับ UPS ขนาดตามพิกัด KVA ที่กำหนดที่โหลด POWER FACTOR 0.8 ได้ ไม่น้อยกว่า 10 นาที ที่พิกัดโหลดในกรณีที่เกิดไฟฟ้ดับ

2.3.4 ผู้เสนอราคาต้องแสดงรายการคำนวณในการเลือกแบตเตอรี่และแบตเตอรี่ที่เลือกใช้ต้องกำหนดค่า FLOAT VOLTAGE เท่ากับ 2.25 VDC/CELL และ END VOLTAGE เท่ากับ

- 1.67 VDC/CELL และต้องเป็นชนิด 12 V/BOCK (การเลือกขนาดแบตเตอรี่ ให้คำนวณที่อุณหภูมิ 25°C)
- 2.3.5 อายุการใช้งานต้องไม่น้อยกว่า 10 ปีขึ้นไป
- 2.3.6 ขั้วแบตเตอรี่ ต้องทำจากวัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าเป็นอย่างดี
- 2.3.7 BATTERY CONTAINER ต้องทำจากวัสดุทนไฟ และทนต่อแรงกระแทกได้ดี (UL 1778)
- 2.3.8 SAFETY VALVE ในแต่ละ CELL จะถูกออกแบบให้มี SAFETY VALVE เพื่อป้องกันแรงดันภายใน CELL กรณี OVER CHARGE
- 2.3.9 ชั้นวางแบตเตอรี่
- ชั้นวางแบตเตอรี่ต้องทำด้วยเหล็ก ซึ่งผ่านกรรมวิธีเคลือบสีกันกรด
 - บนคานรับเซลล์แบตเตอรี่ต้องมีฉนวนรองรับ และขาปรับระดับต้องมีฉนวนเช่นกันเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วลง GROUND
- 2.3.10 ชุดอุปกรณ์ประกอบ
- ขั้วแบตเตอรี่ต้องมีฉนวนหุ้มป้องกันการลัดวงจร
 - CONNECTORS และ BUS BAR ต้องเป็นทองแดง หรือนิกเกิล เพื่อป้องกันการกัดกร่อนจากกรด และเคมีพร้อมมีฉนวนหุ้มเพื่อป้องกันการลัดวงจร
- 2.4 ทางด้านขาออก (OUTPUT CHARACTERISTIC)
- 2.4.1 แรงดันไฟฟ้าในสภาวะปกติ (STEADY STATE VOLTAGE) : 380 V \pm 1% 3 เฟส 4 สาย (\pm 5% ADJUSTABLE)
- 2.4.2 ความถี่ไฟฟ้าในสภาวะชิ่งโครไนซ์ (STEADY STATE FREQUENCY) : 50 Hz \pm 1% (SELECTABLE : 0.5, 1, 2,3 Hz)
- 2.4.3 ความถี่ไฟฟ้าในสภาวะไม่ชิ่งโครไนซ์ (FREE RUNNING MODE FREQUENCY) : 50 Hz \pm 0.05%
- 2.4.4 ความเร็วในการชิ่งโครไนซ์ (SLEW RATE) : 0.1 Hz/s (SELECTABLE 0.1 Hz/s, 1 Hz/s, 2 Hz/s, 3 Hz/s)
- 2.4.5 แรงดันไฟฟ้าในสภาวะ UNBALANCE LOAD : \pm 2% ที่ UNBALANCE LOAD 100%
- 2.4.6 แรงดันไฟฟ้าในสภาวะ DYNAMIC LOAD : \pm 5% (0%-100% และ 100%-0% โหลด)
- 2.4.7 เวลาในการกลับคืนสู่ค่า \pm 5% ของปกติภายในเวลา 20 ms (RECOVERY TIME)
- 2.4.8 PHASE IMBALANCE : $120^\circ \pm 1^\circ$ (ที่ UNBALANCE LOAD 100%)
- 2.4.9 ค่าความผิดเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้า THDU [1% LINEAR LOAD, [4% NONLINEAR LOAD (CREST FACTOR 3:1) ที่ 100% โหลด
- 2.4.10 สามารถจ่ายโหลดที่มีค่า CREST FACTOR 3:1 (100% โหลด)
- 2.4.11 เครื่องยู่พีเอสจะต้องสามารถจ่ายโหลดที่มีค่า POWER FACTOR ได้ถึง 0.9 LEADING โดยไม่มีการ DE-RATED ของค่า KW
- 2.5 คุณสมบัติของความสามารถในการรับกระแสเกิน (OVERLOAD CAPACITY)
- 2.5.1 ความสามารถในการรับกระแสเกินของภาคอินเวอร์เตอร์ (INVERTER OVERLOAD CAPACITY)
- 110% ของพิกัดที่เวลา 60 นาที, 125% ของพิกัดที่เวลา 10 นาที, 150% ของพิกัดที่เวลา 1 นาที

- 2.5.2 ความสามารถในการรับกระแสเกินของภาคสแตติกสวิตช์ (STATIC SWITCH OVERLOAD CAPACITY)
105% ของพิกัดจ่ายโหลดต่อเนื่อง, 125% ของพิกัดที่ 10 นาที
- 2.6 ประสิทธิภาพของเครื่องยูพีเอส
- 2.6.1 ประสิทธิภาพของเครื่องยูพีเอสในสภาวะ TRUE ON LINE DOUBLE CONVERSION <90%
- 2.6.2 ประสิทธิภาพของเครื่องยูพีเอส ในการทำงานแบบ ECO MODE <95%
- 2.7 สภาวะแวดล้อมในการทำงาน
อุณหภูมิ ในการทำงานขณะจ่ายโหลดเต็มพิกัดต่อเนื่องที่ 40C^o, ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 0-95%
- 2.8 ระบบการควบคุมและแสดงผล (OPERATOR CONTROL AND DISPLAY PANEL)
มีระบบการควบคุมและแสดงผลที่เป็น MIMIC LED DISPLAY, LCD DISPLAY & MENU KEYS และ FUNCTION KEYS โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้
- MIMIC LED แสดงการทำงานของภาค RECTIFIER, INVERTER, STATIC SWITCH, BATTERY, OUTPUT และ ALARM
 - มีการแสดงผลผ่านจอแสดงผล LCD ในส่วนของการวัดค่าจะแสดงผลเป็นค่า RMS ซึ่งมีค่าความถูกต้อง $\pm 1\%$
 - การแสดงสัญญาณเตือน และการแสดงสภาวะการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของ UPS ทั้งหมด จะต้องแสดงผลที่แผงด้านหน้าของตัวเครื่อง
- 2.9 ระบบ SOFTWARE MONITORING และ OS SHUTDOWN
เครื่องยูพีเอสมีพอร์ตสื่อสารชนิด RS232 จำนวน 2 พอร์ต, DRY CONTACT เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน การ MONITOR ติดต่อผ่าน SOFTWARE สามารถทำได้ผ่าน SNMP หรือ MODBUS/JBUS
- 2.10 ระบบยูพีเอสต้องออกแบบตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้
- EN 50091-1-1, EN50091-2 (CLASS A), EN50091-3, EN60950, EN60529, IEC 60146-1-1
 - ISO9001, EC marked
3. การต่อลงดิน AC OUTPUT NEUTRAL ของ UPS ต้อง ISOLATE แยกจาก EQUIPMENT GROUND ของ UPS
4. การเดินสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง และ US. NE. CODE
5. ตู้ UPS และแผงควบคุมต้องมีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ และมี ALARM กรณีอุณหภูมิภายในตู้สูงเกินที่กำหนดไว้

บทที่ 29

ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ

<u>MAT. & EQUIP. LIST</u>	<u>PRODUCT</u>
1. หม้อแปลงไฟฟ้า ชนิดน้ำมัน (OIL FILLED TYPE) เอกรัฐ, เจริญชัยหม้อแปลง, QTC, ไทยทราโพล	
2. สวิตช์ไฟฟ้าแรงสูง	ABB, ALSTOM, F&G, MERIN GERIN, SIEMENS
3. MAIN DISTRIBUTION BOARD, DISTRIBUTION BOARD, ตู้ครอบสวิตช์ ไฟฟ้าแรงสูงและหม้อแปลง	ASEFA, ESIT, PMK, TIC, USMD, PEC
4. เครื่องมือวัด	CIRCUTOR, CROMPTON, JANITZA, MITSUBISHI, MERIN GERIN, E-POWER
5. RING MAIN UNIT	ABB, ALSTOM, F&G, MERIN GERIN, SIEMENS
6. BUSWAY	CUTLER HAMMER, EAE, SCHNEIDER, SIEMENS
7. ISOLATING PANEL BOARD	GE, HOSPITAL SYSTEMS, SQ-D
8. PANEL BOARD	ABB, CUTLER HAMMER, MOELLER, PEC SCHNEIDER ELECTRIC, SIEMENS
9. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน	CATERPILLA, DIETHELM, FG WILSON, HIMOINSA, MTU, PRAMAC
- เครื่องยนต์	CATERPILLA, CUMMINS, MTU, PERKINS
- ALTERNATOR	MARATHON, ONAN, STAMFORD, MECC ALTE
10. CIRCUIT BREAKER	ABB, CUTLER HAMMER, MOELLER, SCHNEIDER ELECTRIC, SIEMENS
11. AUTOMATIC TRANSFER SWITCH	ASCO, CUTLER HAMMER, GE – ZENITH
12. ระบบท่อร้อยสาย (CONDUIT SYSTEM)	ARROW PIPE, DAIWA, PANASONIC, RSI, TAS, UI
13. สายไฟฟ้า (รวมถึงสายดินและสายล่อฟ้า)	BANGKOK CABLE, CTW, MCI, PHELPS DODGE, THAI YAZAKI
14. โคมไฟฟ้า	
- โคมที่ใช้กับหลอด FLUORESCENT	LUSO, MKP, PHILIPS, X-TRA BRITE
- โคม DOWN LIGHT	MKP, OPTEX, PHILIPS, X-TRA BRITE
- โคม HIGH BAY	LITEX, PHILIPS, THORN
- โคม STREET LIGHT	LITEX, PHILIPS, THORN
- โคมตกแต่งภายในและภายนอกอาคาร	LAMTITUDE, LIGMAN, UNILAMP, VINIC, WE-EF หรือตามที่มัณฑนากรกำหนด
- โคมไฟส่องอาคาร (FLOOD LIGHT)	LAMTITUDE, LIGMAN, UNILAMP หรือตามที่สถาปนิกกำหนด
- ขาหลอดและขา STARTER สำหรับ โคม FLUORESCENT	BJB, PANASONIC, PHILIPS, VOSSLOH
- โคมไฟและหลอดไฟ LED	GE, L&E, OSRAM, PHILIPS
- หลอดไฟ	GE, OSRAM, PANASONIC, PHILIPS, SYLVANIA
- CAPACITOR	CAMBRIDGE, ELECTRONICON, PED

15. สวิตช์และปลั๊ก	BTICINO, HAGO, LEGRAND, PANASONIC
16. CAPACITOR AND CONTROLLER	ABB, CIRCUTOR, EPCOS, FRANKE, NOKIAN, SCHNEIDER ELECTRIC
17. CONTACTOR & STARTER	ABB, CIRCUTOR, EPCOS, FRANKE, SIEMENS, TELEMECANIQUE
18. SURGE PROTECTION	AT3W, DEHN, PHOENIX CONTACT
19. ผลิตภัณฑ์ UPS	APC, LIEBERT, SOCOMEC
20. ผลิตภัณฑ์ของแบตเตอรี่ UPS	CHLORIDE, C&D TECHNOLOGIES, EXIDE, VISION, YUASA
21. ระบบแสงสว่างฉุกเฉินและไฟแสดงทางออกฉุกเฉิน	CEE, DYWA, OLYMPIA ELECTRONICS, SAFEGUARD, SUNNY
22. วัสดุป้องกันไฟลาม	3M, ABESCO, BIOFIRESHIELD, HILTI
23. MOTION DETECTOR	BOSCH, EASYLUX, STEINEL, NADE
24. ระบบล่อฟ้า	ALLOY, KUMWELL, UI

รายการคำนวณ
งานระบบไฟฟ้า

โครงการ ก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทยศาสตร
โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

คำนวณโดย

ทพช/ นยโมสถ.

นายทรงยศ นียโมสถ สฟก.5193



EMS Consultants Co.,Ltd.
61/127 Thaploka building
Soi Taweemitr Rama 9 Rd. Huaykwang Bangkok 10310
tel +662-2482775 fax +662-248-2777

total sheet	
revision	date
0	2 ธ.ค. 59



ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
ตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. ๒๕๕๒



ชื่อ-สกุล นายทรงยศ นียโมสถ
เลขประจำตัวประชาชน 324990006284
ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขา ไฟฟ้า งานไฟฟ้า
ระดับ **สามัญวิศวกร** เลขทะเบียน 5193
วันอนุญาต 11 พ.ค. ๒๕๕๖ วันที่ออก 10 พ.ค. ๒๕๕๖
ประเภทสมาชิกสามัญ เลขที่ 18๕๖๕
อายุการขึ้นทะเบียน 19 พ.ค. ๒๕๕๖ บัตรสมาชิก 10 พ.ค. ๒๕๕๖

ใช้สำหรับรับรองรายการประกอบวิชาชีพ
โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การเรียนรู้ระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

ผู้ได้รับใบอนุญาต

นายกษาวิศวกร



093276

รับรองสำเนาถูกต้อง
นายทรงยศ นียโมสถ

ทนาย นียโมสถ

รายการคำนวณ
งานระบบไฟฟ้า

โครงการ ก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทยศาสตร
โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

คำนวณโดย

ทนาย น. น. น.

นายทรงยศ นิชโมสถ สฟก.5193



EMS Consultants Co.,Ltd.
61/127 Thaploka building
Soi Taweemitr Rama 9 Rd. Huaykwang Bangkok 10310
tel +662-2482775 fax +662-248-2777

total sheet	
revision	date
0	2 ธ.ค. 59

SURFACE MOUNTED

3 PHASE 4 WIRE, SN., 220/380 VOLTS

400 AMPS. MAIN LUGS

ALL BRANCH CIRCUIT BREAKER SHALL HAVE

30,000 A.I.C. AT. 380 VOLTS

DB1-1

PANEL LOAD SCHEDULE

CKT. No.	DESCRIPTIONS	LOAD IN VA.			CIRCUIT BREAKER		WIRE SIZE (Sq.mm)	DIAGRAM
		PHASE A	PHASE B	PHASE C	AT	POLE		
1	LPB-1	5425	5225	5325	40	3	4#10,1#4GR	
2	LPB-2	10000	10000	10000	70	3	4#25,1#6GR	
3	LP1-1	3375	3575	3605	40	3	4#10,1#4GR	
4	LP1-2	16500	16400	16400	125	3	4#70,1#16GR	
5	LP1-5	10540	10940	10815	70	3	4#25,1#6GR	
6	LPS1-5	7500	7500	7500	50	3	4#16,1#6GR	
7	LPS1-6	7500	7500	7500	50	3	4#16,1#6GR	
8	LP1-AC-1	12500	12500	12500	80	3	4#35,1#10GR	
9	SPACE					3		
10	SPACE					3		
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		73340	73640	73645	TOTAL DEMAND LOAD			MAIN CIRCUIT BREAKER
		220625			163,145 VA.			300 AT.
								30,000 A.I.C.
								AT. 380 VOLTS
								MAIN FEEDER (Sq.mm)
								4#240,1#25GR
								-3 1/2"C

SURFACE MOUNTED

3 PHASE 4 WIRE, SN., 220/380 VOLTS

250 AMPS. MAIN LUGS

ALL BRANCH CIRCUIT BREAKER SHALL HAVE

30,000 A.I.C. AT. 380 VOLTS

DB2-1

PANEL LOAD SCHEDULE

CKT. No.	DESCRIPTIONS	LOAD IN VA.			CIRCUIT BREAKER		WIRE SIZE (Sq.mm)	DIAGRAM
		PHASE A	PHASE B	PHASE C	AT	POLE		
1	LP2-1	3400	3395	3375	40	3	4#10,1#4GR	
2	LP2-2	8100	7900	8100	70	3	4#25,1#6GR	
3	LP2-AC-1	26000	26000	26000	160	3	4#95,1#16GR	
4	SPACE					3		
5	SPACE					3		
6	SPACE					3		
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		37500	37295	37475	TOTAL DEMAND LOAD			MAIN CIRCUIT BREAKER 175 AT. 30,000 A.I.C. AT. 380 VOLTS MAIN FEEDER (Sq.mm) 4#95,1#16GR -2 1/2"C
		112270			83,570 VA.			

SURFACE MOUNTED

3 PHASE 4 WIRE, SN., 220/380 VOLTS

250 AMPS. MAIN LUGS

ALL BRANCH CIRCUIT BREAKER SHALL HAVE

30,000 A.I.C. AT. 380 VOLTS

DB3-1

PANEL LOAD SCHEDULE

CKT. No.	DESCRIPTIONS	LOAD IN VA.			CIRCUIT BREAKER		WIRE SIZE (Sq.mm)	DIAGRAM
		PHASE A	PHASE B	PHASE C	AT	POLE		
1	LP3-1	12150	12025	11075	70	3	4#25,1#6GR	
2	LP3-3	11125	10925	11285	70	3	4#25,1#6GR	
3	LP3-4	8925	8525	9075	70	3	4#25,1#6GR	
4	LP3-5	8150	8180	8250	70	3	4#25,1#6GR	
5	SPACE					3		
6	SPACE					3		
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		40350	39655	39685	TOTAL DEMAND LOAD			MAIN CIRCUIT BREAKER
		119690			86,840 VA.			200 AT.
								30,000 A.I.C.
								AT. 380 VOLTS
								MAIN FEEDER (Sq.mm)
								4#120,1#16GR
								-3 "C

SURFACE MOUNTED

3 PHASE 4 WIRE, SN., 220/380 VOLTS

250 AMPS. MAIN LUGS

ALL BRANCH CIRCUIT BREAKER SHALL HAVE

30,000 A.I.C. AT. 380 VOLTS

DB6-1

PANEL LOAD SCHEDULE

CKT. No.	DESCRIPTIONS	LOAD IN VA.			CIRCUIT BREAKER		WIRE SIZE (Sq.mm)	DIAGRAM
		PHASE A	PHASE B	PHASE C	AT	POLE		
1	LP6-1	4220	4160	4255	40	3	4#10,1#4GR	
2	LP6-2	14400	14500	14400	100	3	4#50,1#10GR	
3	LP6-AC-1	7000	7000	7000	50	3	4#16,1#6GR	
4	SPACE					3		
5	SPACE					3		
6	SPACE					3		
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		25620	25660	25655	TOTAL DEMAND LOAD			MAIN CIRCUIT BREAKER
		76935			49,935 VA.			150 AT.
								30,000 A.I.C.
								AT. 380 VOLTS
								MAIN FEEDER (Sq.mm)
								4#95,1#16GR
								-2 1/2"C

SURFACE MOUNTED

3 PHASE 4 WIRE, SN., 220/380 VOLTS

250 AMPS. MAIN LUGS

ALL BRANCH CIRCUIT BREAKER SHALL HAVE

30,000 A.I.C. AT. 380 VOLTS

DB10-1

PANEL LOAD SCHEDULE

CKT. No.	DESCRIPTIONS	LOAD IN VA.			CIRCUIT BREAKER		WIRE SIZE (Sq.mm)	DIAGRAM
		PHASE A	PHASE B	PHASE C	AT	POLE		
1	LP10-1	3350	3370	3170	40	3	4#10,1#6GR	
2	LP10-2	8700	8500	8700	70	3	4#25,1#6GR	
3	LP10-AC-1	11000	11000	11000	70	3	4#25,1#6GR	
4	SPACE					3		
5	SPACE					3		
6	SPACE					3		
TOTAL CONNECTED LOAD (VA)		23050	22870	22870	TOTAL DEMAND LOAD			MAIN CIRCUIT BREAKER
		68790			52,190 VA.			150 AT.
								30,000 A.I.C.
								AT. 380 VOLTS
								MAIN FEEDER (Sq.mm)
								4#95,1#16GR
								-2 1/2" C

