

- 9.3 มีขาตั้งแบบปรับระดับได้ 6 จุด และมีล้อแบบแป้นหมุน 360 องศา จำนวน 5 ล้อ
- 9.4 มีระบบล๊อคเพื่อ ปิด-เปิด ด้านหน้าและด้านหลังของตู้
- 9.5 ประตูหน้าต้องไม่เป็นแบบปิดทึบและมีช่องสำหรับรับอากาศและ สามารถมองเห็นอุปกรณ์ในตู้ตลอดแนวความสูงตู้
- 9.6 มีพัดลมระบายความร้อนเป่าลมร้อนในแนวตั้งขึ้นด้านบน

10. เครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า (UPS) สำหรับ Server ขนาด 5 KVA 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 10.1 ระบบสำรองไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 5000 VA / 3500 W
- 10.2 ต้องเป็นระบบ True On Line UPS ที่มี Efficiency ไม่น้อยกว่า 92%
- 10.3 มีระบบป้องกัน Surge สำหรับ UPS ที่รองรับ Surge Energy Rating ได้ไม่น้อยกว่า 480 Joules และเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE และ UL1449
- 10.4 ต้องเป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ทั้งในรูปแบบ Tower และ แบบ Rack ภายในตัวเดียวกัน
- 10.5 ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาเข้า ดังนี้
- 10.6 เป็นระบบ Single Phase 220/230/240 Vac.
- 10.7 ระดับแรงดันไฟฟ้า (Input Voltage) เป็น 160 – 280 Vac ที่ full load และ 100-280 Vac ที่ half load
- 10.8 ระดับความถี่ (Input Frequency) 50/60 Hz +/- 5 Hz (auto sensing)
- 10.9 ระดับแรงดันไฟฟ้า (Output Voltage) เป็น 220 / 230(Default) / 240 Vac
- 10.10 ระดับความถี่ (Output Frequency) เป็น 50/60 Hz +/- 3 Hz user adjustable +/- 0.1
- 10.11 มี Crest Factor เพื่อรองรับกระแสในช่วง peak ที่มากกว่า 3:1
- 10.12 รูปแบบคลื่นสัญญาณ Sine Wave

11. อุปกรณ์สำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาด 800VA จำนวน 40 ชุด โดยแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

- 11.1 เป็นเครื่องสำรองไฟระบบ Line Interactive with stabilizer ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์
- 11.2 มีค่า Power rating ไม่น้อยกว่า 800 VA/480 Watt
- 11.3 สามารถรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้ที่ 220 VAC + / - 25 % , 50 Hz +/- 10%
- 11.4 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ที่ 220 VAC +/- 10 % , 50 Hz +/- 0.1 %
- 11.5 สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- 11.6 มี Switch ทดสอบแบตเตอรี่ และตัดสัญญาณเสียงเตือน
- 11.7 มี Surge Protection For Telephone Line
- 11.8 ปลั๊กไฟด้านหลังเป็นแบบ Universal สามารถเสียบปลั๊กได้ทั้งขากลมและขาแบน
- 11.9 ได้รับความมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1291-2545
- 11.10 ต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 version 2008 (NAC)จากกระทรวงอุตสาหกรรม ที่ครอบคลุม โรงงาน , ผลิตภัณฑ์, ขยาย, การตลาด และการบริการ (service) ระบุในเอกสารอย่างชัดเจนและ ISO 14001
- 11.11 รับประกันคุณภาพ 2 ปีเต็ม
- 11.12 ต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากโรงงานผู้ผลิตในประเทศไทย

บทที่ 3

คุณลักษณะเฉพาะของ Software

1. Microsoft Open License

1. Microsoft Windows Server 2016 Standard Edition จำนวน 10 license
2. Microsoft Windows Server User CAL จำนวน 50 license
3. Microsoft SQL Server 2016 Standard Edition จำนวน 6 license
4. Microsoft SQL Server User CAL จำนวน 15 license

2. VMware License

1. VMware vSphere 6 Standard for 1 processor จำนวน 4 license
2. Production Support/Subscription VMware vSphere 6 Standard for 1 processor จำนวน 4 license
3. VMware vCenter Server 6 Standard for vSphere 6 (Per Instance) จำนวน 1 license

3. Backup License

1. Software for Backup สามารถสำรองข้อมูลได้ครอบคลุม 8 CPU socket จำนวน 1 license

บทที่ 4

ตัวอย่างรายชื่อวัสดุและอุปกรณ์

รายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์ ระบบห้องศูนย์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

1. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แม่ข่าย
 - Cisco
 - Dell
 - HP
 - Lenovo
 - IBM
2. อุปกรณ์กระจายสัญญาณหลัก (Layer3 Switch)
 - Cisco
 - HP
 - Linksys
 - Dell
3. อุปกรณ์ Access Switch
 - Cisco
 - HP
 - Linksys
 - Dell
4. ระบบจัดเก็บข้อมูล NAS (Network Attached Storage)
 - Dell
 - QNAP
 - Synology
 - HGST
5. อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลส่วนกลางแบบ SAN (Disk Storage)
 - Dell
 - HP
 - IBM

6. อุปกรณ์ SAN Switch

- Dell
- HP
- IBM

7. อุปกรณ์ Tape Library

- Dell
- HP
- IBM

8. อุปกรณ์ป้องกันและตรวจจับการบุกรุก (Intrusion Prevention System)

- Paloalto
- Checkpoint
- Cisco
- BIG-IP
- Imperva

9. อุปกรณ์ป้องกันเครือข่าย (Firewall)

- Paloalto
- Checkpoint
- Cisco
- BIG-IP
- Imperva

10. (UPS) สำหรับ Server

- SYNDOME
- APC
- SOCOMEC

11. Rack ขนาด 42 U

- Dell
- HP
- IBM

12. (UPS) ขนาด 1500VA

- SYNDOME
- APC
- SOCOMEC

13. อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบไร้สาย (Wireless Controller)

- Cisco
- HP
- UBIQUITI
- Linksys

14. อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Access Point)

- Cisco
- HP
- UBIQUITI
- Linksys

15. ระบบตรวจสอบระบบเครือข่าย (Network Monitoring System)

- HP Openview
- Paessler PRTG
- Spiceworks
- Ipswitch WhatsUp
- ZABBIX

16. โปรแกรมระบบความปลอดภัยสำหรับใช้งานกับระบบประมวลผลแม่ข่ายเสมือน

- Symantec
- Avira
- Ditdefender
- Trend micro

17. รายละเอียดคุณสมบัติของโปรแกรมความปลอดภัยสำหรับเครื่องลูกข่าย

- Symantec
- Avira
- Bitdefender
- Trend micro

18. ซอฟต์แวร์ระบบสำรองข้อมูล

- veritas backup
- Veeam
- Symantec
- NAKIVO

รายการประกอบแบบก่อสร้าง
โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทย์ธรรมศาสตร์
โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ
งานระบบโสตทัศนูปกรณ์

สารบัญ

หน้า

งานระบบโสตทัศนูปกรณ์

บทที่ 1 ห้องประชุม 50 คน.....	1
บทที่ 2 ห้องประชุม 100 ที่นั่ง/ห้องอาหาร 80 ที่นั่ง.....	14
บทที่ 3 ห้องประชุม 15 ที่นั่ง.....	25
บทที่ 4 ระบบแสดงสื่อประชาสัมพันธ์.....	26

บทที่ 1

ห้องประชุม 50 คน

ระบบเสียง

1. เครื่องผสมสัญญาณเสียงขนาด 16 ช่อง

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล ขนาดไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบ Microphone (XLR) / Line ไม่น้อยกว่า 12 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบสเตอริโอ ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- มีปุ่มปรับเสียง EQ ไม่น้อยกว่า 4 BAND parametric EQ
- มีปุ่มปรับเสียงGEQ ทุกช่องสัญญาณขาออก
- สามารถบันทึกเสียงไม่น้อยกว่า 20 tracks
- มีeffects ไม่น้อยกว่า 4ชุดและตั้งโปรแกรมไม่น้อยกว่า50presets
- มีช่องต่อสัญญาณออก 6 AUXES
- มีช่องต่อสัญญาณออก ST L,R
- มีจอ LCD TOUCH SCREEN ขนาด 6x3นิ้ว ควบคุมการทำงาน
- มีช่องต่อสัญญาณออกแบบ TALK BLACK
- ตอบสนองความถี่ 20Hz-20kHz หรือดีกว่า
- ไตนามิคส์เร้นท์ ไม่น้อยกว่า 105 dB
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

2. เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิทัลขนาด 4x8

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิทัลขนาด 4 input / 8 output
- มีระบบประมวลผล 24-bit AD/DA conversion
- สามารถปรับแต่งเสียงและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านช่อง RS-232
- หรือ RS485 และต่อเชื่อมผ่านทาง ETHERNET เพื่อการควบคุมได้
- สามารถปรับแต่งเสียงในการทำงานแบบ EQ, Delay, Crossover ได้เป็นอย่างดี

คุณสมบัติทางเทคนิค

- สัญญาณขาเข้า +24-dBu
- ความต้านทานขาเข้า 15K Ohms
- สัญญาณขาออก +24-dBu
- ความต้านทานขาออก 200 Ohms
- ไตนามิคเร้นท์ 105 dB
- สัญญาณขาออก +24-dBu
- ความถี่ตอบสนอง 20-20,000 Hz
- ความเพี้ยนฮาร์โมนิก น้อยกว่า 0.01%
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

3. เครื่องขยายเสียงสเตอริโอ 350 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- มีปุ่มปรับระดับเสียงอยู่ด้านหน้า
- มีไฟแสดงผลเมื่อมีสัญญาณเข้า

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีช่วงตอบสนองความถี่ 20Hz-20kHz
- กำลังขับขาออก ไม่น้อยกว่า 350 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- กำลังขับขาออกเมื่อต่อแบบบริด ไม่น้อยกว่า 900 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม
- ความต้านทานขาเข้า 10-20 kOhms
- ความต้านทานขาออก 8 โอห์ม 4 โอห์ม 2 โอห์ม
- ความเพี้ยนของสัญญาณ <0.5%
- Damping Factor >300
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

4. เครื่องขยายเสียงแบบโวลต์ลายขนาด 300 วัตต์

คุณสมบัติทั่วไป

- มีปุ่มสำหรับปรับระดับความดังของเสียง
- มีไฟแสดงผลเมื่อมีสัญญาณเข้า

คุณสมบัติทางเทคนิค

- มีช่วงตอบสนองความถี่ 50Hz-15kHz
- กำลังขับขาออก 2 ช่อง ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์ ที่ 70Vหรือ100V
- ความต้านทานขาเข้า 10-20 kOhms
- ความเพี้ยนของสัญญาณ <0.01%
- อัตราส่วนของสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 100 dB
- Damping Factor >200
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

5. ลำโพงหลัก Steerable Line Array

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงแบบ 2 ทาง
- มีลำโพง ขนาด 4 นิ้ว จำนวน 6 ดอก และ 1 นิ้ว จำนวน 1 ดอก
- ความถี่ตอบสนองระหว่าง 120 Hz – 18 kHz
- มีค่าความดังของลำโพงสูงสุดที่ 92 dB
- กำลังขับไม่น้อยกว่า 170 วัตต์
- ความต้านทาน 6 - 8 โอห์ม

6. ลำโพงติดเพดาน

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงเพดาน ขนาด 4 นิ้ว (LF) 0.75 นิ้ว (HF)พร้อมกล่องลำโพง
- มุมกระจายเสียง 90 องศา หรือใกล้เคียง

คุณสมบัติทางเทคนิค

- ตอบสนองความถี่ 90 Hz–19 kHz หรือดีกว่า
- กำลังขับไม่น้อยกว่า 40 วัตต์
- สามารถเลือกกำลังขับได้ที่ 30,15.7.5วัตต์หรือ100 V
- ระดับความดังของเสียงไม่น้อยกว่า 87dB @1 W /1 M
- Transformer Taps 100 V ,70 V : ขนาดวัตต์
- ความต้านทาน 6 โอห์ม

7. เครื่องจ่ายไฟชุดประชุม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมชุดประชุมระบบดิจิทัล (Fully digital audio transmission)
- LCD Display เพื่อแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- สามารถควบคุมและจ่ายไฟให้ชุดประชุมได้ 60 ชุด โดยมีช่องต่อไมโครโฟนแบบ RJ-45 จำนวน 2 ช่อง ใช้สายสัญญาณชนิด CAT 5
- สามารถต่อร่วมกับระบบชุดแปลภาษาได้
- สามารถเลือกวิธีการควบคุมการสนทนาได้ทั้ง แบบอัตโนมัติ, แบบจัดลำดับ FIFO,
- สามารถกำหนดให้พูดพร้อมกันได้ตั้งแต่ 1-8 คน ตามความเหมาะสม
- มีช่องขาออก แบบ XLR สำหรับต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- มีช่องสัญญาณขาออก แบบ XLR สำหรับต่อร่วมกับเครื่องบันทึกเสียงเพื่อบันทึกการประชุม
- มีช่อง TCP/IP สำหรับต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก
- ได้รับมาตรฐานอุปกรณ์การประชุม IEC 914 หรือ ISO 4043 หรือ ISO 2603

คุณสมบัติทางเทคนิค

- คุณภาพเสียง 24 bit audio @ 32 kHz sampling frequency
- ตอบสนองความถี่เสียง 65Hz – 16,000Hz
- ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิรวมน้อยกว่า 0.1%
- อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวนมากกว่า 85dBA
- สัญญาณขาเข้า แบบ Electronically Balanced
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

8. ไมโครโฟนสำหรับประธาน

คุณสมบัติทั่วไป

- ชุดประชุมประธานพร้อมไมโครโฟนคอห่านและลำโพงในชุดเดียวกัน
- ส่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล (fully digital)
- ไมโครโฟนคอห่าน พร้อมสัญญาณไฟสีแดงแสดงขณะทำงาน
- มีปุ่มกด สำหรับปิดไมโครโฟนสำหรับผู้เข้าร่วมประชุม
- ใช้สายสัญญาณมาตรฐาน CAT 5 และขั้วต่อชนิด RJ-45 สำหรับต่อพ่วงกับผู้เข้าร่วมประชุมชุดอื่น

คุณสมบัติเทคนิค

ไมโครโฟน

- ชนิด คอนเดนเซอร์ แบบคาดีออย
- ความยาวของไมโครโฟน 50 เซนติเมตร
- ความถี่ตอบสนอง 50 Hz-18,000 Hz
- ความไว -52dB

- ความดัง 110dB (3% THD)

ลำโพง

- ความถี่ตอบสนอง 150-15,000Hz
- ความดังของลำโพง 2 วัตต์ RMS

9. ไมโครโฟนสำหรับผู้เข้าร่วมประชุม

คุณสมบัติทั่วไป

- ชุดประชุมสำหรับผู้เข้าร่วมประชุม พร้อมไมโครโฟนคอห่านและลำโพงในชุดเดียวกัน
- ส่งสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล (fully digital)
- ไมโครโฟนคอห่าน พร้อมสัญญาณไฟสีแดงแสดงขณะทำงาน
- ใช้สายสัญญาณมาตรฐาน CAT 5 และขั้วต่อชนิด RJ-45 สำหรับต่อพ่วงกับผู้เข้าร่วมประชุมชุดอื่น

คุณสมบัติเทคนิค

ไมโครโฟน

- ชนิด คอนเดนเซอร์ แบบคาดีออย
- ความยาวของไมโครโฟน 50 เซนติเมตร
- ความถี่ตอบสนอง 50 Hz-18,000 Hz
- ความไว -52dB
- ความดัง 110dB (3% THD)

ลำโพง

- ความถี่ตอบสนอง 150-15,000Hz
- ความดังของลำโพง 2 วัตต์ RMS

10. ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ
- ตัวเครื่องรับสัญญาณไมโครโฟนสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- มีไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่อง

คุณสมบัติทางเทคนิค

- เครื่องรับสัญญาณมีช่วงความถี่ที่ใช้งาน 600 – 678 MHz (UHF) หรือตามที่ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลข
- สามารถเปลี่ยนความถี่ใช้งานได้ 100 ความถี่ หรือดีกว่า
- ความถี่ตอบสนอง 100 Hz – 15 kHz หรือดีกว่า
- มีค่าไดนามิกเรนจ์ไม่น้อยกว่า 100 dB
- ใช้ไฟ 12 VDC
- ตัวเครื่องส่งมีกำลังส่ง 30 mW หรือดีกว่า
- ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานได้นานไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง
- มีจอแอลซีดีแสดงสถานะการทำงาน

11. เครื่องบันทึกเสียง

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องบันทึกเสียงแบบ ดิจิตอล

- สามารถบันทึกได้ทั้งไฟล์ .WAV และ mp3
- มีหน้าจอแสดงการทำงาน

คุณสมบัติทางเทคนิค

- ความถี่ตอบสนอง 20-20 Khz
- ความเพี้ยนของสัญญาณ 0.006%
- อัตราสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน 95dB
- สัญญาณขาเข้าและออกไม่น้อยกว่า 6dB

12. ตู้เก็บอุปกรณ์ 40 U

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นเหล็ก อบสีอย่างดี
- มีพัดลมระบายอากาศ
- มีช่องใส่อุปกรณ์เพียงพอเก็บอุปกรณ์ทั้งหมด
- มีฝาปิด ทั้งทางด้านหน้า และด้านหลัง (ฝาด้านหน้าเป็นกระจกหรือพลาสติกใส)
- มีกุญแจสำหรับ Lock
- บริเวณด้านหลัง Rack สามารถที่จะติดตั้ง อุปกรณ์ยึดสายสัญญาณ
- ต่าง ๆ ได้ โดยมีรูสำหรับเกี่ยวยึด

ระบบภาพ

1. จอรับภาพ ขนาด 150 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- เนื้อจอชนิด Matt-White ขนาด 150 นิ้ว แบบ 16:9หรือ16:10
- มีสวิทช์ควบคุมการขึ้นลงของมอเตอร์
- มีขอบจอสีดำทั้ง 4 ด้าน

2. เครื่องฉายโปรเจ็คเตอร์ ขนาด7,000 ANSI Lumens

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถฉายภาพได้ขนาดใหญ่ 50-600 นิ้ว ตั้งเครื่องที่ 1.91 – 33.23 เมตร ด้วย Standard Lens
- ความละเอียดของภาพ WUXGA (1,920 x 1,200 Dots) 16:10
- ให้ความสว่างถึง 7,000 Lumens ใช้หลอดชนิด Laser Diode
- ใช้ DLP™ chip x1 ขนาด 0.67" อัตราส่วน 16:10 (1920 x 1200) จำนวน 2,304,000 pixels
- Contrast Ratio : 10,000 : 1
- Light Sourceมีอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง โหมดปกติ และ 24,000 ชั่วโมงโหมด ECO
- ใช้เลนส์ ประเภท Power Zoom / Focus Throw Ratio 1.7 – 2.4 :1 (สามารถเปลี่ยนเลนส์ตามระยะที่ต้องการได้)
- สามารถแก้ไข Key Stone ในแนวตั้ง ได้ ± 40 องศา (± 22 ด้วยเลนส์ ET-DLE055 , ET-DLE085) (± 5 ด้วยเลนส์ ET-DLE030)
- สามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง 24/7
- รีโมทสามารถควบคุมได้ในระยะ 30 เมตร

- สามารถเลื่อนภาพขึ้นโดยใช้โหมด Shift ทางแนวตั้ง -16%,+60% และเลื่อน ทางแนวนอน -10%,+30% (-10%+28% ด้วยเลนส์ ET-DLE085) ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า
- มีระบบ Automatic Frequency Control โดยมีช่วงความถี่
- จาก HDMI/DVI-D : Dot Clock : 25 - 162 MHz
- จาก RGB : H Sync : 15-100 kHz V Sync : 24-120 Hz Dot Clock : 25-162MHz
- มีคำสั่งพิเศษ
- ระบายความร้อนด้วยระบบ Heat Pipe เพื่อลดเสียงรบกวน
- สามารถติดตั้งเครื่องฉายในแนวตั้งได้ (Portrait) Image rotation function
- มีฟังก์ชัน Shutter effect with fade in/out
- มีระบบทดสอบภาพ Built-in Test Pattern
- มีระบบ DICOM Simulation Mode
- มีระบบ Daylight View 2
- มีฟังก์ชัน Geometric Adjustment สามารถปรับภาพให้ฉายภาพ บนจอโค้งได้ ด้วยรีโมต และโปรแกรม (โปรแกรม Geometry Manger Pro ET-UK20 เป็นโปรแกรมเสริม)
- มีช่องสัญญาณ ดังนี้
- DVI-D IN x 1
- RGB 1 IN: BNC x 5
- RGB 2 IN: D-Sub HD 15-pin
- SERIAL IN: (D-sub 9-pin x 1)
- HDMI x 1
- SERIAL OUT: (D-sub 9-pin x 1)
- LAN (RJ-45) x 1 (Support Digital Link)
- REMOTE 1 OUT: M3 x1 for external control (parallel)
- รองรับ Digital Link เทคโนโลยี คือ การฉายภาพความละเอียดสูงแบบไม่บีบอัด (uncompressed HD digital video), ภาพความละเอียดสูง (Full-HD), สัญญาณเสียง และสัญญาณควบคุม (Ethernet, RS-232C) โดยผ่านสาย CAT5e (STP) ได้ยาวถึง 100 เมตร
- มีฟังก์ชัน Edge Blending สามารถฉายภาพแบบ Multi Projection ได้

3. เครื่องเลือกสัญญาณภาพ คอมพิวเตอร์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องเลือกสัญญาณภาพและเสียงขนาดขาเข้า 8 ช่อง
- รองรับ HDCP
- สามารถควบคุมผ่านช่องสื่อสารชนิด RS-232 และ Ethernet

ช่องสัญญาณขาเข้า

- สามารถรองรับสัญญาณ HDMI ได้ 8 ช่อง

ช่องสัญญาณขาออก

- สามารถรองรับสัญญาณ HDMI ได้ 8 ช่อง
- ความไวในการรับส่งสัญญาณไม่น้อยกว่า 2.25 Gbps
- รองรับ EDID
- ความละเอียดของภาพ 1080p

4. แผงส่งสัญญาณ HDMI + VGA ผ่านสาย TWISTED PAIR ระยะไกล

คุณสมบัติทั่วไป

- แผงส่งสัญญาณ HDMI + VGA ผ่านสาย TWISTED PAIR
- มีค่า Max. Data Rate (Bandwidth) 2.25Gbps
- สามารถเดินสายได้ไม่น้อยกว่า 60เมตร
- รองรับความละเอียดของภาพ 1920x1200
- มีช่องสัญญาณเข้า HDMI + VGA
- มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้า 2 ช่อง
- มีช่องสัญญาณออกเป็นแบบ RJ 45 ใช้สายcat5e/cat6/cat7

5. ชุดส่งสัญญาณ HDMI + VGA ผ่านสาย TWISTED PAIR ระยะไกล

คุณสมบัติทั่วไป

- แผงส่งสัญญาณ HDMI ผ่านสาย TWISTED PAIR
- มีค่า Max. Data Rate (Bandwidth) 2.25Gbps
- สามารถเดินสายได้ไม่น้อยกว่า 60เมตร
- รองรับความละเอียดของภาพ 1920x1200
- มีช่องสัญญาณเข้า HDMI
- มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้า 1 ช่อง
- มีช่องสัญญาณออกเป็นแบบ RJ 45 ใช้สายcat5e/cat6/cat7

6. ชุดรับสัญญาณ HDMI ผ่านสาย TWISTED PAIR ระยะไกล

คุณสมบัติทั่วไป

- กล่องรับสัญญาณ HDMI ผ่านสาย TWISTED PAIR
- มีค่า Max. Data Rate (Bandwidth) 2.25Gbps
- รองรับความละเอียดของภาพ 1920x1200
- มีช่องสัญญาณเข้า RJ 45 ใช้สายcat5e/cat6/cat7
- มีช่องสัญญาณเข้าออก HDMI 1 ช่อง
- มีช่องสัญญาณเสียงขาออก 1 ช่อง

7. เครื่องกระจายสัญญาณ HDMI

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องกระจายสัญญาณ HDMIขนาดขาเข้า 1 ช่อง
- สามารถควบคุมผ่านช่องสื่อสารชนิด RS-232
- สามารถรองรับสัญญาณขาออก HDMI ได้ 6 ช่อง
- ความละเอียดของภาพ 1080p

8. เครื่องบันทึกภาพเสียง

คุณสมบัติทั่วไป

- ตัวเครื่อง มีช่อง ต่อสัญญาณขาเข้าและออก HDMI
- ตัวเครื่อง มีช่อง ต่อสัญญาณเสียงขาเข้าและออก
- ความละเอียดสำหรับ สัญญาณ input 1080
- รองรับ การบีบอัด สัญญาณภาพ แบบ mpeg-4,

- มีความจุไม่น้อยกว่า 80GB
- รองรับการ บันทึกภาพลงในหน่วยบันทึกข้อมูลภายใน พร้อมกับการ STREAMING ได้
- สามารถเชื่อมต่อ ETHERNETได้

9. เครื่องเล่น Blu-ray Disc

คุณสมบัติทั่วไป

- ระบบประมวลผลทางเสียงแบบดิจิทัล
- สามารถเล่น DVD,CD-MP3-MPEG-4
- ช่องต่อสัญญาณเสียงออกแบบสเตอริโอหรือดีกว่า
- มีช่องสัญญาณขาออกแบบ HDMI

10. จอแสดงผล LED 19"

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นจอแอลอีดีขนาด 18.5 นิ้ว ตามแนวทแยงหรือดีกว่า
- มีความละเอียดของภาพ 1366 x 768 จุดหรือดีกว่า
- มีอัตราความคมชัด(Contrast Ratio) 600:1 หรือดีกว่า
- มีช่องต่อสัญญาณแบบ DVI หรือ HDMI

11. ลิฟท์เก็บจอแสดงผล

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลิฟท์ยกจอแอลอีดีแบบมอเตอร์
- มีสวิทช์ควบคุมการขึ้นลงปรับเสียง
- สามารถควบคุมการทำงานจากอุปกรณ์ภายนอกได้

12. ชุดควบคุมอัตโนมัติพร้อมหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 9 นิ้วแบบไร้สายพร้อมซอฟต์แวร์

คุณสมบัติทั่วไป

จอสัมผัส

- จอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาดไม่น้อยกว่า 9 นิ้ว พร้อมแบตเตอรี่
- ความละเอียดของภาพ 800 x 480 พิกเซล

ชุดควบคุม

- มี RJ-45 Jack for 10/100 dbase T network connection
- มี Port Axlink เพื่อ ต่อเข้ากับเครื่องระบบAccess
- สามารถที่จะ download และ upload program จากตัวเครื่องไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
- มี Volatile memory ไม่ต่ำกว่า 32 MB
- มี Non volatile memory ไม่ต่ำกว่า 1 MB
- มี Compact flash memory ไม่ต่ำกว่า 16 MB และสามารถ upgrade memory ได้ถึง 1GB
- ใช้ไฟ 12 VDC
- มี Port RS232/422/485 ไม่น้อยกว่า3 ports
- มี Port IR/Serial 4 ports
- มี Port relay 4 ports
- มี I/O Port 4 ports

13. ชุดควบคุมมอเตอร์

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์
- สามารถควบคุมระบบไฟฟ้าขอจอร์รับภาพ
- มีสวิตช์เลือกหน้าที่การทำงานระหว่างควบคุมมอเตอร์หรือไฟฟ้า

14. วีดีโอคอนเฟอร์เรนซ์

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ H.323 (IP), SIP และ มาตรฐานอื่นๆ ของ ITU ดังต่อไปนี้ H.224/H.281, H.225, H.245, H.241, H.239, H.243, H.460, TIP
- มาตรฐานและคุณสมบัติการรองรับของระบบภาพ (Video System)
- รองรับตามมาตรฐาน H.261, H.263, H.264 AVC, H.264 High Profile, H.264 SVC, RTV
- แสดงผลผ่านจอภาพตามมาตรฐาน (Video Resolution) QSIF, SIF, CIF, 4SIF, 4CIF, w448, w576p, 720p
- สามารถรองรับความละเอียดของภาพ (Content Video Resolution) ได้ตามมาตรฐาน ดังนี้ WUXGA, HD, WSXGA+, SXGA+, SXGA, XGA, VGA
- สามารถที่จะทำการ conference ที่ความเร็ว 512 Kbps ได้ความละเอียดที่ 720p
- มีระบบภาพซ้อนภาพ Picture in Picture (PIP) และทำการแสดงผลแบบสองภาพในจอเดียวได้

15. กล้อง แบบโดม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นกล้องถ่ายภาพวีดีโอรายละเอียดสูงระดับ HD 1080P ชนิด PAN/TILT/Zoom
- ใช้หน่วยรับภาพเป็น HD CMOS ขนาด 1/2.8 หรือดีกว่า
- สามารถแสดงผลภาพวีดีโอในระดับ HD ที่ 1080p/720p
- สามารถซูมขยายภาพได้ไม่น้อยกว่าขนาด 15 เท่า แบบ Optical Zoom
- สามารถปรับกล้องจากซ้ายไปขวาได้ +/- 170 องศา, ปรับกล้องก้มเงยได้ - 30 ถึง +90องศา
- สามารถตั้งตำแหน่งกล้องล่วงหน้าได้ไม่น้อยกว่า 100 ตำแหน่ง
- สามารถทำการปรับ White Balance ได้ทั้งแบบ Auto/Manual/Indoor/Outdoor
- มีค่าอัตราการรบกวนต่อสัญญาณไม่ต่ำกว่า 50 dB
- มีช่องสัญญาณ Output ได้แก่ DVI, 3G-SDI
- มีช่องต่อ RS-232 และ RS422 เพื่อการสั่งงานจากอุปกรณ์ภายนอกได้
- สามารถติดตั้งได้แบบตั้งโต๊ะ และแบบแขวนเพดาน
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่เป็นเวลา 5 ปีจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

16. ชุดควบคุม แบบโดม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมกล้อง ใช้ร่วมกับตัวกล้อง PTZ ได้
- มี Function การควบคุมได้แก่ PAN, Tilt, Zoom, Focus
- มี Joystick เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการควบคุมกล้อง

17. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบจอสัมผัส 19 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น Micro Processor ชนิด Core i5
- ขนาดของหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 2 GB จำนวน 1 หน่วย และ ขยายได้ไม่น้อยกว่า 8 GB
- BIOS มีเครื่องหมายการค้า และมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- มี USB 2.0 Port ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- จอภาพสีแบบ LCD แบบ WXGA หรือดีกว่า ขนาดไม่ต่ำกว่า 19 นิ้ว
- มี Optical Mouse, Keyboard มีตัวอักษรไทยและอังกฤษติดถาวรและชัดเจนบนแป้นพิมพ์
- มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 250 GB SATA
- มี Ethernet interface แบบติดตั้งเมนบอร์ดหรือแบบการ์ด 10/100/1000 Mbps หรือ ดีกว่า
- เป็น Windows ที่มีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย

18. เครื่องส่งสัญญาณคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับระบบ WINDOW MACOS ANDROID
- มี ช่องสัญญาณขาออก 1 HDMI
- ความละเอียดในการส่งภาพ 1080p

ระบบแสงสว่างภายใน

1. ตู้โลหะสำหรับใส่โมดูลหรีไฟ ชนิด 3 โมดูล (แบบ 12 วงจร)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้สำหรับติดตั้ง โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบด้วยสีตามโรงงานผู้ผลิต
- สามารถติดตั้งชนิดของโมดูลในการควบคุมได้ 3 โมดูล
- มีจุดทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วย Connector Bypass
- มีจุดเชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM
- มีจุดต่อสำหรับสายเมนไฟฟ้า ขนาด 6 sqmm. - 35 sqmm.
- มีจุดต่อสำหรับสายโหลด ขนาด 2.5 sqmm. - 4 sqmm.
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส แต่ละโมดูล
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจร ด้วย Miniature Circuit Breaker ขนาด 1 x 10A
- เงื่อนไขในขณะทำงาน อุณหภูมิโดยรอบ 0...40 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 90 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการควบแน่น
- อุณหภูมิในการจัดเก็บ : -10...+70 องศาเซลเซียส
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Safety : EN 60 439, IP Rating: 20

2. ตู้โลหะสำหรับใส่โมดูลหรีไฟ ชนิด 3 โมดูล (แบบ 24 วงจร)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้สำหรับติดตั้ง โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบด้วยสีตามโรงงานผู้ผลิต
- สามารถติดตั้งชนิดของโมดูลในการควบคุมได้ 3 โมดูล
- มีจุดทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วย Connector Bypass
- มีจุดเชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM
- มีจุดต่อสำหรับสายเมนไฟฟ้า ขนาด 6 sqmm. - 35 sqmm.
- มีจุดต่อสำหรับสายโหลด ขนาด 2.5 sqmm. - 4 sqmm.
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส แต่ละโมดูล
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจร ด้วย Miniature Circuit Breaker ขนาด 1 x 10A
- เงื่อนไขในขณะทำงาน อุณหภูมิโดยรอบ 0...40 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 90 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการควบแน่น
- อุณหภูมิในการจัดเก็บ : -10...+70 องศาเซียส
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Safety : EN 60 439, IP Rating: 20

3. โมดูลหรี่ไฟ ชนิด THYRISTOR 4 วงจร ๑ ละ 10 แอมป์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมการหรี่แสงสว่างจำนวน 4 วงจรที่มีฟังก์ชันของอุปกรณ์ (Relay) ที่ 10 แอมป์ต่อวงจรที่สามารถติดตั้งในตู้ใส่โมดูลได้
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส อยู่ในช่วง 85-264 โวลท์ ที่ความถี่ทางไฟฟ้า 45-65 Hz
- ตัวเครื่องสามารถแยกส่วนของการติดตั้งกับสายไฟ และ Dimmer module ออกจากกันได้
- มีแผงหน้าจอ LCD Display ทางด้านหน้าพร้อมปุ่มแบบ Navigation จำนวน 5 ปุ่ม สำหรับการตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง
- เชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM/DMX หรือ สัญญาณ DALI
- มีไฟแสดงสถานะระดับของแสงสว่างด้านหน้าเป็นตัวเลขครบทุกวงจร พร้อมปุ่มกดเพิ่มหรือลดไฟ
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 55 015, Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 950
- DALI data transfer: IEC60929
- S-DIM data:RS485, 115 kpbs
- DMX data:DMX512-A protocol

4. โมดูลหรี่ไฟ ชนิด THYRISTOR 8 วงจร ๑ ละ 10 แอมป์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมการหรี่แสงสว่างจำนวน 8 วงจรที่มีฟังก์ชันของอุปกรณ์ (Relay) ที่ 10 แอมป์ต่อวงจรที่สามารถติดตั้งในตู้ใส่โมดูลได้
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส อยู่ในช่วง 85-264 โวลท์ ที่ความถี่ทางไฟฟ้า 45-65 Hz
- ตัวเครื่องสามารถแยกส่วนของการติดตั้งกับสายไฟ และ Dimmer module ออกจากกันได้
- มีแผงหน้าจอ LCD Display ทางด้านหน้าพร้อมปุ่มแบบ Navigation จำนวน 5 ปุ่ม สำหรับการตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง
- เชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM/DMX หรือ สัญญาณ DALI

- มีไฟแสดงสถานะระดับของแสงสว่างด้านหน้าเป็นตัวเลขครบทุกวงจร พร้อมปุ่มกดเพิ่มหรือลดไฟ
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 55 015, Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 950
- DALI data transfer: IEC60929
- S-DIM data:RS485, 115 kpbs
- DMX data:DMX512-A protocol

5. โมดูลหรี่ไฟสำหรับการควบคุมบัลลาสต์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมบัลลาสต์ 8 วงจรที่มีฟังก์ชันของอุปกรณ์ (Relay) ในการเปิด-ปิด ที่ 16 แอมป์ต่อวงจรที่สามารถติดตั้งในตัวโมดูลได้
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส อยู่ในช่วง 85-264 โวลท์ ที่ความถี่ทางไฟฟ้า 45-65 Hz
- ตัวเครื่องสามารถแยกส่วนของการติดตั้งกับสายไฟ และ Dimmer module ออกจากกันได้
- มีแผงหน้าจอ LCD Display ทางด้านหน้าพร้อมปุ่มแบบ Navigation จำนวน 5 ปุ่ม สำหรับการตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง
- เชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM/DMX หรือ สัญญาณ DALI
- สามารถเลือกโหมดการควบคุมให้เหมาะสมกับโหลดที่ใช้งาน มี 4 โหมด คือ 0-10V, 1-10V, DALI/DSI (Digital Signal Interface), PWM Load
- มีไฟแสดงสถานะระดับของแสงสว่างด้านหน้าเป็นตัวเลขครบทุกวงจร พร้อมปุ่มกดเพิ่มหรือลดไฟ
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 55 015, Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 950
- DALI data transfer: IEC60929
- S-DIM data: RS485, 115 kpbs
- DMX data:DMX512-A protocol

6. เครื่องควบคุมแสงสว่างศูนย์กลาง

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ DALI ได้ 128 อุปกรณ์ (ในแต่ละ Subnet ต่อเชื่อมได้มากที่สุด 64 อุปกรณ์)
- มีช่องสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อการควบคุมกับคอมพิวเตอร์แบบเครือข่ายผ่าน Protocol TCP/IP และ DALI
- เชื่อมต่อเครื่องควบคุมศูนย์กลางเข้าด้วยกันได้มากถึง 100 เครื่องด้วยระบบ Network ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ DALI รวมได้มากถึง 12,800 อุปกรณ์
- มีระบบเวลาอัตโนมัติรวมอยู่ในอุปกรณ์
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ DALI (DIGIDIM) พร้อมแหล่งจ่ายไฟขนาด 250 มิลลิแอมป์ จำนวน 2 ช่องทาง
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ S-DIM จำนวน 1 ช่องทางควบคุมได้ 252 Address
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ RS485 ที่รองรับการเชื่อมต่อชนิด DMX 512 ขาเข้าและขาออกได้ถึง 252 ช่องทางและสามารถทำงานร่วมกับสัญญาณควบคุม S-DIM ได้พร้อมกัน
- ใช้แรงดันไฟฟ้าชนิด 85-264 กระแสสลับ , ความถี่ทางไฟฟ้า 45 – 65 Hz
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้

- Emission : EN 55 015, Immunity : EN 61 547
- Safety : EN 60 950, IP Rating : 30, Isolation : 4kv
- เงื่อนไขในขณะที่ทำงาน อุณหภูมิโดยรอบ 0...40 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 90 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการควบแน่น
- อุณหภูมิในการจัดเก็บ : -10...+70 องศาเซียส

7. แผงควบคุมแสงสว่างชนิดปุ่มกด 8 ปุ่ม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นแผงควบคุมแสงสว่างชนิดมีสายติดตั้งบนผนัง สำหรับเลือกโปรแกรมฝาครอบแผงควบคุม ทำจากโลหะพ่นสีขาว แข็งแรงและสวยงาม

คุณสมบัติทางเทคนิค

- แผงควบคุมเป็นชนิดดิจิทัล สื่อสารการทำงานด้วยสัญญาณ DALI
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะในการควบคุม พร้อมอุปกรณ์รับสัญญาณ อินฟราเรดแบบ ไร้สายติดตั้งอยู่ กลางแผงควบคุม
- มีปุ่มกดด้านหน้าแบบสี่เหลี่ยม จำนวน 8 ปุ่ม
- สามารถใช้งานร่วมกับรีโมทควบคุมแบบ IR
- ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันต่ำเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 61 000-6-3 Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 669-1, IP Rating: 30, Isolation: 4kv

บทที่ 2

ห้องประชุม100 ที่นั่ง/ห้องอาหาร 80 ที่นั่ง

ระบบเสียง

1. เครื่องผสมสัญญาณเสียงขนาด 16 ช่อง

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล ขนาดไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบ Microphone (XLR) / Line ไม่น้อยกว่า 12 ช่องสัญญาณ
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบสเตอริโอ ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ
- มีปุ่มปรับเสียง EQ ไม่น้อยกว่า 4 BAND parametric EQ
- มีปุ่มปรับเสียงGEQ ทุกช่องสัญญาณขาออก
- สามารถบันทึกเสียงไม่น้อยกว่า 20 tracks
- มีeffects ไม่น้อยกว่า 4ชุดและตั้งโปรแกรมไม่น้อยกว่า50presets
- มีช่องต่อสัญญาณออก 6 AUXES
- มีช่องต่อสัญญาณออก ST L,R
- มีจอ LCD TOUCH SCREEN ขนาด 6x3นิ้ว ควบคุมการทำงาน
- มีช่องต่อสัญญาณออกแบบ TALK BLACK
- ตอบสนองความถี่ 20Hz-20kHz หรือดีกว่า
- ไดนามิกส์เร้นท์ ไม่น้อยกว่า 105 dB
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

2. เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิทัลขนาด 4x8

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียงระบบดิจิทัลขนาด 4 input / 8 output
- มีระบบประมวลผล 24-bit AD/DA conversion
- สามารถปรับแต่งเสียงและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านช่อง RS-232 หรือ RS485 และต่อเชื่อมผ่านทาง ETHERNET เพื่อการควบคุมได้
- สามารถปรับแต่งเสียงในการทำงานแบบ EQ, Delay, Crossover ได้เป็นอย่างดี

คุณสมบัติทางเทคนิค

- สัญญาณขาเข้า +24-dBu
- ความต้านทานขาเข้า 15K Ohms
- สัญญาณขาออก +24-dBu
- ความต้านทานขาออก 200 Ohms
- ไดนามิกส์เร้นท์ 105 dB
- สัญญาณขาออก +24-dBu
- ความถี่ตอบสนอง 20-20,000 Hz
- ความเพี้ยนฮาร์โมนิก น้อยกว่า 0.01%
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่จากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศระยะเวลา 5 ปี

3. ลำโพง LINE ARRY

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นลำโพงแบบ Digital Steerable Line Arrays
- เป็นลำโพงที่มาพร้อมเครื่องขยายเสียงและเครื่องประมวลผลในตัว
- เป็นลำโพงที่รองรับการเชื่อมต่อแบบ Network
- คุณสมบัติด้านเทคนิค
- ความถี่ตอบสนองตั้งแต่ 80 – 20000 Hz หรือ กว้างกว่า
- ดอกลำโพงเสียงต่ำ ขนาด 6.5 นิ้ว จำนวน 5 ดอก
- ดอกลำโพงเสียงสูง ขนาด 1 นิ้ว จำนวน 3 ดอก
- ค่าความดังสูงสุด 102 dB หรือดีกว่า
- มุมกระจายเสียงในแนวนอน 150 องศา
- มุมกระจายเสียงในแนวตั้งสามารถเลือกได้ 20, 25 หรือ 30 องศา
- สามารถควบคุมความถี่ต่ำได้ถึง 800 Hz
- เครื่องขยายเสียงและเครื่องประมวลผล

คุณสมบัติด้านเทคนิค

- กำลังขยาย 100 วัตต์ต่อช่องสัญญาณ
- เครื่องขยายเสียงแบบ Class D
- ความถี่ตอบสนองตั้งแต่ 80 – 20000 Hz หรือดีกว่า
- ค่าความผิดเพี้ยนทางฮาร์โมนิก น้อยกว่า 0.05%
- ค่าความต้านทานเข้า มากกว่า 20 กิโลโอห์ม
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่เป็นเวลา 5 ปีจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

4. ไมโครโฟนมีสายแบบมือถือ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนที่ใช้สำหรับเสียงพูด
- เป็นไมโครโฟนแบบไดนามิก
- มีขั้วต่อเป็นแบบ XLR
- คุณสมบัติทางเทคนิค
- ความถี่ตอบสนอง 40Hz – 16 kHz หรือดีกว่า
- ทิศทางการรับสัญญาณแบบ HyperCardioid
- ความไวในการรับสัญญาณไม่น้อยกว่า 1.7 mV/Pa
- ความต้านทานไม่เกิน 300 โอห์ม

5. ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ
- ตัวเครื่องรับสัญญาณไมโครโฟนสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- มีไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่อง
- คุณสมบัติทางเทคนิค
- เครื่องรับสัญญาณมีช่วงความถี่ที่ใช้งาน 600 – 678 MHz (UHF) หรือตามที่ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลข

- สามารถเปลี่ยนความถี่ใช้งานได้ 100 ความถี่ หรือดีกว่า
- ความถี่ตอบสนอง 100 Hz – 15 kHz หรือดีกว่า
- มีค่าไดนามิกเรนจ์ไม่น้อยกว่า 100 dB
- ใช้ไฟ 12 VDC
- ตัวเครื่องส่งมีกำลังส่ง 30 mW หรือดีกว่า
- ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานได้นานไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง
- มีจอแอลซีดีแสดงสถานะการทำงาน
- ชนิดของไมโครโฟนเป็นแบบไดนามิกไมโครโฟน

6. ไมโครโฟนไร้สายแบบหนีบปกเสื้อ

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนไร้สายแบบหนีบปกเสื้อ
- ตัวเครื่องรับสัญญาณไมโครโฟนสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- มีไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่อง

คุณสมบัติทางเทคนิค

- เครื่องรับสัญญาณมีช่วงความถี่ที่ใช้งาน 600 – 678 MHz (UHF) หรือตามที่ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลข
- สามารถเปลี่ยนความถี่ใช้งานได้ 100 ความถี่ หรือดีกว่า
- ความถี่ตอบสนอง 100 Hz – 15 kHz หรือดีกว่า
- มีค่าไดนามิกเรนจ์ไม่น้อยกว่า 100 dB
- ใช้ไฟ 12 VDC
- ตัวเครื่องส่งมีกำลังส่ง 30 mW หรือดีกว่า
- ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานได้นานไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง
- มีจอแอลซีดีแสดงสถานะการทำงาน
- ชนิดของไมโครโฟนเป็นแบบไดนามิกไมโครโฟนหรือคอนเดนเซอร์

7. ไมโครโฟนไร้สายแบบเกี่ยวหู

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นไมโครโฟนไร้สายแบบเกี่ยวหู
- ตัวเครื่องรับสัญญาณไมโครโฟนสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- มีไฟแสดงสัญญาณการทำงานของเครื่อง

คุณสมบัติทางเทคนิค

- เครื่องรับสัญญาณมีช่วงความถี่ที่ใช้งาน 600– 678 MHz (UHF) หรือตามที่ได้รับอนุญาตจากกรมไปรษณีย์โทรเลข
- สามารถเปลี่ยนความถี่ใช้งานได้ 100 ความถี่ หรือดีกว่า
- ความถี่ตอบสนอง 100 Hz – 15 kHz หรือดีกว่า
- มีค่าไดนามิกเรนจ์ไม่น้อยกว่า 100 dB
- ใช้ไฟ 12 VDC
- ตัวเครื่องส่งมีกำลังส่ง 30 mW หรือดีกว่า

- ใช้แบตเตอรี่ขนาด AA หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
- มีจอแอลซีดีแสดงสถานะการทำงาน
- ชนิดของไมโครโฟนเป็นแบบไดนามิกไมโครโฟนหรือคอนเด็นเซอร์

8. เครื่องฉายโปรเจ็คเตอร์ ขนาด10,000 ANSI Lumens

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถฉายภาพได้ขนาดใหญ่ 50-600 นิ้ว ตั้งเครื่องที่ 1.91 – 33.23 เมตร ด้วย Standard Lens
- ความละเอียดของภาพ WUXGA (1,920 x 1,200 Dots) 16:10
- ให้ความสว่างถึง 10,000 Lumens ใช้หลอดชนิด Laser Diode
- ใช้ DLP™ chip x1 ขนาด 0.67" อัตราส่วน 16:10 (1920 x 1200) จำนวน 2,304,000 pixels
- Contrast Ratio : 10,000 : 1
- Light Sourceมีอายุการใช้งาน 20,000 ชั่วโมง โหมดปกติ และ 24,000 ชั่วโมงโหมด ECO
- ใช้เลนส์ ประเภท Power Zoom / Focus Throw Ratio 1.7 – 2.4 :1 (สามารถเปลี่ยนเลนส์ตามระยะที่ต้องการได้)
- สามารถแก้ไข Key Stone ในแนวตั้ง ได้ ± 40 องศา (± 22 ด้วยเลนส์ ET-DLE055 , ET-DLE085) (± 5 ด้วยเลนส์ ET-DLE030)
- สามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง 24/7
- รีโมทสามารถควบคุมได้ในระยะ 30 เมตร
- สามารถเลื่อนภาพขึ้นโดยใช้โหมด Shift ทางแนวตั้ง -16%,+60% และเลื่อน ทางแนวนอน -10%,+30% (-10%+28% ด้วยเลนส์ ET-DLE085) ด้วยระบบมอเตอร์ไฟฟ้า
- ขนาดตัวเครื่อง 498(W) x 200(H) x 581(D) mm. น้ำหนักเครื่อง 23.2 Kg. (รวม Standard Lens)
- มีระบบ Automatic Frequency Control โดยมีช่วงความถี่
- จาก HDMI/DVI-D : Dot Clock : 25 - 162 MHz
- จาก RGB : H Sync : 15-100 kHz V Sync : 24-120 Hz Dot Clock : 25-162MHz
- ระบายความร้อนด้วยระบบ Heat Pipe เพื่อลดเสียงรบกวน
- สามารถติดตั้งเครื่องฉายในแนวตั้งได้ (Portrait) Image rotation function
- มีฟังก์ชัน Shutter effect with fade in/out
- มีระบบทดสอบภาพ Built-in Test Pattern
- มีระบบ DICOM Simulation Mode
- มีระบบ Daylight View 2
- มีฟังก์ชัน Geometric Adjustment สามารถปรับภาพให้ฉายภาพ บนจอโค้งได้ ด้วยรีโมท และโปรแกรม (โปรแกรม Geometry Manger Pro ET-UK20 เป็นโปรแกรมเสริม)
- มีช่องสัญญาณ ดังนี้
- DVI-D IN x 1
- RGB 1 IN: BNC x 5
- RGB 2 IN: D-Sub HD 15-pin
- SERIAL IN: (D-sub 9-pin x 1)
- HDMI x 1
- LAN (RJ-45) x 1 (Support Digital Link)

- REMOTE 1 OUT: M3 x1 for external control (parallel)
- รองรับ Digital Link เทคโนโลยี คือ การฉายภาพความละเอียดสูงแบบไม่บีบอัด (uncompressed HD digital video), ภาพความละเอียดสูง (Full-HD), สัญญาณเสียง และสัญญาณควบคุม (Ethernet, RS-232C) โดยผ่านสาย CAT5e (STP) ได้ยาวถึง 100 เมตร
- มีฟังก์ชัน Edge Blending สามารถฉายภาพแบบ Multi Projection ได้

9. จอรับภาพ ขนาด 220 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- เนื้อจอชนิด Matt-White ขนาด 220 นิ้ว แบบ 16:9หรือ16:10
- มีสวิตช์ควบคุมการขึ้นลงของมอเตอร์
- มีขอบจอสีดำทั้ง 4 ด้าน

10. เครื่องสลับสัญญาณคอมพิวเตอร์ 10X4

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องสลับสัญญาณภาพแบบ all in one ประกอบด้วยเครื่องสลับสัญญาณภาพและเสียง, ชุดควบคุมรวม, scaler ภาพ, converter ภาพ, ชุดรับส่งสัญญาณภาพแบบ twisted pair และเครื่องขยายเสียง พร้อม DSP ในตัว
- มีระบบการสลับสัญญาณภาพสูงสุดระดับ HDMI รองรับ เทคโนโลยี HDCP ด้วยเทคโนโลยี InstaGate แบบปราศจากหน้าจอมีด
- รองรับการทำงานแบบ Matrix ทั้งภาพและเสียง ขนาด 10 x4 หรือดีกว่า
- มีระบบ SmartScale เพื่อขยายสัญญาณและความละเอียดของภาพให้เหมาะสมกับจอแต่ละประเภทที่นำไปต่อได้โดยอัตโนมัติ โดยมีระบบ EDID เพื่อจดจำอุปกรณ์
- มีระบบการกระจายสัญญาณภาพและเสียงความละเอียดสูงระยะไกล สูงสุดถึง 100 เมตร โดยใช้สาย standard twisted pair เพียงเส้นเดียว
- รองรับสัญญาณขาเข้า RGBHV, Component, S-Video, Composite, HDMI/HDCP และ DVI
- ระบบควบคุมรวมในตัว สามารถควบคุมอุปกรณ์ผ่านช่องสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้
- RS232/422/485 จำนวน 6 ช่องสัญญาณ
- Relay จำนวน 8 ช่องสัญญาณ
- (Infrared) จำนวน 8 ช่องสัญญาณ
- ช่องรับและส่งสัญญาณ I/O (Input Port, Output Port) จำนวน 8 ช่องสัญญาณ
- ช่องเชื่อมต่อเครือข่ายภายใน (LAN) Ethernet 10/100 จำนวน 1 ช่องสัญญาณ
- เครื่องขยายเสียงในตัว ขนาด 2x25 วัตต์ ที่ 8 โอห์ม Class D
- เครื่องสลับสัญญาณภาพ และเสียง มีช่องสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

ช่องสัญญาณขาเข้า

- DVI-I จำนวน 4 ช่องสัญญาณ
- HDMI จำนวน 4 ช่องสัญญาณ
- DXLink Audio/Video จำนวน 2 ช่องสัญญาณ แบบ RJ-45
- Unbalanced Audio แบบ Mini Jack จำนวน 4 ช่องสัญญาณ
- Balanced Audio แบบ 5-pin จำนวน 4 ช่องสัญญาณ
- Microphone แบบ 3-pin จำนวน 2 ช่องสัญญาณ

ช่องสัญญาณขาออก

- HDMI จำนวน 4 ช่องสัญญาณ
- DXLink Audio/Video จำนวน 2 ช่องสัญญาณ แบบ RJ-45
- Amplifier Audio จำนวน 1 ช่องสัญญาณ
- Balanced Audio แบบ 5-pin จำนวน 3 ช่องสัญญาณ
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่เป็นเวลา 5 ปีจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

11. แผงรับสัญญาณภาพและเสียงแบบคอมพิวเตอร์และHDMI

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นแผงชุดส่งสัญญาณภาพและเสียงระยะไกลจากต้นทาง ไปสู่ศูนย์กลางระบบภาพได้ไกลสูงสุดถึง 100 เมตร โดยสามารถส่งสัญญาณภาพ, เสียง และ สัญญาณควบคุม ไปพร้อมๆกันได้ ผ่านทางสาย
- Twisted Pair เพียงเส้นเดียว
- ขยายระยะทางการส่งสัญญาณภาพด้วย HDMI ให้ไปได้ไกลถึง 100 เมตร
- รองรับสัญญาณขาเข้าแบบ HDMI/HDCP หรือ DVI, RGBHV, Component, S-Video and Composite
- ให้สายแบบ Cat5e, Cat6, Cat7, STP, FTP ที่มีอยู่ทั่วไปในท้องตลาด
- มีช่องต่อ USB เพื่อรับส่งสัญญาณควบคุม Keyboard และ Mouse จากอุปกรณ์ต้นทางไปยัง คอมพิวเตอร์ ส่วนกลางได้
- มีช่องต่อสัญญาณขาเข้า HDMI จำนวน 1 ช่อง, HD-15 จำนวน 1 ช่อง, Mini Jack จำนวน 1 ช่อง,
- USB จำนวน 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มีช่องต่อสัญญาณขาออก RJ-45 จำนวน 1 ช่อง

12. ชุดส่งสัญญาณ HDMI + VGA ผ่านสาย TWISTED PAIR ระยะไกล

คุณสมบัติทั่วไป

- แผงส่งสัญญาณ HDMI ผ่านสาย TWISTED PAIR
- มีค่า Max. Data Rate (Bandwidth) 2.25Gbps
- สามารถเดินสายได้ไม่น้อยกว่า 60เมตร
- รองรับความละเอียดของภาพ 1920x1200
- มีช่องสัญญาณเข้า HDMI
- มีช่องสัญญาณเสียงขาเข้า 1 ช่อง
- มีช่องสัญญาณออกเป็นแบบ RJ 45 ใช้สายcat5e/cat6/cat7

13. ชุดรับสัญญาณ HDMI ผ่านสาย TWISTED PAIR ระยะไกล

คุณสมบัติทั่วไป

- กล่องรับสัญญาณ HDMI ผ่านสาย TWISTED PAIR
- มีค่า Max. Data Rate (Bandwidth) 2.25Gbps
- รองรับความละเอียดของภาพ 1920x1200
- มีช่องสัญญาณเข้า RJ 45 ใช้สายcat5e/cat6/cat7
- มีช่องสัญญาณเข้าออก HDMI 1 ช่อง
- มีช่องสัญญาณเสียงขาออก 1 ช่อง

14. กล้อง แบบโดม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นกล้องถ่ายวิดีโอรายละเอียดสูงระดับ HD 1080P ชนิด PAN/TILT/Zoom
- ใช้หน่วยรับภาพเป็น HD CMOS ขนาด 1/2.8 หรือดีกว่า

- สามารถแสดงผลภาพวิดีโอในระดับ HD ที่ 1080p/720p
- สามารถซูมขยายภาพได้ไม่น้อยกว่าขนาด 15 เท่า แบบ Optical Zoom
- สามารถปรับกล้องจากซ้ายไปขวาได้ +/- 170 องศา, ปรับกล้องก้มเงยได้ - 30 ถึง +90องศา
- สามารถตั้งตำแหน่งกล้องล่วงหน้าได้ไม่น้อยกว่า 100 ตำแหน่ง
- สามารถทำการปรับ White Balance ได้ทั้งแบบ Auto/Manual/Indoor/Outdoor
- มีค่าอัตราการรบกวนต่อสัญญาณไม่ต่ำกว่า 50 dB
- มีช่องสัญญาณ Output ได้แก่ DVI, 3G-SDI
- มีช่องต่อ RS-232 และ RS422 เพื่อการสั่งงานจากอุปกรณ์ภายนอกได้
- สามารถติดตั้งได้แบบตั้งโต๊ะ และแบบแขวนเพดาน
- ต้องมีหนังสือรับรองอะไหล่เป็นเวลา 5 ปีจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์

15. ชุดควบคุม แบบโดม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมกล้อง ใช้ร่วมกับตัวกล้อง PTZ ได้
- มี Function การควบคุมได้แก่ PAN, Tilt, Zoom, Focus
- มี Joystick เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการควบคุมกล้อง

16. เครื่องเล่น Blu-ray Disc

คุณสมบัติทั่วไป

- ระบบประมวลผลทางเสียงแบบดิจิทัล
- สามารถเล่น DVD,CD-MP3-MPEG-4
- ช่องต่อสัญญาณเสียงออกแบบสเตอริโอหรือดีกว่า
- มีช่องสัญญาณขาออกแบบ HDMI

17. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบจอสัมผัส 19 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น Micro Processor ชนิด Core i5
- ขนาดของหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 2 GB จำนวน 1 หน่วย และ ขยายได้ไม่น้อยกว่า 8 GB
- BIOS มีเครื่องหมายการค้า และมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- มี USB 2.0 Port ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- จอภาพสีแบบ LCD แบบ WXGA หรือดีกว่า ขนาดไม่ต่ำกว่า 19 นิ้ว
- มี Optical Mouse, Keyboard มีตัวอักษรไทยและอังกฤษติดถาวรและชัดเจนบนแป้นพิมพ์
- มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 250 GB SATA
- มี Ethernet interface แบบติดตั้งเมนบอร์ดหรือแบบการ์ด 10/100/1000 Mbps หรือ ดีกว่า
- เป็น Windows ที่มีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย

18. เครื่องส่งสัญญาณคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับระบบ WINDOW MACOS ANDROID
- มี ช่องสัญญาณขาออก 1 HDMI
- ความละเอียดในการส่งภาพ 1080p

19. ตู้เก็บอุปกรณ์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้เก็บอุปกรณ์แบบมาตรฐาน
- มีรางเก็บสายไฟและเต้าเสียบเหมาะสมกับจำนวนอุปกรณ์
- ทำด้วยวัสดุที่เป็นโลหะ อบสีอย่างดี
- มีระบบพัดลมระบายความร้อน

20. ขาไมโครโฟนแบบตั้งพื้น

คุณสมบัติทั่วไป

- สามารถปรับระดับขึ้นลงได้
- ทำจากวัสดุที่แข็งแรงโครงสร้างหลักทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน
- สามารถใช้งานกับไมโครโฟนได้อย่างเหมาะสม

ระบบแสงสว่างภายใน

1. ตู้โลหะสำหรับใส่โมดูลหรือไฟ ชนิด 3 โมดูล (แบบ 12 วงจร)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้สำหรับติดตั้ง โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบด้วยสีตามโรงงานผู้ผลิต
- สามารถติดตั้งชนิดของโมดูลในการควบคุมได้ 3 โมดูล
- มีจุดทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วย Connector Bypass
- มีจุดเชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM
- มีจุดต่อสำหรับสายเมนไฟฟ้า ขนาด 6 sqmm. - 35 sqmm.
- มีจุดต่อสำหรับสายโหลด ขนาด 2.5 sqmm. - 4 sqmm.
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส แต่ละโมดูล
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจร ด้วย Miniature Circuit Breaker ขนาด 1 x 10A
- เงื่อนไขในการทำงาน อุณหภูมิโดยรอบ 0...40 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 90 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการควบแน่น
- อุณหภูมิในการจัดเก็บ : -10...+70 องศาเซลเซียส
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Safety : EN 60 439, IP Rating: 20

2. ตู้โลหะสำหรับใส่โมดูลหรือไฟ ชนิด 3 โมดูล (แบบ 24 วงจร)

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นตู้สำหรับติดตั้ง โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ทำจากแผ่นเหล็กเคลือบด้วยสีตามโรงงานผู้ผลิต
- สามารถติดตั้งชนิดของโมดูลในการควบคุมได้ 3 โมดูล
- มีจุดทดสอบวงจรไฟฟ้าด้วย Connector Bypass
- มีจุดเชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM

- มีจุดต่อสำหรับสายเมนไฟฟ้า ขนาด 6 sqmm. - 35 sqmm.
- มีจุดต่อสำหรับสายโหลด ขนาด 2.5 sqmm. - 4 sqmm.
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส แต่ละโมดูล
- มีระบบป้องกันความเสียหายจากไฟฟ้าเกินหรือลัดวงจร ด้วย Miniature Circuit Breaker ขนาด 1 x 10A
- เงื่อนไขในขณะทำงาน อุณหภูมิโดยรอบ 0...40 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 90 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการควบแน่น
- อุณหภูมิในการจัดเก็บ : -10...+70 องศาเซลเซียส
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Safety : EN 60 439, IP Rating: 20

3. โมดูลรีไฟ ชนิด THYRISTOR 4 วงจร ๗ ละ 10 แอมป์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมการหรี่แสงสว่างจำนวน 4 วงจรที่มีฟังก์ชันของอุปกรณ์ (Relay) ที่ 10 แอมป์ต่อวงจรที่สามารถติดตั้งในตู้ใส่โมดูลได้
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส อยู่ในช่วง 85-264 โวลท์ ที่ความถี่ทางไฟฟ้า 45-65 Hz
- ตัวเครื่องสามารถแยกส่วนของการติดตั้งกับสายไฟ และ Dimmer module ออกจากกันได้
- มีแผงหน้าจอ LCD Display ทางด้านหน้าพร้อมปุ่มแบบ Navigation จำนวน 5 ปุ่ม สำหรับการตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง
- เชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM/DMX หรือ สัญญาณ DALI
- มีไฟแสดงสถานะระดับของแสงสว่างด้านหน้าเป็นตัวเลขครบทุกวงจร พร้อมปุ่มกดเพิ่มหรือลดไฟ
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 55 015, Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 950
- DALI data transfer: IEC60929
- S-DIM data: RS485, 115 kpbs
- DMX data: DMX512-A protocol

4. โมดูลรีไฟ ชนิด THYRISTOR 8 วงจร ๗ ละ 10 แอมป์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมการหรี่แสงสว่างจำนวน 8 วงจรที่มีฟังก์ชันของอุปกรณ์ (Relay) ที่ 10 แอมป์ต่อวงจรที่สามารถติดตั้งในตู้ใส่โมดูลได้
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส อยู่ในช่วง 85-264 โวลท์ ที่ความถี่ทางไฟฟ้า 45-65 Hz
- ตัวเครื่องสามารถแยกส่วนของการติดตั้งกับสายไฟ และ Dimmer module ออกจากกันได้
- มีแผงหน้าจอ LCD Display ทางด้านหน้าพร้อมปุ่มแบบ Navigation จำนวน 5 ปุ่ม สำหรับการตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง
- เชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM/DMX หรือ สัญญาณ DALI
- มีไฟแสดงสถานะระดับของแสงสว่างด้านหน้าเป็นตัวเลขครบทุกวงจร พร้อมปุ่มกดเพิ่มหรือลดไฟ
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 55 015, Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 950
- DALI data transfer: IEC60929

- S-DIM data:RS485, 115 kpbs
- DMX data:DMX512-A protocol

5. โมดูลรีไฟสำหรับการควบคุมบัลลาสต์

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นเครื่องควบคุมบัลลาสต์ 8 วงจรที่มีฟักัดของอุปกรณ์ (Relay) ในการเปิด-ปิด ที่ 16 แอมป์ต่อวงจรที่สามารถติดตั้งในตัวโมดูลได้
- รองรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส อยู่ในช่วง 85-264 โวลท์ ที่ความถี่ทางไฟฟ้า 45-65 Hz
- ตัวเครื่องสามารถแยกส่วนของการติดตั้งกับสายไฟ และ Dimmer module ออกจากกันได้
- มีแผงหน้าจอ LCD Display ทางด้านหน้าพร้อมปุ่มแบบ Navigation จำนวน 5 ปุ่ม สำหรับการตั้งค่าต่างๆ ของตัวเครื่อง
- เชื่อมต่อการควบคุมด้วยสัญญาณ SDIM/DMX หรือ สัญญาณ DALI
- สามารถเลือกโหมดการควบคุมให้เหมาะสมกับโหลดที่ใช้งาน มี 4 โหมด คือ 0-10V, 1-10V, DALI/DSI (Digital Signal Interface), PWM Load
- มีไฟแสดงสถานะระดับของแสงสว่างด้านหน้าเป็นตัวเลขครบทุกวงจร พร้อมปุ่มกดเพิ่มหรือลดไฟ
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 55 015, Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 950
- DALI data transfer: IEC60929
- S-DIM data: RS485, 115 kpbs
- DMX data:DMX512-A protocol

6. เครื่องควบคุมแสงสว่างศูนย์กลาง

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ DALI ได้ 128 อุปกรณ์ (ในแต่ละ Subnet ต่อเชื่อมได้มากที่สุด 64 อุปกรณ์)
- มีช่องสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อการควบคุมกับคอมพิวเตอร์แบบเครือข่ายผ่าน Protocol TCP/IP และ DALI
- เชื่อมต่อเครื่องควบคุมศูนย์กลางเข้าด้วยกันได้มากถึง 100 เครื่องด้วยระบบ Network ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ DALI รวมได้มากถึง 12,800 อุปกรณ์
- มีระบบเวลาอัตโนมัติรวมอยู่ในอุปกรณ์
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ DALI (DIGIDIM) พร้อมแหล่งจ่ายไฟขนาด 250 มิลลิแอมป์ จำนวน 2 ช่องทาง
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ S-DIM จำนวน 1 ช่องทางควบคุมได้ 252 Address
- มีช่องสำหรับเชื่อมต่อสัญญาณ RS485 ที่รองรับการเชื่อมต่อชนิด DMX 512 ขาเข้าและขาออกได้ถึง 252 ช่องทางและสามารถทำงานร่วมกับสัญญาณควบคุม S-DIM ได้พร้อมกัน
- ใช้แรงดันไฟฟ้าชนิด 85-264 กระแสสลับ , ความถี่ทางไฟฟ้า 45 – 65 Hz
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และ มาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission : EN 55 015, Immunity : EN 61 547
- Safety : EN 60 950, IP Rating : 30, Isolation : 4kv
- เงื่อนไขในขณะทำงาน อุณหภูมิโดยรอบ 0...40 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ : 90 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีการควบแน่น
- อุณหภูมิในการจัดเก็บ : -10...+70 องศาเซียส

7. แผงควบคุมแสงสว่างชนิดปุ่มกด 8 ปุ่ม

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นแผงควบคุมแสงสว่างชนิดมีสายติดตั้งบนผนัง สำหรับเลือกโปรแกรมฝาครอบแผงควบคุม ทำจากโลหะพ่นสีขาว แข็งแรงและสวยงาม

คุณสมบัติทางเทคนิค

- แผงควบคุมเป็นชนิดดิจิทัล สื่อสารการทำงานด้วยสัญญาณ DALI
- มีสัญญาณไฟแสดงสถานะในการควบคุม พร้อมอุปกรณ์รับสัญญาณ อินฟราเรดแบบ ไร้สายติดตั้งอยู่ กลางแผงควบคุม
- มีปุ่มกดด้านหน้าแบบสี่เหลี่ยม จำนวน 8 ปุ่ม
- สามารถใช้งานร่วมกับรีโมทควบคุมแบบ IR
- ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันต่ำเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน
- รองรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน และมาตรฐาน ความปลอดภัยของอุปกรณ์ดังนี้
- Emission: EN 61 000-6-3 Immunity: EN 61 547
- Safety: EN 60 669-1, IP Rating: 30, Isolation: 4kv

บทที่ 3

ห้องประชุม 15 ที่นั่ง

1. LED ทึวี่ 50 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- จอภาพมีแบบ LED ขนาดไม่ต่ำกว่า 60 นิ้ว
- มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080
- มีช่องต่อสัญญาณเข้าแบบ HDM ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2. แผง HDMI Inlet

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นแผงรับสัญญาณเสียงและภาพชนิดติดผนัง
- สามารถรับสัญญาณ HDMI ได้เป็นอย่างดี
- ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรง

บทที่ 4

ระบบแสดงสื่อประชาสัมพันธ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมซอฟต์แวร์

คุณสมบัติทั่วไป

- หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็น Micro Processor ชนิด Core i5 Quad หรือดีกว่าที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า
- 2.66 GHz FSB ไม่น้อยกว่า 1333 MHz
- ขนาดของหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 2 GB จำนวน 1 หน่วย แบบ DDR3 ขยายได้ไม่น้อยกว่า 8 GB
- มี L2 Cache ขนาดไม่ต่ำกว่า 2 MB
- BIOS มีเครื่องหมายการค้า และมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- มี USB 2.0 Port ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- จอภาพสีแบบ LCD แบบ WXGA หรือดีกว่า ขนาดไม่ต่ำกว่า 19 นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1024 X 768 จุด
- มี Optical Mouse, Keyboard แบบ USB และ Keyboard มีตัวอักษรไทยและอังกฤษติดถาวรและชัดเจนบนแป้นพิมพ์
- มี Hard Disk ความจุไม่น้อยกว่า 250 GB SATA ความเร็วรอบไม่ต่ำกว่า 7200 RPM
- มี Ethernet interface แบบติดตั้งเมนบอร์ดหรือแบบการ์ด 10/100/1000 Mbps หรือ ดีกว่า
- เป็น Windows XP Professional SP2 ที่มีลิขสิทธิ์การใช้งานถูกต้องตามกฎหมาย

2. เครื่องเล่นสื่อประชาสัมพันธ์

คุณสมบัติทั่วไป

- รองรับอัตราส่วนหน้าจอแสดงผล 16:9, 16:10 และ 4:3
- พอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียงด้านเอาต์พุตเป็นแบบ HDMI ในระดับความละเอียดสูงสุดที่ 1920x1080 และพอร์ตเชื่อมต่อสัญญาณภาพแบบ VGA ในระดับ 1360x768
- ช่องต่อระบบเสียงภายนอก (Mini-Jack Audio Output) ที่สามารถต่อระบบเสียงไปยังลำโพงภายนอกได้ด้วยหัวต่อมาตรฐานขนาด 3.5 มม. แบบสเตอริโอ
- รูปแบบของไฟล์วิดีโอที่รองรับคือ MPEG-4, MPEG1/2, DivX, Xvid, H.264, WMV
- รูปแบบของไฟล์เสียงที่รองรับคือ MP3, ACC, WAV, Microsoft WMA, Real Audio
- รูปแบบไฟล์รูปภาพที่รองรับคือ JPEG, PNG, GIF, BMP
- พอร์ตการเชื่อมต่อกับเน็ตเวิร์ค : Ethernet 10/100 Mbit/s (RJ-45), IEEE 802.3u, 802.3x
- สะดวกรวดเร็วในการ Update เนื้อหากับวิธีการถ่ายโอนข้อมูลผ่าน SD CARD
- รองรับพอร์ต GPIO
- สามารถควบคุมการ เปิด-ปิด จอแสดงผล ด้วย RS-232
- สตรีมมิ่งมีเดียโปรโตคอล : MMS, RTSP, RTP, SDP, HTTP
- ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม : PHP5, JavaScript
- ขนาดแหล่งจ่ายไฟ : 5V DC, 0.4A (2W) ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าน้อย

- รองรับ Live Text , RSS feeds , Twitter feeds
- รองรับระบบจอสัมผัส (Supports Basic Touch Screen Interactivity)
- รองรับระบบปฏิบัติการ Windows 2000, XP, Vista, และ windows 7
- รองรับการจัดการเพื่อทำการสร้างหรือแก้ไขเนื้อหาข้อมูลทั้งภาพและเสียง ผ่านซอฟต์แวร์ซึ่งจะถูกติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุม
- รองรับการแก้ไขเนื้อหาได้ทั้งภาพและเสียง จากการควบคุมระยะไกลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตจากเครื่องคอมพิวเตอร์ภายนอกหรือเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน
- สามารถส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ควบคุมไปยังเครื่องลูกข่ายที่หลายเครื่องพร้อมกันได้
- สามารถกำหนดเวลาในการแสดงผลเนื้อหาได้อย่างอิสระด้วยฟังก์ชัน Content Scheduling
- สามารถปรับเปลี่ยน Layer ได้อย่างอิสระและไม่จำกัด Layer ที่จะแสดงอยู่บนหน้าจอ Template
- รองรับการแบ่งเนื้อหาที่หลากหลายได้ใน Template เดียวกัน
- รองรับ Text ภาษาไทยหรือภาษาสากลอื่นๆ
- สนับสนุนการใช้บริการแบบ Online Support
- รองรับการตั้งรายการเล่น (Playlist) เพื่อการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลาย
- มีระบบความปลอดภัยในการเข้าไปใช้งานโปรแกรม เพื่อเป็นการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลจากบุคคลอื่นที่ไม่ได้รับอนุญาต

3. จอ LED WALL ขนาด 55 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- ขนาดจอภาพ (แนวทแยงมุม) ขนาดไม่น้อยกว่า 55 นิ้ว
- อัตราส่วนจอภาพ (Aspect Ratio) ขนาด 16 : 9
- พื้นที่แสดงภาพ (กว้าง x สูง) ขนาด 1,209 x 680 มิลลิเมตร หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ชนิดจอภาพ IPS / Direct-LED หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- ขอบจอขนาดความกว้าง 2.25 มิลลิเมตร (ขอบซ้าย/ขอบบน) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- และ 1.25 มิลลิเมตร (ขอบขวา/ขอบล่าง) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- ความละเอียดจอภาพ Resolution (แนวนอน x แนวตั้ง) ระดับ Full HD 1,920 x 1,080 พิกเซล
- ความสว่างหน้าจอ (Brightness) ขนาด 500 แคนเดลา/ตารางเมตร (cd/m²) หรือดีกว่า
- ความคมชัด (Contrast Ratio) ระดับ 1,400 : 1 หรือดีกว่า
- ความคมชัดแบบไดนามิก (Dynamic Contrast) ระดับ 500,000 : 1 หรือดีกว่า
- ความไวตอบสนอง (Response Time) ระดับ 12 ms (G to G)
- มุมมองในการมอง (Viewing Angle) H/V ขนาด 175 องศา / 175 องศา หรือดีกว่า
- อายุการใช้งานหน้าจอ ประมาณ 60,000 ชั่วโมง (ค่าการประมาณวัดจากเริ่มต้นการใช้งานจนความสว่างหน้าจอ
- มีสารเคลือบลดแสงสะท้อนบนหน้าจอ (Anti-glare Treatment)
- มีช่องต่อสัญญาณแบบ HDMI, DVI IN/OUT, NETWORK, SERIAL IN/OUT, AUDIO IN/OUT, IR IN/OUT
- ฟังก์ชันการทำงาน
- สามารถปรับเลือกความสว่างของ Backlight ได้
- มีฟังก์ชันปรับขนาด และ ตำแหน่งของภาพ (H POS./V POS, H zoom/V zoom)
- ปรับ Gamma ได้ 4 รูปแบบ (Native, 2.2, 2.4 และ S Gamma)

- สามารถเปิดใช้งานได้ต่อเนื่องไม่จำกัด 7 วัน 24 ชั่วโมง
- มีฟังก์ชัน Multi Display สำหรับแสดงภาพแบบ Video Wall ได้มากที่สุดขนาด 10 x 10 จอ
- สามารถเชื่อมต่อสัญญาณภาพ DVI-D แบบ Daisy-Chain ได้ถึง 10 เครื่อง
- สามารถเชื่อมต่อสัญญาณควบคุม serial (RS232) แบบ Daisy-Chain ได้ได้ถึง 100 เครื่อง
- สามารถเชื่อมต่อสัญญาณควบคุม Remote IR แบบ Daisy-Chain ได้ได้ถึง 100 เครื่อง
- มีฟังก์ชันปรับภาพเต็มจออัตโนมัติ (หรือเลือกปรับได้ ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง) รวมทั้ง over scan และ 1:1
- พิกเซล
- มีฟังก์ชันเลือกปรับอุณหภูมิสีได้ 9 รูปแบบ ได้แก่ 3200K , 4000K , 5000K , 6500K , 7500K , 9300K , 10700K, Native และ USER1 และ USER2
- สามารถปรับตั้งค่าโทนสี R , G , B (แดง , เขียว , น้ำเงิน) ตามอิสระ
- มีฟังก์ชัน SCHEDULE สำหรับตั้งค่าวัน-เวลาเปิดและปิด และ เลือก Input ได้ 20 โปรแกรม
- มีฟังก์ชัน OFF TIMER ตั้งค่าเวลาเครื่องเข้าโหมด Standby ล่วงหน้าได้ (30/60/90 นาที)
- มีเมนูปรับค่าเสียงได้ (BALANCE , TREBLE , BASS และ SURROUND)
- มีฟังก์ชันป้องกันการเสื่อมของหน้าจอ (Screen Saver)
- มีฟังก์ชัน POWER ON DELAY สำหรับตั้งค่าการหน่วงเวลาการเปิดเครื่องเพื่อประหยัดพลังงาน
- สามารถติดตั้งจอภาพ ทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- มีฟังก์ชัน Cloning เพื่อทำการสำเนาข้อมูลการตั้งค่าต่างๆ จากเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องอื่นได้ โดยผ่านช่องทางต่อ
- USB

4. จอ LED TV ขนาด 60 นิ้ว

คุณสมบัติทั่วไป

- รับสัญญาณได้ทั้งสัญญาณวีดีโอ และคอมพิวเตอร์
- จอภาพแนวทแยงมุมขนาด 60 นิ้ว (ขนาดทางการค้า)
- มุมมองไม่น้อยกว่า 170 องศา หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- ความคมละเอียดของภาพ 1920x1080

5. สวิตช์ฮับ 24 Port

คุณสมบัติทั่วไป

- เป็นสวิตช์ ขนาดไม่น้อยกว่า 24 พอร์ตรองรับความไว 10/100/Base T

รายชื่อบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญงานโสตทัศนอุปกรณ์

1. บริษัท วิชัยเทรดดิ้ง (1983) จำกัด (Vichai Trading 1983. Co., Ltd.)
2. บริษัท อัศวโสภณ จำกัด (Assawasopon Co., Ltd)
3. บริษัท มหาจักร ดีเวลอปเม้นท์ (Mahajak Development .CO.,Ltd.)
4. บริษัท เมเปิ้ล อินทิเกรชั่น จำกัด (Maple integration Co.,Ltd.)
5. หรือ บริษัทอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

ข้อกำหนดงานระบบโสตทัศนูปกรณ์

รายชื่อผลิตภัณฑ์

ระบบเสียง

- | | |
|--|---|
| 1. เครื่องผสมสัญญาณเสียงแบบดิจิทัล | MIDAS, ALLEN&HEATH, YAMAHA, QSC หรือเทียบเท่า |
| 2. ไมโครโฟนแบบไร้สาย | SHURE, AUDIO TECHNICA, AKG หรือเทียบเท่า |
| 3. ไมโครโฟนแบบมีสาย | SHURE, AUDIO TECHNICA, AKG หรือเทียบเท่า |
| 4. เครื่องปรับแต่งสัญญาณเสียง แบบดิจิทัล | BIAMP, QSC, BSS, SYMETRIX หรือเทียบเท่า |
| 5. ลำโพง LINE ARRAY | QSC, RENKUS-HEINZ, TANNOY หรือเทียบเท่า |
| 6. ลำโพงเสียงต่ำ | QSC, RENKUS-HEINZ, TANNOY หรือเทียบเท่า |
| 7. ลำโพงเสียงเพดาน | QSC, RENKUS-HEINZ, TANNOY หรือเทียบเท่า |
| 8. เครื่องขยายเสียง | LAB GRUPPEN, CROWN, QSC หรือเทียบเท่า |
| 9. ลำโพงตู้ | QSC, RENKUS-HEINZ, TANNOY หรือเทียบเท่า |
| 10. เครื่องควบคุมระบบชุดประชุม | DIS, BOSCH, AUDIO TECHNICA หรือเทียบเท่า |
| 11. ชุดไมโครโฟนประชุมสำหรับประธาน | DIS, BOSCH, AUDIO TECHNICA หรือเทียบเท่า |
| 12. ชุดไมโครโฟนประชุมสำหรับผู้เข้าร่วมประชุม | DIS, BOSCH, AUDIO TECHNICA หรือเทียบเท่า |

ระบบภาพ

- | | |
|---|---|
| 1. เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ | NEC, SONY, PANASONIC, หรือเทียบเท่า |
| 2. จอรับภาพมอเตอร์ | DA-LITE, SWART, DAPPER, DNP หรือเทียบเท่า |
| 3. เครื่องเลือกสัญญาณคอมพิวเตอร์ | AMX, EXTRON, KRAMER หรือเทียบเท่า |
| 4. แผงส่งสัญญาณ HDMI+VGA ผ่านสาย Twisted Pair | AMX, EXTRON, KRAMER หรือเทียบเท่า |
| 5. ชุดรับสัญญาณ HDMI ผ่านสาย Twisted Pair | AMX, EXTRON, KRAMER หรือเทียบเท่า |
| 6. ชุดส่งสัญญาณ HDMI ผ่านสาย Twisted Pair | AMX, EXTRON, KRAMER หรือเทียบเท่า |
| 7. กล้อง P/T/Z CCTV | LUMENS, SONY, PANASONIC หรือเทียบเท่า |
| 8. ชุดควบคุม P/T/Z CCTV | LUMENS, SONY, PANASONIC หรือเทียบเท่า |

- | | |
|-----------------------------|---|
| 9. เครื่องบันทึกภาพและเสียง | LUMENS, EXTRON, PANASONIC หรือ
เทียบเท่า |
| 10. ชุดควบคุมอัตโนมัติ | AMX, CRESTON,VITY หรือเทียบเท่า |

ระบบแสงสว่างภายใน

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. ตู้อิโหลหะสำหรับใส่โมดูลหรือไฟ | Strand Lighting, LUTRON, HELVAR หรือ
เทียบเท่า |
| 2. โมดูลหรือไฟ | Strand Lighting, LUTRON, HELVAR หรือ
เทียบเท่า |
| 3. แผงควบคุมแสงสว่างชนิดปุ่มกด | Strand Lighting, LUTRON, HELVAR หรือ
เทียบเท่า |



โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทยศาสตร์

โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

รายการประกอบแบบ

- งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- งานระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

เล่มที่ 4

ที่ปรึกษาออกแบบ

บริษัท ที.พี.เอฟ.ซี. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

บริษัท แอเรีย จำกัด

บริษัท แมสซีฟ ดีไซน์ จำกัด

บริษัท อีเอ็มเอส คอนซัลแตนท์ จำกัด

โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทยศาสตร์

โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

รายการประกอบแบบ

- งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ
- งานระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

เล่มที่ 4

ที่ปรึกษาออกแบบ

บริษัท ที.พี.เอฟ.ซี. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

บริษัท แอเรีย จำกัด

บริษัท แมสซีฟ ดีไซน์ จำกัด

บริษัท อีเอ็มเอส คอนซัลแตนท์ จำกัด

รายการประกอบแบบก่อสร้าง
โครงการก่อสร้างอาคารศูนย์การแพทย์ธรรมศาสตร์
โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ
งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

สารบัญ

หน้า

รายละเอียดงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

บทที่ 1 รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป	1
บทที่ 2 มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง	4
บทที่ 3 ขอบเขตของงาน.....	5
บทที่ 4 เครื่องทำน้ำเย็นแบบ WATER COOLED CENTRIFUGAL CHILLERS.....	6
บทที่ 5 เครื่องทำน้ำเย็นแบบ WATER COOLED MAGNATIC BEARING CENTRIFUGAL CHILLER	8
บทที่ 6 หอระบายความร้อน.....	10
บทที่ 7 เครื่องสูบน้ำ	13
บทที่ 8 เครื่องจ่ายลมเย็น.....	14
บทที่ 9 เครื่องจ่ายลมเย็นห้องผ่าตัด	16
บทที่ 10 ท่อน้ำ และอุปกรณ์.....	20
บทที่ 11 ฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์.....	23
บทที่ 12 วาล์ว.....	25
บทที่ 13 เครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง	27
บทที่ 14 ถังน้ำขยายตัว	28
บทที่ 15 ระบบตรวจวัดและควบคุมคุณภาพน้ำ	29
บทที่ 16 ระบบน้ำอ่อน.....	31
บทที่ 17 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ	32
บทที่ 18 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	33
บทที่ 19 พัดลมระบายอากาศ	34
บทที่ 20 ท่อส่งลมเย็นและฉนวน.....	41
บทที่ 21 หัวจ่ายลม ตะแกรงลมกลับ และกล่องลมกลับ	42
บทที่ 22 แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง.....	43
บทที่ 23 VARIABLE FREQUENCY DRIVE (VFD).....	45
บทที่ 24 มอเตอร์และมอเตอร์ STARTER	46
บทที่ 25 PANEL BOARD AND STARTER PANEL BOARD	47
บทที่ 26 AIR CONDITIONING MAIN DISTRIBUTION BOARD	48
บทที่ 27 ระบบท่อร้อยสาย.....	50

บทที่ 28 สายไฟฟ้า	52
บทที่ 29 ระบบสายดิน.....	54
บทที่ 30 ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น	55
บทที่ 31 ชุดอุปกรณ์ล้างทำความสะอาดท่อคอนเดนเซอร์อัตโนมัติ.....	65
บทที่ 32 ตัวอย่างบัญชีรายชื่อบริษัทที่เห็นควรอนุมัติ.....	66

บทที่ 1

รายละเอียดข้อกำหนดทั่วไป

(GENERAL SPECIFICATION)

1. ขอบเขตของรายละเอียดข้อกำหนด (Scope of Specification)

- ก. ในกรณีที่ข้อความหรือรายละเอียดในรายละเอียดข้อกำหนดนี้ ขัดกับแบบแปลน หรือแตกต่างไปจากแบบแปลน ให้ถือการวินิจฉัยของวิศวกรเป็นการชี้ขาด
- ข. ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบแปลน รายละเอียดข้อกำหนด และรายการประกอบอื่นๆ ของงานที่ใช้ประกอบในสัญญา ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใดๆ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนการลงนามในสัญญา มิฉะนั้น ผู้ว่าจ้างจะถือว่า ผู้รับจ้างได้ศึกษาแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ตลอดจนรายการประกอบแบบอื่นๆ ครบถ้วนสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามสัญญา

2. แบบแปลน (Drawings)

ตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดในแบบแปลนเป็นเพียงตำแหน่งโดยประมาณ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างเล็กน้อย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพและลักษณะโครงสร้างของอาคาร ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุมัติก่อน

3. วัสดุและอุปกรณ์ (Material and Equipment)

- ก. วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลน และในรายละเอียดข้อกำหนด จะต้องเป็นของใหม่ ไม่บุบสลายหรือผ่านการใช้งานมาก่อน ทั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์แบบใหม่ล่าสุดของโรงงานผู้ผลิต
- ข. วัสดุและอุปกรณ์ที่ระบุในแบบแปลน และในรายละเอียดข้อกำหนดที่ผู้รับจ้างจะนำมาใช้ จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุและอุปกรณ์ หรือแคตตาล็อก พร้อมทั้งรายละเอียดคุณสมบัติที่สมบูรณ์ให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติเป็นลายลักษณ์อักษรก่อนนำไปสั่งซื้อหรือใช้งาน หากนำไปใช้ก่อนโดยมิได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร แล้วปรากฏว่า วัสดุหรืออุปกรณ์ นั้น ๆ ไม่ถูกต้องตามแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายในการรื้อถอน เปลี่ยนวัสดุ หรืออุปกรณ์นั่นเอง
- ค. บัญชีรายชื่อบริษัทที่แนบทำเป็นเพียงรายชื่อบริษัทที่วิศวกรผู้ออกแบบเห็นควรพิจารณาอนุมัติ และมีได้เป็นการจัดอันดับบริษัทที่จะได้รับการอนุมัติก่อนหรือหลัง ผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติใช้บริษัทหนึ่งบริษัทใดตามรายชื่อ โดยมีรายละเอียดของบริษัทตามรายละเอียดข้อกำหนด (Specification) กรณีเกิดเหตุสุดวิสัยที่พิสูจน์ได้จนเป็นที่ยอมรับ ผู้รับจ้างสามารถเสนอขออนุมัติเทียบเท่าในบริษัทนั้น ๆ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอเหตุผล ตลอดจนรายละเอียดทางเทคนิค และราคาเปรียบเทียบโดยครบถ้วน ทั้งนี้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ

4. วัสดุป้องกันไฟลาม (Fire Barrier)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุป้องกันไฟลามและควันไฟบริเวณช่องเปิด และช่องแนวเดินท่อหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในงานที่ผ่านทะลุพื้น ผัง และช่อง Shaft ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว วัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติในอัตราทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน NEC 300-21 และ ASTM

5. การประสานงาน (Drawing Co-Ordination)

เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน และศึกษาแบบแปลนทางด้านสถาปัตยกรรมประกอบกับงานระบบ เพื่อตรวจสอบว่าส่วนใดของอาคารมีหรือไม่มีฝ้าเพดาน ส่วนใดของผนังเป็นหน้าต่างกระจกหรือเป็นผนังลอย ตลอดจนวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้การติดตั้งงานระบบสามารถติดตั้งได้สอดคล้องกับงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ทั้งนี้หากในภายหลังตรวจพบที่เกิดข้อขัดแย้งขึ้น เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างในค่าใช้จ่ายที่จะต้องแก้ไขทั้งสิ้น

6. การทดสอบระบบและอุปกรณ์ (Equipment & System Test)

หลังจากการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการทดสอบระบบ และอุปกรณ์ของระบบต่อหน้าเจ้าของ และวิศวกร ตามวิธีการในรายละเอียดที่วิศวกรกำหนดให้ โดยผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินการทดสอบทั้งหมด

7. การรับประกันคุณภาพ (Guarantee)

ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิด และคุณภาพของการติดตั้งระบบนี้เป็นเวลา 2 ปีนับจากวันที่ลงนามตรวจรับงานงวดสุดท้ายโดยวิศวกรหรือผู้ว่าจ้าง ในระหว่างระยะเวลาประกันดังกล่าว หากมีวัสดุอุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนชำรุดใช้งานไม่ได้ หรือทำงานไม่สมบูรณ์ อันเนื่องมาจากความบกพร่องของวัสดุอุปกรณ์ หรือความบกพร่องในการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไข และ/หรือ เปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ชิ้นส่วนนั้น ๆ โดยไม่คิดราคาจากผู้ว่าจ้าง ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่รีบดำเนินการแก้ไข ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงข้อบกพร่อง หรือความเสียหายดังกล่าว ผู้ว่าจ้างทรงสิทธิไว้ในการที่จะว่าจ้างผู้อื่นมากระทำการแทน โดยคิดค่าใช้จ่ายเท่ากับผู้รับจ้าง

8. ป้ายชื่อ (Name Plate)

อุปกรณ์หลักทุกตัวหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องติดตั้งป้ายชื่อ เพื่อระบุความสามารถ หน้าที่และส่วนงานที่อุปกรณ์นั้นทำหน้าที่เกี่ยวข้องอยู่ ให้ติดตั้งป้ายชื่อ หรือเลขหมายชนิดคงทนถาวร ทำด้วยทองเหลือง ทองแดง หรือเหล็กกล้าปลอดสนิม ขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้เป็นอำนาจของวิศวกรที่จะกำหนดให้ผู้รับจ้างดำเนินการในส่วนนี้ทั้งหมดตามความเหมาะสม

9. การทาสี (Painting)

ในกรณีที่มีแนวท่อหรือมีการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ใด ๆ ในบริเวณที่ไม่มีฝ้าเพดาน หรือบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องทำการทาสีวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด รายละเอียดสีและชนิดของสีจะกำหนดให้ภายหลัง

10. การฝึกอบรม และให้คำแนะนำช่างของผู้ว่าจ้าง

ผู้รับจ้างจะต้องแนะนำและฝึกช่างของผู้ว่าจ้าง ให้มีความสามารถในการใช้และควบคุมการทำงาน ตลอดจนบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด จนเป็นที่เข้าใจโดยละเอียด

11. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (Instruction Manual for Operating and Maintenance)

ผู้รับจ้างจะต้องจัดมอบหนังสือคู่มือการใช้ การซ่อมบำรุง และรายการอะไหล่ของอุปกรณ์ (Part List) ของอุปกรณ์หลักทั้งหมดแก่ผู้ว่าจ้างอย่างน้อย 4 ชุด ในวันส่งมอบงาน

12. แผนภูมิ และ แผนภาพ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนภูมิ และ/หรือ แผนภาพ แสดงการทำงาน โดยระบุขนาด ชื่อ และตำแหน่งของอุปกรณ์หลัก แต่ละตัวด้วยแผ่นพลาสติก หนา 3 มม. ขนาดเหมาะสม ทั้งนี้แผนภูมิ และ/หรือ แผนภาพดังกล่าว จะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรก่อนดำเนินการจัดทำ

บทที่ 2

มาตรฐานการผลิตและการติดตั้ง

(STANDARDS OF PRODUCTION AND INSTALLATION)

อุปกรณ์ทั้งหมดจะต้องได้รับการออกแบบ สร้าง และทดสอบ ตลอดจนวิธีการติดตั้งตามมาตรฐานล่าสุดของ

ANSI	-	AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
ASHRAE	-	AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS
EIT	-	ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND
SMACNA	-	SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS' NATIONAL ASSOCIATION
AMCA	-	AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION INTERNATIONAL, INC.
ASME	-	AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
ASTM	-	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
AHRI	-	AIR-CONDITIONING, HEATING, AND REFRIGERATION INSTITUTE
FM	-	FACTORY MUTUAL
NFPA	-	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
NEC	-	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	-	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
UL	-	UNDERWRITERS LABORATORIES INC.
MEA	-	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY
TISI	-	THAI INDUSTRIAL STANDARD INSTITUTE

บทที่ 3

ขอบเขตของงาน (SCOPE OF WORK)

1. ในกรณีที่แบบแปลน หรือรายละเอียดข้อกำหนดมิได้แสดงไว้ หากเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อเนื้อที่จะต้องติดตั้งไว้ด้วยเพื่อให้ระบบสมบูรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าก่อนการเซ็นสัญญาติดตั้งในส่วนที่เกี่ยวข้อง มิฉะนั้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย และเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด
2. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่จะต้องประสานงาน โดยศึกษาแบบแปลนของงานระบบสถาปัตยกรรม ระบบโครงสร้าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่ประกอบขึ้นและรวมอยู่ในโครงการนี้ทั้งหมดให้มีความสอดคล้อง ไม่เกิดการกีดขวางในงานแต่ละระบบซึ่งกันและกัน ไม่ก่อให้เกิดการติดขัดกับงานระบบอื่น อันมีผลทำให้งานระบบอื่นมีอุปสรรค และเกิดความล่าช้าได้
3. เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องจัดหาและติดตั้งตู้ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์สำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ทั้งนี้ผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าจะเป็นผู้ดำเนินการจ่าย Main Feeder มาถึงยังตำแหน่งติดตั้งตู้ไฟฟ้าดังกล่าว การต่อสาย Main Feeder เข้าสู่ตู้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ภายในของตู้ไฟฟ้าเป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
4. เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับพัดลมระบายอากาศ, AHU, FCU, Split Type Unit และอื่น ๆ จนสามารถใช้งานได้ดี โดยผู้รับจ้างระบบไฟฟ้าจะเป็นผู้ดำเนินการติดตั้ง Junction Box พร้อมสายไฟฟ้ามาจนถึงยังตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว การติดตั้งระบบไฟฟ้าหลังจาก Junction Box เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างทั้งสิ้น
5. หากมิได้กำหนดให้มีตู้สวิตช์บอร์ด (Air-Condition Panel Board) ที่มี Safety Disconnecting Switch อยู่ในระแวกมองเห็นได้ สำหรับซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง None Fuse Disconnecting Switch ก่อนเข้าอุปกรณ์ที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 W. ขึ้นไป
6. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องจ่ายลมเย็น เครื่องสูบน้ำ วาล์ว ท่อน้ำ และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดตามแบบและข้อกำหนดนี้ ให้ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่มีความดัน 150 PSI และต่ำกว่าเท่านั้น ฉะนั้นในตำแหน่งที่มีความดันใช้งานสูงกว่า 150 PSI เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด ให้มีความดันใช้งาน (Working Pressure) ของอุปกรณ์นั้น ๆ ไม่น้อยกว่าความดันที่เกิดขึ้นจริงในตำแหน่งติดตั้งใช้งานจริง ผู้รับจ้างต้องคำนวณความดันใช้งานในตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด เสนอพร้อมกับการขออนุมัติวัสดุอุปกรณ์
7. หากในแบบไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมสำหรับดูดอากาศในห้องน้ำ ให้ผู้รับจ้างจัดทำสวิทช์ เปิด-ปิด แยกออกจากสวิทช์ไฟแสงสว่าง
8. หากในแบบระบบไฟฟ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น พัดลมระบายอากาศที่มีขนาดไม่เกิน 500 W. ให้รับไฟจากวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง
9. หากในแบบไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Starter Panel สำหรับมอเตอร์ที่มีกำลังตั้งแต่ 1HP ขึ้นไป

บทที่ 4 เครื่องทำน้ำเย็น แบบ

WATER-COOLED CENTRIFUGAL CHILLER

1. เครื่องทำน้ำเย็น Water-Cooled Centrifugal Chiller

เครื่องทำน้ำเย็น ต้องมีขนาดความสามารถในการทำความเย็นได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ และจะต้องเป็นเครื่องที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตต่างประเทศ และได้รับการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน AHRI หรือ Urovent LCP และต้องมีผลการทดสอบของเครื่องทำน้ำเย็นว่าได้รับมาตรฐานดังกล่าว แต่ละเครื่องแนบมาพร้อมในวันส่งมอบและต้องมี Witness Test. เครื่องทำน้ำเย็น ต้องออกแบบมาเพื่อใช้กับสารทำความเย็น R123 หรือ R134a โดยเฉพาะ เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลักต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

- Centrifugal Compressor
- Evaporator
- Condenser
- Lubrication System
- Purge System (เฉพาะ R123)
- Capacity Control System
- Refrigerant Flow Controller
- Control Panel and Starter
- Operating Controls and Safety Controls System

2. Centrifugal Compressor

คอมเพรสเซอร์ให้เป็นชนิด Centrifugal Type และขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าชนิด High Efficiency Induction Motor ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3Ph/380V/50Hz โดยเฉพาะตัวเรือนของคอมเพรสเซอร์ทำด้วยเหล็กหล่อ และสามารถใช้งานที่ 250 PSIG Working Pressure และต้องทดสอบ Hydrostatically Pressure Tested ที่ 375 PSIG เป็นอย่างน้อย Impeller ทำจากวัสดุ High Strength, Cast Aluminum Alloy Fully Shrouded Impeller ได้รับการทดสอบทั้ง Static & Dynamic Balanced เพื่อไม่ให้เกิด Vibration ในขณะที่ใช้งานทุกสภาวะ Bearing เป็นชนิด Thrust Bearing มีระบบหล่อลื่นอย่างเหมาะสม มอเตอร์ต้องมีกำลังขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์โดยไม่เกิดสภาวะ Overload ที่มอเตอร์มี High Temperature Protection

3. Evaporator and Condenser

Evaporator and Condenser เป็นแบบ 2-Pass Shell and Tubes ตัว Shell จะต้องเป็น Carbon Steel Plates สร้างและทดสอบตามมาตรฐาน ASME Pressure Vessel Code สามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 250 PSIG Working Pressure ที่ด้านสารทำความเย็น (Refrigerant Side) Tubes ต้องเป็น Copper Alloy และยึดติดกับ Carbon Steel Plates Support อย่างมั่นคง ตัว Evaporator และส่วนที่เย็นต้องหุ้มด้วย Closed Cell Elastomer Thermal Insulation หนาไม่น้อยกว่า 25 มม.

4. Lubrication System

ระบบการหล่อลื่นต้องมี Oil Pump เพื่อจ่ายน้ำมันหล่อลื่นไปยัง Bearings, Gears และส่วนอื่น ๆ ที่จำเป็น Oil Heater จะต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันโดยอัตโนมัติ เพื่อให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งานตลอดเวลา

5. Purifier Purge System

Purge System จะต้องประกอบด้วย Compressor และ Purge Drum สามารถทำงานไล่อากาศออกโดยอัตโนมัติ เพื่อแยก Non-Condensable Gas ออกจากระบบตามข้อกำหนดล่าสุดของ EPA

6. Refrigerant Capacity Control System

จะต้องประกอบด้วย Rotation Vanes Inlet Guide Vanes พร้อม Electric Actuator เพื่อควบคุมความสามารถทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น และต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำเย็น (Leaving Chilled Water Temperature) ให้คงที่โดยอัตโนมัติด้วย

7. Refrigerant Flow Controller

การควบคุมอัตราการไหลของ Refrigerant ที่จะเข้าไปยัง Evaporator ต้องเป็นชนิด Fixed-Orific หรือ Variable Orific หรือ EXV (Electronic Expansion Valve)

8. ตู้ไฟและสตาร์ทเตอร์ (Power and starter Panel)

เป็นแบบ Unit-Mounted ออกแบบมาใช้กับแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์/ 3 เฟส/ 50 เฮิร์ต

9. Operating Controls and Safety Controls System

ระบบควบคุมและแสดงผล ต้องเป็นแบบ Micro-Processor และต้องประกอบด้วย การควบคุม และแสดงผลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

- Leaving Chilled Water Temperature Control
- Motor Current Limiting Control
- System Cycling Control
- System Shutdown Control ประกอบด้วย Low Chilled Water Temperature Shutdown, No-Flow Shutdown, Low & High Oil Temperature Shutdown, Low & High Oil Pressure Shutdown, Low Evaporator Pressure Shutdown, High Condenser Pressure Shutdown, Motor Over Current Shutdown เป็นอย่างน้อย

10. เครื่องทำน้ำเย็น ต้องเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง Power Consumption ของเครื่องทำน้ำเย็นต้องไม่สูงกว่า 0.60 KW./Ton และต้องสามารถใช้งานที่ 60% Part Load ได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่เกิดความเสียหายแก่เครื่องทำน้ำเย็น (ผลการทดสอบเครื่องต้องแสดงผลการทดสอบที่ 60% Part Load ด้วย)

11. ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้จัดหา และติดตั้งระบบเตือนภัย (Refrigerant Detector หรือ Oxygen Sensor) ภายในห้องเครื่อง ภายใต้คำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อตรวจวัดการรั่วของสารทำความเย็นจากเครื่องทำความเย็นเข้าสู่บรรยากาศ เมื่อความเข้มข้นของการเจือปนของสารทำความเย็นสูง จนถึงขั้นเป็นอันตรายต่อชีวิต หรืออื่นๆ ทั้งนี้ให้ส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ตรวจวัดและตำแหน่งการติดตั้ง เพื่อขอความเห็นชอบจากวิศวกร

บทที่ 5

เครื่องทำน้ำเย็นแบบ WATER-COOLED, MAGNETIC BEARING CENTRIFUGAL CHILLER

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Oil Free Centrifugal Compressor, VFD Integrated เป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิต ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ และต้องมี Witness Test. ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน AHRI 550/590 หรือ Urovent LCP เครื่องทำน้ำเย็นต้องออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบน้ำยา R134a ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, มอเตอร์, VFD, อีแวปอเรเตอร์, คอนเดนเซอร์, อีโคโนไมเซอร์, ระบบควบคุมแบบ Microprocessor และอื่นๆ

เครื่องทำน้ำเย็นต้องเป็นแบบ Multi compressor มีความสามารถในการทำความเย็นและประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางเครื่องโดยใช้ค่า Fouling Factor ส่วนที่เป็นอีแวปอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ ให้ถือว่าเท่ากับ 0.0001 / 0.00025 ตาม AHRI 550/590

2. คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์และสตาร์ทเตอร์

คอมเพรสเซอร์ต้องเป็นชนิด Oil-free centrifugal แบบ Magnetic bearing ประกอบรวมมากับมอเตอร์ Impeller เป็นแบบ Fully Shrouded ทำจาก Cast Aluminum ใบพัดและแกนเพลลาของใบพัดรองรับด้วย Active Magnetic Radial Bearings และ Trust Bearing ได้รับการออกแบบ ติดตั้ง และปรับสมดุลย์ทั้งขณะหยุดนิ่งและขณะทำงาน มอเตอร์เป็นแบบ Semi-Hermetic ระบายความร้อนด้วยไอของสารทำความเย็น ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์ /3 เฟส /50 เฮิร์ต ขดลวดของมอเตอร์ต้องมี Thermal Sensing Device เพื่อความปลอดภัยติดตั้งฝังอยู่ สตาร์ทเตอร์และควบคุมความเร็วด้วยชุด Variable Frequency Drive Variable Frequency Drive เป็นแบบ Built-in compressor ระบายความร้อนด้วยไอของสารทำความเย็น ชุด VFD ทำงานคู่กับ Line Reactor ใช้เป็นสตาร์ทเตอร์เพื่อลดกระแสสตาร์ทเตอร์และใช้ในการปรับความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์เพื่อควบคุมความสามารถในการทำความเย็นร่วมกับการใช้ Inlet Guide Vane

3. การควบคุมสมรรถนะ

อุปกรณ์ควบคุมสมรรถนะต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของผู้ผลิต ควบคุมความสามารถการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นให้อยู่ระหว่าง 15% ถึง 100% ของความสามารถสูงสุดได้โดยอัตโนมัติ โดยการปรับความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ร่วมกับการใช้ Inlet Guide Vane ในการปรับปริมาณสารทำความเย็นให้เหมาะสม เพื่อรักษาอุณหภูมิ น้ำเย็นให้คงที่ตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นๆ โดยผู้รับจ้างต้องแสดงค่า Part Load Performance (Minimum to Maximum) โดยการลดอุณหภูมิ น้ำหล่อเย็นที่ละ 1 °F

4. อีแวปอเรเตอร์ (Evaporator)

อีแวปอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Shell & Tube Flooded type โครงสร้างของเปลือกภายนอก (Shell) ทำมาจากเหล็กกล้า (Carbon Steel) ได้รับการออกแบบ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน ASME หรือ GB หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต ออกแบบให้สารทำความเย็นไหลอยู่ภายใน Shell และน้ำไหลอยู่ภายในท่อสารทำความเย็น (Tube) ที่ทำจากทองแดง เป็นแบบ 2 Pass

อีแวปอเรเตอร์ ได้รับการออกแบบให้สามารถทนความดันใช้งานด้านน้ำ (Water Side Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1.0 MPa (150 PSI) ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ รวมทั้งผ่านการทดสอบที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของความดันใช้งาน

5. คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์ เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิด Shell & Tube Flooded type โครงสร้างของเปลือกภายนอก (Shell) ทำมาจากเหล็กกล้า (Carbon Steel) ได้รับการออกแบบ ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน ASME หรือ GB หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต ออกแบบให้สารความเย็นไหลอยู่ใน Shell และน้ำไหลอยู่ในท่อสารความเย็น (Tube) ที่ทำจากทองแดง เป็นแบบ 2 Pass

คอนเดนเซอร์ได้รับการออกแบบให้สามารถทนความดันใช้งานด้านน้ำ (Water Side Working Pressure) ได้ไม่น้อยกว่า 1.0 MPa (150 PSI) ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ รวมทั้งผ่านการทดสอบที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของความดันใช้งาน พร้อมทั้งมี Sight Glass และอุปกรณ์รั้งยัดติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต

6. Operating Controls and Safety Controls System

ระบบควบคุมและแสดงผล ต้องเป็นแบบ Micro-Processor และต้องประกอบด้วย การควบคุม และแสดงผลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

- Leaving Chilled Water Temperature Control
- Motor Current Limiting Control
- System Cycling Control
- System Shutdown Control ประกอบด้วย Low Chilled Water Temperature Shutdown, No-Flow Shutdown, Low Evaporator Pressure Shutdown, High Condenser Pressure Shutdown, Motor Over Current Shutdown เป็นอย่างน้อย

7. ตู้ไฟและสตาร์ทเตอร์ (Power and starter Panel)

เป็นแบบ Unit-Mounted ออกแบบมาใช้กับแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์/ 3 เฟส/ 50 เฮิร์ต

8. เครื่องทำน้ำเย็น ต้องเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง Power Consumption ของเครื่องทำน้ำเย็นต้องไม่สูงกว่า 0.59 KW./Ton และต้องสามารถใช้งานที่ 10% Part Load ได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่เกิดความเสียหายแก่เครื่องทำน้ำเย็น

บทที่ 6

หอระบายความร้อน (COOLING TOWER)

1. หอระบายความร้อนเป็นแบบ

COUNTERFLOW, INDUCED DRAFT มีความสามารถระบายความร้อนของน้ำคอนเดนเซอร์ที่ได้อัตราการไหล ตามที่ระบุไว้ในแบบ จากอุณหภูมิ 100° F ลดลงถึง 90° F ที่อุณหภูมิบรรยากาศ 95° FDB / 85° FWB หอระบายความร้อนต้องประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการรับรองความสามารถในการระบายความร้อน (PERFORMANCE CERTIFIED) โดยสถาบัน CTI (COOLING TOWER INSTITUTE)

2. ตัวเรือน (CASING)

ตัวเรือน และโครงสร้างทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีแบบ HEAVY GAUGE MILL HOT – DIP GALVANIZED STEEL G235# เพื่อความแข็งแรง และทนทาน และให้เคลือบขอบของแผงตัวเรือนทั้งหมดด้วยสังกะสีบริสุทธิ์ 95% (95% PURE ZINC COMPOUND)

3. ส่วนแลกเปลี่ยนความร้อน (FILL SECTION)

แผงแลกเปลี่ยนความร้อน (FILL) ต้องทำด้วยพีวีซี (PVC –POLYVINYL CHLORIDE) ออกแบบให้มีร่องครึ่งวงกลมขวางเป็นแนวโดยตลอด เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศสูงสุด แผงแลกเปลี่ยนความร้อนแต่ละแผงจะต้องถูกเชื่อมเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้มีความแข็งแรง และทนทาน และที่ส่วนปลายของแผงแลกเปลี่ยนความร้อนต้องออกแบบให้สามารถระบายน้ำได้เป็นพิเศษ เพื่อรองรับอัตราการไหลน้ำสูง โดยมีความต้านทานหรือความดันลดสูญเสียต่ำ (LOWPRESSURE DROP) แผงแลกเปลี่ยนความร้อนต้องเป็นชนิดป้องกันไฟลาม (SELF EXTINGUISHING FOR FIRE RESISTANCE) ตามมาตรฐาน ASTM E84 – 81a. RATING 5 สามารถใช้งานที่อุณหภูมิน้ำ 130° F มีความทนทานต่อการกัดกร่อนจากตะไคร่น้ำและสภาวะอากาศได้เป็นอย่างดี ตัวเรือนของส่วนแลกเปลี่ยนความร้อนต้องได้รับการออกแบบให้สามารถถอดแผงระบายความร้อนออกได้โดยสะดวก

4. อ่างรับน้ำเย็น (COLD WATER BASIN)

ตัวอ่างรับน้ำเย็นต้องทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม (STAINLESS STEEL #304) และต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

- ท่อน้ำเย็นขาออก (COLD WATER OUTLET) ทำด้วยท่อเหล็กปลอดสนิม (STAINLESS STEEL PIPE # 304) และมีปลายท่อแบบร่อง (GROOVED END) เพื่อสามารถต่อท่อโดยใช้ MECHANICAL COUPLING
- ท่อปรับระดับน้ำ (EQUALIZER) ท่อน้ำล้น (OVERFLOW) และท่อน้ำทิ้ง (DRAIN) ทำด้วยท่อปลอดสนิม (STAINLESS STEEL PIPE # 304)
- ชุดป้องกันน้ำหมุนวน (ANTI – VORTEXING HOOD) และตะแกรงกรองน้ำ (STRAINER) ทำด้วยเหล็กกล้า ปลอดสนิม (STAINLESSSTEEL # 304)

- วาล์วเติมน้ำ (MAKE – UP WATER VALVE) ทำด้วยทองเหลือง (BRASS) และควบคุมโดยชุดลูกลอยทำด้วย พลาสติกอัดภายในด้วยโฟม (UNsinkable – FOAM FILLED PLASTIC FLOAT)
- ให้มีช่องเปิด (ACCESS DOOR) อยู่เหนืออ่างรับน้ำเพื่อสามารถเข้าทำ งานบริการภายในอ่างรับน้ำเย็นได้โดยสะดวก

5. พัดลม (FAN SECTION)

ส่วนพัดลมประกอบด้วยพัดลมแบบ AXIAL PROPELLER FAN มอเตอร์ไฟฟ้า และชุดขับแบบสายพาน ไบพัดทำด้วย ALUMINUM พัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งด้าน STATIC และ DYNAMIC เพื่อไม่ให้เกิดความสั่นสะเทือนขณะใช้งาน ส่วนไบพัด และเพลลาถูกยึดบนแบร์ริงแบบลูกปืนกลมและอยู่ในตัวเรือน แบบปรับสมดุลเพลลาอัตโนมัติ (SELF ALIGNING BALL BEARING WITH CAST IRON HOUSING) พัดลมขับด้วยพูลี่และสายพานแบบ MULTI GROOVE, SOLID BACK V – BELT และถูกออกแบบ ให้สามารถปรับระยะสายพาน และความตึงสายพานจากภายนอกตัวเรือนได้มอเตอร์ให้เป็นชนิดตัวเรือน ปิดมิตระบายความร้อนด้วยพัดลม(TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED) ใช้กับระบบไฟฟ้า 3PH / 380V / 50HZ.IP55, INSULATION CLASS Fและมีกำลังเผื่อไว้จากกำลังที่จุดใช้งานไม่ต่ำกว่าร้อยละ15

6. ระบบหัวกระจายน้ำ (WATER DISTRIBUTION SYSTEM)

ท่อกระจายน้ำต้องทำด้วยท่อพีวีซี # 40 (POLYVINYL CHLORIDE PIPE SCH. 40) ท่อกระจายน้ำต้องมีท่อแยกพร้อมติดตั้งหัวกระจายน้ำเพื่อกระจายน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่เหนือแผงระบายความร้อนทั้งหมด อย่างทั่วถึงและให้มีช่องเปิดที่ปลายท่อแยกเพื่อสามารถกำจัดสิ่งสกปรกได้โดยสะดวกหัวกระจายน้ำ (SPRAY NOZZLES) ต้องทำด้วย PRECISION MOLDED ABS ยึดติดกับท่อด้วยเกลียวมีช่องทางเดิน น้ำขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการอุดตัน และมีระบบกระจายน้ำโดยไม่มีส่วนเคลื่อนที่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อน

7. แผงดักละอองน้ำ (DRIFT ELIMINATORS)

แผงดักละอองน้ำต้องทำด้วยพีวีซีชนิดป้องกันรังสียูวี (INERT POLYVINYL CHLORIDE TREATED TO RESIST UV DEGRADATION) รูปทรงของแผงดักละอองน้ำต้องได้รับการออกแบบให้เปลี่ยน ทิศทางกระแสลมระบายความร้อนขาออกได้ 3 ครั้ง เพื่อสามารถดักละอองน้ำขนาดเล็กไม่ให้ออกไป พร้อมกับกระแสลมระบายความร้อนขาออก ทั้งนี้อัตราการสูญเสียละอองน้ำที่ถูกพาไปโดยกระแสลม ระบายความร้อนขาออก (DRIFT RATE) ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.001 ของอัตราการน้ำคอนเดนเซอร์ หมุนเวียน

8. ตะแกรงลมเข้า (INLET AIR LOUVER)

ตะแกรงลมเข้าต้องทำด้วย PVC และติดตั้งในกรอบเหล็กกล้าปลอดสนิม (STAINLESS STEEL) ตะแกรงต้องสามารถป้องกันน้ำกระเซ็นออกจากตัวหระบายความร้อน และป้องกันไม่ให้แสงแดดส่อง ผ่านเข้าไปถึงอ่างรับน้ำเย็น (SIGHT TIGHT) เพื่อลดการเจริญเติบโตของตะไคร่น้ำ

9. ที่อ่างรับน้ำเย็นของหอระบายความร้อนต้องต่อถึงกันด้วยท่อ EQUALIZER

ขนาดตามที่ระบุในแบบ เพื่อปรับระดับน้ำในอ่างรับน้ำเย็นแต่ละชุดให้มีระดับน้ำใกล้เคียงกันในขณะใช้งาน

10. ติดตั้งบันไดทำด้วยอลูมิเนียมข้างตัวถัง เพื่อให้พนักงานบำรุงรักษาขึ้นไป

ตรวจซ่อมมอเตอร์ และพัดลมได้สะดวก

11. หอระบายความร้อนต้องติดตั้งอยู่บน VIBRATION ISOLATOR ที่เหมาะสม

เพื่อลดการถ่ายทอดแรงสั่นสะเทือนและเสียงลงสู่โครงสร้างอาคาร ทั้งนี้ให้ส่งรายละเอียดการเลือกใช้ชนิดและขนาดเพื่อการอนุมัติ

12. ต้องใช้หอระบายความร้อนประเภทที่มีเสียงพัดลมรบกวนต่ำ โดยระดับเสียง

ของพัดลมต้องไม่สูงกว่า 84 dBA (SOUND PRESSURE LEVEL) เมื่อวัดระดับเสียงที่ระยะ 1.5 เมตร จากปล่องพัดลม และเดินพัดลมที่รอบสูงสุดตามมาตรฐาน CTI # ATC - 128

บทที่ 7 เครื่องสูบน้ำ (WATER PUMP)

1. เครื่องสูบน้ำ Chilled Water Pump and Condenser Water Pump ที่มีขนาดตั้งแต่ 480 US. GPM ขึ้นไปเป็นแบบ Horizontal Split Case, Double Suction, Centrifugal Pump ใช้งานที่ 1,450 รอบต่อนาที แกนเพลลาเครื่องสูบน้ำต่อตรงกับแกนเพลลาของมอเตอร์ โดยใช้ข้อต่ออ่อน (Flexible Coupling) ที่เหมาะสม ติดตั้งบนแท่นโลหะที่แข็งแรง (Structural Steel Bed-Plate) ต้องมีกระบังเหล็กครอบข้อต่ออ่อน (Coupling Guard) เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ
2. หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่น เครื่องสูบน้ำที่มีขนาดต่ำกว่า 480 US. GPM ให้เป็นแบบ End Suction Centrifugal Pump ใช้งานที่ 1,450 รอบต่อนาที ตัวเรือนต้องเป็นเหล็กหล่อ ออกแบบเพื่อสามารถใช้งานได้ด้วยความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 150 PSIG และให้เป็นชนิด Back Pull Out Design
3. ตัวเรือน (Casing) ต้องเป็นเหล็กหล่อ ออกแบบเพื่อสามารถใช้งานได้ด้วยความดันใช้งาน (Case Working Pressure) ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ต้องได้รับการทดสอบ (Hydrostatic Pressure Test) ที่ความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันใช้งานที่กำหนด
4. ใบสูบ (Impeller) ต้องเป็นโลหะบรอนซ์ (Bronze) หรือเหล็กกล้าปลอดสนิม (Stainless Steel) หล่อเป็นชิ้นเดียว และได้รับการทดสอบสมดุลแรงเหวี่ยง ทั้งทาง Static และ Dynamic
5. แหวนรอง (Wearing Rings) ต้องเป็นโลหะบรอนซ์ สามารถถอดเปลี่ยนได้
6. Seal ของเครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด Mechanical Seal และสามารถรับภาระความดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่าความดันใช้งานของตัวเรือน
7. แบริ่ง (Bearing) เป็นแบบลูกปืนกลม (Heavy Duty Ball Bearing) ติดอยู่กับวงแหวนรับลึก หล่อด้วยจาระบี
8. เพลลาเครื่องสูบน้ำ (Pump Shaft) ต้องเป็นเหล็กกล้าปลอดสนิม
9. ปลอกหุ้มเพลลา (Shaft Sleeve) ต้องเป็นโลหะบรอนซ์ หรือเหล็กกล้าปลอดสนิม
10. ข้อต่ออ่อน (Flexible Coupling) ต้องเป็นชนิดที่ได้รับการออกแบบให้รับแรงส่งต่อได้สูงที่ความเร็ว 1,450 RPM ไม่ชำรุดเสียหายเนื่องจากน้ำมัน หรือฝุ่นละออง การเลือกขนาดให้ใช้ค่า Service Factor ไม่ต่ำกว่า 1.5
11. ให้ติดตั้งท่อต่ออ่อน (Flexible Pipe Connector) สำหรับที่น้ำด้านดูดและด้านส่งพร้อมทั้งให้มี Inertia Block และ Spring Isolator ขนาดที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการถ่ายเทการสั่นสะเทือนของชุดเครื่องสูบน้ำไปที่อาคาร
12. มอเตอร์เครื่องสูบน้ำเป็นชนิด Squirrel Cage Induction และมีเปลือกหุ้ม (Enclosure) แบบ Totally Enclosed Fan Cooled, IP54, Insulation Class F ออกแบบใช้กับระบบไฟฟ้า 380 โวลต์, 3 เฟส, 50 Hz, 1,450 รอบต่อนาที โดยเฉพาะ และได้ตามมาตรฐานของ NEMA, BS หรือ IEC
13. ขนาดของมอเตอร์ ต้องมีขนาดกำลังเพียงพอตลอดช่วงการใช้งานจากจุด Shut Off จนถึงปลาย Performance Curve (Non - Over Loading) และต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.15 เท่าของ Design Capacity Brake Horse Power
14. เครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้ต้องมี Characteristic Curve ขึ้นอย่างต่อเนื่องจากจุดที่ออกแบบจนถึง Shut-off และ Shut-off Head ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 10% ที่สูงกว่าความดันออกแบบ การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกรุ่นที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยให้ส่ง Pump Performance Curve ประกอบการพิจารณา
15. ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการคำนวณ Total Dynamic Head ของเครื่องสูบน้ำทุกชุดประกอบการขออนุมัติอุปกรณ์ โดยต้องคำนวณตามค่า Pressure Drop ของอุปกรณ์ที่ขออนุมัติใช้ และจากแนวท่อน้ำตาม Shop Drawings

บทที่ 8

เครื่องจ่ายลมเย็น

(AIR HANDLING UNITS AND FAN COIL UNITS)

1. เครื่องจ่ายลมเย็นจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต จะต้องประกอบด้วย Metal Housing, Fan Section, Fan Motor, Cooling Coil, Drain Pan และ Filter เป็นอย่างน้อย
2. Fan Coil Unit (FCU) หมายถึง เครื่องจ่ายลมเย็นที่มีขนาดไม่เกิน 48,000 BTU/HR
Air Handling Unit (AHU) หมายถึง เครื่องจ่ายลมเย็นที่มีขนาดมากกว่า 48,000 BTU/HR ขึ้นไป
3. คอลย์เย็น (Cooling Coil) ต้องทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว หรือ 1/2 นิ้ว มีครีบอลูมิเนียมยึดติดกับท่อทองแดงอย่างสม่ำเสมอด้วยวิธีกล มีจำนวนครีบบนผิวในช่อง 8 – 14 ครีบบนผิวหน้า และจำนวนแถวอยู่ในช่วง 3 - 8 แถว ครีบบนผิวหน้าของแต่ละแถวต้องตรงกัน หากจะต้องมีจำนวนแถว 8 แถว ต้องแยกคอลย์เย็น 2 ชุด วางซ้อนห่างกันอย่างน้อย 20 นิ้ว ความดันลดของน้ำคร่อมคอลย์เย็นต้องไม่สูงกว่า 15 ฟุตน้ำ
4. AHU และ FCU ทุกเครื่องจะต้องมีถาดรองรับน้ำ Condensate จาก Cooling Coil และอุปกรณ์ต่าง ๆ ถาดรองรับน้ำให้ทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีเบอร์ 20 และหุ้มใต้ถาดด้วยฉนวน (Closed Cell Thermal Insulation) หนา 1 นิ้ว และให้มีท่อน้ำทิ้งจากถาดต่อเข้ากับท่อน้ำทิ้งของระบบ (Condensate Pipe)
5. พัดลมของ Air Handling Unit ที่มีขนาดมากกว่า 48,000 BTU/HR ขึ้นไปจะต้องได้มาตรฐานของ AMCA และเป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดพัดลมระบายอากาศ
6. ในการติดตั้ง AHU & FCU กับอาคารจะต้องมี Vibration Isolator ที่เหมาะสมป้องกันการสั่นสะเทือนถ่ายทอดไปถึงอาคาร
7. แผ่นกรองอากาศสำหรับเครื่องจ่ายลมเย็นทั่วไปที่ต้องต่อท่อลมและที่ไม่ใช่ห้องผ่าตัดและห้องควบคุมการติดเชื้อพิเศษ ให้ใช้แผ่นกรองอากาศที่มี Media เป็นแบบใยสังเคราะห์ 100% และล้างน้ำได้ โดยติดตั้งอยู่ในกรอบอลูมิเนียมที่แข็งแรง แผ่นกรองอากาศต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 85% Average Arrestance Class G3 หรือ EU3 และต้องมีคุณสมบัติป้องกันการลามไฟ (Fire Retardant) ความเร็วลมผ่านแผงกรอง (Maximum Face Velocity) ต้องไม่สูงกว่า 500 FPM และต้องมี Initial Resistance ไม่สูงกว่า 0.15 Inches W.G.
 - Fan Coil Unit (FCU) ให้ใช้แผ่นกรองอากาศที่มีกรอบหนา 1"
 - Air Handling Unit (AHU) ให้ใช้แผ่นกรองอากาศที่มีกรอบหนา ไม่ต่ำกว่า 2" และมีแผ่นกรองอากาศแบบลอน (Pleated Type) โดยมีจำนวนลอนไม่ต่ำกว่า 4 ลอนต่อฟุต
8. ในกรณีที่เครื่องจ่ายลมเย็น (AHU) อยู่สูงกว่าระดับแนวท่อน้ำเมนในแต่ละชั้น ให้ติดตั้ง Automatic Air Vent ขนาดไม่ต่ำกว่า 3/4 นิ้ว พร้อม Isolate Valve เพื่อระบายอากาศที่ตกค้างภายในระบบทิ้ง
9. ความเร็วลมกลับที่หน้าเครื่อง (Coil Face Velocity) จะต้องมีไม่สูงกว่า 500 FPM
10. มอเตอร์ต้องเป็นชนิด TEFC (Totally Enclosed Fan Cool Motor) โดยต้องเลือกให้มีขนาดเหมาะสมกับภาวะการใช้งาน และต้องไม่เกิดการ Over Load ที่มอเตอร์
11. ที่ท่อน้ำเย็นทั้งทางเข้าและออกจากเครื่องจ่ายลมเย็น (AHU & FCU) ทุกเครื่อง ให้มี P/T Port (Pressure and Temperature Test Ports) เพื่อสามารถตรวจวัดความดัน และอุณหภูมิของน้ำเย็นในเส้นท่อได้
12. เครื่องจ่ายลมเย็นทุกชุดต้องได้รับการจัดหาและติดตั้งใช้งานโดยต้องควบคุมเสียงในขณะใช้งานให้อยู่ในเกณฑ์ Noise Criteria ตาม ASHRAE Standard ตามความเหมาะสมของประเภทและตำแหน่งของการใช้งาน

13. เครื่องจ่ายลมเย็นที่ระบุให้ใช้กับ Clean Room หรือมี External Static Pressure สูงกว่า 2.5 Inches W.G. ต้องเป็นเครื่องชนิด Double Skin Casing และต้องประกอบด้วยพัดลมชนิด Plug Fan and High Static Pressure Construction สามารถจ่ายลมและทำความดันได้ตามที่ระบุไว้ในแบบ เครื่องจะต้องประกอบและทดสอบจากโรงงาน พัดลมต้องเลือกตามสภาพการใช้งานเพื่อให้เหมาะสมกับแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง โดยต้องสามารถครอบคลุมการใช้งานตั้งแต่ Initial Resistance ถึง Final Resistance ของชุดแผ่นกรองอากาศ โดยมีค่า Sound Power Level ไม่เกิน 85 dBA ตลอดช่วงการใช้งาน พร้อมติดตั้ง Variable Frequency Converter Drive เพื่อให้สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลม เพื่อให้จ่ายลมให้เหมาะสมกับสภาพความต้านทานของแผ่นกรองอากาศตลอดช่วงการใช้งาน
14. เครื่องจ่ายลมเย็น (AHU) ต้องมี Fire Stat เพื่อตัดวงจรการทำงานของพัดลมในขณะเกิดอัคคีภัยที่อุณหภูมิ 52°C ติดตั้งที่ช่องลมกลับหน้า Filter และมี Manual Reset เพื่อตัดวงจรควบคุมการทำงาน
15. การต่อท่อลมกับเครื่องจ่ายลมเย็นให้มี Flexible Duct ทั้งที่ด้านลมจ่ายและด้านลมกลับ
16. ท่อนำอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air Duct) หรือท่อลมกลับ (Return Air Duct) ที่จ่ายให้กับเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่องจะต้องมี Opposed Blade Volume Damper เพื่อปรับปริมาณลม
17. ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ปรับแต่ง (Commissioning) การจ่ายอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air) เข้าเครื่องจ่ายลมเย็นแต่ละเครื่อง เพื่อให้มีอัตราการจ่ายอากาศบริสุทธิ์มากกว่าอัตราการระบายอากาศออก (Exhaust Air) ประมาณ 10% ของแต่ละพื้นที่
18. ให้ปรับแต่งความดัน (Relative Pressure) ภายในห้อง Clean Room และควบคุมความดันภายในห้องเป็นบวก (Positive Pressure) ไม่ต่ำกว่า +0.02 Inches W.G. เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ข้างเคียง
19. ให้ปรับแต่งความดัน (Relative Pressure) ภายในห้องควบคุมการติดเชื้อพิเศษ (Infection Room) และควบคุมความดันภายในห้องเป็นลบ (Negative Pressure) ไม่น้อยกว่า - 0.02 Inches W.G. เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ข้างเคียง
20. ค่าความดันที่ระบุให้ไว้ในตารางรายการอุปกรณ์ในแบบเป็นค่า External Static Pressure ผู้รับจ้างจะต้องคำนวณตรวจสอบตามงานท่อลมที่ติดตั้งจริงอีกครั้งหนึ่ง และนำไปรวมกับค่าความดันลดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องจ่ายลมเย็นที่จะติดตั้งจริง รวมทั้งแผ่นกรองอากาศตามข้อมูลของผู้ผลิต เพื่อนำไปใช้ในการเลือกจุดทำงานของพัดลมอย่างเหมาะสม
21. เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงภายในห้องเครื่องจ่ายลมเย็น, Plenum Box และ Air Chamber เพื่อไม่ให้มีระดับเสียงสูงกว่ามาตรฐาน Noise Criteria ที่กำหนดไว้ตาม ASHRAE Standard ตามความเหมาะสมของประเภทและตำแหน่งของการใช้งาน
22. ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น เครื่องจ่ายลมเย็นทั่วไปให้คำนวณและเลือกขนาด (Coil Selection) โดยใช้ค่าภาระความร้อนแฝง (Latent Heat Load) เป็น 30% ของค่าภาระการทำความเย็นรวมของเครื่องจ่ายลมเย็นตามที่ระบุไว้ในแบบ
23. หากในแบบกำหนดให้ห้อง AHU เป็น RETURN AIR CHAMBER ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Lining ห้องเครื่องจ่ายลมเย็นที่ผนังและเพดานโดยรอบด้วย Fiberglass หนา 1 นิ้ว ความหนาแน่น 3 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต หุ้มทับด้วย Glass Cloth ยึดด้วย Pin และ Locking Washer ทุกกระยะ 30 เซนติเมตร

บทที่ 9 เครื่องจ่ายลมเย็นห้องผ่าตัด

1. ความต้องการทางด้านเทคนิค

ระบบปรับอากาศสำหรับห้องผ่าตัดปลอดเชื้อ โดยระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศของห้องผ่าตัดจะต้องสามารถควบคุมสภาวะอากาศ ได้แก่ มีการควบคุมปริมาณการไหลของอากาศที่ได้ตามที่กำหนด การควบคุมความชื้นและอุณหภูมิที่กำหนด มีระบบการกรองฝุ่นละอองและการรักษาความดันอากาศภายในห้อง ซึ่งมีข้อกำหนดเบื้องต้นในการออกแบบดังนี้

- ระดับของห้องสะอาด (Cleanliness Class) : Class 10,000 FS209E Standard
- อุณหภูมิภายในห้อง: 18C +/-1C
- ความชื้นภายในห้อง: 55%RH +/-5%RH
- ความดันอากาศภายในห้องผ่าตัด: +7.5 Pa (+/-5 Pa) ขณะปิดประตู
- ปริมาณการไหลเวียนของอากาศ (Air circulate): มากกว่า 25 ACH
- ปริมาณการเติมอากาศจากภายนอก: มากกว่า 5 ACH

เพื่อการประหยัดพลังงาน ระบบปรับอากาศที่จะใช้จะต้องมีระบบการทำความเย็นแบบผสมผสาน คือมีทั้งระบบคอยล์น้ำเย็นและคอยล์น้ำยาเข้าด้วยกันทำให้ภาระการทำความเย็นของตัวเครื่องทำความเย็นลดลง

สำหรับกรณีเครื่องปรับอากาศ ในส่วนของระบบน้ำยาจะต้องมีความสามารถในการลดโหลดของคอมเพรสเซอร์เป็นแบบระบบ Hot gas bypass และ ระบบ Hot gas reheat ทั้งนี้เพื่อที่จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีความแม่นยำ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ต้องเป็นแบบ Direct Expansion, ระบายความร้อนด้วยน้ำ, ระบบไฟฟ้าจะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ 50 เฮิร์ต และมีระบบควบคุมส่วนกลาง (Central Control System, CCS) แบบปรับอัตโนมัติ

2. เครื่องปรับอากาศห้องผ่าตัด

2.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องส่งลมเย็นตามี่ระบุในรายการอุปกรณ์ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงาน ประกอบด้วยชุดพัดลม, ชุดคอยล์เย็น และชุดแผงกรองอากาศเป็นองค์ประกอบสำคัญ ในการขนส่งอาจแยกเป็นชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญนี้แล้ว นำไปประกอบใหม่ที่หน่วยงานได้ แต่การประกอบจะต้องทำอย่างระมัดระวัง เมื่อนำเครื่องส่งลมเย็นเข้าติดตั้งจะต้องปิดปากทางลม เข้าและออกด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันฝุ่นและหาวิธีป้องกันตัวถังเครื่องเสียหายในระหว่างการก่อสร้างอื่น หากพบว่าตัวเครื่อง เสียหาย จะต้องซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายให้ใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการตรวจการจ้าง

2.2 เครื่องควบคุมความชื้นและอุณหภูมิแบบ Heat recovery

เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด Welded Shell Hermetic Type แบบ Scroll หรือ Semi-Hermetic แบบ Reciprocating และมีวงจรรน้ำยาเป็นแบบ Single หรือ Dual Circuits ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant-22 และระบบ ไฟฟ้า 380 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้

2.2.1 คอมเพรสเซอร์ แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ

2.2.2 ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอบสังกะสีหรือเหล็กดำ ฟันสีกันสนิมและสี
ภายนอกอย่างดี

2.2.3 ชุดระบายความร้อนด้วยน้ำเป็นแบบ Plate Heat Exchanger หรือ Shell and Tube โดย
จะต้องมีวาล์วควบคุมการไหลของน้ำแบบ Propotional

2.2.4 อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

- Thermal Overload Protection Devices for Compressor
- Compressor Contactor
- Suction Accumulator
- Solenoid valve for HGBP and HGRH
- Hi/Low Pressure Switch
- Refrigerant High Pressure Transmitter
- Refrigerant Low Pressure Transmitter
- Suction/Liquid Shut-Off Valve with Refrigerant Charging Ports
- Hot gas by pass/Hot gas reheat Valve with Refrigerant Charging Ports

2.3 เครื่องปรับอากาศแบบผนัง 2 ชั้น (Double Skin Panel Fan Coil Unit)

2.3.1 ตัวถังทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต ฟันสีแล้วอบ
(Baked on Enamel) ตัวถังเครื่องที่กระทบความเย็นจะต้องหุ้มฉนวนตัวถังเครื่องที่อาจจะ
สัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน

2.3.2 ตัวถังและโครงเครื่องมีโครงสร้างเป็นลักษณะผนัง 2 ชั้นและมีไส้ฉนวนอยู่ระหว่างกลาง
(Double Skin Panel) และมี Thermal Break ระหว่างผนังทั้งสองด้าน ฉนวนเป็นชนิด Closed
Cell Elastomer, Polyurethane (Fire Retardant) หรือ Rock Wool ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า
35 มิลลิเมตร ประกอบสำเร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต

2.3.3 ช่องเปิดบริการ (Access Door) จะต้องทำเป็นประตูมีตัวล็อกที่แข็งแรง และสามารถเปิด
ล็อก เพื่อเปิดช่องบริการได้โดยสะดวก ตัวบานประตูพับลิ้นขึ้นรูปแข็งแรงรอบประตูมีปะเก็นกัน
ลมรั่วบานประตูมีขนาดที่เหมาะสมกับจุดบริการ และจะต้องมีบานพับ ตำแหน่งที่จะต้องมียช่อง
เปิดบริการ สำหรับพัดลม และแผงกรองอากาศ

2.3.4 ภาคน้ำทิ้ง ทำจากแผ่น Stainless Steel หนาไม่ต่ำกว่า 1.2 มม และขอบภาตสูงไม่น้อย
กว่า 25 มิลลิเมตรครอบคลุมได้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมด ด้านล่างบุด้วยฉนวนชนิด Closed
Cell Elastomer, Polyurethane (Fire Retardant) หรือ Rock Wool ความหนาไม่น้อยกว่า 12
มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) มีหัวต่อท่อน้ำทิ้ง ที่มีขนาดเหมาะสม ภาคน้ำทิ้งต้องอยู่ในระดับสูงพอที่น้ำ
จะถ่ายออกจากภาตได้หมดทางท่อน้ำทิ้งที่ทำการติดตั้ง

2.3.5 ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องต้องมีแตร็ป (Trap) ที่ใกล้ถาดน้ำทิ้งและเดินท่อลาดเอียงไปในทิศทางการไหลของน้ำโดยความสูงของแตร็ป จะต้องไม่น้อยกว่าแรงดันสถิตรวมของพัดลมเครื่องปรับอากาศ

2.3.6 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบผสมผสาน (Hybrid) มี 2 ระบบ โดยคอยล์ทำความเย็นด้วยน้ำเย็นและน้ำยา (Direct Expansion Type) ซึ่งทั้ง 2 ระบบ ตัวคอยล์ทำด้วยท่อทองแดงมีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล

2.3.7 คอยล์ทำความเย็นมีขนาดทำความเย็นของคอยล์ต้องไม่น้อยกว่าขนาดทำความเย็นรวมที่ระบุในรูปแบบรายการ

2.3.8 ความเร็วลมผ่านคอยล์เย็นจะต้องไม่เกิน 2.25 เมตรต่อวินาที (450 ฟุตต่อนาที)

2.3.9 พัดลมเป็นแบบมอเตอร์ขับเคลื่อน (Direct Drive) ชนิด Plug Fan และได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะที่ยุติและขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต ตำแหน่งของพัดลมจะต้องอยู่ทางด้าน Down Stream เมื่อเทียบกับคอยล์เย็น

2.3.10 ชุดพัดลมเครื่องปรับอากาศให้ติดตั้ง Spring Isolator เพื่อรองรับการสั่นสะเทือน

2.3.11 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ มีดังต่อไปนี้

- Thermostatic Expansion Valve or Orifice
- Drain and Drain Pan Connection
- Air Filter with Filter Frame ตามที่ระบุในแบบ
- Lighting for service in AHU
- Chilled water Pipe Connection
- Refrigerant Pipe Connection

3. ระบบควบคุมแบบ Programmable Logic Control (PLC)

3.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติชนิด Programmable Logic Control (PLC)

ในข้อกำหนดนี้เป็นระบบควบคุมที่ใช้จัดการควบคุมและดูแลระบบปรับอากาศและระบายอากาศทั้งหมด คือ อุณหภูมิ, ความชื้นและแรงดันอากาศภายในห้อง รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้กับแแดมเปอร์, เทอร์โมสแตท ฯลฯ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ทั้งนี้อุปกรณ์ส่งสัญญาณและควบคุมไม่จำเป็น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับอุปกรณ์ควบคุมเพียงแต่สัญญาณที่ส่งและรับจะต้องเป็นสัญญาณมาตรฐาน 4 - 20 mA หรือ 0 - 10 VDC

- 3.2 จอแสดงผลของระบบควบคุมเป็น Graphic Color Touch Screen ขนาดไม่ต่ำกว่า 5.5 นิ้ว แสดงเป็น Graphic โดยมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 320 x 240 แสดงสีได้ไม่น้อยกว่า 256 สี ภาพ Graphic ในจอจะต้องแสดงสถานะ การทำงานของระบบปรับอากาศพร้อม อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ปริมาณการไหลของอากาศ และแรงดันอากาศภายในห้อง เปรียบเทียบกับภายนอกได้
- 3.3 ระบบควบคุม ต้องจัดทำระบบให้สามารถ MONITOR ได้จากคอมพิวเตอร์ CHILLER PLANT MANAGER โดยให้แสดงค่า อุณหภูมิห้อง, ค่าความชื้นภายในห้อง, ค่าความดันห้อง, รวมถึงรูปแบบ กราฟฟิการทำงานจากระบบ เป็นอย่างน้อย ด้วย Port RS-485 ที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 19,200 บิตต่อวินาที โดยต่อผ่าน Optional MOD-BUS Interface
- 3.4 สามารถควบคุมอุณหภูมิตามความต้องการและแสดงผลอุณหภูมิภายในห้อง
- 3.5 สามารถแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องได้
- 3.6 สามารถแจ้งเตือนแผงกรองอากาศชั้นต้นและชั้นกลาง (Pre & Medium Filter) เมื่อหมดสภาพใช้งานได้
- 3.7 หากในแบบระบุให้ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งระบบ ควบคุมสำหรับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์พัดลมเครื่องปรับอากาศให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมผ่าน Air Flow Transmitter หรือ Differential Pressure Transmitter แล้วแต่ที่ระบุ ในรูปแบบรายการ
- 3.8 ให้มีสัญญาณแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ขัดข้อง
- 3.9 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ (Variable Speed Drive) จะต้องประกอบด้วยระบบกรอง ความถี่ (Electromagnetic Interference and Harmonic Filters) เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกับ อุปกรณ์ทางการแพทย์
- 3.10 ระบบควบคุมจะต้องมีฟังก์ชันการเพิ่มอุณหภูมิสำหรับกรณีต้องการเพิ่มความอบอุ่นให้ คนไข้หลังผ่าตัดเสร็จโดยไม่มีการใช้ Heater

บทที่ 10 ท่อน้ำ และอุปกรณ์ (PIPING AND ACCESSORIES)

1. ท่อน้ำ และอุปกรณ์จะต้องมีคุณสมบัติได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASME, ASTM, ANSI, DVGW, NSF และ TIS
2. วัสดุที่ใช้ทำท่อน้ำ (Piping Material) ท่อน้ำสำหรับท่อน้ำเย็นเป็นท่อเหล็กกล้ามีตะเข็บ ยกเว้นช่วงท่อจากวาล์วประจำชั้นถึงวาล์วประจำเครื่อง ใช้วัสดุเป็นท่อ PPR80
 - 2.1 ท่อขนาด 1/2 นิ้ว – 8 นิ้ว ต้องเป็นท่อเหล็กกล้าเคลือบวานิชมาตรฐาน ASTM A53 Grade A SCH # 40
 - 2.2 ท่อขนาด 10 นิ้ว – 24 นิ้ว ต้องเป็นท่อเหล็กกล้าเคลือบวานิชมาตรฐาน ASTM A53 Grade A SCH # 40 และให้แนบหนังสือรับรองจากผู้ผลิต Mill's Test Certificate ระบุความดันน้ำทดสอบ Hydrostatic Pressure Test
 - 2.3 ท่อน้ำสำหรับท่อน้ำระบายความร้อนที่ติดตั้งนอกอาคาร ต้องผ่านกระบวนการชุบสังกะสี (HOT DIPPED GALVANIZED) ตามที่มาตรฐาน ASTM A53 กำหนด
 - 2.4 ท่อน้ำเย็น เฉพาะช่วงท่อจากวาล์วประจำชั้นถึงวาล์วประจำเครื่องจ่ายลมเย็นแต่ละชุด ใช้วัสดุเป็นท่อ PPR80
 - ท่อขนาด 3/4 - 1 นิ้ว ใช้ท่อรุ่น SDR7.4 Faser Composite PN20
 - ท่อขนาด 1-1/4 นิ้ว ขึ้นไปใช้ท่อรุ่น SDR11 PN10
 - ท่อและข้อต่อต้องเป็นลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน
 - พร้อมให้จัดหาเครื่องมือตัด-เชื่อม จำนวน 2 ชุด ส่งมอบในวันส่งมอบงาน
3. สำหรับข้อต่อต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องทนความดัน และทนต่อการกัดกร่อน และสึกกร่อนได้ไม่ต่ำกว่าท่อน้ำที่ใช้ ห้ามใช้ Mitered Joints ในระบบท่อน้ำโดยเด็ดขาด
4. ท่อน้ำเติม (Make-Up Water Piping) ท่อน้ำเติมเป็นท่อเหล็กชุบสังกะสี BS1387/1985 Class: Medium หรือ มอก 277 - 2532
5. ท่อระบายน้ำทิ้ง Condensate (Condensate Drain Piping) ท่อระบายน้ำจากเครื่องจ่ายลมเย็นต้องเป็นท่อ PVC Class 8.5 ตาม มอก. 17-2532 และข้อต่อ PVC ตาม มอก 1131 - 2535
6. ข้อต่อต่างๆ (Fittings)
 - Welded Fitting: ข้อต่อเหล็กชนิดเชื่อมให้ใช้ความหนาเท่าความหนาของท่อที่ใช้ และให้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI B - 16.9 หรือ ASTM A- 234
 - Screwed Fitting: ข้อต่อเกลียวเป็นเหล็กหล่อเหนียวตามมาตรฐาน ANSI B-16.4 Standard Weight และ Extra Heavy Weight ตามข้อกำหนด สำหรับท่อเหล็กชุบสังกะสี (GSP) เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.249-2520หรือล่าสุด
 - ใช้ Eccentric Reducer สำหรับบริเวณที่มีการเปลี่ยนขนาดท่อในแนวระดับเพื่อให้ได้แนวท่อเสมอบน
 - สำหรับท่อน้ำที่ต่อเข้าเครื่องจ่ายลมเย็นให้ใช้ Flexible Connector ระหว่างเครื่องจ่ายลมเย็นและท่อน้ำ
7. ตัวกรอง (Strainers) จะต้องทนกับความดันได้ไม่ต่ำกว่า 175 PSI. WP. (Working Pressure at 150 °F) จะต้องมีตัวกรองตรงทางเข้าของเครื่องสูบน้ำแต่ละเครื่อง และที่ Air Handling Unit และ Fan Coil Unit แต่ละเครื่อง เป็นตัวกรองชนิด Y มีตะแกรงที่ทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม พื้นที่ตะแกรงภายในตัวกรองต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของพื้นที่หน้าตัดของท่อ
8. เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เป็นแบบ Bourdon Tube มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหว ทำด้วยบรอนซ์หรือเหล็กกล้าปลอดสนิม สำหรับวัดความดันน้ำทางด้านเข้า-ออกของเครื่องและอุปกรณ์ที่แสดงไว้ในแบบ ตัวเรือนทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม หน้าปัทม์กลม เส้น

- ผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลหน้าปัทม์อยู่ในช่วง 10% ถึง 150% ของความดันใช้งานในตำแหน่งที่ติดตั้งเกจที่นั้น มีค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) ไม่เกิน $\pm 3\%$ ของสเกลบนหน้าปัทม์ มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้ สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็น PSIG หรือมิลลิเมตรปรอท สำหรับวัดความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ
9. ที่ทางเข้าและทางออกของเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีท่อต่ออ่อน (Flexible Pipe Connection) เป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type Double Sphere) ซึ่งต้องทนความดันได้ไม่ต่ำกว่า 150 PSI. WP
 10. จะต้องมีการ Union อย่างน้อย 2 ตัว สำหรับท่อช่วงสุดท้ายที่ต่อเข้า AHU, FCU หรืออุปกรณ์ (Equipment) ที่ใช้ท่อแบบต่อด้วยเกลียวทุกจุดเพื่อสะดวกแก่การถอดซ่อมบำรุง
 11. จะต้องมีการ Trap สำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่อง ท่อน้ำทิ้งจะต้องเอียง (Minimum Pitch) พอที่น้ำจะไหลได้สะดวก
 12. หน้าแปลนให้ใช้แบบ Slip On Type เป็นไปตามมาตรฐานของ ANSI Class 150 และให้ใช้ปะเก็นท่อน้ำแบบแผ่นยาง Neoprene หน้า 1/8 นิ้ว
 13. ทุกครั้งที่มีการตัดต่อต้องทำการ ream ปลายท่อให้เรียบร้อย
 14. สำหรับการต่อท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ½ นิ้วและใหญ่กว่าให้ใช้วิธีเชื่อม ในการเชื่อมจะต้อง bevel ทั้งสองด้าน Weld Metal และ Base Metal จะต้องละลายผสมกันโดยตลอดรอยเชื่อม และ penetration ของรอยเชื่อมต้องลงไปถึงด้านในของท่อ และหนุนขึ้นมาเหนือผิวของท่อปกติ ทั้งนี้จะต้องทำความสะอาดปลายท่อก่อนจะลงมือเชื่อม จะต้อง tack weld ท่อก่อนเชื่อม เพื่อป้องกันให้เกิด lapping และ misalignment ขณะเชื่อม
 15. ต้องต่อท่อโดยมิให้เกิดการขยายตัว หรือการหดตัวของท่อจนทำความเสียหายแก่ระบบท่อหรือตัวอาคาร และในกรณีที่จะต้องเดินท่อผ่านส่วนอาคารที่เป็นแนวท่อดัดหรือขยายตัวของอาคาร ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งท่อต่ออ่อน (Flexible Pipe) ที่สามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 150% ของแรงดันในเส้นท่อนั้น ๆ เพื่อรองรับการเยื้องศูนย์กลางของเส้นท่อ
 16. การวางแนวท่อ ต้องมีความลาดเอียงไปในทิศทางที่ไหลอัตรา 1:500 การยึดรัดท่อกับอาคาร จะต้องอยู่ในแนวตรง เรียบร้อย และมั่นคงตามวิธีที่กำหนด ระยะห่างของจุดยึดให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ ท่อในแนวตั้งจะต้องยึดให้สามารถรับน้ำหนักของท่อและน้ำในท่อ โดยไม่ก่อให้เกิดความเค้นกับอุปกรณ์ต่าง ๆ จุดยึดของท่อในแนวตั้งต้องมีอย่างน้อยหนึ่งจุดต่อชั้นของอาคารที่ท่อผ่าน
 17. ในการวางท่อน้ำคูล์ขนานกันจะต้องให้มีระยะห่างระหว่างผิวท่อน้ำหรือผิวฉนวนหุ้มท่อน้ำไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว
 18. Hangers, Anchors และ Supports:
 - ให้ติดตั้ง Hangers และ Supports สำหรับท่อน้ำโดยให้มีระยะห่างระหว่าง Hangers และ Supports ไม่เกิน 10 ฟุต หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
 - ต้องเผื่อระยะการปรับ Hangers และ Supports ไว้ประมาณ 2 นิ้ว ตามแนวดิ่ง
 - ในบางกรณีอาจจะต้องทำโครงสร้างเหล็ก สำหรับการติดตั้ง Supports, Hangers และ อื่น ๆ
 19. การทดสอบ
 - ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องสูบน้ำ มาตรวัด อุปกรณ์ และแรงงาน ตลอดจนดำเนินการทดสอบการรับความดันของท่อน้ำทั้งหมดของระบบปรับอากาศ และจะต้องระบายน้ำทิ้งหลังจากการทดสอบแล้วเสร็จ
 - หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น จะต้องทดสอบท่อน้ำที่ความดัน (Hydrostatic Pressure Test) เท่ากับ 150 % ของ Operating Pressure ทั้งนี้ทุก ๆ ส่วนของท่อจะต้องผ่านการทดสอบความดันไม่ต่ำกว่า 150 PSIG และต้องให้ท่อได้รับความดันต่อเนื่องนาน 8 ชั่วโมง หากมีน้ำรั่วซึมจากระบบท่อในระหว่างนี้จะถือว่าระบบท่อไม่ผ่านการทดสอบ จะต้องระบายน้ำทิ้ง และทำการแก้ไขเพื่อทดสอบใหม่ ห้ามอุดรูรั่วในระหว่างการทดสอบ
 - ห้ามหุ้มฉนวนท่อน้ำก่อนผ่านการทดสอบความดันและได้รับการอนุมัติจากวิศวกรหรือผู้แทนของเจ้าของโครงการ

20. การทาสี

- ท่อเหล็กกล้าที่ไม่ต้องหุ้มฉนวนให้ทาสีรองพื้นชนิด Red Oxide 1 ครั้ง และทาสี Enamel ทับอีก 2 ครั้ง สีที่ใช้ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- ท่อเหล็กกล้าที่จะต้องหุ้มฉนวนให้ทาสีรองพื้นชนิด Red Oxide อย่างน้อย 2 ครั้ง
- ท่อที่หุ้มด้วยฉนวน ให้ทาสีฉนวนเฉพาะส่วนที่อยู่ในอาคารบริเวณที่มองเห็นได้ หรือเฉพาะส่วนของท่อที่ไม่อยู่ในฝ้าเพดาน หรือในช่องท่อโดยให้สีที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำเท่านั้น
- ท่อที่หุ้มด้วยฉนวนและอยู่ภายนอกอาคาร ให้บุทับด้วยแผ่นเหล็กกล้าปลอดสนิม (Stainless Steel Sheet) ความหนาไม่ต่ำกว่า เบอร์ 26
- ต้องทำเครื่องหมายบนท่อน้ำ เพื่อแสดงถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ลูกศรแสดงทิศทางการไหล และชื่อท่อให้ชัดเจนทุกระยะ 1 ชั้นในแนวตั้งและทุกระยะ 10 เมตร ในแนวนอน
- Hangers และ Supports ให้ทำด้วย Red Oxide 2 ครั้ง ก่อนทำการติดตั้ง และทาสี Enamel ทับอีกครั้งสำหรับบริเวณที่มองเห็นได้

21. ท่อระบายน้ำ Condensate

ผู้รับจ้างต้องติดตั้งท่อระบายน้ำเพื่อระบาย Condensate จากเครื่องจ่ายลมเย็นทุกเครื่องลงยังท่อระบายน้ำภายนอกอาคาร โดยให้มีระบบท่อระบายน้ำ Condensate โดยเฉพาะ ห้ามระบายน้ำ Condensate ลงในท่อระบายน้ำภายในอาคารของระบบสุขาภิบาลหรือท่อระบายน้ำฝน

22. ขนาดของท่อระบายน้ำ Condensate ให้เป็นไปตามนี้

<u>CONNECTED COOLING LOAD</u> FOR AHU/FCU (TON)	<u>PIPE SIZE (INCHES)</u>
UP TO 5	1
UP TO 30	1 ¼
UP TO 50	1 ½
UP TO 160	2
UP TO 300	3
UP TO 450	4

ทั้งนี้การติดตั้งท่อน้ำ Condensate ในแนวนอนต้องมีความลาดเอียง (Minimum Pitch) ไม่ต่ำกว่า 1 นิ้วต่อ 15 ฟุต

23. ในระหว่างการติดตั้งท่อน้ำ ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังและมีการป้องกันเศษเหล็ก และเศษวัสดุต่าง ๆ ไม่ให้ตกค้างอยู่ภายในท่อน้ำ และต้องทำความสะอาดภายในท่อน้ำ และนำเศษวัสดุภายในท่อน้ำออกให้หมดก่อนการเติมน้ำ เพื่อทดสอบความดัน (Hydrostatic Pressure Test)

บทที่ 11

ฉนวนสำหรับท่อน้ำเย็นและอุปกรณ์

1. ท่อน้ำเย็น ข้อต่อ วาล์ว และอุปกรณ์ในระบบจ่ายน้ำเย็นต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Insulation (Elastomeric Thermal Insulation) มีความหนาแน่น 3–6 lb/ft³ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity) ไม่เกิน 0.25 BTU-in/ ft².hr.°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 75 °F ฉนวนต้องมีคุณสมบัติไฟดับได้เอง (Self Extinguished) ตามมาตรฐาน ASTM D635
2. การหุ้มฉนวนต้องหุ้มตลอดแนวท่อ รอยต่อของฉนวนต้องได้แนวตรงเรียบร้อย และต้องพยายามให้มีแนวรอยต่อน้อยที่สุด ฉนวนที่หุ้มต้องมีความตึงพอดี และต้องมีความหนาตามที่กำหนดไว้ทุกจุด ต้องใช้กาวยกฉนวนที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำทาเชื่อมต่อกันให้สนิท
3. ความหนาของฉนวนและวิธีหุ้มฉนวน สำหรับท่อเหล็กดำSCH40 เป็นดังนี้
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Nominal Diameter) ½ นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวน ชนิด Closed Cell Insulation หนา 1 นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว – 1 ½ นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Insulation หนา 1 ¼ นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว – 3 นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Insulation หนา 1 ½ นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว – 6 นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Insulation หนา 1 นิ้ว และหุ้มทับด้วยฉนวนแผ่นตัดสำเร็จ ¾ นิ้ว เพื่อให้ได้ความหนารวม 1 ¾ นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อชั้นนอกทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว – 12 นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวนแผ่นตัดสำเร็จหนา 1 นิ้ว และหุ้มทับด้วยฉนวนแผ่นตัดสำเร็จหนา ¾ นิ้ว เพื่อให้ได้ความหนารวม 1 ¾ นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อชั้นนอกทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 นิ้ว – 24 นิ้ว ให้หุ้มด้วยฉนวนแผ่นตัดสำเร็จหนา 1 นิ้ว และหุ้มทับด้วยฉนวนแผ่นตัดสำเร็จหนา 1 นิ้ว เพื่อให้ได้ความหนารวม 2 นิ้ว และให้หุ้มปิดทับรอยต่อชั้นนอกทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
4. การหุ้มฉนวนต้องให้แนวรอยต่อของฉนวนชั้นแรกอยู่ที่ตำแหน่ง 6 นาฬิกา และรอยต่อของฉนวนชั้นที่สองอยู่ที่ตำแหน่ง 4 หรือ 8 นาฬิกา ทั้งนี้ให้พยายามหลีกเลี่ยงแนวรอยต่อทับซ้อนเป็นแนวเดียวกัน
5. ให้หุ้มท่อน้ำทิ้งทั้งหมดด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Insulation หนา ¾ นิ้ว
6. เครื่องสูบน้ำเย็น วาล์ว และอุปกรณ์ที่ติดตั้งต่อเนื่องในเส้นท่อน้ำเย็น ให้หุ้มทับด้วยฉนวนชนิด Closed Cell Thermal Insulation ขนาดความหนาของฉนวน ให้ใช้ตามเกณฑ์ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น การหุ้มฉนวนของอุปกรณ์ต้องหุ้มให้เรียบร้อยอย่างมิดชิด และปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว และหนา 1/8 นิ้ว
7. การทำฉนวน ให้ใช้สีที่ผู้ผลิตฉนวนแนะนำ โดยต้องทาไม่น้อยกว่า 2 ชั้น สีให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล หรือตามที่วิศวกรกำหนด และให้มีเครื่องหมายแสดงชื่อท่อ ขนาดท่อ และทิศทางการไหลอย่างชัดเจนที่ผิวฉนวนทุกระยะ 1 ชั้นในแนวตั้ง และทุกระยะ 10 เมตร ในแนวนอน

8. เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหนักกดทับฉนวนบริเวณที่แขวน ที่รับ ที่ยึด และรองรับท่อ ให้ใช้ฉนวนโฟมแข็งแบบไม่ลามไฟ ชนิด Polymeric Rigid Foam หรือ Rigid Phenolic Foam ที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนเท่ากันหรือใกล้เคียงกับฉนวนหุ้มท่อ โดยลักษณะของฉนวนโฟมแข็งต้องขึ้นรูปเป็นวงแหวนรองรับด้านบนและด้านล่างของท่อในจุดที่สัมผัสกับที่แขวนหรือรองรับท่อ ความยาวของฉนวนโฟมแข็งตามแนวท่อไม่เกิน 6 นิ้ว ใช้กาวที่ผู้ผลิตแนะนำ ต่อรอยต่อให้สนิท และปิดทับด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า $1\frac{1}{2}$ นิ้วหนา $\frac{1}{8}$ นิ้ว
9. ท่อเมนต้น้ำเย็น เริ่มจากผนังห้องเครื่องทำน้ำเย็น , ท่อที่ติดตั้งในช่อง SHAFT ไปจนถึงวาล์วประจำชั้น เป็นท่อ PPR80, SDR7.4 ตามมาตรฐาน DIN 2000 (สำหรับชั้น G วาล์วประจำชั้นคือวาล์วที่แยกออกจากท่อเมนต้น้ำ)
 - 9.1 ความหนาของฉนวนยาง ที่ใช้หุ้มท่อ PPR 80
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4” – 6” ฉนวนหนา $1\frac{1}{2}$ นิ้ว
 - ท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8” ขึ้นไป ฉนวนหนา 2 นิ้ว
 - 9.2 การหุ้มฉนวนจุดเชื่อมต่อ, ข้อต่อต่างๆ รวมถึงวาล์วหรืออื่นๆ ต้องเป็นไปตามวิธีการหรือข้อแนะนำของผู้ผลิต
 - 9.3 ให้หุ้มปิดทับรอยต่อทั้งหมดด้วยฉนวนกว้างไม่ต่ำกว่า $1\frac{1}{2}$ นิ้วหนา $\frac{1}{8}$ นิ้ว

บทที่ 12 วาล์ว (VALVE)

1. วาล์ว (Valve) ทั้งหมดจะต้องใช้ได้กับความดันไม่ต่ำกว่า 175 PSI. WP (Working Pressure at 150° F)
2. วาล์วขนาด 2 นิ้ว และเล็กกว่า ให้ใช้ประเภท Screwed Ends ทำด้วยบรอนซ์
วาล์ว ขนาด 2 ½ นิ้ว และใหญ่กว่า ให้ใช้ประเภท Flanged Ends ทำด้วยเหล็กหล่อ
3. วาล์วที่มีขนาด ½ นิ้วและเล็กกว่า ต้องเป็นแบบ Ball Valve
วาล์วที่มีขนาด ¾ นิ้ว – 2 ½ นิ้ว ที่ไม่ได้ใช้ปรับอัตราการไหล ต้องเป็นแบบ Gate Valve
วาล์วที่มีขนาด ¾ นิ้ว – 2 ½ นิ้ว ใช้สำหรับปรับอัตราการไหลของน้ำ ต้องเป็นแบบ Globe Valve
วาล์ว ขนาด 3 นิ้ว และใหญ่กว่า ต้องเป็นแบบ Butterfly Valve
4. Butterfly Valve ต้องเป็นชนิด Wafer Type ตัวเรือนต้องเป็น Ductile Iron โดยสามารถใช้ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 175 PSI.WP ลี้นวาล์ว (Disc) ต้องเป็น Aluminum Bronze หรือ Stainless Steel แกนลิ้น (Stem) ต้องเป็น Stainless Steel บ่าวาล์ว (Seat) ต้องเป็น Nitrile หรือ EPDM
5. วาล์วที่มีขนาดตั้งแต่ 3 นิ้ว – 6 นิ้ว ให้ใช้ Throttling Handle พร้อม Locking Lug ส่วนวาล์วที่มีขนาดตั้งแต่ 8 นิ้ว - 36 นิ้ว ให้ใช้ Gear Operator ใช้ได้ทั้งภายในอาคาร และกลางแจ้ง ทนสภาวะอากาศได้ดี ทำงานได้ด้วยชุดเฟืองขับตัวหนอนมีขีดบอกตำแหน่งที่วาล์ว
6. วาล์วที่กำหนดให้ขับด้วย Motorized Actuator ต้องเป็น Actuator ที่ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามีกำลังเพียงพอในการเปิด-ปิดสนิทได้อย่างต่อเนื่อง ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 1Ph/220V/50Hz และมีอุปกรณ์ป้องกัน Thermal Overload Protection ภายในตัว ตัวเรือนต้องเป็นชนิดใช้ภายนอกอาคาร (Weather Proof) และให้มี Hand Wheel เพื่อสามารถเปิด-ปิดด้วยมือได้ (Manual Operation)
7. ที่ทางออกของสูบน้ำแต่ละเครื่องต้องมีวาล์วกันน้ำย้อนกลับแบบ Silent Spring Loaded Check Valve โดยต้องประกอบด้วย Cast Iron Body, Bronze Trim, Stainless Steel Stem ใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า 175 PSI. WP และผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการเลือกใช้และติดตั้ง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาจาก Water Hammer
8. ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งวาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent Valve) ที่จุดสูงสุดของแต่ละ Riser และในท่อแนวนอนตามความเหมาะสมและตามที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อระบายอากาศที่ตกค้างภายในระบบทิ้ง และต้องเป็นชนิดลูกกลอยขนาดไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว โดยให้มี Isolate Valve เพื่อสามารถถอดหรือซ่อมบำรุงวาล์วระบายอากาศอัตโนมัติได้
9. วาล์วปรับอัตราการไหลแบบอัตโนมัติ (Automatic Flow Control Valves: AFCV) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวาล์วปรับอัตราการไหลคงที่แบบอัตโนมัติไว้ที่เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ทั้งด้าน Cooler และ Condenser รวมทั้งที่หอระบายความร้อน (Cooling Tower) เพื่อปรับอัตราการไหลให้คงที่ตามข้อกำหนดของเครื่องทำน้ำเย็นและหอระบายความร้อนโดยอัตโนมัติตลอดช่วงการใช้งาน ตัวเรือน (Body) ต้องเป็นชนิด Wafer Type ทำด้วยเหล็กหล่อ มีความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 200 PSI. WP ส่วนปรับอัตราการไหลภายใน (Cartridge) เป็นส่วนที่สามารถปรับขนาดของช่องทางผ่านของน้ำเปลี่ยนแปลงไปตามความดันในระบบอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อให้ได้อัตราการไหลของน้ำคงที่ไม่ว่าความดันจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรในช่วงของการทำงาน ตัว Cartridge ต้องทำด้วย Stainless Steel AISI Type 304 วาล์วต้องประกอบด้วย Pressure and Temperature Test Ports ที่ทางเข้าและทางออก
10. วาล์วปรับสมดุลการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (Automatic Balancing and Temperature Control Valves: ABTV) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวาล์วปรับสมดุลการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติที่ทางออก

(Down Stream) ของเครื่องจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit) ที่มีขนาดไม่เกิน 48,000 BTU/HR. เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นตามความต้องการสูงสุดของเครื่องจ่ายลมเย็นแต่ละชุดให้คงที่อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการทำงานไม่ว่าความดันในระบบน้ำเย็นจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยพร้อมกันนี้วาล์ว "ABTV" ต้องสามารถเปิด-ปิดน้ำเย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิของห้องให้ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ (Set Point Temperature) ทั้งนี้ชุด Actuator ต้องเป็นแบบ On-Off ใช้เวลาในการเปิด - ปิด หรือ เปิด - ปิด ไม่ต่ำกว่า 60 วินาทีและมี Closed Off Pressure ไม่ต่ำกว่า 50 PSID วาล์วต้องถูกควบคุมโดย Thermostat with 3 Speed Fan Selector ตัวเรือน (Body) มีความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 235 PSI. WP และต้องมีจุดวัดความดันที่ทางเข้าและออกของวาล์วโดยต้องสามารถวัดความดันได้ขณะใช้งานวาล์วต้องควบคุมการเปิดปิดด้วย ACTUATOR ที่ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 1 Ph/220V/50Hz และต้องอยู่ในสถานะปิด เมื่อเกิดไฟฟ้าดับฉุกเฉิน

11. วาล์วปรับสมดุลการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ (Dynamic Balancing and Temperature Control Valves: BTCV) ผู้รับจ้างต้องติดตั้งวาล์วปรับสมดุลการไหลและควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติที่ทางออก (Down Stream) ของเครื่องจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit) ที่มีขนาดมากกว่า 48,000 BTU/HR. ขึ้นไป เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นตามความต้องการสูงสุดของเครื่องจ่ายลมเย็นแต่ละชุดให้คงที่อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการทำงานไม่ว่าความดันในระบบน้ำเย็นจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยพร้อมกันนี้วาล์ว "BTCV" ต้องสามารถปรับอัตราการไหลให้ลดลงตามภาระการทำความเย็น (Cooling Load) เพื่อควบคุมให้ได้ตามอุณหภูมิที่ต้องการ (Set Point Temperature) ทั้งนี้ส่วนปรับอัตราการไหลคงที่ ต้องเป็นแบบ 100% Authority Pressure Independent Flow Control ชุด Actuator ต้องเป็นแบบ Proportional และควบคุมโดย Proportional Thermostat ใช้เวลาในการเปิด - ปิด หรือ เปิด - ปิด ไม่ต่ำกว่า 60 วินาที ตัวเรือน (BODY) ต้องสามารถใช้งานได้ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 300 PSI. WP และต้องมีจุดวัดความดันที่ทางเข้าและออกของวาล์วโดยต้องสามารถวัดความดันได้ขณะใช้งาน วาล์วต้องควบคุมการเปิด - ปิด ด้วย ACUATOR ที่ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 24VAC/50Hz และรองรับสัญญาณควบคุม 2 - 10 VDC หรือ 4 - 20 mA และให้มี Feed Back Signal แบบ 2 - 10 VDC หรือ 4 - 20 mA เพื่อส่งสัญญาณ Flow Indicator และรองรับการเชื่อมต่อกับระบบ BAS ทั้งนี้ให้มีจอ LCD เพื่อแสดงผล Flow Indicator ที่ตัว Actuator วาล์วต้องมีระบบไฟฟ้าสำรองในตัว (Fail Safe System) เพื่อขับให้วาล์วปิดสนิท เมื่อระบบไฟฟ้าดับฉุกเฉิน
12. Pressure Relief Valve เป็นวาล์วที่ควบคุมความดันด้านส่งของระบบท่อน้ำเย็น (Main Chilled Water Supply Pipe) ให้ไม่สูงกว่าที่กำหนด วาล์วเป็นชนิด Hydraulically Operated, Pilot-Controlled, Modulating Type, Globe Pattern ตัววาล์วทำด้วยเหล็กหล่อชนิด Ductile Iron สามารถใช้งานที่ความดันไม่ต่ำกว่า 175 PSI. WP.
13. Pressure and Temperature Test Ports (P/T ports) ให้ติดตั้ง P/T ports ที่ท่อน้ำเย็นตรงทางเข้าและทางออกของคอยล์ของ Fan Coil และ Air Handling Unit ทุกชุด เพื่อใช้ในการตรวจวัดความดันและอุณหภูมิในสายท่อน้ำเย็นภายใน P/T ports ต้องมีลักษณะเป็น Check Valve ป้องกันน้ำภายในสายท่อน้ำเย็นไหลย้อนกลับได้ความดันรั่วออกขณะเมื่อทำการตรวจวัด โดยการเสียบ Probe ผ่าน P/T Ports เข้าไปภายในสายท่อน้ำเย็น และให้มีฝาเกลียวปิดช่องวัดเมื่อไม่ได้ทำการตรวจวัด P/T Ports มีตัวเรือนทำด้วย Brass หรือ Bronze สามารถใช้งานที่ความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 350 PSI. WP พร้อมให้จัดหาเครื่องวัดอุณหภูมิ และความดันที่ใช้กับ P/T Port จำนวน 2 ชุด ส่งมอบในวันส่งมอบงาน

บทที่ 13

เครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง (CENTRIFUGAL SEPARATOR)

ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งเครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Separator) โดยมีขนาดและตำแหน่งตามที่กำหนดไว้ในแบบ เพื่อแยกตะกอนออกจากน้ำคอนเดนเซอร์

ตัวเรือนของเครื่องแยกตะกอนทำด้วยเหล็กเหนียว (Carbon Steel) และเคลือบด้วยสีอีพอกซี มีแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 150 PSIG.

เครื่องแยกตะกอนต้องเป็นชนิด Centrifugal Vortex Type โดยสามารถแยกตะกอนที่มีขนาดเล็กถึง 60 micron และมีค่าถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ตั้งแต่ 1.7 ขึ้นไป

เครื่องแยกตะกอนต้องสามารถใช้งานได้ตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้ โดยมีค่าความดันลด (Pressure Drop) เมื่อผ่านเครื่องแยกตะกอนในช่วง 6 - 10 PSIG.

ให้มีระบบระบายตะกอนทั้งแบบอัตโนมัติ (Automatic Purge System) เพื่อระบายตะกอนออกจากเครื่องแยกตะกอน ระบบระบายตะกอนทั้งแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย ตัวควบคุมที่มีชุดตั้งเวลา และวาล์วระบายตะกอนชนิด Hydraulic Operated, Diaphragm Type ที่มีขนาดไม่ต่ำกว่า 1 ½ นิ้ว

บทที่ 14 ถังน้ำขยายตัว (WATER EXPANSION TANK)

- Expansion Tank ของระบบปรับอากาศ เป็นแบบ Closed Type ทำด้วยเหล็กเหนียว (Carbon Steel) ตัวถังต้องมีความดันใช้งานไม่ต่ำกว่า 150 PSIG และทดสอบความดันตามมาตรฐาน ASME ไม่น้อยกว่า 225 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ภายในมีถุงยางใน (Bladder) เพื่อแยกส่วนที่บรรจุน้ำและอากาศออกจากกัน มีวาล์วทางเดียว (Check Valve) สำหรับอัดอากาศเข้าภายในถัง อุปกรณ์ติดตั้งเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต ภายนอกถังหาสีกันสนิมและสีทาภายนอกทับอีกสองชั้น อุปกรณ์ ประกอบด้วย
 - Make Up Water Pump
 - Pressure Relief Valve
 - Pressure Gauge
 - Isolating Valve
 - Strainer
 - Check Valve
 - Bypass Valve
 - ชุดควบคุมการเติมน้ำเข้าระบบประกอบด้วย 2-Way Motorized Valve และ Pressure Switch
 - Air Purger สำหรับไล่อากาศออกจากระบบ
 - อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งานของระบบ
- ขนาดของถังให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ
- ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายการคำนวณ Total Dynamic Head ของ Make Up Water Pump ประกอบการขออนุมัติอุปกรณ์ โดยต้องคำนวณตามค่า Pressure Drop ของอุปกรณ์ที่ขออนุมัติใช้และแนวท่อน้ำตาม Shop Drawing และ Static Pressure ของระบบ

บทที่ 15

ระบบอุปกรณ์ตรวจวัด และควบคุมคุณภาพน้ำ

1. ระบบอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมคุณภาพน้ำ (Measuring Amplifier and Controller for Conductivity)

1.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องวัดค่าการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำ โดยใช้หัววัดค่าการนำกระแสเป็นค่า 50-20000 ไมโครซีเมนต่อ เซ็นติเมตร ค่าการนำกระแสไฟฟ้าง่ายจะแสดงผลที่หน้าจอของเครื่อง และสามารถส่งไปเข้าระบบแสดงผลที่ห้องควบคุมกลาง หรือส่งสัญญาณไปควบคุมระบบการเติมสารเคมีได้ อีกทั้งยังส่งสัญญาณถ่ายทอดไปควบคุมการเปิดปิดโซลีนอยด์วาล์วได้ด้วย

1.2 เครื่องวัดและควบคุมค่าการนำกระแสไฟฟ้า

1.2.1 เครื่องวัดค่าการนำกระแสไฟฟ้าแสดงผลที่ตัวหน้าจอเครื่องเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร พร้อมค่าอุณหภูมิ (Temperature Compensation)

1.2.2 ตัวเครื่องเป็นชนิดติดผนัง IP 65 สามารถตั้งรหัสผ่านเพื่อป้องกันการเปลี่ยนค่าได้

1.2.3 ระบบการควบคุมโดยส่งสัญญาณ ทั้งแบบ Pulse และ Analog ตามค่าที่ตั้งไว้ หรือสามารถส่งสัญญาณ ถ่ายทอดไปควบคุมการเปิด-ปิด โซลีนอยด์วาล์ว

1.2.4 ชุดหัววัดค่าการนำกระแสไฟฟ้า ช่วงวัดระหว่าง 50-20000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร วัดอุณหภูมิระหว่าง 30-140 องศาเซลเซียส พร้อมคำนวณปรับค่าการนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิ

1.3 ตัวเครื่องวัด

- เป็นเครื่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก มีจอแสดงผลแบบ LCD/2 บรรทัด อ่านค่าการนำกระแสไฟฟ้าที่วัดได้พร้อมค่าอุณหภูมิ (Temperature Compensation) ระบบไฟฟ้าแบบกระแสสลับแบบกรงกระรอก ใช้ไฟฟ้าชนิด 1 เฟส 100-240 โวลท์ 50 Hz ช่วงการอ่านค่าสอดคล้องกับช่วงของหัววัดค่า

1.4 อุปกรณ์การติดตั้ง

เครื่องวัดและควบคุมค่าการนำกระแสไฟฟ้า ต้องสามารถทำการติดตั้งกับผนังได้ทั้งภายนอกและในอาคาร โดยจัดสายไฟสำหรับ 1 x 220V /50 Hz สำหรับเครื่องวัดและสายไฟสำหรับหัววัดค่า ความยาว 15 เมตร พร้อมอุปกรณ์ติดตั้งหัววัดจากโรงงานผู้ผลิต

2. ระบบเครื่องสูบลมแบบดิจิตอล แบบปรับความเร็วรอบโดยรับสัญญาณภายนอก

(Variable Speed Stepper – Motor Drive)

2.1 ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องสูบลมจ่ายสารเคมีที่มีประสิทธิภาพด้านความละเอียดและความแม่นยำสูง โดยระบบการขับเคลื่อนโดย Stepper-Motor ไปขับเคลื่อนไดอะเฟรม ทำให้การปรับเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์ เพื่อการเพิ่มหรือลดปริมาณการจ่ายสารเคมีคงที่แน่นอนแม่นยำตามที่ตั้งค่าไว้ โดยเครื่องสูบลมสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ตามสัญญาณทั้ง Pulse และ Analog ดังนั้นปริมาณสารเคมีที่เติมจะสัมพันธ์กับความถี่ของสัญญาณ Pulse หรือ analog เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการเติมของสารเคมีตามความต้องการ เครื่องสูบลมสามารถปรับปริมาณการเติมได้สูงถึง 1: 1000 และยังคงความแม่นยำแม้ปรับลดการเติมต่ำถึงระดับมิลลิลิตร และมีระบบการเติมแบบตั้งเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติได้สูงถึง 9 วัน ที่เหมาะสมกับการตั้งเวลาการเติมสารชีวฆาต ถ้า

ต้องการใช้กับสารเคมีที่มีความหนืดสูงให้ปรับเป็น ระบบที่เรียกว่า Anti-Cavitation เพื่อป้องกันการขาดช่วง เนื่องจากสารเคมีที่ใช้มีความหนืดสูง โดยเครื่องสูบลมต้องสามารถปรับระยะเวลาการดูดให้ยาวขึ้นได้

2.2 เครื่องสูบลมสารเคมี

2.2.1 เป็นเครื่องสูบลมสารเคมีแบบขับเคลื่อนโดย Stepper-Motor ไปขับเคลื่อนไดอะเฟรม โดยเครื่องสูบลมสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ตามสัญญาณทั้ง Pulse และ Analog รวมทั้งสามารถตั้งเวลาการเปิด-ปิดเป็นช่วงได้สูงสุดที่ 9 วัน และต่ำสุดที่ 1 นาทีหรือจะสั่งการทำงานเป็นช่วงโดยสัญญาณ Pulse

2.2.2 ตัวเรือนเครื่องสูบลม (Pump Casing) ต้องทำจาก PPE/PS 20% Glass Fibre

2.2.3 ชุดขับเคลื่อนประกอบด้วย ไดอะเฟรม โดยส่วนของไดอะเฟรมซึ่งต้องสัมผัสกับสารเคมีต่าง ๆ สามารถเลือกวัสดุให้เหมาะสมทนทานกับสารเคมีที่เลือกใช้ได้ ทั้ง EPDM, Viton และ Teflon แกนขับเคลื่อน ลูกเบี้ยว ทำจากเหล็ก สายรัดลูกเบี้ยว ทำจากยาง Polyamide-Reinforced และ Stepper-Motor

2.2.4 ชุด Dosing Head ออกแบบให้ส่วนช่องว่างน้อยที่สุดเพื่อลดการปะทะและการเกิดฟองอากาศ และมีวัสดุให้เลือกเพื่อทนทานกับสารเคมีชนิดต่าง ๆ คือ PP/PVDF/ Stainless Steel 1.4401

2.2.5 วาล์ว Double-Ball ด้านทางดูด และ Single-Ball ด้านทางจ่าย หรือสามารถเลือก Spring Loaded Valves สำหรับสารเคมีที่มีความหนืดสูงได้ถึง 500 mPas (= cP)

2.2.6 วาล์ว –Ball มีให้เลือกทั้งแบบทำจากเซรามิก หรือ สแตนเลส 1.4401

2.3 มอเตอร์

เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบกรงกระรอก ใช้ไฟฟ้าชนิด 1 เฟส 100-240 โวลท์ 50 Hz ขนาดของมอเตอร์ต้องเหมาะสมกับรุ่นของปริมาณการเติมสารเคมีสูงสุด

2.4 อุปกรณ์การติดตั้ง

เครื่องสูบลมสารเคมีมีการจัดหาชุดอุปกรณ์ประกอบรวมทั้งท่อทางส่งพร้อม Injection Valve และท่อทางดูด รวมถึง Foot Valve รวมทั้งสายใส่อากาศ Vent Hose and Vent Valve จากโรงงานผู้ผลิต

บทที่ 16
ระบบน้ำอ่อน
(WATER SOFTENER)

เครื่องทำน้ำอ่อน

Type	:	Vertical Cylindrical Type (Duplex Type)
Capacity	:	ขนาดตามที่ระบุในแบบ
Operation	:	Automatic
Shell	:	Mild Steel
Working Pressure	:	100 PSI
Test Pressure	:	150 PSI
Internal Coating	:	4 Times Coal Tar Epoxy Coat
Extenal Coating	:	2 Times Paimer Print and Enamel Finished Paint
Face Piping	:	Galvanized Steel Pipe Class "B" TIS Standard
Valve	:	Ball Valve or Butterfly Valve 150 PSI Class
Filter Media	:	Cation Resin (USA, Germany)
Regenerant	:	Salt
Brine Tank	:	Polyethelene (White) Tank, Sizing conform to 2 times softener Regeneration; C/W Electrical Mixer
Accessories	:	1. Flow Meter 2. Total Water Meter 3. Pressure Gauge for Inlet & Outlet 4. Air Vent 5. Sampling Cock for Inlet & Outlet 6. Top & Botton Distributer 7. Ejector 8. Mangole for easily resin change 9. Mangole for easily resin change 10. Sight Glasses for Resin Working Level, 50% Resin Expansion and 80% Resin Expansion

บทที่ 17

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ประกอบ (INDICATING METER AND ACCESSORIES)

1. เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐาน (Standard Product) จากโรงงานผู้ผลิต
2. เป็น Meter แบบทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มม.
3. เป็นชนิด Linear Scales แบบฝังเรียบ
4. เหมาะสำหรับติดตั้งเข้ากับ Panel Board หรือ Switch Board
5. OPERATING PRINCIPLE ของ METER แต่ละชนิดกำหนดให้ดังนี้
 - 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. Current Transformer Ratio x 5A. Input Burden 0.3 VA.
7. Potential Transformer ตามความเหมาะสม
8. ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่าง Meter และอุปกรณ์ทั้งหมด รวมหมายถึง CT., PT. SELECTOR Switches, Push Button Switches, Pilot Lamp และอื่น ๆ เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง

บทที่ 18

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE AIR CONDITIONING UNIT)

- Air-Cooled Condensing Unit** จะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต เป็นชนิดที่ใช้สารทำความเย็น R-410 และได้มาตรฐานมอก. ตัวถังทำด้วยแผ่นเหล็กอบสังกะสีและทาสีอย่างดีเพื่อใช้งานกลางแจ้ง Air-Cooled Condensing Unit จะต้องมีความสามารถในการทำความเย็นตามที่กำหนดในแบบ และจะต้องวางบนฐานเหล็ก และมีแท่นยกกันสะเทือนไม่ให้ส่งต่อแรงสั่นสะเทือนไปที่พื้น ขดท่อระบายความร้อน (Condensing Coil) ทำด้วยท่อทองแดงไร้ตะเข็บ มีครีบอลูมิเนียมหรือทองแดงยึดติดกับท่อทองแดงโดยเชิงกล พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบใบพัด (Propeller Fan Type) ทำด้วยอลูมิเนียมหรือเหล็กพ่นสีกันสนิมอย่างดี มอเตอร์ของพัดลมจะต้องใช้กับระบบไฟฟ้า 3Ph/380V/50Hz หรือ 1Ph/220V/50Hz ชนิด Class F Motor Insulation มีอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ไหม้อยู่ภายใน มีลูกปืนเป็นแบบที่หล่อลิ้นถาวร โดยพัดลมจะต้องมี Safety Guard อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของพัดลมจะต้องมีสำหรับ Cycling พัดลมด้วย คอมเพรสเซอร์จะต้องเป็นแบบ Semi Hermetic หรือ Hermetic มี External Spring Isolator รองรับกันการสั่นสะเทือน อุปกรณ์ควบคุมจะต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานของผู้ผลิต โดยมีอุปกรณ์ดังนี้เป็นอย่างน้อย
 - Compressor Overload Devices
 - Time Delay Relay
 - Circuit Breakers
- Air Handling Unit and Fan Coil Unit** จะต้องประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยมี Metal Casing พัดลมและมอเตอร์ ขดท่อทำความเย็น ถาดรองน้ำทิ้ง แผ่นกรองอากาศ อุปกรณ์ควบคุมการไหลของน้ำยา และ Thermostat ที่มีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิห้องด้วย ในการติดตั้งจะต้องมีแผ่นยกกันสะเทือนกันมิให้การสั่นสะเทือนส่งต่อไปถึงอาคารทางด้านลมเข้าและออกจะต้องต่อกับ Flexible Connection. Drain Pan จะต้องเป็นชนิดที่ไม่มีไอน้ำจับข้างใต้ ให้มีท่อน้ำทิ้งทำด้วย PVC Class 8.5 และต่อลง Connector Drainage ที่ใกล้ที่สุด ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งเครื่องจ่ายลมเย็นตามตำแหน่งและขนาดที่แสดงในแบบ
- ท่อน้ำยาที่ต่อเชื่อมระหว่าง Condensing Unit และ Evaporator Unit** ให้ใช้ท่อทองแดงไร้ตะเข็บ Type L ขนาดให้เลือกใช้ให้ใหญ่เพียงพอ เพื่อไม่ให้ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องต่ำกว่าที่ระบุ ให้มี Filter and Dryer, Service Valves, Sight Glass และติดตั้งให้มี Slope และ Loop เพียงพอต่อการไหลกลับของน้ำมันในระบบ
- ให้หุ้มฉนวนท่อน้ำทำความเย็น ด้าน Suction ด้วยฉนวน Closed Cell Thermal Insulation หนา 1 นิ้ว รอยต่อของฉนวนต้องต่อเชื่อมด้วยกาวอย่างดี และต้องต่อให้สนิทเรียบร้อย

บทที่ 19

พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION FAN)

1. ความต้องการทั่วไป
 - 1.1 พัดลมต้องเป็น Standard Model ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาใช้สำหรับระบบไฟฟ้า 50 Hz และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
 - 1.2 สมรรถนะ (Performance Curve) ของพัดลมต้องทดสอบตามมาตรฐาน AMCA (Air Movement and Control Association) 210-85 "Laboratory Methods of Testing Fans for Rating" และ AMCA 300 "Reverberant Room Method for Sound Testing of fans" และได้รับการรับรองจาก AMCA ทั้ง Air Performance และ Sound Performance
 - 1.3 สมรรถนะที่ส่งอนุมัติต้องแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Altitude, Temperature, Fan Operating Speed, Bearing Life และ Fan Total Efficiency
 - 1.4 พัดลมหลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Trim Balanced) จากโรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s) โดยมีใบรับรองการทดสอบของพัดลมแต่ละตัวจากโรงงานผู้ผลิตแสดง
 - 1.5 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า ตลับลูกปืน (Bearing) ของมอเตอร์เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing แบบ Non-Relubrication หรือ Relubrication ขึ้นอยู่กับขนาดกำลังของมอเตอร์
 - 1.6 พัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว ต้องเป็นชนิด Bifurcated Axial หรือ SISW Backward Curved, Airfoil แบบขับตรงหรือขับผ่านชุดสายพาน หรือ Cabinet Backward Curved แบบขับผ่านชุดสายพาน ตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลม (Out of air stream)
 - 1.7 พัดลมที่ใช้กับอุณหภูมิตั้งสูง (Smoke Spill Fan) สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS EN 12101-3 : 2000 Class " F400 " หรือ AMCA 212 : 2006 Class " D " ต้องสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลมเท่านั้น (Out of air stream) ถ้าพัดลมเป็นแบบขับตรง โดยมอเตอร์อยู่ในกระแสลม มอเตอร์ที่ใช้จะต้องออกแบบมาสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูงโดยเฉพาะ และมี Insulation Class "H"
 - 1.8 พัดลมแบบ Axial และ Centrifugal ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลม (Fan Outlet Velocity) ต้องเท่ากับหรือมากกว่าไม่เกิน 15% ของความเร็วในท่อลมหลักที่มีการออกแบบ Pressure Loss = 0.08 in.wg. per 100 ft
 - 1.9 การติดตั้งพัดลมทุกชนิดต้องมี Effective Duct Length ไม่ต่ำกว่า 2.5 เท่า ของ Duct Diameter ที่ความเร็วลม 2,500 ฟุตต่อนาที (FPM) หรือต่ำกว่า และให้เพิ่ม 1.0 เท่าของ Duct Diameter ของทุกๆ ความเร็ว 1,000 FPM ที่เพิ่มขึ้นทั้งท่อลมทางเข้า และทางออก เพื่อไม่ให้เกิด System Effect Loss ในกรณีที่เป็นท่อสี่เหลี่ยมให้คำนวณเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเทียบเท่าโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Duct Diameter (Equivalent)} = \sqrt{\frac{4 \times \text{WIDTH} \times \text{LENGTH}}{3.14}}$$

- 1.10 ผู้รับจ้างต้องส่ง Shop Drawings ที่แสดงลักษณะการต่อท่อลมกับพัดลมประกอบการอนุมัติก่อนทำการติดตั้ง การติดตั้งต้องพยายามหลีกเลี่ยงการเกิด "System Effect Loss" ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ผู้รับจ้างจะต้องเพิ่มค่า System Effect Loss เข้าไปในรายการคำนวณค่า Static Pressure Loss ของพัดลมด้วยการคำนวณ System Effect Loss ให้เป็นไปตาม AMCA # 201 - 90
 - 1.11 เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องคำนวณ Static Pressure Loss ของท่อลมและอุปกรณ์ตามตำแหน่งติดตั้งจริง รวมถึง System Effect Loss ที่อาจเกิดจากการติดตั้ง
 - 1.12 พัดลมต้องไม่เกิดเสียงรบกวนขณะใช้งาน โดยต้องมีค่า Sound Power Level ไม่เกิน 90 dBA
 - 1.13 พัดลมระบายอากาศที่ระบายอากาศเข้าภายในท่อลมระบายอากาศร่วมกัน พัดลมแต่ละชุดต้องมีลิ้นกันลมกลับที่สามารถป้องกันลมรั่วได้ดี และต้องไม่มีเสียงดังรบกวน
2. พัดลมแบบ Axial Flow Fan
- 2.0.1 พัดลมเป็นแบบขับตรงหรือผ่านชุดสายพาน ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์
 - 2.0.2 ตัวถัง (Casing) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีพ่นสีอบ (Oven-baked) ป้องกันสนิม 2 ชั้น Undercoat Zinc Rich Primer และ Topcoat Polyester Coating ความหนาของสีรวมกันแล้วต้องไม่น้อยกว่า 120 microns หรือทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Hot-Dipped Galvanized Steel Sheet) เพื่อให้ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังมีค่าน้อยที่สุดและเท่ากันทุกจุด ตัวถังควรทำจากแผ่นเหล็กชั้นเดียว และทำให้เกิดหน้าแปลน (Flange) โดยผ่านกรรมวิธี Bending ขอบขึ้น 90° ไม่อนุญาติให้ใช้ตัวถังที่มีการเชื่อมหน้าแปลน
 - 2.0.3 ถ้าพัดลมเป็นแบบขับตรง มอเตอร์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่สามารถปรับ Shaft Center ของมอเตอร์ได้ เพื่อให้ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังมีค่าน้อยที่สุดและเท่ากันทุกจุด และฐานมอเตอร์ต้องสามารถปรับความสูงเพื่อรองรับขนาดของมอเตอร์ที่ใหญ่ขึ้นและเล็กลงได้ กรณีมีการปรับเปลี่ยนขนาดมอเตอร์ที่หน้างาน โดยไม่ต้องมีการตัดแปลงแก้ไขตัวถังหรือท่อลม
 - 2.0.4 ถ้าพัดลมเป็นแบบขับผ่านชุดสายพาน จะถูกขับโดย Pulley ชนิดร่องตัววี แบบ Taper-Bushes Locked เท่านั้น ไม่อนุญาติให้ใช้ Pulley แบบ Conventional มอเตอร์จะต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่สามารถปรับตั้งความตึงสายพานพานได้ มีฝารอบสายพาน (Belt Guard) สำหรับป้องกันอันตราย
 - 2.0.5 ผู้ผลิตพัดลมต้องจัดเตรียม Mounting Hanger สำหรับการติดตั้งแบบแขวน (Ceiling Mounted) หรือ Mounting Feet สำหรับการติดตั้งแบบตั้งพื้น (Foot Mounted) และ Suction/Discharge Matching Flanges สำหรับต่อท่อลม เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
 - 2.0.6 Hubs ทำด้วยเหล็ก หรือ Cast Aluminum Alloy (Grade LM2) ใบพัดเป็นแบบ Airfoil Adjustable Pitch ชุดใบพัดจะต้องสามารถปรับมุมของใบพัดได้ทุกใบ ทำด้วยเหล็ก หรือ Cast Aluminum
 - 2.0.7 ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังจะต้องไม่เกิน 1 % ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด ผู้ผลิตพัดลมจะต้องจัดเตรียมชิ้นส่วนและประกอบพัดลมให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เนื่องจากระยะห่างที่มากเกินไปกว่ามาตรฐานจะมีผลทำให้สมรรถนะของพัดลมลดลง
 - 2.0.8 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled), Squirrel Cage, Induction Motor, IP54, Insulation Class F มีการต่อสายไฟจาก Terminal Box ของมอเตอร์ออกมายัง Terminal Box ที่ด้านนอกของตัวถัง (IP54) เพื่อให้สะดวกในการต่อไฟเมื่อมีการต่อท่อลมทั้ง 2 ด้าน
 - 2.0.9 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s)

- 2.0.10 พัดลมหลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Trim Balanced) จากโรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s) โดยมีใบรับรองการทดสอบของพัดลมแต่ละตัวจากโรงงานผู้ผลิตแสดง
- 2.0.11 ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องไม่ต่ำกว่า 60 %
- 2.0.12 พัดลมทุกเครื่องให้เลือกความเร็วรอบของพัดลมไม่เกิน 1500 รอบต่อนาที
- 2.1 พัดลมแบบ Vane Axial Flow Fan Direct Drive
- 2.1.1 พัดลมประกอบด้วย Integral Straightening Vanes เพื่อลดการเกิด Turbulence ของอากาศ และทำให้สมรรถนะสูงขึ้น ระดับเสียงลดลง
- 2.1.2 ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องไม่ต่ำกว่า 65 %
- 2.1.3 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 2.0
- 2.2 พัดลมแบบ Smoke Spill Axial Flow Fan
- 2.2.1 พัดลมเป็นแบบขับตรง
- 2.2.2 สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS EN 12101-3 : 2000 Class "F400" หรือ AMCA 212 : 2006 Class "D" สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง รวมทั้งรายละเอียดทางด้านโครงสร้าง (Structural) และอุปกรณ์ไฟฟ้าสายไฟ (Electrical)
- 2.2.3 ผลการทดสอบ (Test Report) และใบรับรอง (Testing Certificate) จะต้องมาจากสถาบันทดสอบ BSRIA (U.K), Warrington Fire Research Centre Ltd (U.K.), Applus Certification Technology Center หรือสถาบันทดสอบอื่นที่เทียบเท่า ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบและใบรับรองจากสถาบันทดสอบประกอบการอนุมัติ
- 2.2.4 ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องไม่ต่ำกว่า 60%
- 2.2.5 ระยะห่าง (Clearance) ระหว่างใบพัดและตัวถังจะต้องไม่เกิน 2 % ของเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด สำหรับ Smoke Spill Fan เนื่องจากทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูง การขยายตัวของชิ้นส่วนต่างๆ จะมากกว่าอุณหภูมิปกติ ผู้ผลิตพัดลมจะต้องจัดเตรียมชิ้นส่วนและประกอบพัดลมให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เนื่องจากระยะห่างที่มากเกินไปกว่ามาตรฐานจะมีผลทำให้สมรรถนะของพัดลมลดลง
- 2.2.6 มอเตอร์ที่ใช้จะต้องออกแบบมาสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูงโดยเฉพาะ และมี Insulation Class "H" สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 2.2.7 สำหรับ Two-Stage Counter-Rotating Smoke Spill Fan กรณีใช้งานที่ Static Pressure Loss สูง ใบพัดแต่ละชุดจะถูกขับด้วยมอเตอร์แต่ละตัวแยกจากกัน ในแต่ละตัวถัง
- 2.3 พัดลมแบบ Bifurcated Axial Flow Fan
- 2.3.1 พัดลมเป็นแบบขับตรง
- 2.3.2 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมจะต้องอยู่นอกกระแสลม (Out of air stream) ตัวถังจะต้องมีกล่อง (Chamber) สำหรับติดตั้งมอเตอร์ และมีช่องไว้สำหรับระบายความร้อนของมอเตอร์ออกสู่บรรยากาศ
- 2.3.3 Hubs จะต้องออกแบบเป็นพิเศษขึ้นเดี่ยว เพื่อรองรับระยะห่างระหว่างใบพัด และเพลลาของมอเตอร์ทำด้วยเหล็ก หรือ Cast Aluminum Alloy (Grade LM2) ใบพัดเป็นแบบ Airfoil Adjustable Pitch ชุดใบพัดจะต้องสามารถปรับมุมของใบพัดได้ทุกใบ ทำด้วยเหล็กหรือ Cast Aluminum Alloy
- 2.3.4 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 2.0

3.0 พัดลมแบบ Centrifugal

- 3.0.1 พัดลมเป็นแบบขับตรงหรือผ่านชุดสายพานตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ถ้าพัดลมเป็นแบบขับผ่านชุดสายพาน จะถูกขับโดย Pulley ชนิดร่องตัววี แบบ Taper-Bushes Locked SPZ, SPA, SPB หรือ SPC ขึ้นอยู่กับขนาดของมอเตอร์ที่ติดตั้ง ไม่นิยมให้ใช้ Pulley แบบ Conventional มอเตอร์และฝาครอบสายพานจะต้องติดตั้งอยู่บนโครงยึดขึ้นเดียวกับฐานพัดลม Pulley ของพัดลมและมอเตอร์ต้องได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Balanced) ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s)
- 3.0.2 พัดลมแบบ Forward, Backward Curved หรือ Airfoil, SISW หรือ DIDW จะต้องได้ AMCA "Seal" Air and Sound Certified Ratings สมรรถนะที่ส่งอนุมัติต้องได้รับการรับรองจาก AMCA โดยทดสอบตามมาตรฐาน AMCA 210-85 "Laboratory Methods of Testing Fans for Rating" และ AMCA 300 "Reverberant Room Method for Sound Testing of fans"
- 3.0.3 สมรรถนะที่ส่งอนุมัติต้องแสดงข้อมูลเกี่ยวกับ Altitude, Temperature, Fan Operating Speed, Bearing Life และ Fan Total Efficiency
- 3.0.4 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s)
- 3.0.5 พัดลมหลังจากประกอบเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้รับการปรับสมดุลขณะหมุน (Dynamically Trim Balanced) จากโรงงานผู้ผลิต ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s) โดยมีใบรับรองการทดสอบของพัดลมแต่ละตัวจากโรงงานผู้ผลิตแสดง
- 3.0.6 กรณีที่ Total Static Pressure ตั้งแต่ 3.0 Inches W.G. ขึ้นไปต้องใช้พัดลมเป็นแบบ Airfoil Backward Curved Blades
- 3.0.7 ตัวถัง (Housing) ทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีพ่นสีอบ (Oven-baked) ป้องกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น Undercoat Zinc Rich Primer และ Topcoat Polyester Coating ความหนาของสีรวมกันแล้วต้องไม่น้อยกว่า 120 microns หรือทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Hot-Dipped Galvanized Steel) ยกเว้นข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ต้องการวัสดุอื่นๆ เช่น Stainless Steel หรือ Aluminum ความหนาของตัวถังให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต แต่ต้องไม่ทำให้เกิดความสั่นสะเทือนและเกิดการกระพือ Fan Scroll และ Side Plate ยึดต่อกันแบบ Lock Seam หรือ Weld Seam อย่างต่อเนื่องตลอดแนวตะเข็บ
- 3.0.8 โครงสร้างของพัดลมต้องสามารถรองรับทุกจุดทำงาน (Operating Point) โครงสร้างให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 99-2408-69 "Performance Class of Operating Limits for Centrifugal Fans" การเลือกจุดทำงาน ของพัดลมจะต้องเลือกที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 75% ของจุดสูงสุดตามมาตรฐานดังกล่าว เพื่อสามารถเพิ่มรอบให้สูงขึ้นได้ ถ้ามีความต้องการขณะปรับแต่ง Commissioning
- 3.0.9 ผู้ผลิตพัดลมต้องส่งข้อมูลการคำนวณ Critical Speed ของเพลลาพัดลม โดยจะต้องกำหนดให้เพลลาพัดลมมีความเร็วรอบสูงสุด (Maximum Operating Speed RPM) น้อยกว่า 75% ของ First Critical Speed ประกอบการอนุมัติ
- 3.0.10 เพลลาพัดลมทำด้วย Carbon Steel (C45) มีค่า Tolerance เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 286-2 - Grade g6 มีการเคลือบสารป้องกันสนิม (Anti-Rusting) ที่ผิวจากโรงงานผู้ผลิต ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นชนิด Ball Bearing หรือ Roller Bearing Self Alignment แบบ Adaptor Sleeve Locked ไม่นิยมให้ใช้แบบ Eccentric Locking Collar ตลับลูกปืนเป็นแบบ Lubricated Sealed สามารถใช้งานได้ตลอดโดยไม่ต้องอัดจารบี (Maintenance-free) มีอายุการใช้งาน L_{10} (Average Bearing Life) ไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง

- 3.0.11 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled) , Squirrel Cage, Induction Motor, Index of Protection IP54, Insulation Class F, ขนาดมอเตอร์ (Nameplate kW Rating) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ Backward Curved หรือ Airfoil จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุด (Maximum Brake Horsepower) ที่จะเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ Forward Curved ขนาดของมอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับพัดลมสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30% การคำนวณการสูญเสียของชุดสายพาน (Belt Drive Loss) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 203-90 (Appendix L) Starting Torque ของมอเตอร์ ต้องเพียงพอสำหรับการ Start พัดลมและสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง
- 3.0.12 ขนาดของสายพานและ Pulley จะต้องมากกว่าขนาดของมอเตอร์ ที่ติดตั้งไม่น้อยกว่า 30% ความเร็วของสายพานต้องไม่เกิน 30 m/s
- 3.0.13 พัดลมแบบ Forward Curved ทุกเครื่อง ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องไม่ต่ำกว่า 50% แบบ Backward Curved หรือ Airfoil ประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมต้องไม่ต่ำกว่า 60%
- 3.0.14 ตัวถังพัดลมต้องมีระบายน้ำที่อาจขังอยู่ภายในและมีปลั๊กอุดไว้
- 3.0.15 ที่ตัวถังพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ขึ้นไป ต้องมี Access Door ไว้สำหรับเปิดออกตรวจสอบ และทำความสะอาดภายในพัดลมได้โดยไม่ต้องถอดท่อลม
- 3.1 พัดลมแบบ Smoke Spill Centrifugal Fan
- 3.1.1 พัดลมเป็นแบบขับผ่านชุดสายพาน
- 3.1.2 สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS EN 12101-3 : 2000 Class “F400” หรือ AMCA 212 : 2006 Class “D” สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 400 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- 3.1.3 พัดลมเป็นชนิด SISW Backward Curved, Overhang Type หรือ Cabinet DIDW Backward Curved โดยตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลมเท่านั้น (Out of air stream)
- 3.1.4 ผลการทดสอบ (Test Report) และใบรับรอง (Testing Certificate) จะต้องมาจากสถาบันทดสอบ BSRIA (UK) Warrington Fire Research Centre Ltd (U.K.), Applus Certification Technological Center หรือสถาบันทดสอบอื่นที่เทียบเท่า ผู้รับจ้างจะต้องส่งผลการทดสอบและใบรับรองจากสถาบันทดสอบประกอบการอนุมัติ
- 3.1.5 พัดลมแบบ Centrifugal Roof Smoke Spill Fan ควรเป็นชนิด Vertical Air Discharge ใบพัดเป็นแบบ Backward Curved ตัวถังและฐานทำจาก Galvanized Steel หรือ Aluminium พร้อมตะแกรงเหล็ก (Protection Net) หมวกทำจาก Aluminium หรือ Stainless Steel
- 3.1.6 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 3.0
- 4.0 พัดลมแบบ Cabinet Fan
- 4.0.1 พัดลมเป็นชนิด DIDW Backward Curved, Airfoil หรือ Forward Curved ตัวถังและชุดขับจะต้องประกอบอยู่ในตู้ Cabinet ผู้ผลิตพัดลมต้องจัดเตรียม Spring Isolator ภายในหรือภายนอกตู้ และ Flexible Duct เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- 4.0.2 พัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว พัดลมเป็นชนิด Cabinet DIDW Backward Curved หรือ Airfoil โดยตำแหน่งตลับลูกปืนและชุดขับจะต้องอยู่นอกกระแสลมเท่านั้น (Out of air stream)
- 4.0.3 ตู้ Cabinet ทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสี (Electro Galvanized)

- 4.0.4 ตู้ Cabinet ต้องเป็นแบบ “Panel Construction” ประกอบยึดติดกันอย่างแข็งแรง และสามารถถอดออกได้ง่าย กรณีต้องมีการซ่อมแซมและทำการบำรุงรักษา ไม่อนุญาติให้ใช้ตู้ Cabinet แบบเชื่อม “Welded Construction”
- 4.0.5 ตู้ Cabinet ต้องสามารถติดตั้งฉนวนลดเสียง (Acoustic Insulation) เพิ่มเติมได้ เช่น ต้องการโครงสร้างเป็นแบบ Double Skin กรณีต้องการลดระดับเสียง
- 4.0.6 รายละเอียดข้อกำหนดอื่นๆ ให้เป็นไปตามข้อ 3.0
- 5.0 พัดลมแบบ Propeller
- 5.0.1 พัดลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 315 มิลลิเมตร ขึ้นไปจะต้องได้ AMCA “Seal” Air and Sound Certified Ratings สมรรถนะที่ส่งอนุญาติต้องได้รับการรับรองจาก AMCA โดยทดสอบตามมาตรฐาน AMCA 210-85 “Laboratory Methods of Testing Fans for Rating” และ AMCA 300 “Reverberant Room Method for Sound Testing of Fans”
- 5.0.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ผนังโดยเฉพาะ ใบพัดลมและโครงทำด้วยเหล็ก อะลูมิเนียมหรือพลาสติก ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 315-630 มิลลิเมตร เป็นแบบ Sickle Blades เพื่อให้ระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โครงจะต้องประกอบด้วย Bell Mouth ที่มีการออกแบบตามหลัก Aero-dynamically ความเร็วรอบของพัดลมไม่เกิน 1450 รอบต่อนาที
- 5.0.3 พัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 315-630 มิลลิเมตร มอเตอร์เป็นแบบ External Rotor, Insulation Class F, IP 54
- 5.0.4 พัดลมเป็นชนิดขั้วตรง มอเตอร์เป็นแบบ Single Phase Capacitor Start-Run หรือ 3 Phase Squirrel Cage Induction ภายในมอเตอร์จะต้องประกอบด้วย Thermal Protection เป็นอุปกรณ์มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต ไม่อนุญาติให้ใช้มอเตอร์แบบ Shaded Pole หรือ Centrifugal Switch
- 5.0.5 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s)
- 5.0.6 ตลับลูกปืน (Bearing) เป็นแบบ Lubricated Sealed สามารถใช้งานได้ตลอดโดยไม่ต้องอัตรามี (Maintenance-free) ผู้ผลิตพัดลมต้องจัดเตรียม Wire Guards ป้องกันอันตราย Gravity Shutter และ Rain Hood ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ Gravity Shutter ต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต ใบปิด-เปิด เป็นแบบหลายใบเรียงซ้อนกัน (Multi Blade) มี Vertical Bar ประกอบยึดติดกับใบแต่ละใบ เพื่อให้ทุกใบเปิดเท่ากัน ขณะพัดลมหยุดหมุนปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิท สามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้ามาในอาคารได้
- 6.0 พัดลมแบบ Ceiling Fan
- 6.0.1 พัดลมเป็นแบบขั้วตรง ใบพัดลมเป็นแบบ Forward Curved Blade SISW
- 6.0.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะ และสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ
- 6.0.3 ตัวถัง (Body) ทำด้วย Galvanized Steel พร้อมทั้งมี Outlet Back Draft Damper
- 6.0.4 ใบพัดต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง Static และ Dynamic ตามมาตรฐาน ISO 1940 และ AMCA 204/3-G 2.5 (ค่าความสั่นสะเทือนไม่ควรเกิน 2.5 mm/s)
- 6.0.5 พัดลมทุกเครื่องให้เลือกความเร็วรอบของพัดลมไม่เกิน 1450 รอบต่อนาที
- 6.0.6 มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมเป็นแบบ Single Phase 220-240 V/50Hz

7.0 Stair Pressurized and Fire Man Lift Lobby Centrifugal Fan

- 7.0.1 พัดลมต้องเป็นชนิด DIDW หรือ SISW Centrifugal Fan แบบ Backward Curved Blade กรณีที่ Total Static Pressure ตั้งแต่ 3.0 Inches W.G. ขึ้นไป ต้องใช้พัดลมแบบ Airfoil Backward Curved Blade
- 7.0.2 การควบคุมการทำงานของพัดลม เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องต่อพ่วงระบบควบคุมการทำงานของพัดลมเข้ากับระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยของอาคาร พัดลมต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ส่งสัญญาณเตือนภัยที่ได้รับการยืนยันแล้ว พัดลมต้องทำงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจนกว่าจะได้รับคำสั่งยกเลิก
- 7.0.3 การควบคุมความดันภายในห้องบันไดหนีไฟ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดันภายในห้องบันไดหนีไฟ ซึ่งทำงานควบคุมอัตโนมัติ อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วย Differential Pressure Sensor ต่อพ่วงกับ Pressure Release Damper เมื่อ Differential Pressure Sensor ตรวจวัดความดันเปรียบเทียบระหว่างความดันภายในห้องบันไดและภายนอกห้องบันได และค่าความดันเปรียบเทียบสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ Pressure Release Damper จะถูกสั่งให้เปิดเพื่อระบายความดันภายในห้องบันไดออก ความดันภายในห้องบันไดจะถูกควบคุมให้มีค่าเพียงพอที่จะไม่ให้ควันไฟเข้ามาภายในห้องบันได และต้องไม่สูงเกินกว่าที่จะเปิดประตูหนีไฟได้
- 7.0.4 รายละเอียดข้อกำหนดอื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อ 3.0

บทที่ 20

ท่อส่งลมเย็นและฉนวน

1. ท่อลมจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กฉาบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็กฉาบสังกะสี และวิธีการต่อ ประสาน การเสริมท่อ ลมให้เป็นไปตาม ASHRAE Standard ทุกประการ
2. ท่อลมที่ต่อกับเครื่องจ่ายลมเย็น พัดลมดูดอากาศหรือพัดลมจ่ายอากาศ จะต้องเป็นแบบ Flexible Connection
3. จะต้องติดตั้ง Splitter Damper ทุก ๆ แห่งที่มีการแยกท่อออกไปจากท่อลมหลัก และในตำแหน่งอื่นที่จำเป็นเพื่อปรับ ปริมาณลม โดยต้องปิดได้สนิทเพื่อให้สะดวกแก่การปรับสมดุลและสามารถจ่ายลมได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ
4. Flexible Duct สำหรับท่อส่งลมเย็นจะต้องเป็นชนิด Double Ply Flexible Aluminum Duct และจะต้องหุ้มด้วยฉนวน โยแก้วที่ปิดทับด้วย Aluminium Foil ชนิดไม่ลามไฟ ตามมาตรฐาน UL 723 ความหนาแน่น 1.5 lb/ft³ หนา 1 นิ้ว จากโรงงานผู้ผลิต ทั้งนี้ห้ามใช้ FLEXIBLE DUCT หุ้มฉนวนโยแก้วบริเวณ CLEAN ROOM, CLEAN AREA
5. หากกำหนดให้ท่อส่งลมเป็นชนิด Spiral Round Duct จะต้องเป็นท่อลมกลมที่ทำจากแผ่นสังกะสี (Galvanized Steel Sheet) พร้อมหุ้มฉนวนด้านในด้วย Flexible Closed Cell Insulation หนา ½ นิ้ว ความหนาแน่น 3-5 lb/ft³ ที่ผลิต สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตที่ได้มาตรฐาน SMACNA ทั้งท่อส่งลมเย็นและท่อลมกลับ
6. แผ่นฉนวนสำหรับหุ้มท่อจ่ายลมเย็นและท่อลมกลับ จะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางดำชนิดเดียวกันกับฉนวนยางดำหุ้มท่อน้ำ เย็น หนา 3/4 นิ้ว
7. ท่อลมสำหรับดูดลมทิ้ง ไม่ต้องหุ้มฉนวน แต่ต้องมี Flintkote ทาที่รอยตะเข็บและรอยต่อ เพื่อกันมิให้ลมรั่ว ยกเว้น ท่อลมดูดลมทิ้งจากห้องผ่าตัดต้องหุ้มฉนวน
8. ในกรณีที่เดินท่อลมโดยไม่มีฝ้าเพดาน หรือในบริเวณที่สามารถมองเห็นท่อลมได้ ให้หุ้มฉนวนแบบ Flexible Closed Cell Insulation หนา 3/4 นิ้ว และทาสีฉนวนตามผู้ผลิตฉนวนแนะนำ สีที่จะนำมาทาให้ประสานกับการตกแต่งภายใน สถาปนิก หรือตามที่วิศวกรระบุ เพื่อให้เหมาะสมกับบริเวณที่เดินท่อลม
9. ฉนวนกันเสียงสำหรับห้องเครื่อง และ Air Chamber ชนิด ขนาดและวิธีการติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่ต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงของอุปกรณ์ในขณะที่ใช้งาน เพื่อมิให้มีระดับเสียงสูง กว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ตาม ASHRAE Standard หรือที่วิศวกรกำหนดตามความเหมาะสมของประเภทและตำแหน่ง ของการใช้งาน

บทที่ 21

หัวจ่ายลม ตะแกรงลมกลับ และกล่องลมกลับ

1. หัวจ่ายลม (Diffuser, Register, Air Grille, Slot Diffuser) หัวจ่ายลมจะต้องทำด้วย Anodized Extruded Aluminium ตามชนิด ขนาด และตำแหน่งในแบบ หัวจ่ายลมต้องเป็นไปตามแบบของ Tuttle & Bailey, Waterloo, Titus หัวจ่ายลมทุกตัวจะต้องประกอบด้วย Opposed Blade Volume Damper เพื่อปรับปริมาณลม เว้นแต่จะได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น Registers จะต้อง มี Vertical และ Horizontal Face Bar เพื่อการปรับทิศทางลม
2. ตะแกรงลมกลับให้ทำด้วย Anodized Extruded Aluminium มีบานพับเปิด-ปิด ตัวตะแกรงยึดติดอยู่กับตัวกรอบเพื่อยึดติดกับผ้าเพดานหรือผนัง ขนาดของตะแกรงลมกลับต้องมีขนาดที่มีความเร็วลมผ่านตะแกรง (Face Velocity) ไม่สูงกว่า 500 FPM หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ
3. ขนาดของตะแกรงลมกลับหรือช่องเปิดที่ติดตั้งใต้เครื่องที่ Return Chamber ซึ่งทำหน้าที่เป็น Access Door สำหรับใช้ทำงานบริการบำรุงรักษาจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าตัวเครื่อง AHU หรือ FCU โดยรอบไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร หรือมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อการทำงานบริการบำรุงรักษา
4. สีของหัวจ่ายลมและตะแกรงลมกลับ ให้ประสานกับมณฑนากรหรือสถาปนิก หรือตามที่วิศวกรระบุ
5. กล่องลมกลับ (Return Air Chamber) ให้ทำด้วยโครงเหล็กฉากขนาด 3/4 นิ้ว และปิดทับด้วยแผ่นเหล็กฉากขนาด 3/4 นิ้ว ทุกด้าน ผนังด้านในของกล่องลมกลับจะต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed Cell Thermal Insulation หนา 3/4 นิ้ว และให้ปิดทับรอยต่อของฉนวนทั้งหมดด้วยฉนวนกว้าง 1 1/2 นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว หรือทำด้วยโครงสร้างเหล็กฉากขนาด 3/4 นิ้ว และปิดทับด้วยแผ่นท่อลมกิ่งสำเร็จรูปที่ทำจากฉนวนไอโซยานูเรตโฟม ชนิดไม่ลามไฟ มีความหนาไม่น้อยกว่า 3/4 นิ้ว ปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมทั้ง 2 ด้าน สำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต และปิดทับรอยต่อฉนวนทั้งหมดด้วยฉนวนยางกว้าง 1 1/2 นิ้ว หนา 1/8 นิ้ว
6. ขนาดของกล่องลมกลับที่ติดตั้งโดยรอบเครื่องจ่ายลมเย็นจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของเครื่องจ่ายลมเย็นโดยรอบไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร ทั้งนี้ว่าแล้วทั้งหมดจะต้องติดตั้งอยู่ภายในกล่องลมกลับ กล่องลมกลับจะต้องติดตั้งและยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง รอยต่อของผนังทุกด้านต้องเชื่อมต่อสนิทโดยไม่มีรั่ว ช่องผ่านของท่อน้ำและท่อลมต้องมีขนาดพอดีกับท่อและต้องใช้ Sealant ปิดรอยต่อทั้งหมดเพื่อไม่ให้รั่ว และให้จัดทำช่องเปิดเข้าบริการ (Service Door) เพื่อการซ่อมบำรุงให้เหมาะสม และมีประเก็นหรือซีลเพื่อไม่ให้รั่วตามแนวช่องเปิด
7. ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่ง Shop Drawings เพื่อแสดงตำแหน่งตะแกรงลมกลับ และขนาดกล่องลมกลับ เพื่ออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง เพื่อตรวจสอบขนาดและปริมาตรของกล่องลมกลับให้เพียงพอกับปริมาณลมกลับ และสะดวกต่อการบำรุงรักษาเครื่องจ่ายลมเย็นและอุปกรณ์
8. ตะแกรงลมที่ติดตั้งกับผนังด้านนอกของอาคาร ต้องใช้ในรูปตัว Z กันฝนสาด ขนาดกว้าง 2 นิ้วและมีตะแกรงกันแมลง
9. หัวจ่ายลมและตะแกรงลมกลับทุกชุดต้องมีตราแสดงสัญลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ปรากฏบนตัวสินค้า

บทที่ 22

แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง

1. แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงต้องติดตั้งไว้สำหรับระบบปรับอากาศของห้องผ่าตัดและห้องควบคุมการติดเชื้อพิเศษ หรือตามห้องที่ระบุไว้ในแบบ โดยการติดตั้งต้องสามารถถอดและเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศได้สะดวก
2. ให้มี Differential Pressure Switch สำหรับวัดความดันตกคร่อมชุดแผ่นกรองอากาศ HEPA Filter และ Pre-Filter & Medium Filter เพื่อแจ้งสถานะว่าต้องเข้าทำการบริการล้างหรือเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศ Differential Pressure Switch ต้องมีช่วงการวัดความดันตกคร่อมระหว่าง 0 – 3 นิ้วน้ำ และต้องสามารถส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมเครื่องจ่ายลมเย็นได้
3. แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงแต่ละชนิด ให้เป็นไปตามรายละเอียดต่อไปนี้
 - 3.1 Pre-Filter

ติดตั้ง Pre-Filter ที่ทางลมเข้าของเครื่องจ่ายลมเย็น เนื้อวัสดุของแผ่นกรองอากาศต้องทำจากใยสังเคราะห์ โพลีเอสเตอร์ชนิดล้างได้ และมีคุณสมบัติป้องกันไฟลาม Class F1 (DIN53438) Pre-Filter ต้องมีประสิทธิภาพ (Average Arrestance) ไม่ต่ำกว่า 90% ทดสอบตามมาตรฐาน ASHRAE 52.1-1992 หรือ G4 (EU 4) ตามมาตรฐาน EN779 ความเร็วลมผ่านแผ่นกรองอากาศ (Face Velocity) ต้องไม่สูงกว่า 500 ฟุตต่อนาที และความเร็วลมผ่านเนื้อวัสดุของแผ่นกรองต้องไม่สูงกว่า 300 ฟุตต่อนาที และต้องมีความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่สูงกว่า 0.20 Inches W.G. และความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1.00 Inches W.G. ให้มีกรอบทำด้วยอลูมิเนียมหนาไม่ต่ำกว่า 1.875 นิ้ว เนื้อแผ่นกรองขึ้นรูปแบบลอนวี (V-Pleat) โดยมีโครงลวดเหล็กชุบสังกะสีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 3.80 มม. เป็นโครงเพื่อเสริมความแข็งแรงของลอน และต้องมีจำนวนลอนไม่น้อยกว่า 4 ลอนต่อหน้ากว้าง 1 ฟุต
 - 3.2 Medium Filter

ติดตั้ง Medium Filter ต่อจาก Pre-Filter ที่ทางลมเข้าของเครื่องจ่ายลมเย็น เนื้อวัสดุของแผ่นกรองอากาศจะต้องเป็น Micro Fine Glass Fiber ขึ้นรูปแบบ Mini Pleat อยู่ในกรอบที่ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีหรือพลาสติก และต้องมีคุณสมบัติป้องกันไฟลาม UL900 Class 2 Medium Filter ต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 90 - 95% (Dust Spot Efficiency) ทดสอบตาม ASHRAE 52.1-1992 และ MERV 14 ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2P-1999 หรือ CLASS F8 ตามมาตรฐาน EN779:2002 ความเร็วลมผ่านแผ่นกรอง (Face Velocity) ต้องไม่สูงกว่า 500 ฟุตต่อนาที และต้องมีความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่สูงกว่า 0.85 Inches W.G. และความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 1.50 Inches W.G. โดยมีความหนาของแผ่นกรองอากาศไม่ต่ำกว่า 3.75 นิ้ว
4. HEPA Filter

ติดตั้ง HEPA Filter ที่หัวจ่ายลมเย็น โดยการติดตั้งต้องทำ HEPA Filter Box เพื่อฝังเข้ากับฝ้าเพดาน ชนิดที่สามารถเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศได้จากภายในห้อง ตัวกล่องทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 0.90 มม. และหน้าแปลนที่จะรับกับตัวแผ่นกรอง HEPA Filter จะต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม. แนวเชื่อมต่อหน้าแปลนทุกแนวต้องเป็นการเชื่อมแบบต่อเนื่อง พร้อมเจียร์และขัดเรียบเพื่อป้องกันการรั่ว และต้องมีฝาครอบกล่องแบบ Perforated Grille ทำด้วยเหล็กพ่นสีอบ พร้อมระบบยึดติดแผ่นกรอง HEPA Filter ที่แน่นหนาเพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศผ่านแนวรอยต่อระหว่างกล่องและ HEPA Filter เนื้อวัสดุของแผ่นกรองอากาศต้องเป็น Fire Resistance Micro Fiber Glass อยู่ในกรอบที่ทำด้วยเหล็กชุบสังกะสีหรืออะลูมิเนียม ต้องมีปะเก็นที่แนวต่อปลายเป็นแบบจิกซอร์หรือ

แบบไร้รอยต่อ HEPA Filter ต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 99.99 % ทดสอบด้วยมาตรฐาน 0.3 micron DOP Test และแผ่นกรองอากาศทุกชั้นต้องได้รับการทดสอบการรั่ว (Scan Test) จากผู้ผลิตพร้อมใบรับรองการทดสอบทุกชั้น ความเร็วลมผ่านแผงกรอง (Face Velocity) ต้องไม่สูงกว่า 90 ฟุตต่อนาที HEPA filter ต้องมีความดันตกคร่อมขั้นต้น (Initial Resistance) ไม่สูงกว่า 1.00 Inches W.G. และต้องมีความดันตกคร่อมขั้นปลาย (Final Resistance) ไม่ต่ำกว่า 2.00 Inches W.G. โดยความหนาของแผ่นกรองอากาศต้องไม่ต่ำกว่า 5.50 นิ้ว

5. PERFORATED CEILING DIFFUSER

PERFORATED ผลิตจากวัสดุอลูมิเนียมสีขาว ยึดติดกับ HOUSING โดยวิธี SNAP LOCK ทุกส่วนของตัวถังจะต้องซีลด้วย GEL SEAL หรือ RUBBER GASKET

6. ชุดหัวจ่ายลมพร้อมพัดลมเพิ่มความดันและแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (FAN FILTER UNIT)

6.1. คุณสมบัติทั่วไป

ชุดหัวจ่ายลมพร้อมพัดลมเพิ่มความดันและแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงทำหน้าที่จ่ายลมสะอาดเข้าภายในห้องควบคุมการติดเชื้อพิเศษโดยรับลมเย็นจากเครื่องจ่ายลมเย็น (Fan Coil Unit) แล้วกรองอากาศด้วยแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง

6.2 ส่วนประกอบ

ชุดหัวจ่ายลมพร้อมพัดลมเพิ่มความดันและแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง ประกอบด้วย

- ก่อร่างหัวจ่ายลม
- หัวจ่ายลม
- พัดลมและชุดควบคุมความเร็วรอบ
- แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง

6.3 ก่อร่างหัวจ่ายลมต้องสร้างด้วยเหล็กชุบสังกะสีและพ่นทับด้วยสีป้องกันสนิม ทนต่อการชะล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อทั้งภายในและภายนอก หรือทำด้วยเหล็กกล้าปลอดสนิม (Stainless Steel) แนวเชื่อมต่อทุกแนวต้องเป็นการเชื่อมแบบต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการรั่ว และต้องมีฝาครอบกล่องแบบ Perforated Grille ทำด้วยเหล็กพ่นสีอบ พร้อมระบบยึดติดแผ่นกรองอากาศที่แน่นหนาเพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศผ่านแนวรอยต่อระหว่างกล่องและ Filter และต้องสามารถถอดเปลี่ยน Filter ได้จากภายในห้อง

6.4 พัดลมต้องเป็นแบบ Backward Curved Blade Centrifugal ติดตั้งภายในกล่องหัวจ่ายลม เพื่อเพิ่มความดันอากาศผ่านแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง และต้องมีชุดควบคุมความเร็วรอบพัดลม เพื่อปรับอัตราการจ่ายลมให้เหมาะสมตามสภาพความต้านทานของแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง

6.5 แผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) ต้องเป็นชนิด Low Pressure Drop Mini-Pleat มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 99.99% (0.3 micron DOP Test) แผ่นกรองอากาศต้องผ่านการทำ Scan Test ทุกชั้นจากผู้ผลิตพร้อมใบรับรองการทดสอบทุกชั้น

บทที่ 23

VARIABLE FREQUENCY DRIVE (VFD)

VFD ต้องถูกออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อใช้กับเครื่องสูบน้ำหรือพัดลม และมีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้

- ต้องแปลงกระแสไฟฟ้าขาเข้า (Input) จาก 3Ph/380V/50Hz $\pm 10\%$ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าขาออก (Output) ไปยังมอเตอร์ที่แรงดันและความถี่แปรเปลี่ยนตามต้องการ VFD ต้องสามารถจ่ายแรงดันไปยังมอเตอร์ได้เท่ากับแรงดันขาเข้าที่ Full Load และ Full Speed และในกรณีที่แรงดันขาเข้ามีค่าลดลงในช่วง -10% VFD ยังคงสามารถจ่ายแรงดันได้เต็ม เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสขึ้นสูงเกินพิกัด
 - ต้องใช้ได้กับมอเตอร์มาตรฐาน NEMA หรือ IEC โดยต้องไม่ลดความสามารถของมอเตอร์ลง (De-Rate) และต้องไม่ทำให้มอเตอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้นเกินกว่าอุณหภูมิใช้งานปกติ
 - สามารถให้แรงบิดได้สูงสุดถึง 180% ของแรงบิดพิกัดของมอเตอร์เป็นเวลา 2 วินาที ที่อุณหภูมิบรรยากาศ (40°C)
 - สามารถตั้งค่าความถี่ขาออก (Output Frequency) ได้ตั้งแต่ 0 – 320 Hz โดยมีค่าความละเอียดของการปรับตั้งได้ถึง 0.01 Hz
 - สามารถควบคุมการหยุดของมอเตอร์ได้ในขณะที่เกิดไฟฟ้าดับฉุกเฉิน
 - ให้มีโปรแกรมประหยัดพลังงาน โดยทำการปรับแรงดันของมอเตอร์สำหรับโหลดแบบแรงบิดแปรผันอย่างอัตโนมัติโดยที่
ยังมีแรงบิดเพียงพอกับโหลด และยังสามารถรักษาอัตราส่วน Volts/Hz ในช่วงเร่งความเร็ว
 - สามารถเก็บค่าทำงานผิดพลาด (Fault) ที่เกิดขึ้นย้อนหลังได้ไม่ต่ำกว่า 10 ค่า
 - สามารถตั้งข้ามช่วงความถี่ไม่ต้องการได้ไม่ต่ำกว่า 3 ช่วง เพื่อแก้ปัญหามอเตอร์สั่นจากความถี่ Resonance
 - ให้มีตัวเรือน (Enclosure)
 - มาตรฐานไม่ต่ำกว่า IP54
 - สามารถรับสัญญาณควบคุม 0-10 VDC หรือ 4-20 mA
 - ต้องสามารถอ่านค่า "total kWh's consumed" และ "Total Hours Run" ของมอเตอร์ได้
- ให้มีระบบป้องกันอย่างน้อยดังนี้
- 1) Under and Over Voltage Protection
 - 2) Current Limit and Over Load Protection
 - 3) Phase Loss Protection
 - 4) Output Short Circuit Protection
 - 5) Over Temperature Protection
 - 6) Full Galvanic Isolation between Power and Control Component
 - 7) ป้องกัน Harmonic และ Spike Voltage

ทั้งนี้ให้ผู้รับจ้างติดตั้งชุด VFD พร้อมอุปกรณ์ภายในตู้โดยให้เห็นจอแสดงผล และปรับแต่งความถี่ได้โดยไม่ต้องเปิดฝาตู้ และให้ติดตั้งตู้ในตำแหน่งที่เข้าถึง และตรวจสอบได้โดยสะดวก ชุด VFD ที่ใช้กับห้องผ่าตัด และห้องควบคุมพิเศษให้มีชุด Starter ของมอเตอร์ภายในตู้ควบคุมเดียวกับ VFD โดยต้องมีสวิทช์สลับใช้งานได้ทันทีที่ VFD มีปัญหา

บทที่ 24

มอเตอร์ และมอเตอร์ STARTER

1. มอเตอร์

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งมอเตอร์ทุกตัวที่ใช้กับระบบปรับอากาศตามแบบแปลน โดยมอเตอร์จะต้องเป็นชนิดใช้งานได้ตลอดเวลา (Continuous Duty) แบบ Squirrel Cage Induction มีเปลือกหุ้ม (Encloser) แบบ IP54 Insulation Class F, Totally Enclosed Fan Cool Motor (TEFC) และผลิตมาเพื่อใช้กับระบบไฟฟ้า 50 Hz โดยเฉพาะ มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 1 HP และใหญ่กว่าให้ใช้กับระบบไฟฟ้า 3Ph/380V/50Hz มอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 1 HP ให้ใช้ระบบไฟฟ้า 1Ph/220V/50Hz

2. Motor Starter and Overload Protection

- Motor ทุกตัวจะต้องประกอบด้วย Combination Magnetic Starter with Circuit Breaker, On-Off Push Button, Led Pilot Lamp
- Overload Protection ที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เกิน 115-125% ของ Full Load Current ของ Motor นั้นๆ หรือที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ
- Motor ขนาดต่ำกว่า 7.5 HP ให้ใช้แบบ Direct-On-Line Starter
- Motor ขนาดตั้งแต่ 7.5 HP และใหญ่กว่าให้ใช้แบบ Reduce Voltage Starter แบบ Star - Delta ยกเว้นที่กำหนดเป็นอย่างอื่น
- Starter ทุกตัวต้องได้ขนาดตามมาตรฐาน IEC STANDARD และหรือ NEMA

3. Motor Starter Enclosure

- หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ชุด Motor Starter และอุปกรณ์ประกอบอื่นทั้งหมดต้องติดตั้งอยู่ภายในกล่องมีฝาเปิด-ปิดด้วยบานพับ ขนาดของแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะบรรจุอุปกรณ์ของชุด Motor Starter
- ตัวตู้ต้องมีช่องระบายความร้อนขนาดเหมาะสมหรือหากเป็นตู้ที่ต้องติดตั้งอยู่นอกอาคาร หรือที่มีโอกาสจะถูกน้ำ ให้เป็นตู้แบบกันน้ำได้ (Weather Proof Enclosure)
- ผู้รับจ้างจะต้องส่งแบบ Shop Drawings แสดง Wiring Diagram ของ Power Supply Control Schematic Diagram และวิธีการจัดเรียงอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อส่งให้วิศวกรพิจารณาก่อนดำเนินการจัดทำตู้

บทที่ 25

PANEL BOARD AND STARTER PANEL BOARD

1. Panel Board ทุกแผงจะต้องเป็นแบบ Bolt-On หรือ Plug-On ชนิดมาตรฐานที่ใช้สำหรับติดตั้ง Circuit Breaker และ Starter
2. ขนาด Ampere Trip, Ampere Frame, Main Lugs, Main Circuit Breaker, Magnetic Contactor ของแต่ละแผงต้องมีคุณสมบัติรายละเอียดข้อกำหนดตามแบบแปลน
3. จะต้องเป็น Standard Product จากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันและผลิตตามมาตรฐานของ UL และ NEMA
4. ตัวตู้เป็นตัวที่สามารถผลิตขึ้นภายในประเทศ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำและออกแบบผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ IEC, ANSI โครงสร้างตัวตู้และแผ่นเหล็กเป็นชนิด Galvanized หรือ Zinc Plated ทั้งหมด ความหนาของแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 2.0 มม. พ่นสีกันสนิม 1 ชั้น และสีภายนอกอีก 2 ชั้น
5. จะต้องติด Name Plate แสดงหน้าที่ของอุปกรณ์หลักแต่ละตัวที่ด้านหน้าประตูตู้ให้ชัดเจน
6. Circuit Breaker ทุกตัว และสายไฟที่ต่อเข้ากับ Circuit Breaker ทุกเส้นจะต้องติดตั้งหมายเลขชนิดถาวรให้ตรงกับ Circuit นั้น ๆ
7. Starter จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ล่าสุด โดยมีรายละเอียดข้อกำหนดทางเทคนิคดังนี้
 - Starter เป็นแบบ Magnetic across the line
 - หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น Enclosure เป็นแบบ General Purpose
 - ตัว Contact เป็นแบบ Double Break Silver Alloy
 - รายละเอียดจำนวน Pole และขนาด Ampere หรือ Horse Power ให้ดูจากแบบ
 - Phase Voltage: 230 Volts สำหรับ Single Phase และ 380 Volts สำหรับ Three Phase Frequency 50 Hz
 - Control Voltage สำหรับ Magnetic Coil 230 Volts, 1 Phase, 50 Hz
8. ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawings ของตู้ Starter ทั้งหมดที่มีในโครงการ เช่น Starter ของ Air Handling, Fan Coil Unit ฯลฯ ส่งให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติดำเนินการจัดทำตู้
9. เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น Starter Panel ทุกแผงต้องมี Main Circuit Breaker ควบคุม Branch Circuit Breaker

บทที่ 26

AIR-CONDITIONING MAIN DISTRIBUTION BOARD

1. ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศต้องเป็นผู้จัดทำตู้ Air-Conditioning Main Distribution Board และอุปกรณ์ทั้งหมดภายในตู้
2. ตู้จะผลิตและประกอบขึ้นได้ภายในประเทศ โดยเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงาน ซึ่งออกแบบและผลิตอุปกรณ์นี้เป็นประจำ และต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของ IEC, ANSI การไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
3. ผู้รับจ้างต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในตู้ทุกชิ้นซึ่งได้มาตรฐาน UL, NEMA, ANSI, IEC, DIN, TIS เพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
4. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawings ขนาดของตู้ การจัดเรียงอุปกรณ์ภายในตู้ทุกชิ้นอย่างละเอียด ตำแหน่งของตู้ที่จัดวางภายในห้องเครื่อง เพื่อขออนุมัติก่อนการดำเนินการประกอบตู้และติดตั้ง
5. รายละเอียดทางเทคนิคของตู้
 - โครงสร้างตัวตู้ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กและโครงเหล็กชุบด้วยกรรมวิธี Hot Dip Galvanized หรือ Electrolytic Zinc Plated ทั้งหมด
 - ความหนาเหล็กโครงตู้ ไม่น้อยกว่า 3.2 มม.
 - ความหนาของเหล็กแผ่นทำตู้ ไม่น้อยกว่า 2.0 มม.
 - ฟันสีภายนอกด้วย ELECTRO STATIC POWDER PAINT อย่างน้อย 60 MICRON
6. รายละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ภายในตู้
 - 600 Volts AC maximum 50 Hz Three Phase Four Wires 50% Neutral with 25% Ground Bar
 - หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของ Circuit Breaker และ Bus Bars จะต้องมีการทดสอบตามที่แสดงไว้ในแบบ มี Heat Rise Test ที่จุดต่อเชื่อม ณ จุดใด ๆ ภายในตู้ต้องไม่เกิน 50 °C จาก Ambient Temperature ตามมาตรฐาน UL 67
 - ตัวตู้และอุปกรณ์ภายในตู้ทั้งหมด จะต้องมีการทดสอบ Short Circuit ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ หรือใน Load Schedule
 - Bus Bars เป็นชนิดทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% จะต้องประกอบและยึดด้วย Insulator Support อย่างแข็งแรง สามารถต้านทานกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรของขนาด 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 ทุกตัวให้ดูรายละเอียดจาก Load Schedule
7. หากมิได้กำหนดขนาดของตู้ไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำตู้ให้มีขนาดเพียงพอต่อการเชื่อมต่อสายจาก Circuit Breaker และต้องมี Safety Barriers ภายในตู้พร้อมช่องใส่ Circuit Directory ชนิดติดตั้งถาวรภายในตู้

บทที่ 27

ระบบท่อร้อยสาย (CONDUIT SYSTEM)

แนวท่อร้อยสายตามที่แสดงในแบบเป็นเพียงภาพวาด เพื่อให้สะดวกในการเข้าใจ และมองเห็นได้ชัดเจน การติดตั้งท่อร้อยสายจึงต้องให้เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ติดตั้ง และตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ท่อร้อยสายทั้งระบบของอาคารจะต้องได้รับการติดตั้งอย่างมิดชิด หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นหรือหากมีความจำเป็นซึ่งมิได้คาดการณ์ไว้ก่อนที่จะต้องติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ ผู้รับจ้างจะต้องขอความเห็นชอบจากวิศวกร หรือสถาปนิกก่อนดำเนินการติดตั้ง
2. แนววางท่อร้อยสาย การตัดสินใจว่าช่วงหนึ่งช่วงใดของท่อร้อยสายควรฝังในพื้น ช่วงใดให้เดินลอย หรือควรแอบในเพดาน ฯลฯ ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง ที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านสถาปัตยกรรม และด้านก่อสร้าง (รวมถึงส่วนใดที่มีฝ้าเพดาน ส่วนใดไม่มีฝ้าเพดาน) ในกรณีที่ไม่มีการฝังฝ้าเพดานให้เดินด้วยท่อ IMC ฝังใน Concrete Slab ทั้งนี้ไม่ว่าสัญลักษณ์ที่แสดงไว้ในแบบจะปรากฏเป็นท่อ EMT หรือท่อ IMC ก็ตาม เพื่อที่จะสามารถติดตั้งระบบท่อร้อยสายให้ได้อย่างเหมาะสมด้วยเทคนิคที่ดีที่สุด ตามสภาพของสถานที่ติดตั้ง และวิธีการติดตั้งท่อตามมาตรฐาน NEC
3. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ห้ามมิให้เปลี่ยนท่อ Conduit เป็น Wireway หรือ Cable Tray
4. ท่อร้อยสายทุกแบบที่ใช้ในระบบไฟฟ้านี้ จะต้องมียุทธศาสตร์เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว
5. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งฝังในคอนกรีต ในพื้น (Floor Slab) และที่ติดตั้งในที่แจ้ง หรือในสถานที่ๆ จำเป็นต้องมีระบบกันน้ำ ต้องใช้ท่อร้อยสายชนิด Intermediate Metallic Conduit (IMC)
6. เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น ท่อร้อยสายซึ่งแอบไว้ในฝ้าเพดาน หรือในฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต ให้ใช้ท่อ Electric Metallic Tubing (EMT) ได้
7. มิให้ใช้ท่อ EMT ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเกิน 2 นิ้ว ทั้งนี้ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว ให้ใช้แบบ IMC
8. หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น การต่อท่อร้อยสายเข้ากับอุปกรณ์หรือดวงโคมหรือเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีความสั่นสะเทือนให้ใช้ Flexible Conduit ความยาวไม่ต่ำกว่า 0.45 เมตร แต่ไม่เกิน 0.90 เมตร เป็นช่วงสุดท้ายเสมอไป
9. Flexible Conduit จะต้องเป็นชนิดที่กันน้ำได้ ถ้าอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือมีโอกาสถูกน้ำ
10. การงอท่อร้อยสายต้องระวังมิให้ท่อชำรุด และจะต้องไม่เป็นผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อเปลี่ยนแปลงไป รัศมีการโค้งงอของท่อต้องเป็นไปตามกฎของ NEC เครื่องมือที่ใช้ในการงอท่อร้อยสายต้องเป็นเครื่องมือซึ่งสร้างขึ้น เพื่อใช้ปฏิบัติงานนี้โดยเฉพาะ ห้ามงอท่อร้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว หรือมากกว่า ในกรณีดังกล่าวให้ใช้ Cast-Iron Angle Bends และ/หรือ Fitting
11. ห้ามงอท่อร้อยสายเกิน 4 ครั้ง ในแต่ละช่วงระหว่าง Outlet, Junction หรือ Pull Boxes หากจำเป็น ให้ใส่ Pull Box หรือ Condulet เพิ่มจากที่ได้กำหนดไว้ในแบบ
12. การติดตั้งท่อร้อยสายจะต้องให้มีรอยต่อที่น้อยที่สุด โดยเมื่อจะต่อท่อร้อยสายแบบ IMC ให้ใช้ Couplings หรือ Fittings ชนิดเกลียวและใช้ Red Lead หรือวัสดุที่มี Electrical Continuity ทาเกลียวตัวผู้ เพื่อกันน้ำมิให้เข้าภายในท่อ การต่อต้องให้ปลายท่อแต่ละข้างชนกันแนบสนิทและต้องตะไบหรือฝนปลายท่อให้เรียบเสียก่อน
13. ต่อท่อ EMT ด้วย Coupling และ Connector แบบ 'Raintight' เท่านั้น

14. ให้ท่อ Expansion Coupling และ/หรือ Expansion Fitting ในการวางท่อร้อยสายซึ่งมีระยะยาวกว่า 45 เมตร และ/หรือท่อร้อยสายซึ่งผ่าน Expansion Joints ของโครงสร้างอาคาร และ/หรือ ท่อร้อยสาย ซึ่งวางจากโครงสร้างหนึ่งไปยังอีกโครงสร้างหนึ่งที่ไม่ต่อกันโดย Expansion Fittings ทุกชนิดต้องมี Bonding Jumpers
15. ความโค้งงอของท่อร้อยสาย (ซึ่งติดตั้งภายนอก หรือที่ซ่อนอยู่ในฝ้าเพดานที่สามารถเปิดซ่อมได้ หรือฝ้าผนังที่ไม่ได้เทด้วยคอนกรีต) ที่หักมาก ๆ จะต้องใช้ Condulet
16. ห้ามใช้ Condulet ในการต่อท่อที่โค้ง หรือหักงอ ในส่วนที่อยู่เหนือฝ้าเพดานที่ฉาบเรียบปิดสนิท (ไม่มีช่องสำหรับขึ้นไป Service ได้)
17. ต้องยึดท่อร้อยสาย IMC หรือ RSC เข้ากับ Boxes ต่าง ๆ และ Panel Board โดยใช้ Lock Nut 2 ตัว (ภายนอกและภายใน Boxes ด้านละ 1 ตัว) พร้อมด้วย Bushing โดยถั่วของ Knock Out ใหญ่กว่าท่อคอนดุก จะต้องใช้ Reducing Washer เพื่อไม่ให้มีช่องโหว่ระหว่างท่อ และ Boxes ฯลฯ ส่วนรูวางที่ไม่ได้ใช้งาน ให้ปิด
18. การต่อท่อร้อยสายทุกชนิด ให้ตรวจสอบว่าข้อต่อมี Electrical Continuity อย่างดี ทั้งนี้เพราะต้องการให้ใช้ระบบท่อร้อยสาย เป็น Ground-Path ของระบบไฟฟ้าของอาคารทั้งหมด
19. ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบว่า การเชื่อมต่อของท่อ Flexible Conduit กับท่อ Flexible Conduit เอง มี Electrical Continuity อย่างดีโดยตลอด มิฉะนั้นจะต้องร้อยสายดินหุ้มฉนวนแบบเดียวกับของ Phase Wire และมีขนาดเท่ากับ Phase Wire
20. หากมีได้กำหนดเป็นอย่างอื่น การฝังท่อร้อยสายในดิน ต้องหุ้มท่อร้อยสายด้วยคอนกรีต หนาอย่างน้อย 2 นิ้ว โดยรอบท่อตลอดความยาว
21. ท่อร้อยสายทุกแบบต้องถูกยึด หรือตรึงไว้อย่างแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3 เมตร และไม่เกิน 0.30 เมตร จาก Boxes หรือ Panel Board โดยอุปกรณ์ซึ่งสร้างขึ้น เพื่อทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ และ/หรือ โดยวิธีซึ่งได้รับอนุมัติจากวิศวกร
22. ระหว่างการก่อสร้างและเทคอนกรีต ท่อร้อยสายที่วางเพื่อให้ฝังอยู่ในคอนกรีตต้องถูกกระชับให้แน่นโดยวิธีเหมาะสมและไม่ก่อปัญหาให้แก่ผู้รับจ้างด้านการก่อสร้าง เมื่อมี Stub-Ups ตั้งแต่ 2 อันขึ้นไป ให้ทำแบบไม้หรือโลหะเจาะรู สวมกระชับ Stub-Ups เหล่านั้นไว้ให้เพื่อแน่น ระยะห่างระหว่าง Stub-Ups ต้องให้พอดีกับการที่จะสวมปลาย Stub-Ups เข้ารูด้านข้างของ Outlet, Box, Junction หรือ Pull Box โดยไม่ต้องงอหรือบีบรัด Stub-Ups ในภายหลัง
23. ท่อร้อยสายที่เดินซ่อนอยู่บนฝ้าเพดาน จะต้องติดตั้งและยึดแนบอยู่บนพื้น Slab ห้ามเดินวางอยู่บนฝ้าเพดาน หรือห้อยอยู่กับพื้น Slab
24. เมื่อวางท่อร้อยสายเสร็จ แต่ยังไม่ปฏิบัติงานขั้นต่อไปกับท่อร้อยสายนั้นไม่ได้ ให้เคลือบส่วนของท่อที่ได้ตีาปเกลียวไว้ด้วยสี Enamel เพื่อกันสนิม และปิดปากท่อด้วยปลั๊กอุด หรือฝาเกลียวให้มิดชิด
25. ภายหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อร้อยสายเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบว่าท่อไม่ตัน หากมีท่อใดตันให้แก้ไขทันที โดยผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง
26. ห้ามใช้ EMT ในบริเวณที่มีน้ำเปียก หรือที่ ๆ ต้องมีระบบกันน้ำ หรือในบริเวณที่เป็น Hazardous Location
27. ขนาดของ Conduit ที่ใช้เมื่อร้อยสายไฟฟ้าแล้ว ผลรวมพื้นที่หน้าตัดของสายไฟ รวมฉนวนและเปลือกของสายไฟทั้งหมด จะต้องไม่เกิน 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อ
28. ให้ผู้รับจ้างจัดทำ Shop Drawings การวางจัดวางแนวและขนาดของท่อร้อยสายอย่างละเอียดเพื่ออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

บทที่ 28 สายไฟฟ้า (CONDUCTOR)

1. สายไฟทั้งหมดต้องได้มาตรฐานของ ม.อ.ก. หรือ IEC 502
2. ต้องเป็นสายทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%
3. หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สายไฟทั้งหมดต้องเป็นสายเดี่ยว (Single Conductor) มีฉนวนหุ้ม ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 Volts และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70°C
4. ขนาดของสายไฟที่กำหนดไว้เป็นตารางมิลลิเมตรทั้งหมด และห้ามใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ยกเว้นสาย CONTROL ซึ่งต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร
5. หากมีได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสายไฟให้ดูได้จาก Load Schedule
6. สายไฟทุกเส้นจะต้องเป็นเส้นเดี่ยวยาวตลอด โดยไม่มีการตัดต่อภายในท่อ การตัดต่อสายไฟอนุญาตให้ตัดต่อได้เฉพาะภายใน Junction Box หรือ Outlet Box เท่านั้น
7. การต่อสายไฟให้ใช้อุปกรณ์ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อการนี้โดยเฉพาะ เช่น แบบ Compression Bolt, Screw Type , Wire Nut ทั้งนี้วัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกร
8. ห้ามใช้การบัดกรีในการต่อสายไฟ และ Twisted Wire Splice
9. ห้ามต่อสายไฟเกิน 4 เส้น ในแต่ละจุด
10. ในการดึงสายไฟให้ใช้ Lubricant ชนิดที่ได้รับการอนุมัติจากวิศวกรแล้วเท่านั้น
11. ห้ามมิให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสายจนกว่าจะได้มีการวางท่อร้อยสายเสร็จเรียบร้อยทั้งหมดก่อน และจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรให้ดึงสายไฟในท่อร้อยสายได้ ยกเว้นแต่จะได้รับการอนุมัติจากวิศวกรเป็นกรณี ๆ ไป
12. สายไฟทั้งหมดจะต้องเดินอยู่ภายในท่อ Conduit หรือภายใน Race Way เท่านั้น โดยไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดปรากฏให้เห็นภายนอก
13. ให้ติดหมายเลขวงจรด้วย Wire Marker ชนิดถาวร ภายในแผงสวิทช์บอร์ดทุก ๆ Circuit รวมทั้ง Main Feeder และ Sub Feeder
14. สายไฟที่ใช้ทั้งหมดต้องใช้เป็นรหัสสี (Colour Code) ในกรณีที่เป็นสาย Feeder ขนาดใหญ่ ซึ่งไม่มีสายที่เป็น Colour Code ได้ให้ใช้ Tape สีพันทับสายไฟ ณ จุดที่มีการเชื่อมต่อสายไฟหรือภายใน Pull Box ทั้งนี้ให้ใช้รหัสสีสำหรับสายไฟดังนี้
 - PHASE A สีดำ
 - PHASE B สีแดง
 - PHASE C สีน้ำเงิน
 - NEUTRAL สีขาว
 - GROUND สีเขียว

15. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำตาราง Insulation Test Report ของสายไฟทั้งหมดทุกวงจรเสนอต่อวิศวกร เพื่อขออนุมัติ จำนวน 2 ชุด ก่อนทำการติดตั้งอุปกรณ์ โดยวัดค่าความต้านทานด้วย Megger ขนาดไม่น้อยกว่า 500 Volts ตามรายละเอียด ดังนี้
- PHASE TO PHASE
 - PHASE TO NEUTRAL
 - PHASE TO GROUND

บทที่ 29

ระบบสายดิน

(GROUNDING SYSTEM)

1. ระบบสายดินทั้งหมด ประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้
 - System Ground
 - Equipment Ground
2. ระบบสายดินทั้งหมดจะต้องร้อยในท่อร้อยสาย
3. อุปกรณ์หลัก ประกอบด้วย
 - Bare Copper Wire ชนิด Strand ขนาดของสายตาม NEC Table 250-95
 - Ground Rod ชนิด Copper Clad Steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{3}{4}$ นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร ตอกลงต่ำกว่าระดับดิน ไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
4. การต่อสาย Ground ในจุดที่อยู่ใต้ดินให้ต่อแบบ Thermal Welded (Cad Weld) ให้แน่นหนาคงทนถาวร
5. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Grounding Loop สำหรับอุปกรณ์หลักต่าง ๆ ทั้งหมด เช่น เครื่องทำน้ำเย็น, เครื่องสูบน้ำ, Panel Board และ Motor เป็นต้น
6. หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ขนาดของสาย Bare Copper สำหรับระบบ Grounding ทั้งหมด ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่า 98%
7. ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำ Shop Drawings ของระบบ Grounding ทั้งหมดของโครงการ โดยระบุขนาดของสาย Ground, Grounding Loop, ตำแหน่ง Ground Rod และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ ส่งเพื่อขออนุมัติจากวิศวกรก่อนการติดตั้ง
8. ค่าความต้านทานของระบบ Grounding ต้องไม่เกิน 5 Ohms

บทที่ 30

ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น (CHILLER PLANT MANAGER)

1. บทนำ (Introduction)

- 1.1. ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องจัดหาและติดตั้งในอาคาร ต้องสามารถเชื่อมต่อและใช้งานได้อย่างดีกับระบบ Network ที่เป็นโปรโตคอล BACnet/IP โดยผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ของระบบควบคุมที่มีความปลอดภัยทางไฟฟ้า ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง หรือ JIS หรือ IEC และ NEC
- 1.2. ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีการจำหน่ายและให้บริการโดยตัวแทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี
- 1.3. ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น ต้องสามารถส่งข้อมูลทั้งหมดไปยังระบบ BAS ของอาคาร ผ่านทางโปรโตคอล BACnet/IP (ถ้ามี)
- 1.4. ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น ต้องสามารถ MONITOR แผงควบคุมห้องผ่าตัดทุกๆห้องได้

2. สภาพแวดล้อม (Environment)

วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามข้อกำหนดที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ต้องมีความเหมาะสมที่จะใช้งานในประเทศไทยได้ดีดังต่อไปนี้

2.1. ความสูงใกล้เคียงระดับน้ำทะเลปานกลาง

2.2. อุณหภูมิ	สูงสุดเฉลี่ย	40°C (104°F)
	เฉลี่ยตลอดปี	30°C (86°F)

2.3. ความชื้นสัมพัทธ์	สูงสุดเฉลี่ย	94%
	เฉลี่ยตลอดปี	79%

3. ขอบเขตของงาน (Scope of Work)

ผู้รับจ้างต้องจัดหา ติดตั้ง ทดสอบ และปรับแต่งวัสดุอุปกรณ์ของงานระบบควบคุมต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1. ระบบจัดการและควบคุมห้องเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Plant Manager, CPM) ต้องสามารถแสดงผลการทำงาน แจ้งเหตุ (Alarm) และควบคุมการส่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เครื่องทำน้ำเย็น วาล์ว และอุปกรณ์มิเตอร์วัดค่าต่าง ๆ ภายในห้องเครื่องทำน้ำเย็น ให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมศาสตร์ตามขั้นตอนการทำงานของระบบปรับอากาศ และอย่างน้อยต้องเป็นไปตามขั้นตอนการทำงานในหัวข้อที่ 9
- 3.2. ผู้รับจ้างต้องทำการจัดหาและติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ Workstation ให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนด และต้องทำการอบรมการใช้งานระบบให้แก่พนักงานของผู้ว่าจ้างที่รับผิดชอบดูแลระบบฯ จนเป็นที่เข้าใจ และสามารถทำงานด้วยตัวเอง ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องเตรียม Training CD ให้แก่ผู้ว่าจ้าง จำนวน 4 แผ่น ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการใช้งานทุกฟังก์ชันของซอฟต์แวร์ไว้ด้วย
- 3.3. ผู้รับจ้างจะต้องศึกษาแบบแปลน รายละเอียดข้อกำหนดและรายการประกอบอื่น ๆ ของงานที่ใช้ประกอบในสัญญาอย่างละเอียดถี่ถ้วน ถ้าหากมีปัญหาหรือข้อขัดข้องใด ๆ ผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนลงนามในสัญญา มิฉะนั้น ผู้ว่าจ้างจะถือว่าผู้รับจ้างได้ศึกษาแบบแปลน และรายละเอียดข้อกำหนด ตลอดจนรายการ

ประกอบแบบอื่น ๆ ครอบคลุมสมบูรณ์ โดยผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ตามสัญญา

4. ความต้องการทางเทคนิค (Technical Requirements)

4.1 ชุดควบคุมระบบ Stand Alone (DDC) หรือ Field Controller ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภาคสนามโดยตรง โดยที่โปรแกรมของชุดควบคุมนี้จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ภาคสนามที่ใช้ ชุดควบคุมระดับ Stand Alone (DDC) หรือ Field Controller เหล่านี้จะเชื่อมโยงเข้ากับชุดควบคุมระดับ Network เพื่อนำพารามิเตอร์ (Parameters) ต่าง ๆ ที่จำเป็นมาใช้งาน และส่งข้อมูลต่าง ๆ จากอุปกรณ์ภาคสนามให้กับชุดควบคุมระดับ Network ชุดควบคุมระบบ Stand Alone (DDC) หรือ Field Controller มีอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 156 Kbit/s และใช้โปรโตคอล BACnet®

4.2 ชุดคอมพิวเตอร์หลักในระบบ

1. ระบบเครือข่าย AAS ที่เสนอต้องสามารถรองรับการทำงานในรูปแบบ Multiple Workstation โดยประกอบด้วย PC และอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ อย่างน้อยดังนี้

- Server Workstation พร้อมจอภาพชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 19" พร้อมแป้นพิมพ์ภาษาไทยและเมาส์

คุณลักษณะเฉพาะขั้นต่ำของ Server และ Operating System (OS)

General	มีเป็นลักษณะ Tower Case หรือ Desktop Case ซึ่งทำหน้าที่เป็น Server ต้องเปิดทำงานต่อเนื่องกันตลอด 24 ชั่วโมง
Processor	Intel® Core™ 2 Duo processor E8400 เป็นอย่างน้อย 6 MB (L2 Cache) ความถี่ 3 GHz หรือสูงกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 หน่วย
Bus Speed	ความเร็ว 1333 FSB
Power Supply	กระแสไฟฟ้า 220 Volt 50 Hz
Network Interface	มี 100 Ethernet Interface อย่างน้อยจำนวน 1 Port
Memory	มี Main Memory ขนาดไม่ต่ำกว่า 4 GB DDR2-800
Hard Disk	มี Hard Disk แบบ SATA-II ขนาดความจุหน่วยละไม่ต่ำกว่า 500 GB
Port	1 Serial Port, 1 Parallel Port และ 2 USB Port เป็นอย่างน้อย
Internal DVD	จำนวน 1 Drive 20x DVD+/-RW
Monitor	จอภาพสีชนิดรังสีต่ำขนาด 17" ชนิดจอแบน TFT แบบ LCD
Audio	High Definition Audio จำนวน 4 Channel
Graphics	ไม่ต่ำกว่า INTEL GMA X4500, Support VGA, SVGA, XGA resolution หรือดีกว่า
Keyboard, Mouse	จำนวน 1 ชุด

Operating System ต้องเป็น Microsoft Windows 10 Pro พร้อม Certificate of Authentication, Software ต้นฉบับ, Driver ของอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ใช้ และคู่มือการใช้งานในรูปแบบเอกสารหรือซีดีรอม Database Software ต้องเป็น Ms SQL เท่านั้น

2. แหล่งจ่ายไฟฟ้า UPS (Uninterruptible Power Supply)

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาพร้อมติดตั้งแหล่งจ่ายไฟ UPS เพื่อใช้งานสำหรับระบบ Chiller Plant Manager ที่เสนอในห้อง Control Room ทั้งหมด โดยมีพิกัดขนาดของแบตเตอรี่สำรองไม่น้อยกว่า 15 นาที

4.3 ข้อกำหนดทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบ

4.3.1 Software ที่ใช้งานบนชุดคอมพิวเตอร์หลักในระบบ มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

- ต้องมีการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 Professional หรือดีกว่า
- โปรแกรมควบคุมระบบงาน (Operating System) เป็นการใช้งานในโหมด GUI (Graphic User Interface) และสามารถเปิดโปรแกรม Internet Explorer Browser ได้อย่างน้อย 5 จอภาพ
- โปรแกรมประยุกต์สำหรับระบบ ต้องสามารถกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งานของ User ในระดับความสำคัญต่าง ๆ กันได้ตามลักษณะหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของแต่ละหน่วยงาน โดยจะต้องมี Password Access User Category อย่างน้อย 5 level โดยแต่ละระดับ ให้ผู้ดูแลระบบเป็นผู้กำหนดสิทธิ์การใช้งานเองได้
- เมนูต่าง ๆ ของระบบ สามารถแสดงผลได้หลายภาษา แต่ภาษาหลักอย่างน้อยต้องมีคือ ภาษาอังกฤษ และภาษาไทย ส่วนภาษาอื่น ๆ แล้วแต่ทางผู้ว่าจ้างร้องขอมาเป็น Optional การแสดงเมนูเป็นภาษาใด ให้ขึ้นอยู่กับชื่อ User Login เป็นผู้เลือก และในกรณีที่มีผู้ใช้งานระบบพร้อมกัน 2 คนที่ได้เลือกระบบแสดงผลต่างภาษากัน ระบบจะต้องรองรับการเข้าถึงข้อมูลของทั้ง 2 คนพร้อม ๆ กันได้ (เป็นต้นว่า แสดงผลเมนูภาษาไทย 1 หน้าจอ และแสดงผลเมนูภาษาอังกฤษอีก 1 หน้าจอพร้อม ๆ กันได้)
- โปรแกรมสามารถรองรับการเข้าใช้งานพร้อม ๆ กันได้อย่างน้อย 20 คนในคราวเดียวกัน (License for use 20 seat)
- ระบบ Software ต้องสามารถแสดงรายการ แผนผัง โครงสร้าง และรายการที่จำเป็นอื่น ๆ โดยสามารถแยกย่อยออกเป็นส่วน ๆ ได้ และมีหน้าแสดงแผนผังการทำงานรวม เพื่อแสดงข้อมูลที่สำคัญให้เห็นได้อย่างชัดเจนและสวยงาม
- ระบบต้องสามารถตรวจสอบความผิดปกติของสภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น อุณหภูมิร้อนเกินไป หรือเย็นเกินไป ฯลฯ เพื่อแจ้งข้อผิดพลาดเหล่านั้น พร้อมทั้งบันทึกเป็นประวัติไว้ได้
- ระบบต้องสามารถเก็บบันทึกข้อมูลการใช้งานหรือข้อมูลอื่น ๆ จากอุปกรณ์ที่ไม่มีที่เก็บข้อมูลของตัวเอง เช่น เครื่องสูบน้ำ หอระบายความร้อน ฯลฯ

4.3.2 ความต้องการใช้งานด้านฟังก์ชันของระบบเครื่องช่วย CPM มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

1) ระบบไฟฟ้า (Electrical System)

- ใช้ในการตรวจตรา แจ้งเหตุ และบันทึกสถานะการทำงานของระบบไฟฟ้า (Electrical System Status) โดยวัดข้อมูลทางด้านไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งประกอบด้วย แรงดัน (Voltage), กระแส (Current), ความถี่ (Frequency), เควีเอ (Kilo Volt Ampere), กิโลวัตต์ (Kilo Watt), กิโลวาร์ (Kilo Var), หน่วยไฟฟ้าหรือกิโลวัตต์-ชั่วโมง (Kilowatt-Hour), เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor) ฯลฯ

2) ระบบเครื่องทำน้ำเย็น

- Runtime เพื่อเก็บสะสมชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เพื่อประโยชน์ในการทำ Preventive Maintenance

- Runtime เพื่อเก็บสะสมชั่วโมงการทำงานของเครื่องสูบน้ำ (Chilled Water Pump) เพื่อประโยชน์ในการทำ Preventive Maintenance
 - Alarm Indication เพื่อแจ้งและบันทึกจุดผิดปกติของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ให้ผู้ควบคุมทราบและแก้ไขให้ถูกต้อง เมื่อเครื่องทำน้ำเย็นอยู่ในลักษณะผิดปกติดังต่อไปนี้คือ Low Oil Pressure, Hi Oil Pressure, Freeze up โดยผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการส่งข้อมูลดังกล่าวมาให้ ระบบ
 - Vane Position เพื่อต้องการทราบบันทึกตำแหน่งการเปิด-ปิด Guide Vane ของเครื่องทำน้ำเย็น เพื่อนำมาใช้ตัดสินใจร่วมกับสภาวะอื่น ๆ ในการวิเคราะห์การทำความเย็น
 - Temperature Status เพื่อต้องการทราบและบันทึกอุณหภูมิของน้ำเย็นที่จุดต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย Chiller Water Supply and Return Temperatures, Common Chilled Water Supply and Return Temperatures, Common นอกจากจะกำหนดและบันทึกแล้ว ยังสามารถตั้งขีดจำกัด (Limit) ของอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ได้ เมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าความต้องการ ระบบ Chiller Plant Manager จะแจ้งเตือนไปยังระบบพร้อมบันทึก โดยผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นต้องเป็นผู้รับผิดชอบการส่งข้อมูลดังกล่าวมาให้ Chiller Plant Manager ทางโปรโตคอล BACnet/IP
 - Chilled Water Flow Meter เพื่อวัดน้ำเย็นกลับที่ท่อรวมไหลกลับมาจากอาคาร เพื่อต้องการทราบและบันทึกอัตราการไหลของน้ำเย็นในระบบ Chilled Water เพื่อบันทึกเป็นข้อมูลและนำไปใช้ในการคำนวณหาการทำความเย็นต่อไป
 - Pump Status เพื่อต้องการทราบสถานการณ์และบันทึกการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งประกอบด้วย Chilled Water Pump, เป็นอย่างน้อย
 - Cooling Tower Fan เพื่อต้องการทราบสถานการณ์และบันทึกการทำงานของหอผึ่งเย็น ซึ่งประกอบด้วย Cooling Tower Fan และ Motorize Valve Cooling Tower เป็นอย่างน้อย
 - Dry Bulb Outside Temperature และ Outside Relative Humidity เพื่อต้องการทราบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำ Optimum Start/Stop
- 3) ระบบจัดการและควบคุมเครื่องเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Plant Manager)
- งานระบบบันทึกและคำนวณเป็นสมรรถนะของระบบทำน้ำเย็นเป็น KW/TR
 - ระบบฐานข้อมูลของระบบควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Plant Manager) ต้องรองรับโปรแกรมการจับที่ เป็นมาตรฐานสากล เช่น Ms SQL เพื่อให้ง่ายกับการนำไปใช้ต่อไปในอนาคต ไม่นอนุญาตให้ใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเฉพาะงาน (Proprietary Databases)
 - มีความสามารถติดต่อสื่อสารกับระบบ Chiller Plant Manager System ทาง BACnet/IP จำนวน 250 ข้อมูล

4.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้า UPS (Uninterruptible Power Supply)

ต้องติดตั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้า UPS เพื่อใช้งานสำหรับระบบในห้อง Control Room ทั้งหมด โดยมีพิกัดขนาดของแบตเตอรี่สำรองไม่น้อยกว่า 15 นาที