



การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

INDUSTRIAL ESTATE AUTHORITY OF THAILAND

โครงการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่

เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก จังหวัดระยอง

นิคมอุตสาหกรรม SMART PARK

เอกสารประกอบการออกแบบ ชุดเพิ่มความ SMART

สารบัญ
รายการประกอบแบบ
(ปรับเพิ่มความ SMART)

1. รายการประกอบแบบ : หมวดงานภูมิสถาปัตยกรรม

- ภูมิสถาปัตยกรรม - ระบบรดน้ำอัตโนมัติ

2. รายการประกอบแบบ : หมวดงานวิศวกรรมระบบ

- แผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์
- EV Charger
- ระบบควบคุมจราจร
- ระบบตรวจวัดการใช้พลังงานภายในโครงการ
- ระบบไฟฟ้า - ตู้เมนไฟฟ้า
- ระบบไฟฟ้า - อุปกรณ์เดินสายไฟ
- ระบบไฟฟ้า - เครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบอัตโนมัติ
- ระบบปรับอากาศ - หอระบายความร้อน
- ระบบปรับอากาศ - Water cooled chiller
- ระบบปรับอากาศ - เครื่องสูบน้ำระบบปรับอากาศ
- ระบบปรับอากาศ - Chiller plant manager
- ระบบปรับอากาศ - เครื่องทำน้ำเย็นระบบไร้น้ำมันหล่อลื่น
- ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย - ระบบป้องกันเพลิงไหม้
- ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย - อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย - อุปกรณ์ดับเพลิงเคมีสะอาด
- ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย - ระบบท่อจ่ายน้ำดับเพลิง
- ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย - ควบคุมควันไฟสำหรับโถงสูง
- ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย - เครื่องสูบน้ำดับเพลิง



งานระบบรดน้ำ/ให้น้ำต้นไม้ อัตโนมัติ (Sprinkler)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ให้ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งระบบให้น้ำและอุปกรณ์ตามแบบที่กำหนด

1.2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้ง เช่น ก๊อกน้ำ ท่อน้ำ ปัมป์ หัวน้ำพุ รวมถึงวาล์วน้ำต้องเป็นไปตาม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่รับรอง

1.3 คุณสมบัติของก๊อกน้ำ ท่อน้ำ ปัมป์ วาล์วน้ำรวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนด

1.4 การขออนุมัติและการติดตั้งต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของก๊อกน้ำ ท่อน้ำ และวาล์วน้ำที่ทำการติดตั้ง ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งที่ยอมรับ มีความมั่นคง แข็งแรงและทนทาน

2. คุณสมบัติอุปกรณ์ระบบให้น้ำ

อุปกรณ์ระบบให้น้ำทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

2.1 หัวจ่ายน้ำ(ก๊อกน้ำ)

2.1.1 สำหรับให้น้ำแก่พืชพรรณ

2.1.2 หัวทองเหลือง ขนาดมาตรฐาน 1/2 นิ้ว (4nun) อย่างหนา พร้อมหัวสวมสายยาง ผลิตภายในประเทศตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (ถ้ามี) ในกรณีที่ไม่ได้กำหนดให้ใช้ทุกระยะไม่เกิน 20.00 เมตร

2.1.3 ให้ผู้รับจ้างจัดเตรียม สายยางสำหรับรดน้ำต้นไม้ ตาม มาตรฐานอุตสาหกรรม ยาว 20 เมตร ต่อ 1 หัวจ่ายน้ำ

2.1.4 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอการอนุมัติ

2.2 หัวสปริงเกอร์

2.2.1 สำหรับให้น้ำแก่พืชพรรณ

2.2.2 หัวสปริงเกอร์แบบฉีดสเปรย์และปรับมุมได้ รัศมีให้น้ำ 9.10 – 15.50 เมตร
ปรับองศา 1 – 360 องศา ปริมาณจ่ายน้ำ 0.20 – 1.86 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (ถ้ามี)

2.2.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอการอนุมัติ

2.3 หัวน้ำหยด

2.3.1 สำหรับให้น้ำแก่พืชพรรณ

2.3.2 หัวน้ำหยดพลาสติก ขนาดแรงดัน 6 ลิตร/ชั่วโมง ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (ถ้ามี)



2.3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอกการอนุมัติ

2.4 ท่อ HDPE

2.3.1 สำหรับท่อน้ำดี

2.3.2 ท่อ HDPE PE100 PN. 6.3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม 982-2556

2.3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอกการอนุมัติ

2.4 วาล์วไฟฟ้า

2.4.1 สำหรับเป็นวาล์วควบคุมการจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบ

2.4.2 วาล์วไฟฟ้าขนาด 2" ปรับอัตราการไหลสูงสุด 200GPM ใช้ไฟ 24VAC ทนแรงดัน 200 PSI

2.4.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอกการอนุมัติ

2.5 ปั๊มน้ำ

2.5.1 สำหรับส่งน้ำเข้าสู่ระบบ

2.5.2 ปั๊มหอยโข่งขนาดใหญ่แบบมีหน้าแปลน ใบพัดทองเหลือง ขนาด 20 HP แรงดันไฟฟ้า 380V ปริมาณน้ำ 1000 – 2200 ลิตร/นาที ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ถ้ามี

2.5.3 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอกการอนุมัติ

2.6 ตู้ควบคุมการรดน้ำ

2.5.1 สำหรับควบคุมระบบจ่ายน้ำ

2.5.2 ตัวตู้ควบคุมทำจากเหล็ก

2.5.3 ตู้ควบคุม จำนวน 8 -54 สถานี แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่หม้อแปลง 230 VAC/50Hz แรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากหม้อแปลง 24 VAC/1.4 A แรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากแต่ละสถานี 24 VAC/0.56A ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ถ้ามี

2.5.4 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับสภาพอากาศ ตรวจอัตราการระเหยของน้ำ (ET) และตรวจจับน้ำฝน

2.5.5 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อรอกการอนุมัติ

2.7 อุปกรณ์วัดความชื้นภายในดิน

2.7.1 สำหรับตรวจวัดความชื้นภายในดิน

2.7.2 ตัวกล่องควบคุมทำจากพลาสติกทนทานและมีหน้าปัดควบคุมระบบดิจิตอล แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่หม้อแปลง 230 VAC/50Hz แรงดันและกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากหม้อแปลง 24 VAC/100mA max และสามารถเชื่อมต่อและทำงานเข้ากับตู้ควบคุมการรดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.3 ตัวตรวจวัดความชื้น ทำจากพลาสติกทนทานและบางส่วนโลหะ

2.7.4 ระยะเดินสายจากตัวกล่องควบคุมไปยังตู้ควบคุมการรดน้ำ ไม่เกิน 2 เมตร

2.7.5 ระยะเดินสายจากตัวกล่องควบคุมไปยังตัวตรวจวัดความชื้น ไม่เกิน 300 เมตร และสายมี



ขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร

2.7.6 ผู้รับจ้างต้องจัดทำตัวอย่างเพื่อประกอบการอนุมัติ

3. การขออนุมัติและการติดตั้ง

ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของอุปกรณ์เพื่อขออนุมัติก่อนการติดตั้ง การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ แต่ละประเภทให้ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งที่ยอมรับ มีความมั่นคง แข็งแรงและทนทาน

3.1 การเดินท่อและการติดตั้งหัวระบบรดน้ำต้นไม้

ให้ดำเนินการตามแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ของสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบกรมโยธาธิการและผังเมือง ในกรณีที่ไม่ได้กำหนด ให้ผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing พร้อมรายการโดยให้สามัญวิศวกรรับรองเพื่อขออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.2 การติดตั้งปั้มน้ำ

ให้ดำเนินการตามแบบวิศวกรรมสุขาภิบาล ของสำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบกรมโยธาธิการและผังเมือง ในกรณีที่ไม่ได้กำหนด ให้ผู้รับจ้างจัดทำ shop drawing พร้อมรายการโดยให้สามัญวิศวกรรับรองเพื่อขออนุมัติต่อคณะกรรมการตรวจการจ้าง

3.3 การส่งตัวอย่าง

ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างให้กรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นชอบก่อนดำเนินการ

4. วัสดุ/ผลิตภัณฑ์

4.1 ผลิตภัณฑ์ผู้ควบคุมการรดน้ำ (Controller) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ

ก. ยี่ห้อ Hunter ของบริษัท/ผู้แทนจำหน่าย บริษัท คงสงวนเอ็นจิเนียริ่ง (1993) จำกัด

24 ถนนวรจักร แขวงบ้านบาตร เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย จังหวัดกรุงเทพฯ
10100 โทร. 02-621-1611-3

ข. ยี่ห้อ Rain Bird ของบริษัท/ผู้แทนจำหน่าย บริษัท บริษัท ทรีคอนเซปกรุ๊ป จำกัด

เลขที่ 1/2 ซอยคูบอน22 ถนนถนน คูบอน แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว
กรุงเทพฯ 10230 โทร 099-196-0002 (ฝ่ายขาย)
โทร 099-181-0222 (ฝ่ายออกแบบ)

ค. ยี่ห้อ Netafim ของบริษัท/ผู้แทนจำหน่าย บริษัท Netafim (Thailand) co.,ltd.

1802 ชั้น 18 อาคารบางกอกทาวเวอร์ 2170 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่
แขวงห้วยขวาง เขตบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพฯ 10310 โทร. 089-921-3521



4.2 ผลิตภัณฑ์ตรวจวัดความชื้นภายในดิน (Soil moisture sensor) ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ของ

- ก. ยี่ห้อ Hunter ของบริษัท/ผู้แทนจำหน่าย บริษัท คงสงวนเอ็นจิเนียริง (1993) จำกัด
24 ถนนวรจักร แขวงบ้านบาตร เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย จังหวัดกรุงเทพฯ
10100 โทร. 02-621-1611-3
- ข. ยี่ห้อ Rain Bird ของบริษัท/ผู้แทนจำหน่าย บริษัท บริษัท ตรีคอนเซปกรุ๊ป จำกัด
เลขที่ 1/2 ซอยคูบอน22 ถนนถนน คูบอน แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว
กรุงเทพ 10230 โทร 099-196-0002 (ฝ่ายขาย)
โทร 099-181-0222 (ฝ่ายออกแบบ)
- ค. ยี่ห้อ Natafim ของบริษัท/ผู้แทนจำหน่าย บริษัท Natafim (Thailand) co.,ltd.
1802 ชั้น 18 อาคารบางกอกทาวเวอร์ 2170 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่
แขวงห้วยขวาง เขตบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพฯ 10310 โทร. 089-921-3521

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่า และในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



แผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ SOLAR CELL

1. ระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

1.1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์กำลังการผลิตรวม ไม่น้อยกว่า 60 kWp

- a) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดมีกรอบ (Frame) ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด
- b) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) ต้องมีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต ณ เงื่อนไขการทดสอบมาตรฐาน STC (Standard Test Conditions) ความเข้มแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 องศาเซลเซียสไม่น้อยกว่า 490 Wp ต่อแผง
- c) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิกอนผลึกรวม (Crystalline Silicon) ต้องเป็นยี่ห้อ รุ่นที่ได้รับรองมาตรฐานมอก. หรือ มาตรฐาน IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval
- d) Module Efficiency ต้องไม่น้อยกว่า 20.0 %
- e) Output Power Tolerance ไม่น้อยกว่า 0 ถึง +3%
- f) ค่า Temperature Coefficient of Power เมื่อทดสอบที่สภาวะ STC (Standard Test Condition; TCPmpp) ที่มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 วัตต์/ตารางเมตร ณ อุณหภูมิแผงเซลล์ 25 องศาเซลเซียส มีค่าดังนี้ ไม่น้อยกว่า -0.37% ต่อองศาเซลเซียส
- g) Maximum Load Capacity ไม่น้อยกว่า 5,400 นิวตันต่อตารางเมตร
- h) ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาปิดล็อกอย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมได้ดีด้วยมาตรฐานการป้องกัน ไม่น้อยกว่า IP67 และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าของน้ำ ภายในกล่องสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ โดยการประกอบขั้วต่อสายกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box)
- i) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงต้องมี Integrated bypass diode ต่ออยู่ภายในกล่องต่อสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์แสงอาทิตย์



- j) กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม (Clear anodized aluminum) มีความมั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี มีความสูงของขอบเฟรมไม่มากกว่า 40 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันปัญหาจากแรงลมยก (Wind Load) ที่จะเกิดต่อโครงสร้าง
- k) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาจะต้องได้รับรองคุณภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 10 ปี (Product Warranty) และรับประกันการผลิตไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 80% (Linear Performance Warranty) ไม่น้อยกว่า 25 ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์
- ๓) ต้องมีสำเนาใบรับรอง (Certificate) ระบุการได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ออกให้โดย Certification Body (CB) แสดงประกอบ หรือมีรายงานผลการทดสอบ (Test Report) ตามมาตรฐานที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐาน มอก. 17025 หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 General Requirement for the Competence of Testing and Calibration Laboratories หรือหน่วยงานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้การรับรอง
- m) มีการรับรองมาตรฐานสากล โดยส่งใบ Certificate ในเรื่องคุณภาพ และความปลอดภัย อาทิ เช่น IEC61215, IEC61701, IEC62716, TUV, UL, JET, CQC, CE, TIS หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- n) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่นำมาประกอบภายในระบบ จะต้องไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน และอยู่ในสภาพเรียบร้อย
- o) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผลิตจากโรงงานของผู้ผลิตตราสินค้า นั้น ๆ เองโดยตรง ซึ่งได้มาตรฐานต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น ไม่ใช่การจ้างผลิตตรา หรือใช้คุณสมบัติส่วนหนึ่งของบริษัทอื่นมาประกอบ
- p) ผู้รับจ้างจะต้องเสนอผลการทดสอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่จะดำเนินการติดตั้งในระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะต้องมีผลการทดสอบคุณสมบัติของแผงเซลล์อาทิตย์จากโรงงานอย่างน้อย ดังนี้
 - i. ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Pmpp)
 - ii. ค่าแรงดันไฟฟ้าเปิดวงจร (Voc)
 - iii. ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (Impp)
 - iv. ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Isc)

1.2. โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์อาทิตย์

- a) วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ ทั้งหมด เช่น Fitting, Hardware Bolt และ Nut ทำจาก Stainless Steel Grade 304 หรือ อลูมิเนียม Grade T5-6000 ซึ่งผ่านกรรมวิธีป้องกันการผุกร่อนของอลูมิเนียม (Anodized) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้กับการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะ และผลิตสำเร็จจากโรงงาน
- b) ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์อาทิตย์ ต้องออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสม มีความมั่นคงแข็งแรง สามารถทนต่อแรงลมปะทะที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 31.1 เมตรต่อวินาที และน้ำหนักของโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของหลังคาและอาคารที่ติดตั้ง
- c) ติดตั้งในแนวระนาบมุมเอียงที่เหมาะสม ที่ทำให้ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กำลังไฟฟ้าสูงที่สุด
- d) ชุดโครงสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีการติดตั้งสายดินตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 หรือฉบับล่าสุดหรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต
- e) การดำเนินการออกแบบและติดตั้งใด ๆ ที่เกิดขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องทำการประสานงานและดำเนินการกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ระเบียบ ข้อกำหนด พระราชบัญญัติ ประกาศกฎกระทรวง ในทุกด้านที่เกี่ยวข้อง

1.3. อุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า (Inverter) มีรายละเอียดดังนี้

- a) เป็นอินเวอร์เตอร์แบบ String
- b) เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิด 3 Phase 400 V, 50 Hz. ที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ต่อเนื่อง
- c) เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)
- d) เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการขึ้นทะเบียนและสามารถใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตามหัวข้อ “รายชื่อผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้”
- e) เป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 61727 Photovoltaic (PV) systems- Characteristics of the utility interface และได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic



inverters หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 61727 และ IEC 62116 โดยต้องแนบรายงานผลการทดสอบประกอบการขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์

- f) ต้องมีสำเนาใบรับรอง (Certificate) การได้รับรองตามมาตรฐานที่ออกให้โดย Certification Body (CB) แสดงประกอบ หรือมีรายงานผลการทดสอบ (Test Report) ตามมาตรฐานดังกล่าวที่ออกให้โดยห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐาน มอก.17025 หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 General requirement for the competence of testing and calibration laboratories หรือหน่วยงานทดสอบอื่นใดที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมรับ
- g) ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า (DC Input) มีคุณสมบัติ ดังนี้
- i. สามารถรับกระแสสูงสุดขาเข้ารวมทุก input (Max Input Current) ไม่น้อยกว่า 30 แอมป์
 - ii. สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า (Max Input Voltage) ไม่น้อยกว่า 1,000 โวลต์
 - iii. แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (Rated DC Input Voltage) ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์
 - iv. กำลังไฟฟ้าขาเข้า (Rated DC Input Power) ไม่น้อยกว่า 20 กิโลวัตต์
 - v. Night Power Consumption ไม่เกิน 6 วัตต์
 - vi. มีระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด (MPPT ; Maximum Power Point Tracking) อย่างน้อย 2 MPPT
- h) ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับขาออก (AC Output) มีคุณสมบัติ ดังนี้
- i. สามารถส่งกำลังไฟฟ้าสูงสุดขาออก (Max AC Power) ไม่น้อยกว่า 20 กิโลวัตต์
 - ii. แรงดันไฟฟ้าขาออก (Rated AC Output Voltage) แบบ 3 Phase, 50 Hz.
 - iii. กระแสสูงสุดขาออก (Rated Output Current) ไม่น้อยกว่า 30 แอมป์
 - iv. ฮาร์โมนิกส์ (Total Harmonic Distortion) ไม่เกิน 3%
- i) ความปลอดภัย มีคุณสมบัติ ดังนี้
- i. กระแสไฟฟ้าด้านขาเข้าต้องมีระบบ String Fault Monitoring แสดงตำแหน่งที่เกิดความผิดพลาด และมีอุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ ประกอบด้วย อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (DC Surge Protection) เป็น Type I
 - ii. มีหน้าจอแสดงการทำงานของ Grid Inverter
- j) Maximum Efficiency ไม่น้อยกว่า 98.1 %
- k) European Efficiency ไม่น้อยกว่า 98.1 %



- l) สภาพแวดล้อมในการทำงาน
 - i. สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส ถึง +60 องศาเซลเซียส
 - ii. มีระบบระบายอากาศแบบอิสระ
 - iii. มีระดับการป้องกัน (Protection Rating) IP65 หรือ ดีกว่า
- m) มีจอ LED หรือ LD Display ที่สามารถแสดงค่าได้อย่างน้อย ดังต่อไปนี้
 - i. Volt AC Status
 - ii. Volt DC Status
 - iii. Frequency
 - iv. Internet Connection Status
- n) มีระบบป้องกันความผิดปกติของระบบไฟฟ้า ดังนี้
 - i. Over/Under Voltage
 - ii. Over/Under Frequency Protection
 - iii. Anti-Islanding ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- o) มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อผ่าน Port มาตรฐานเป็นอย่างน้อย ดังนี้
 - i. RS485 ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - ii. Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- p) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรับประกัน (Warranty) จากผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 10 ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ และมีหลักฐานหรือหนังสือรับรองจากผู้แทนจำหน่ายอย่างถูกต้อง

1.4. สายไฟและอุปกรณ์ตัดต่อ และอุปกรณ์ป้องกันตามมาตรฐานการไฟฟ้าประกอบการติดตั้งอื่น ๆ เช่น สวิตช์ไฟฟ้า ฯลฯ มีรายละเอียดดังนี้

- 1.4.1. ตู้แสดงค่าทางไฟฟ้า และชุดตู้อุปกรณ์ควบคุม จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - a) เป็นตู้โลหะ ทำจากแผ่นโลหะ ความหนาไม่น้อยกว่า 2 mm ทาสีกันสนิม และพ่นสีพื้นเป็นสีเทา หรือสีโทนสีอ่อน
 - b) ด้านหน้าตู้เป็นฝาเปิด-ปิด ฝาปิดเป็นช่องที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้า โดยติดกรอบยางหรือวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณภาพเทียบเท่า หรือดีกว่าที่ขอบช่องสำหรับติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้า
 - c) ติดตั้งเครื่องมือแสดงค่าทางไฟฟ้าบนฝาตู้พร้อมชื่อของเครื่องมืออื่นๆ โดยพิมพ์ชื่อบน sticker ชนิดหนาที่ทนต่อการฉีกขาด และติดตั้งให้ครบถ้วนอย่างเป็นระเบียบสวยงาม



การต่อต้องยึดด้วยสกรูบน Terminal Box ที่ติดตั้งอย่างเป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

1.4.2. อุปกรณ์ป้องกันและปลดระบบไฟฟ้าทางด้านการแสดง

1.4.2.1. กรณีเป็น Safety switch มีรายละเอียดดังนี้

- ออกแบบสำหรับใช้งานกับระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะ
- เป็นชนิด Fusible Type 1 Phase 2 Wires หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า
- โครงสร้างเป็นโลหะ มีฝาปิดป้องกันการเปิดเมื่อคั่นโยกสวิตช์อยู่ตำแหน่ง ON
- ติดตั้งฟิวส์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) ที่เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60269-6 หรือ UL 2576 และพิกัดกระแสไฟฟ้า (Rated current) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- สามารถปลดวงจรได้โดยไม่ต้องปลดโหลด
- มีพิกัดแรงดันกระแสตรงไม่ต่ำกว่า 1.06 เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ

1.4.2.2. กรณีเป็น Circuit Breaker มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB
- เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- มีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์ฯ
- สามารถปลดวงจรได้โดยไม่ต้องปลดโหลด
- มีพิกัดแรงดันกระแสตรงไม่ต่ำกว่า 1.06 เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ

1.4.2.3. อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก (PV Surge Protection)

- ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับ Solar PV โดยเฉพาะ
- ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ หรือ ติดตั้งที่เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า



c) เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 61643-11 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

1.4.3. อุปกรณ์ป้องกันและปลดระบบไฟฟ้าทางด้านการแสสลับ

1.4.3.1. Circuit Breaker สำหรับป้องกันและเปิด-ปิดวงจรด้านการแสสลับ

- a) เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB
- b) เป็นชนิด 3 Poles, 3 Phase 400V, 50 Hz
- c) เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947-1 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- d) มีพิกัดกระแสลัดวงจร ตามผลการคำนวณหรือไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสลัดวงจรของแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 10 kA
- e) มีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้า (Rate Power) ที่ Unity power factor ของอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า
- f) มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
- g) ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ

1.4.3.2. Circuit Breaker สำหรับป้องกันและเปิด-ปิดวงจรเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์กับแผงจ่ายไฟหลัก

- a) เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB
- b) เป็นชนิด 3 Poles, 3 Phase 400V, 50 Hz
- c) เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947-1 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
- d) มีพิกัดกระแสลัดวงจร ตามผลการคำนวณหรือไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสลัดวงจรของแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 10 kA
- e) มีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้า (Rate Power) ที่ Unity power factor ของอุปกรณ์เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าทุกตัวรวมกัน
- f) มี Indicator บอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน
- g) ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ



1.4.4. สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

1.4.4.1. ด้านไฟฟ้ากระแสตรง

- เป็นสายไฟชนิด Photovoltaic wire ที่สามารถทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 80°C
- มีพิกัดแรงดันกระแสตรงไม่ต่ำกว่า 1.06 เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- มีความสามารถทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของ กระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์ฯ (Isc) ที่สภาวะ STC
- มีแรงดันตกคร่อมทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงไม่มากกว่า 2%
- สายไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง และมีการป้องกันความเสียหายจากกรอบคม กรณีใช้ Cable Tie จะต้องเป็นวัสดุที่ไม่เป็นโลหะ
- สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขและ/หรือตัวอักษรกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย เช่น Hot Printing

1.4.4.2. ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ

- เป็นสายไฟฟ้าประเภท 0.6/1.0 kV CV ตามมาตรฐาน IEC 60502 หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า
- มีความสามารถทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของ กระแสไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หรือ ของทั้งระบบ
- มีแรงดันตกคร่อมทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับไม่มากกว่า 2%
- สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขและ/หรือตัวอักษรกำกับ (Wire Mark) เป็นแบบลอกสวม ยากแก่การลอกหลุดหาย เช่น Hot Printing

1.4.5. ท่อร้อยสายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

- กรณีเป็นท่อโลหะร้อยสายภายในอาคาร ต้องเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า EMT หรือดีกว่า กรณีเป็นท่อโลหะร้อยสายภายนอกอาคาร ต้องเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า IMC หรือดีกว่า
- กรณีเป็นรางเดินสายไฟฟ้าแบบมีฝาปิด (Cable Tray และ Wire way) ต้องทำจากแผ่นเหล็กที่ผ่านการชุบพอสเฟตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.0 มิลลิเมตร สำหรับ Cable Tray และไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร สำหรับ Wire Way หรือที่ระบุไว้ในแบบโดย Cable Tray และ Wire way ต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมโดยวิธี Hot Dip Galvanized



- c) ท่อร้อยสายไฟ หรือรางเดินสายไฟ หากต้องทำการตัด ต่อ จะต้องลบคมและทำความสะอาดให้เรียบร้อย
- d) ท่อร้อยสายไฟ หรือรางเดินสายไฟ จะต้องมียุติรับน้ำหนักที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะ 1.5 เมตร
- e) ท่อร้อยสายไฟ หรือรางเดินสายไฟ ต้องทำเครื่องหมายแบบไม่ลบเลือนทุกระยะ 3 เมตร โดยใช้ข้อความที่สามารถแสดงได้ว่า
- f) ขนาดของท่อร้อยสายไฟ และรางเดินสายไฟ จะต้องเป็นไปตาม มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556
- g) ในกรณีที่ต้องเดินท่อทะลุผ่านผนัง ฉากกั้น พื้น เพดาน หรือช่องท่อน้ำภายในอาคาร ต้องมีการป้องกันไฟลุกลามผ่านช่องเปิดสำหรับเดินท่อ โดยช่องเปิดที่เจาะต่าง ๆ จะต้องใส่ sleeve แล้วอุดช่องว่างท่อด้วยวัสดุ intumescent, endothermic หรือเทียบเท่า ที่มีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชม. เมื่อทดสอบตาม UL 1479 พร้อมดำเนินการแก้ไขช่องเปิดนั้นให้มีสภาพเรียบร้อย สวยงาม และใช้งานได้ดังเดิม

1.4.6. กล่องรวมสาย (DC Junction Box) มีรายละเอียดดังนี้

- a) เป็นกล่องโลหะ หรือกล่องพลาสติกแข็ง ชนิดใช้งานกลางแจ้ง (Outdoor type)
- b) สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม Ingress Protection (IP) ที่ระดับ IP 65 หรือดีกว่า
- c) ต้องติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้าภายในกล่องรวมสายอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ที่เป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

1.5. Roof Access and Walkway

ในการออกแบบชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องออกแบบให้มี โครงสร้างเพิ่มเติม โดยต้องจัดให้มีบันไดหรือทางขึ้น-ลง และทางเดินสำหรับผู้ปฏิบัติงานให้สามารถเข้าถึง เพื่อดำเนินการซ่อมแซมและบำรุงรักษาชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาได้อย่างปลอดภัยและสะดวกทุก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายหลังติดตั้งได้



สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

(EV Charger)

1.1. เครื่องชาร์จไฟฟ้าแบบDC Rapid Chargeสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง

1.1.1. ข้อกำหนดทั่วไป

- ต้องมี Emergency stop อย่างน้อย 1 จุด ในบริเวณที่สังเกตได้ง่าย
- สามารถส่งสัญญาณข้อมูลผ่านระบบ OCPP 1.6J (Open Charge Point Protocol)
- คุณสมบัติของชุดจ่ายกำลังไฟฟ้าจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากมีรายละเอียดคุณสมบัติของชุดจ่ายประจุไฟฟ้าในข้อ รายละเอียดทางเทคนิค ชัดแจ้ง ให้ยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นหลัก
- ติดตั้งเครื่องชาร์จบนแท่นแบบ Floor (Pedestal) Stand หรือ Column-mounted ที่ถูกออกแบบมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

1.1.2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

- การเชื่อมโยงสายไฟ (Input Rating) : แรงดันไฟฟ้า 360 ~440โวลต์, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์, 3 เฟส รวมสาย Neutral และสายดิน
- การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน CCS IEC 61851-1 และ IEC 61851-23
- กำลังไฟฟ้าด้านออกสูงสุด : IEC CCS DC Level2, 30kW
- ช่วงแรงดันไฟฟ้าด้านออก : 200-500 Vdc และ 3P 380 Vac
- กระแสไฟฟ้าด้านออกสูงสุด : 80A_{dc}
- ประสิทธิภาพ : ไม่น้อยกว่า 95 %
- จอแสดงผล : ไม่ต่ำกว่า 7” จอสัมผัสLCD
- RFID : ISO/IEC 14443 A/B Mifare
- การเชื่อมโยงสื่อสาร : รองรับการเชื่อมต่อแบบ OCPP 1.6J
- การเชื่อมโยงเครือข่าย : Ethernet หรือ Cellular
- ช่วงอุณหภูมิการทำงาน : -30 c ถึง +50 c
- Ingress Protection : ไม่น้อยกว่า IP55
- Enclosure Protection : ไม่น้อยกว่า IK08
- การระบายความร้อน : Forced Air
- Socket output/set : 1
- ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้า : ไม่น้อยกว่า 3.3 เมตร



1.1.3. อื่นๆ

- สายไฟประธานต้องมีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า ที่ 80 A at maximum power (30kW DC)
- ขนาด,ของสายไฟฟ้าอ้างอิงตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- สายไฟฟ้าทุกประเภทต้องทำการติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าประเภทท่อ หรือรางที่มีการติดตั้งอย่างมิดชิดและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
- มีติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการตัดวงจร (Circuit Breaker, MCB) ซึ่งมีค่าทนการตัดวงจรเป็นไปตามมาตรฐานของการออกแบบ ในตู้ MDB รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าจ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า แบบ DC Rapid Charge 30kW
- รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1ปี
- มีการอบรมการใช้งานเครื่องอย่างน้อย 1 วัน
- กำหนดส่งมอบภายใน 180 วัน

1.2. เครื่องชาร์จไฟฟ้าแบบDC Rapid Chargeสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง

1.2.1. ข้อกำหนดทั่วไป

- แต่ละเครื่องมีหัวชาร์จ2หัว สามารถอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้าได้2คันพร้อมกัน
- สามารถส่งสัญญาณข้อมูลผ่านระบบ OCPP 1.6 (Open Charge Point Protocol)
- คุณสมบัติของชุดจ่ายกำลังไฟฟ้าจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หากมีรายละเอียดคุณสมบัติของชุดจ่ายประจุไฟฟ้าในข้อ รายละเอียดทางเทคนิค ชัดแจ้ง ให้ยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นหลัก
- เครื่องชาร์จถูกออกแบบมาติดตั้งยึดติดกับพื้นผิวถนน Surface or Ground Mounted
- ทำหน้าที่เสริมเป็นโคมไฟเสาสยามโดยมีLEDให้แสงสว่างที่ควบคุมการเปิดปิดด้วยPhotocell
- ออกแบบภายนอกสวยงาม ด้วยวัสดุแข็งแรงทนทาน สามารถติดตั้งให้ทำงานกลางแจ้งได้โดยไม่จำเป็นต้องมีหลังคาคลุม วัสดุโครงสร้างหลักเป็นอลูมิเนียมคุณภาพสูงหนาไม่น้อยกว่า2.5mm

1.2.2. ข้อกำหนดทางเทคนิค

- การเชื่อมโยงสายไฟ (Input Rating) : ไฟฟ้า 3เฟส, ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ รวมสาย Neutral และสายดิน
- การอัดประจุเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61851-1
- กำลังไฟฟ้าด้านออกสูงสุด : 2 x 22kW AC
- ช่วงแรงดันไฟฟ้าด้านออก : 3P 380 Vac



- e) กระแสไฟฟ้าด้านออกสูงสุด : 2 x 32A 3P AC
- f) ระบบป้องกันทางไฟฟ้า : การป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน, การป้องกัน fault current, 30mA AC Fault Protection , 6mA DC sensitive Protection
- g) มี class 1 MID compliant kWh meter
- h) User Authentication : RFID
- i) การเชื่อมโยงสื่อสาร : รองรับการเชื่อมต่อแบบ OCPP 1.6 และรองรับการทำ remote firmware update ได้
- j) การเชื่อมโยงเครือข่าย : Ethernet หรือ Cellular
- k) ช่วงอุณหภูมิการทำงาน : -30 c ถึง +50 c
- l) Ingress Protection : ไม่น้อยกว่า IP66
- m) Enclosure Protection : ไม่น้อยกว่า IK10
- n) Socket output/set : 2 ways of type2 sockets สามารถชาร์จได้พร้อมกัน
- o) ความยาวของสายอัดประจุไฟฟ้า : ไม่น้อยกว่า 4 เมตร

1.2.3. อื่นๆ

- a) สายไฟประธานต้องมีขนาดรองรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหัวจ่ายประจุ ไฟฟ้า ที่ 64A at maximum power (2 x 22kW AC)
- b) ขนาด,ของสายไฟฟ้าอ้างอิงตามมาตรฐานตารางสายไฟฟ้าของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- c) สายไฟฟ้าทุกประเภทต้องทำการติดตั้งในช่องเดินสายไฟฟ้าประเภทท่อ หรือรางที่มีการติดตั้งอย่างมิดชิดและปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
- d) มีติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติขณะเกิดการตัดวงจร (CircuitBreaker, MCB) ซึ่งมีค่าทนการตัดวงจรเป็นไปตามมาตรฐานของการออกแบบ ในตู้ MDB รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าจ่ายให้กับหัวจ่ายประจุไฟฟ้า แบบ AC 2 x 22kW
- e) รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1ปี
- f) มีการอบรมการใช้งานเครื่องอย่างน้อย 1 วัน
- g) กำหนดส่งมอบภายใน 180 วัน

ตัวอย่างผู้จำหน่าย

ก. Chosen Energy

2. Charge Dee

3. CTMS Technolog

หรือสามารถเทียบเท่าตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



เครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ Adaptive

1. คุณสมบัติทั่วไป

1. เป็นเครื่องควบคุมที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในการประมวลผล
2. เป็นตัวควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่สามารถติดตั้งและทำงานร่วมกับชุดควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ Adaptive ได้เป็นอย่างดี
3. เป็นเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ใช้กระแสไฟฟ้า AC 220V +/- 10 เปอร์เซ็นต์ 50Hz
4. สามารถทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และมีระดับการป้องกันน้ำ ฝุ่นละออง ไอน้ำ ตามมาตรฐาน IEC ไม่น้อยกว่า IP55
5. สามารถควบคุมจังหวะสัญญาณไฟจราจรแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) แบบกะพริบ (Flashing Mode) และ การควบคุมด้วยเจ้าหน้าที่ (Manual Mode)
6. สามารถตั้งแผนการควบคุมสัญญาณไฟจราจรได้ตามช่วงเวลาในแต่ละวัน โดยสามารถแบ่งแผนออกเป็นกลุ่มได้อย่างน้อย 2 กลุ่มที่สามารถตั้งแผนให้แตกต่างกันทุกวัน เช่นวันทำงาน และวันหยุดเสาร์ อาทิตย์
7. สามารถตั้งค่าตัวแปรของตัวควบคุมสัญญาณไฟจราจรในลักษณะที่เข้าใจง่าย
8. มีระบบป้องกัน Green Conflict โดยเมื่อตรวจพบเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรจะต้องเปลี่ยนการควบคุมเป็นแบบกะพริบ (Flashing Mode) โดยอัตโนมัติ
9. สามารถจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจรได้อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 8 เฟส
10. ภายหลังจากระบบหยุดการทำงานเช่น ไฟฟ้าดับ เมื่อมีไฟฟ้ามาตามปกติเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรจะต้องสามารถเริ่มทำงานเองได้โดยอัตโนมัติ โดยจะทำงานตามแผนที่ตั้งไว้และจังหวะสัญญาณไฟจราจรที่ตั้งไว้ในช่วงเวลานั้นๆ
11. ผ่านการรับรองมาตรฐานต่างๆ เช่น EN 12675, EN50278, EN50293, CEI214/9, AS 1099, AS2578, BS2011, TR2210, ITE, JIS, TIS อย่างน้อยที่สุดหนึ่งมาตรฐาน
12. มีระบบป้องกันความเสียหายต่างๆ ที่จำเป็น เช่น แรงดันไฟฟ้าเกินปกติ (Over Voltage) แรงดันกระชากจากฟ้าผ่า (Surge Protection) เป็นต้น

2. อุปกรณ์ประกอบและคุณสมบัติ

เพิ่มเติมจากเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรปกติ ดังนี้

1. ระบบและอุปกรณ์ประมวลผลการควบคุมสัญญาณไฟจราจร มีคุณสมบัติดังนี้
2. เป็นอุปกรณ์ประมวลผลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ มีความเร็วในการประมวลผลไม่ต่ำกว่า 1 GHZ. หน่วยความจำ (RAM) ไม่ต่ำกว่า 1 GB.
3. มี I/O Interface สำหรับเชื่อมต่อ แบบ Serial Ports, USB Port และ Keyboard/Mouse สามารถทำงานในสภาพอุณหภูมิและสภาวะอากาศของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี



4. เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานภายนอก สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 55 องศาเซลเซียส

3. โปรแกรมระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

1. ต้องสามารถประมวลผลในการจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจรให้มีความเหมาะสมกับปริมาณจราจรจริง
2. ระบบงานการควบคุม แบบ Adaptive MODE ต้องสามารถกำหนดค่าระยะเวลาไฟเขียวต่ำสุดและสูงสุดของแต่ละจังหวะได้ (Minimum and Maximum Green Of Stage)
3. ระบบงานการควบคุม แบบ Adaptive MODE ต้องสามารถกำหนดค่าระยะเวลารบของสัญญาณไฟจราจร ต่ำสุด และสูงสุด ของแต่ละรอบ (Minimum and Maximum Cycle Length) ได้
4. ระบบโปรแกรมการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ต้องมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
5. โปรแกรมที่ใช้งานเพื่อการตรวจสอบ ควบคุม สั่งการ ปรับปรุงระบบสัญญาณไฟจราจร ต้องเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาไทย เท่านั้น และไม่ใช่ภาษาเครื่อง รวมถึงต้องง่ายต่อความเข้าใจ สื่อความหมายได้ชัดเจน
6. สามารถแสดงผลการจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจร และปริมาณจราจรที่ผ่านทางแยกในรูปแบบกราฟฟิคได้ หรือรูปแบบอื่นที่สามารถแสดงให้เห็นว่าการจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจรมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจรจริง
7. สามารถเก็บข้อมูลการจัดจังหวะสัญญาณไฟจราจร และการใช้งานระบบสัญญาณไฟจราจรย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน
8. สามารถเก็บสถิติปริมาณจราจร ที่สัญจรผ่านทางแยกในแต่ละช่องจราจรได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน
9. อุปกรณ์ประกอบและการต่อเชื่อมช่องสื่อสาร (I/O Port) ที่ติดตั้งภายในเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรต้องออกแบบติดตั้งบน Rack ในตำแหน่งที่เหมาะสม ง่าย สะดวกต่อการตรวจสอบ และซ่อมบำรุง โดยต้องเป็นการออกแบบจากโรงงานผู้ผลิต
10. ต้องมีระบบการควบคุม (Mode of Operation) แบบปรับเปลี่ยนเวลาของจังหวะสัญญาณไฟจราจร (Adaptive Mode) ที่สามารถปรับระยะเวลาให้สัญญาณไฟจราจรได้สอดคล้องกับปริมาณจราจรที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลานั้น
11. ต้องสามารถแสดงสถานะการทำงานและการขัดข้องของดีเทคเตอร์ เช่น ดีเทคเตอร์ขาด ไม่มีการส่งข้อมูล เป็นต้น โดยแสดงไว้ภายนอกตู้ควบคุมฯ สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน
12. สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ดีเทคเตอร์ ชนิดที่เสนอราคาได้เป็นอย่างดี
13. ต้องมีช่องทางการสื่อสารกับอุปกรณ์ชนิดอื่นได้ เช่น TCP/IP , RS-232 , RS-422
14. เมื่อดีเทคเตอร์ทำงานผิดปกติ เช่น ลูบขาด หรืออุปกรณ์เสีย ระบบจะต้องสามารถทำงานได้โดยใช้จังหวะสัญญาณไฟจราจรแบบคงที่ (Fixed-Time Plans)

4. คุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร

1. รูปแบบและโครงสร้างให้เป็นไปตามแบบอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร แบบเลขที่ พ. 0346-01 และ พ.0346-02
2. ข้อกำหนดของชุดแสดงผล
 - 2.1. ตัวกล่องอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรต้องทำด้วยอลูมิเนียมแผ่นบาง (sheet) ฟันสกรูพื้น 2 ชั้น และ ฟันสีดำด้านแห้งซำ ทับ 2 ชั้น มีขนาดดังนี้
 - 2.1.1. แผ่นอลูมิเนียมมีความหนาไม่น้อยกว่า 2.00 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 6.25 มิลลิเมตร
 - 2.1.2. กล่องใส่ชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร มีความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตรโดยสามารถคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินห้าเปอร์เซ็นต์
 - 2.1.3. ตัวแสดงผลป็นเลข 3 หลัก มีหน่วยนับเป็นวินาที สามารถนับได้ตั้งแต่ 0-999 วินาที
 - 2.2. ตัวแสดงผลเวลาทำด้วยหลอด LED นามาประกอบกัน โดยแต่ละหลักจัดเรียง LED เป็นแบบ 7 SEGMENT ดังนี้
 - 2.2.1. ชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรหลักหน่วยในแต่ละส่วน (SEGMENT) ต้องมีจำนวนหลอด LED ดังนี้
 - สีแดง จำนวนไม่น้อยกว่า 34 หลอด
 - สีเหลือง จำนวนไม่น้อยกว่า 28 หลอด
 - สีเขียว จำนวนไม่น้อยกว่า 24 หลอด
 - 2.2.2. ชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรหลักสิบ และหลักร้อย ในแต่ละส่วน (SEGMENT) ต้องมีจำนวนหลอด LED ดังนี้
 - สีแดง จำนวนไม่น้อยกว่า 34 หลอด
 - สีเขียว จำนวนไม่น้อยกว่า 24 หลอด
 - 2.2.3. การจัดวางตัวอักษรแสดงผล ให้เป็นไปตามแบบเลขที่ พ.0346 -01 และ พ.0346 – 02
 - 2.3. การตรึงและการนับเวลาของอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร ต้องใช้สัญญาณจากการต่อสายสัญญาณโดยตรงกับเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยใช้สาย UTP Cat6 มีสลิ้ง หรือสายชนิดอื่นๆ
 - 2.4. การแสดงผลของอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร ต้องแสดงผลเป็นสีติดดวงโคมสัญญาณไฟจราจร ดังนี้



- คอมสัญญาณไฟจราจรแสดงผลเป็นสีแดง อุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรแสดงผลเป็นสีแดง
 - คอมสัญญาณไฟจราจรแสดงผลเป็นสีเหลือง อุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรแสดงผลเป็นสีเหลือง
 - คอมสัญญาณไฟจราจรแสดงผลเป็นสีเขียว อุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรแสดงผลเป็นสีเขียว
- 2.5. กรณีเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรกะพริบเหลือง หรือแดง ชุดอุปกรณ์นับเวลาต้องแสดงผลเป็นสีเหลืองในถนนสายหลักและสีแดงในถนนสายรอง ที่ SEGMENT ที่ 7 (ตัวกลาง) ทั้ง 3 หลัก
- 2.6. กรณีที่เปลี่ยนโหมดการควบคุมสัญญาณไฟจราจร (Adaptive , Auto , Manua) ชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรต้องแสดงผลเป็น " - - -" ตามสีดวงคอมสัญญาณไฟจราจรขณะนั้น
- 2.7. กรณีใช้โหมดการควบคุมสัญญาณไฟจราจร แบบ Manual ชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร ต้องสามารถแสดงผลการนับเวลาก่อนการเปลี่ยนเฟสได้ตามที่กำหนด
- 2.8. ต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ Adaptive ได้เป็นอย่างดี โดยสามารถแสดงผลเวลาสัญญาณไฟจราจรได้โดยตลอด มีความสอดคล้องกับจังหวะเวลาของสัญญาณไฟจราจรที่เปลี่ยนปริมาณจราจรจริง

5. รายละเอียดและข้อกำหนดของหลอด LED (Light Emitting Diode)

1. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและออกแบบโดยผู้ผลิตที่ผ่านการรับรองการจัดการคุณภาพ ตามมาตรฐาน ISO 9001
2. หลอด LED ที่ให้แสงสีแดงและแสงสีเหลือง ต้องผลิตจากสาร AlInGaP (Alunium Indium Gallium Ohosphide) และหลอด LED ที่ให้แสงสีเขียว ต้องผลิตจากสาร InGan (Induim Gallium Nitride)
3. อุณหภูมิการทำงาน (Operating Temperature) ของหลอด LED อยู่ระหว่าง - 40 ถึง 47 องศาเซลเซียส
4. หลอด LED ต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 80,000 ชั่วโมง
5. ความยาวคลื่นแสง (Wave Lengts) ที่อุณหภูมิ $T_a = 25$ องศาเซลเซียส กระแสปกติ หลอด LED แต่ละสีต้องอยู่ในช่วงต่าง ๆ ดังนี้
 - สีแดง ที่ 616 - 650 นาโนเมตร (nm).
 - สีเหลือง ที่ 585 - 597 นาโนเมตร (nm)
 - สีเขียว ที่ 500 - 509 นาโนเมตร (nm)



6. วัสดุที่ห่อหุ้มตัวกำเนิดแสงของหลอด LED ต้องเป็นวัสดุที่ทำจาก Optical grade epoxy ชนิดป้องกันแสง UV
7. โครงร่างของ SEGMENT ต้องทำด้วยสารโพลีคาร์บอนเตสตีดำ หรือ อลูมิเนียมเคลือบผิวด้วยสีดำด้าน
8. มีความทนทานภายใต้การทำงานตามสภาพอากาศของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี ไม่แตกกรอบ ละลาย และเสียรูปทรงทั้งตัวกล่องอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรและชุดแสดงผล
9. วัสดุที่ใช้ห่อหุ้มชุดหลอด LED ที่ประกบกับไว้ในแต่ละส่วน (SEGMENT) ต้องเป็นสารอีพอกซี (EPOXY)
10. ชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจรต้องมีระดับป้องกันน้ำ ละออง ฝุ่น และสิ่งอื่น ๆ ที่จะเข้าไปภายในชุดแสดงผลได้ตามมาตรฐาน IEC ไม่น้อยกว่าระดับ IP55 หรือดีกว่า โดยต้องผ่านการทดสอบจากหน่วยงานหรือสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ

6. ข้อกำหนดการใช้ไฟฟ้าของชุดอุปกรณ์นับเวลาสัญญาณไฟจราจร ประกอบด้วย

1. ต้องสามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ บวกลบ 15% ที่ 50 Hz บวกลบ 10%
2. ต้องมีวงจรป้องกันการลัดวงจร กระแสไฟฟ้าเกิน แรงดันไฟฟ้าสูงเกินกำหนด และวงจรป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระชาก
3. ต้องมีวงจรหรี่ไฟ (Dimmer) อัตโนมัติในเวลากลางคืน โดยความเข้มในการส่องสว่างในเวลากลางคืนเหลือประมาณ 1 ใน 3 ทำของความเข้มการส่องสว่างในเวลากลางวัน
4. วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulator) ต้องใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Switching Power Supply)
5. ต้องสามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ Adaptive ได้เป็นอย่างดี โดยสามารถแสดงผลนับเวลาสัญญาณไฟจราจรได้โดยตลอด มีความสอดคล้องกับจังหวะเวลาของสัญญาณไฟจราจรที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจรจริง

7. คุณสมบัติเฉพาะของดวงโคมสัญญาณไฟจราจร ชนิด LED

คุณสมบัติเฉพาะของหลอด LED (Light Emitting Diode)

1. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและออกแบบโดยผู้ผลิตที่ผ่านการรับรองการจัดการคุณภาพตามมาตรฐาน ISO 9001:2000
2. หลอดที่ให้แสงสีแดงและสีเหลืองต้องผลิตจากสาร AlnGap (Aluminum Indium Gallium Phosphide) และหลอดให้แสงสีเขียวต้องผลิตจากสาร InGan (Indium Gallium Nitride)



3. อุณหภูมิการทำงาน (Operating Temperature) ของหลอดอยู่ระหว่าง 40 C ถึง +74 C
4. ต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 80,000 ชั่วโมง
5. ความยาวคลื่นแสง (Wave Lengths) ที่อุณหภูมิ Ta=25 องศาเซลเซียส ณ กระแสปกติของแต่ละสีต้องอยู่ในช่วง ดังนี้
 - สีแดง ที่ 616-650 นาโนเมตร (nm)
 - สีเหลือง ที่ 585 -597 นาโนเมตร (nm)
 - สีเขียวที่ 500 -509 นาโนเมตร (nm)
6. วัสดุที่ห่อหุ้มตัวกำเนิดแสงของหลอด ต้องเป็นวัสดุที่ทำจาก Optical Grade epoxy ชนิดป้องกันแสงอุลตราไวโอเล็ต
7. ต้องเป็นหลอดชนิดกลม(Round) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร

คุณสมบัติของโคมสัญญาณไฟจราจรชนิด LED

1. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยผู้ผลิตที่ผ่านการรับรองการจัดการคุณภาพ มาตรฐาน ISO 9001:2000 ทางด้านการผลิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์
2. ต้องเป็นประเภทที่ให้แสงสีแดง สีเหลือง สีเขียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 - 310 มม.
3. จำนวนหลอด LED ภายในดวงโคมแต่ละแบบต้องมีจำนวนหลอด LED ดังนี้
 - แบบเต็มดวง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มม. ไม่น้อยกว่า 190 ดวง
 - แบบลูกศร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มม. ไม่น้อยกว่า 125 ดวง
4. กล่องปิดหลังโคมไฟ (Back housing) จะต้องผลิตจากสารโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) สีดำ ชนิดป้องกันรังสีอุลตราไวโอเล็ตได้เป็นอย่างดี ยึดหยุ่นไม่แตกง่าย ไม่เปลี่ยนรูป คงทนการก่ดร้อนในสภาวะการใช้งาน
5. ต้องประกอบเป็นชิ้นเดียว (Retrofit Module) สามารถขึงกันน้ำ นละอง ไอน้ำ ความชื้น และสิ่งอื่น ๆ ที่จะเข้าไปภายในได้ (Ingress Protection) ตามมาตรฐาน IEC ไม่น้อยกว่าระดับ P65 และต้องเป็นชนิดป้องกันการควบแน่นเป็นน้ำเกิดขึ้นภายใน
6. ต้องออกแบบวงจรไฟให้หลอด LED ที่เหลือทั้งหมด ยังคงใช้งานได้เป็นปกติเมื่อหลอดใดดับ เพื่อจะไม่ทำให้ผู้ขับขี่เข้าใจผิดหรือสับสน

ข้อกำหนดทางไฟฟ้าโคมสัญญาณไฟจราจร ชนิด LED

1. ต้องใช้งานกับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ชนิด single phaseที่แรงดัน220 โวลท์ความถี่50 HZ
2. อุปกรณ์ที่แปลงแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้เทคนิคการลดแรงดันไฟฟ้าด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Switching Recttler) สามารถทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 80 องศาเซลเซียส
3. ต้องมีวงจรป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Over Voltage) และกระแสไฟฟ้าเกิน (Over Current)

8. คุณสมบัติเฉพาะของ Loop Detector

1. ตำแหน่ง รูปแบบและเทคนิคการติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตหรือเป็นไปตามหลักวิชาการ
2. ต้องสามารถตรวจนับปริมาณจราจรที่ผ่านดีเทคเตอร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ มีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10
3. ต้องมีระบบแสดงสถานะ การขัดข้องของดีเทคเตอร์ อันเนื่องมาจากระบบดีเทคเตอร์ขาด ลัดวงจร แผงวงจรชำรุด เป็นต้น
4. รอยตัดบนผิวจราจรต้องเทปิดด้วยวัสดุที่ยึดหยุ่น ทนต่อสภาวะอากาศในพื้นที่และต้องปิดลงไปในร่องอย่างสวยงาม

9. คุณสมบัติเฉพาะของ สาย UTP ชนิด CAT6 มีสลิ้ง (Fig. 8)

1. มีเปลือกสาย 2 ชั้น ชั้นในเป็น PE ชั้นนอกเป็น PVC
2. เป็นสายสำหรับใช้งานภายนอก สามารถเดินสายบนอากาศ ร้อยภายในท่อใต้ดินในสถานที่แห้งและชื้นได้
3. เป็นชนิดมีลวดสลิ้ง (Fig. 8)
4. มีความต้านทานของสายไม่เกิน 9.5 โอห์ม/100 เมตร
5. ขนาดสายทองแดงไม่ต่ำกว่า 0.259 mm² และเป็นชนิดแข็ง จำนวนของสาย 4 คู่
6. การเดินสายให้เดินลอยในอากาศ

10. ตัวอย่างผู้จำหน่าย

ก. บริษัท ทริปเปิ้ล พี เทคโนโลยี จำกัด

ที่ตั้ง เลขที่ 177 ซอยพัฒนาการ 65 แยก 5 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร

ข. บริษัท แฟคซิลิตี้ แมเนจเม้นท์ จำกัด

976/3 ซอยแสงแจ่ม ถนนริมคลองสามเสน แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310

ค. บริษัท เอ็มพีแสด โซลูชั่น จำกัด

1037/2 ถนนมุขมนตรี ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา 30000

หรือสามารถเทียบเท่าตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่า และในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



ระบบตรวจวัดการใช้พลังงานภายในโครงการ
ข้อกำหนดทั่วไป

- a) จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดการใช้พลังงานแบบดิจิทัล พร้อมโมดูลสื่อสาร สำหรับงานระบบบริหารจัดการพลังงานภายในโครงการ ไม่น้อยกว่า 35 ชุด
- b) ออกแบบ จัดหาและติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูลและระบบคอมพิวเตอร์สำหรับ ประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลที่มีความเหมาะสม เพื่อใช้รองรับในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดทั้งหมด จำนวน 1 ระบบ
- c) จัดหาและติดตั้งโปรแกรมบริหารจัดการพลังงานในอาคารที่สามารถรวบรวมข้อมูลของ อุปกรณ์ตรวจวัดไปจัดเก็บยังระบบฐานข้อมูลได้แบบอัตโนมัติตลอดจนระบบประมวลผลและระบบควบคุมอัตโนมัติ พร้อมทั้งนำข้อมูลมาแสดงผลในรูปแบบ Web Application ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน จำนวน 1 ระบบ
- d) จัดหาและติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แบบติดตั้งในตู้ (Rack) พร้อม อุปกรณ์สำรองไฟ (UPS) ที่เหมาะสมเพื่อรองรับการบันทึกและแสดงผลข้อมูลทั้งหมด โดยใช้รูปแบบข้อมูลสื่อสาร (Protocol) ที่เป็นสากล เช่น TCP/IP, Modbus RTU, Modbus TCP เป็นต้น เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์ ในระบบ และฐานข้อมูล (Database) ที่มีความเหมาะสม เช่น MYSQL เป็นต้น จำนวน 1 ระบบ
- e) จัดหาและติดตั้งคอมพิวเตอร์ลูกข่ายประกอบด้วย คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (Desktop PC) จำนวน 1 ชุด พร้อมอุปกรณ์สำรองไฟ (UPS) ที่เหมาะสม
- f) จัดหาและติดตั้งจอแสดงผลแบบตั้งพื้น Kiosk ขนาด 42 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์สำรองไฟ (UPS) ที่เหมาะสม เพื่อรองรับการแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับระบบจัดการอาคารทั้งหมด จำนวน 2 ชุด
- g) จัดฝึกอบรมภายหลังติดตั้งแล้วเสร็จ ให้แก่พนักงานผู้ดูแลระบบให้รู้วิธีการใช้งานและ บำรุงรักษา
- h) ระบบการควบคุมการใช้พลังงาน (Energy Management) ที่เป็นแบบรวมศูนย์กลาง สำหรับระบบจัดการอาคาร, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถ, สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า และ Unit Substation ที่ติดตั้งอยู่ภายในพื้นที่โครงการ โดยต้องสามารถแสดงผลเพื่อเรียกดูค่าข้อมูลแบบ real timeได้
- i) ผู้รับจ้างจะต้องทำการออกแบบและเชื่อมต่อข้อมูลทุกระบบให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างดีและมี



เสถียรภาพ

- j) ระบบสื่อสารที่นำมาใช้ต้องไม่มีการเสียค่าบริการรายเดือน หรือถ้ามีผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นระยะเวลา 2 ปี
- k) ระบบสื่อสารข้อมูลจะต้องสามารถรับ – ส่ง ข้อมูล จากเครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และ Sensor รวมถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ไปที่ Server แล้ว Download ข้อมูลมายังคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมและประมวลผลระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร ผ่านระบบ LAN ของกนอ. และ/หรือ ระบบเครือข่าย Intranet และ/หรือ ผ่านระบบ เครือข่ายแบบไร้สาย จากเครือข่ายภายนอกได้
- l) จะต้องออกแบบระบบบริหารจัดการพลังงานในโครงการ เพื่อรองรับการขยายเพิ่มเติมการเชื่อมต่อระบบบริหารจัดการพลังงานเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยให้แสดงผลบนโปรแกรมบริหารจัดการพลังงานของผู้รับจ้างได้โดยไม่ผูกขาดทางการค้าใด ๆ ซึ่งผู้ว่าจ้างอาจจะดำเนินการในภายหลัง โดยจัดเตรียมวิธีส่งค่าจาก Local BEMS Server โดยอาจจะบุ Protocol หรือวิธีวิธีการส่งข้อมูลมาที่ Server พร้อมออกแบบระบบ Server ของศูนย์บริหารจัดการพลังงาน ให้รองรับการวางข้อมูลตามวิธีสื่อสารดังกล่าวได้

ขอบเขตงาน

- a) เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า (Ethernet/RS485) ไม่น้อยกว่า 35 ชุด โดยจะต้องเพียงพอต่อการตรวจวัดพลังงานของระบบต่อไปนี้
 - a. Unit Substation
 - b. Solar System
 - c. EV Station
 - d. Building
 - e. Lighting System
- b) ระบบประมวลผลรวมและผลกลาง ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- c) ระบบควบคุมการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงาน
 - อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวและตรวจวัดแสงสว่าง ไม่น้อยกว่า 8 ชุด
 - อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ไม่น้อยกว่า 8 ชุด
 - อุปกรณ์ควบคุมสั่งการตัด-ต่อระบบไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 3 ชุด
 - ระบบประมวลผลและแสดงผล ไม่น้อยกว่า 3 ชุด



- d) ระบบการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์และป้องกันที่ครอบคลุม Unit Substation สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้อาคารสำนักงานของ กนอ.

ข้อกำหนดทางเทคนิค

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า (Ethernet/RS485) จำนวนไม่น้อยกว่า 35 ชุด

- Power Meter สำหรับตู้ Low Voltage Distribution Panel 230V/400V
- Power Meter ต้องมีความสามารถในการวัด และเก็บข้อมูลของระบบไฟฟ้า โดยสามารถติดตั้งที่วงจรย่อย และทำงานที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 50 °C
- Power Meter ต้องเป็นเครื่องมือวัด แบบดิจิทัล และ แสดงผลเป็นตัวเลข โดยจะแสดงผ่านหน้าจอ แบบ LCD หรือ LED display
- Power Meter ต้องมีความแม่นยำในการวัดค่ากระแส (Current) และแรงดัน (Voltage) ที่ระดับ +0.5% of reading หรือดีกว่า
- Power Meter ต้องมีความแม่นยำในการวัดค่าพลังงาน (Active Energy) ตามมาตรฐาน IEC62053-22 Class 1 หรือ ANSI C12.20 Class 1 หรือเทียบเท่า
- Power Meter ต้องสามารถต่อกับแรงดันไฟฟ้าที่ระดับ 230V/400V ได้โดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Voltage/Potential Transformer และสามารถต่อกับ Current input ได้โดยตรง
- ต้องมีความสามารถในการวัดค่าทางไฟฟ้าอย่างน้อย ดังต่อไปนี้
 - a. Current, per-phase
 - b. Neutral current measurements
 - c. Voltage, phase-to-phase & phase-to- neutral
 - d. Power Factor (true), per-phase & three- phase average, with EC or IEEE convention, showing the type of load: inductive or capacitive
 - e. Frequency reading
 - f. Real Power (KW), per phase & three-phase total
 - g. Reactive Power (KVAR), per phase & three-phase total
 - j. Reactive Energy (kVAR), per phase & three-phase total
 - k. Apparent Energy (kVAR), per phase & three-phase total
 - l. Energy Accumulation modes: energy in, energy out
- Power Meter ต้องมีความสามารถสื่อสารกับระบบควบคุมระยะไกลหรือระบบควบคุม



พลังงานได้ โดยต้องมี Protocol เป็นแบบ Modbus โดยผ่านทาง Communication port RS-232 หรือ RS-485 หรือ Ethernet

- สามารถเชื่อมต่อกับ Current Transformer (CT) และทำงานร่วมกันเป็นอย่างดี โดย CT ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 - a. สามารถทำงานร่วมกับ CT แบบสอด หรือแบบประกบได้
 - b. Rated frequency 50 Hz
 - c. Operating voltage 380 - 400 VAC
 - d. Rated Current ratio ขึ้นกับขนาดโหลด
 - e. Accuracy Class ดีกว่า หรือเทียบเท่า Class

ซอฟต์แวร์บริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าและคุณภาพไฟฟ้าที่เป็นระบบการควบคุมการใช้พลังงาน (Energy Management) ที่เป็นแบบรวมศูนย์กลาง โดยต้องมี คุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดต่อไปนี้

- สามารถแสดงผลเพื่อเรียกดูค่าข้อมูลแบบ real timeได้บริหารพลังงานไฟฟ้าและคุณภาพไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- สามารถสร้างกราฟิกของระบบและการควบคุมการทำงานใน รูปแบบต่าง ๆ ได้ โดยมี graphical object ให้เลือกใช้ในการออกแบบ หรือใช้ graphical object จากภายนอก
- สามารถตั้งค่าต่าง ๆ ของมิเตอร์ที่ต่ออยู่ในระบบได้ สามารถเลือกค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการแสดงผลจากมิเตอร์ได้ และ สามารถนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาคำนวณแล้วแสดงผลแบบกราฟิกได้
- สามารถเข้าดูข้อมูลและการแสดงผลจากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ได้โดยไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้งาน สามารถกำหนดประเภท ของผู้ใช้งานได้ และควบคุมการเข้าใช้งานด้วย password ต้องสามารถอ่านค่าพารามิเตอร์ที่บันทึกอยู่ในหน่วยความจำของ Power Meter ได้ รวมทั้งต้องสามารถแสดงรูปคลื่นที่ บันทึกไว้ใน Power Meter ได้ เช่น รูปคลื่นของ phase voltage, phase current and residual current, disturbance waveform และ ต้องสามารถย่อหรือขยาย เพื่อดูรูปที่บันทึกได้
- สามารถสื่อสารผ่านโปรโตคอล Modbus TCP/IP หรือ Modbus RTU
- ใช้ Software SQL ในการจัดการฐานข้อมูลและต้องสามารถ
- สํารองข้อมูลเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น ฮาร์ดดิสก์ โดยผู้ใช้ เป็นผู้กำหนด หรือโดยอัตโนมัติ



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

ตามตารางเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ได้พร้อมทั้งสามารถ restore ข้อมูลกลับคืนได้

- สามารถบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์, ระบบ และ Alarm (Alarm log) ต่าง ๆ ได้ เช่น Loss of Communication หรือ Loss of power โดยต้องสามารถบันทึกข้อมูลเวลา (timestamp) ได้อย่างละเอียดและมีความแม่นยำ พร้อมทั้งสามารถส่งการเตือน alarm ต่าง ๆ ผ่านทาง email ได้
- ต้องสามารถนำเสนอ report อย่างน้อยได้ดังนี้
 - a. รายงานข้อมูลอุปกรณ์ภายในระบบ การตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบ
 - b. รายงานใช้พลังงานไฟฟ้า (energy and demand) ของแต่ละช่วงเวลา ข้อมูลและรายงานค่าใช้จ่ายแบบ Flat Rate และ TOU
 - c. รายงาน Load Profile ที่แสดงค่าการใช้พลังงานสูงสุด
 - d. รายงานคุณภาพของระบบไฟฟ้า ที่แสดงค่าต่าง ๆ เช่น sag/swell, transient, waveforms และ timestamp เป็นต้น

ระบบประมวลผลรวมและผลกลาง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

คอมพิวเตอร์บันทึกผล จำนวน 1 เครื่อง

- หน่วยประมวลผลกลาง CPU ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.50 GHz 6 MB Cache หรือดีกว่า
- หน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 8 GB
- อุปกรณ์บันทึกข้อมูล Hard disk 2 TB 7200RPM SATA หรือดีกว่า
- มี Port Ethernet (LAN)
- มี port USB อย่างน้อย 4 ช่อง หรือมากกว่า
- รองรับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 License หรือสูงกว่า
- มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 18.5 นิ้ว หรือดีกว่า
- มี UPS ขนาด 850 VA Line Interactive UPS หรือ ดีกว่า

ระบบแสดงผลปริมาณการใช้พลังงานรวมส่วนกลางของโครงการจำนวน 4 เครื่อง

- จอแสดงผลแบบ LED TV ขนาดไม่ต่ำกว่า 55 นิ้ว หรือ ดีกว่า จำนวน 2 เครื่อง
- จอแสดงผลแบบตั้งพื้น Kiosk ขนาด 42 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์สำรองไฟ (UPS) ที่เหมาะสม จำนวน 2 เครื่อง
- รองรับการแสดงผลผ่าน web browser Internet Explorer หรือ Firefox หรือ Google Chrome ได้ โดยสามารถแสดง ข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ดังนี้



- a. สามารถแสดงตำแหน่งของมิเตอร์ไฟฟ้าทุกจุดบนแผนที่ ของโครงการได้
- b. สามารถแสดงค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหน่วยงานที่ ติดตั้งระบบตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในโครงการ
- c. สามารถนำ URL ทำ Link เพื่อไปแสดงผลบน Website ของโครงการได้

ระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แบบติดตั้งในตู้ (Rack) พร้อม อุปกรณ์สำรองไฟ (UPS) จำนวน 1 ระบบ ต้องมี คุณสมบัติไม่น้อยกว่าข้อกำหนดต่อไปนี้

- ตัวเครื่องเป็นแบบติดตั้งภายใน Rack
- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) จำนวน Core 8-Core หรือดีกว่า,
- ความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.4 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- หน่วยประมวลผลการ CPU รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มี ความจำแบบ Cache Memory ไม่น้อยกว่า 20 MB
- มีหน่วยความจำหลัก RAM ชนิด ECC DDR3 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อย กว่า 32 GB
- สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0,1,5
- มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SCSI หรือ SAS ที่มีความเร็ว รอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบต่อวินาทีหรือชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า และมีความจุไม่น้อยกว่า 450 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย
- มี Optical Drive : DVD-ROM หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวน 1 หน่วย
- มี ช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base – T หรือ ดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- มี Network Controller : Gigabit Ethernet
- มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย
- UPS ชนิด U-RACK ขนาดไม่น้อยกว่า 2,000 VA
- ตู้ Rack 19 นิ้ว ชนิด 27U ขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 1000 มิลลิเมตร พร้อมพัดลมระบาย อากาศและปลั๊กไฟ
- มี Rack mount LCD Monitor ขนาดไม่น้อยกว่า 14.9 นิ้ว ความ ละเอียดไม่น้อยกว่า 1280 x 1024 พร้อม Keyboard และ เมาส์หรือ Touchpad
- สวิตช์ฮับ (Switch hub) ไม่น้อยกว่า 24 ช่อง จัดการผ่านเว็บความเร็วไม่น้อยกว่า 1 GB



ซอฟต์แวร์วิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานรวมระบบแจ้งเตือนและระบบออกบิลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของแต่ละหน่วยงาน

- เป็นโปรแกรมที่ใช้ Web Base Technology ที่สามารถเข้าถึง ข้อมูลการแสดงผลผ่านเครือข่าย intranet โดยใช้ Standard Web Browser และไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมใด ๆ เพิ่มเติม สามารถเพิ่มเติมมิเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมอื่น ๆ ในภายหลังได้และไม่จำกัด User ในการใช้งาน - รองรับการใช้งานหากปรับเปลี่ยนไปใช้งานฐานข้อมูลแบบ Cloud Server ในอนาคต
- ใช้ SQL หรือ My SQL เป็นฐานข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูล
- บันทึกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องวัดพลังงานลงในฐานข้อมูลแบบอัตโนมัติ
- สามารถเชื่อมต่อและแสดงผลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น กระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนและแหล่งกักเก็บพลังงาน ด้วย Protocol Modbus TCP, Modbus RTU
- สามารถตั้งสัญญาณเตือน (Alarm) เมื่อมีเหตุการณ์ใด ๆ ผิดปกติ และบันทึกการแจ้งเตือนตามเหตุการณ์นั้น ๆ ได้อย่างน้อย 1,000 เหตุการณ์และสามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนไป Email ได้ รวมถึงการแจ้งเตือนปริมาณความจุระบบสำรองข้อมูล
- สามารถแสดงผลและให้สิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลได้อย่างน้อย 3 กลุ่ม ผู้ใช้งาน ได้แก่กลุ่มผู้บริหาร, กลุ่มพนักงาน และผู้ดูแลระบบ โดยมร Password เป็นตัวควบคุม - รองรับและเลือกการแสดงผลทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้ทั้งในส่วนของหน้าจอและการบันทึกข้อมูล
- ใช้มาตรฐานในการสื่อสารที่เป็นมาตรฐานเปิด เช่น Modbus, TCP/IP, ACnet เพื่อให้ง่ายแก่การพัฒนาต่อยอด และไม่ให้เกิดการผูกขาดทางเทคโนโลยีและจะต้องสามารถ เข้าถึงได้ทางระบบเครือข่ายภายในองค์กร
- สามารถรองรับการเข้าใช้งานพร้อมกันได้อย่างน้อย 100 การเชื่อมต่อ
- สามารถจัดทำรายงาน (Report) การใช้พลังงานที่เกิดขึ้นตามแบบ (Template) ที่กฟภ. ต้องการได้แบบอัตโนมัติ
- สามารถนำเข้า (Import) ค่าพลังงานไฟฟ้าย้อนหลังเพื่อจัดทำ Base Line Energy จากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังได้
- สามารถส่งออก (Export) ข้อมูลจากมิเตอร์ในรูปแบบไฟล์ Excel นามสกุล .CRV, .XLS หรือ PDF



- สามารถวิเคราะห์ Energy Baseline ได้
- สามารถวิเคราะห์ Specific Energy Consumption ได้
- สามารถสรุปข้อมูลการใช้พลังงานแสดงผลเป็นแบบรายวัน, รายสัปดาห์, รายเดือนได้
- สามารถตั้งให้มีการแจ้งเตือนผ่าน e-mail เมื่อสถานะการใช้พลังงานถึงค่าที่กำหนดได้
- สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือ Service Provider รายอื่น ๆ ได้
- สามารถออกใบเสร็จค่าสาธารณูปโภคในรูปแบบ file ได้

ระบบควบคุมการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงาน

- อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวและตรวจวัดแสงสว่าง ไม่น้อยกว่า 8 ชุด
- อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ไม่น้อยกว่า 8 ชุด
- อุปกรณ์ตรวจนับจำนวน ไม่น้อยกว่า 10 ชุด
- อุปกรณ์ควบคุมสั่งการตัด-ต่อระบบไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 3 ชุด
- ระบบประมวลผลและแสดงผล ไม่น้อยกว่า 3 ชุด

ระบบบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์และป้องกัน (Predictive and Preventive Maintenance)

ผู้ขายต้องทำการออกแบบบริหารจัดการพลังงาน ให้สามารถทำงานร่วมกับงานบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์และป้องกัน (Predictive and Preventive Maintenance) สำหรับ Unit Substation ที่ติดตั้งอยู่ภายในโครงการ รวมถึงอุปกรณ์ Power Meter และ Energy Management Software ที่จัดหาในสัญญา โดยดำเนินการตามแผนงานที่ได้รับความเห็นชอบก่อนได้



ตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์ประกอบ

LOW VOLTAGE DISTRIBUTION BOARD AND AUXILIARY EQUIPMENT

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งผลิตขึ้นตามมาตรฐาน VDE, IEC, NEMA หรือ ANSI สำหรับระบบไฟฟ้า 380/220 volt 3 phase 4 wire 50 Hz มีคุณสมบัติตามความต้องการของ NE CODE ARTICLE 384 และมีคุณสมบัติ/ลักษณะที่การไฟฟ้าท้องถิ่นยอมให้ใช้งานได้
- 1.2 สวิตช์หรือ circuit breaker ทุกชุดที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ จะต้องผลิตโดยผู้ผลิตรายเดียวกัน ยกเว้น main switch, main and tie circuit breaker หรือ automatic transfer switch อาจใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายอื่นได้ถ้าจำเป็น แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน
- 1.3 สวิตช์ตัดตอนที่ใช้ในตู้เมนไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดเฟรมต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนด และสามารถทนกระแสลัดวงจรได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบ

2. รายละเอียดทางโครงสร้าง

- 2.1 โครงตู้ทำด้วยเหล็กฉากหนาอย่างน้อย 3 มม. เชื่อมติดกันหรือยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียว ถ้าตู้มีหลายส่วนและตั้งเรียงติดกัน ต้องยึดติดกันด้วยสลักและเป็นเกลียว พร้อมมีแผ่นโลหะกันแยกส่วนภายในตู้ออกจากกัน
- 2.2 แผ่นโลหะรอบนอกต้องทำจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ผ่านกรรมวิธีกำจัดและป้องกันสนิม โดยวิธี Electro Galvanized แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้งทั้งภายนอกและภายใน
- 2.3 ตัวตู้ประกอบขึ้นเป็น compartment ประกอบด้วย busbars, circuit breaker, cable และ metering compartment โดยมีแผ่นโลหะกั้นระหว่าง compartment และต้องมีฐานสำหรับยึด circuit breaker ด้วย
- 2.4 ตัวตู้ต้องสามารถเปิดได้ทั้งด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน และด้านข้างแผงประตูด้านหน้าของช่องใส่อุปกรณ์ ต้องติดบานพับชนิดซ่อน ด้านหลังและด้านข้างให้ทำเป็นแผง ๆ ละสองชั้นพับขอบมีแผ่นยาง seal และยึดกับโครงสร้างของตู้โดยใช้สกรู
- 2.5 ฝาด้านข้างและด้านหลัง จะต้องมียึดสำหรับระบายอากาศอย่างเพียงพอ โดยภายในช่องเกล็ดให้บุด้วยตาข่ายกันแมลง (insect screen) และมี filter สำหรับป้องกันฝุ่นด้วย
- 2.6 ฝาด้านหน้าต้องมีป้ายชื่อทำด้วยพลาสติก พร้อมทั้ง mimic bus diagram ติดให้เห็นอย่างชัดเจนและไม่หลุดง่าย
- 2.7 ชิ้นส่วนที่เป็นโลหะทั้งหมดต้องผ่านกรรมวิธีกำจัด และป้องกันสนิมโดยวิธี Electro Galvanize แล้วพ่นทับด้วยสีชนิดอบแห้ง (stove-enamelled paint)



- 2.8 ฝาตู้ทุกบานที่มีบานพับปิดเปิดได้ ต้องมีการต่อลงดินด้วยสายดินชนิดลวดทองแดงถักต่อลงดินที่โครงตู้
- 2.9 ตัวโครงสร้างจะต้องขึ้นสกรูหรือเชื่อมอย่างแข็งแรง ตัวเมน BUSBAR และโครงสร้างจะต้องสามารถทนแรงบิดหากเกิดการลัดวงจรในระบบไฟฟ้า ได้อย่างต่ำ 50,000 แอมแปร์

3. รายละเอียดทางด้านเทคนิค

- 3.1 BUSBAR ที่ใช้ต้องทำจากทองแดงมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดและ ampacity ตามตารางที่แนบท้ายหมวดนี้ และจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ สะดวกต่อการเข้าสาย และมีระยะห่างจากฝาตู้เพียงพอสำหรับการเดินสายไฟฟ้า นอกจากนี้ต้องมี ground bus อยู่ด้านหลังมุมล่างและ neutral bus อยู่ด้านหลังมุมบนของตู้ หรือติดตั้งบริเวณอื่นของตู้แต่ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน bus ดังกล่าวจะต้องวางยาวตลอดความยาวของตู้และเจาะรูเตรียมสำหรับการต่อสายไว้
- 3.2 การจัดเฟสของ busbars เมื่อมองจากด้านหน้าให้อยู่ในลักษณะดังนี้ A,B,C เรียงจากหน้าตู้ไปหลังตู้จากบนล่าง หรือจากซ้ายไปขวา
- 3.3 เมน busbars เชื่อมระหว่างเมนกับ CIRCUIT BREAKER ต่าง ๆ จะต้องเป็นทองแดงขนาดโตพอสำหรับกระแสไฟฟ้า โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของทองแดงสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส
- 3.4 BUSBARS ภายในตู้ให้ทาสีหรือพ่นสีด้วยสีทนความร้อน เพื่อระบุเฟสดังนี้
- | | | |
|---------|---|-----------------------------|
| เฟส A | : | สีดำ (Black) |
| เฟส B | : | สีแดง (Red) |
| เฟส C | : | สีน้ำเงิน (Blue) |
| NEUTRAL | : | สีขาวหรือสีเทา |
| GROUND | : | สีเขียวหรือสีเขียวคาดเหลือง |
- 3.5 จุดต่อหรือจุดสัมผัสระหว่าง busbar กับ busbar หรือ busbar กับ terminal pad ให้ทาเคลือบจุดสัมผัสด้วย electrical compound เพื่อป้องกันการเกิดออกไซด์
- 3.6 ที่หางปลาเข้าสายให้สวมด้วย vinyl wire end cap โดยเลือกขนาดให้เหมาะสมกับสายและหางปลาที่ใช้ และใช้รหัสตามเฟสนั้น ๆ ไม่นอนุญาติให้ใช้เทปสีพันแทน เพราะจะทำให้ไม่คงทนและหลุดง่าย
- 3.7 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัด ซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ terminal block ภายในตู้ให้ใช้สายชนิด stranded annealed copper wire 300V, 70deg.C PVC-INSULATED ขนาดของสายไฟ ต้องมีรหัสสีและต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้
- | | | | | |
|---|-----------------|---|------------|---------------|
| - | CURRENT CIRCUIT | : | ใช้สายสีดำ | ขนาด 4 ตร.มม. |
|---|-----------------|---|------------|---------------|



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

- VOLTAGE CIRCUIT : ใช้สายสีแดง ขนาด 2.5 ตร.มม.
- AC. CONTROL CIRCUIT : ใช้สีเหลือง ขนาด 1.5 ตร.มม.
- DC. CONTROL CIRCUIT : ใช้สายสีน้ำเงิน ขนาด 1.5 ตร.มม.

SLEEVE และ CAP หุ้มปลายสายก็ให้ใช้รหัสสีเดียวกับสายด้วย

- สายไฟทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางเดินสาย (trunking) เพื่อความเรียบร้อย และเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวน สายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดต่าง ๆ และห้ามมีการตัดต่อโดยเด็ดขาด
- สาย control ทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีเครื่องหมายกำกับเป็นระบบบล็อกสวม (ferrule) ซึ่งยากแก่การลอกหรือหลุดหายเพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษาภายหลัง
- สาย control ที่แยกออกจาก cable trunking ต้องจัดหรือรัดสายด้วย cable tie ให้เป็นระเบียบ

CONTINUOUS CURRENT-CARRYING CAPACITY OF COPPER CONDUCTORS

(DIN 43,671, DECEMBER 1975)

Copper conductors of rectangular cross-section indoor installations, ambient temperature 35 °C, conductor temperature 65 °C. Conductor width vertical, clearance between conducts equal to conductor thickness: with alternating current, phase centre-line distance >0.8 x clearance between phases., busbar length 2.0 m. or less

Width X thickness mm	Cross Section area sq.mm.	Continuous current in A							
		coated				bare			
		1	2	3	4	1	2	3	4
		bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar	bar
12 x 2	23.5	123	202	228	-	108	182	216	-
15 x 2	29.5	148	240	261	-	128	212	247	-
15 x 3	44.5	187	316	381	-	162	282	361	-
20 x 2	39.5	189	302	313	-	162	264	298	-
20 x 3	59.5	237	394	454	-	204	348	431	-
20 x 5	99.1	319	560	728	-	274	500	690	-
20 x 10	199	497	924	1320	-	427	825	1180	-
25 x 3	74.5	287	470	525	-	245	412	498	-
25 x 5	124	384	662	839	-	327	586	795	-



30 x 3	89.5	337	544	593	-	285	476	564	-
30 x 5	140	447	760	994	-	379	627	896	-
30 x 10	299	676	1200	1670	-	573	1060	1480	-
40 x 3	119	435	692	725	-	366	600	690	-
40 x 5	199	573	952	1140	-	482	836	1090	-
40 x 10	399	850	1470	2000		715	1290	1770	2280
		2580							
50 x 5	249	697	1140	1330		583	994	1260	1920
		2010							
50 x 10	499	1020	1720	2320		852	1510	2040	2600
		2950							
60 x 10	599	1180	1960	2610		989	1720	2300	2900
		3290							
80 x 5	399	1070	1680	1830		885	1450	1750	2720
		2830							
80 x 10	799	1500	2410	3170		1240	2110	2790	3450
		3930							
100 x 5	799	1300	2010	2150		1080	1730	2050	3190
		3300							
100 x 10	988	1810	2850	3720		1490	2480	3260	3980
		4530							
120 x 10	1200	2100	3280	4270		1740	2860	3740	4500
		5130							
160 x 10	1600	2700	4130	5360		2220	3590	4680	5530
		6320							
200 x 10	2000	3290	4970	6430		2690	4310		5610
		7490				6540			

NOTE : Correction factor for load reduction with long side (width) of bus conductors in rizontal position or with busbars vertical for more than 2 m.



Number of busbars	Width of busbar (mm.)	Thickness of busbar and clearance (mm.)	Correction factor	
			coated	bare
2	50.....200	5.....10	0.85	0.80
3	50.....80	5.....10	0.85	0.80
	100.....120	5.....10	0.80	0.75
4	160	5.....10	0.75	0.70
	200	5.....10	0.70	0.65

4. ตัวอย่างผู้ผลิตและจำหน่าย

- ก. TIC MODULAR SYSTEM
- ข. PATTARA MATAKIT
- ค. UNITED MODULAR SYSTEM

หรือสามารถเทียบตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

RACEWAYS AND BOX

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า สื่อสารอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการ ติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิด ต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI, JIS ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี hot-dip galvanized ผิวภายใน เรียบปราศจากตะเข็บ ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใด ๆ ที่จะทำให้ท่อ เสื่อมรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metallic Conduit : IMC) มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบางและติดตั้งฝังใน คอนกรีตได้ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 2.4 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metallic Conduit) ให้ใช้ท่อชนิดหนาเป็นท่อที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้า อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นสะเทือน หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ คอม พิวเตอร์ ไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ท่อที่ใช้ในสถานที่ขึ้นแฉะและนอกอาคารต้องใช้ชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้ งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน
- 2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - ข. การดัดงอท่อ สามารถทำได้สำหรับท่อที่มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 2 1/2 นิ้ว และห้ามดัดเป็นมุม แคบกว่า 90 องศา รัศมีความโค้งของท่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง



ภายนอกของท่อ การตัดท่อต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญการ และใช้เครื่องมือสำหรับการตัดท่อเท่านั้น

- ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร หรือ 0.30 เมตร จากกล่องต่อสาย กล่องดึงสาย และแผงอุปกรณ์ต่าง ๆ
 - ง. การติดตั้งท่อจะต้องเรียบร้อยเสียก่อนจึงจะอนุญาตให้ร้อยสายไฟฟ้าได้ โดยอาจจะใช้ Pulling Compound ช่วยเพื่อความสะดวกในการดึงสาย ห้ามร้อยสายไฟฟ้าในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - ฉ. การใช้ท่อโลหะอ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร แต่มีความยาวไม่เกิน 1.0 เมตร สำหรับใช้ร้อยสายเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการสั่นสะเทือนและไม่เกิน 2.0 เมตร สำหรับใช้ร้อยสายเข้าดวงโคม
 - ช. แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าว ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงานเป็นแต่ละกรณีไป
 - ซ. ท่อร้อยสายซึ่งเดินทะลุผ่านพื้นหรือผนังต้องฝัง sleeve ไว้ก่อน
 - ณ. ท่อซึ่งใช้ฝังในดินต้องทาผิวนอกด้วยฟลีนท์โค้ท และทิ้งให้แห้งก่อนจึงใช้ติดตั้งฝังในดินได้ และทุกจุดที่ต่อท่อต้องพันด้วยเทปและทาหุ้มด้วยฟลีนท์โค้ท
- 3.2 การต่อท่อร้อยสาย ท่อร้อยสายชนิดบางให้ใช้ Compression Type Coupling ส่วนท่อร้อยสายชนิดหนาให้ใช้ข้อต่อชนิดเกลียว และใช้ Electrical Pipe Joint Compound ทาที่เกลียวก่อนใส่ข้อต่อเพื่อป้องกันการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าของระบบท่อร้อยสาย
- 3.3 ท่อร้อยสาย จะต้องต่อถึงกันทางไฟฟ้าตลอดแนวจากปลายทางจนถึงแผงสวิตช์บอร์ด และจะต้องตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ ปลายท่อที่ต่อเข้ากับแผงสวิตช์บอร์ด จะต้องต่อเข้ากับ Ground Terminal ของแผงสวิตช์บอร์ดนั้น
- 3.4 ท่อ Conduit จะต้องถูกยึดตรึงอย่างมั่นคง (Securely Fastened) กับผนังของโลหะของ Outlets, Junction และ Pull Boxes ด้วย Galvanized Lock Nut, Bushing การขันยึดจะต้องสังเกตว่าเกลียวของท่อทั้งหมดจะต้องผ่าน Bushing, Lock Nut จะต้องขันตรึง Bushing นั้น ให้สัมผัสแน่นเป็นตัวนำไฟฟ้า (Firm Electrical Contact) ไปยังผนังโลหะนั้น
- 3.5 ท่อ Conduit ทั้งหมดในระบบไฟฟ้าจะต้องยึดติดกับโครงสร้างอาคารอย่างแข็งแรง ท่อ Conduit เดี่ยวขนาด 1 1/4" หรือขนาดใหญ่กว่า เดินซ่อนในฝ้าจะต้องจับยึดด้วย Beam Clamp หรือ Spring Ring Conduit Hangers With Support Rod ท่อที่เดินด้วยกันไป สามารถจับรวมกลุ่มกันอย่างมีระเบียบเท่าที่สามารถทำได้ ท่อที่เดินในแนวดิ่งจะต้องยึดด้วย Steel Clamps สำหรับ



Conduit ขนาด 1” และเล็กกว่าที่เดินซ่อนอยู่ในฝ้าสามารถจับยึด โดยตรงกับโครงสร้างอาคาร ด้วย Strap Hangers ระยะห่างของการจับยึด จะต้องไม่เกิน 1.00 เมตร

- 3.6 จะต้องมีการระมัดระวังไม่ให้ภายในท่อ Conduit สะสมน้ำ เศษวัสดุ หรือเศษคอนกรีตอยู่ ถ้ามีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในท่อ ผู้รับเหมาฯ จะต้องทำความสะอาดก่อน ถ้าสิ่งแปลกปลอมนี้ไม่สามารถนำออกมาได้ ก็จะต้องเปลี่ยน Conduit นั้นใหม่
- 3.7 ท่อร้อยสายทั้งหมดที่เดินลอยให้ทำเครื่องหมายไว้ทุก ๆ 2 เมตร โดยใช้สีส้ม สำหรับท่อของระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง สีเขียวสำหรับท่อของระบบสื่อสารและสีแดงสำหรับท่อของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

3. กล่องต่อสายและกล่องดึงสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสาย หรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

- 3.1 กล่องต่อสายและกล่องดึงสายที่ใช้ติดตั้งภายในอาคาร จะต้องเป็นกล่องเหล็กอาบสังกะสี กล่องต่อสายแบบติดภายนอกอาคาร ต้องใช้ชนิดทนสภาวะอากาศภายนอกอาคารอาจเป็นชนิดอลูมิเนียมหรือเหล็กหล่อ ฝาครอบมีขอบยางอัตรอบ และกล่องต่อสายแบบฝังพื้นเป็นแบบโลหะหล่อมีฝาทองเหลือง มีเกลียวสามารถเปิดออกได้
- 3.2 กล่องที่มีขนาดไม่เกิน 100 ลูกบาศก์นิ้ว ให้พ้นจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มม. ส่วนกล่องที่มีขนาดเกิน 100 ลูกบาศก์นิ้ว ให้พ้นจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.4 มม. ถ้าทำจากโลหะหล่ออื่น ๆ ก็จะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงในการใช้งาน
- 3.3 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาด จำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้น ๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่น ๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีโค้งงอของสายตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 370
- 3.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม รูของกล่องที่ไม่ได้ใช้งานต้องปิดให้เรียบร้อย
- 3.5 กล่องต่อสายที่ใช้เป็น outlet box สำหรับสวิตช์ เต้าเสียบและดวงโคมที่ติดตั้งแบบฝังเรียบกับผนังจะต้องจัดให้ตั้งได้ฉากกับโครงสร้างอาคาร
- 3.6 การติดตั้งกล่องต่อสาย ต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบ ให้มีรหัสสีที่ทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก



- 3.7 กล่องต่อสาย จะต้องทำการติดตั้งให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้ากับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ท่อร้อยสาย ไฟฟ้า รางร้อยสาย เพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้สมบูรณ์ และจะต้องมีการทดสอบว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าทุกช่วง ตามความเห็นชอบของผู้คุมงาน

ตัวอย่างผู้ผลิตและจำหน่าย

- ก. TTK ENGINEERING
- ข. MULTI UTILITIES
- ค. UNITED TRADING 2010

หรือสามารถเทียบตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า

4. รางร้อยสาย (WIREWAYS)

- 4.1 รางร้อยสาย จะต้องทำจากเหล็กแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมฉาบสี แล้วอบแห้งหรือ hot dip galvanized ตามที่ระบุในแบบ ด้านหน้าจะต้องเปิดได้รางร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ประกอบต้องออกแบบให้ประกอบเข้ากันได้โดยที่หมดเกลียว สลักเกลียวที่ใช้ต้องฝังเรียบกับพื้นและผนังของรางร้อยสาย ไม่มีส่วนคมอันจะเป็นอันตรายต่อสายไฟในระหว่างการติดตั้ง
- 4.2 รางร้อยสายที่ทำขึ้นสำหรับใช้ภายนอกอาคาร จะต้องมียุติกรรมกันน้ำได้ โดยผู้ผลิตต้องแสดงเครื่องหมายหรือข้อความบอกไว้ที่ตัวรางร้อยสาย
- 4.3 จำนวนพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าทั้งหมดต้องไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของขนาดพื้นที่หน้าตัดของรางร้อยสาย และห้ามบรรจุสายไฟฟ้านำกระแส ลงในรางร้อยสายมากกว่า 30 เส้น โดยสายสำหรับวงจรสัญญาณหรือระบบควบคุมไม่ถือว่าเป็นสายไฟที่นำกระแส
- 4.4 รางร้อยสายจะต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 1.5 ม. แต่ถ้าเป็นแนวตั้งต้องยึดให้มั่นคงทุกระยะไม่เกิน 3.0 ม. และต้องไม่มีการต่อรางร้อยสายมากกว่า 1 แห่งระหว่างช่วงยึด การติดตั้งผ่านผนังให้ส่วนที่ไม่มีรอยต่อผ่านทะลุผนังเท่านั้น และปลายสุดของรางร้อยสายต้องมีฝาปิด

5. ตัวอย่างผู้ผลิตและจำหน่าย

- ง. TIC MANUFACTURING
- จ. PATTARA MATAKIT
- ฉ. UNITED MANUFACTURING

หรือสามารถเทียบตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



รายละเอียดการจัดการจัดหาและติดตั้งเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าระบบอัตโนมัติ
ขนาดไม่น้อยกว่า 220 KVA. PRIME POWER RATING พร้อมอุปกรณ์ประกอบ

รายละเอียดทั่วไป

เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองระบบอัตโนมัติขนาดไม่น้อยกว่า 220 KVA, STANDBY POWER RATING, 400/230 VOLT, 3 PHASE, 4 WIRES, 0.8 POWER FACTOR, 50 Hz. ที่ความเร็ว 1500 รอบต่อนาที, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH WITH BYPASS ISOLATION SWITCH และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ จำนวน 1 ชุด ตามรายละเอียดในแบบแปลนที่แนบเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองพร้อมอุปกรณ์ประกอบเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อนและเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมาจากต่างประเทศถ้าประกอบในประเทศไทยต้องมีหนังสือรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาแสดงด้วยสามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน BS5514 หรือ DIN 6271 หรือ ISO-3046 หรือ ISO 8528 หรือ CSA หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้ มีส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องยนต์

- 1.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ สูบเรียงหรือวี, DIRECT INJECTION มีแรงม้า STANDBY POWER RATING ไม่น้อยกว่า 310 BHP. ที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที
- 1.2 ระบายความร้อนด้วยน้ำ
- 1.3 ระบบอัดอากาศใช้ระบบ TURBOCHARGED AND AFTERCOOLED OR CHARGE AIR COOLED
- 1.4 มีระบบควบคุมความเร็วให้คงที่ ชนิด ELECTRONIC หรือ DIGITAL GOVERNING ที่สามารถควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ให้คงที่ แบบ ISOCHRONOUS OPERATION และมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.25 % ที่สภาวะคงที่ (STEADY STATE LOAD)
- 1.5 ระบบไอเสียมี EXHAUST SILENCER, ท่อไอเสีย (EXHAUST PIPE) และ FLEXIBLE CONNECTION, ท่อไอเสีย และ EXHAUST SILENCER จะต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนชนิด CALCIUM – MAGNESIUM SILICATE ชนิด BLANKET ซึ่งทนความร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียสแล้วปิดทับด้วย ALUMINUM JACKET
- 1.6 ระบบป้องกันการสั่นสะเทือนใช้ VIBRATION ISOLATOR ชนิด SPRING ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 1.7 ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ใช้ไฟจากแบตเตอรี่ โดยมีแบตเตอรี่ขนาดที่เหมาะสมในการใช้งานพร้อมขาค้างและสายไฟให้มีความยาวขนาดที่เหมาะสม
- 1.8 มีถังน้ำมันประจำเครื่อง (DAY TANK) ขนาดไม่น้อยกว่า 500 ลิตร อยู่ในอาคาร พร้อมระบบสูบน้ำมันอัตโนมัติ และระบบมือหมุนที่ใช้งานแทนกันได้เมื่อระบบสูบน้ำมันอัตโนมัติขัดข้อง



2. อัลเทอร์เนเตอร์

- 2.1 แบบกระแสสลับไม่มีแปรงถ่าน
- 2.2 ขนาดให้กำลังไฟฟ้า STANDBY POWER RATING ไม่น้อยกว่า 250 KVA., 400/230 โวลท์, 3 เฟส, 4 สาย
- 2.3 เพาเวอร์ แฟคเตอร์ 0.8
- 2.4 ความถี่ 50 เฮิรตซ์/วินาที
- 2.5 EXCITER เป็นชนิด PERMANENT MAGNET EXCITATION SYSTEM โดยมีชุดแปลงกระแสไฟฟ้าสลับให้เป็นกระแสไฟฟ้าตรง ไปเลี้ยงขดลวดของอัลเทอร์เนเตอร์
- 2.6 ฉนวนของ ROTOR และ STATOR ต้องได้ตามมาตรฐาน NEMA CLASS H. หรือดีกว่า
- 2.7 มีพัดลมในตัวเพื่อช่วยระบายความร้อนของอัลเทอร์เนเตอร์
- 2.8 โครงสร้างต้องแข็งแรง เป็นชนิด DRIP PROOF CONSTRUCTION หรือ IP 23 PROTECTION
- 2.9 ใช้ ADAPTOR สำหรับต่อกับ FLY WHEEL ชนิด FLEXIBLE DRIVE DISC ซึ่งยึดหยุ่นโดยต่อตรงในแนวเดียวกัน ติดตั้งบนฐานเหล็กเดียวกัน และมีฝาครอบป้องกันอันตรายในขณะเครื่องทำงาน
- 2.10 AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR เป็นแบบ DIGITAL ซึ่งสามารถควบคุมให้ค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE REGULATION) ไม่เกิน $\pm 1.0\%$ จาก NO LOAD ถึง FULL LOAD และสามารถปรับแรงดันไฟฟ้า (VOLTAGE ADJUSTMENT) ได้ $\pm 5\%$ ของแรงดันไฟฟ้าปกติ

3. ระบบควบคุมเครื่องยนต์

ระบบควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE STATUS MONITORING) จะต้องเป็นแบบดิจิตอล (DIGITAL STATUS PANEL) หรือแบบ ANALOG METERS ผลิตกันจากผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีความสามารถวัดค่าต่างๆ ได้อย่างน้อยดังนี้.-

- 3.1 อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็น (ENGINE TEMPERATURE)
- 3.2 แรงดันน้ำมันหล่อลื่น (ENGINE OIL PRESSURE)
- 3.3 รอบของเครื่องยนต์ (ENGINE SPEED)
- 3.4 เวลาที่เครื่องยนต์ทำงาน (NUMBER OF HOURS OF OPERATION)
- 3.5 จำนวนครั้งที่เครื่องยนต์สตาร์ท (NUMBER OF START ATTEMPTS)
- 3.6 ค่าแรงดันของแบตเตอรี่ (BATTERY VOLTAGE)



- 3.7 ระบบควบคุมเครื่องยนต์ฯ จะต้องมียระบบอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของเครื่องยนต์ และ ALTERNATOR วงจรควบคุมต้องมีเสียงหรือแสงไฟเตือนที่แผงควบคุมเพื่อดับเครื่องยนต์ขณะเกิดข้อบกพร่องในกรณีต่างๆ ดังนี้ :-
- 3.7.1 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ดับในกรณีแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ
 - 3.7.2 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ดับในกรณีอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนสูงเกิน
 - 3.7.3 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์ดับในกรณีความเร็วรอบสูงเกิน
 - 3.7.4 เครื่องควบคุมให้ตัดการจ่าย LOAD ของ ALTERNATOR ในกรณีจ่าย LOAD เกินพิกัด
 - 3.7.5 เครื่องควบคุมให้เครื่องยนต์หยุดการสตาร์ท เมื่อเกิดการ OVER CRANK
 - 3.7.6 สัญญาณเตือนเมื่อ SENSOR FAILURE INDICATION
 - 3.7.7 EMERGENCY STOP

4. อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ประกอบ และมาตรวัดค่าต่างๆ ที่แผงควบคุม

- 4.1 แผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบ MICROPROCESSOR แสดงผลด้วย LCD หรือ LED ผลิตภัณท์จากผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ประกอบด้วยมาตรวัดแบบ DIGITAL หรือ ANALOG และอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้ :-
- 4.1.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้า (AC VOLTAGE 3 PHASE)
 - 4.1.2 กระแสไฟฟ้า (AC CURRENT 3 PHASE)
 - 4.1.3 เพาเวอร์แฟคเตอร์ (POWER FACTOR)
 - 4.1.4 กิโลวัตต์ (AC KILOWAT)หรือเควีเอ (k VA)
 - 4.1.5 ALTERNATOR EXCITER DUTY AND GOVERNOR DUTY (%)
 - 4.1.6 ความถี่ (AC FREQUENCY)
- 4.2 ต้องมีชุดอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (SURGE SUPPRESSOR) สำหรับป้องกันแผงควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 4.3 ระบบอัตโนมัติสำหรับติด/ดับเครื่องยนต์ อุปกรณ์ และวงจรนี้ใช้สำหรับสตาร์ทเครื่อง ต้องทำให้หมุนเครื่องยนต์และพักสลับกัน โดยสามารถตั้งจำนวนการสตาร์ทอัตโนมัติได้ 1-7 ครั้ง และระยะเวลาการ CRANK และช่วงพักระหว่างการ CRANK (รอบหนึ่งประกอบด้วย การหมุนประมาณ 10 วินาที พักประมาณ 10 วินาที) ถ้าเครื่องยนต์ไม่ติดระบบควบคุมจะต้องตัดไม่ให้หมุนครั้งต่อไป พร้อมมีไฟแสดงจนกว่าจะมีการ RESET
- 4.4 ระบบติดเครื่องยนต์อัตโนมัติ ในส่วนที่อยู่ในแผงควบคุมต้องมีตำแหน่งให้เลือกใช้งานอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง คือ RUN/OFF/AUTO เพื่อการทำงานแต่ละหน้าที่ตามต้องการ



- 4.5 อุปกรณ์ป้องกันเมื่อ OVERLOAD หรือ FAULT เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติทำงานด้วยระบบ MECHANIC จัดหาให้พร้อมเสร็จ เพื่อตัดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากวงจรในกรณีที่เกิด OVERLOAD หรือ FAULT พร้อมทั้งต้องมีระบบป้องกัน เมื่อเกิด OVERCURRENT, SHORT CIRCUIT และ OVERLOAD ติดตั้งมาด้วย
- 4.6 อุปกรณ์ควบคุมสำหรับใช้งานเมื่อไฟปกติดับ ชุดเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกันกับชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวในข้อกำหนดนี้ โดยที่เมื่อใช้งานร่วมกันแล้ว สามารถต่อไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้าไปแทนไฟปกติได้ตามเวลาที่กำหนด พร้อมกับทำหน้าที่อื่นๆ ตามที่กำหนดได้ทุกประการ
- 4.7 ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหายให้เหมาะสมสำหรับวงจรควบคุม และเครื่องวัดต่างๆ เช่น ใช้ฟิวส์ 4.8 สัญญาณเตือนและดับเครื่องโดยอัตโนมัติดินนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในที่อื่นๆ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองต้องมีสัญญาณและ/หรือตัดวงจรไฟฟ้า หรือดับเครื่องยนต์อย่างน้อยดังนี้ :-
- 4.1.7 HIGH AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
 - 4.1.8 LOW AC VOLTAGE (SHUTDOWN)
 - 4.1.9 UNDER FREQUENCY (SHUTDOWN)
 - 4.1.10 OVERCURRENT (WARNING)
 - 4.1.11 OVERCURRENT (SHUTDOWN)

5. AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) พร้อม BYPASS ISOLATION SWITCH

5.1 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)

- 5.1.1 เป็นแบบใช้งานได้ดีกับ LOAD ทุกประเภท โดยอุปกรณ์ทั้งชุดให้ใช้ของผู้ผลิตเดียวกันที่ได้ประกอบสำเร็จและผ่านการทดสอบการใช้งานจากโรงงานผู้ผลิตแล้ว มีชุดควบคุมเพื่อใช้ในการทำงานแบบอัตโนมัติ
- 5.1.2 สามารถทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้าทางด้าน NORMAL SOURCE ขัดข้อง ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) จะต้องสามารถสับเปลี่ยนไปรับกระแสไฟฟ้าทางด้าน EMERGENCY SOURCE ได้โดยอัตโนมัติ และสามารถสับเปลี่ยนกลับมาทาง NORMAL SOURCE ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อกระแสไฟฟ้าด้านดังกล่าวกลับคืนเป็นปกติตามเวลาที่กำหนด
- 5.1.3 เป็นแบบ UNIQUE BI – DIRECTIONAL LINEAR ACTUATOR มีพิกัดกระแสต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 400 Amp, 3 PHASE, 4 ขั้ว (POLES) จำนวน 1 ชุด
- 5.1.4 สวิตช์ถ่ายโอน LOAD จะต้องทำงานด้วยไฟฟ้า และล็อกทางกล (ELECTRICALLY OPERATED, MECHANICALLY HELD)



- 5.1.5 ระบบควบคุมการทำงานเป็นแบบ MICROPROCESSOR BASED CONTROL มีคุณสมบัติ IN-PHASE MONITOR เพื่อป้องกันการกระชากของกระแส ขณะสับเปลี่ยนทิศทางของกระแสไฟฟ้า จอแสดงผลเป็นแบบ DIGITAL DISPLAY โดยสามารถอ่านค่า และปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยมีรหัสผ่าน (PASSWORD PROTECTION) เพื่อปรับตั้งค่า
- 5.1.6 มีการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า โดยจะสั่งให้ EMERGENCY SOURCE ทำงาน หากพบว่ากระแสไฟฟ้าทางด้าน NORMAL SOURCE ตกลงต่ำกว่า 75% ถึง 98% (สามารถปรับค่า ได้) หรือสูงขึ้นเกินกว่า 105% ถึง 135% (สามารถปรับค่าได้) ของแรงดันปกติ
- 5.1.7 มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY-ENGINE START ปรับค่าได้ 0-15 วินาที
- 5.1.8 มีตัวหน่วงเวลา เพื่อการถ่ายโอน LOAD จากด้าน NORMAL SOURCE ไปด้าน EMERGENCY SOURCE ปรับค่าได้ 0-120 วินาที
- 5.1.9 มีตัวหน่วงเวลา เพื่อการถ่ายโอน LOAD จากด้าน EMERGENCY SOURCE ไปด้าน NORMAL SOURCE ปรับค่าได้ 0-30 นาที
- 5.1.10 มีตัวหน่วงเวลา TIME DELAY FOR ENGINE COOL DOWN ปรับค่าได้ 0-30 นาที
- 5.1.11 มี WEEKLY EXERCISE สำหรับเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ ครั้งละ 0-30 นาที (ปรับค่าได้) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

5.2 BYPASS ISOLATING SWITCH

- ต้องเป็นแบบบายพาสกระแสไฟฟ้าได้สองทาง คือ บายพาสกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (NORMAL SOURCE) ไปยังโหลด (LOAD) หรือจากเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า (EMERGENCY SOURCE) ไปยังโหลด (LOAD) ได้แบบปฏิบัติการด้วยมือ (MANUAL) ในกรณี AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ชำรุดหรือขัดข้อง
- มีสัญญาณ (VISUAL INDICATOR) แสดงตำแหน่ง
 - การเลือกตำแหน่ง BYPASS กับแหล่งจ่ายไฟ (SOURCE SELECTED)
 - BYPASS CLOSED OR OPEN กับแหล่งจ่ายไฟ
- คันโยกเพื่อปลดชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานได้ 3 แบบ คือ CONNECTED, TEST และ ISOLATE
 - ตำแหน่ง TEST จะอนุญาตให้ทำการทดสอบระบบเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าและ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ได้โดยไม่เกิดการสะดุดขาดหายของกระแสไฟฟ้า



- ตำแหน่ง ISOLATE เป็นตำแหน่งที่ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ถูกปลดออกจากโหลด และจ่ายไฟทั้งทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก (NORMAL) และเครื่องย่นต์กำเนิดไฟฟ้า (EMERGENCY) อย่างสิ้นเชิง สามารถถอด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH ออกจากระบบได้ทั้งตัวเพื่อการตรวจสอบหรือบำรุงรักษาได้โดยไม่ต้องหยุดการจ่ายกระแสไฟฟ้า
- ชุด AUTOMATIC TRANSFER SWITCH จะถูกปลดออกไปทำการตรวจเช็คหรือซ่อม (ISOLATED) โดยชุด DRAWOUT CARRIAGE แบบ WHEEL MOUNTED
- พิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 400 แอมป์, 4 ขั้ว (POLES)

5.3 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH พร้อม BYPASS ISOLATING SWITCH จะต้อง

- ติดตั้งภายในตู้แบบ NEMA TYPE 1 หรือ UL TYPE 1 และอยู่ภายในตู้เดียวกัน
- ผ่านการทดสอบและยอมรับตามมาตรฐาน UL 1008 หรือดีกว่า

6. ระบบประจุแบตเตอรี่

- 6.1 สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ทั้งจากไฟ MAIN FEEDER และไฟเครื่องย่นต์ฯ แบตเตอรี่จะต้องมีขนาด 12 V หรือ 24 V สามารถจัดหาในประเทศไทยเพื่อทดแทนได้ ซึ่งต้องมีความจุพอที่จะใช้สตาร์ทเครื่องยนต์ได้อย่างน้อย 4 ครั้ง โดยไม่ต้องประจุใหม่และพร้อมกันนั้นยังสามารถใช้งานได้กับระบบอัตโนมัติ ระบบควบคุม ระบบเตือน และระบบอื่น ๆ ถ้าออกแบบไว้ให้ใช้ไฟจากแบตเตอรี่
- 6.2 มีระบบประจุไฟให้แบตเตอรี่อัตโนมัติใช้วงจร SOLID STATE ประจุไฟด้วยแรงดันคงที่ เป็นแบบใช้ไฟ 220V, 1 PH, 50 Hz.
- 6.3 มีระบบป้องกัน ตัดการประจุแบตเตอรี่ขณะเครื่องยนต์สตาร์ท
- 6.4 ชุดประจุไฟแบตเตอรี่จะต้องติดตั้งในตู้โลหะให้เรียบร้อย ประกอบด้วย DC- A (มิเตอร์วัดกระแสไฟตรง) DC- V (มิเตอร์วัดแรงดันไฟตรง) และมีสวิตช์ปิด – เปิด มีฟิวส์ป้องกันขนาดเหมาะสม และไฟแสดงการชาร์จ และอื่นๆ ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต
- 6.5 เดินสายไฟจากระบบประจุไฟแบตเตอรี่ถึงจุดต่อเข้าแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย (ห้ามใช้ขั้วต่อแบบครีปที่ขั้วต่อแบตเตอรี่)

7. ระบบดูดซับเสียง (SOUNDPROOF SYSTEM)

ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องทำการบุผนังห้องด้วยวัสดุดูดซับเสียงเครื่องยนต์ชนิดไม่ติดไฟ (NON COMBUSTIBLE MATERIAL) ช่องเปิดเพื่อให้อากาศเข้า (INLET AIR) และอากาศออก (DISCHARGE AIR) ต้องติดอุปกรณ์เสียงรบกวน (SOUND ATTENUATOR หรือ SILENCER) จากภายในห้องออกมาภายนอก ซึ่งกำหนดว่าเสียงภายในห้องสามารถผ่านเสียงรบกวนมายังภายนอกที่ระยะห่าง 1 เมตร จากช่องเปิดใดๆ ได้ไม่



เกิน 85 dBA โดยผู้เสนอราคาจะต้องแสดงรายการคำนวณหาระดับความดังของเสียงที่ระยะห่าง 1 เมตร จาก AIR INLET และ AIR OUTLET SOUND ATTENUATOR และผนังห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกด้าน

8. การเดินสายไฟ และสายคอนโทรล เดินให้ถูกต้องตามแบบแปลน

- 8.1 สายคอนโทรลต่างๆ ต้องทำเครื่องหมายให้ชัดเจนที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายทุกเส้น และมีเครื่องหมายตรงตามวงจรของเครื่อง
- 8.2 สายไฟและสายคอนโทรลที่เดินเชื่อมต่อระหว่างตู้ หรือเดินสายนอกตู้ต้องเดินในท่อหรือรางสายไฟ และมีขนาดตามรายละเอียดในแบบแปลน
- 8.3 ขนาดสายไฟต้องได้มาตรฐานและรับแรงดันและกระแสได้ไม่น้อยกว่ามาตรฐานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 8.4 การติดตั้งระบบไฟฟ้าให้ได้มาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

9. การดำเนินการ

- 9.1 จัดหาถาดเหล็กหนา 2 มม. สำหรับรองรับใต้เครื่องยนต์, DAY TANK, ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง พร้อมทาสี
- 9.2 จัดหาหม้อพักน้ำ ใส่ที่ท่อน้ำล้นของหม้อน้ำเครื่องยนต์
- 9.3 ทาสีเหลืองที่ฐานรองรับเครื่องยนต์ ทาสีแดงรอบฐานรองรับเครื่องยนต์ ทาสีแดงกว้าง 10 ซม. ทาสีเขียวอ่อนรอบห้องเครื่องยนต์ ทาสีจำนวน 2 ครั้ง ที่อาคารโรงเครื่องยนต์ฯ
- 9.4 ติดตั้งเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองระบบอัตโนมัติ, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH พร้อม BYPASS ISOLATING SWITCH, วัสดุดูดซับเสียง, และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้เรียบร้อยและถูกต้อง
- 9.5 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งตามแบบแปลน และเชื่อมโยงระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฯ เข้ากับระบบไฟฟ้าของ กนอ. จนสามารถใช้งานได้ดี ถ้ามีงานซึ่งไม่ได้ระบุไว้ในขอบเขตการดำเนินการนี้ แต่ ต้องทำให้ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฯ ทำงานได้สมบูรณ์ เป็นหน้าที่ของผู้รับจ้างที่จะต้องดำเนินการให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใดๆ ทั้งสิ้น
- 9.6 เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำการทดลองเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า ระบบอัตโนมัติ, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH พร้อม BYPASS ISOLATING SWITCH และอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกัน ให้ทำงานได้ถูกต้องตามรายละเอียดทุกอย่าง และทดลองจ่ายโหลดเต็มที่ติดต่อกันอย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะเป็นที่พอใจของคณะกรรมการตรวจรับ
- 9.7 ให้ทำการทดลองระบบป้องกันอันตรายของเครื่องยนต์ฯ ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต กำหนดไว้จนใช้งานได้



- 9.8 ในระหว่างการทดลอง หากอุปกรณ์ต่างๆ ของการนิคมแห่งประเทศไทย(กนอ.) เสียหายอันเนื่องมาจากการ ทำงานของเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า หรือระบบต่างๆ ไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบซ่อมแซมหรือจัดหาใหม่ให้ใช้งานได้ดังเดิมโดยเร็ว
- 9.9 อุปกรณ์ในการทดลองจ่ายโหลดเต็ม ที่ ผู้รับจ้างต้องจัดหาเอง
- 9.10 จัดให้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ช่างของ กนอ.ให้มีความรู้และเข้าใจวงจรการทำงาน ระบบ เครื่องยนต์อัตโนมัติ การใช้งาน การแก้ไขข้อขัดข้อง และการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ พร้อมแจกเอกสารทางวิชาการ คำบรรยายประกอบการฝึกอบรมด้วย

10. หนังสือคู่มือ

ผู้รับจ้างต้องจัดหาหนังสือคู่มือเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างน้อย 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย :-

- 10.1 การใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ การถอดและปรับแต่งชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (TECHNICAL MANUAL) และรายละเอียดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ (PART LISTS)
- 10.2 การใช้งาน การถอดและปรับแต่ง GENERATOR
- 10.3 รายละเอียดแผงควบคุมอัตโนมัติ
- 10.4 รายละเอียดวงจรของ BYPASS ISOLATING SWITCH
- 10.5 รายละเอียดและวงจรของ AUTOMATIC TRANSFER SWITCH และระบบอัตโนมัติ ที่ทำงานร่วมกัน พร้อมคำอธิบายการทำงานและบำรุงรักษา

11. เงื่อนไข

- 11.1 กำหนดแล้วเสร็จภายใน 180 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาเป็นต้นไป
- 11.2 ในวันยื่นซองประกวดราคา ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อก รูปแบบ รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า,เครื่องยนต์, อัลเทอร์เนเตอร์, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH พร้อม BYPASS ISOLATING SWITCH, วัสดุป้องกันเสียงและรายการคำนวณหาความหนาของวัสดุดูดซับเสียงและระดับเสียงที่ระยะห่าง 1 เมตร จาก AIR INLET และ AIR OUTLET SOUND ATTENUATOR และผนังห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกด้าน
- 11.3 เพื่อป้องกันการนำเครื่องเก่า (SECOND HAND) มาเสนอ ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศหรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศให้เสนอราคาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เครื่องยนต์, AUTOMATIC TRANSFER SWITCH พร้อม BYPASS ISOLATING SWITCH โดยต้องแนบหลักฐานและหนังสือรับรองการจัดหาอะไหล่ภายในระยะไม่น้อยกว่า 10 ปี นับจากวันตรวจรับไว้ใช้งาน มาพร้อมกับการเสนอราคาเพื่อให้คณะกรรมการฯพิจารณาด้วย



- 11.7 ผู้ขายจะต้องเสนอ SHOP DRAWING แผนงานการดำเนินการก่อนเข้าดำเนินการติดตั้ง
เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้าสำรองให้ผู้ซื้ออนุมัติก่อนการติดตั้งอย่างน้อย 15 วันทำการ และ
หลังดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วให้จัดทำ ASBUILT DRAWING มามอบให้
คณะกรรมการฯ ในวันส่งมอบงานด้วย
- 11.8 ต้องรับประกันอุปกรณ์มีกำหนดไม่น้อยกว่า 2 ปี (สองปี) นับจากวันที่ส่งมอบสิ่งของให้
กนอ. และคณะกรรมการตรวจรับได้ทำการตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

12. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

- 12.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตภัณฑ์ : CUMMINS POWER GENERATION,
CATERPILLAR หรือ HIMOinsa
- 12.2 AUTOMATIC TRANSFER SWITCH พร้อม BYPASS ISOLATING SWITCH
ผลิตภัณฑ์ : CUMMINS POWER GENERATION, ASCO หรือ GE ZENITH
- 12.3 ฉนวนป้องกันเสียงผลิตภัณฑ์ : ROXUL , ROCKWOOL (THAILAND) ,CSR หรือ RUSKIN

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



หอระบายความร้อน
(COOLING TOWER)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหา และติดตั้ง쿨ลิ่งเทาวเวอร์ (Cooling Tower) และจำนวนที่กำหนดในแบบประกอบสัญญา รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ตามที่ระบุ
- 1.2 คูลลิ่งเทาวเวอร์ที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 Hz มีขีดความสามารถในการระบายความร้อนของน้ำได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุตามเงื่อนไขที่กำหนดในรายการอุปกรณ์
- 1.3 คูลลิ่งเทาวเวอร์เป็นแบบ Multi-Cells, Cross Flow, Horizontal Discharge หรือ Vertical Discharge, Low Noise, Internal Piping Type ตามที่ระบุในแบบแปลน
- 1.4 ระดับเสียงไม่เกิน 70 dBA ที่ระยะห่าง 2 เมตร จากช่องระบายดูดอากาศ (Louver Side)
- 1.5 สายไฟฟ้าที่เดินไปจ่ายยังมอเตอร์พัดลม ในกรณีที่แผงไฟฟ้าอยู่ในตำแหน่งที่ขณะใช้งานไม่สามารถมองเห็นมอเตอร์พัดลม ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้ง Disconnected Switch, Weather Proof Type ไว้บริเวณคูลลิ่งเทาวเวอร์ด้วย
- 1.6 คูลลิ่งเทาวเวอร์ที่ติดตั้งต่อเนื่องกันตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป ภายในจะต้องมีทางเดินบริการที่ยาวต่อเนื่องตลอดความยาวของคูลลิ่งเทาวเวอร์
- 1.7 คูลลิ่งเทาวเวอร์จะต้องได้รับการรับรอง (Certified) โดย CTI (Cooling Tower Institute, USA.) หรือ JCI (Japan Cooling Tower Institute) ในเรื่อง Thermal Performance โดยต้องแนบเอกสารรับรอง จาก CTI (Cooling Tower Institute) หรือ JCI (Japan Cooling Tower Institute)
- 1.8 ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งรายการคำนวณขนาดการระบายความร้อน (Thermal Performance) ส่งขออนุมัติก่อนทำการติดตั้ง

2. วัสดุและโครงสร้างของคูลลิ่งเทาวเวอร์แบบ Cross Flow

- 2.1 โครงสร้างของคูลลิ่งเทาวเวอร์ เป็นแบบ Internal Piping ทำด้วย Hot Dip Galvanized Steel โดยตัว ถังทำด้วย FRP (Fiberglass-Rein-Forced Polyterter) ภาดกระจายน้ำทำด้วยไฟเบอร์กลาส หรือ เหล็กชุบสังกะสี ส่วนแผ่นฟิลเลอร์กระจายน้ำทำด้วยพลาสติก สกรูและน็อตทำด้วยสแตนเลส



2.2 คูลิ่งทาวเวอร์จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนแบบสปริง ซึ่งมีค่า Static Deflection จำนวนขนาดตำแหน่งที่รองรับมาตรฐานที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ และท่อน้ำที่ต่อกับคูลิ่งทาวเวอร์จะต้องเป็นท่ออ่อน(Flexible Pipe Connection)

2.3 พัดลมจะเป็นพัดลม Axial-Fan (Aerofoil Type) ชนิดความเร็วรอบต่ำใบพัดเป็นอลูมิเนียมอัลลอย โดยได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน Static และ Dynamic มาแล้วอย่างดีจากโรงงานผู้ผลิตจะขับเคลื่อนโดยใช้งานพาน หรือเฟืองลดรอบ

2.4 มอเตอร์ขับพัดลมจะต้องเป็นแบบมิดชิดน้ำไม่เข้า ระบายความร้อนด้วยพัดลมในตัว ความเร็วรอบ ไม่เกิน 1500 รอบ/นาที IP 55, Class F Insulation ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V / 3Phase / 50Hz ใช้ อุปกรณ์การลดรอบพัดลม (Fan Speed Reducer) แบบเฟืองลดรอบ (Gear Reducer) หรือสายพาน (Bolt Reducer)

2.5 อุปกรณ์เพิ่มเติมประกอบด้วย

- ที่กรองเศษผงทางด้านดูด
- วาล์ว ลูกลอย
- ท่อสำหรับน้ำไหลล้น
- ท่อน้ำทิ้ง
- บันไดขึ้นไป Service และราวกันตก

2.6 Bolt & Nuts ที่ใช้เป็น Stainless Steel 304

2.7 แผ่นฟิลเลอร์ (Filler) กระจายน้ำทำด้วยพลาสติก(PVC) และ Filter Support ทำจาก Hot-Dip-Galvanize Steel (HDGS) และสามารถเข้าถึงเพื่อทำความสะอาดได้, แผ่น Filler สามารถทนอุณหภูมิของน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 54.5°C (130F) และทนต่อรังสี UV มีชุด Drift Eliminator ทำด้วยพลาสติก(PVC) เพื่อลดการสูญเสียของน้ำ (Drift Loss) ไม่เกิน 0.005% ของอัตราไหลของน้ำที่ผ่านคูลิ่งทาวเวอร์ และมีใบรับรองจากสถาบันของรัฐที่นำเชื่อถือในประเทศ

2.8 การกระจายน้ำผ่าน Filling จะต้องใช้วิธีจ่ายน้ำร้อนผ่าน Metering Orifice และตกผ่าน Filling ด้วยแรงดึงดูดของโลก โดยคูลิ่งทาวเวอร์แต่ละชุดจะต้องมีภาคน้ำร้อน (Hot Water Basin) ทำด้วย Fiberglass-Rein-Forced Polyester หรือ Hot Dip Galvanized Steel ก่อนที่จะจ่ายน้ำร้อนผ่าน Metering Orifice ดังกล่าว ในกรณีที่คูลิ่งทาวเวอร์มีภาคน้ำร้อน 2 ชุด ท่อที่จ่ายน้ำเข้าภาคน้ำร้อนนี้จะต้องมีวาล์วคอยควบคุมปริมาณน้ำ (Control Value) ที่มีก้านวาล์วแบบปรับปริมาณน้ำผ่านคงที่และสามารถล็อก



ตำแหน่งได้ ส่วนขนาดของถาดน้ำร้อนจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะรับปริมาณน้ำได้ถึง 150% ของอัตราไหลของน้ำที่กำหนดโดยน้ำร้อนต้องไม่ล้นหรือกระเซ็นออกมาได้

2.9 ฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดลักษณะและจำนวนให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตคูลิ่งเทาเวอร์

3. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ผู้รับจ้างต้องทำการตรวจสอบขนาดของหอระบายความร้อนกับขนาดของสถานที่ติดตั้งก่อนขออนุมัติ และในการส่งเอกสารเพื่อขออนุมัติอุปกรณ์ จะต้องแนบเอกสารการเลือกอุปกรณ์หรือรายการคำนวณเพื่อขออนุมัติด้วย ทั้งนี้ให้ถือข้อมูลที่กำหนดไว้ในแบบและรายการเป็นสำคัญ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ (Vender List)

1. LIANG CHI
2. THAI COOLING
3. BALTIMORE AIRCOIL BAC
4. EVAPCO



เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

(Water Cooled Chiller)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Screw Compressor เป็นรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิต ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจาก โรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน AHRI 550/590 เครื่องทำน้ำเย็นเป็นแบบ Single หรือ Multiple compressors ตามที่ระบุในตาราง ใช้กับน้ำยา R134a ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, มอเตอร์, สตาร์ทเตอร์, อีแวปอเรเตอร์, คอนเดนเซอร์, อีโคโนไมเซอร์, oil Separator ระบบควบคุมแบบ Microprocessor และอุปกรณ์อื่นๆ ติดตั้งอยู่บนโครงฐานโลหะชุดเดียวกันภายใน ตัวเครื่องที่ติดตั้งอยู่บน Isolator สำหรับติดตั้งฐานเครื่องตามข้อกำหนดของโรงงานผู้ผลิตและเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องได้รับการทดสอบเดินเครื่องที่โรงงานก่อนจัดส่ง

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีความสามารถในการทำความเย็นและประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าที่ระบุในตาราง เครื่องโดยใช้ค่า Fouling Factor ส่วนที่เป็นอีแวปอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ ให้ถือว่าเท่ากับ 0.0001 / 0.00025 ตาม AHRI 550/590

2. คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์

คอมเพรสเซอร์เป็นชนิด Twin Screw, Vertical Screw Type แบบ Hermetic ภายในตัวเรือนจะต้องมี Motor, Rotary screw compressor, Dual Stages oil separator, Oil Sump&filter, Suction&Discharge Service Valve ควบคุมภาระการทำความเย็นโดยใช้ Slide valve ซึ่งสามารถ ควบคุมสมรรถนะการทำงานของเครื่องได้ตั้งแต่ 100% จนถึง 30% หรือต่ำกว่า ภายใต้สภาวะ Constant Entering Condenser Temperature ที่ 90 F

มอเตอร์เป็นชนิด Hermetic Refrigerant gas cooled, 2 Pole , Squirrel cage Induction Type, class H insulation ความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที ภายในชุดขดลวดจะต้องมี Thermistor ฝังไว้เพื่อป้องกันมอเตอร์ Overheat

3. ระบบหล่อลื่น

ประกอบด้วยอุปกรณ์ Built-in Compressor Oil separator และ External Oil Separator แบบ ประสิทธิภาพสูงเพื่อให้มีปริมาณน้ำมันที่ไปที่ Cooler น้อยที่สุด รวมถึงจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อคูดน้ำมันที่ ตกค้างอยู่ใน Evaporator กลับไปที่คอมเพรสเซอร์เพื่อยืดอายุงานของคอมเพรสเซอร์

4. Evaporator & Condenser

เป็นชนิด Shell & Tube Flooded Type โดยให้สารทำความเย็นไหลอยู่ใน Shell ส่วนน้ำไหลอยู่ภายใน Tube ซึ่งเป็นท่อทองแดงมีความหนาไม่น้อยกว่า 0.025 นิ้ว พร้อม Tube Support รองรับท่อทองแดง ภายใน มีค่า Designed Working Pressure และ Test Pressure ตามรายละเอียดดังนี้



- ด้าน Water side: Designed Working Pressure ไม่ต่ำกว่า 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและ Test Pressure ไม่ต่ำกว่า 195 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ด้าน Refrigerant side: Designed Working Pressure ไม่ต่ำกว่า 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้วและ Test Pressure ไม่ต่ำกว่า 220 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ส่วน Evaporator ต้องหุ้มด้วยฉนวน Closed cell foamed plastic ความหนา 1 นิ้ว ที่ผิวภายนอกของ Shell รวมทั้งผิวของท่อและอุปกรณ์ที่เย็นจัดโดยออกแบบตามมาตรฐาน

อุปกรณ์ลดความดันน้ำยาจากความดัน Condenser ไป Evaporator ต้องใช้เป็นแบบ Electronic Expansion Valve

5. ตู้ไฟและชุดช่วยสตาร์ท

เป็นแบบ Unit-Mounted, NEMA 1 ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานออกแบบมาใช้กับแรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์/ 3 เฟส/ 50 เฮิร์ต ส่วนประกอบของชุดตู้ต้องมีอุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้

- Circuit Breaker for each compressor
- Over current protection module
- Motor Over heat protection module

ชุดช่วยสตาร์ทให้เป็นแบบ Star Delta หรือ Double Delta เพื่อลดกระแสในช่วงสตาร์ท ใช้กับระบบไฟฟ้า 380/3/50 ซึ่งผ่านทดสอบและตรวจสอบอย่างถูกต้องตามข้อกำหนด ติดตั้งสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต

6. อีโคโนไมเซอร์ (ECONOMIZER)

เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์อีโคโนไมเซอร์แบบ Plate Heat Exchanger เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจะอยู่ในสถานะของเหลว 100% เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อง

7. ระบบควบคุมและการแจ้งเตือน

7.1 ระบบควบคุม

เป็นแบบ Stand Alone Micro Processor Control ทำงานโดยอัตโนมัติทั้งหมด ชุดแผงควบคุม (Control Panel) สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นได้โดยอัตโนมัติ ติดตั้งสำเร็จมาจากโรงงาน มีหน้าจอแบบ Touch Screen LED Backlight Touch Screen Graphical Display Panel อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ภายในเครื่องทำน้ำเย็นจะต้องติดตั้งเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยจะต้องมีการแสดงผลบนหน้าจออย่างน้อยดังต่อไปนี้

- Chilled water leaving temperature
- Condenser pressure
- Electronic expansion valve (EEV) opening percentage
- Compressor motor status



- Oil Level status
- Run Hours of each compressor

7.2 การแจ้งเตือนเพื่อความปลอดภัย (Safety Alarm)

ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการทำงานต้องมีการแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติดังนี้

- High condenser pressure
- Low Evap pressure
- Chilled water flow loss
- Low compressor oil level
- Under Voltage phase failure
- Compressor over load
- Low oil level
- Power loss
- Reverse rotation

List of Vendor

DunhamBush, YORK, Mitsubishi

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



เครื่องสูบน้ำระบบปรับอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 เครื่องสูบน้ำเป็นชนิดที่ระบุไว้ในแบบ สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด รายละเอียดจะระบุในแบบ มี CASING แบบ VOLUTE TYPE ขับโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V/ 3PH/ 50HZ เครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ ต้องติดตั้งอยู่บนโครงสร้างเหล็กชั้นเดียวกัน หรือฐานที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง (STRUCTURAL STEEL)
- 1.2 เครื่องสูบน้ำต้องจัดจำหน่ายโดยตัวแทนในประเทศที่มีชื่อเสียงและมีบริการทางด้านอะไหล่ เป็นที่เชื่อถือได้
- 1.3 ในการเสนอขออนุมัติผลิตภัณฑ์เครื่องสูบน้ำ ผู้รับจ้างต้องแนบ PERFORMANCE CURVE ของเครื่องสูบน้ำมาด้วย จุดที่เลือกสำหรับการใช้งานควร มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางเครื่อง และมีความยืดหยุ่นเมื่อปริมาณน้ำ (FLOW RATE) และความดันเปลี่ยนแปลงได้ไม่น้อยกว่า 20%
- 1.4 สมรรถนะของเครื่องสูบน้ำ จะต้องสามารถสูบน้ำได้ด้วยอัตราการไหล และแรงดันไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในรายการอุปกรณ์ (EQUIPMENT SCHEDULE)
- 1.5 การเลือกเครื่องสูบน้ำต้องเลือกให้ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ NON-OVERLOADING โดยใช้มอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงสุดของ CURVE นำส่งประกอบการพิจารณา มอเตอร์ที่ใช้เป็น แบบ INDUCTION MOTOR ชนิด TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED (TEFC), IP 55 , IE3 หรือสูงกว่า ฉนวนไฟฟ้าเป็น CLASS F ใช้กับระบบไฟฟ้า 380V/ 3PH/ 50HZ. หรือตามที่ระบุในแบบ
- 1.6 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ จะต้องจัดเตรียมขอเกี่ยว (HOOK) ที่เพดานเหนือ MOTOR ที่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้ยก Motor และตัวเครื่องสูบน้ำ สำหรับการซ่อมบำรุง
- 1.7 ต้องต่อท่อระบายน้ำทิ้งจากเครื่องสูบน้ำทุกชุดไปยังจุดทิ้งน้ำที่ไกลที่สุด ท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กอาบสังกะสีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องท่อน้ำ
- 1.8 เครื่องสูบน้ำเย็น (CHILLED WATER PUMP) ทุกชุดต้องหุ้มฉนวนกันความร้อนแบบ CLOSED CELL ELASTOMERIC FOAM ความหนา 38 มม. (1 1/2 นิ้ว) เป็นอย่างน้อย

2. ชนิดของเครื่องสูบน้ำ

- เครื่องสูบน้ำ ชนิด HORIZONTAL SPLIT CASE
- เครื่องสูบน้ำชนิด VERTICAL IN-LINE PUMP
- ให้เลือกใช้ตามชนิดและ APPLICATION ที่ระบุในรายการอุปกรณ์ (EQUIPMENT SCHEDULE)



2.1 วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำแบบ HORIZONTAL SPLIT CASE

- 2.1.1 ตัวเครื่องสูบน้ำ (CASING) ทำด้วยเหล็กหล่อ ออกแบบมาให้ติดตั้งเดินท่อเข้า ส่วนครึ่งล่างของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ และสามารถเปิดส่วนครึ่งบนออก ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในได้โดยไม่ต้องถอดท่อน้ำและอุปกรณ์ด้านดูดและ ด้านส่งออก มีค่า (MAXIMUM WORKING PRESSURE) (175 ปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว) ท่อดูดและส่งจะต้องเป็นแบบหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION) ทั้งทางด้านดูดกลับ และทางด้านส่ง และทนแรงดันได้ เช่นเดียวกันกับตัวเครื่องสูบน้ำ ส่วนบนของเครื่องสูบน้ำให้ติดตั้ง AIR VENT เพื่อไล่อากาศภายในเครื่องสูบน้ำออก
- 2.1.2 ใบพัด (IMPELLER) ทำด้วย BRONZE OR STAINLESS STEEL หล่อเป็นชิ้น เดียว ยึดติดกับเพลลา ด้วยสลักอยู่ในตำแหน่งถูกต้อง ตัวใบจะต้องได้รับการ ปรับ สมดุล ทั้ง ทาง ด้าน HYDRAULICALLY AND MECHANICALLY BALANCED
- 2.1.3 CASING WEARING RING ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ทำ ด้วย BRONZE หรือ STAINLESS STEEL หรือ CAST IRON สามารถถอด เปลี่ยนได้โดยสะดวก
- 2.1.4 เพลลา (SHAFT) ทำด้วย STAINLESS STEEL หรือ CHROMIUM STEEL ออกแบบให้มี SAFETY FACTOR สูง ผิวโลหะเรียบได้ขนาดที่ถูกต้องแน่นอน
- 2.1.5 SEAL เป็นชนิด MECHANICAL SEAL และ SEAL ที่เลือกใช้ให้เป็นไปตาม มาตรฐานผู้ผลิต
- 2.1.6 BEARING ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY DEEP-GROOVE BALL BEARING มีขนาดมาตรฐานและหล่อลื่นด้วยจารบี แบบ GREASE LUBRICATION
- 2.1.7 COUPLING ระหว่างมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำ ต้องเป็นแบบ FLEXIBLE COUPLING ชนิด URETHANE หรือ STEEL PIN & BUSHING ที่สามารถ ถอดได้อยู่ระหว่าง MOTOR SHAFT หรือ PUMP SHAFT และจะต้องมีฝา ครอบป้องกัน COUPLING GUARD ยึดติดกับโครงฐานเครื่องสูบน้ำสามารถ ถอดออกได้ง่ายจะต้องเป็นแบบที่สามารถส่งถ่ายกำลังได้เต็มอัตรา
- 2.1.8 SHAFT SLEEVE จะต้องทำด้วย BRONZE หรือ STAINLESS STEEL หรือ CHROMIUM STEEL ผิวโลหะมีความแข็งสามารถป้องกันเพลตาลอดความ ยาวของ STUFFING BOX



2.2 วัสดุและโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำแบบ VERTICAL IN-LINE PUMP

- 2.2.1 เครื่องสูบน้ำเป็นชนิด VERTICAL INLINE, SPLIT COUPLING, แบบ SINGLE STAGE หรือ MULTI STAGE รายละเอียดจะระบุในแบบ มี CASING แบบ VOLUTE TYPE ขับโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 380 V/ 3PH/ 50HZ ผ่าน RIGID SPLIT COUPLING ที่ประกอบแกนเพลลาเครื่องสูบน้ำ และมอเตอร์ การติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิด VERTICAL INLINE เป็นไปตามคู่มือการติดตั้งและคำแนะนำของผู้ผลิต
- 2.2.2 เครื่องสูบน้ำเป็นแบบแนวตั้ง ท่อด้านดูดและด้านส่ง มีขนาดเท่ากันและอยู่ในแนวเดียวกันเป็นชนิดหน้าแปลน
- 2.2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวน, สมรรถนะความเร็วรอบ, การต่อเพลลา (COUPLING) จะต้องเป็นไปตามแบบที่ระบุไว้และเครื่องสูบน้ำ
- 2.2.4 เครื่องสูบน้ำที่ใช้จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้การบำรุงรักษาได้โดยสะดวก
- 2.2.5 เรือนเครื่องสูบน้ำ (CASING) ทำด้วยเหล็กหล่อ CAST IRON ต้องสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์/ตารางนิ้ว ข้อต่อหน้าแปลน (FLANGED CONNECTION) ทั้งทางด้านดูดและด้านส่งจะต้องทนแรงดันได้เช่นเดียวกับตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ
- 2.2.6 ใบพัด (IMPELLER) ต้องหล่อเป็นชิ้นเดียวทำด้วย BRONZE หรือ STAINLESS STEEL ได้รับการถ่วงสมดุลทั้งทางด้าน DYNAMIC และ STATIC มาจากโรงงานผู้ผลิต ใบพัดจะต้องไม่เสียหาย เนื่องจากใบพัดหมุนกลับทาง
- 2.2.7 CASING WEARING RING ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานสามารถถอด เปลี่ยนได้โดยสะดวก
- 2.2.8 เพลลา (SHAFT) ทำด้วย STAINLESS STEEL ผิวโลหะเรียบได้ ขนาดที่ถูกต้องแน่นอน
- 2.2.9 SEAL เป็นชนิด MECHANICAL SEAL ตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต
- 2.2.10 มอเตอร์ต้องเป็นชนิดมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (IE3) ชนิด INDUCTION MOTOR แบบแนวตั้ง ชนิดปกปิดมีชิตระบายความร้อนด้วยอากาศ TEFC (TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED MOTOR) ฉนวน INSULATION CLASS F ความเร็วรอบและระบบไฟฟ้าที่ใช้ตามที่กำหนดในแบบ
- 2.2.11 เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์จะต้องประกอบสำเร็จจากโรงงานผู้ผลิต สำหรับกรณีเครื่องสูบน้ำที่ใช้กับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (VSD) ชุดปรับความเร็วรอบจะติดตั้งกับมอเตอร์หรือติดตั้งที่ชุดควบคุมของเครื่องสูบน้ำ เป็น IP55/UL



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

TYPE 12 ชนิด LOW HARMONIC ที่มี DC LINK REACTOR ควบคุมไม่ให้เกิน 5% มี EMI/RFI FILTER ตามมาตรฐาน EN61800-3 สามารถเชื่อมต่อระบบ CPMS เป็น MODBUS หรือ BACNET เพื่อเป็นประโยชน์ในการ TEST & COMMISSIONING ชุดปรับความเร็วรอบจะต้องมี CONTROLLER ที่สามารถตั้งค่าอย่างน้อย 3 ค่าคือ MAX FLOW, MAX HEAD และ MIN HEAD โดยชุดปรับความเร็วรอบต้องสามารถแสดงหน้าจอมีรายละเอียดไม่น้อยกว่าที่ระบุ ดังต่อไปนี้

- แสดงอัตราการไหล (FLOW) เป็นหน่วย GPM หรือ L/S
- แสดงความดันใช้งาน (HEAD) เป็นหน่วย FT หรือ m
- แสดงความถี่ใช้งาน (HZ) เป็นหน่วย Hz
- แสดงกำลังไฟฟ้าใช้งาน (POWER) เป็นหน่วย kW
- แสดงกระแสใช้งาน (AMPERE) เป็นหน่วยแอมแปร์ (A)

2.2.10 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำทุกเครื่องพร้อมติดตั้งเกจวัดความดันทั้งทางด้าน น้ำดูดและด้านน้ำส่ง

2.2.11 เครื่องสูบน้ำทุกเครื่องจะต้องมีข้อต่อยืดหยุ่น (FLEXIBLE CONNECTOR) ทั้งทางด้านน้ำดูดและทางด้านน้ำส่ง หรือตามคำแนะนำผู้ผลิต

3. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ (PUMP INSTALLATION)

3.1 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำตามคู่มือการติดตั้งและคำแนะนำของโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ

3.2 จัดเตรียมบริเวณรอบ ๆ เครื่องสูบน้ำให้มีพื้นที่พอเหมาะและสะดวกในการที่จะเข้าไปทำการบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำได้ ซึ่งไม่น้อยกว่าระยะต่ำสุดที่โรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำได้กำหนดไว้

3.3 ให้แน่ใจว่าได้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำหรือของเหลวที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของ ๆ เหลว นั้น โดยไม่เกิดน้ำ หนุมวน (CAVITATION) และการสะสมของฟองอากาศ (VAPOR BINDING) ที่เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำงานเกินพิกัด (NON-OVERLOADING) เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำชุดเดียวหรือเดินเครื่องสูบน้ำหลาย ๆ ชุดขนานกัน

3.4 ท่อน้ำส่งและท่อน้ำกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าข้อต่อหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำ ให้ใช้ข้อลด (REDUCER) เป็นตัวช่วยลดในการติดตั้งและเพื่อป้องกันน้ำหนักของท่อน้ำกดลงยังตัวเรือนเครื่องสูบน้ำ ให้ยึด SUPPORT ใต้ข้อต่อทั้งทางด้านส่งและด้านกลับของเครื่องสูบน้ำ ติดกับฐานข้างเครื่องสูบน้ำ สำหรับท่อน้ำมีขนาด 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) และใหญ่กว่า หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต



- 3.5 ให้ติดตั้ง LINE SIZED SHUT-OFF VALVE และ STRAINER หรือ SUCTION GUIDE ที่มี STRAINER ภายในตัว ที่มีขนาดเท่ากับท่อน้ำเข้าทางด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำและติดตั้ง LINE-SIZED SOFT-SEAT CHECK VALVE หรือ COMBINATION VALVE (เป็นทั้ง SHUT-OFF VALVE และ CHECK VALVE) ทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำ
- 3.6 ให้ติดตั้งข้อต่ออ่อน (FLEXIBLE CONNECTION) ที่ท่อน้ำด้านส่งและท่อน้ำด้านดูดกลับของเครื่องสูบน้ำ หรือตามมาตรฐานผู้ผลิต
- 3.7 ให้ติดตั้งอุปกรณ์ไล่อากาศ (AUTOMATIC AIR VENT) ที่ด้านบนสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำและติดตั้งท่อน้ำ และวาล์วที่จุดต่ำสุดของตัวเรือนเครื่องสูบน้ำเพื่อระบายน้ำทิ้ง (DRAIN CONNECTION)
- 3.8 ติดตั้งท่อระบายน้ำทิ้งจากรางของฐานแท่นเครื่องสูบน้ำไปยังหัวรับน้ำทิ้ง (FLOOR DRAIN)
- 3.9 อัดจาระบีหรือเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับมอเตอร์ โดยดำเนินการก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (START-UP)
- 3.10 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ สำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด SPLIT CASE ให้ยึดเครื่องสูบน้ำให้แน่นหนากับฐาน INERTIA BASE พร้อมทั้งตั้งระดับให้แน่นอน แล้วยกขึ้นตั้งบน SPRING ISOLATOR ซึ่งวางยึดติดอยู่กับฐานคอนกรีต (CONCRETE FOUNDATION) การติดตั้งสำหรับเครื่องสูบน้ำชนิด VERTICAL INLINE ให้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 3.11 ในการตรวจสอบ (CHECK) ตั้งแนวศูนย์กลาง (ALIGNMENT) เครื่องสูบน้ำ ก่อนทำการเดินเครื่องสูบน้ำ (START-UP) จะต้องทำโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ (QUALIFIED ENGINEER)
- 3.12 ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบติดตั้งอุปกรณ์แผงสวิตช์, สตาร์ทเตอร์, อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ระบบสายไฟและ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำ, ตามที่ระบุในแบบเพื่อให้การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นไป ตามต้องการ รายละเอียดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามแบบ และข้อกำหนดในหมวดของ ระบบไฟฟ้า



CHILLER PLANT MANAGER

CHILLER PLANT MANAGER ต้องเป็นผลิตเดียวกันกับผู้ผลิตCHILLER และต้องเชื่อมต่อกับระบบ BAS ของอาคารได้ในระดับ MASTER CONTROL มีรายละเอียดไม่น้อยกว่าข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ข้อกำหนดทางด้าน HARDWARE

คุณลักษณะทั่วไป

HARDWAREของระบบควบคุมอัตโนมัติจะเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบขึ้นเป็นระบบควบคุมที่มีคุณลักษณะ ตามข้อกำหนดอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ OPERATOR, PORTABLE WORKSTATION & PHERIPHERALS, ชุดควบคุมระดับ NETWORK, ชุดควบคุมระดับ STAND ALONE (DDC) ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติ ไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดดังนี้

1.1 OPERATOR, PORTABLE WORKSTATION & PHERIPHERALS เป็นรุ่นล่าสุด ณ ขณะนั้น และมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ารายละเอียดดังนี้

- CPU. คุณสมบัติไม่ต่ำกว่า Pentium 4 with Hyper-Threading ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.40 GHz.
- Main board สามารถรองรับ CPU. ได้อย่างมีประสิทธิภาพมีความถี่ในการทำงานของระบบไม่น้อยกว่า (Font size bus) 800 MHz. มี ระบบ Dual-Channel Ram , PCI Express Support มี ระบบ SATA Hard disk and IDE RAID Function On Board , WIFI On Board มี USB. 2.0 On Board ไม่น้อยกว่า 6 Port มี IEEE 1394 Port พร้อมทั้ง Microphone ,Headphone และ Audio In - Out
- Main Memory ไม่น้อยกว่า 1 GB (แถวเดียว) ประเภทไม่ต่ำกว่า DDR2 ทำงานที่ความถี่ไม่น้อยกว่า 533 MHz.และเป็นประเภทที่รองรับ Dual-Channel
- Hard disk ขนาดไม่น้อยกว่า 80 GB รอบการหมุนไม่ต่ำกว่า 7200 RPM. รองรับการทำงาน SATA หรือ UATA 133
- CD-ROM เป็นแบบ ไม่ต่ำกว่า 16x DVD +/- RW Dual Layer
- LCD Monitor ขนาดไม่ต่ำกว่า 17” Response Time ไม่มากกว่า 16 ms. , Input Video signal With Analog And Digital , Contrast Ratio 1:500 หรือดีกว่า
- VGA With PCI Express Support รองรับ งาน 2D และ 3D มีหน่วยความจำ On Board ไม่น้อยกว่า 128MB. พร้อม TV. OUT Port
- Keyboard มาตรฐาน ไทย/อังกฤษ พร้อม Microsoft Wheel Optical mouse
- Ethernet ความเร็ว 10/100/1000 mbps. สามารถใช้งานกับ Cable UTP(RJ45)



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

- OS Software License With Microsoft XP Professional หรือ Windows For Server Version ล่าสุด ณ เวลาที่จัดส่งสินค้า และต้องมีแผ่น CD ของ Windows และ Driver ทั้งหมดให้มาพร้อมกันด้วย
- Power supply กำลังเต็มไม่ต่ำกว่า 400 Watt.
- สินค้าต้องได้รับรองมาตรฐาน UL,FCC และ ISO. 9000 ขึ้นไป
- อุปกรณ์ Mouse , Keyboard , Monitor และตัวเครื่อง ต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน ยกเว้น Monitor อาจเป็นยี่ห้ออื่นได้ ในกรณีหาตามข้อกำหนดไม่ได้ หรือ ได้สูงกว่าข้อกำหนด
- อุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องมีรายชื่อใน The hardware Compatibility List (HCL) ของ Microsoft
- เครื่องพิมพ์ Laser Printer 1200 x 1200 Pixels USB or Parallel Port

1.2 LOCAL AREA NETWORK (LAN) มีคุณสมบัติในการติดต่อสื่อสารระหว่าง OWS และชุดควบคุมระดับ NETWORK ในลักษณะ PEER-TO-PEER ของทุกๆ จุดในระบบ และควรมีอัตราการความเร็วในการ รับส่งข้อมูล 300 bps. To 115 Kbps. สามารถรองรับ PROTOCOL ในระดับ MIDUIM ACCESS CONTROL ได้หลายแบบต้องสามารถติดต่อสื่อสารดังต่อไปนี้

- ระหว่าง NETWORK CONTROLLERS
- ระหว่าง NETWORK CONTROLLERS และ OPERATOR WORKSTATIONS
- ระหว่าง OPERATOR WORKSTATIONS
- LAN ที่ใช้ต้องสามารถจัดระบบโครงสร้างตัวเองได้โดยอัตโนมัติ (AUTOMATICAL RECONFIGURING)
เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
ไม่ว่าจะเกิดอุปกรณ์บางตัวหรือบางกลุ่มในระบบเกิดขัดข้องขึ้น
- NETWORK PROTOCOL ที่ใช้จะต้องมี Communication Drivers เพื่อให้ระบบสามารถเชื่อมต่อกับ ระบบควบคุมอัตโนมัติยี่ห้ออื่นๆ และระบบอื่นๆ ต่อไปได้ในอนาคต

1.3 ชุดควบคุมระดับ Master Network : MN เป็นแบบ MCTROPROCESSOR ควบคุม SERVER ออกแบบมาใช้เฉพาะงานกับระบบควบคุมอัตโนมัติติดตั้งอยู่ในตู้ที่สามารถป้องกันการ ACCESS อัตโนมัติ DISTRIBUTED จาก UNAUTHORIZE PERSON คุณสมบัติของชุดควบคุมจะไม่ต่ำกว่า ข้อกำหนดต่อไปนี้



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

- 1.3.1 CPU แบบ 16 bit เช่น 68302 ความถี่ไม่ต่ำกว่า 16 MHz หรือ เบอร์อื่นๆ / ที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่านี้ มี A/D Resolution (AI) 12 bit,D/A Resolution (AO) 10 bit
- 1.3.2 MAIN MEMORY ขนาดไม่ต่ำกว่า 3 MB เพื่อใช้เก็บข้อมูลต่างๆ อาทิ เช่น
 - ฐานข้อมูลของ POINT ต่างๆ สำหรับชุดควบคุมระดับ Local Stand Controller : DDC ที่ต่อเข้ากับชุดควบคุมระดับ Master Network นี้
 - ตารางการกำหนดเวลา (TIME SCHEDULE) ของ POINTS ต่างๆ
 - ค่า ALARM และ WARNING LIMIT สำหรับ POINTS ต่างๆ
 - MESSAGE การเปลี่ยนแปลง STATE ของ POINTS แบบ DIGITAL ไม่ต่ำกว่า 10 STATES สุดท้าย
 - ค่าแบบ ANALOG ในรอบ 24 ชั่วโมง ของ ANALOG POINTS ทั้งหมดจากการบันทึกทุกๆ ครึ่งชั่วโมง
 - มี Battery Backup สำหรับ RAM ไม่น้อยกว่า 7 วัน
- 1.3.3 อุปกรณ์เชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายข้อมูล(Communication)การสื่อสารกับเครือข่ายเดียวกัน และสื่อสารภายใต้ BACNET Protocol (BACnet Protocol (BACnet Inter Network) ผ่านทาง Ethernet, Ethernet TCP/IP หรือ ARCNET Physical/Data Link Layer protocol
- 1.3.4 อุปกรณ์เชื่อมโยงเข้ากับชุดควบคุมระดับ Local : STAND ALONE CONTROLLER หรือชุดควบคุมเฉพาะงานในลักษณะแบบ MULTIPOINT ระบบเปิดตามมาตรฐาน IEEE EIA-709.1 (Lon Talk)
- 1.3.5 ชุดควบคุมระดับ Master Network : MN จะต้อง มี SELF DIAGNOSTIC พร้อมชุดแสดงผลในกรณีที่ชุดควบคุมระดับ NETWORK เกิดการสูญหาย โปรแกรมด้วยสาเหตุใดก็ตาม OPERATOR WORKSTATION จะต้อง DOWNLOAD PROGRAM ให้ใหม่ได้โดยอัตโนมัติ
- 1.3.6 มีอัลกอริธึมในการควบคุมที่เหมาะสมกับการใช้งานเช่นในงานควบคุมทั่วไปอาจประกอบไปด้วย P, PI, PID เป็นมาตรฐาน และวิธีอื่นๆ ที่ทันสมัย ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานให้ เหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับเฉพาะอย่างจะต้องมีอัลกอริธึม ที่เหมาะสมกับการทำงาน
- 1.3.7 มี INPUT และ OUTPUT ที่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น ANALOG, DIGITAL ที่ POTENTIAL ISOLATED ทำงานกับแรงดัน เช่น 0-10 V หรือกระแส 4-10 mA หรือ 4-20mA สำหรับ ANALOG และ DRY CONTROL หรือ LOGIC LEVEL



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

สำหรับDIGITALเป็นต้นสำหรับงานเฉพาะอย่างจะต้องมีI/Oที่เหมาะสมกับการใช้งาน

1.3.8 มี HAND-OFF-AUTO SWITCH ที่ DIGITAL POINT OUTPUT เพื่อให้ผู้ตรวจสอบ สามารถทำการสั่งการทำงานของ POINT นั้นๆ ได้โดยไม่ต้องรอคำสั่งจาก CONTROLLER หรือ WORKSTATION ของระบบเองต้องมีจอภาพแสดงผล LCD บนตัว MASTER CONTROLLER เป็นแบบTOUCH SCREEN เพื่อให้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆเบื้องต้นได้ หรืออย่างอื่น

1.3.9 มีจอภาพแสดงผลแบบ LCD ชนิด TOUCH SCREEN F เพื่อให้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ เบื้องต้นได้

1.4 ชุดควบคุมระดับ Local : (STAND ALONE CONTROLLER) เป็นชุดควบคุมที่ทำงานอิสระ อาจพิจารณา ได้เป็นชุดควบคุมสำหรับงานทั่วไป เช่นเป็น DIGITAL CONTROLLER หรือชุดควบคุมที่ออกแบบ เฉพาะงาน เป็น DEDICATED CONTROLLER คุณสมบัติที่สำคัญของชุดควบคุมเหล่านี้ได้แก่

1.4.1 สามารถทำงานร่วมกับชุดควบคุมระดับ Master Network : MN ได้อย่างดี วิธีการเชื่อมโยง เข้ากับชุดควบคุม ระดับ NETWORK ระบบเปิดตามมาตรฐาน IEEE EIA=709.1 (Lon Talk)

1.4.2 มีอัลกอริธึม ที่เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ในงานควบคุมทั่วไป อาจประกอบไปด้วย P, PI, PID เป็นมาตรฐาน และวิธีอื่นๆ ที่ทันสมัย ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดการทำงานให้เหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับงานเฉพาะอย่าง จะต้องมัลกอริธึม ที่เหมาะสมกับการทำงาน

1.4.3 มี INPUT และ OUTPUT ที่เหมาะสมกับการทำงานเช่น ANALOG, DIGITAL ที่ POTENTIAL ISOLATED ทำงานกับแรงดัน เช่น 0-10 V หรือกระแส 4-10 mA หรือ 4-20 mA สำหรับ ANALOG และ DRY CONTACT หรือ LOGIC LEVEL สำหรับ ANALOG และ DRY CONTACT หรือ LOGIC LEVEL สำหรับ DIGITAL เป็นต้น สำหรับงานเฉพาะอย่างจะต้องมี I/O ที่เหมาะสมกับการใช้งาน

1.4.4 มี HAND-OFF-AUTO SWITCH Fที่ DIGITAL POINT OUTPUT เพื่อให้ผู้ตรวจสอบสามารถทำ การสั่งการทำงานของ POINT นั้นๆ ได้โดยไม่ต้องรอคำสั่งจาก CONTROLLER หรือ WORKSTATION ของระบบเองหรืออย่างอื่น



- 1.4.5 ระบบที่ใช้เป็นแบบ MICROPROCESSOR BASED SOFTWARE
ที่อาจใช้อาจจะอยู่ในรูปของโปรแกรม โดยผู้ใช้หรือเป็น FIRMWARE
ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน

2. ข้อกำหนดด้าน SOFTWARE

SOFTWARE สำหรับระบบ ควบคุมอัตโนมัติคุณลักษณะทั่วไป

2.1 SOFTWARE ที่ใช้งาน WORKSTATION

2.1.1 โปรแกรมควบคุมระบบงาน

2.1.2 โปรแกรมควบคุมระบบ ควบคุมอัตโนมัติ

- การควบคุมการติดต่อระหว่าง OPERATOR กับระบบควบคุมอัตโนมัติ
- การจัดการและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ
- ฟังก์ชันการแสดงผลและบันทึกสถานะของ FACILITY ต่างๆ
- การควบคุมการสื่อสารของเครือข่ายข้อมูลของระบบ

2.1.3 โปรแกรมสนับสนุนการทำงาน

- โปรแกรมด้านกราฟฟิก
- โปรแกรมด้าน ANIMATION

2.1.4 โปรแกรมสนับสนุนการทำงาน INTRANET หรือ INTERNET WEBBROWSERS



เครื่องทำน้ำเย็น แบบระบบไร้น้ำมันหล่อลื่น

(Oil-Free Magnetic Bearing Chiller)

- 1) รายละเอียดเครื่องทำน้ำเย็น แบบระบบไร้น้ำมันหล่อลื่น (Oil-Free Magnetic Bearing Chiller) จะต้องประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ ไม่น้อยกว่า 2 ชุด ในเครื่องทำน้ำเย็นตัวเดียวกัน สำหรับขนาดทำความเย็น 250 Ton ขึ้นไป สามารถทำงานได้ต่อเนื่องและเป็นอิสระต่อกัน เลือกเปิดหรือปิดการใช้งานคอมเพรสเซอร์ได้จากชุดควบคุม กรณีคอมเพรสเซอร์ชุดหนึ่งชุดใดมีปัญหาหรือปิดใช้งาน คอมเพรสเซอร์ชุดที่เหลือจะต้องยังคงทำงานได้ตามปกติ และจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต และออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 400/380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิทซ์ เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้ Centrifugal Compressor ส่วนทำน้ำเย็น (Cooler), ส่วนหล่อเย็น(Condenser), Electronic Expansion Valve, Microprocessor Control และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับสารทำความเย็น R-134a รวมทั้งเดิมสารทำความเย็นให้ครบถ้วนสมบูรณ์และถูกต้องตามมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต โดยทั้งหมดต้องติดตั้งอยู่บนโครงฐานโลหะชุดเดียวกันภายในตัวถัง(Casing) ที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต และได้รับการ Certified ตามมาตรฐานและข้อกำหนดของ AHRI Standard 550/590 หรือ AHRI Standard 551/591
- 2) คอมเพรสเซอร์ ชุดขับเคลื่อนและมอเตอร์ (Compressor, Drive and Motor) เป็นชนิดแรงเหวี่ยง Multi-stage ขับเคลื่อนโดยตรง (Direct Drive) คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดจะประกอบด้วย Impeller, Shaft, Inlet Guide vane และขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า โดยแกนเพลลาจะต้องรองรับด้วยเบร็กแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งแนวรัศมีและแนวแกน (Radius & Axial) พร้อมทั้งระบบควบคุมการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าตลอดเวลาในช่วงเริ่มหมุนไปจนหยุดหมุน
- 3) ส่วนทำน้ำเย็นและส่วนหล่อเย็น (Cooler & Condenser) ส่วนทำน้ำเย็นจะต้องเป็นแบบ Shell and Tube, Flood Type ที่ได้รับมาตรฐาน ASME Pressure Vessel Code, JIS หรือ GB Pressure Vessel Code และมีท่อ Copper Tube และ Shell ออกแบบความดันใช้งาน 150 psig หรือ 1.0 Mpa ต้องมีที่ระบายน้ำทิ้งและมีฝาเปิด-ปิดได้สำหรับทำความสะอาดท่อ มี Tapping ขนาดเหมาะสมสำหรับติดตั้ง Control Bulb และมาตรวัดต่างๆ การควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่ไปยัง Cooler ผ่านอุปกรณ์ควบคุมการไหลแบบอิเล็กทรอนิกส์แพนชั่นวาล์ว เพื่อให้ปริมาณสารทำความเย็นมีปริมาณเหมาะสมตามภาระการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น รวมทั้งมีการติดตั้งวาล์วตัดตอน (Isolation Valve) ทั้งทางด้านดูดและด้านส่งของคอมเพรสเซอร์แต่ละชุดเพื่อใช้ในการกักเก็บสารทำความเย็นในกรณีที่มีการซ่อมบำรุงและสามารถเดินเครื่องทำความเย็นได้บางส่วนโดยไม่กระทบกับการตรวจสอบคอมเพรสเซอร์เครื่องที่ไม่สามารถใช้งานได้
- 4) ระบบน้ำยา (Refrigerant System) จะต้องเป็นแบบหนึ่งคอมเพรสเซอร์หนึ่งระบบ (a compressor one system) เพื่อความยืดหยุ่นในการใช้งานในกรณีที่คอมเพรสเซอร์ตัวใดตัวหนึ่งมีปัญหา



คอมเพรสเซอร์ที่เหลือยังคงทำงานได้ตามปกติและมีความสะดวกในการซ่อมบำรุง โดยสารทำความเย็นจะต้องเป็นชนิด R134a หรือ Non CFC เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- 5) เสียงรบกวนและการสั่นสะเทือน เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องมีเสียงรบกวนในขณะเดินเครื่องมีความดังไม่สูงกว่า 80 db(A) และมีการสั่นสะเทือนน้อยมาก โดยสามารถวางเครื่องทำน้ำเย็นได้บนพื้นที่ติดตั้งโดยไม่ต้องมีอุปกรณ์รองรับการสั่นสะเทือนใดๆเลย
- 6) การควบคุมสมรรถนะของเครื่อง ทำหน้าที่ปรับปริมาณสารทำความเย็นและความเร็วรอบของ Compressor ให้เหมาะสม เพื่อควบคุมระดับการทำความเย็นให้ได้ตามที่ตั้งค่าไว้ ผ่านการควบคุมด้วย Micro Processor Control หรือ PLC Control ทำงานโดยอัตโนมัติทั้งหมด โดยมีจอแสดงผลเป็นแบบ LCD หรือ VGA แบบ Touch Screen Display และต้องสามารถเชื่อมโยงต่อกับระบบการจัดการเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Management System)
- 7) ระบบความปลอดภัยในขณะเดินเครื่อง (Safety Operation) จะต้องมีระบบความปลอดภัยในขณะเดินเครื่องทำน้ำเย็น อย่างน้อย ดังนี้
 - High/Low Pressure Protection
 - Short of water relay protection
 - Anti-freezed of water protection
 - Motor overload protection
 - High/Low voltage protection
 - Phase sequence and lack of phase protection
- 8) มาตรฐานการผลิต (Product Certification system) เครื่องทำน้ำเย็นจะต้องผลิตมาจากโรงงานที่มีมาตรฐานการผลิตและการทดสอบ ดังต่อไปนี้
 - ISO 9000 certification
 - ISO14000 certification
 - AHRI Standard 550/590 หรือ AHRI Standard 551/591
- 9) มีระบบ IOT Monitoring Online เพื่อตรวจสอบการทำงานเครื่องทำน้ำเย็นผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน และมีการบันทึกข้อมูลสถานะการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นที่เก็บไว้ในCloud ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ คือ สถานะอุณหภูมิ น้ำเย็น น้ำหล่อเย็น อัตราการไหล สถานะด้านไฟฟ้าและสถานะการทำงานสารทำความเย็น และสามารถดาวน์โหลดข้อมูลดังกล่าวได้ในรูปแบบไฟล์ Excel เพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์การทำงานเครื่องทำน้ำเย็นของผู้ใช้งาน
- 10) ผลิตภัณฑ์ เครื่องทำน้ำเย็น จะต้องผลิตเครื่องทำน้ำเย็น ประเภท Magnetic Bearing Oil Free Chiller มาแล้วไม่ต่ำกว่า 12 ปี และมีการติดตั้งใช้งานจริงในประเทศไทย ไม่ต่ำกว่า 5 ปี



ระบบป้องกันเพลิงไหม้

1. ข้อกำหนดโดยทั่วไป

ก. มาตรฐานการติดตั้งระบบจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

- NFPA 13 # Standard for the installation of Sprinkler System
- NFPA 14 # Standard and Hose System
- NFPA 20 # Standard for the installation of Centrifugal Fire Pump

เครื่องสูบน้ำสามารถส่งน้ำได้ 150 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่กำหนด โดยมีความดันไม่ต่ำกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ของความดันที่กำหนด และเมื่อปิดวาล์วด้านน้ำส่งความดันจะต้องไม่เกิน 120 เปอร์เซ็นต์ของความดันที่กำหนด

ข. Valve ทั้งหมดที่ใช้ในระบบนี้ต้องได้รับการรับรองจาก UL หรือ FM

ค. ท่อน้ำดับเพลิง, อุปกรณ์และเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องทาสีแดง โดยจะต้องทำความสะอาดพื้นผิวและทาสีกันสนิม (Red Lead Primer) ก่อนทาสีจริง

2. มาตรฐานเครื่อง , วัสดุและอุปกรณ์

ก. เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Diesel Fire Pump)

- เครื่องสูบน้ำเป็นชนิด Split Centrifugal Fire Pump ขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซลตามมาตรฐาน
- เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องได้มาตรฐานการรับรองจาก UL และ FM โดยมีผลทดสอบเพื่อรับรองเครื่องสูบน้ำตาม Serial Number เครื่องที่จะใช้ในโครงการนี้เท่านั้น
- อุปกรณ์ประกอบจะต้องประกอบด้วย
 - Discharge Tee
 - Automatic Air Release Valve
 - Main Relief Valve
 - Flow Measuring Device
 - Close Waste Cone
 - Discharge Pressure Gauge
- เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ มีกำลังขับเคลื่อนต้องสูงกว่ากำลังขับที่เครื่องสูบน้ำต้องการไม่ต่ำกว่า 10% ต้องสร้างตาม NFPA20 และอุปกรณ์จะต้องประกอบด้วย
 - Governor สำหรับปรับรอบเครื่องยนต์ให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10% และต้องสามารถช่วยคงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ได้ที่ Rate Speed เมื่อเครื่องสูบน้ำใช้กำลังสูงสุด



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

- Over Speed Shut Down Device เมื่อความเร็วของเครื่องยนต์เกิน 20% ของ Rate Speed และมี Manual Reset พร้อมไฟสัญญาณที่แผงควบคุมเครื่องยนต์
- Tachometer, Hour Meter, Oil Pressure Gauge and Temperature Gauge ที่แผงควบคุมเครื่องยนต์ พร้อมชุดสตาร์ทเตอร์เครื่องยนต์ การเดินสายภายในแผงควบคุมจะสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต
- Battery จำนวน 2 ชุด และ Battery Charger มีกำลังพอที่จะหมุนเพลลาข้อเหวี่ยงให้ได้อุปกรณ์ที่ผู้ผลิตแนะนำเป็นเวลานาน 6 นาที (หมุน 15 วินาทีพัก 15 วินาที ในจำนวน 12 ครั้งต่อเนื่องกัน)
- ระบายความร้อนด้วยน้ำแบบ Closed Circuit Type โดยมีปั๊มระบายความร้อนและ Heat Exchanger
- ถังน้ำมันดีเซลสำหรับพอลในการเดินเครื่องยนต์อย่างน้อย 8 ชั่วโมง มีอุปกรณ์ช่วยในการเติมน้ำมัน, ที่ระบายน้ำมัน, ท่อระบายอากาศ และที่ดูระดับน้ำมัน
- แผงควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 20 และได้รับการรับรองจาก UL และ FM แล้ว โดยจะต้องประกอบเสร็จมาจากโรงงานผู้ผลิตเป็นชนิด Automatic Start และมีอุปกรณ์ Program Timer for Weekly Automatic Test Start
- การต่อท่อไอเสีย เพื่อนำไปทิ้งในบริเวณที่เหมาะสม ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ

ข. เครื่องสูบน้ำรักษาความดันและแผงควบคุม

- Non Overloading Vertical Multistage Centrifugal Pump หรือ Regenerative Turbine Pump ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบไม่เกิน 3,000 รอบต่อนาที
- มอเตอร์เป็นชนิด TEFC Type และประกอบกับเครื่องสูบน้ำบนฐานเหล็กอันเดียวกันมาจากโรงงานผู้ผลิต
- จะต้องมีการ Relief Valve and Pressure Gauge

ค. ระบบวาล์วสัญญาณ (Alarm Valve)

เป็นวาล์วควบคุมการเปิดน้ำเข้าระบบท่อเย็น และสายส่งน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งเข้าในระบบด้วยแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 250 PSI ท่อระบายน้ำทิ้งจากกระชังน้ำให้ระบายทิ้งยังท่อระบายน้ำเลย และกระชังน้ำจะต้องอยู่ในตำแหน่งบริเวณห้องควบคุม



ง. Graphic Annunciator Board

จะต้องมี Flow Diagram แสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบ พร้อม Alarm เมื่อมีความผิดปกติของระบบ

จ. ตู้อุปกรณ์ดับเพลิง (FHC)

- สายฉีดน้ำ (Fire Hose Reel, Swing Type) ผลิตตามมาตรฐาน BS5274 ขนาด 1 นิ้ว ยาว 100 ฟุต เสริมให้แข็งแรงทำให้ไม่หักงอ ทนความดัน ทดสอบไม่ต่ำกว่า 300 PSI อยู่ในสายทำจากโลหะ ไม่เป็นสนิม พ่นสีแดง มีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
 - Jet / Spray / Shut-Off Nozzle
 - Ball Valve Dia.1"
 - Angle Valve Sia. 2 1/2" Cast Brass Valve with Red Hand Wheel 175 PSI Rated Complete with Female Quick Coupling and Cap
 - Fire Extinguisher ABC 10 lbs (6A 20B)

ฉ. Fire Department Connection

- UL list 175 PSI Working Pressure Dia.6" x 2 1/2" x 2 1/2"
- Polished Chrome Plated, Individual Drop Clapper Valve, Plug & Chains

ช. Valve

- Working Pressure 175 PSI water at 30 องศาเซลเซียส
- ขนาด 1/2" – 2" ต่อด้วยเกลียวตัวเรือนทำจากบรอนซ์
- ขนาด 2 1/2" – Over ต่อด้วยแปลนตัวเรือนทำจาก Cast Iron
- ต้องได้มาตรฐาน UL/FM รับรอง

ซ. ท่อน้ำดับเพลิง

- ให้ใช้ท่อเหล็กดำชนิดมีตะเข็บ Schedule 40 โดยทั่วไป ส่วนท่อระบายน้ำจาก Relief Valve, Flow meter & Test line ให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี Schedule 40 และท่อดับเพลิงส่วนฝังดินให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี Schedule 40 และทำฮีพอร์คซี่ และพันผ้าดิบทับ 2 รอบ การต่อท่อจะใช้การเชื่อมหรือต่อด้วยวิธี Groove ก็ได้ หากใช้การ Groove จะต้องใช้ข้อต่อและการติดตั้งตามคำแนะนำจากผู้ผลิต
- การทดสอบท่อด้วยแรงดัน 250 PSI เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที



อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้

1. คุณสมบัติทั่วไป

- 1.1 อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ และอุปกรณ์ประกอบ ที่ใช้ในระบบ ผ่านการรับรองตามมาตรฐานUnderwriters Laboratories (UL) ยกเว้นแผงแสดงตำแหน่งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Annunciator)
- 1.2 การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FAS) ต้องเป็นไปตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ฉบับล่าสุด
- 1.3 ตัวแทนจำหน่ายจะต้องมีจดหมายแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง
- 1.4 ตัวแทนจำหน่ายจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 ขอบข่ายการรับรองการจัดจำหน่ายออกแบบ ติดตั้ง และบริการบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย
- 1.5 ตัวแทนจำหน่ายจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 14001 : 2015 ขอบข่ายการรับรองการจัดจำหน่ายออกแบบ ติดตั้ง และบริการบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย
- 1.6 ตัวแทนจำหน่ายจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 45001 : 2018 ขอบข่ายการรับรองการจัดจำหน่ายออกแบบ ติดตั้ง และบริการบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย

2. รายละเอียดด้านความต้องการใช้งาน

- 2.1 เมื่อได้รับสัญญาณแจ้งเตือนเหตุไม่ว่ากรณีใดๆ ระบบต้องแจ้งสัญญาณมาที่ตู้ควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FCP) และแผงแสดงตำแหน่งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Annunciator)
- 2.2 การทำงานของระบบเมื่อได้รับสัญญาณแจ้งเตือนเหตุไม่ว่ากรณีใดๆ ระบบที่หน้าแผงแสดงแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Annunciator) หลอดไฟของ Graphic Annunciator จะกระพริบหรือติดค้าง พร้อมส่ง เสียงสัญญาณ เตือนเพื่อให้เจ้าหน้าที่ รับทราบจนกว่าจะกด สวิตช์ Acknowledge หรือ Stop Buzzer เสียงสัญญาณจะเงียบแต่หลอดไฟ จะยังคงติดสว่างอยู่จนกว่าระบบจะกลับสู่เหตุการณ์ปกติ
- 2.3 เมื่อได้รับสัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ไม่ว่ากรณีใดๆ ระบบสัญญาณแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ต้องทำงานร่วมกับระบบ อื่นๆ ใน อาคาร ดังนี้
 - 2.3.1 ต้องส่งสัญญาณควบคุมสั่งให้ลิฟต์ทุกชุดในอาคาร ลงจอดที่ระดับ ชั้นล่าง ระดับพื้นดิน หรือชั้นที่กำหนด (ถ้ามี)
 - 2.3.2 ต้องส่งสัญญาณควบคุมสั่งให้พัดลมอัดอากาศทุกชุดในอาคารทำงาน หรือตามที่กำหนด (ถ้ามี)



- 2.3.2 ต้องส่งสัญญาณควบคุมสั่งให้ประตูที่ใช้เป็นทางผ่านในการหนีไฟ ให้ปลดล็อกประตูอัตโนมัติ (ถ้ามี)

3 รายละเอียดของอุปกรณ์หลัก

- 3.1 ตู้ควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FCP)
- 3.2 แผงแสดงตำแหน่งแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Annunciator)
- 3.3 อุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือน (Conventional)
 - (1) อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Conventional Smoke Detectors)
 - (2) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Conventional Heat Detector)
 - (3) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Conventional Manual Call Station)
 - (4) อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนด้วยเสียงและแสง
- 3.4 สายไฟและสายสัญญาณ

4 รายละเอียดด้านเทคนิค

- 4.1 ตู้ควบคุมระบบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (FCP) มีคุณสมบัติดังนี้
 - 4.1.1 เป็นตู้ควบคุมระบบแบบ Microprocessor-controlled
 - 4.1.2 มีจอ LCD แสดงผลของข้อความเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้
 - 4.1.3 มีหลอด LED แสดงสถานะการทำงานต่างๆ อย่างน้อยดังนี้
 - (1) Alarm
 - (2) Trouble
 - (3) Supervisory
 - (4) Ground Fault
 - (5) Water flow
 - (6) Service Detector
 - (7) Battery Trouble
 - (8) Annunciator Trouble
 - 4.1.4 สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจจับแบบ Conventional ได้ไม่น้อยกว่า 10 Zone
 - 4.1.5 มี NAC (Notification Appliance Circuit) class B ไม่น้อยกว่า 4 NAC
 - 4.1.6 มี Function “Clean Me” เมื่อใช้งานกับอุปกรณ์ตรวจจับควันที่รองรับ
 - 4.1.7 สามารถโปรแกรมและทำการ Servicing ที่หน้าตู้ได้
 - 4.1.8 รองรับการโปรแกรมทาง PC โดยผ่านทาง DACT/Dialer
 - 4.1.9 ได้รับมาตรฐาน UL864 (53000), ULC-S527, CSFM



- 4.2 แผงแสดงระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Annunciator) ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้
 - 4.2.1 แผงแสดงการติด ตั้งอุปกรณ์ ตามแบบแปลนอาคารแต่ละ ชั้น ขนาดไม่เล็กเกินไป และดูเหมาะสม
 - 4.2.2 แผงเป็นชนิดอะลูมิเนียม
 - 4.2.3 ขนาดของแผ่นอะลูมิเนียมต้องมีขนาดเหมาะสมกับแบบของอาคาร
 - 4.2.4 หลอดไฟ LED ของแผง annunciator จะต้องจัดให้ครบตามจำนวน Zone ที่มีในแบบ
- 4.3 อุปกรณ์ Conventional Initiating Devices
 - 4.3.1 อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Conventional Smoke Detectors)
 - (1) เป็นชนิดตรวจจับด้วยลำแสง (Photoelectric smoke Detector)
 - (2) Smoke sensitivity range 1.23% - 3.20% per ft.
 - (3) มีหลอด LED (สีแดง) แสดงสถานะการทำงาน สามารถเปิดหรือปิด LED ในขณะที่อุปกรณ์อยู่ในสถานะปกติ (Standby) หากอุปกรณ์ตรวจจับควันได้ (Alarm) LED ก็จะติดค้าง
 - (4) สามารถถอด Optical Chamber ออกมาทำความสะอาดได้
 - (5) สามารถทดสอบการทำงานของอุปกรณ์โดยใช้แม่เหล็กทดสอบได้ (Magnetic Test)
 - (6) ได้รับมาตรฐาน UL 268
 - 4.3.2 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิและอุณหภูมิคงที่ (Conventional Rate-of-Rise/Fixed Temperature Heat Detector)
 - (1) สามารถตรวจจับความร้อนเมื่อมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (Rate-of-Rise) และ อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิคงที่ ที่กำหนดไว้ (Fixed Temperature)
 - (2) สามารถตั้งค่าการตรวจจับเป็นแบบตรวจจับความร้อนเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิคงที่ 135F (57C) ที่กำหนดไว้ (Fixed Temperature) แบบเดียวได้
 - (3) ทำงานเมื่ออัตราการเพิ่มของอุณหภูมิในห้องสูงเกินกำหนด 15F (8.3C) ต่อ นาที และ ในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินประมาณ 135F (57C)
 - (4) มีหลอด LED (สีแดง) แสดงสถานะ การทำงาน สามารถเปิดหรือปิด LED ในขณะที่อุปกรณ์อยู่ในสถานะปกติ (Standby) หากอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนได้ (Alarm) LED ก็จะติดค้าง
 - (5) ได้รับมาตรฐาน UL 521
 - 4.3.3 อุปกรณ์ ตรวจ จับความ ร้อนแบบอุณหภูมิ สูงคงที่ (Conventional Fixed High Temperature Heat Detector)
 - (1) สามารถตรวจจับความร้อนแบบอุณหภูมิคงที่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิคงที่ ที่ กำหนดไว้ (Fixed Temperature)



(2) ในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินประมาณ 194F (90C)

(3) ได้รับมาตรฐาน UL, FM และ CSFM

4.3.4 อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ (Conventional Manual Call Station)

(1) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

(2) แบบดึงคันโยก (Manual Pull Station) และรองรับ Key switch เพื่อส่งสัญญาณ General Alarm ไปที่ตู้ควบคุม

(3) มีอักษรคำว่า PULL IN CASE OF FIRE ที่เห็นได้ชัดเจน

(4) วัสดุทำจากโลหะหล่อ (Die-Cast Metal) สีแดง

(5) ได้รับมาตรฐาน UL Listed, MEA and FM Approvedแจ้งเหตุด้วยมือ (Conventional Manual Call Station)

4.4 อุปกรณ์อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ (Notification Appliances) ชนิดของอุปกรณ์ตามระบุในแบบ

4.4.1 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนด้วยเสียงและแสง (Horn with Strobe)

(1) เป็นชนิดส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียงและแสง (Horn Strobe)

(2) เป็นแบบติดตั้งกับผนัง

(3) สามารถเลือกปรับความดังของเสียง 80 dB และ 85 dB ตามมาตรฐาน UL464

(4) หลอดแสงสว่าง เป็นแบบ LED Strobe สามารถเลือกปรับความเข้มของแสงสว่างได้ 15, 30, 75, หรือ 110 cd

(5) ได้รับมาตรฐาน UL

4.4.2 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนด้วยเสียงแบบกระดิ่ง (Fire Alarm Bell) เป็นแบบกระดิ่ง (Bell) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ทำงานด้วยไฟ DC 24 โวลต์ สีแดง ได้รับมาตรฐาน UL, ULC และ FM Approved.

4.5 สายไฟและสายสัญญาณ ดังนี้

4.5.1 สายไฟชนิดทนไฟ (FRC)

4.5.2 สายไฟ THW ชนิดสายทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซีตาม มอก.11-2533

5 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ก. Kidde

ข. Vigilant

ค. Fire shield

ง. Carrier

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยสารดับเพลิงสะอาด

1. ขอบเขตของงาน

ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องดำเนินการออกแบบ จัดหา ติดตั้งและการทดสอบของระบบดับเพลิงแบบ Total Flooding ของสารดับเพลิงสะอาด FK-5-1-12 (Dodecafluoro-2-methylpentan-3-one – FK-5-1-12) พร้อมด้วยระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้โดยอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตามข้อกำหนดต่างๆที่มีอยู่ในเอกสารฉบับนี้ และจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ

2. ข้อกำหนดทั่วไป

- 2.1 ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดต้องมีสำเนาหนังสือแสดงการเป็นผู้แทนจำหน่ายของผู้ผลิตในประเทศไทยโดยตรงจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น
- 2.2 ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยก๊าซ FK-5-1-12 จะต้องใช้วิธีการดับเพลิงแบบ Total flooding โดยใช้ความเข้มข้นของก๊าซดังนี้
 - Class A : 4.5%
 - Class B : 5.9%
 - Class C : 4.5%
- 2.3 ระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยสาร FK-5-1-12 ที่ติดตั้งจะต้องเป็นแบบ Total Flooding System โดยกำหนดให้มีความเข้มข้นของ สารเพียงพอในการดับเพลิง ตามข้อกำหนดของผู้ผลิตหรือเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับและสารดับเพลิงที่ใช้จะต้องได้รับการทดสอบ พร้อมทั้งได้เอกสารการรับรอง (UL Listed) โดยปริมาณของสารดับเพลิงในห้องที่มีอุณหภูมิ 21.1 องศาเซลเซียส จะต้องใช้เวลาในการฉีดสารให้หมดถึงภายในระยะเวลาไม่เกิน 10 วินาที โดยเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ
- 2.4 อุปกรณ์ในระบบอย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย Cylinder, Control Panel, Automatic Detector, Gas Release Device, Discharge Nozzle, Alarm Bell, Horn and Strobe และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในระบบ
- 2.5 ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดต้องแสดงการคำนวณปริมาตรสาร , ขนาดท่อ , หัวฉีดและ Working Pressure ด้วย Software ของโรงงานผู้ผลิตที่ได้มาตรฐาน UL พร้อมแนบมากับการเสนอราคา
- 2.6 สารดับเพลิงที่ใช้จะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกัน หรือ ผลิตมาจากผู้ผลิตเดียวกันกับผู้ผลิตอุปกรณ์ระบบดับเพลิง เช่น ถัง วาล์ว หัวฉีด หรืออุปกรณ์ควบคุมการสั่งฉีดสาร เป็นต้น
- 2.7 สารดับเพลิงที่ใช้จะต้องได้รับการรับรองจากทั้ง UL และ FM เป็นอย่างน้อย



- 2.8 ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องมีวงเงินประกันโครงการไม่ต่ำกว่ามูลค่าของโครงการโดยจะต้องครอบคลุมทั้งบุคคลและทรัพย์สินภายในโครงการ
- 2.9 ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยจะต้องเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 หรือ Version ที่สูงกว่า ในขอบข่ายการรับรองในส่วนของการจัดจำหน่าย ออกแบบ ติดตั้งและบริการบำรุงรักษา ระบบป้องกันอัคคีภัยระบบสัญญาณเตือนภัยและระบบการรักษาความปลอดภัยทางอัคคีภัยหรือผ่านการประกวดด้านความปลอดภัยในการทำงานจากหน่วยงานรัฐที่น่าเชื่อถือและผ่านการประเมินในระดับสูงสุดเท่านั้น
- 2.10 ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยจะต้องเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 14001 : 2015 หรือ Version ที่สูงกว่า ในขอบข่ายการรับรองในส่วนของการจัดจำหน่าย ออกแบบ ติดตั้งและให้บริการบำรุงรักษา ระบบป้องกันอัคคีภัยระบบสัญญาณเตือนภัยและระบบการรักษาความปลอดภัยทางอัคคีภัยหรือผ่านการประกวดด้านความปลอดภัยในการทำงานจากหน่วยงานรัฐที่น่าเชื่อถือและผ่านการประเมินในระดับสูงสุดเท่านั้น
- 2.11 ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยจะต้องเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 45001 : 2015 หรือ Version ที่สูงกว่า ในขอบข่ายการรับรองในส่วนของการจัดจำหน่าย ออกแบบ ติดตั้งและให้บริการบำรุงรักษา ระบบป้องกันอัคคีภัยระบบสัญญาณเตือนภัยและระบบการรักษาความปลอดภัยทางอัคคีภัยหรือผ่านการประกวดด้านความปลอดภัยในการทำงานจากหน่วยงานรัฐที่น่าเชื่อถือและผ่านการประเมินในระดับสูงสุดเท่านั้น
- 2.12 ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องได้รับใบผ่านการอบรม การออกแบบ และติดตั้งผลิตภัณฑ์โดยตรงจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.13 ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องมีหนังสือรับรองผลงานในขอบข่ายการออกแบบ และติดตั้งงานระบบดับเพลิงด้วยสารสะอาด ที่มีมูลค่าเท่ากับหรือสูงกว่ามูลค่าโครงการที่ยื่นเสนอที่ไม่เกิน 5 ปี
- 2.14 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นนิติบุคคลที่ได้รับการขึ้นทะเบียนในการประกอบอาชีพวิศวกรรมควบคุมกับสภาวิศวกร

3. . มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานอ้างอิงการออกแบบ อุปกรณ์ การติดตั้ง การทดสอบ และการบำรุงรักษาระบบ ดังนี้

- National Fire Protection Association
- Clean Agent Fire Extinguishing System
- NFPA 2001 Standard for clean agent fire extinguishing system
- NFPA 70 National electrical code



- NFPA 72 Standard for the installation , maintenance and use Of protective signaling system

4. รายละเอียดทางเทคนิค

ระบบจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์อย่างน้อย ดังต่อไปนี้

4.1 ถังบรรจุสาร (Agent Cylinder)

4.1.1 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL (Underwriters Laboratories)

4.1.2 วาล์วหัวถัง (Cylinder valve) จะต้องทำมาจาก Stainless Steel 304/316L ซึ่งมี

ช่องทางด้านจ่าย(Discharge port) ทำมุมตั้งฉากกับวาล์วหัวถัง โดยมีขนาดดังต่อไปนี้ คือ

1'' , 1-1/2'' , 2-1/2'' , 3'' และ 4'' โดยวาล์วหัวถังจะต้องรับมาตรฐาน UL หรือ FM เป็นอย่างน้อย

4.1.3 ความดันของถังขณะทำงาน 500 psi ที่อุณหภูมิ 21.1°C

4.1.4 ขนาดถัง มีขนาดให้เลือกใช้ดังนี้ 20 LB , 35 LB , 70 LB , 100 LB , 150 LB , 250 LB , 375 LB , 560 LB , 650 LB , 800 LB , 1,000 LB และ 1,200 LB โดยการเลือกขนาดให้ ขึ้นกับปริมาณสารที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐาน NFPA ฉบับล่าสุด

4.1.5 ถังเก็บสารสะอาดจะต้องได้ผ่านการรับรองดังต่อไปนี้ โดยต้องจัดส่งมาพร้อมกับการส่งมอบสินค้า

4.1.5.1 ใบรับรองการรับประกันคุณภาพสำหรับการประกอบถังและวาล์วและการเติมสาร
FK-5-1-12

4.1.5.2 ใบบันทึกการวิเคราะห์ทางเคมีของถัง(Chemical Analysis of Material for Cylinder)

4.1.5.3 ใบบันทึกการทดสอบทางกายภาพของถัง(Physical test of material for cylinder)

4.1.5.4 ใบบันทึกการทดสอบแรงดันน้ำของถัง(Hydrostatic test)

4.2 อุปกรณ์ที่ช่วยในการปลดปล่อยของสารดับเพลิง (Release Device)

4.2.1 แบบกระตุ้นการทำงานด้วยไฟฟ้า (Electric Solenoid) ชนิดเข็มสามารถ Reset ได้ ซึ่งจะใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ (24 Vdc)

4.2.2 แบบกระตุ้นการทำงานด้วยมือ (Local Manual Control Head) จะติดตั้งอยู่กับชุด Electric Solenoid ใช้ในกรณีที่ไฟฟ้าขัดข้อง หรือ แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองหมด

4.2.3 มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) อยู่ในตำแหน่งที่อ่านค่าได้ง่าย



- 4.2.4 ท่อนำสารเข้าสู่ท่อร่วม (Flexible Hoses) ซึ่งต่ออยู่ระหว่างข้อต่อ และ วาล์วกันกลับ จะต้องทำมาจากสแตนเลสถัก (Stainless Steel Braided) หรือยาง (Rubber) ซึ่งมีขนาดให้เลือกใช้ คือ 1", 1-1/2", 2-1/2", 3" หรือ 4"

4.3 สาร Dodecafluoro-2-methylpentan-3-one – FK-5-1-12

- 4.3.1 จะต้องได้รับการบรรจุจากโรงงานผู้ผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
- 4.3.2 สารดับเพลิงที่ใช้จะต้องเป็นยี่ห้อเดียวกันหรือผลิตมาจากผู้ผลิตเดียวกันกับระบบดับเพลิงเท่านั้น
- 4.3.3 สารดับเพลิงที่ใช้จะต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน จากทั้ง UL และ FM เป็นอย่างน้อย
- 4.3.4 วิธีการคำนวณหาปริมาณสารให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 2001 ฉบับล่าสุดและจะต้องมีผลรายการคำนวณที่ได้รับการรับรองจากมาตรฐานสากล

4.4 หัวฉีดสาร (Discharge Nozzle)

- 4.4.1 หัวฉีดทำด้วย อลูมิเนียมหรือทองเหลืองหรือสแตนเลส
- 4.4.2 เป็นชนิดฉีดรอบตัว 360 องศา หรือ 180 องศา
- 4.4.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลือกตามมาตรฐานของผู้ผลิต
- 4.4.4 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM เป็นอย่างน้อย

4.5 สวิตช์เช็คแรงดัน (Pressure Supervisory Switch)

- 4.5.1 เป็นสวิตช์ตรวจเช็คแรงดันในถัง ในกรณีที่ถังมีการรั่วซึม จะทำให้ความดันสารในถังต่ำกว่าเกณฑ์จะมีการส่งสัญญาณมายัง Control Panel โดยอุปกรณ์จะทำงานเมื่อความดันลดลงเหลือ 291 ± 10 psig
- 4.5.2 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM เป็นอย่างน้อย

4.6 สวิตช์ความดัน (Pressure Switch)

- 4.6.1 เป็นสวิตช์ตรวจเช็คแรงดันในท่อ ในกรณีที่ระบบมีการทำงาน จะทำให้ความดันบางส่วนไปกดลงบนสวิตช์ และจะมีการส่งสัญญาณมายัง Control panel
- 4.6.2 สวิตช์เป็นแบบ SPDT หน้าสัมผัสเป็นชนิด ปกติเปิด N.O. หรือ ปกติปิด N.C.
- 4.6.3 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

4.7 อุปกรณ์สั่งการทำงานด้วยมือ (Manual Release Station)

- 4.7.1 ใช้ในการปลดปล่อยสัญญาณในกรณีที่ระบบตรวจจับอัตโนมัติยังไม่ทำงาน หรือมีเหตุขัดข้องอื่นๆ
- 4.7.2 จะเป็นการทำงานแบบ 1 จังหวะ(Single action) หรือ 2 จังหวะ(Dual action)ก็ได้
- 4.7.3 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

4.8 กระดิ่ง (Bell)

- 4.8.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว



4.8.2 ความดังไม่ต่ำกว่า 96 dB ที่ระยะ 1 เมตร

4.8.3 กระจกเป็นโลหะทรงกลม สีแดง และได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

4.9 ฮอ์น (Horn) / ไฟกระพริบ (Strobe)

4.9.1 ฮอ์น (Horn) & ไฟกระพริบ (Strobe) เป็นชนิดติดตั้ง

4.9.2 ใช้กับแหล่งจ่าย 24 Vdc

4.9.3 ค่าความสว่างให้เลือกใช้ มีขนาด 95,110,135,150,177 หรือ 185 แคนเดลา

4.9.4 และได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

4.10 Smoke Detector

4.10.1 เป็นแบบ โฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric smoke detector)

4.10.2 เป็นชนิดที่แยกหัว (Head) และฐาน (Base) ติดตั้งโดยการสวมส่วนหัว (Head) เข้ากับฐาน (Base)

4.10.3 ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL หรือ FM

4.11 Heat Detector

4.11.1 จะต้องเป็นชนิดการตรวจจับความร้อนด้วยอุณหภูมิคงที่(Fixed temp)หรือตรวจจับความร้อนด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ(Rate of rise)

4.11.2 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

4.12 Control Panel

4.12.1 ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก UL หรือ FM

4.12.2 ภายในประกอบด้วยแผงต่างๆ ดังนี้

4.12.2.1 แผง Power Supply แปลงสัญญาณไฟฟ้า 230 VAC เป็น 24 VDC เพื่อจ่ายให้ระบบ มีชุดชาร์จไฟอัตโนมัติเพื่อชาร์จแบตเตอรี่ มี LED แสดงการเกิดการขัดข้องที่แบตเตอรี่(Battery Trouble)

4.12.2.2 แผงควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดมีสัญญาณไฟแสดงเป็นหลอด LED แสดงสถานะต่างๆ

4.12.2.3 ตู้ควบคุมมีวงจรหน่วงเวลา สามารถโปรแกรมการหน่วงเวลาได้

4.12.2.4 ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมระบบ UPS และ Surge protection ก่อนจะทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบตู้ควบคุม เพื่อป้องกันการเกิดเหตุกระแสเกินเข้าสู่ตู้ควบคุม(Control panel) ซึ่งอาจทำให้ระบบทำงานเองโดยไม่ได้เกิดเหตุ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายซึ่งบุคคลหรือทรัพย์สินแก่เจ้าของโครงการ

4.13 Piping & Fitting



ท่อเหล็กดำไม่มีตะเข็บ Schedule 40 ASTM A53 Grade B ทาสีกันสนิมและทาสีแดง ทับด้านนอก

4.14 Conduit & Wiring

4.14.1 ใช้ท่อ EMT หรือ IMC Conduit ตามมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับ

4.14.2 สายไฟแบบ PVC Insulated Single Core, 750 V 75 C ขนาด 1.5 Sq.mm. และ 2.5 Sq.mm หรือ THW ขนาด 1.5 Sq.mm. และ 2.5 Sq.mm ใช้สำหรับอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ(Initiating Devices) ส่วนอุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ หรือ อุปกรณ์เริ่มการทำงาน จะต้องใช้สายทนไฟ(Fire Resistant Cable) โดยขนาดสายไฟให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล หรือ วสท. ของไทย

5. การทดสอบการทำงานของระบบ

ผู้แทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องทำการทดสอบระบบและตรวจสอบระบบโดยมีหัวข้อการตรวจสอบดังนี้

5.1 ระบบจะฉีดสารเข้าดับเพลิงได้สองวิธีคือ อัตโนมัติ และฉุกเฉิน โดยทั้งสองวิธี จะต้องมีการเพื่อป้องกันการฉีดสารดับเพลิงโดยอุบัติเหตุ

5.1.1 วิธีอัตโนมัติ (Automatic)

ระบบจะตรวจจับปรากฏการณ์ของเพลิงไหม้โดยใช้อุปกรณ์ Smoke detector การจัดอุปกรณ์ Smoke detector จะต้องจัดออกเป็นสองโซนเพื่อตรวจสอบซึ่งกันและกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- เมื่อ Smoke detector โซนใดโซนหนึ่งทำงาน สัญญาณกระดิ่ง(Alarm bell)จะดัง ตู้ควบคุมส่งสัญญาณให้ระบบปรับอากาศหยุดการทำงาน (หากมีระบบดังกล่าว)
- เมื่อ Smoke detector อีกโซนหนึ่งซึ่งอยู่ต่างโซนกันทำงาน สัญญาณฮอร์นดังเป็นจังหวะ พร้อมไฟกระพริบ ตู้ควบคุมเริ่มนับถอยหลังตามเวลาที่กำหนดไว้
- เมื่อครบเวลาที่กำหนดตู้ควบคุมส่งสัญญาณไปที่ชุดถังเพื่อสั่งให้ฉีดสาร สัญญาณฮอร์นดังยาวต่อเนื่อง
- ระหว่างที่ตู้ควบคุมนับเวลาถอยหลัง สามารถกดปุ่มหน่วงเวลา(Abort Station) ค้างไว้ ตู้ควบคุมจะหยุดการนับและเมื่อปล่อยมือเวลาจะกลับไปเริ่มต้นนับถอยหลังใหม่อีกครั้ง

5.1.2 วิธีฉุกเฉินแบบไฟฟ้า (Manual Release Station)

- กดและดึงอุปกรณ์สั่งการทำงานด้วยมือแบบไฟฟ้า
- สัญญาณกระดิ่งและฮอร์นทำงานพร้อมไฟกระพริบ
- ตู้ควบคุมส่งสัญญาณไปที่ชุดถังเพื่อสั่งให้ฉีดสารทันที



5.1.3 วิธีฉุกเฉินแบบไม่ใช้ไฟฟ้า (Local Manual Release)

- ดึงสลักและกดอุปกรณ์สั่งการทำงานด้วยมือบริเวณชุดถัง
- สัญญาณกระดิ่งและฮอว์นทำงานพร้อมไฟกระพริบ (สัญญาณกระดิ่งและฮอว์นจะไม่ทำงานในกรณีที่ไม่มีไฟฟ้า)

6. กระบวนการทดสอบพื้นที่ที่ติดตั้งระบบแบบ FK-5-1-12 (Total flooding)

ตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องทำการทดสอบรั่วของระบบ (Room integrity) ก่อนส่งมอบงานทุกครั้ง โดยตัวแทนผู้จำหน่ายระบบดับเพลิงสารสะอาดจะต้องมีบุคลากรที่ผ่านการอบรมและมีใบรับรองความสามารถในการทดสอบระบบ(Certificate) จากผู้ขายอุปกรณ์ทดสอบรั่วของระบบและผู้ทำการทดสอบจะต้องเป็นพนักงานประจำของบริษัทตัวแทนจำหน่าย โดยผลการทดสอบรั่วของระบบ(Room integrity) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 2001 ฉบับล่าสุด หรือ มาตรฐาน วสท. ของไทย

7. คู่มือประกอบการใช้งาน (Accessories)

หนังสือคู่มือหรือเอกสารประกอบการใช้งาน (Operation Manual) ชนิด Hard copy หรือ Soft copy เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย จำนวน 1 ชุดต่อ 1 เซ็ตอุปกรณ์ที่จะจัดซื้อ โดยที่หนังสือคู่มือหรือเอกสารประกอบการใช้งานจะต้องมีรายละเอียดที่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้งาน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

LUKE ALEXANDER	USA
FIRETRACE	USA
NAFFCO	UAE

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



ระบบท่อจ่ายน้ำดับเพลิง

1. ผู้ประสงค์เสนอราคา ต้องดำเนินการสำรวจ ออกแบบแนวท่อเมนสำหรับระบบดับเพลิงและหัวจ่ายน้ำสำหรับระบบดับเพลิง นิคมอุตสาหกรรม Smart Park จ.ระยอง กรณีผู้ประสงค์เสนอราคาไม่มาดูสถานที่และรับฟังคำชี้แจง จะถือว่าได้เข้าใจในรายละเอียดเป็นอย่างดีแล้ว
2. ผู้ชนะการเสนอราคา ต้องดำเนินการออกแบบ และ ติดตั้งให้ได้ตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) , ข้อบังคับคณะกรรมการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และ/หรือมาตรฐาน NFPA ทั้งนี้หากมีความจำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขอุปกรณ์ส่วนใดส่วนหนึ่ง ต้องได้รับความเห็นชอบจากทางผู้ว่าจ้าง ก่อนทำการแก้ไขทุกครั้ง
3. มาตรฐานงานสำหรับงานสำรวจ ออกแบบแนวท่อเมนสำหรับระบบดับเพลิงและหัวจ่ายน้ำสำหรับระบบดับเพลิงจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้
 - 3.1. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) ฉบับล่าสุด ณ วันที่เซ็นสัญญาเริ่มปฏิบัติงาน
 - 3.2. ข้อบังคับคณะกรรมการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ว่าด้วยมาตรฐานระบบสาธารณูปโภค
สิ่งอำนวยความสะดวกและบริการในนิคมอุตสาหกรรมบริการ พ.ศ. ๒๕๕๕
 - 3.3. National Fire Protection Association (NFPA)
 - 3.3.1. NFPA 24 : Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances
 - 3.4. Underwriters Laboratories, Inc, (UL)
 - 3.5. Factory Mutual (FM)
 - 3.6. American Society of Testing and Material (ASTM)
4. ผู้รับจ้างหรือผู้จัดจำหน่ายจะต้องมีเอกสารหลักฐานของตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยตรงจากผู้ผลิต
5. ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 , ISO 14001 : 2015 และ ISO 45001 : 2018
6. ผู้ประสงค์เสนอราคาจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 ขอบข่ายการรับรองการจัดจำหน่าย ออกแบบ ติดตั้ง และบริการบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย
7. ผู้ประสงค์เสนอราคาจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 14001 : 2015 ขอบข่ายการรับรองการจัดจำหน่าย ออกแบบ ติดตั้ง และบริการบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย
8. ผู้ประสงค์เสนอราคาจะต้องได้รับมาตรฐาน ISO 45001 : 2018 ขอบข่ายการรับรองการจัดจำหน่าย ออกแบบ ติดตั้ง และบริการบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย



9. ผู้รับจ้างหลักหรือผู้รับจ้างช่วงหรือผู้จัดจำหน่ายที่จัดหาติดตั้งและทดสอบการใช้งานจะต้องเป็นผู้ที่จดทะเบียนกับสภาวิศวกรตามพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542 และจะต้องเป็นผู้จดทะเบียนกับกรมบัญชีกลางตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560
11. ผู้ประสงค์เสนอราคาต้องเสนอผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่โดยทำการแยก Bill of Quantities (BOQ) เป็นตารางให้ครบถ้วน ชัดเจน
12. ผู้ชนะการเสนอราคาต้องส่งแบบ (Drawing) ที่เกี่ยวข้อง มาให้ทางผู้ว่าจ้าง พิจารณาเพื่ออนุมัติแบบก่อนดำเนินการผลิต ติดตั้งจริง และในระหว่างงานติดตั้ง ทดสอบอุปกรณ์ หากจำเป็นต้องมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงจากที่เคยอนุมัติไว้แล้วจะต้องแจ้งให้ผู้รับจ้างรับทราบทุกครั้ง
 - 12.1. ท่อที่ใช้ติดตั้งในโครงการจะต้องเป็นท่อ HDPE (High Density Polyethylene)
 - 12.2. อุปกรณ์รองรับท่อ (Support) ของแนวท่อจะต้องมีความแข็งแรงทนต่อน้ำหนักของท่อ

ขอบเขตงานและรายละเอียด

1. ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการสำรวจ / ติดตั้งระบบท่อสำหรับจ่ายน้ำดับเพลิงสำหรับโครงการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่ระยองเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก: นิคมอุตสาหกรรม Smart Park ตามแบบที่ได้รับ
2. ผู้รับจ้างจะต้องทำการเขียนแบบ Engineering Drawing / Shop Drawing เพื่อยื่นขออนุมัติก่อนการติดตั้ง
3. ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันอัคคีภัยทั้งหมดตามที่ระบุในแบบ เช่น ท่อ HDPE , หัวฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hydrant) และวาล์วประกอบระบบต่าง ๆ และจะต้องส่งแคตตาล็อกอุปกรณ์เพื่อยื่นขออนุมัติต่อผู้มีอำนาจก่อนการสั่งซื้ออย่างน้อย 15 วันทำการ
4. ผู้รับจ้างจะต้องเดินท่อสำหรับเชื่อมต่อเข้าแปลงตามที่ระบุไว้ในแบบ โดยเมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว ให้ผู้รับจ้างทำการปิดหน้าแปลนบอด (Blind Flanged) ทิ้งไว้ เพื่อให้โรงงานสามารถนำท่อมาต่อเชื่อมได้ ภายหลังการติดตั้งเสร็จแล้ว
5. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบการขุดดินเพื่อติดตั้งท่อส่งน้ำระบบดับเพลิง โดยเมื่อติดตั้งท่อเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการฝังกลบและซ่อมแซมพื้นที่บริเวณที่ปฏิบัติงานให้คืนสู่สภาพเดิม โดยหากมีความเสียหายอื่นที่เกี่ยวข้อง ถือว่าเป็นหน้าที่ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด
6. ในระหว่างการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเอกสารรายงานประจำสัปดาห์ (Weekly Report) เพื่อแสดงถึงความคืบหน้าของปริมาณงานทั้งหมดและนำเสนอให้ผู้ว่าจ้างตรวจสอบอยู่เสมอ
7. เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบหัวจ่ายน้ำดับเพลิง (Fire Hydrant) เพื่อทดสอบว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ โดยตำแหน่งที่ทดสอบให้ผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนดและถือเอาข้อกำหนดนั้นเป็นที่สิ้นสุด



ระบบควบคุมควันไฟสำหรับโถงสูง (Atrium)

ระบบควบคุมควันไฟสำหรับโถงสูงอาคาร Samart park การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) ประกอบด้วยพัดลมระบายควัน ท่อลมระบายควันไฟและอุปกรณ์ประกอบ มีรายละเอียดและขอบเขตของงานดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตของงาน

- 1.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งพัดลมระบายควัน และท่อลมระบายควันไฟพร้อมอุปกรณ์สำหรับระบายควันไฟบริเวณโถงสูง (Atrium) ของอาคาร Smart park กนอ. ตามมาตรฐานการควบคุมควันไฟ วสท.032009-19 หรือ ฉบับล่าสุด เพื่อควบคุมควันไฟในระยะเริ่มต้นไม่ให้แพร่กระจายตัวรวดเร็วเกินไปอย่างไร้ทิศทาง เพื่อให้คนสามารถอพยพออกจากอาคารได้สะดวกขึ้น มองเห็นทางออกชัดเจนขึ้น มีอากาศช่วยหายใจมากขึ้น และช่วยลดอุณหภูมิของการเผาไหม้ลง กรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- 1.2 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบระบบควบคุมควันไฟสำหรับโถงสูงนี้ให้ทำงานได้ถูกต้องตามมาตรฐาน สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 1.3 ผู้รับจ้างจะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ของ กนอ. ให้มีความรู้ และเข้าใจการทำงานของระบบควบคุมควันไฟ การใช้งาน การแก้ไขข้อขัดข้อง และการบำรุงรักษาพร้อมแจกเอกสารทางวิชาการและคำบรรยายประกอบการฝึกอบรมด้วย

2. คุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์

2.1 พัดลมระบายควันและมอเตอร์

- 2.1.1 พัดลมระบายควันจะต้องเป็นพัดลมแบบตามแนวแกน (in – line axial flow) ชนิดขับตรง (direct drive) ด้วยมอเตอร์
- 2.1.2 พัดลมระบายควันต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 42,400 ลบ.ฟุตต่อนาที ที่ความดันสถิตย 55(Static pressure) 1.5 นิ้วน้ำ (in.WG)
- 2.1.3 พัดลมระบายควันและมอเตอร์ต้องสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง
- 2.1.4 มอเตอร์ต้องเป็นแบบปิดมิดชิด (totally enclosed motor) หรือ IP 55 Protection ชนิด Flange mounted ขนาดไม่น้อยกว่า 18.5 kW, 8 Poles, 3 Phase, 380/660 V., 50 Hz, Insulation class H, ประสิทธิภาพที่ 100 % Load ไม่ต่ำกว่า 90 %
- 2.1.5 พัดลมที่ใช้สมรรถนะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน EN 12101-3 : 2015 Class “ F200 (200 Deg C, 2Hrs)”, “ F250 (250 Deg C, 2Hrs)”, “ F300 (300 Deg C, 1Hr) ” หรือ “ F400 (400 Deg C, 2Hrs) ” , ISO 21927-3-2006+A1-2010 หรือ ตามมาตรฐาน UL 705 ตามข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ถ้าพัดลมเป็นแบบขับตรง โดย



โครงการนิคมอุตสาหกรรม Smart Park

มอเตอร์อยู่ในกระแสลม มอเตอร์ที่ใช้จะต้องออกแบบมาสำหรับใช้งานที่อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะ Smoke Spill Motor high temperature resistance ตามมาตรฐาน EN 12101-3 : 2015

- 2.1.6 พัดลมที่ใช้ต้องทดสอบ จากสถาบันทดสอบหรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่เชื่อถือได้(ห้องทดสอบควรได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 17025) ทั้งนี้พัดลมจะต้องมีเอกสารรับรองการทดสอบชนิด Certificate of Conformity(COC) จาก Third Party Certified Body เช่น TUV , SGS ,BVQI หรือ UL listed ประกอบการพิจารณาอนุมัติด้วย
- 2.2 ท่อลมสำหรับระบายควันไฟต้องทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ เช่นแผ่นเหล็กดำ หรือแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสีมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. มีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3. การติดตั้ง

- 3.1 ท่อลมระบายควันไฟที่ติดตั้งภายในพื้นที่ที่มีโอกาสติดไฟเองได้ (Self – ignition) จะต้องหุ้มด้วยฉนวนทนไฟชนิด แคลเซียมซิลิเกต ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร
- 3.2 ท่อลมอ่อนทั้งด้านดูดลมเข้าและส่งลมออกจะต้องทำด้วยวัสดุที่ทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

4. เงื่อนไข

- 4.1 เป็นของแท้และใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 4.2 กำหนดแล้วเสร็จภายใน 120 วันนับจากวันที่ลงนามในสัญญาเป็นต้นไป
- 4.3 ผู้ขายจะต้องเสนอ Shop drawing แผนการดำเนินการก่อนเข้าทำการติดตั้งอย่างน้อย 15 วันทำการ และหลังดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้จัดทำ Asbuilt drawing มามอบให้คณะกรรมการฯ ในวันส่งมอบงานด้วย
- 4.4 ต้องรับประกันอุปกรณ์มีกำหนดไม่น้อยกว่า 2 ปี (สองปี) นับจากวันที่ส่งมอบสิ่งของให้ กนอ. และคณะกรรมการตรวจรับได้ทำการตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

5. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

- | | | | |
|-----|----------------|---|---------------------------|
| 5.1 | พัดลมระบายควัน | : | WOLTER, KRUGER, PANASONIC |
| 5.2 | มอเตอร์ | : | CMP, MARATHON, CROMPTON |

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่า และในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า



เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

(DIESEL HORIZONTAL SPLIT CASE CENTRIFUGAL FIRE PUMP)

1. เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

(DIESEL HORIZONTAL SPLIT CASE CENTRIFUGAL FIRE PUMP)

1.1 คุณสมบัติทั่วไปของปั๊มสูบน้ำดับเพลิง

- ก. ปั๊มสูบน้ำดับเพลิงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 20-STANDARD FOR THE INSTALLATION OF CENTRIFUGAL FIRE PUMPS
- ข. เครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด HORIZONTAL SPLIT-CASE ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- ค. ชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องสร้างตามมาตรฐานเครื่องสูบน้ำดับเพลิงของ FM และ UL และจะต้องได้เครื่องหมายรับรองจากสถาบันทั้งสอง
- ง. ชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องประกอบสำเร็จอยู่บนแท่นเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตเท่านั้น
- จ. ปั๊มสูบน้ำดับเพลิงจะต้องผลิตจากโรงงานที่ได้รับรองมาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ (ISO 9001) , มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) และมาตรฐานการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ISO 45001)

1.2 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (FIRE PUMP)

- ก. เรือนเครื่องสูบน้ำ (PUMP CASING) ทำด้วยเหล็กหล่อ (Cast Iron) มีแรงดันใช้งานปกติ WORKING PRESSURE) ไม่ต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ข้อต่อหน้าแปลน (FLANGED CONNECTIONS) จะต้องทนแรงดันได้เช่นกันกับตัวเรือน เครื่องสูบน้ำด้านบนสุดของตัวเรือนจะต้องมี AUTOMATIC AIR RELEASE VALVE ด้วย
- ข. ใบพัด (IMPELLER) ต้องเป็นโลหะขึ้นเดียว ทำด้วย BRONZE ได้รับการถ่วง ทั้งทางด้าน DYNAMIC และ STATIC มาจากโรงงานผู้ผลิต
- ค. เพลา (SHAFT) ทำด้วย ALLOY STEEL พร้อมด้วย SLEEVES ทำด้วย STAINLESS STEEL
- ง. ปลอกหุ้มเพลา (SHAFT SLEEVES) ยึดติดกับเพลาดด้วยสลัก และมีความยาวยื่นออกพ้นนอก ซีลมิโอริง ปะเก็นตรงระหว่างใบพัดกับปลายปลอกหุ้มเพลาเพื่อกันน้ำเข้าระหว่างเพลากับปลอกหุ้มเพลา
- จ. BEARING ต้องเป็นชนิด HEAVY DUTY BALL BEARING เป็น DUST SEAL ในตัวสามารถถอดออก ซ่อมโดยง่าย
- ฉ. SEAL เป็นชนิด PACKING ที่เลือกใช้จะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตที่ ขนาดของเพลาลมความเร็วรอบของเพลา และความดันใช้งานตามที่กำหนด



- ข. COUPLING ระหว่างเครื่องยนต์และเครื่องสูบน้ำต้องเป็นแบบ FLEX. SHAFT หรือ UNIVERSAL JOINT มีค่า SERVICE FACTOR อย่างต่ำ 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (COUPLING GUARD)

2. เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ที่นำมาใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องมีการขับเคลื่อนไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ ที่ความเร็วไม่เกิน 2,350 - 2,900 รอบต่อนาที โดยวัดที่ STANDARD SAE CONDITIONS กำลังขับเคลื่อน (BRAKE HORSE POWER) ของเครื่องยนต์จะต้องสูงกว่า กำลังขับเคลื่อนที่เครื่องสูบน้ำ ต้องการสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ข้อกำหนดและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ของชุด

เครื่องยนต์ดีเซลมีดังนี้

- 2.1 การต่อเครื่องยนต์ที่นำมาใช้ UNIVERSAL JOINT COUPLING มีค่า SERVICE FACTOR ไม่ต่ำกว่า 1.5 และจะต้องมีฝาครอบป้องกัน (COUPLING GAURD)
- 2.2 GOVERNOR สำหรับปรับรอบของเครื่องยนต์ ให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ทุกสภาวะการทำงานของเครื่องสูบน้ำ และจะต้องสามารถช่วยคงความเร็วรอบของเครื่องยนต์ได้ที่ RATE SPEED เมื่อเครื่องสูบน้ำใช้กำลังสูงสุด
- 2.3 OVER SPEED SHUT-DOWN DEVICE สำหรับหยุดเครื่องยนต์ เมื่อระบบของเครื่องยนต์เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของ RATED SPEED และมี MANUAL RESET ประกอบพร้อมไฟสัญญาณ แสดงความเครื่องยนต์วิ่งที่ความเร็วรอบสูงเกินที่แผงควบคุมเครื่องยนต์ ไฟสัญญาณจะดับเมื่อ MANUAL RESET แล้ว
- 2.4 TACHOMETER พร้อมหน้าปัดเพื่อแสดงรอบของเครื่องยนต์
- 2.5 HOUR METER สำหรับบันทึกชั่วโมงการทำงานของเครื่องยนต์
- 2.6 OIL PRESSURE GAUGE สำหรับแสดงความดันของน้ำมันหล่อลื่น
- 2.7 TEMPERATURE GAUGE สำหรับแสดงอุณหภูมิของน้ำในระบบหล่อเย็น
- 2.8 แผงควบคุมเครื่องยนต์ (ENGINE PANEL) ติดตั้งตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องยนต์ ประกอบด้วยแผงสำหรับติดตั้งเกจ์ ต่างๆ หลอดสัญญาณและชุดสตาร์ทเตอร์เครื่องยนต์ อัตโนมัติการเดินสายภายในแผงควบคุมจะทำให้สำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต
- 2.9 BATTERIES AND BATTERY CHARGER สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ แบตเตอรี่จะประกอบด้วย แบตเตอรี่จริง 1 ชุด และ แบตเตอรี่สำรอง 1 ชุด มีกำลังพอที่จะหมุนเพลาคือให้รอบที่ ผู้ผลิตแนะนำเป็นเวลานาน 6 นาที ที่ 40 อนุภาคไฟแรงไฮท์
- 2.10 สัญญาณแสดงการทำงานของเครื่องยนต์เป็น SPEED-SENSITIVE SWITCH
- 2.11 ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ เป็นแบบระบายความด้วยน้ำแบบ CLOSED CIRCUIT TYPE ประกอบด้วยปั้มน้ำระบายความร้อนขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เอง และ HEAT EXCHANGER



- 2.12 ต่อท่อไอเสียจากเครื่องยนต์ เพื่อนำไอเสียไปทิ้งฝั่งบริเวณนอกอาคารที่เหมาะสม โดยใช้ท่อเหล็กชุบสังกะสีชนิดไม่มีตะเข็บ มีขนาดตามที่คุณผลิตแนะนำ ท่อไอเสียต่อยาวเกิน 4.5 เมตร จะต้องขยายขนาดออกอีกหนึ่งขนาดทุกๆ ความยาวที่เกินไปอีก 1.5 เมตร การต่อท่อไอเสียเข้ากับเครื่องยนต์ ให้ต่อด้วยท่ออ่อนเหล็กกล้าไร้สนิม ท่อไอเสียจะต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิดแคลเซียม - ซิลิเกต หนา 2 นิ้ว คลอดท่อหลังจากหุ้มฉนวนแล้วจะต้องหุ้มทับด้วย แผ่นอลูมิเนียม หนา 0.6 มิลลิเมตรอีกชั้นหนึ่ง
- 2.13 ถังน้ำมันดีเซล มีขนาดบรรจุพอที่จะใช้ในการวิ่งเครื่องยนต์ดีเซลได้อย่างน้อย 8 ชั่วโมง ติดตั้งอยู่เหนือพื้นมีท่อน้ำมัน เข้า-ออก ที่ระบายน้ำมัน , ท่อระบายอากาศ , SIGHT GLASS ดูระดับน้ำมันครบชุดและนำเข้ามาจากผู้ผลิตเดียวกันเป็นชุดและจะต้องได้รับการรับรองจาก UL เป็นอย่างน้อย
- 2.14 เครื่องยนต์ดีเซลที่จะใช้ ต้องเป็นยี่ห้อที่สามารถซื้ออะไหล่ได้ง่ายในท้องตลาด

3 ENGINE CONTROLLER

- 3.1 แผงควบคุมชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ NFPA 20 STANDARD FOR THE INSTALLATION OF CENTRIFUGAL FIRE PUMPS
- 3.2 แผงควบคุมจะต้องเป็นชนิดที่ป้องกันสนิม ฝุ่น และความชื้นเข้าไปภายในตู้และเป็นชนิดที่ประกอบอุปกรณ์ และเดินสายไฟเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกันกับ Fire pump และเครื่องยนต์ และได้รับการรับรอง จาก UL หรือ FM แล้ว
- 3.3 แผงควบคุมจะเป็นแบบ AUTOMATICALLY START เมื่อความดันของน้ำในระบบลงต่ำกว่าที่กำหนด
- 3.4 แผงควบคุมจะต้องประกอบด้วยหลอดไฟสัญญาณ กระดิ่งสัญญาณ และ CONTACT สำหรับต่อไปยัง REMOTE ALARM PANEL ตามที่ระบุจำนวนสัญญาณที่ต้องการในแบบ
- 3.5 อุปกรณ์อื่นที่ต้องการสำหรับ ENGINE CONTROLLER ต้องมี เช่น WEEKLY PROGRAM TIMER , RUNING PERIOD TIMER, LOCK-OUT RELAY และ PRESSURE RECORDER เป็นต้น
- 3.6 มีระบบส่งสัญญาณข้อมูลปัญหาผิดปกติของปั๊ม และ ชุดควบคุมทาง Networks.(Cloud system) เป็นทางเลือก โดยจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกันกับมอเตอร์และเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเท่านั้น

4. อุปกรณ์ประกอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (FIRE PUMP FITTING)

ให้จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามที่ระบุและกำหนดขนาดในแบบดังนี้

- 4.1 ECCENTRIC SUCTION REDUCER
- 4.2 CONCENTRIC DISCHARGE INCREASER AND/OR DISCHARGE TEE



- 4.3 AUTOMATIC AIR RELEASE VALVE
- 4.4 CIRCULATION RELIEF VALVE
- 4.5 RELIEF VALVE TEE
- 4.6 MAIN RELIEF VALVE (UL LISTED AND/OR FM APPROVED)
- 4.7 FLOW OF CLOSED WASTE CONE (ตามที่ระบุในแบบ)
- 4.8 OPEN OR CLOSED WASTE CONE (ตามที่ระบุในแบบ)
- 4.9 SUCTION PRESSURE GAUGE (อ่านค่าได้ -15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ถึง+200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- 4.10 DISCHARGE PRESSURE GAUGE (อ่านค่าได้ระหว่าง 0-300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

5. เครื่องสูบน้ำรักษาความดันและแผงควบคุม (JOCKEY PUMP & CONTROLLER)

- 5.1 เครื่องสูบน้ำต้องเป็นชนิด VERTICAL MULTI STAGE ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ความเร็วรอบไม่เกิน 2,900 รอบต่อนาที มีสมรรถนะไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในแบบ และเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน หรือ มาจากผู้ผลิตเดียวกันเป็นชุดเดียวกับ Fire pump, Diesel engine และ แผงควบคุม
- 5.2 เครื่องสูบน้ำพร้อมมอเตอร์ จะต้องประกอบติดตั้งจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องสูบน้ำ
- 5.3 การทำงานของเครื่องสูบน้ำเป็นแบบอัตโนมัติ เมื่อความดันของน้ำในระบบต่ำกว่าที่กำหนด และ หยุดทำงานเมื่อความดันถึงจุดที่ต้องการรักษาความดันไว้
- 5.4 มอเตอร์ขับ เป็นชนิดปกปิดมิดชิด (TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED (TEFC) TYPE) CLASS F
- 5.5 เครื่องสูบน้ำจะต้องมี RELIEF VALVE เพื่อระบายความดันส่วนเกินของน้ำติดตั้งอยู่ด้วย

6. การทดสอบ

ให้ทำการทดสอบการทำงาน และสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และเครื่องสูบน้ำรักษาแรงดันโดยให้เดินเครื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ติดต่อกัน และหลังจากนั้นให้ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำ ณ จุดทำงานต่างๆ กัน โดยให้วัดปริมาณการไหล และแรงดันที่จุดต่างๆ โดยให้พลออกมาเพื่อเปรียบเทียบกับ PERFORMANCE CURVE ที่ทดสอบมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้รวมอยู่ในการเสนอราคา นี้

7. รายชื่อผลิตภัณฑ์

- NAFFCO : ประเทศ UAE
- SHEILD : ประเทศ UAE,UK
- JOSLYN : ประเทศ UAE

หรือสามารถเทียบเท่าวัสดุนี้ได้ตามคุณสมบัติเดียวกันหรือสูงกว่าและในระดับราคาเท่ากันหรือสูงกว่า