- Impedance Voltage (at Rated Current) : อยู่ระหว่าง 4-6 %
- HV Rated Insulation Level
  - Impulse Withstand Voltage (Peak) : 125 kV.
  - 1-Min Power Frequency Withstand Voltage (RMS) : 50 kV.
- Limit of Temperature Rise
  - of Winding : ไม่เกิน 65 ^{o}C
  - of Top Oil : ไม่เกิน 65 ^{o}C
- Noise Level (ที่ระยะ 1 เมตร) : 60 dB หรือน้อยกว่า

4. โครงสร้าง

4.1 Core ต้องเป็น High Grade, Non Aging, Grain-Oriented Silicon Steel ซึ่งมีค่า Permeability สูงและ Loss ต่ำ โดยจัดวางในลักษณะ Lamination และยึดอย่างแน่นหนาแข็งแรงด้วย Positive Licking Device

4.2 Winding ต้องเป็นโลหะทองแดงเคลือบด้วยฉนวนซึ่งสามารถทนต่อ Insulation Level และ Temperature Rise ที่กำหนดได้ การออกแบบสร้างต้องสามารถทนต่อ Mechanical Strengrh หรือ Thermal Effect อันอาจเกิดจากการ Short Curcuit ที่อาจเกิดขึ้นได้ ตัว Core และตัว Winding เมื่อประกอบเข้าด้วยกันจะต้องผ่านกรรมวิธีอบแห้งในสูญญากาศเพื่อกำจัดอากาศและความชื้นก่อนจะบรรจุประกอบกับ Oil Tank

4.3 Tank และ Cover ต้องทำจากแผ่นเหล็กประกอบขึ้นโดยมีความแข็งแรง สามารถทนต่อความดันของน้ำมันที่บรรจุภายในได้โดยไม่มีการรั่วซึม หรือยุบสลายตัว Cover ต้องยึดแน่นกับตัว Tank ด้วย Bolt อย่างแน่นหนาและมี Sealing Gasket ชนิด Hot Oil Proof Reuseable Type เพื่อป้องกันการรั่วซึมและความชื้น Tank และ Cover จะต้องผ่านกรรมวิธีทำความสะอาด และชุบเคลือบป้องกันสนิมก่อนทำการทาสีด้วย Epoxy Paint

4.4 Transformer Oil จะต้องผ่านการกรองและมี Dielectric Strength เป็นที่ยอมรับหรือตามที่กำหนดโดยการไฟฟ้าท้องถิ่น

5. อุปกรณ์ประกอบ (Accessories)

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลังต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

5.1 Dial Type Thermometer with Maximum Pointer ซึ่งต้องมีอย่างน้อย 2 Changeover Contacts โดยมี 2 Setpoints with Separate Adjustment สำหรับกำหนดค่าอุณหภูมิเพื่อ Alarm และ Trip เมื่อเกิด Over Temperature

5.2 Bushing ทั้งด้านแรงสูง และแรงต่ำพร้อม Terminal Connectors ที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งสายไฟฟ้า

5.3 Arcing Horn

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

5.4 Oil Level Gauge

5.5 Oil Drain Valve และ Plug

5.6 Oil Filling Cap

5.7 Oil Conservator Tank

5.8 Sludge Drain Pipe และ Plug

5.9 Dehydrating Breather (Cilica-Gel)

5.10 Pressure Relief Vent

5.11 Buchholz Relay ชนิด Two-Float Type

5.12 Tap Changer แบบ Off-Load Operation

5.13 Radiator Fin

5.14 Tank Grounding Terminal

5.15 Name Plate แสดงรายละเอียดต่างๆ ของหม้อแปลงนั้นๆ

5.16 Jacking Facilities

5.17 Moving Facilities

5.18 Lifting Lug

5.19 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต

6. การติดตั้ง

ให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุในแบบ หรืออาจเปลี่ยนแปลงได้เพื่อความเหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของเจ้าของโครงการ ทั้งนี้ต้องไม่ขัดต่อระเบียบของการไฟฟ้าท้องถิ่น

7. การทดสอบ

หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โดยมีรายการทดสอบอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1. การวัดค่าความต้านทานของขดลวด Measurement of Winding Resistance
2. การวัดค่าแรงดันอิมพีแดนซ์ Measurement of Impedance Voltage
3. การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้ามีโหลด Measurement of Load Loss
4. การวัดค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าไม่มีโหลด Measurement of No Load Loss
5. การวัดกระแสไม่มีโหลด Measurement of No Load Current
6. การวัดค่าความต้านทานของฉนวน Measurement of Insulation Resistance
7. การวัดอัตราส่วนของแรงดัน Measurement of Voltage Ratio
8. การตรวจสอบโพลาริตี และกลุ่มแวกเตอร์ Check of Polarity and Vector Group
9. การทดสอบความทนต่อแรงดันเกิน Induced Voltage Test
10. การทดสอบความทนต่อแรงดันจากตัวจ่ายอื่น Applied Voltage Test และหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องผ่านการทดสอบ, อนุมัติออกหนังสือรับรองผลการทดสอบจากการไฟฟ้าท้องถิ่นก่อนจ่ายไฟฟ้าเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 13. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมรายละเอียด คุณสมบัติ และการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุม Transfer Switch ตลอดจนถังน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนี้ใช้สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินให้แก่อาคารนี้ ซึ่งสภาพแวดล้อมต้องเป็นไปตามกำหนด โดยให้ขนาดกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ ไม่น้อยกว่ากำหนดในแบบที่ 0.8 Power Factor 416/240V, 3-Phase, 4-Wire, 50Hz. ที่ Prime Rating

1.3 ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะต้องประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองนั้นๆ และจะต้องส่ง Test Report ของเครื่องนั้นๆ มาให้พิจารณาด้วย

1.4 ผู้รับจ้างจำเป็นต้องดำเนินการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็น ถึงแม้ว่าจะไม่ระบุไว้ในแบบหรือข้อกำหนดก็ตาม เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองทำงานได้สมบูรณ์ตามความต้องการของผู้ออกแบบ

1.5 จัดหาน้ำมันเชื้อเพลิงให้เต็มถังน้ำมัน (ทั้ง Storage Tank และ Fuel Day Tank) เมื่อได้ส่งมอบงานแล้ว รวมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการทดสอบเพื่อส่งมอบงาน

1.6 ติดต่อประสานงานกับการพลังงานแห่งชาติ เพื่อขออนุญาตมีเครื่องกำหนดไฟฟ้า และออกใบอนุญาตในนามเจ้าของ

1.7 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับการไฟฟ้าท้องถิ่นเพื่อติดตั้ง Synchronize เข้ากับไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ เพื่อติดตั้งอุปกรณ์ให้ครบถ้วนและได้รับอนุญาตให้ใช้งานได้สำหรับลด kW Demand

1.8 บริษัทฯ ผู้จำหน่ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องเป็นตัวแทนที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นทางการ (Authorize distributor) จากบริษัทผู้ผลิตในต่างประเทศ ทั้งเครื่องยนต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในการขออนุมัติสั่งซื้อและติดตั้งให้แนบหนังสือแต่งตั้งพร้อมแปลเป็นภาษาไทย

2. เครื่องยนต์ต้นกำลัง

2.1 เครื่องยนต์เป็นชนิดใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง สี่จังหวะระบายความร้อนด้วยน้ำทำงานที่ Rated Speed 1,500 รอบต่อนาที พร้อมทั้งมี Turbocharger, Intercool และมีค่า Fuel Consumsion ไม่มากกว่า 150 ลิตร/ชั่วโมง ขณะจ่ายโหลด 100%

2.2 ขนาดกำลังของเครื่องยนต์จะต้องเป็นขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานตามมาตรฐาน DIN. หรือ SAE. และจะต้องเป็นเครื่องยนต์ที่สามารถควบคุมมลพิษในอากาศ (Exhaust Low Emission) ได้ตามมาตรฐาน TA LUFT หรือ EURO2

2.3 ระบบควบคุมความเร็วเครื่องยนต์ ใช้ Isochronous Governor แบบ Full Hydralic หรือ Electronic ซึ่งให้ Speed Regulation ไม่เกิน ±3% ของ Rated Speed จาก No-Load ถึง Full Load และ Speed Variation ไม่เกิน ±0.5% ของ Rated Speed ที่ภาวะคงที่ (Steady State)

2.4 ระบบหล่อลื่นเครื่องยนต์ ให้มี Lubricating Oil Pump เพื่อส่งน้ำมันไปหล่อลื่นส่วนเคลื่อนไหวต่างๆ ของเครื่องผ่านไส้กรองน้ำมันแบบ Threaded Spin-On พร้อมทั้งมี Bypass Valve ซึ่งจะทำงานเมื่อน้ำมันหล่อลื่นทำงานได้ปกติเมื่อไส้กรองอุดตัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

2.5 ระบบ Inlet Air ใช้ Dry Type Air Filter พร้อม Turbocharger ช่วยอัดอากาศเข้ากระบอกสูบเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

2.6 ระบบระบายความร้อน ใช้ Centrifugal-Type Water Circulating Pump เพื่อส่งน้ำไประบายความร้อนยังฝาสูด หัวฉีด กระบอกสูบ และส่วนอื่นๆ พร้อมทั้งมี Thermo-Static Valve ช่วยในการรักษาระดับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาวะคงที่ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ การระบายความร้อนของน้ำ ใช้ Radiator และ Blower Fan ซึ่งติดตั้งกับเครื่องยนต์ (Engine Mounted) พร้อมทั้ง Guard ป้องกันส่วนเคลื่อนไหวด้วย

2.7 การสตาร์ทเครื่องยนต์ ใช้ DC Motor 24V. โดย Power Supply จาก Lead-Acid Batteries, Heavy Duty, ระบบ Battery Charger ใช้ Power Supply จาก Emergency Bus พร้อม Automaic Battery Trickle Charger และมี DC Alternator สำหรับชาร์ทไฟเข้าแบตเตอรี่ขณะเครื่องยนต์ทำงาน

2.8 ท่อไอเสียต้องทำจาก Medium Class Black Steel Pipe และต้องหุ้มฉนวนความร้อน พวก Calcium Cilicate มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร แล้วหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียม (Aluminium Jacket) อีกชั้นหนึ่ง ตลอดความยาวของท่อไอเสีย ท่อไอเสียจะต้องเดินเกาะตามผนังกำแพงโดยให้ปล่องไอเสียอยู่สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร

2.9 การลดเสียงจากไอเสียให้มี Silencer ชนิด Residential Type พร้อมทั้งมี Flexible Exhaust Pipe มีความยาวไม่น้อยกว่า 24 นิ้ว เป็นตัวต่อเชื่อมระหว่างเครื่องยนต์กับ Silencer

2.10 อุปกรณ์เครื่องวัดสำหรับเครื่องยนต์ และระบบควบคุมป้องกันให้อยู่บนตู้ ซึ่งติดตั้งบนตัวเครื่องยนต์ ซึ่งประกอบด้วยอย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก. Engine Water Temperature

ข. Engine Lube Oil Pressure

ค. Engine Lube Oil Temperature

ง. Engine Running Hourmeter

จ. Battery Charging Indicator (Ammeter)

ฉ. Engine Fault Indicator ซึ่งทำให้เครื่องยนต์ Shut-Down ประกอบด้วย

(1) Low Lubricating Oil Pressure

(2) Hi Jacket Water Temperature

(3) Engine Overspeed

(4) Engine Overcrank

ระบบสัญญาณเหล่านี้จะต้องมี Auxiliary Contact เพื่อ Remote ไปยัง Control Panel อื่นใดได้

3. GENERATOR

3.1 Generator ต้องเป็นแบบ Brushless, Revolving Field Type ต่อโดยตรงเข้ากับเครื่องยนต์ต้นกำลังโดยผ่าน Flexible Laminated Steel Disk หรือวิธีอื่นที่ผู้ผลิตแนะนำ และต้องติดตั้งบนฐานเหล็กอันเดียวกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

3.2 ฉนวนของขดลวดสำหรับทั้ง Rotor และ Stator ให้มีความทนทานต่อ Temperature Rise ตาม MEMA. Standard, Class F และ H

3.3 Rotating Brushless Exciter ประกอบ Full Wave, Three Phase Rotating Rectifier พร้อมทั้ง Selenium Surge Protection หรือ Permanent Magnet

3.4 การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้ Automatic Voltage Regulator แบบ Electronic Scr Control และต้องมี Electronic Interference Filter ให้มีความสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ดังนี้

ก. Voltage Regulation ไม่เกิน $\pm$1% ของ Rated Voltage จาก No Load ถึง Full Load

ข. Voltage Stability ไม่เกิน $\pm$0.5% ของ Rated Voltage ที่ Steady State

ค. Voltage Dip ไม่เกิน 20% ของ Rate Voltage เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง Load 80 % ของ Rate Load และ Recovery Time ไม่เกิน 4-5 วินาที

4. ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

4.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วยระบบ Start-Stop เครื่องยนต์อัตโนมัติ ระบบ Automatic Transfer Switch

4.2 การ Start-Stop เครื่องยนต์อัตโนมัติ ให้มีคุณสมบัติดังนี้

ก. เมื่อการสั่งสตาร์ทเครื่องยนต์แล้วเครื่องยนต์ไม่ทำงาน ให้สั่งสตาร์ทใหม่จนครบอย่างน้อย 3 ครั้ง ถ้าเครื่องยนต์ยังไม่ทำงาน ให้มีสัญญาณเสียงและแสง

ข. ในกรณีภาวะปกติ ให้เครื่องยนต์สตาร์ทอุ่นเครื่องทุกๆ 7 วัน ครั้งละ 15-30 นาทีโดยสามารถตั้งได้ในภายหลัง ทั้งนี้จะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง Load เว้นแต่ในขณะนั้นไฟฟ้าของการไฟฟ้าขัดข้อง จึงจะจ่าย Load โดยทันที จนกว่าจะเข้าสู่ภาวะปกติของไฟฟ้า

ค. ให้เตรียม Selector Switch Autocatic-Off-Test สำหรับระบบด้วย

ง. จัดหา Auxiliary Relay พร้อมเดินสายไฟฟ้าควบคุมร้อยท่อไฟฟ้าไปยังตู้ไฟฟ้าเมนใหญ่ในห้องไฟฟ้าเมนใหญ่ เพื่อให้สัญญาณกับตู้ไฟฟ้าเมนใหญ่ ทราบว่าระบบไฟฟ้าที่จ่ายในขณะนั้นรับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าปกติหรือระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน และแสดงว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในขณะนั้นกำลังทำงานหรือหยุด

4.3 Automatic Transfer Switch จะต้องเป็นชนิด CTTS มีคุณสมบัติดังนี้

4.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

ก. CTTS ทุกชุดจะต้องถูกติดตั้งโดยมีจำนวนขั้ว (Poles) ขนาดของพิกัดกระแส (Ampere Rating) และแรงดันใช้งาน (Operating Voltage) ตามที่ระบุในแบบ CTTS ทุกชุดประกอบด้วยสวิทช์โอนถ่าย แผงควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับการทำงานโดยอัตโนมัติอุปกรณ์ทั้งสองต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน

ข. ในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟทั้งสองพร้อมกันในระดับแรงดันและความถี่ที่ถูกต้องและยอมรับได้ CTTS จะต้องสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยภาระไฟฟ้า จะต้องได้รับกระแสไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและไม่มีการขาดช่วงด้วยวิธีการโอนถ่ายแบบเชื่อมขนานแหล่งจ่ายไฟ (Closed Transition Make

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

Before Break)โดยช่วงเวลาในการขนานต้องไม่เกิน 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) และในกรณีที่มีไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเพียงแหล่งเดียว CTTS จะสามารถโอนถ่ายกระแสไฟฟ้าในลักษณะปลดการเชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายไฟแรกก่อนการโอนถ่ายสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านได้ด้วย (Open Transition – Break Before Make) และมีระยะเวลาที่ใช้ในการโอนถ่ายจากแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไปยังอีกแหล่งจ่ายไฟหนึ่งไม่เกิน 1/10 วินาที

ค. CTTS ทุกชุดรวมทั้งอุปกรณ์ควบคุมต้องผลิตให้สอดคล้อง หรือผ่านการทดสอบ และยอมรับมาตรฐานต่อไปนี้

1. UL1008 - Standard for Automatic Transfer Switches
2. IEC 60947 - 6-1

4.3.2 รายละเอียดกลไกของตัวสวิทช์ (Transfer Switch)

ก. ตัวสวิทช์ต้องมีโครงสร้างของหน้าสัมผัสแบบ Double Throw Contact มีการทำงานในการสั่งการด้วยไฟฟ้าและมีการล็อคตำแหน่งและกดหน้าสัมผัสในทางกลหลังจากการหยุดจ่าย ไฟฟ้าให้กับตัวขับเคลื่อน (Mechanically Held) การขับเคลื่อนหน้าสัมผัสโดยกลไกขดลวดแม่เหล็ก (Solenoid) ซึ่งอาศัยการจ่ายพลังงานด้วยไฟฟ้า (Energize) เข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กในเวลาอันสั้น และหยุดการจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดแม่เหล็กหลังการโอนถ่าย (Transfer)

ข. สวิทช์ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 600A. ขึ้นไปต้องมีหน้าสัมผัสแบบแยกส่วน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) และหน้าสัมผัสรับประกายไฟฟ้า (Arcing Contacts) หน้าสัมผัสหลักทุกชิ้นต้องเป็นโลหะผสมเงิน (Silver Composition) หน้าสัมผัสคู่ใดที่สัมผัสกันต้องรักษาแรงกด เพื่อไม่ให้เปิดออกเมื่อเกิดการเพิ่มของกระแสอย่างรุนแรง

ค. ในกรณีที่แบบระบุให้มีการโอนสายศูนย์ด้วย (4 Poles ATS) หน้าสัมผัสของสายศูนย์ (Neutral) ต้องทนกระแสได้เต็มพิกัด โดยในช่วงเวลาของการโอนถ่ายทั้งสองทิศทาง (Transfer and Re-Transfer) สายศูนย์ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน และแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินต้องถูกต่อเชื่อมถึงกัน จนกว่าการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟอีกด้านเสร็จสิ้นล (Overlapping Neutral) การเชื่อมกันของสายศูนย์นี้ต้องเกิดขึ้นไม่นานเกินกว่า 100 มิลลิวินาที (0.1 วินาที) ไม่อนุญาตให้ใช้สวิทช์ที่ไม่สามารถโอนถ่ายสายศูนย์ตามเงื่อนไขดังกล่าวได้

4.3.3 แผงวงจรควบคุมสวิทช์ (Control Panel)

ก. แผงวงจรควบคุมสวิทช์ทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เพื่อการทำงานที่แม่นยำ ลดปัญหาการบำรุงรักษา และมีหน้าจอแสดงผลเป็น LCD โดยสามารถอ่านค่าและปรับตั้งค่าต่างๆ ได้โดยใส่รหัสผ่าน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

ข. หน้าจอของแผงควบคุม (Control Panel) จะแสดงค่าเปรียบเทียบของแหล่งจ่ายไฟสองแหล่งเพื่อทำการขนาน (Closed Transition) ขณะมีแหล่งจ่ายไฟทั้งสองแหล่ง หรือแหล่งจ่ายไฟปกติกลับมาเหมือนเดิม

ค. แผงควบคุมต้องมีคุณสมบัติ Inphase Monitor ซึ่งในกรณีของการโอนถ่ายขณะที่มีไฟฟ้า ปรากฏจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าทั้งสองด้านในเวลาเดียวกัน (เช่นกรณีการโอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐาน Emergency to Normal) แผงควบคุมจะตรวจสอบเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองได้ และส่งสัญญาณโอนถ่ายให้แก่สวิทช์เมื่อเฟสของแหล่งจ่ายไฟทั้งสองตรงกันแล้ว

ง. การทำงานและการตั้งค่าของแผงควบคุมสวิทช์มี ดังนี้

การตรวจจับแรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเมื่อ

1. Normal Source Voltage Drop -Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อสั่งให้เครื่องยนต์ทำงานและเตรียมใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉิน
2. Normal Source Voltage Pick -Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งานเพื่อกลับไปใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐาน
3. Emergency Source Voltage Drop - Out ปรับตั้งได้ระหว่าง 70-98 % ของพิกัดแรงดันใช้งาน
4. Emergency Source Voltage Pick - Up ปรับตั้งได้ระหว่าง 85-100% ของพิกัดแรงดันใช้งาน
5. Engine Starting Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-6 วินาที เพื่อหน่วงเวลาสตาร์ทเครื่องยนต์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าพื้นฐานขัดข้อง
6. Normal - to - Emergency Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินหลังจากที่แรงดันและความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฉุกเฉินทำงาน
7. Emergency - to - Normal Time Delay ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการโอนถ่ายไปสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานหลังจากที่แรงดัน และความถี่ของแหล่งจ่ายไฟพื้นฐานกลับมาเป็นปกติ
8. Engine Cool - Down Timer ปรับตั้งได้ระหว่าง 0-60 นาที เพื่อหน่วงเวลาการดับเครื่องยนต์หลังการโอนถ่ายกลับสู่แหล่งจ่ายไฟพื้นฐานแล้ว
9. Engine Exerciser
   - สามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลาตั้งแต่ 1 นาที ถึง 24 ชั่วโมง และวันภายในสัปดาห์
   - สามารถโปรแกรมในการเดินเครื่องยนต์ทำงานได้ถึง 7 โปรแกรม
   - เมื่อเครื่องยนต์ทำการทดสอบแล้วก็สามารถโปรแกรมให้มีการโอนถ่ายโหลด (Load) หรือไม่โอนถ่ายโหลดได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

จ. CTTS ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการทนกระแส (WITHSTAND AND CLOSING TEST) ตามมาตรฐาน UL1008 ซึ่งระบุเวลาในการทนกระแสลัดวงจรได้ 1 1/2 และ 3 ไซเคิล ไม่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์ใดๆ ที่ไม่ผ่านการทดสอบดังกล่าว

ฉ. โรงงานผู้ผลิต CTTS จะต้องผ่านมาตรฐาน ISO9001 (ISO9001 International Quality Standard)

4.4 การเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น

ก. จะต้องเป็นไปตามระเบียบว่าด้วยการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าท้องถิ่น ซึ่งประกาศใช้เมื่อ 1 เมษายน 2535 หรือฉบับล่าสุด

ข. ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบรายละเอียดแสดง Single Line Diagram และอุปกรณ์การจ่ายไฟฟ้า

ค. การเชื่อมโยงต้องไม่เป็นการจ่ายไฟฟ้าที่มีรูปแบบ Automatic Reclosing Sectionalizer

ง. ระบบรีเลย์ป้องกันความเสียหายต่อระบบของการไฟฟ้าท้องถิ่น จะต้องมีขั้นต่ำดังนี้

- Synchronizing Check Relay
- Overfrequency and Underfrequency Relay
- Overcurrent Relay
- Directional Overcurrent Relay
- Overvoltage and Undervoltage Relay
- Ground Overcurrent Relay
- Zero-Sequence Overvoltage Relay

เพื่อป้องกันการลัดวงจรอันเนื่องมาจาก Automatic Reclosing ของการไฟฟ้าท้องถิ่นทำงาน สวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติของอาคารซึ่งทำหน้าที่ Synchronize จะต้องปลดวงจรออกทันทีที่ไฟจากการไฟฟ้าฯดับ เพื่อเข้าสู่สภาวะการทำงานของ Generator เมื่อไฟฟ้าดับ

5. แผงควบคุมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator Control Panel)

5.1 ความต้องการด้านพิกัด การออกแบบ และการสร้าง ให้ยึดถือเช่นเดียวกับข้อกำหนดของแผงสวิทช์ไฟฟ้าแรงต่ำ เว้นแต่แผงควบคุมนี้ได้ออกแบบ และสร้างเป็นมาตรฐานมาจากโรงงานของผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในต่างประเทศ

5.2 อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าต้องเป็น Molded Case Circuit Breaker

5.3 แผงควบคุม Generator ต้องประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

ก. Digital Meter

ข. แอมมิเตอร์ DC

ค. Automatic Voltage Regulator

ง. Speed Adjustment Switch (or Potentiometer)

จ. Circuit Breaker, Molded Case Type

ฉ. Engine Automatic Start-Stop พร้อม Selector Switch auto Off-Test

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

6. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ละชุดต้องมีถังน้ำมันประจำชุดเป็น Day Tank ที่มีขนาดความจุมากพอที่ทำให้เครื่องกำเนิด ไฟฟ้ามาสามารถจ่ายโหลด 100% ตามพิกัด ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และตามที่กำหนดในแบบพร้อมทั้งปั๊มน้ำมันชนิดใช้มือหมุน ถังน้ำมันจะต้องทาสี Enamel ชนิดที่ทนการกัดกร่อนจากน้ำมันได้อย่างน้อย 2 ครั้ง เฉพาะภายนอกถังน้ำมัน โดยเฉพาะถังเก็บน้ำมันใต้ดินจัดให้มีระบบตรวจวัดการรั่วของถัง และระดับน้ำมันในถังเพื่อส่งสัญญาณมาแสดงที่ห้องวิศวกร ชั้น 2

ในการปั๊มน้ำมันจากถังเก็บใต้ดินไปยัง Day Tank ให้ใช้เครื่องปั๊มชนิดเกียร์ปั๊มโดยมีคุณสมบัติดังนี้

- อัตราการสูบ 1 ลูกบาศก์เมตร/ชม. ที่ความสูง 34 เมตร
- ขนาดท่อทางดูดและท่อทางส่ง Dia. 1" x 1"
- ตัวปั๊มออกแบบเป็นแบบ Back Pullout Design
- ชุดเฟืองเกียร์เป็นแบบอยู่ภายใน (Internal Gear)
- ตัวเรือน (Casing) เป็น เหล็กหล่อ (Cast Iron)
  ROTOR/IDLER เป็น เหล็กหล่อ (Cast Iron)
  เพลา (SHAFT) เป็น สแตนเลส เกรด St. 60.2

7. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

7.1 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องมีการควบคุมความดังของเสียง (Sound Reduction) โดยให้มีความดังของเสียงไม่เกิน 85 dBA วัดที่ระยะ 1 เมตร จากนอกห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่ว่าจะวัดจากด้านใด ระบบระบายอากาศต้องติดพัดลมขนาดไม่เล็กกว่าที่ระบุในแบบ แต่ต้องทำให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอ เพื่อรักษาอุณหภูมิในห้องขณะเดินเครื่องไม่ให้เกินประมาณ 45 องศาเซลเซียส

7.2 ผนังด้านในทุกด้าน ยกเว้นส่วนที่เป็นช่องลมประตูให้บุด้วยแผ่นใยหินชนิดแข็ง (Mi-Neral Fiber Mat) ความหนาแน่นอย่างน้อย 80 Kg/M^3 ที่ความหนา 100 มม. แล้วบุด้วยแผ่นใยแก้วชนิดอ่อน (Glass Fiber Coated) หนา 0.8 มม. เพื่อป้องกันใยหลุดปลิว โดยยึดเข้ากับผนังหรือเพดานด้วยหมุดยาวเป็นระยะห่างกันประมาณ 20 ซม.

7.3 เพดานด้านใน หากไม่มีมีฝ้าแบบกันเสียง ให้ทำเหมือนผนัง ดังข้อ 7.2

7.4 ติดตั้ง Air Inlet and Outlet Sound Attenuators ที่ช่องลมเข้า ช่องลมออกของเครื่องยนต์และช่องลมออกของพัดลมระบายอากาศ Attenuators ที่ใช้ต้องเป็นชนิดที่ทำได้มาตรฐานสากล เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้

7.5 กรอบประตู ให้ใช้กรอบเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน บานประตูเป็นเหล็กอาบสังกะสีพ่นสีอบความร้อน แผ่นเหล็กมีความหนาเพียงพอ ในบานประตูระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองใส่ใยหินชนิดแข็ง ชนิดเดียวกันกับข้อ 2 เพื่อกันเสียงออกได้ ที่กรอบบานประตูด้านใน ใส่ยางรอบ เพื่อกันเสียงออก ประตูนี้จึงให้ทำเป็นประตูกันเสียง (Acoustic Door)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

7.6 ผู้ขายและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเป็นผู้จัดทำระบบควบคุมความดังของเสียงรวมทั้งประตูและระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามที่ระบุในแบบให้สามารถระบายอากาศได้เพียงพอขณะเดินเครื่อง ต้องรับประกันทำให้อุปกรณ์ทั้งชุดทำงานได้ดีสมบูรณ์ และป้องกันเสียงออกได้ ตามที่ระบุ โดยจะต้องจัดทำเพิ่มเติมให้ดีพอโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่ม

7.7 แผ่นใยหินให้ใช้ผลิตภัณฑ์ ชนิดทนต่อความร้อนได้ตามมาตรฐาน ASTM E-84 หรือเทียบเท่า เช่น ของ Keumkang Fiber, Kimm Co Fiber, และ CSR Bradford เป็นต้น ส่วนแผ่นใยแก้วต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ ตามมาตรฐาน BS476 หรือเทียบเท่า

8. การติดตั้ง

1. ต้องจัด Vibration Isolator ชนิดสปริงหรือวัสดุอื่นที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำให้ใช้สำหรับรองรับแท่นเครื่อง
2. ฐานคอนกรีตรองรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องแข็งแรงและเหมาะสมเมื่อนำเครื่องไปวางต้องง่ายแก่การบำรุงรักษา เช่น การถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
3. ท่อไอเสียต้องหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน แรงดันไอเสียภายในท่อไอเสียต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ใน Engine Data Sheet
4. ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวมทั้งระบบการระบายความร้อนและระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้สมบูรณ์ใช้งานได้
5. จัดหาและติดตั้ง Gravity Shutter ขนาดที่เหมาะสม
6. ให้มีระบบ Charge ไปเข้า Battery จาก Emergency Panel Board ทั้งในเวลาปกติและเมื่อไฟดับ

9. การทดสอบ

ให้ทดสอบการทำงานและสมรรถนะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเดินเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ 80% Rated เป็นเวลา 1 ชั่วโมงติดต่อกัน แล้วเพิ่มเป็น 100% Rated อีก 3 ชั่วโมง แล้วเพิ่มขึ้นที่ 110% Rated อีก 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้รวมอยู่ในรายการนี้ด้วย

จากนั้นให้ทดสอบ Single Step Load Acceptance Test จาก 0% เป็น 100% โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องสามารถรับ Single Step Load ได้ถึง 100% โดยพิจารณา

ก. Speed Regulation

ข. Dip Voltage และ

ค. Voltage Regulation

10. การบริการ

10.1 ต้องจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาฝึกอบรมช่างเทคนิคผู้เกี่ยวข้องในการอบรมเครื่องให้สามารถใช้เครื่องได้และสามารถบำรุงรักษาเครื่องได้อย่างถูกต้อง

10.2 จัดมอบหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องและหนังสือแสดงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ จำนวน 4 ชุด

10.3 ต้องจัดมอบอะไหล่สำหรับซ่อมบำรุงที่จำเป็นดังนี้

ก. 2 ชุด ไส้กรองอากาศต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ข. 2 ชุด ไส้กรองน้ำมันเครื่องต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

ค. 2 ชุด ไส้กรอง Bypass ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ง. 2 ชุด ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จ. 2 ชุด Corrosion Resistor ต่อหนึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 14. SURGE PROTECTIVE DEVICES (SPD.)

1. ANSI/IEEE SANDARD

1.1 ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดทางเทคนิคของ SPD. นี้ใช้สำหรับกระจายกระแสไฟฟ้า ที่มีพลังงานเสิร์จสูงใช้ต่อขนานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ

1.2 มาตรฐาน

อุปกรณ์ของ SPD. จะต้องออกแบบผลิตและทดสอบให้เป็นตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1.2.1 ANSI/IEEE C62.1, C62.41 และ C62.45

1.2.2 NFPA 20, 70, 75 และ 78

1.2.3 UL 1449, UL 1283

1.3 ลักษณะระบบ

ความต้องการตามสภาวะสิ่งแวดล้อม

1.3.1 อุณหภูมิที่ใช้สำหรับเก็บไว้ใช้งาน -55^{o} ถึง $+85^{o}C$ (-67^{o} ถึง $+185^{o}F$)

1.3.2 อุณหภูมิทำงาน จะต้องอยู่ระหว่าง -40^{o} ถึง $50^{o}C$ (-40^{o} ถึง $+122^{o}F$)

1.3.3 ความชื้นสัมพัทธ์ จะต้องอยู่ระหว่าง 0% ถึง 95% ไม่ควบแน่นเป็นหยดน้ำ โดยสัมพันธ์กับความชื้น

1.4 ระดับเสียง

ระดับเสียงที่ได้ยิน จะต้องน้อยกว่า 45dBA. ที่ระยะ 1.5 เมตร

1.5 ความสูง

ระบบจะต้องทำงานที่ความสูงได้ถึง 12,000 ฟุต เหนือระดับน้ำทะเล

1.6 ความต้องการทางไฟฟ้า

ทำงานที่ระบบแรงดัน 380/220V 3 เฟส 4 สาย สายดิน 1 เส้น แรงดันต่อเนื่องสูงสุด SPD. จะต้องทำงานที่แรงดันต่อเนื่องสูงสุดไม่เกิน 110% ของ Norminal voltage

1.7 ความถี่

SPD. จะต้องทำงานที่ความถี่ 47 ถึง 63 เฮิร์ทซ์

1.8 PROTECTION MODE

SPD. จะต้องทำงานได้ตาม Mode ดังนี้ Line to Ground และ Neutral to Ground

1.9 พิกัดสมรรถนะ

SPD. อ้างถึงตามรูปคลื่น 8 x 20 us จะต้องทำงานที่

- สำหรับ Main DB ไม่น้อยกว่า 160 kA.
- สำหรับ Branch ไม่น้อยกว่า 80 kA.

1.10 การรับประกัน

ผู้ขายจะต้องรับประกันอุปกรณ์ SPD อย่างน้อย 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

1.11 การผลิต (Production)

1.11.1 ส่วนประกอบ ระบบ SPD. จะต้องเป็น โลหะ Oxide ที่เรียงกันแบบสมมาตรและสมดุลย์ โครงสร้างใช้โมดูลชนิด กระจายกระแสไฟฟ้า แต่ละโมดูล จะต้องมีพิกัดอย่างน้อยสุด 25 kA บนพื้นฐานของคลื่นมาตรฐาน 8 x 20 ไมโครวินาที แต่ละโมดูลจะต้องทนพัลส์ 10 kA. มากกว่า 1,000 ครั้ง ตาม IEEE C62.41 Category 4C

1.11.2 การต่อ จุดต่อสายจะต้องจัดให้ สำหรับต่อเฟสและกราวนด์

1.11.3 สิ่งห่อหุ้ม จะต้องเป็นชนิด Heavy duty NEMA12 ป้องกันฝุ่น

1.12 อุปกรณ์ประกอบ

1.12.1 สิ่งแสดงบอกภาวะ จะต้องเป็น Indicator สีแดงและเขียว และมีแสงสีแดงติดขึ้นมาแสดงว่า โมดูล กระจายกระแสไฟฟ้า 1 โมดูล หรือมากกว่า จะต้องซ่อมทดแทนต่อไป

1.12.2 Audible Alarm เมื่อโมดูลเสีย จะต้องส่งเสียง Alarm เตือน จะต้องมีสวิตช์สำหรับปิดเสียง และมีสวิตช์กดสำหรับทดสอบ Alarm function ทั้งสวิตช์ และ Alarm จะต้องอยู่บนฝาหน้าของอุปกรณ์

1.13 ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

- Innovative Technology
- MUG

2. มาตรฐาน

IEC 1024-1, IEC1312-1, VDE0675

ข้อกำหนดทั่วไป

อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จจากฟ้าผ่า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันกระแสฟ้าผ่าและแรงดันเสิร์จ เนื่องจากฟ้าผ่าและการสวิตช์ซึ่งเป็นอุปกรณ์แต่ละแบบขึ้นกับลักษณะการติดตั้ง ดังนี้

1. SPD1 (Lightning Current Arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสฟ้าผ่า (Coarse Protection : LPZ 0 - LPZ 1) ใช้ติดตั้งที่ Main Distribution Board : MDB มีลักษณะอุปกรณ์เป็น Arc Quenching spark gap ทำหน้าที่ดักและกำจัดกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) ซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้สามารถทนและสามารถดับกระแสไหลตาม (Line-follow Current) ซึ่งเกิดหลังจากการทำงานได้

Technical Data

Arrester Class	II
Nominal Voltage	230 Vac/50 Hz.
	Up to 255 Vac/50 Hz.
Arrester Voltage	$\geq$ 330 Vac/50 Hz.
Lightning test current (10/350 μs) acc. To IEC 1024-1	50 kA per phase
Quenching Short Circuit at U_n without backup fuse	50 kA_{rms}

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

Protection level	$\leq$ 1.5 Kv.
Response time	$\geq$ 1 μs
Protection	IP 20

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Lightning Current Arrester ระหว่าง L-G และ N-G ที่ Main Distribution Board (MDB) และให้มี Back up fuse ขนาดเท่ากับขนาดกระแสของ Main CB/1.6 แต่ไม่เกิน 250A gL(หรือขนาดระบุตามแบบ) ระหว่างสายเฟส (L) และ Arrester

2. SPD2 (Surge Voltage Arrester)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันระดับกลาง (Medium Protection: LPZ1 – LPZ2) ใช้ติดตั้งที่ Sub Distribution Board ทำหน้าที่ดักแรงดันเสิร์จที่หลงเหลือจาก SPD1 Arrester Class II โดยอุปกรณ์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1. ส่วน Base Element
2. ส่วน Plug Unit แบ่งออกเป็น 2 ส่วน
   - 2.1 MOV ติดตั้งระหว่าง L1, L2, L3 - N
   - 2.2 Spark ติดตั้งระหว่าง Gap N - G

ส่วน Base Element เป็นส่วนที่เป็นชุดฐาน 4 Pole เพื่อติดตั้งสายและเป็นฐานเพื่อติดตั้งชุด Plug Unit และจะต้องมีการ Code อุปกรณ์เพื่อป้องกันการใส่ Plug Unit ที่เป็นระดับแรงดันอื่น

ส่วน Plug Unit เป็นส่วนที่ใช้เป็น Surge Voltage Arrester มีองค์ประกอบหลักเป็น MOV สำหรับ L – N และ SPARK GAP สำหรับ N – G ชุด Plug Unit จะต้องมี Indicator แสดงว่าอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใช้การได้, กรณีที่ Plug Unit ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้ Indicator จะแสดงคำว่า "Defect" หรือ อื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นว่า Plug Unit นั้น ไม่อยู่ในสภาพใช้งานได้แล้ว ในขณะเดียวกัน Arrester จะต้องตัดตัวเองออกจากระบบโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการลัดจร

Technical Data ของ item 2.1

Arrester Class	C
Nominal Voltage Un	230 Vac
Arrester Rated Voltage Uc	275 Vac
Nominal discharge Surge Current Isn (8/20μs)	20 kA per phase
Max discharge Surge Current Imax (8/20 μs)	40 kA per phase
Leakage Current	$\leq$ 0.3 mA.
Response time	25 ns
Protection level (5 kA)	$\leq$ 1000 V.
Protection level with Isn (20 kA)	$\leq$ 1500 V.
Protection type	IP 20

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

Technical Data ของ item 2.2

Arrester Class	II/C
Nominal DC. Spark Over Voltage	500 V. $\pm$ 20%
Arrester Rated Voltage Uc	$\geq$ 260 Vac
Lightning Test Current (10/350)	$\geq$ 12 kA / 6As
Nominal discharge Surge Current Isn (8/20 μs)	20 kA per phase
Max discharge Surge Current Imax (8/20 μs)	40 kA per phase
Quenching short circuit without backup fuse	$\geq$ 200 A. rms
Response time	$\leq$ 100 ns
Protection level	$\leq$ 1 kV.
Protection type	IP 20

การติดตั้ง

ให้ติดตั้ง Surge Voltage Arrester 4 Pole ขนานระหว่าง L-N และ N-G ที่ Sub Distribution Board (MDB) ให้มี Back up fuse ขนาด 125A gL ในกรณีที่ Main CB มีขนาดมากกว่า 125A ระหว่างสายเฟสและ Arrester

ทั้งนี้ระยะระหว่าง SPD1 และ SPD2 จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 10 เมตร

ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

- DEHN
- PHOENIX CONTACT
- CIRPROTEC
- LEUTROW

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 15. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้า ให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้าสื่อสารอื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์ สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์ สายสัญญาณแจ้งเตือน เป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

2. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-Dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

2.1 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Electrical Metallic Tubing : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดาน ซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆ ที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ หรือทำให้ท่อเสียหาย การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามกำหนดใน NEC Article 348

2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 1/2 นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในผนังหรือพื้น หรือเข้า-ออกจากแผงไฟฟ้า แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน NEC Article 345

2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Steel Conduit : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการ และให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC Article 346

2.4 ท่ออ่อน (Flexible Metal Conduit) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ โคมไฟแสงสว่าง เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะ และนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำ การติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC Article 350

2.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, Lock Nut, Bushing และ Ervice Entrance Cap ต่างๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน Connector

2.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

ก. ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อก่อนทำการติดตั้ง

ข. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC

ค. ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคาร หรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ ทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

ง. ท่อแต่ละส่วน หรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

จ. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่

ฉ. การใช้ท่ออ่อน ต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

ช. แนวการติดตั้งต้องเป็นแนวขนาน หรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้คุมงานเป็นแต่ละกรณีไป

3. WIREWAY

3.1 Wireway ต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างไม่เกิน 200 มิลลิเมตร และหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร สำหรับความกว้างเกิน 200 มิลลิเมตร พร้อมฝาครอบปิด ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี Electro-Galvanized แล้วพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

3.2 การติดตั้งใช้งาน Wireway ต้องเป็นไปตาม NEC Article 300 และ Article 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร การมัดสายไฟฟ้า ให้ใช้ Cable Tie เท่านั้น

3.3 ภายใน Wire Way ต้องมี Cable Support ทุกระยะ 0.50 เมตร

4. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ ให้รวมถึงกล่องสวิตช์ กล่องเต้ารับ กล่องต่อสาย (Junction Box) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (Pull Box) ตามกำหนดใน NEC Article 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนด ดังต่อไปนี้

4.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไป ต้องเป็นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ Elector-Galvanized และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อ หรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร

4.2 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้ว ต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการชุบ Electro-Galvanized และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

4.3 ขนาดของกล่องต่อสาย ขึ้นอยู่กับขนาด จำนวน ของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาด จำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามกำหนดใน NEC Article 373

4.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาด ต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

4.5 การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีทาภายในและที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

5. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตาม แต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆ ช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

6. การทดสอบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆ ช่วง ตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 16. โคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ให้จัดหาและติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ ซึ่งติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคาร

1.2 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งภายในดวงโคม เช่น หลอด บัลลาสท์ และสตาร์ทเตอร์ รวมถึงขั้วหลอด ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานต่างประเทศที่รับรอง

1.3 ถ้ามิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น โคมไฟฟ้าใช้ทั่วไปเป็นระบบเฟสเดียว 220 โวลท์ 50 เฮิร์ท

2. รายละเอียดวัสดุ

2.1 ดวงโคมทั้งหมดต้องเป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบและข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ก. ขั้วหลอดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน VDE, JIS หรือ NEMA

ข. ตัวโคม (Housing) ต้องพับขึ้นรูปจากแผ่นโลหะ โดยผ่านกรรมวิธีชุบป้องกันสนิมอย่างดี

ค. ตัวโคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้พับจากแผ่นเหล็กชุบ Electro-Galvanized และพ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

ง. โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่เกิน 2 หลอด ให้ใช้ความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร นอกนั้นให้ใช้แผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

จ. สำหรับดวงโคม Down Light ให้เป็นไปตามที่แสดงไว้ในแบบ

2.2 หลอดไฟต้องเป็นไปตามกำหนดนี้

ก. สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทั่วไปใช้หลอด Cool White, Warm White หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และเป็นชนิด T5 ทั้งหมด

ข. สำหรับหลอด Incandescent Lamp โดยทั่วไปให้ใช้หลอด Clear Bulb, Rated 220 V. ขาหลอดเป็นแบบเกลียว

ค. สำหรับหลอด Compact Fluorescent ให้ใช้ขนาดตามระบุในแบบ เป็นแบบ Warm White, Cool white จะกำหนดให้ในภายหลัง

ง. หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และหลอดไฟ Incandescent ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2.3 บัลลาสท์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดชนิด Discharge เป็นแบบ Electronic Ballast มีค่า Total Harmonic Distortion (THD) น้อยกว่า 10% ซึ่งได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ให้ใช้บัลลาสท์ 1 ชุด ต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 ดวง

2.4 สตาร์ทเตอร์และ Capacitor ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้

2.5 สายไฟฟ้าที่ใช้ภายในดวงโคม ให้ใช้สายอ่อน (Flexible Wire) หุ้มฉนวนที่ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส ขนาดไม่เล็กกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร เฉพาะสายไฟฟ้าในดวงโคมที่ใช้หลอดมีความร้อนสูง เช่น หลอด Gas Discharge ให้ใช้สายหุ้มฉนวนทนความร้อนสูง เช่น หุ้มฉนวนใยหิน เป็นต้น

2.6 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในโคมต้องเป็นของใหม่เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

3. โคมแสงสว่างฉุกเฉิน (Selt-Contained Battery Emergency Light)

3.1 โคมแสงสว่างฉุกเฉินต้องเป็นชนิดมีแบตเตอรี่บรรจุอยู่ภายใน พร้อมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Solid State ทำหน้าที่ควบคุมการประจุไฟฟ้าเข้าและกระจายประจุของแบตเตอรี่ โดยระบบควบคุมนี้จะต้องตัด วงจรเมื่อการคายประจุจากแบตเตอรี่ถึงขีดแรงดันไฟฟ้าที่จะเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่

3.2 โคมไฟฟ้าให้ใช้หลอด Halogen 55 วัตต์ จำนวน 2 หลอด หรือ 1 หลอด ตามระบุในแบบมี Diffuser เป็นกระจก

3.3 แบตเตอรี่ใช้ Sealed Lead Acid Battery ขนาดกำลังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2.0 ชั่วโมง โดยแรงดันไม่ลดลงต่ำกว่า 75% ของแรงดันปกติของ Battery โดยจะต้องมีกราฟแสดงเพื่อยืนยันการใช้งานจากบริษัทฯ ผู้ผลิตแบตเตอรี่เป็นสำคัญ และขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดในแบบ

3.4 ให้มี Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการทำงานอย่างน้อยดังนี้

ก. สถานะการประจุแบตเตอรี่ (Charge และ Full Charge)

ข. สถานะของ Input Line

3.5 ให้มี Test Button เพื่อทดสอบคุณภาพของแบตเตอรี่และชุด Remote Lamp ต้องมี Remote Test Button และ Indicating Lamp แสดงสถานะภาพการประจุแบตเตอรี่และ Input Line ด้วย

3.6 Housing สำหรับบรรจุแบตเตอรี่และอุปกรณ์ควบคุมเป็นกล่องทำจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี และพ่นเคลือบด้วยสี Enamel อย่างน้อย 2 ชั้น ทั้งนี้ให้มีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ

3.7 การติดตั้งให้เป็นไปตามกำหนดในแบบ โดยระดับของหลอดไฟต่ำจากระดับฝ้าประมาณ 0.30 เมตร ส่วนชุดที่ติดตั้งแยกหลอดไฟ (Remote Lamp) ให้ทำฐานของหลอดไฟที่เหมาะสมและสวยงาม

4. โคมแสงสว่างป้ายทางออก (Exit Light)

4.1 ตัวโคมให้พับขึ้นรูปขนาดที่เหมาะสมหรือขนาดตามระบุในแบบ โดยใช้แผ่นเหล็ก Electro-Galvanized หนาไม่น้อยกว่า 0.8 มิลลิเมตร พ่นเคลือบด้วยสีอบความร้อนอย่างน้อย 2 ชั้น

4.2 ป้ายแสดงเครื่องหมายเป็นแผ่นวัสดุโปร่งแสง ทำเครื่องหมายสัญลักษณ์ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนในระยะ 100 เมตร โดยป้ายนี้อาจมีทั้ง 2 ด้าน ของตัวโคมทั้งนี้ขึ้นกับสถานที่ติดตั้ง

4.3 หลอดไฟฟ้าให้ความสว่างเป็นไปตามระบุในแบบ

4.4 การติดตั้งให้เป็นไปตามระบุในแบบ

5. การขออนุมัติ

ต้องส่งรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งรูปแบบของดวงโคม ให้ผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติก่อนการติดตั้ง ทั้งนี้อาจต้องนำตัวอย่างของดวงโคมแสดงต่อผู้ว่าจ้างหรือตัวแทนผู้ว่าจ้างตามที่เรียกขอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 17. สวิตช์และเต้ารับไฟฟ้า

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งทั้งสวิตช์ ซึ่งใช้งานในรูปแบบต่างๆ และเต้ารับไฟฟ้า

2. สวิตช์ไฟฟ้า

2.1 สวิตช์ไฟฟ้าโดยทั่วไปให้เป็น Heavy Duty, แบบติดฝังกับผนังบนกล่องเหล็กชุบ Galvanized ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสวิตช์

2.2 ขนาด Ampere Rating ของสวิตช์ต้องไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์ 250 โวลท์ โดยใช้ Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่าเป็นฉนวนไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับส่วนโลหะที่นำไฟฟ้าได้โดยง่าย

2.3 สวิตช์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมพัดลมดูดอากาศต้องเป็นชนิด Illuminated Lamp ในตัว เพื่อแสดงว่าพัดลมกำลังทำงานหรือหยุดทำงาน

2.4 Coverplate ต้องเป็นพลาสติกสีตามกำหนดภายหลัง

2.5 Metal Box สำหรับติดตั้งสวิตช์ไฟฟ้า ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย Hot-Dip Galvanized โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

2.6 การติดตั้งให้ฝัง Metal ในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณี เพื่อให้ Coverplate ติดแนบกับผิวหน้าของผนัง กำแพง หรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์กำหนดไว้ 1.20 เมตร

3. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไป

3.1 เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนัง กำแพงหรือเสา แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม

3.2 เต้ารับไฟฟ้าที่พื้น ต้องเป็นแบบ Low Tension ชนิดขาแบบกลมและแบบแบนพร้อมขั้วดินติดตั้งตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม

3.3 ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์

3.4 เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

3.5 Coverplate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด

3.6 ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.30 เมตร

3.7 เต้ารับที่มีรูปแบบแตกต่างไปจากข้อกำหนดนี้ ต้องส่งมอบเต้าเสียบ (Plug) ให้ตามจำนวนเต้ารับนั้นๆ

4. การติดตั้ง

การติดตั้ง อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากที่กำหนดไว้ได้ เพื่อความเหมาะสมและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

5. การทดสอบ

ให้ทดสอบค่าฉนวนของสวิตช์และเต้ารับ โดยต่อรวมเข้ากับวงจรไฟฟ้าในขณะทดสอบฉนวนของสายไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 18. ระบบการเดินสายโทรศัพท์

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ สมรรถนะ รวมทั้งอุปกรณ์ ประกอบต่างๆ ทั้งหมดเพื่อให้การใช้งานโทรศัพท์มีความสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประการ โดยมีขอบข่ายครอบคลุมดังนี้

1.1 แผงกระจายสายรวม (MDF)

1.2 สายโทรศัพท์ ตลอดจนอุปกรณ์การเดินสาย เฉพาะส่วนที่กำหนดในแบบ

1.3 เดินสายโทรศัพท์ทั้งหมดอย่างครบถ้วนตามกำหนดในแบบ

1.4 จัดหาและติดตั้งกล่องพักสายทุกส่วน (Telephone Cabinet)

1.5 จัดหาและพร้อมทั้งติดตั้งเต้ารับโทรศัพท์ทั้งหมด

1.6 ทดสอบระบบจ่ายสายโทรศัพท์ภายในโครงการ และอุปกรณ์อื่นๆ

2. แผงกระจายสายรวม (MDF)

2.1 แผงกระจายสายรวมสามารถแยกออกได้ 2 ตอนดังนี้

ก. แผงกระจายสายตอนที่หนึ่ง สำหรับพักสายทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับตู้สาขาโทรศัพท์ และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ต้องเป็นชนิดที่สามารถเสียบปลั๊กเพื่อแยกสายออกได้ทุกคู่สาย

ข. แผงกระจายสายตอนที่สอง สำหรับพักสายที่มาจากสายองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยและสายของเครื่องภายในต้องเป็นชนิดที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าเมื่อใดก็ได้ที่ต้องการ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งคู่สาย และมีจำนวนเพียงพอตามกำหนดในแบบ

2.2 อุปกรณ์ประกอบต้องเป็นดังนี้

ก. อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าต้องเป็นชนิดหลอดบรรจุก๊าซ สามารถนำกระแสไฟฟ้าลงดินได้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าสูงเกินกว่า 230 โวลท์ หรือเกินกว่าที่ตู้สาขาโทรศัพท์จะรับได้ตามคำแนะนำของผู้ผลิต (ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ทั้ง Common Mode และ Differential Mode) โดยอุปกรณ์นี้ต้องเตรียมไว้สำหรับป้องกันสายด้านที่มาจากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยทุกคู่สาย

ข. แผงกระจายสายต้องเป็นชนิดกระทัดรัด แต่มีความแข็งแรง การเข้าสายและถอดสายสามารถกระทำได้ง่ายโดยเครื่องมือพิเศษ ห้ามใช้แบบสกรูยึด แผงกระจายสายนี้ต้องยึดอยู่บนฐานเฉพาะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ

ค. เครื่องมือพิเศษที่ต้องเตรียมไว้เพื่อมอบพร้อมกับตู้สาขานี้ต้องมีอย่างน้อยดังนี้

(1) เครื่องมือเข้าถอดสาย

(2) ปลั๊กเสียบสำหรับการตรวจสอบสาย 4 ชุด

ง. แผงกระจายสายรวมนี้ต้องเป็นตู้เหล็กชนิดตั้งพื้น มีขนาดเหมาะสมกับจำนวนคู่สายที่ระบุไว้ในแบบ

3. แผงรวมสาย (TC)

อุปกรณ์ต่างๆ ให้ยึดถือเช่นเดียวกับแผงกระจายสายรวม ยกเว้นเครื่องมือพิเศษไม่รวมอยู่ในรายการนี้

4. เต้ารับโทรศัพท์ (Telephone Outlet)

เต้าเสียบโทรศัพท์ และคอมพิวเตอร์ต้องเป็นแบบ Modular Jack Type ชนิด 4 Pole (RJ11) ตามมาตรฐาน สหรัฐอเมริกา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 19. ระบบเสียง

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบเสียงสำหรับโครงการนี้ เพื่อต้องการเป็นระบบประกาศเรียกโดยทั่วไป และระบบเสียง (Paging and Background Music) โดยมีจำนวนโซนตามแสดงในแบบ ทั้งนี้ผู้ใช้งานสามารถประกาศจากไมโครโฟน โดยสามารถเลือกโซนในการประกาศได้จากฐานไมโครโฟนโดยตรงไปยังโซนต่างๆ ได้อิสระ ทั้งนี้ในการประกาศโซนใดโซนหนึ่ง โซนที่เหลือจะต้องมีเสียงเพลงที่เป็น Background Music ดังอยู่เป็นปกติในช่วงเวลาเดียวกัน อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องรองรับการขยายการเพิ่มจำนวนไมโครโฟนในระบบเดียวกันได้ไม่น้อยกว่า 8 ไมโครโฟน และรองรับการขยายจำนวนโซนของระบบเสียงได้ไม่น้อยกว่า 60 โซน อุปกรณ์ที่ใช้จะต้องเป็นของแท้ ของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน เป็นสินค้าที่อยู่ในสายการผลิตที่สามารถตรวจสอบคุณสมบัติได้ และต้องไม่ใช่สินค้าที่ปรับปรุงแก้ไขมาก่อน ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ดังต่อไปนี้ :-

1.1 เครื่องรับสัญญาณวิทยุ FM

1.2 YEAR PROGRAMMABLE MUSIC PLAYER

1.3 เครื่องเล่น CD

1.4 เครื่องผสมสัญญาณเสียง (Sound Controller)

1.5 เครื่องขยายเสียง (Power Amplifier)

1.5 ไมโครโฟน

1.6 ลำโพง

1.7 ชุดปรับระดับความดังเสียง (Volume Control)

2. เครื่องรับสัญญาณวิทยุ FM

2.1 มีหน้าจอแสดงผลแบบ Fluorescent

2.2 สามารถค้นหาสถานีได้ตั้งแต่ความถี่ FM 88 MHz. - 108 MHz. ได้

2.3 สามารถบันทึกสถานีล่วงหน้าได้รวมไม่น้อยกว่า 40 สถานี

2.4 มีปุ่มปรับความดังเสียง

2.5 สามารถติดตั้งได้กับตู้แร็คขนาดมาตรฐาน 19 นิ้วได้โดยตรง

3. เครื่องเล่น CD

3.1 สามารถเล่นแผ่น DVD/VCD/CD และ MP-3 ได้

3.2 มีช่องต่อ USB ที่ด้านหน้าเครื่องพร้อมสามารุเล่นเพลงจากภายนอกได้

3.3 มีชุดควบคุมการทำงานแบบไร้สาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

4. เครื่องผสมสัญญาณเสียง

4.1 เป็นชุดผสมสัญญาณและขยายเสียงขนาด 240 วัตต์ในตัวพร้อมแบ่งโซน 6 โซนในตัวเองและสามารถขยายโซนได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

4.2 สามารถต่อใช้งานร่วมกับไมโครโฟนประกาศได้เป็นอย่างดีโดยสามารถต่อไมโครโฟนได้ไม่น้อยกว่า 8 ตัว และสามารถจัดลำดับความสำคัญของไมโครโฟนแต่ละตัวได้ และสามารถขยายโซนได้ในอนาคตไม่น้อยกว่า 60 โซน

4.3 สามารถต่อเชื่อมกับคอมพิวเตอร์เพื่อตั้งค่าของเครื่องได้

4.4 มีวงจรกรองเสียงพูด (Speech Filter)

4.5 มีหน่วยความจำภายในตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 16 MB. และสามารถบันทึกเสียงได้ถึง 255 ข้อความ 17 นาที คุณภาพเทียบเท่า CD โดยเก็บข้อความได้นานไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยไม่ต้องอาศัยแบตเตอรี่

4.6 มีจุดต่อ Alarm เข้าไม่น้อยกว่า 12 จุดต่อ

4.7 ช่วงการตอบสนองความถี่ 60-18,000 เฮิร์ท ที่ (+1/-3 ดีบี)

4.8 ความเพี้ยนน้อยกว่า 1 % ที่ความถี่ 1 กิโลเฮิร์ท

4.9 มีปุ่มปรับเสียงทุ้ม แหลม ด้านหน้าเครื่องได้ไม่น้อยกว่า +8/-8 ดีบี

4.10 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 75 ดีบี

4.11 มีวงจร Limiter ทำงานแบบอัตโนมัติ

4.12 ช่องต่อไมโครโฟนมีความไว 1มิลลิโวลท์ หรือไวกว่า

4.13 จุดต่อลำโพงแบบ 100/70 โวลท์

4.14 อุณหภูมิการทำงาน $+5^0$ ถึง $+ 55^0$ องศา หรือดีกว่า

5. YEAR PROGRAMMABLE MUSIC PLAYER

5.1 สามารถเล่นเพลงต่างๆ จาก Play list ที่กำหนดให้เพลงต่างๆ สามารถเปิดในแต่ละช่วงเวลาของ วัน สัปดาห์ เดือน และ ปีได้แบบอัตโนมัติ

5.2 มีลำโพง Monitor อย่างน้อย 2 ตัว

5.3 มีหน้าจอแสดงผลแบบ GUI (Graphic user interface) แบบ LCD

5.4 มีชุดควบคุมการทำงานแบบไร้สาย

5.5 มาตรฐานรับรอง CE

6. ไมโครโฟน และ ELECTRONIC CHIME

6.1 เป็นชนิดแบบคอห่านสามารถปรับทิศทางได้ และมีปุ่มกดเลือกที่ฐานไมโครโฟนรวมไม่น้อยกว่า 6 โซน พร้อมปุ่มกดเลือก All Zone และสามารถขยายได้ครั้งละ 6 โซนโดยรองรับจำนวนโซนของชุดควบคุมระบบเสียงส่วนกลางได้ทั้งหมด

6.2 มีไฟแสดงสถานะการกดใช้งานปกติ และผิดปกติ ของแต่ละโซน

6.3 สามารถเดินสายได้ไกลไม่น้อยกว่า 500 เมตร

6.4 ความไวในการรับสัญญาณไม่น้อยกว่า 85 ดีบี และสูงสุด 110 ดีบี หรือดีกว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

6.5 สามารถปรับอัตราการขยายได้

6.6 ความเพี้ยน น้อยกว่า 0.6% ที่ระดับความดังสูงสุด

6.7 ตอบสนองความถี่ 100 เฮิร์ท – 16,000 เฮิร์ท พร้อมวงจรกรองเสียงพูด (Speech Filter)

6.8 อุณหภูมิการทำงาน -10^0 ถึง $+ 55^0$ องศา หรือดีกว่า

7. เครื่องขยายเสียง

7.1 มีจุดต่อแบบ 50 และ 70 และ 100 โวลท์ อย่างละไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

7.2 กำลังขับลำโพงที่ความถี่ 1 kHz ไม่น้อยกว่า 2x430 วัตต์ หรือ 2x430 วัตต์ หรือตามระบุในแบบ

7.3 กำลังขับลำโพงที่ความถี่ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 20 kHz ไม่น้อยกว่า 400 วัตต์/ ช่อง

7.4 ช่วงการตอบสนองความถี่ที่ -1 dB, 1 kHz ได้ตั้งแต่ 65 Hz ถึง 40 kHz หรือดีกว่า

7.5 ความกว้างของช่องสัญญาณที่ความถี่ 1kHz ได้ตั้งแต่ 45 Hz ถึง 20 kHz หรือดีกว่า

7.6 ความต้านทานขาเข้ามากกว่า 20 kHz

7.7 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 103 dB.

7.8 ความไวของสัญญาณเข้าเท่ากับ 0 dBu หรือ ไวกว่า

7.9 อัตราการข้ามช่องสัญญาณน้อยกว่า -75 dB.

7.10 ความเพี้ยนรวมน้อยกว่า 0.1 %

7.11 มีวงจรป้องกันอย่างน้อย ดังนี้

7.11.1 วงจรป้องกันสัญญาณเสียงเข้ามาเกินพิกัด (Audio Limiter Protection)

7.11.2 วงจรป้องกันกรณีตัวเครื่องมีความร้อนสูง (High Temperature Protection)

7.11.3 วงจรป้องกันกรณีกระแสเกิน (Peak Current Protection)

7.11.4 วงจรป้องกันการเปิดเครื่องใช้งาน (Turn-On Delay Protection)

7.12 สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟ 230 V ความถี่ 50-60 Hz ได้

7.13 มีระบบการระบายอากาศถ่ายเทจากด้านหน้าออกสู่ด้านหลังเครื่องด้วยพัดลมอย่างน้อย 2 ตัว พร้อมวงจรควบคุม

7.14 มีสวิตซ์เปิด-ปิดเครื่องอยู่ด้านหน้า

7.15 มีวงจรกรองความถี่สูงผ่านโดยสามารถเลือกความถี่ 50 หรือ 300 Hz ได้

7.16 เป็นเครื่องขยายเสียงประสิทธิภาพสูงโดยใช้หม้อแปลงแบบ Torroidal

7.17 เป็นเครื่องขยายเสียงที่มี Dynamic limiter ที่ระบบจะไม่ Clip สัญญาณที่ด้าน Output แม้จะเปิดเต็มกำลังขับ

7.18 มีปุ่มปรับระดับสัญญาณไม่น้อยกว่า 10 ระดับ ที่ด้านหลังเครื่อง

7.19 มีสวิตซ์เลือกการทำงานในหมวด Dual , Parallel และ Bridge ได้

7.20 สามารถทำงานที่ Bridge Mode ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

8. ลำโพง

8.1 ลำโพงชนิดติดเพดานต้องมี Operating Power ไม่น้อยกว่า 6 วัตถ์ โดยใช้ 100 Volt Line Matching Transformer ทำให้ Output Power ไม่น้อยกว่า 1.5 วัตต์ (RMS) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และ Frequency Response 60 - 20,000 Hz. มี Efficiency ที่ 1 Watt/1 Meter 92 dB (SPL.) และจะต้องมี Metal Decorative Grille ปิดอยู่

8.2 ลำโพงตู้ (Cabinet) ชนิดติดผนังต้องเป็น ชนิด Line Array สามารถติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคารมี Operating Power ไม่น้อยกว่า 30 วัตถ์ โดยใช้ 100/70 Volt Line Matching Transformer ทำให้ Output Power ได้ทั้ง 30/15/7.5 วัตต์ (RMS) หรือตามที่ระบุไว้ในแบบ และมี Frequency Response 65 - 20,000 Hz. ,มี Efficiency ที่ 1 Watt/1 Meter 89 dB (SPL.)ตัวตู้ทำจากวัสดุชนิด ABS ที่ป้องกันไอเค็ม ป้องกันรังสี UV พร้อมมาตรฐาน Mil Spec 810 และ IEC529 IP34 หรือดีกว่า มีลำโพงเสียงต่ำขนาดไม่เล็กกว่า 4 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว/ตู้ พร้อมขายึดที่สามารถปรับมุมได้

8.3 ลำโพงชนิด Outdoor Horn ต้องมี Operating Power ไม่น้อยกว่า 10 วัตถ์ หรือตามที่กำหนดในแบบ โดยใช้ 100 Volt Line Matching Transformer มีความดังไม่น้อยกว่า 108 dB ที่ 1W/1m./1kHz และมีการตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 480 Hz-5 kHz.

9. ชุดปรับระดับความดังเสียง

ชุดปรับระดับความดังเสียงต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับระบบที่ใช้งาน และตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โดยต้องมี Relay สำหรับการ Override สัญญาณในกรณีฉุกเฉินได้ สามารถใช้ได้กับความถี่เสียงตั้งแต่ 50 Hz- 20 kHz โดยมีความเพี้ยนน้อยกว่า 0.5 %

10. การติดตั้ง

10.1 สายสัญญาณเสียงให้ใช้สายตัวนำไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร พันเกลียวเป็นคู่ๆ ร้อยในท่อเหล็ก

10.2 ลำโพงให้ติดตั้งตามระบุในแบบ

10.3 เครื่องขยายเสียงและไมโครโฟนให้ติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนดในแบบ

10.4 เพื่อให้การติดตั้งได้ผลโดยสมบูรณ์ ผู้รับจ้างอาจจำเป็นต้องแก้ไขและเพิ่มเติมอุปกรณ์ในระบบเสียงบางชิ้น ซึ่งอาจจะระบุในแบบหรือข้อกำหนดนี้ หรือไม่ได้ระบุก็ตามแต่ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ออกแบบ

10.5 ให้มีระบบ Grounding ในระบบเสียงตามที่โรงงานผู้ผลิตแนะนำ

10.6 ให้มี Monitor Panel สำหรับตรวจสอบสัญญาณเสียงในแต่ละโซน

10.7 Pre amplifier จะต้องรองรับจำนวนโซนที่แสดงทั้งหมดในแบบได้ทั้งนี้ ต้องมี Input สำหรับช่องสัญญาณเสียงเพลงไม่น้อยกว่า 3 ช่อง สามารถใช้ร่วมกับไมโครโฟนประกาศได้ไม่น้อยกว่า 8 ตัว มีช่องสัญญาณเข้าแบบ Emergency โดยเมื่อสัญญาณจาก Fire Alarm เข้ามาระบบจะต้องตัดการทำงาน ณ ขณะนั้นของระบบเสียงประกาศออกทั้งหมดและเป็นเสียงประกาศฉุกเฉินออกมาแทน

10.8 อุปกรณ์ทั้งหมดให้ติดตั้งใน Rack แบบ Knock down ตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต ที่มีพัดลม ปลั๊กไฟและพัดลมระบายอากาศความเร็วไม่น้อยกว่า 2,500 รอบ/นาทีติดตั้งมาอย่างน้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

หมวดที่ 20. ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมและจานรับสัญญาณดาวเทียม

1. ความต้องการทั่วไป

ระบบสายอากาศโทรทัศน์รวมและจานรับสัญญาณดาวเทียมเป็นระบบส่งสัญญาณโทรทัศน์จากแหล่งกำเนิดชุดเดียวกันไปยังจุดรับสัญญาณต่างๆ ตามที่กำหนดในแบบ โดยที่เครื่องรับโทรทัศน์ที่จุดใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (Interference) อุปกรณ์ในระบบที่สำคัญประกอบด้วย เสาอากาศรับสัญญาณ (Antennas), จานรับสัญญาณดาวเทียม, ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers), ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-offs and Splitters of Distribution Boxes), สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable), เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets) และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยตามข้อกำหนดนี้ เพื่อให้ได้ระดับของสัญญาณที่จุดรับต่างๆ อยู่ในช่วง 60-80 dBμV (Decibel Microvolts) และเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบดิจิตอลในระบบจะต้องสามารถกำเนิดสัญญาณขาออกเป็นความถี่ RF ได้ตั้งแต่ความถี่ 46 – 862 MHz. ได้ทุกตัว ทั้งนี้สายอากาศจากเสาอากาศรวมจะต้องผ่าน Surge Arrestor หรือ Lightning Arrestor ด้วย

2. สายอากาศรับสัญญาณโทรทัศน์ภายในประเทศ

เสาอากาศรับสัญญาณประกอบด้วย ชุดรับสัญญาณโทรทัศน์ ช่อง 3, ช่อง 5, ช่อง 7, ช่อง 9, ช่อง NBT, ช่อง TBPS ช่อง เนชั่น ช่อง อาเซี่ยนทีวี ช่อง รัสเซียทูเดย์ โดยใช้งานรับสัญญาณดาวเทียม และ FM. เป็นแบบ Folded-Dipole, Half-Wavelength, YAKI Array โดยมี Strengthening Elements อยู่ด้วยเพื่อช่วยให้สัญญาณที่ได้รับนั้นแรงขึ้น เสาอากาศแบบ Dipole นี้มี Impedance ประมาณ 300 โอห์ม และแต่ละช่อง (Channel) ที่ออกอากาศต้องมีเสาและสายอากาศเป็นของตัวเอง

3. จานรับสัญญาณดาวเทียมและอุปกรณ์ประกอบ

3.1 อุปกรณ์จานรับสัญญาณดาวเทียม (Antenna Dish) เป็นจานสายอากาศรูปโค้งพาราโบลา ทำหน้าที่สะท้อนคลื่นสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมให้ไปรวมกันที่จุดโฟกัส ซึ่งจะมีอุปกรณ์ Feed Horn ทำหน้าที่รวบรวมความเข้มของสัญญาณเพื่อให้ได้ความเข้มของสัญญาณที่เพียงพอที่จะกระจายเข้าสู่ระบบ SMATV จานรับสัญญาณดาวเทียมจะต้องสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียม THAICOM 5 โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

Diameter	:	10 FT.
F/D Ratio	:	0.38
Focal Length	:	115.8 cm.
Reflector	:	Mesh, Expanded Aluminium
Gain	:	41dB for C-Band

3.2 Low Noise Blockdown Converter (LNB) เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณดาวเทียม ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่รวบรวมได้จาก Feed Horn ให้แรงขึ้น เพื่อส่งต่อเข้าเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต่อไป โดยการขยายสัญญาณของ LNB นี้จะพยายามลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นให้เหลือน้อยที่สุด ทั้งนี้ LNB จะต้องรับสัญญาณ ได้ทั้งแกน Horizontal (H) และ แกน Vertical (V)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

3.3 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Receiver) ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ขยายแล้วจาก LNB เพื่อหาช่องสัญญาณความถี่รายการโทรทัศน์ที่ต้องการ โดยคุณสมบัติของ Receiver มีดังนี้

3.3.1 มีรูปแบบการรับสัญญาณเข้า : แบบ QPSK

3.3.2 มีรูปแบบการรับสัญญาณออก : แบบ PAL Composite Video

3.3.3 มีคุณสมบัติของภาคถอดรหัสสัญญาณ QPSK

3.3.3.1	สามารถจ่ายไฟเลี้ยง LNB ได้	:	13 & 17 Vdc./ 22kHz
3.3.3.2	ค่าการสูญเสียของสัญญาณเข้า	:	≤ 1.5 Db.
3.3.3.3	ความถี่ขาเข้า	:	950 ถึง 2150 MHz
3.3.3.4	Frequency Step	:	≤ 1 MHz
3.3.3.5	ระดับสัญญาณเข้า	:	44 ถึง 84 dBuV
3.3.3.6	Symbol Rate ของสัญญาณเข้า	:	3 ถึง 45 Mbaud

3.3.4 คุณสมบัติของภาคถอดรหัสสัญญาณ MPEG-2

3.3.4.1	รูปแบบของช่องสัญญาณเข้า	:	MPEG-2/DVB
3.3.4.2	อัตราการถ่ายโอนข้อมูลขาเข้า	:	≥ 60 Mbps
3.3.4.3	อัตราการถ่ายโอนสัญญาณภาพ	:	1.5 ถึง 15 Mbps.
3.3.4.5	ความละเอียดของสัญญาณภาพ	:	≥ 720 x 576

3.3.5 คุณสมบัติของช่องสัญญาณออกแบบ RF ชนิด VSB

3.3.5.1	ความถี่ขาออก	:	46 ถึง 862 MHz.
3.3.5.2	Frequency Step	:	≤ 250 kHz
3.3.5.3	ระดับสัญญาณออก	:	80 dBuV
3.3.5.4	Return Loss	:	≤ 14 dB.
3.3.5.5	ค่าการลดทอนช่องสัญญาณออก	:	≤ 1.5 dB.

3.3.6 สามารถตั้งค่าต่างๆ ได้ ดังนี้ คือ ช่องสัญญาณออก , ระดับสัญญาณออก, ความถี่ขาเข้า, ความถี่ขาออก, AV, Symbol Rat, Video Modulation Index, Audio Deviation, ความถี่คลื่นพาห์สัญญาณเสียง, AV Ratio, LNB Power Parameter และรองรับให้สามารถควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์และ Modem ได้

3.3.6.1 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

3.3.6.2 สามารถใช้ได้กับไฟ 5 และ 15 Vdc ได้

3.4 อุปกรณ์ผสมสัญญาณภาพและเสียง (Modulator) ทำหน้าที่รับสัญญาณภาพ และเสียงจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และแปลงออกเป็นความถี่ RF เป็นช่อง TV ตามที่ต้องการโดยคุณสมบัติของ Modulator มีดังนี้

3.4.1 Modulator สำหรับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด

3.4.1.1	ช่องสัญญาณออก	:	เลือกได้ทั้ง Low & High /Hyperband /BIII & UHF ในตัวเดียวกัน
3.4.1.2	ช่วงความถี่ใช้งาน	:	47-862MHz

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

3.4.1.3 อัตราการขยาย : ≥ 12 dB

3.4.1.4 ระดับสัญญาณออก : ≥ 85-90 dBuV

3.4.1.5 มาตรฐานรับรอง : EN50083-5

3.4.1.6 ระดับสัญญาณภาพเข้า : 1 Vpp

3.4.1.7 แรงดันไฟที่ใช้ : 230 Vdc, ≤ 4 W

3.4.1.8 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

3.4.2 Modulator สำหรับ DVD

3.4.2.1 คุณสมบัติของสัญญาณภาพ

3.4.2.1.1 ความกว้างของช่องสัญญาณ (Bandwidth) ไม่น้อยกว่า 5 MHz

3.4.2.1.2 ระดับสัญญาณเข้า 1 Vpp ความต้านทาน 75 โอห์ม

3.4.2.1.3 ความสามารถในการผสมสัญญาณไม่น้อยกว่า 73 %

3.4.2.1.4 ความต่างอัตราการขยายไม่เกิน +/-5%

3.4.2.1.5 ความต่างเฟสไม่เกิน +/-5 องศา

3.4.2.1.6 การหน่วงสัญญาณไม่เกิน 100 ns

3.4.2.1.7 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 53 dB.

3.4.2.1.8 ความสม่ำเสมอของสัญญาณน้อยกว่า +/-1 dB.

3.4.3 คุณสมบัติของสัญญาณเสียง

3.4.3.1 ความกว้างของช่องสัญญาณ (Bandwidth) 0.04-15 kHz

3.4.3.2 ความเพี้ยนน้อยกว่า 1 %

3.4.3.3 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า 45 dB.

3.4.3.4 ระดับสัญญาณเข้าสามารถปรับได้ในช่วง ≥ -15 ถึง ≤ 7 dBm

3.4.4 คุณสมบัติของสัญญาณ RF ขาออก

3.4.4.1 ความถี่ออกสามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ 46 – 862 MHz

3.4.4.2 ระดับสัญญาณออกไม่น้อยกว่า 115 dBuV

3.4.4.3 สามารถปรับระดับสัญญาณออกได้มากกว่า 15 dB.

3.4.4.4 สามารถปรับตั้งค่าคลื่นพาห์ของสัญญาณภาพต่อสัญญาณเสียงได้ตลอดช่วง -11 ถึง -18 dB ได้ โดยปรับระยะระหว่างกันได้ไม่น้อยกว่า 4.5 MHz

3.4.4.5 สามารถต่อพ่วงสัญญาณกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ได้โดยมีค่าการลดทอนสัญญาณไม่เกิน 2.5 dB. ตลอดช่วงความถี่ 46 – 862 MHz

2.4.4.6 อัตราส่วนคลื่นพาห์ต่อสัญญาณรบกวนที่ 5 MHz มากกว่า 56 dB.

2.4.4.7 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 12 V แบบติดตั้งภายนอก

2.4.4.8 มีอุปกรณ์สำหรับติดตั้งยึดกับตู้แร็คขนาดมาตรฐานได้

2.4.4.9 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

4. ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers)

4.1 ชุดขยายสัญญาณประกอบด้วย Channel Amplifier และในกรณีที่สัญญาณซึ่งได้รับจากเสาอากาศรับสัญญาณมีกำลังอ่อน มีความเพี้ยน และ/หรือมีคลื่นรบกวนอาจจำเป็นต้องใช้ Preamplifier, Filter และ/หรือ Automatic Gain Control (AGC) เพิ่มเติมด้วย ทั้งนี้กรณีที่สัญญาณใน Line อ่อนผู้รับจ้างต้องจัดหา Line Amp ซึ่งมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้

4.1.1	ช่องสัญญาณเข้าและออก	:	1 ชนิด Broadband
4.1.2	ช่วงความถี่ใช้งาน	:	470-862MHz
4.1.3	อัตราการขยาย	:	≥ 45 dB
4.1.4	ระดับสัญญาณออก	:	≥ 120 dBuV
4.1.5	สามารถปรับ Equalizer ได้	:	ตั้งแต่ 0-18 dB.
4.1.6	สามารถปรับลดอัตราการขยายได้	:	ตั้งแต่ 0-20 dB.
4.1.7	ระดับสัญญาณออกเมื่อใช้งาน 42 ช่องพร้อมกัน	:	≥ 88 dBuV
4.1.8	อัตราส่วนสัญญาณ/สัญญาณรบกวนเข้าต่อออก	:	≤ 8
4.1.9	ความสม่ำเสมอของสัญญาณ	:	≤ 3 dB.
4.1.10	แรงดันไฟที่ใช้	:	220 Vdc, ≤ 14 W
4.1.11	เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดขยายสัญญาณแบบช่องเดี่ยว		
4.1.12	ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา		

4.2 Channel Amplifier เป็นแบบที่มี TV. Channel Output สูง Noise Figure ต่ำ Channel Amplifier แต่ละตัวมี Band Width เท่ากับ Band Width ของแต่ละช่องมี Gain สำหรับสัญญาณช่องโทรทัศน์ไม่ต่ำกว่า 50 dB. มี Input / Output Impedance 75 Ohms ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 24 Vdc ที่จ่ายมาจาก Power Supply Unit, Output Level ของแต่ละช่องสัญญาณช่องโทรทัศน์ไม่ต่ำกว่า 123 dB. Channel Amplifier นี้ มีจำนวนรวมเท่ากับจำนวนช่องของโทรทัศน์ที่ออกอากาศและช่องสำหรับรับสัญญาณจากจานดาวเทียม

4.2.1 ชุดขยายสัญญาณช่องเดี่ยวสำหรับ FM

4.2.1.1	ความกว้างของช่องสัญญาณ	:	≥ 20.5 MHz
4.2.1.2	ช่วงความถี่ใช้งาน	:	87.5-108 MHz
4.2.1.3	อัตราการขยาย	:	≥ 35 dB
4.2.1.4	ระดับสัญญาณออก	:	≥ 114 dBuV
4.2.1.5	มาตรฐานรับรอง	:	EN50083-5
4.2.1.6	อัตราส่วนสัญญาณ/สัญญาณรบกวนเข้าต่อออก	:	≤ 9
4.2.1.7	ความสามารถในการแยกช่อง (Ch. Rejection)	:	≥ 30 dB
4.2.1.8	ความสม่ำเสมอของสัญญาณ	:	≤ 3 dB.
4.2.1.9	แรงดันไฟที่ใช้	:	≥ 24 V
4.2.1.10	เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับสายอากาศวิทยุ FM		
4.2.1.11	ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา		

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

4.2.2 ชุดขยายสัญญาณแบบช่องเดี่ยวสำหรับช่อง VHF BAND III

4.2.2.1	ความกว้างของช่องสัญญาณ	:	≥ 7 MHz
4.2.2.2	ช่วงความถี่ใช้งาน	:	174-230MHz
4.2.2.3	อัตราการขยาย	:	≥ 50 dB
4.2.2.4	ระดับสัญญาณออก	:	≥ 123 dBuV
4.2.2.5	มาตรฐานรับรอง	:	EN50083-5
4.2.2.6	อัตราส่วนสัญญาณ/สัญญาณรบกวนเข้าต่อออก	:	< 9
4.2.2.7	ความสามารถในการแยกช่อง (Ch. Rejection)	:	≥ 30 dB
4.2.2.8	ความสม่ำเสมอของสัญญาณ	:	≤ 1 dB.
4.2.2.9	แรงดันไฟที่ใช้	:	≥ 24 Vdc
4.2.2.10	เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับสายอากาศสำหรับช่อง VHF BAND III		
4.2.2.11	ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา		

4.2.3 ชุดขยายสัญญาณแบบช่องเดี่ยวสำหรับช่อง UHF

4.2.3.1	ความกว้างของช่องสัญญาณ	:	≥ 8 MHz
4.2.3.2	ช่วงความถี่ใช้งาน	:	470-862MHz
4.2.3.3	อัตราการขยาย	:	≥ 55 dB
4.2.3.4	ระดับสัญญาณออก	:	≥ 125 dBuV
4.2.3.5	มาตรฐานรับรอง	:	EN50083-5
4.2.3.6	อัตราส่วนสัญญาณ/สัญญาณรบกวนเข้าต่อออก	:	< 11
4.2.3.7	ความสามารถในการแยกช่อง (Ch. Rejection)	:	≥ 50 dB
4.2.3.8	ความสม่ำเสมอของสัญญาณ	:	< 2 dB.
4.2.3.9	แรงดันไฟที่ใช้	:	≥ 24 Vdc
4.2.3.10	ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา		

4.3 Channel Pre-Amplifier ในกรณีที่สัญญาณเข้า Channel Amplifier มีระดับที่ไม่เพียงพอในการขยายสัญญาณให้ได้ Output Level ตามความต้องการในแต่ละ Channel ให้ใช้ Channel Pre - Amplifier ขยายสัญญาณของ Channel ที่มีระดับสัญญาณไม่เพียงพอก่อนผ่านสัญญาณเข้า Channel Amplifier

4.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาชุด Channel Converter (กรณีมีในแบบ)เพื่อเปลี่ยนช่องสัญญาณโทรทัศน์เป็นช่องที่เหมาะสมและไม่มีสัญญาณรบกวนซึ่งกันและกัน (Interference) โดย Channel Converter ของแต่ละช่องสัญญาณต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

4.4.1	ช่องสัญญาณเข้าและออก	:	1 ช่องพร้อม Loopthrough
4.4.2	ช่วงความถี่เข้าและออก	:	ปรับได้ตั้งแต่ 46-862MHz
4.4.3	ลำดับดับการปรับความถี่เข้าและออก	:	≤ 125 kHz
4.4.4	ระดับสัญญาณเข้า	:	รับได้ตั้งแต่ 50 ถึง 82 dBuV
4.4.5	ระดับสัญญาณออก	:	≥ 80 dBuV

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

4.4.6 สามารถปรับ Equalizer ได้ : ตั้งแต่ 0-18 dB.

4.4.7 สามารถปรับ Slope ได้ : +/- 3 dB.

4.4.8 รูปแบบของสัญญาณที่ใช้ได้ : Analog & Digital

4.4.9 สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายใน : < 2 dB.

4.4.10 สามารถตั้งค่าต่างๆ ได้ ดังนี้ คือ ความถี่เข้า , ความถี่ออก, ความถี่ขาเข้า, ความถี่ขาออก, ระดับสัญญาณออก, การเปลี่ยนช่องสัญญาณ/การขยายสัญญาณ, การปรับ Slope, ปรับเลือก Analog/Digital, ปรับเลือก Bandwidth และรองรับให้สามารถควบคุมผ่านจากระยะไกลได้

4.4.11 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับชุดขยายสัญญาณแบบช่องเดี่ยว (Channel Amp)

4.4.12 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

4.5 Power Supply Unit เป็นชนิดที่ใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 240 โวลท์ 50 เฮิร์ท ซึ่งมี Rectifier สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายให้ Channel Amplifier ทั้งหมด Power Supply Unit นี้ต้องสามารถจ่ายกระแสได้เพียงพอสำหรับ Amplifier ทั้งหมดในระบบและสามารถทำงานได้เป็นปกติตลอดเวลา โดยไม่เกิดความเสียหาย

4.5.1 ชุดจ่ายไฟสำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบดิจิตอล

4.5.1.1 แรงดันไฟฟ้าเข้าแบบ 230 Vac โดยสามารถทำงานได้แม้แรงดันเข้ามีเปลี่ยนแปลง +/- 15%

4.5.1.2 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกได้ทั้ง 5,15,18 และ 24 แบบ VDC ได้

4.5.1.3 สามารถจ่ายกระแสออกได้ไม่น้อยกว่า 6.6 A

4.5.1.4 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบดิจิตอล

4.5.1.5 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

4.5.2 ชุดจ่ายไฟสำหรับชุดขยายสัญญาณช่องเดี่ยว

4.5.2.1 แรงดันไฟฟ้าเข้าแบบ 230 Vac โดยสามารถทำงานได้แม้แรงดันเข้ามีเปลี่ยนแปลง +/- 15%

4.5.2.2 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าออก 24 VDC ได้

4.5.2.3 สามารถจ่ายกระแสออกได้ไม่น้อยกว่า 2.5 A

4.5.2.4 เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับเครื่องขยายสัญญาณแบบช่องเดี่ยว

4.5.2.5 ผลิตในกลุ่มประเทศยุโรปหรืออเมริกา

4.6 การติดตั้งชุดขยายสัญญาณและอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องติดตั้งอยู่รวมกันเป็นแบบ Rack Mounting หรือลักษณะคล้ายกัน รวมอยู่ในตู้โลหะชนิด Standard Rack 19" มีฝาปิดและมีช่องระบายความร้อนอย่างเพียงพอ พร้อมทั้งมีพัดลมระบายความร้อนติดตั้งภายในตู้ด้วยอย่างน้อย 2 ตัว

5. ชุดแยกและกระจายสัญญาณ (Tap-Offs and Splitters or Distribution Boxes)

ชุดแยกสัญญาณ (Tap-Offs) และชุดกระจายสัญญาณ (Splitters or Distribution Boxes) เป็น Passive Equipments คุณสมบัติของอุปกรณ์เหล่านี้ต้องทำให้ได้สัญญาณที่จุดรับต่างๆ เป็นไปตามข้อกำหนด ชุดกระจายสัญญาณควรต้องติดตั้งอยู่บนเพดานหรือตำแหน่งที่เหมาะสมอื่นๆ ซึ่งสามารถเข้าตรวจสอบแก้ไขได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

Terminal Output ต้องมี End of Resistance ต่ออยู่ ทั้งนี้ Splitters และ Tap-Off ต้องสามารถใช้งานได้ตลอดย่านความถี่ 5-1,000 MHz

6. เต้าเสียบจ่ายสัญญาณ (Outlet Sockets)

6.1 เต้าเสียบสำหรับจ่ายสัญญาณให้แก่เครื่องรับโทรทัศน์และวิทยุ โดยทั่วไปเป็นแบบ Flush Mounting ในกล่องโลหะที่เหมาะสม โดยที่เต้าเสียบนี้ต้องมีทั้งจุดจ่ายสัญญาณโทรทัศน์บรรจุในกล่องและมีฝาครอบปิด (Cover-Plat) ชิ้นเดียวมีช่องต่อโทรทัศน์และวิทยุแยกจากกัน

6.2 เต้าเสียบที่ใช้อาจเป็นชนิด Loop - Through Network (Loop-Wired System) หรือ Tap - Off Network โดยต้องใช้เป็นชนิดเดียวกันทั้งโครงการและมีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานเพื่อความสมบูรณ์ของระบบอย่างครบถ้วนโดยให้เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

6.3 ในกรณีที่กำหนดให้เต้าเสียบเป็นแบบติดลอย (Surface Mounting) เต้าเสียบนั้นต้องมีกล่องบรรจุเฉพาะที่สวยงามเหมาะสมกับการติดลอย

6.4 เต้าเสียบต้องทำด้วยพลาสติกทนความร้อนแบบ Wall Plug โดย Output Impedance ที่เต้าเสียบนี้มีค่าประมาณ 75 Ohms. และเต้าเสียบนี้ต้องมีวงจรป้องกันการรั่วไหลของไฟฟ้า AC ด้วย

7. สายตัวนำสัญญาณ (Coaxial Cable)

สายตัวนำสัญญาณต้องเป็น Coaxial Cable ชนิดที่เหมาะสมกับการร้อยในท่อโลหะ สายตัวนำสัญญาณต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมมีขนาดเพียงพอที่จะใช้รับสัญญาณ UHF ได้ การคำนวณหาขนาดของสายตัวนำสัญญาณจะต้องคำนวณ โดยให้สัญญาณออกที่เต้ารับสัญญาณต้องไม่น้อยกว่า 60 dB Micro Volt และไม่เกิน 80 dB Micro Volt ที่ใช้งานมี 2 ชนิด มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

7.1 สายสำหรับเชื่อมจากชุดแยกและกระจายสัญญาณไปยังจุดเต้าเสียบ (RG-6)

- Inner Conductor	:	$\geq$ Solid Copper with 0.7 mm. Diameter
- Dielectric	:	Polyethylene or PVC
- Outer Conductor 1 (Foil)	:	Aluminium 100%
- Outer Conductor 2 (Braid)	:	Tinned Copper Screen 95%
- Outer Cover	:	Black PVC
- Impedance	:	75 Ohms $\pm$ 5 %
- Attenuation Per 100 M.	:	$\leq$ 10 dB at 100 MHz.
		$\leq$ 15 dB at 200 MHz.

7.2 สายประธาน (Main) ที่เชื่อมต่อระหว่างชุดแยกและกระจายสัญญาณ (RG-11)

- Inner Conductor	:	$\geq$ Solid Copper with 1.1 mm. Diameter
- Dielectric	:	Polyethylene or PVC
- Outer Conductor 1 (Foil)	:	Aluminium 100%
- Outer Conductor 2 (Braid)	:	Overlapping Copper Tape 90%

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

- Outer Cover	:	Polyethylene
- Impedance	:	75 Ohms ± 5%
- Attenuation Per 100 M.	:	≤ 6 dB at 100 MHz.
		≤ 8 dB. at 200 MHz.

8. การติดตั้ง

8.1 เสาจานรับสัญญาณดาวเทียมและสายอากาศนี้ ให้ติดตั้งไว้บนหลังคาอาคารในตำแหน่งที่สามารถรับสัญญาณจากสถานีส่งได้มากที่สุด ทั้งนี้ต้องเป็นตำแหน่งที่ได้รับการรบกวนจากเส้นแรงแม่เหล็กโลกน้อยที่สุดด้วย เสาอากาศนี้ต้องยึดติดกับฐานไว้อย่างมั่นคงแข็งแรง และต้องไม่อยู่ใกล้สายไฟฟ้าซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเกินกว่า 250 โวลท์ การต่อสายต้องใช้อุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อการต่อสาย Co-Axial Cable โดยเฉพาะ

8.2 Power Supply Unit และ Channel Amplifier ให้บรรจุไว้ด้วยกันใน Cabinet ทั้งหมดนี้ต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ใกล้เสาอากาศมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกในการซ่อมบำรุงเป็นสำคัญ

8.3 Cabinet จะเป็นแบบที่สามารถตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเอง(Standard Rack19")แผ่นเหล็กที่มีความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร ซึ่งจะเชื่อมเป็นรูปร่างมีขนาดบรรจุได้ทั้ง Power Supply Unit พร้อมทั้ง Channel Amplifier สำหรับทุกช่องที่ออกอากาศ นอกจากนี้ต้องมีช่องว่างมากพอที่จะทำการบำรุงรักษาได้อย่างสะดวก Standard Rack19" นี้ต้องมีประตูพร้อมด้วยกุญแจปิด-เปิดได้ ด้านหลังของประตูต้องมี Nameplate List สำหรับบอกรายละเอียดของอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายในทั้งหมดติดไว้ด้วย Cabinet นี้เคลือบด้วยสังกะสีโดยผ่านกรรมวิธีที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ แล้วทาหรือพ่นสีทับสองชั้นสีนี้ต้องเป็นแบบแห้งช้า ตำแหน่งและสถานที่ที่จะติดตั้ง Cabinet นี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

8.4 Protection System การติดตั้งเสาและสายอากาศทีวี ให้ติดตั้งอยู่ในแนว Protection ของสายล่อฟ้าของตัวอาคาร โดยคงรักษาคุณสมบัติตามข้อ 8.1 หากไม่สามารถจัดหาตำแหน่งดังกล่าวได้ ผู้ติดตั้งต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า เพื่อป้องกันการผ่าลงเสาและสายอากาศทีวี โดยประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวเข้ากับสายตัวนำที่อยู่บนอาคาร ทั้งนี้การติดตั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงาน

8.5 Grounding สายดินนี้ต้องเป็นสายทองแดงเดินไปต่อเข้ากับระบบ Grounding จุดที่ใกล้ที่สุด

8.6 สายสัญญาณโดยทั่วไปให้ร้อยในท่อโลหะ การวางสายในรางสาย (Wireway) อาจกระทำได้เฉพาะภายใน Shaft ไฟฟ้าหรือได้รับอนุมัติจากผู้คุมงานและเป็นสถานที่ซึ่งเข้าถึงรางสายได้สะดวก โดยคุณสมบัติของท่อและรางสายให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวดที่ว่าด้วย "ท่อร้อยสายและอุปกรณ์วางสาย"

8.7 เต้าเสียบจ่ายสัญญาณโดยทั่วไป ให้ติดตั้งสูงจากระดับพื้นประมาณ 30 เซ็นติเมตร

8.8 ชุดแยกและกระจายสัญญาณ ให้บรรจุในกล่องโลหะที่ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมอย่างดี โดยเลือกขนาดของกล่องให้เหมาะสมและให้ยึดกล่องนี้กับโครงสร้างอาคารในตำแหน่งที่กำหนดในแบบหรือในตำแหน่งที่สมควร

8.9 ให้ติดตั้ง Coaxial Surge สำหรับสายสัญญาณจากจานรับสัญญาณดาวเทียมและสายอากาศทีวี ด้วย โดยให้เป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

8.10 ให้จัดหาตัว Programmer สำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่มีจอแสดงผลแบบ LCD ที่สามารถแสดงผลได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษร

8.11 การติดตั้งอื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ ให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องส่งมอบแบบที่มีการคำนวณระดับสัญญาณโทรทัศน์ทุกจุดโดยมีวิศวกรลงนามทั้งนี้วิศวกรดังกล่าวต้องมี Certificate รับรองว่าเป็นผู้มีความรู้ความสามารถจากผู้ผลิตรับรองแนบมากับเอกสารขออนุมัติด้วยทุกครั้ง

9. การทดสอบระบบ

9.1 ตรวจสอบ Output Signal Level ทำการตรวจสอบในขณะที่มีการส่งสัญญาณโทรทัศน์ทุกช่องที่รับได้ในเขตนั้น ต้องจัด Output Signal Level ที่ Outlet ได้ในช่วง 60 - 80 dB ทุกๆ Channel

9.2 ตรวจสอบการเดินสายและการเข้าสายของวัสดุ และอุปกรณ์ว่าถูกต้องเรียบร้อยตามแบบแสดงตำแหน่งและการคำนวณ

9.3 ทดสอบความมั่นคงแข็งแรงของวัสดุ และอุปกรณ์ที่ได้รับการติดตั้งในระบบเสาอากาศทีวีรวมทั้งหมด

หมวดที่ 21. ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และเหตุฉุกเฉิน

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และระบบรักษาความปลอดภัยต้องเป็นระบบ Presignal, Non-Coded, Multiplex Closed Loop System ตามมาตรฐาน NFPA โดยที่วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบต้องได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UL Listed)

1.2 เมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ที่ Loop ใด ระบบการส่งเสียงสัญญาณแจ้งไปยังแผงควบคุมก่อน เพื่อให้มีเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบภายในเวลา 30 วินาที ถ้าไม่มีการรับทราบเหตุแล้วจึงให้ส่งสัญญาณเตือนไปยัง Loop ที่เกิดเหตุและเวลาถัดไปอีก 2-10 นาที ซึ่งสามารถตั้งได้ภายหลังให้เกิดสัญญาณเสียงทุก Loop ในอาคาร (General Alarm)

1.3 ชนิดและขนาดของสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของโรงงานผู้ผลิตสายไฟฟ้าของระบบให้เดินร้อยในท่อไฟฟ้า การเดินสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 70, 72 และ NEC สายไฟฟ้าเดินระหว่างอุปกรณ์ตรวจจับสวิตช์แจ้งสัญญาณ และอุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณเป็นระบบ Hard Wire หรือ Multiplex Wiring โดยต่อเข้ากับอุปกรณ์ LTU ส่วนสายไฟเดินระหว่าง RTU ต่างๆ ไปยัง CPU เป็นระบบ Multiplex Wiring

1.4 ระบบต้องมีอุปกรณ์ต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

ก. แผงควบคุมรวม (Central Fire Alarm Control Panel : FAC)

ข. แผงแสดงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Local and Remote Graphic Annunciators)

ค. สวิตช์แจ้งสัญญาณเพลิงไหม้ด้วยมือ (Manual Station and Alarm Switches)

ง. ดีเทคเตอร์ตรวจจับควัน (Smoke Detectors)

จ. ดีเทคเตอร์ตรวจจับความร้อน (Heat Detectors)

ฉ. อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณ (Alarm Bells or Speakers)

ช. โทรศัพท์สำหรับพนักงานดับเพลิง (Portable Fireman Telephone Handset)

ซ. จอภาพ 15" (15" Monocrome Monitor with Key Board : LCD)

ฌ. อุปกรณ์รับสัญญาณของอุปกรณ์อื่นๆ ที่จัดหาโดยผู้รับจ้างอื่น ตามระบุไว้ในแบบ เช่น Flow Switch, Pressure Switch เป็นต้น

ญ. อุปกรณ์ควบคุมระบบต่างๆ (Control Module)

ฎ. เครื่องอัดแบตเตอรี่พร้อมแบตเตอรี่

2. ความต้องการทางด้านเทคนิค

2.1 แผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel : FAC) ทำด้วยแผ่นเหล็กหนาประกอบสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิตมีความแข็งแรง ไม่ผุกร่อนหรือเป็นสนิมได้ง่าย ซึ่งประกอบด้วย วงจรอิเลคทรอนิคส์ชนิด Modular Unit ต่างๆ ซึ่งควบคุมการทำงานด้วย Central Processing Unit (CPU) Class A. ทำงานด้วยไฟตรง 24 โวลท์ โดยแปลงไฟมาจากวงจรไฟสลับ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ท พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ประกอบต่างๆ อย่างน้อยดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร SAKONNAKHON RAJABHAT UNIVERSITY