การประยุกต์ใช้งานสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง

Medium Voltage Switchgear on the MV Network

By : Siwanatthakul CHAIYASON
Engineering & Technical Support Manager

AGENDA

1. บทนำ
2. ประเภทและส่วนประกอบสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง
3. ข้อกำหนดและมาตรฐานการทดสอบ
4. รูปแบบตัวอย่าง การติดตั้งสวิตช์เกียร์ ระบบการการส่งจ่ายไฟฟ้าใต้ดิน

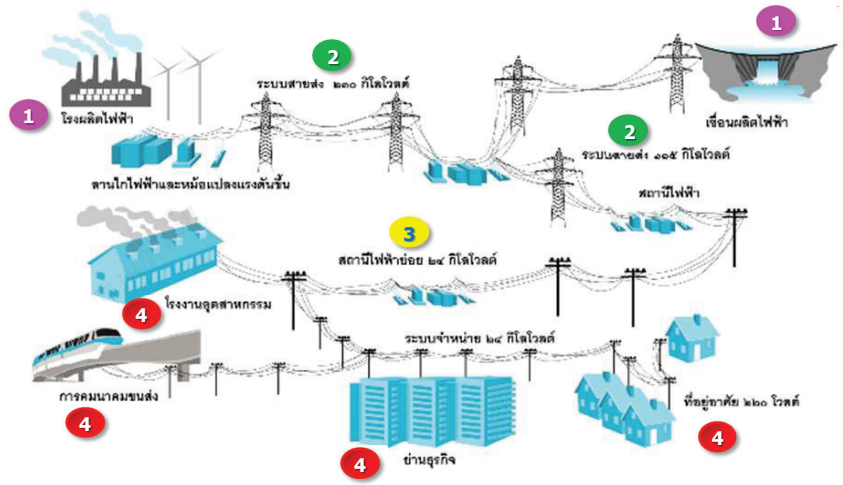
การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

1. บทนำ
   - บทนำทั่วไป
   - พิกัดแรงดัน
   - คุณสมบัติพื้นฐานทางไฟฟ้า

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

- บทนำทั่วไป

ระบบไฟฟ้ากำลัง หมายถึง ระบบไฟฟ้าที่ประกอบด้วย ระบบผลิต ระบบส่ง ระบบจำหน่าย และระบบการใช้กำลังไฟฟ้า



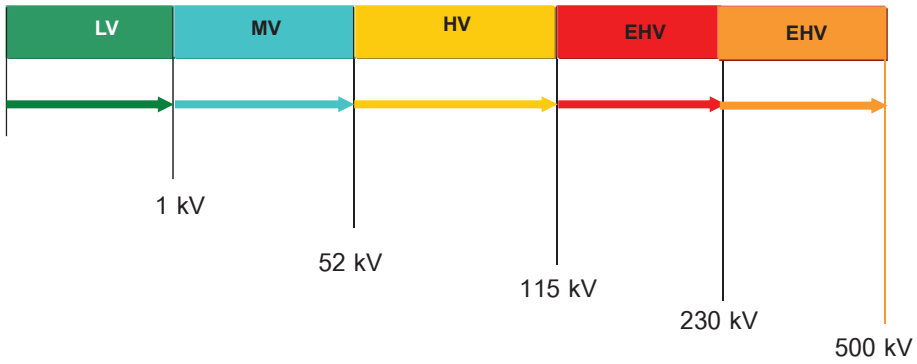
➢ พิกัดแรงดัน

บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ออกแบบใช้ภายในอาคาร และภายนอกอาคารจะแบ่งออกได้ตามระดับพิกัดของแรงดันไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย

1. **บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ (Low – Voltage Equipment : LV)**
   พิกัดแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า <1000 V
* 2. **บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (Medium Voltage Equipment : MV)**
   พิกัดแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 1 kV ขึ้นไป เช่น 11, 12, 22, 24, 33kV
3. **บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันสูง (High – Voltage Equipment : HV)**
   พิกัดแรงดันไฟฟ้ามากกว่า >52 kV ขึ้นไป เช่น 69, 115, 230 kV
4. **บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันสูงเอ็กตร้า (Extra High Voltage Equipment : EHV)**
   พิกัดแรงดันไฟฟ้า 500 kV
5. **บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันสูงอัลตร้า (Ultra High Voltage Equipment : UHV)**
   พิกัดแรงดันไฟฟ้ามากกว่า >500 kV

Medium Voltage = ?

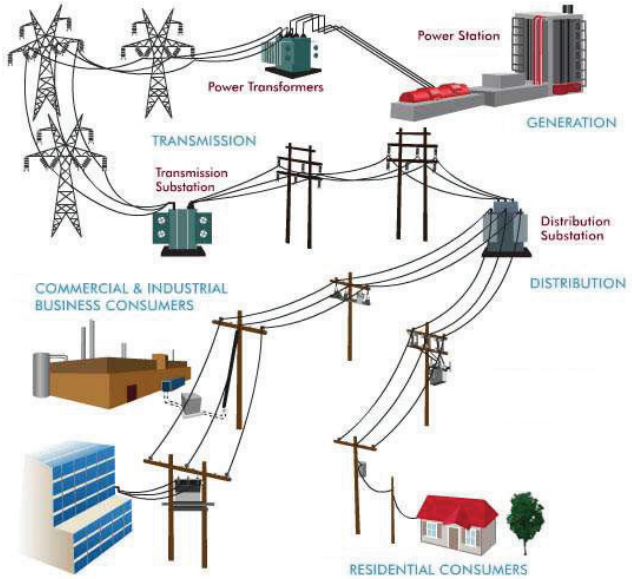
IEC 60298/IEC 62271-200 = >1 - 52 kV.



France ระบบไฟฟ้าแรงดันสูงสุด 800kV

Level Medium Voltage ตามมาตรฐาน ต่างๆ = ? V

Level Voltage	IEC Standard (IEC61000-3-6)	IEC Standard (IEC60038)	ANSI Standard (ANSI C84.1)
Low voltage	< 1kV	< 1kV	< 600V
Medium Voltage	1-35kV	>1kV -52kV	600-69kV
High Voltage	35-230kV	>52kV -115kV	69-230kV
Extra high voltage	230kV < Un	>115kV-230kV	230-765kV
Ultra-High Voltage		>230 kV	



กฟผ.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

การไฟฟ้านครหลวง
Metropolitan Electricity Authority

ระดับแรงดันปานกลางในประเทศไทย = ? V

แบบตามระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า ดังนี้ต่อไปนี้
สำหรับแรงดันปานกลาง

- การไฟฟ้านครหลวง
  12kV, 24kV

การไฟฟ้านครหลวง
Metropolitan Electricity Authority

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
  11kV, 22kV, 33kV(ภาคใต้)

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY

➢ คุณสมบัติพื้นฐานทางไฟฟ้า

Service voltage

➢ คือระดับแรงดันที่ใช้งานจริง วัดที่ขั้วของอุปกรณ์ เช่น
ในระบบของ PEA คือ 11KV , 22KV , 33KV
ในระบบของ MEA คือ 12KV , 24KV

Rated voltage

➢ คือระดับแรงดันสูงสุดที่อุปกรณ์สามารถรับได้ในสภาวะการ

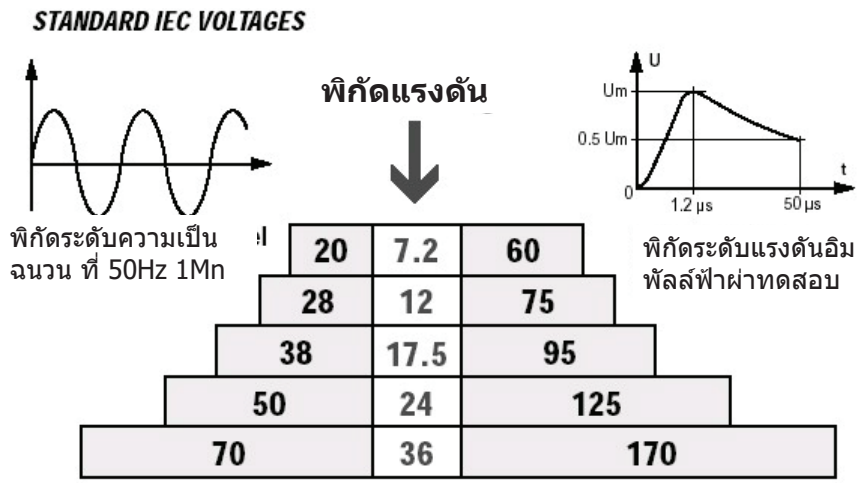
ทำงานปกติโดยจะมีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับ Service Voltage เสมอ
ใน IEC Standard ค่า Rated Voltage
3.6 KV , 7.2 KV , 12KV , 17.5 KV , 24KV , 36KV

Rated insulation level

➢ คือระดับแรงดันสูงสุดที่ฉนวนของอุปกรณ์สามารถทนได้ในสภาวะของ
การเกิดแรงดันเกิน(Over voltage)

- Rated 1 mn power frequency withstand voltage(50Hz,1mn)
  - เกิดจากปัจจัยภายในอุปกรณ์เช่น Transient
- Rated lightning impulse
  withstand voltage(1.2micro s./50micro s.)
  - เกิดจากปัจจัยภายนอกอุปกรณ์เช่น ฟ้าผ่า

มาตรฐานพิกัดแรงดันไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC



Service current (A)

- คือกระแสที่เกิดขึ้นจริงจากอุปกรณ์ (Load) ที่นำมาต่อในระบบซึ่งอาจจะได้จากการคำนวณในการออกแบบเริ่มต้น

Rated normal current (A)

- คือกระแส (RMS) ที่ไหลผ่านอุปกรณ์ในขณะที่อุปกรณ์อยู่ในตำแหน่ง Closed โดยไม่ทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นเกินที่กำหนด

Rated short-time withstand current (kA/sec)

- คือกระแสลัดวงจร(RMS) ที่อุปกรณ์นั้นจะสามารถทนได้ ในช่วงเวลาสั้นๆ ช่วงหนึ่ง (1s,3s)
  6.3 KA , 8 KA , 10KA , 12.5 KA , 16 KA , 20 KA, 25 KA , 31.5 KA , 40 KA , 50 KA , 63 KA , 80 KA , 100 KA

Rated short-time withstand current (kA/sec)

- คือกระแสลัดวงจร(RMS) ที่อุปกรณ์นั้นจะสามารถทนได้ ในช่วงเวลาสั้นๆ ช่วงหนึ่ง (1s,3s)
  6.3 KA , 8 KA , 10KA , 12.5 KA , 16 KA , 20 KA, 25 KA , 31.5 KA ,40 KA , 50 KA , 63 KA , 80 KA , 100 KA

Rated peak withstand current (kA/sec)

- คือกระแสลัดวงจรสูงสุด (คลื่นลูกแรก) ที่อุปกรณ์นั้นจะสามารถทนได้ ในช่วงเวลาที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 2.5 เท่าของ Rated short-withstand current

Frequency

- คือความถี่มาตรฐานของไฟฟ้ากระแสสลับคือ 50,60Hz.

AGENDA

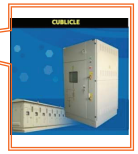
2. ประเภทและส่วนประกอบสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง

- ตัวอย่างประเภทของตู้สวิทช์เกียร์
- ส่วนประกอบของตู้สวิทช์เกียร์

ตัวอย่างประเภทของตู้สวิทช์เกียร์

1 เมททอลแคลด (Metal Clad or Metal Enclosed Type) : NEX

2 คอมพาร์ทเม้ทสวิตช์บอร์ด (Compartment Type) : AM6



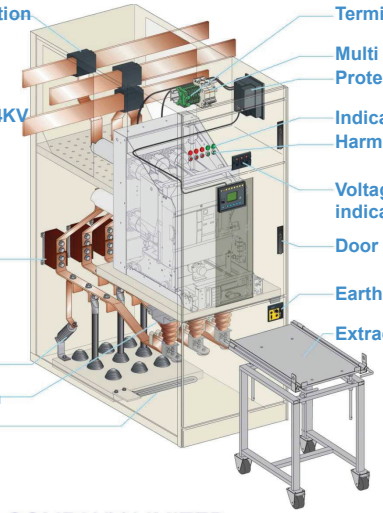
3 คิวบิเคิล สวิตช์บอร์ด (Cubicle Type) : ALBS

4 ริงเมนยูนิต (RMU: Ring Main Unit) : RM6

5 ยูนิตสับ สเตชั่น (Compact Unit Sub Station) : BIOSCO

➢ ส่วนประกอบของตู้สวิทช์เกียร์

1 Metal Clad or Metal Enclosed Type : NEX



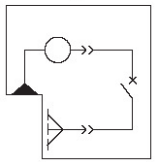
2. Cubicle type switchgear ; RMU

Metallic encapsulation

Partial compartmentalisation

Metallic earthed partitions

CUBICLE



Protection Relay

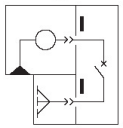
Cable And Termination Kit

Metering VPIS

Switching Devices

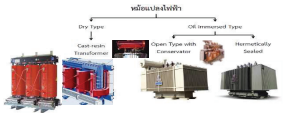
3.Compartmented switchgear

COMPARTMENTED

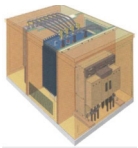


4. Prefabricated Substation

Enclosure

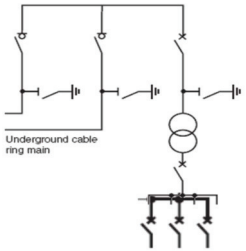


TR. Comp.



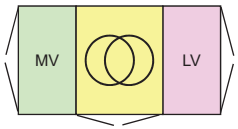
MV Switching

Devices Comp.



LV Switching

Devices Comp.



5. RMU Enclosure And Metering (MEA License)

Enclosure

MV Switching

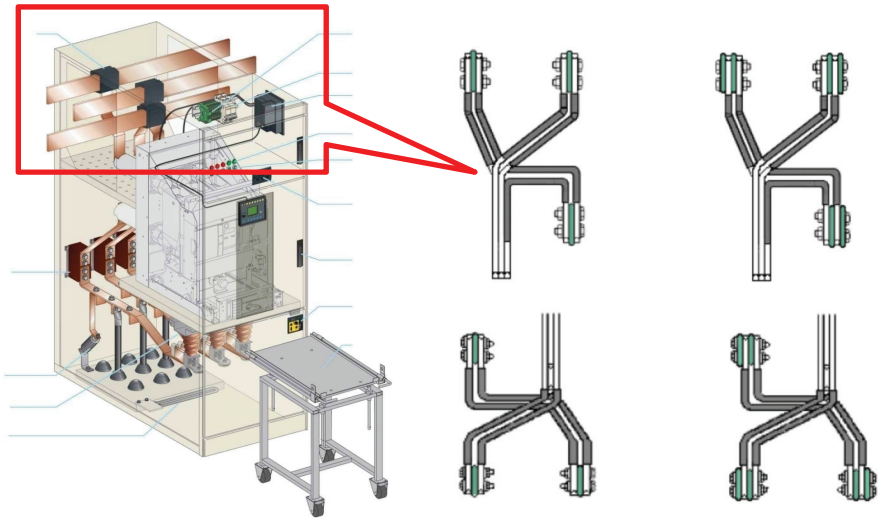
Metering

Devices Comp.

อุปกรณ์หลักที่ใช้ในตู้สวิทช์เกียร์แรงดันปานกลางประกอบด้วย

อุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า
หม้อแปลงเครื่องวัด
อุปกรณ์ป้องกันวงจร

Busbar



2. Switching Device อาจจะมีหลายชนิด เช่น

- Disconnector
- Earthing Switch
- Switch Disconnector
- Circuit Breaker
  - •Fixed type
  - •Withdrawable type
- Contactor
  - •Fixed type
  - •Withdrawable type
- Fuse

Designation and symbol	Function	Current switching: Operating current	Current switching: Fault current
Disconnector	Isolates		
Earthing disconnector	Connects to the earth		(short-circuit making capacity)
Switch	Switches	■	
Disconnector switch	Switches Isolates	■	
Fixed circuit breaker	Switches Protects	■	■
Withdrawable circuit breaker	Switches Protects Isolates if withdrawn	■	■
Fixed contactor	Switches	■	
Withdrawable contactor	Switches Isolates if withdrawn	■	
Fuse	Protects does not isolate		■ (once)

3. Cable Termination
4. Current Transformer : CTs
5. Voltage Transformer : VTs

Current Transformers (CT)

Block type

Ring type

IEC60044-1 Old , IEC61869-2 New

CT สำหรับการวัด
1.Class 0.2 Error ไม่เกิน + 0.2 %
2.Class 0.5 Error ไม่เกิน + 0.5 %
3.Class 1 Error ไม่เกิน + 1 %
CT สำหรับการป้องกัน
1.Class 5P Error ไม่เกิน + 5 %
2.Class 10P Error ไม่เกิน + 10 %

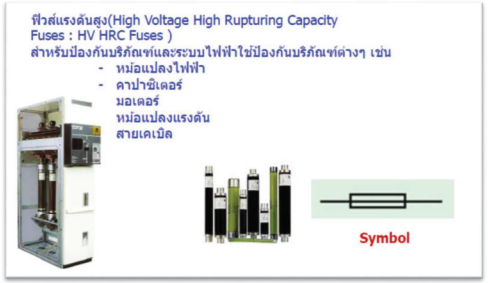
พิกัดที่ต้องพิจารณามีดังนี้
1. พิกัดกำลังไฟฟ้า หรือ Burden
2. พิกัดกระแสทางด้านปฐมภูมิ
3. พิกัดกระแสทางด้านทุติยภูมิ
4. พิกัดกระแสลัดวงจร
5. พิกัดแรงดัน

ltage Transformers (VT)
ในหม้อแปลงซึ่งแปลงแรงดันสูงเป็นแรงดันต่ำ เพื่อใช้ในการวัดและการ ป้องกัน

IEC60044-2 Old , IEC61869-3 New

การเลือกใช้งานพิกัดที่ต้องพิจารณามีดังนี้
1. พิกัดกำลังไฟฟ้า หรือ Burden คิดเป็น VA
2. พิกัดแรงดันทางด้านปฐมภูมิ (Primary)
3. พิกัดแรงดันทางด้านทุติยภูมิ (Secondary)
4. Voltage factor
5. Limit of Error

6. Protective Device



กับดักฟ้าผ่า (Lightning Arresters : LA)

- บริภัณฑ์สำหรับป้องกันแรงดันเกิน (Overvoltage) ซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) หรือการปิดเปิดวงจร (Switching Surge)
- ที่แรงดันปกติ LA จะมีอิมพีแดนซ์สูงมาก ดังนั้นกระแสรั่วไหล (Leakage Current) จึงมีค่าน้อย
- เมื่อเกิดแรงดันเกินอิมพีแดนซ์ของ LA จะมีค่าต่ำ กระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) ไหลลงดิน
- บริภัณฑ์ที่ต่ออยู่หลัง LA จะไม่ได้รับอันตราย

IEC60099

Indoor type Outdoor type

7. Metering Device

- Volt Meter
- Amp Meter
- kW Meter
- kVAR Meter
- cos ø Meter
- Power Factor Controller
- Phase Protection

8. Accessories & Indicator Device

Lamp
- VPIS

Fuse Control

Terminal Block

Heater

Push Button

AGENDA

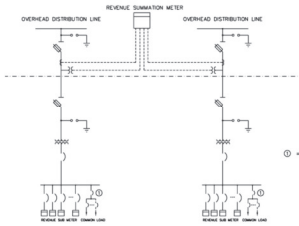
3. ข้อกำหนดและมาตรฐานการทดสอบ

- รูปแบบการจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า
  - ตัวอย่างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด
  - ตัวอย่างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าจากสายป้อนอากาศ สำหรับ spot load
  - ตัวอย่างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าจากสายป้อนใต้ดิน สำหรับ spot load
  - รูปแบบห้องเครื่องวัดฯ แรงสูง
- ข้อกำหนดมาตรฐานการทดสอบ

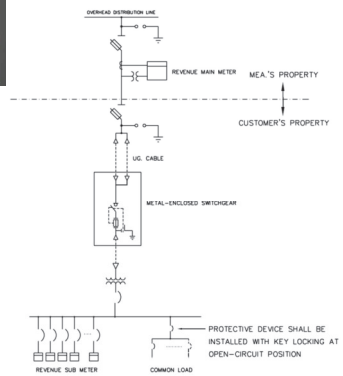
การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

ตัวอย่างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

SINGLE TR. INSTALLES OUTDOOR IN OH. DISTRIBUTION



SINGLE TR. INSTALLES INOOR IN OH. DISTRIBUTION

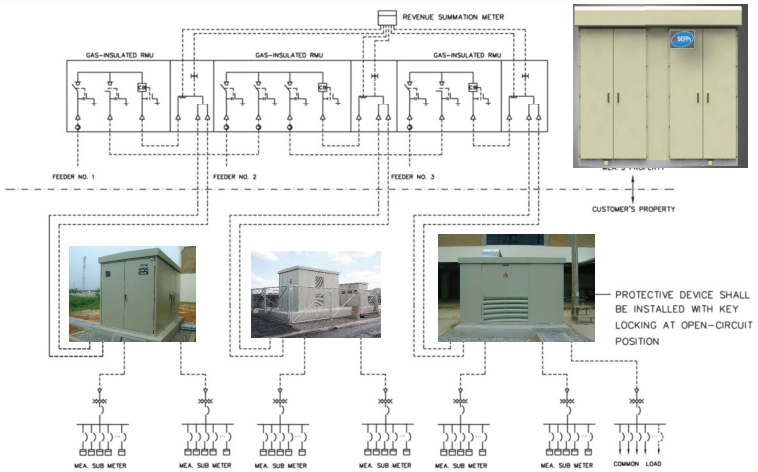


*SEE NOTE 1, 2, 4, 5, 6, 10 & 11 AND DEFINITIONS ON SH.NO. 19 & 20

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

ตัวอย่างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าจากสายป้อนอากาศ สำหรับ spot load

TR. INSTALLED INDOOR AND COMMON LOAD BY SEPARATE TR IN 3 LOOP UNDERGROUND DISTRIBUTION

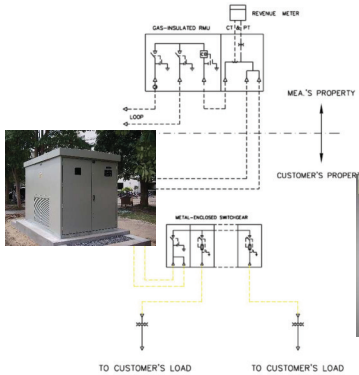


*SEE NOTE 2, 3, 4, 5, 6, 7 & 9 AND DEFINITIONS ON SH.NO. 19

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

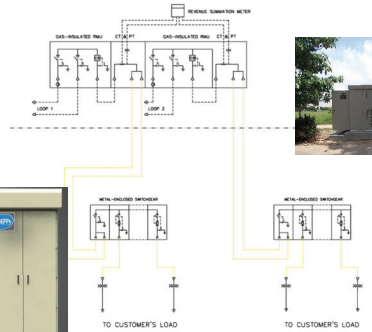
ตัวอย่างรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าจากสายป้อนใต้ดิน สำหรับ spot load

SINGLE TR. INSTALLES INDOOR OH. IN 1 LOOP UNDERGROUND SYSTEM



*SEE NOTES AND DEFINITIONS ON SH.NO.6

SINGLE TR. INSTALLES INDOOR OH. IN 2 LOOP UNDERGROUND SYSTEM

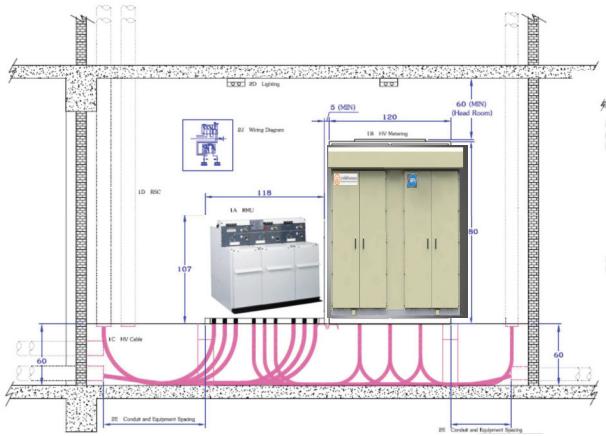


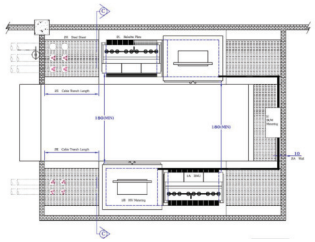
*SEE NOTES AND DEFINITIONS ON SH.NO.6

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

ตัวอย่างรูปแบบห้องเครื่องวัดฯ แรงสูง

รูปแบบห้องเครื่องวัดฯ แรงสูงแบบ 2 LOOP





AGENDA

- ข้อกำหนดมาตรฐานการทดสอบ
  - มาตรฐาน **IEC 60298** (old)
  - มาตรฐาน **IEC 62271-200** (new standards)
  - เปรียบเทียบ **IEC 60298** vs **IEC 62271-200**
  - **IAC ANNEX A IN IEC STANDRADS TEST**

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (Medium Voltage Switchgear)

- **มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง**

- IEC 60694: Common Clauses to High Voltage Switchgear
- IEC 62271-200: AC Metal-Enclosed Switchgear and Control Gear for rated voltage above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-100: High Voltage Alternating Current Circuit Breakers
- IEC 62271-102: Alternating Current Disconnectors and Earthing Switches
- IEC 60470: High Voltage Alternating Current Contactors
- IEC 60265-1: High Voltage Switches
- IEC 60282-2: High Voltage Fuses
- IEC 60255: Measurement Relay and Protection Unit
- IEC 60044-1: Current Transformers
- IEC 60044-2: Voltage Transformers
- IEC 60529: Degrees of Protection provided by Enclosures

Type tests according to IEC62271-200 / AS62271.200 - Mandatory tests

- n°1 - Dielectric tests
- n°2 - Measurement of the resistance of circuits
- n°3 - Temperature-rise tests
- n°4 - Short time withstand current tests
- n°5 - Verification of the protection
- n°6 - Verification of making and breaking capacities
- n°7 - Mechanical operation tests

Type tests according to IEC62271-200 / AS62271.200 - Option tests

- n°8 - Pressure withstand tests
- n°9 - Tests on non-metallic partitions and shutters
- n°10 - Tightness tests
- n°11 - Internal arcing test
- n°12 - EMC tests

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

- **มาตรฐานหลักๆที่เกี่ยวข้อง**
  - มาตรฐาน **IEC 60298** (old)
  - มาตรฐาน **IEC 62271-200** (new standards)
  - เปรียบเทียบ **IEC 60298** vs **IEC 62271-200**

NORME INTERNATIONALE / INTERNATIONAL STANDARD — CEI IEC 62271-200 — Première édition / First edition 2003-11

NORME INTERNATIONALE / INTERNATIONAL STANDARD — CEI IEC 62271-202 — Première édition / First edition 2006-06

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

มาตรฐาน IEC 60298

A.C. metal – enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1 kV and up to and including 52 kV

NORME INTERNATIONALE / INTERNATIONAL STANDARD — CEI IEC 298 — 1990 — AMENDEMENT 1 / AMENDMENT 1 — 1994-11

Amendement 1

Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

Amendment 1

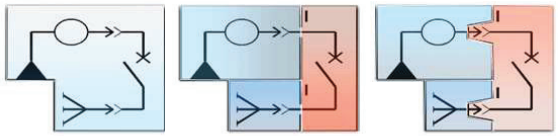
A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

© CEI 1994 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

Commission Electrotechnique Internationale / International Electrotechnical Commission / Международная Электротехническая Комиссия — CODE PRIX / PRICE CODE K

ตู้ Metal-enclosed Switchgear and Controlgear ที่ห่อหุ้มด้วยโลหะเชื่อมต่อลงกราวด์ และยกเว้นส่วนที่เชื่อมต่อจากภายนอก



Cubicle Switchgear | Compartmented Switchgear | Metal-Clad Switchgear

1. Metal-clad Switchgear and Controlgear

มีรูปแบบโดยทั่วไปดังข้อกำหนดต่อไปนี้

1.มี 3 Compartments สำหรับ Switching Device, Busbar, Connector และ CT, PT

2.Partition ระหว่าง Compartment จะต้องเป็นโลหะ

3.ช่องผ่านจาก Compartment หนึ่งไปยังอีก Compartment หนึ่ง จะต้องมี Insulated Bushing

เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้นภายใน Compartment หนึ่งจะไม่สามารถแพร่ไปสู่ Compartment อื่นได้
สวิตช์กียร์แบบนี้ให้ความปลอดภัยสูงสุด จึงมีความสำคัญมาก

2. Compartmented Switchgear and Controlgear

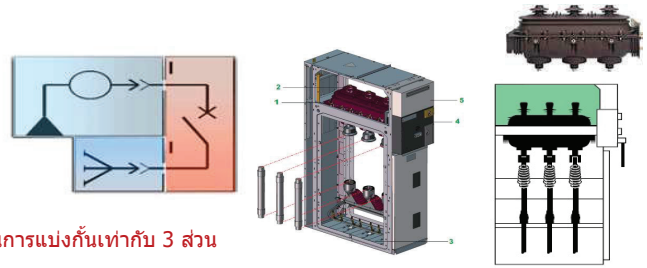
มีรูปแบบโดยทั่วไปดังข้อกำหนดต่อไปนี้

1.มี 3 Compartments สำหรับ Switching Device, Busbar, Connector และ CT, PT

2.Partition และ Shutters ระหว่าง Compartment โดยทั่วไปจะเป็น Insulated

3.ไม่มี Insulated Bushing สำหรับผ่านจาก Compartment หนึ่งไปยังอีก Compartment หนึ่ง

แต่ละตู้มีหน้าที่ต่างกันเป็น Modular สามารถประกอบด้วยกันได้ และใช้ก๊าซ SF6 เป็นฉนวน จึงมีขนาดเล็ก มีความปลอดภัยสูง



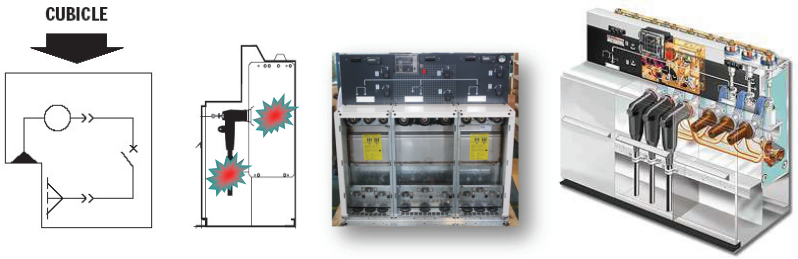
จำนวนการแบ่งกั้นเท่ากับ 3 ส่วน

3. Cubicle Switchgear and Controlgear

มีรูปแบบโดยทั่วไปดังข้อกำหนดต่อไปนี้

1. มีน้อยกว่า 3 Compartments
2. มี Partition อาจเป็นโลหะ (Metallic) หรือฉนวน (Insulated)
3. Switching Device เป็นแบบติดตั้งถาวร (Fixed) หรือถอดออกได้ (Withdrawable)

Cubicle Switchgear ราคาประหยัดและมีความปลอดภัยน้อยที่สุด ถ้าเกิดการลัดวงจรขึ้นที่บริภัณฑ์ใดๆ ก็จะแพร่กระจายออกไปทั่วทั้งตู้



ตารางสรุป อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้ Metal – enclosed Switchgear and Controlgear แต่ละตัว จะมีการแบ่งกั้นเป็นส่วนๆ

ส่วนแบ่งกั้น (Partition)	
Metal Clad Switchgear	จะเป็นโลหะ และต่อลงกราวด์
Compartment Switchgear	จะเป็นฉนวน
Cubicle Switchgear	จะเป็นฉนวน

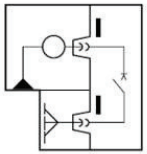
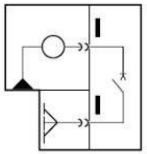
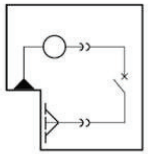
ส่วนแบ่งกั้น / Shutter

อุปกรณ์ตัดตอนระหว่างแต่ละส่วน (Compartment) และเป็นส่วนป้องกันแต่ละส่วนจากประกายไฟที่เกิดขึ้น ขณะเลื่อนย้ายอุปกรณ์ตัดตอนวงจรจากตำแหน่งจ่ายไฟ ไปยังตำแหน่งทดสอบ



คือส่วนของ metal-enclosed switchgear and controlgear ที่สามารถเคลื่อนจากตำแหน่งที่ปิดและเปิดเพื่อให้เข้าส่วนของเมนต์คอนแทคได้ หรือส่วนที่ปิดกันเมนต์คอนแทคเมื่อปลดวงจร

➢ เบรียบเทียบประเภทของสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง IEC 60298

Characteristics	Metal-clad	Compartment	Block-type
Cubicles			
External walls	metal and always earthed		
Number of MV compartments	≥ 3	3	≤ 2
Internal partitions	metal and always earthed	indifferent metal or not	indifferent metal or not
Presence of bushings	✓	possible	
Shutters to prevent access to live compartments	✓	✓	
Ease of operations when live	✓	✓	
Arcing movement within the cubicle	difficult, but always possible	✓	✓

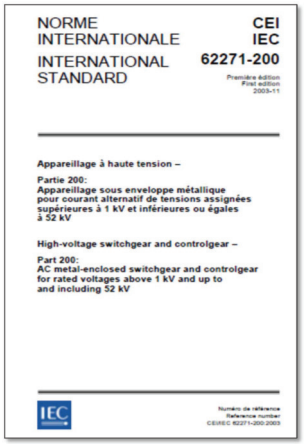
➢ มาตรฐาน IEC 62271-200

High – voltage switchgear and controlgear
Part 200 : AC metal – enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1 kV and up to and including 52 kV

ตู้ Metal-enclosed Switchgear and Controlgear ที่ห่อหุ้มด้วยโลหะเชื่อมต่อลงกราวด์ และยกเว้นส่วนที่เชื่อมต่อจากภายนอก

ได้จัดแบ่งสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลางตามประเภท

1. ความสูญเสียของความต่อเนื่องในการจ่ายไฟฟ้า (Loss of Service Continuity Category : LSC)
2. ประเภทของผนังกั้น (Partition Class)
3. การแยกประเภทของการอาร์คภายใน (Internal Arc Classification : IAC)


NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD
CEI IEC 62271-200

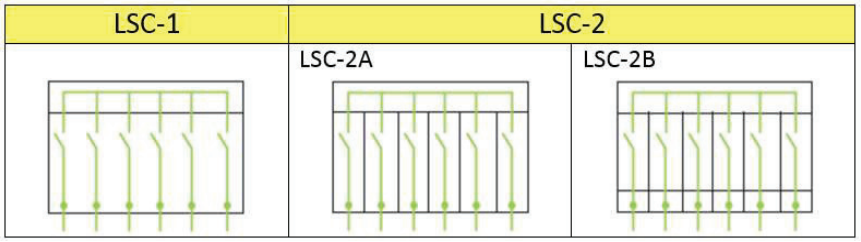
Appareillage à haute tension –
Partie 200:
Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

High-voltage switchgear and controlgear –
Part 200:
AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

1. ประเภทของความสูญเสียของความต่อเนื่องในการจ่ายไฟ (LSC)

Loss of Service Continuity : LSC

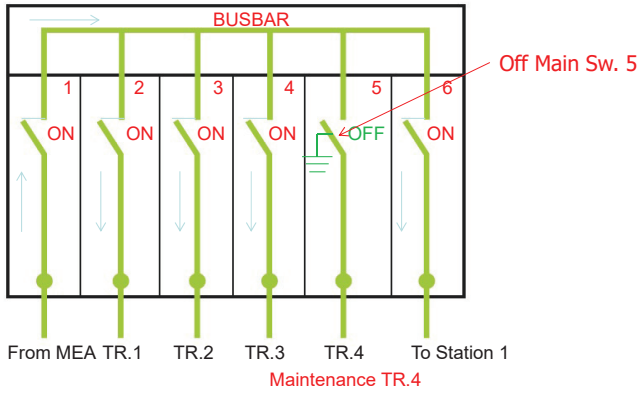
เป็นการบอกถึงขอบเขตของช่องกั้น (Compartments) หรือหน่วยการทำงาน (Functional Units) ที่ยังสามารถจ่ายไฟได้ในขณะที่ช่องกั้นของวงจรหลังเปิดวงจร



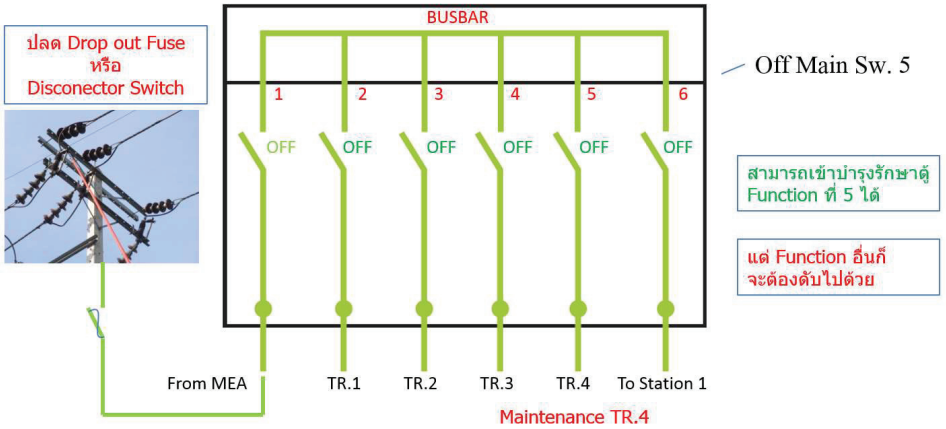
Loss of Service Continuity : LSC-1

Loss of Service Continuity : LSC-1

รูปแบบ (Form) นี้ไม่มีเจตนาให้มีการจ่ายไฟได้อย่างต่อเนื่องในขณะที่ทำการบำรุงรักษา และอาจจะต้องปลดสวิตช์เกียร์ออกจากระบบไฟฟ้าอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะสามารถเข้าถึงภายในของเครื่องห่อหุ้ม



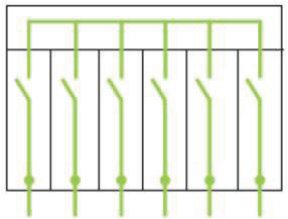
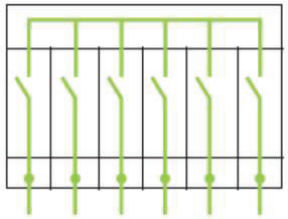
Loss of Service Continuity : LSC-1



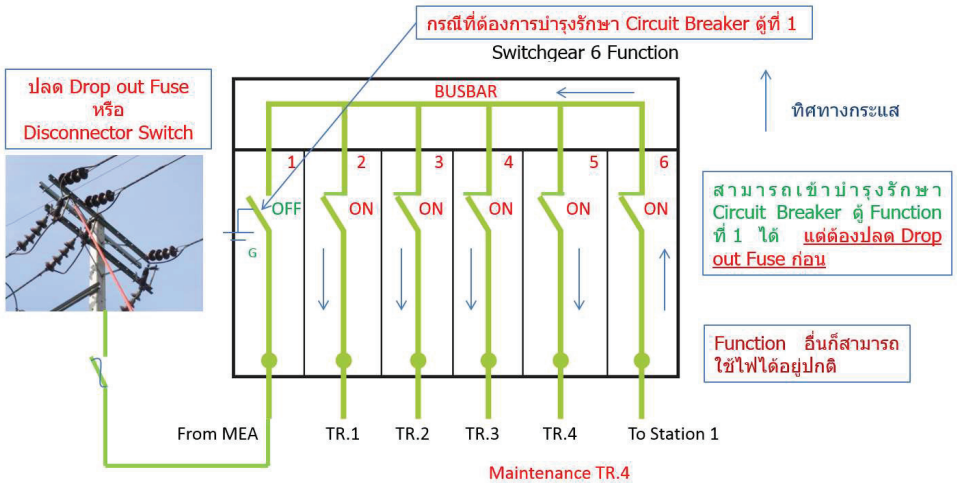
Loss of Service Continuity : LSC-2

Loss of Service Continuity : LSC-2

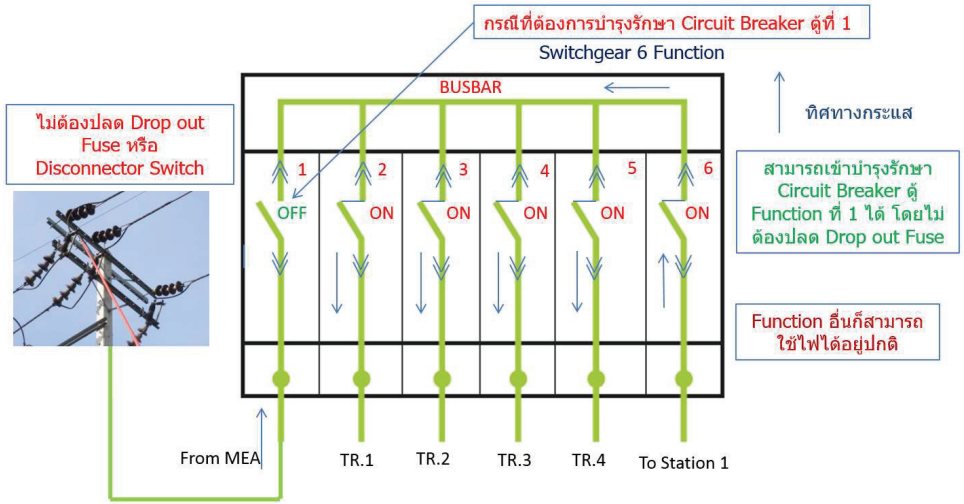
รูปแบบ (Form) นี้มีเจตนาให้สามารถจ่ายไฟได้อย่างต่อเนื่องในขณะที่มีการเข้าถึงช่องกั้นแรงดันปานกลางภายในสวิตช์เกียร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทย่อย

LSC-2A	LSC-2B
รูปแบบนี้ในขณะที่มีการเข้าถึงช่องใดช่องหนึ่ง ช่องที่เหลือของสวิตช์เกียร์ยังสามารถจ่ายไฟอยู่ได้	รูปแบบนี้มีความสามารถจ่ายไฟได้อย่างต่อเนื่องสูงกว่ารูปแบบ LSC-2A สามารถเข้าถึงช่องที่เชื่อมต่ออยู่กับสายไฟฟ้าที่ยังมีการจ่ายไฟอยู่ได้
	

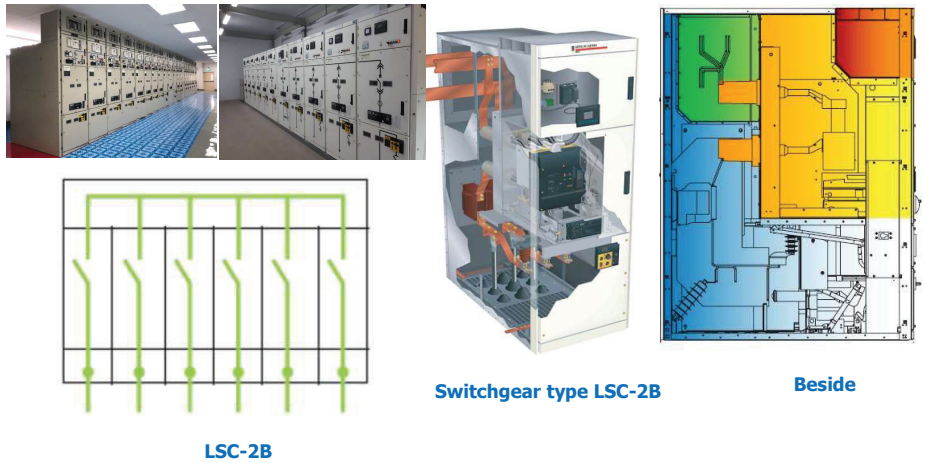
Loss of Service Continuity : LSC-2A



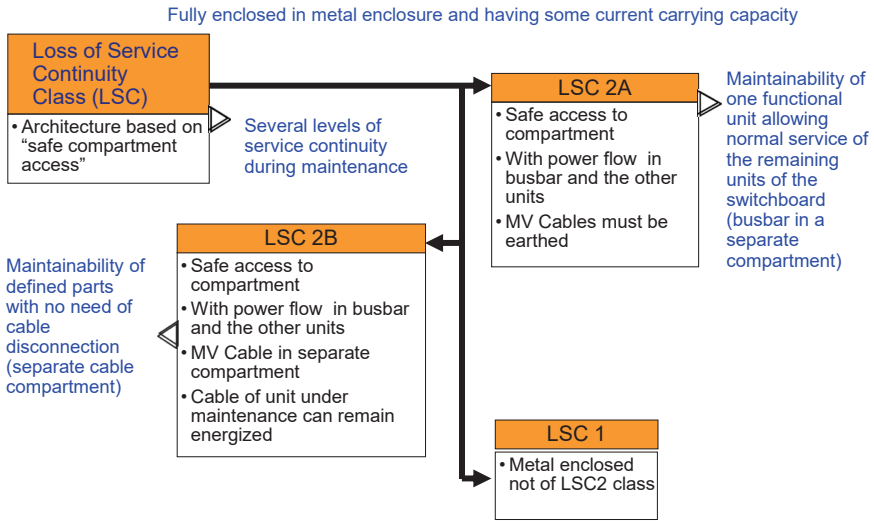
Loss of Service Continuity : LSC-2B



Loss of Service Continuity : LSC-2B

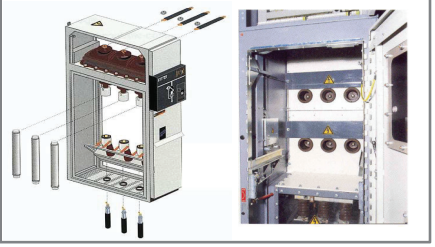


Conclusion IEC 62271-200 –Loss of Service Continuity Class : LSC



2. ประเภทของผนังกั้น (Partition)

ประเภทของผนังกั้นแบ่งออกตามวัสดุที่ใช้ได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

ประเภท PM (Partition Metallic)	ประเภท PI (Partition of Insulating Material)
สวิตช์เกียร์ที่จัดให้มีผนังกั้น หรือตัวปิดช่อง (Shutter) ที่ทำจากโลหะที่มีความต่อเนื่อง และเจตนาให้มีการต่อลงดิน กั้นระหว่างช่องที่สามารถเข้าถึงได้ซึ่งเปิดอยู่กับส่วนที่มีไฟฟ้าแรงดันปานกลาง	สวิตช์เกียร์ที่จัดให้มีผนังกั้น หรือตัวปิดช่อง (Shutter) ที่ทำจากวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ ที่กั้นระหว่างช่องที่สามารถเข้าถึงได้ซึ่งเปิดอยู่กับส่วนที่มีไฟฟ้าแรงดันปานกลาง
	

Conclusion to IEC 62271-200 – Partition Class

Fully enclosed in metal enclosure and having some current carrying capacity

Partition Class I or M
- Classification based on electrical field presence in safe access compartment

Personnel comfort during maintenance

Partition Class PM
- All partitions and shutters of safe access compartment shall be metallic with some current carrying capacity

"Metal enclosed" compliant during maintenance Applicable mainly to withdrawable system

Partition Class PI
- Partitions or shutters may be partially or totally of insulating material

Electrical and mechanical safety according to IEC 60466 or 60137

Definition

3.110 Shutter
Part of metal-enclosed switchgear and controlgear that can be moved from a position where it permits contacts of a removable part, *or* moving contact of a disconnector to engage fixed contacts, to a position where it becomes a part of the enclosure or partition shielding the fixed contacts.

➢IAC ANNEX A IN IEC STANDRADS TEST

ประเภทของอาร์กภายใน (Internal Arc Classification ; IAC)

ความมุ่งหมายที่จะแสดงระดับการทดสอบการป้องกันบุคคลที่อยู่แวดล้อมบริภัณฑ์ จากการเกิดการอาร์กภายในสวิตช์เกียร์ในภาวะการทำงานปกติ

โดยได้ระบุแบบของการเข้าถึง (Type of Accessibility) ด้วยตัวอักษร 2 ตัว และค่ากระแสช่วงเวลาการทดสอบ

แบบของการเข้าถึง		ค่าของกระแสและช่วงเวลาทดสอบ
ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	
A ; ให้เข้าถึงได้เฉพาะผู้มีหน้าที่เท่านั้น **B ;** เข้าถึงได้โดยบุคคลทั่วไป **C ;** อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนเสาในระยะที่เอื้อมไม่ถึง (Out of Reach)	**F ;** สำหรับด้านหน้า **L ;** สำหรับด้านข้าง **R ;** สำหรับด้านหลัง	เช่น AFLR 20 kA/1sec. 25 kA/1sec. 31.5 kA/1sec. 40 kA/1sec.

IEC 62271-200 – Internal Arc Class : IAC Class
Fully enclosed in metal enclosure and having current carrying capacity

Internal Arc Class IAC
- Classification based on consequences of internal arc on personnel safety

Personnel safety in case of internal arc

IAC classified
- No projection of parts towards accessible sides
- No ignition of indicators

Safety in case of internal fault during service condition Demonstrated by type tests (completely defined by the standard)

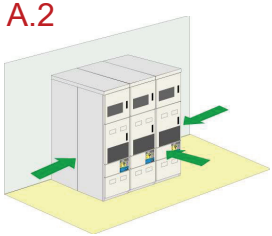
Accessibility Types
- A : restricted to authorized personnel only.
- B : unrestricted, including general public.
- Enclosure Identification code:
  F - for Front side
  L - for Lateral side
  R - for Rear side

complies with AFLR type

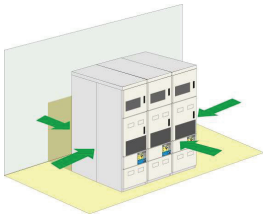
IAC not classified
- No tests performed to assess behavior of enclosure under arc conditions

Internal arc fault & classification

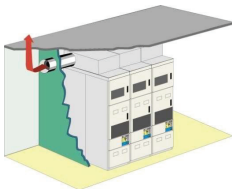
Examples of accessibility on the various sides of the switchgear is codified Annex A.2



Switchboard against a wall. AFL anti-arcing protection



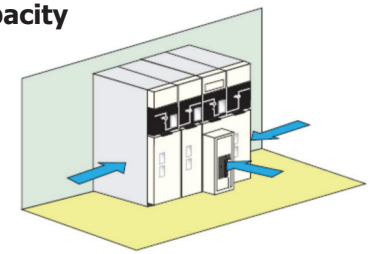
Switchboard in the middle of the room. AFLR anti-arcing protection (acces around the back of the switchboard)



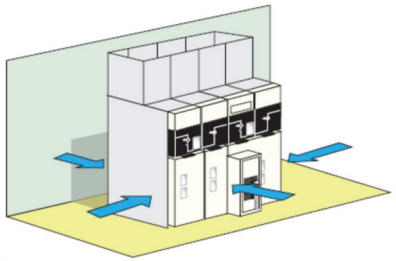
Switchboard in a room with a ceiling height of less than 4 meter

IEC 62271-200 – Internal Arc Class : IAC Class

Fully enclosed in metal enclosure and having current carrying capacity



3-sides internal arc protection IAC: A-FLR, Installation of a switchboard installed against the wall downwards exhaust12.5kA/1s.3-sides internal arc protection.

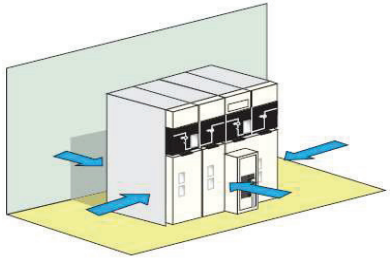


4-sides internal arc protection IAC: A-FLR, Installation of a switchboard installed in the middle of a room upwards exhaust 16kA/1s.: 4-sides internal arc protection.

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

IEC 62271-200 – Internal Arc Class : IAC Class

Fully enclosed in metal enclosure and having current carrying capacity



4-sides internal arc protection IAC: A-FLR, Installation of a switchboard installed in the middle of a room downwards exhaust 16kA/1s.: 4-sides internal arc protection

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED MV Switchgear Application and Standards Rev 1 << Mr.Siwanatthakul>>

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

ตัวอย่างข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่ระบุ IAC

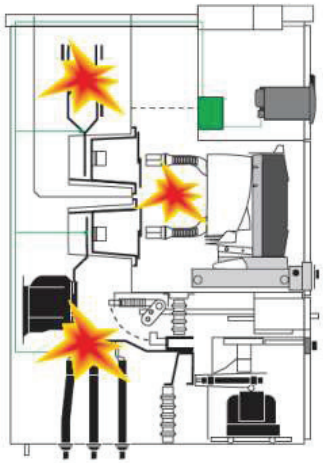
(**Internal Arc Classification ; IAC**)

Primary Distribution Switchgear

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED MV Switchgear Application and Standards Rev 1 << Mr.Siwanatthakul>>

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

ตัวอย่างการทดสอบ IAC ; FOR Metal Enclose Switchgear Each Compartment



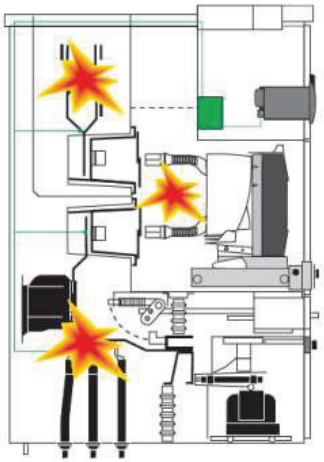
BUSBAR

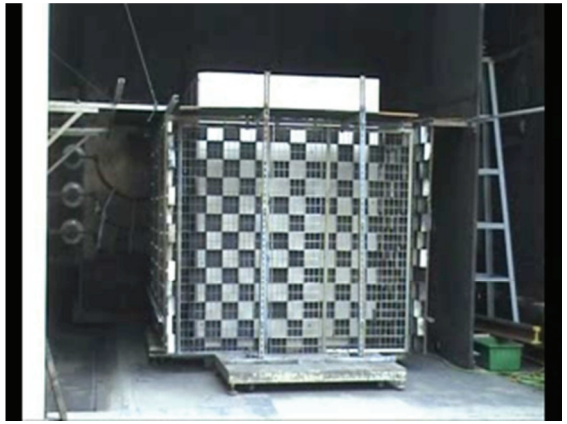
CIRCUIT BREAKER

CABLE

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED MV Switchgear Application and Standards Rev 1 << Mr.Siwanatthakul>>

ตัวอย่างการทดสอบ IAC ; FOR Metal Enclose Switchgear

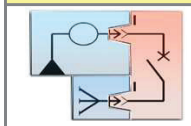
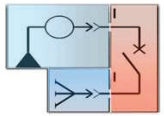
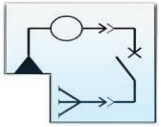




➢ Degree of Protection (IP Ratings)

1st NUMERAL: conforming to AS60529 protection against ingress of solid bodies		2nd NUMERAL: conforming to AS60529 protection against ingress of water	
0	No protection.	0	No protection.
1	Full penetration of 50 mm diameter sphere not allowed. Contact with hazardous parts not permitted.	1	Protected against vertically falling drops of water. Limited ingress permitted.
2	Full penetration of 12.5 mm diameter sphere not allowed. The jointed test finger shall have adequate clearance from hazardous parts.	2	Protected against vertically falling drops of water with enclosure tilted 15° from the vertical. Limited ingress permitted.
3	The access probe of 2.5 mm diameter shall not penetrate.	3	Protected against sprays to 60° from the vertical. Limited ingress permitted
4	The access probe of 1.0 mm diameter shall not penetrate.	4	Protected against water splashed from all directions. Limited ingress permitted.
5	Limited ingress of dust permitted (no harmful deposit).	5	Protected against jets of water. Limited ingress permitted.
6	Totally protected against ingress of dust.	6	Protected against strong jets of water. Limited ingress permitted.
		7	Protected against the effects of immersion between 15 cm and 1 m.
		8	Protected against long periods of immersion under pressure.

➢ สรุปการเบรียบเทียบประเภทของสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลางระหว่าง IEC 60298 vs IEC 62271 - 200

IEC 60989		IEC 62771 - 200
	**Metal Clad Switchgear**	**LSC 2B-PM** ตัวปิดกั้นช่องแบบโลหะ **LSC 2B-PI** ตัวปิดกั้นช่องแบบฉนวน
	**Compartment Switchgear**	**LSC 2B-PI** ตัวปิดกั้นช่องแบบฉนวน
	**Cubicle Switchgear**	**LSC 1** ต้องปลดสวิตช์เกียร์ออกสมบูรณ์ **LSC 2A-PI** ตัวปิดกั้นช่องแบบฉนวน **LSC 2B-PI** ตัวปิดกั้นช่องแบบฉนวน

➢ สรุปการเบรียบเทียบประเภทของสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลางระหว่าง IEC 60298 vs IEC 62271 - 200

มาตรฐานเก่า IEC 60298

<u>เน้นพื้นฐานการออกแบบ 3 รูปแบบ</u>ที่แตกต่างกันในเรื่องของฟังก์ชันการทำงานมากกว่าพื้นฐานที่จะนำไปใช้งาน

มาตรฐานใหม่ IEC 62271-200

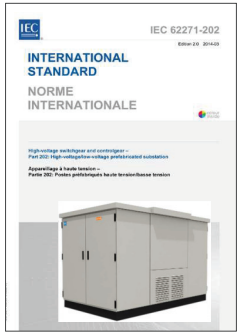
<u>เน้นพื้นฐานการทำงาน</u> โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการจ่ายไฟฟ้า หรือความสามารถในการรักษาระดับความต่อเนื่องในการจ่ายไฟฟ้า (Service Continuity) และการบำรุงรักษาขณะจ่ายไฟที่ไม่เป็นอันตรายต่อบุคคล และอุปกรณ์ ของ switchgear ในขณะที่เข้าถึง

จะไม่มีอธิบายในส่วน Metal-clad, Compartmented และ Cubicle switchgear and controlgear

Prefabricated Substation: Unit Substation

High – voltage switchgear and controlgear
Part 202 : High – voltage / Low voltage prefabricated substation

BIOSCO คือ Unit Substation ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62271-202
IEC 62271-202 High-voltage switchgear and controlgear
Part 202: High-voltage/low-voltage prefabricated substation



รายละเอียดหัวข้อการทดสอบ (The type tests)

1. Dielectric tests
2. Temperature rise tests
3. Main circuit and earthing tests
4. Functional tests
5. Degree of protection verification tests
6. Mechanical tests
7. Arcing due to an internal fault tests
8. Sound verification tests
9. Electromagnetic compatibility tests

Standard and Test

Enclosure : IEC 62271-202

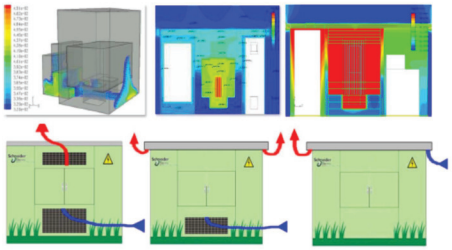
หัวข้อหลักที่ต้องทำการทดสอบ ในส่วนของโครงสร้างหลัก

-Temperature rise tests
-Degree of protection verification tests
-Mechanical tests
-Arc due to an internal fault tests

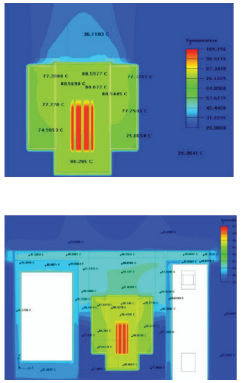
-Temperature rise tests

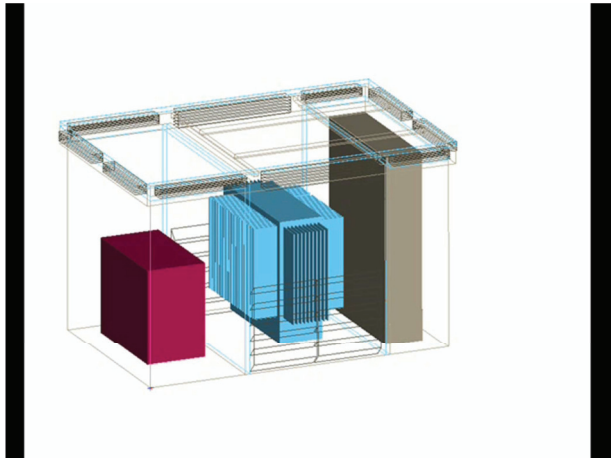
- The substation is defined by the enclosure class
  - This is the difference between temperature rise of the transformer in the enclosure and temperature rise of this same transformer outside the enclosure in normal conditions.
  - The different standardised classes are:
    - Class 5 ; class 10: class 15 ; class 20: class 25 ; class 30

การระบายความร้อนด้วยอากาศหมุนเวียนภายในตู้และถ่ายเทอากาศร้อนออกสู่ด้านบน และสามารถทนความร้อนได้ Class 10



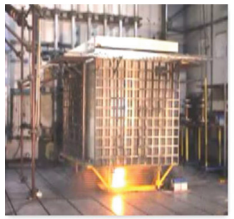
The test results

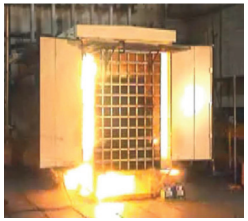




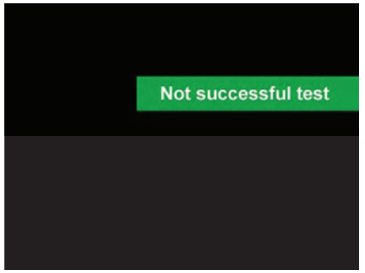
Arc due to an internal fault tests

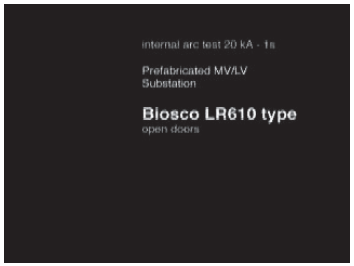
ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 62271 – 202 : Internal Arcing Withstand Test for 20 kA 1 sec.

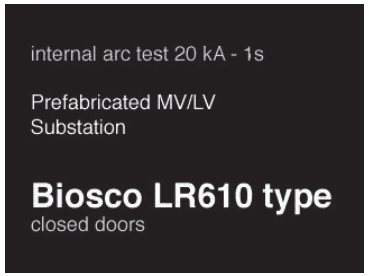


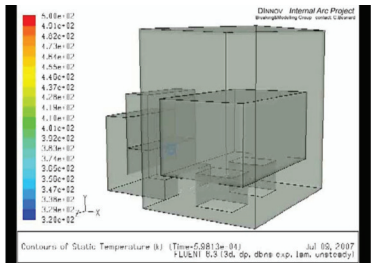


Unit Substation จะต้องผ่านการทดสอบ Internal Arcing Withstand Test









Mechanical tests (Roof Test)

หลังคาของตู้ Unit Substation จะต้องสามารถรองรับน้ำหนักได้



แสดงกรทดสอบการรับน้ำหนักของหลังคา

Standard and Test

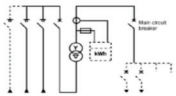
- HV switchgear (RMU) : IEC 62271-200
- Transformer : IEC 60076-1, 60076-11
- LV Switchgear : IEC 60439-1 and IEC 60947-1
- Enclosure : IEC 62271-202 ……..

โดยทั่วไปนั้นโครงสร้างของ Unit Substation จะถูกแยกออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน

1. สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง

อุปกรณ์ตัดต่อและป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า เช่น Load Break Switch, Ring Main Unit

- Rated Voltage : 12 / 17.5 kV upto 24 kV
- Rated Current : 630 A
- Transformer Protection : 200 A upto 630 A
- Short – time withstand current : upto 20 kA – 1 sec.

2. หม้อแปลงไฟฟ้าจำหน่าย

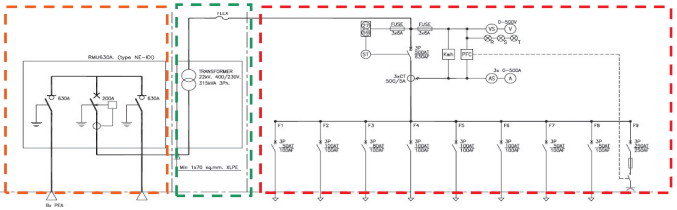
- Rated MV voltage : upto 24 kV
- Power : upto 50 ~ 1000 kVA
- Rated Secondary voltage : 416 / 240 V, 400 / 230 V
- Vector Group : Dyn 11
- Tapping range (%) : ± 5% instep 2.5%

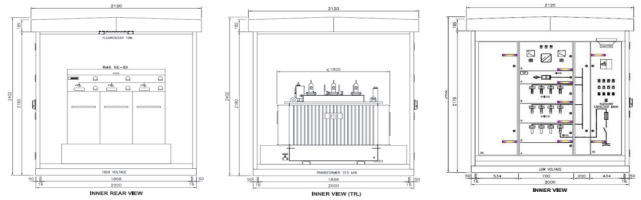
แสดงหม้อแปลงไฟฟ้า MV / LV Transformer

3. สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ

- Rated voltage : 416 / 240 V, 400 / 230 V
- Incomer : upto 2000 A Circuit Breaker
- Feeders : max. upto
  - 10 feeders of 250 A MCCB or
  - 7 feeders of 400 A MCCB or
  - 5 feeders of 630 A MCCB
- Product Compliance with standards : IEC 60439-1, EN 60439 part 1, IEC 60947 – 1 and IEC 60947 – 2

แสดงตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ (Low – voltage Switchboard)



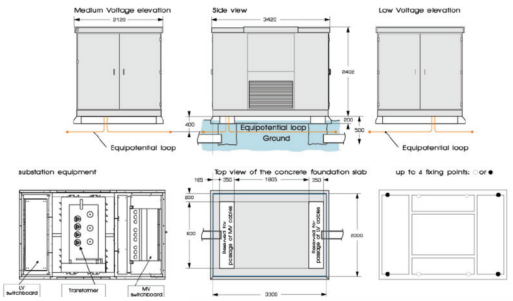


Medium Voltage | Transformer | Low Voltage



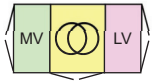
AGENDA

4. รูปแบบตัวอย่าง การติดตั้งสวิตช์เกียร์ ระบบการการส่งจ่ายไฟฟ้าใต้ดิน



การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

Unit Substation ซึ่งถูกออกแบบมาโดยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลักคือ สวิทช์เกียร์แรงสูง ,หม้อแปลง และสวิทช์เกียร์แรงต่ำ สามารถติดตั้งอยู่ภายในตู้เดียวกัน จึงเป็นหนึ่งในทางเลือกที่สำคัญเพื่อความปลอดภัย, ง่ายต่อการดูแลรักษา รวมถึงทัศนียภาพที่ดีขึ้น



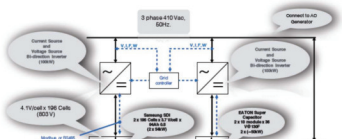
การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

- **Unit substation** จึงเหมาะกับการใช้งาน อาคารสำหรับธุรกิจหรือที่พักอาศัย, โรงพยาบาล, สถานศึกษา, สถานที่ราชการ, สนามบิน รวมถึงสถานที่สาธารณะต่างๆ ซึ่งใช้งานในระบบไฟฟ้าใต้ดิน ที่ซึ่งปัจจัยดังต่อไปนี้จะสามารถถูกตอบสนองได้มากที่สุด:
  - มีการเพิ่มกำลังการใช้ไฟฟ้าแต่มีพื้นที่อาคารจำกัด
  - มีสิ่งแวดล้อมที่เป็นมิตรบวกกับทัศนียภาพที่ดี
  - มีระบบไฟฟ้าที่มีเสถียรภาพและวางใจได้
  - และที่สำคัญ.....

มีความปลอดภัยต่อบุคคลและทรัพย์สินตามมาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

Wind Farm Power Plant



New Technologies for..... Energy Storage WIND FARM

- Energy Storage to support a Resilient Smart Grid
  (Comparing & evaluating cost competitiveness of:
  Compressed air, pumped hydro, ultra capacitors, flywheels, battery tech, fuel cells.)

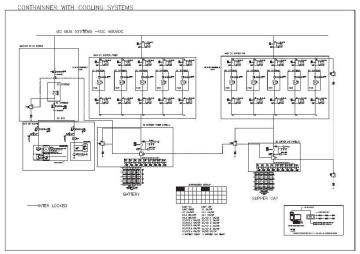
Energy will be stored at many points on the grid, including rolling batteries (EVs and PHEVs),
home batteries, as well as utility-scale storage

SUPER CAP

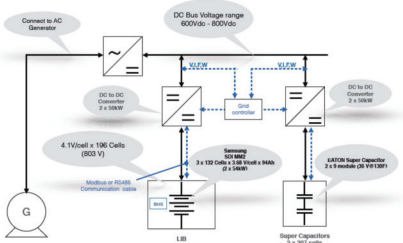
Solar Farm Power Plant

New Technologies for..... Energy Storage SOLAR FARM

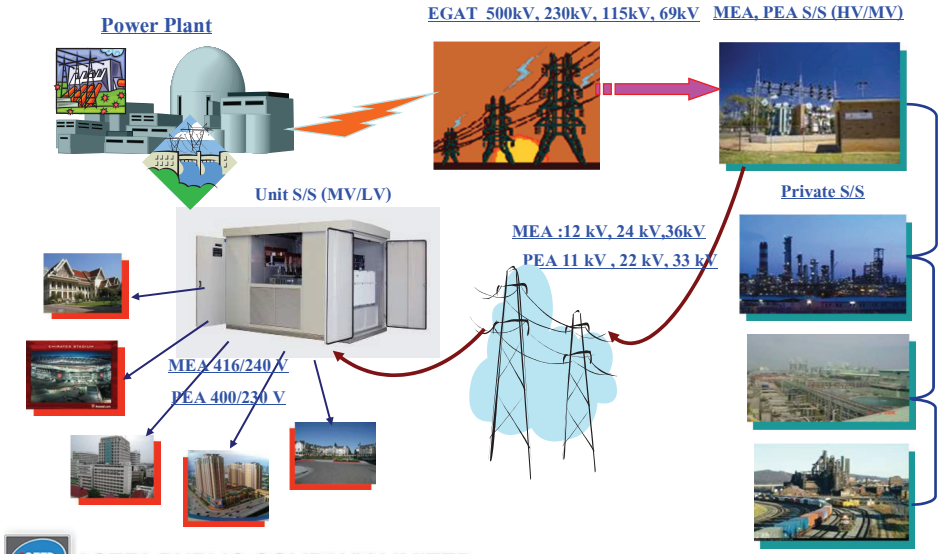
Energy will be stored at many points on the grid, including rolling batteries (EVs and PHEVs),
home batteries, as well as utility-scale storage



Energy Storage Diagram



Unit Substation in Power Transmission Distribution :PTD system

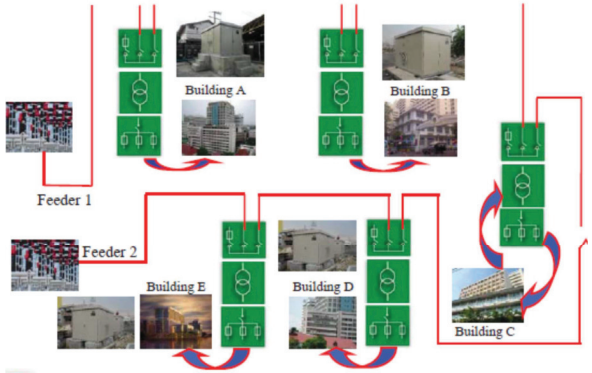


การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

Hospital / Healthcare Center

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

High Rise Building



Unit Substation

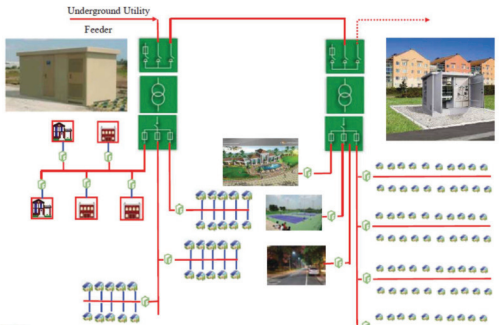
Premium

Transformer

(RMU)

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

Resident



Premium

มีสิ่งแวดล้อมที่เป็นมิตรบวกกับทัศนียภาพที่ดี มีระบบไฟฟ้าที่มีเสถียรภาพและวางใจได้ ยกระดับภาพลักษณ์ของโครงการ*มีความปลอดภัยต่อบุคคลและทรัพย์สินตามมาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ*

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

Questions & Answers

ASEFA CO.,LTD.

5 Moo1 Rama II Rd., Khok- Krabuae

Mueang – Samusakhon, Samutsakhon 74000 Thailand

Http:// www.asefa.co.th

Tel : +66 2686 7777
Fax : +66 2686 7788

ID : siwanatthakul

Dolny Chaiyason (Siwanatthakul)

Email : siwanatthakul@asefa.coth
: marketing@asefa.coth
: asefa@asefa.co.th

การประยุกต์ใช้งานตู้สวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง (แรงสูง)

บริษัท อาซีฟา จำกัด(มหาชน)

ASEFA PUBLIC CO.,LTD.

Thank You

ASEFA PUBLIC COMPANY LIMITED MV Switchgear Application and Standards Rev 1 << Mr.Siwanatthakul>>