การทำงานของระบบไฟฟ้าหลัก
(Main Power System Operation)

ผศ.ดร.สำเริง ฮินท่าไม้

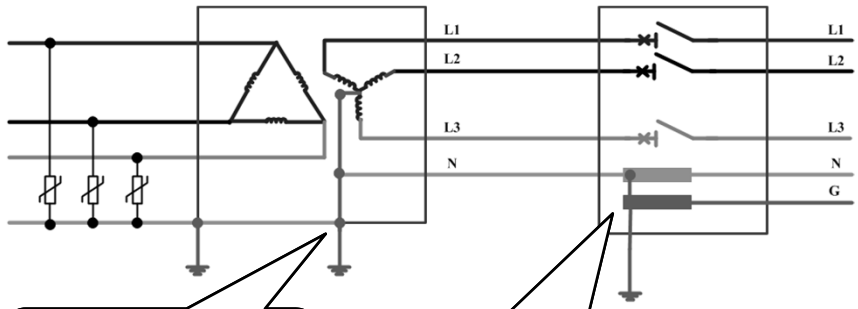
- กรรมการร่างมาตรฐานดาตาเซนเตอร์,การออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน วสท.
- อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.ศรีปทุม

เนื้อหา

๑. การทำงานของระบบไฟฟ้าหลัก

๒. การแก้ไขระบบไฟฟ้าหลัก

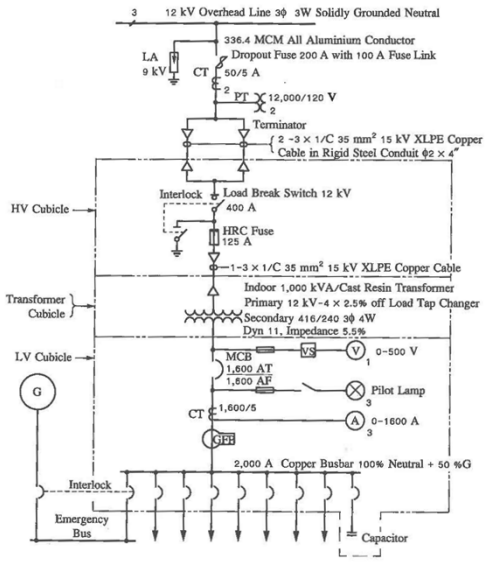
ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า



สายนิวทรัล(N) ของหม้อแปลงจำหน่ายแรงต่ำของ กฟน. และ กฟภ. จะถูกต่อลงดิน

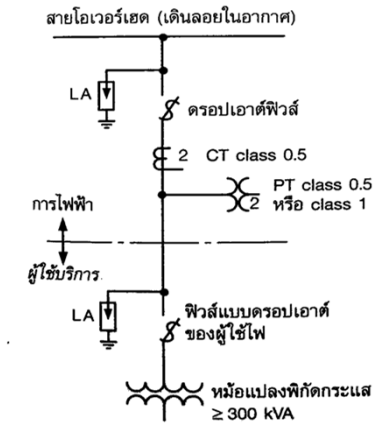
ขั้ว N และ G ของบริภัณฑ์ประธาน (MDB) มาตรฐานกำหนดให้ต่อลงดิน

Single Line Diagram



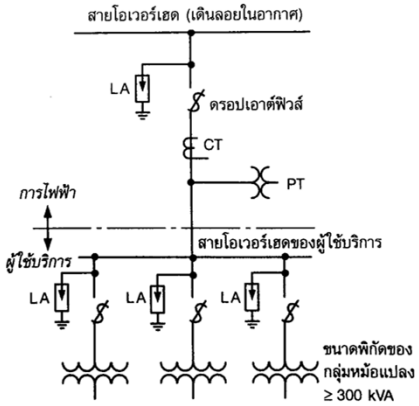
รูปแบบการรับไฟฟ้าแรงดันกลาง

๑.รับไฟฟ้าด้วยสายอากาศ



รูปแบบการรับไฟฟ้าแรงดันกลาง

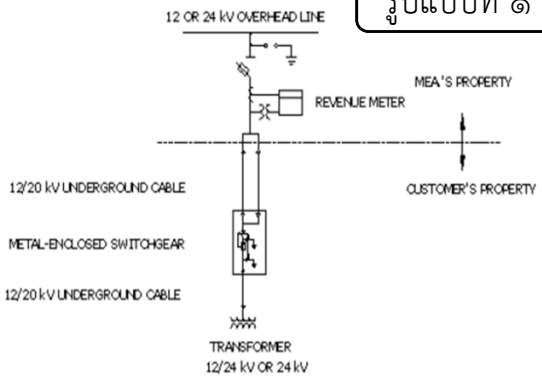
๑.รับไฟฟ้าด้วยสายอากาศ(ต่อ)



รูปแบบการรับไฟฟ้าแรงดันกลาง

๒.รับไฟฟ้าด้วยสายใต้ดินจากสายป้อนอากาศของ กฟน.

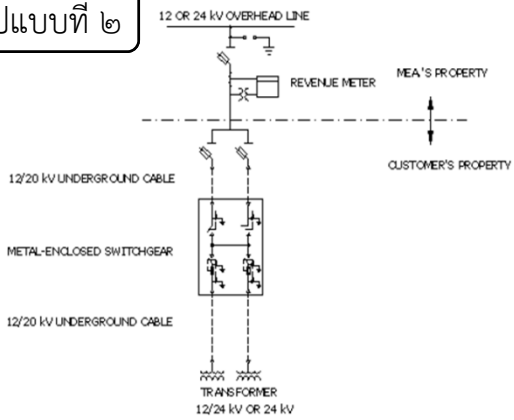
รูปแบบที่ ๑



รูปแบบการรับไฟฟ้าแรงดันกลาง

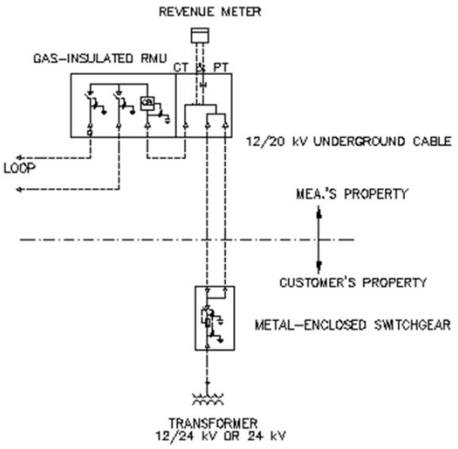
๒.รับไฟฟ้าด้วยสายใต้ดินจากสายป้อนอากาศของ กฟน.

รูปแบบที่ ๒



บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันกลาง

๓. รับไฟฟ้าด้วยสายใต้ดินจากสายป้อนใต้ดินของ กฟน.



บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง

๑. กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)

๒. สวิตซ์ปลดวงจร(Disconnectors หรือ Disconnecting Switches

๓. สวิตซ์ต่อลงดิน(Earthing Switches)

๔. ฟิวส์แรงดันสูง(High Voltage High Rupturing Capacity Fuses

๕. สวิตซ์สำหรับตัดโหลด(Switch Disconnectors หรือ Load Break Switches)

บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันปานกลาง(ต่อ)

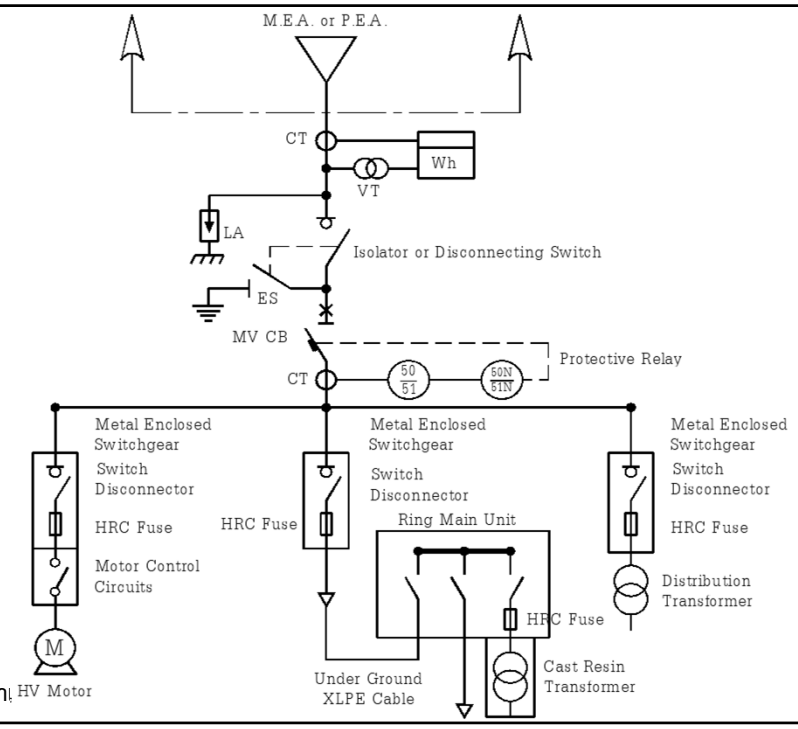
๘. ริงเมนยูนิต(Ring Main Units)

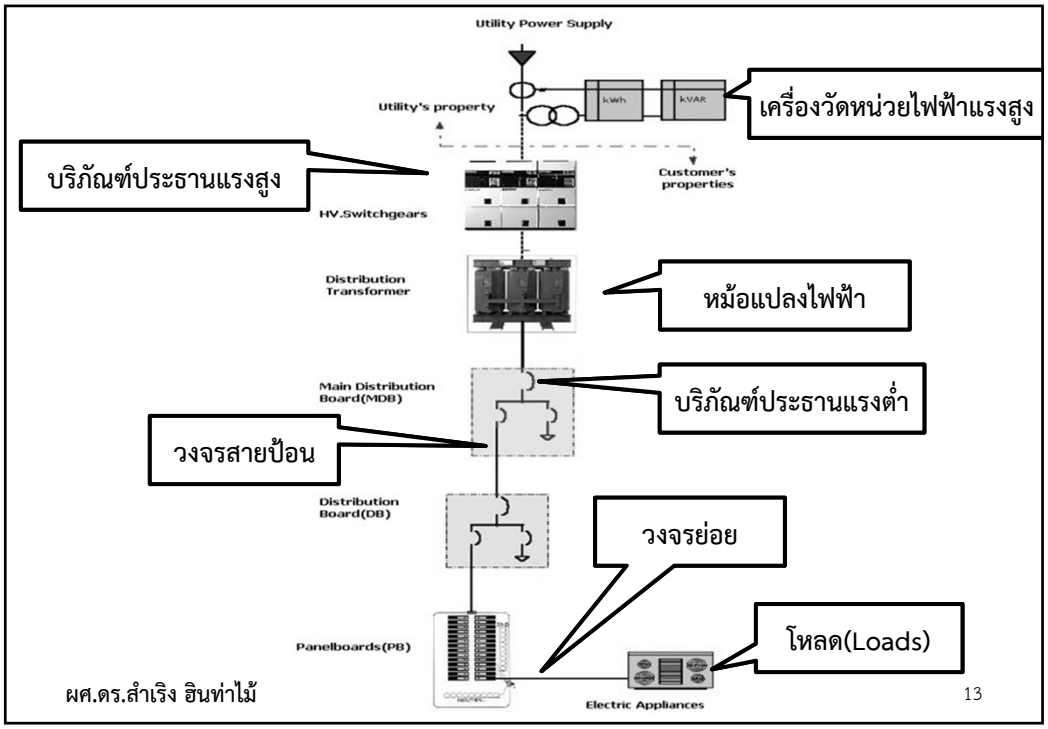
๙. หม้อแปลงไฟฟ้า(Transformers)

๑๐. แผงเมนไฟฟ้า(Main Distribution Board: MDB)

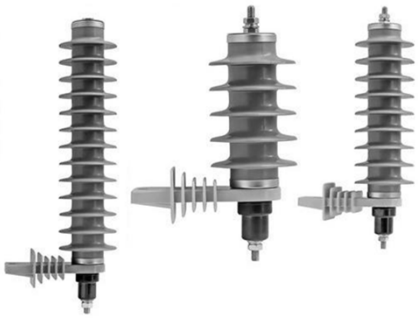
๑๑.แผงจ่ายไฟฟ้าย่อย/ศูนย์กลางโหลด(Load Panel/Load Center)

๑๒.วงจรไฟฟ้าย่อย(Branch Circuit)





กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)



กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)(ต่อ)

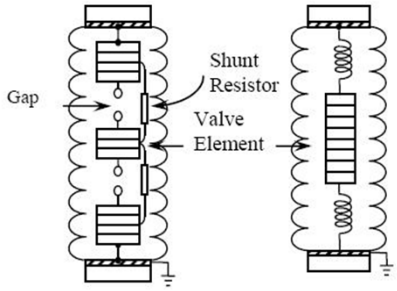
- บริภัณฑ์สำหรับป้องกันแรงดันเกิน (Overvoltage) ซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) หรือการปิดเปิดวงจร (Switching Surge)
- ที่แรงดันปกติ LA จะมีอิมพีแดนซ์สูงมาก ดังนั้นกระแสรั่วไหล (Leakage Current) จึงมีค่าน้อย
- เมื่อเกิดแรงดันเกินอิมพีแดนซ์ของ LA จะมีค่าต่ำกระแสฟ้าผ่า (Lightning Current) ไหลลงดิน
- บริภัณฑ์ที่ต่ออยู่หลัง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

กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)(ต่อ)

LA ที่มีใช้อยู่อาจแบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ

๑. Spark Gap Arrester

๒. Arrester Without Spark Gap

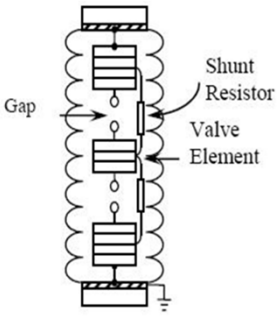


กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)(ต่อ)

LA ที่มีใช้อยู่อาจแบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ

๑. Spark Gap Arrester

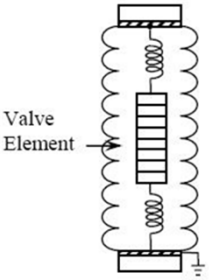
- ตัวต้านทานที่ขึ้นกับแรงดันแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Varistor)ต่ออนุกรมกับ Spark Gap
- Varistor มักทำจากสารซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) เรียกว่า SiC-Arrester
- LA แบบนี้เป็นแบบเก่าจึงนิยมใช้น้อยลง



กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)(ต่อ)

๒. Arrester Without Spark Gap

- ตัวต้านทานโลหะออกไซด์ที่มีลักษณะขึ้นกับแรงดันแบบไม่เป็นเชิงเส้นอย่างมาก (Strongly Non-linear Voltage-dependent)
- วัสดุโลหะออกไซด์ที่ใช้โดยทั่วไป คือออกไซด์ของสังกะสี (Zinc Oxide ; ZnO)
- LA แบบนี้จึงนิยมเรียกว่า MO-Arrester หรือ ZnO Arrester
- LA แบบนี้เป็นแบบใหม่ และกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น



กับดักฟ้าผ่า(Lightning Arresters)(ต่อ)

<u>การเลือกใช้งาน</u> โดยพิจารณาค่า

๑. ระดับแรงดันและลักษณะการต่อลงดิน

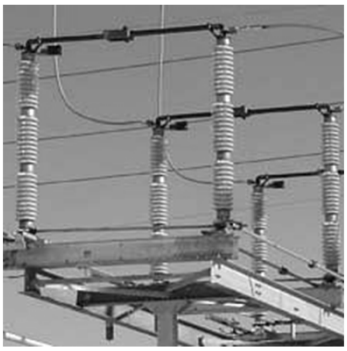
๒. พิกัดกระแส Discharge

สำหรับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยการต่อลงดินโดยตรง (Solidly Ground) เลือกพิกัดดังข้อมูลด้านล่าง

- แรงดันระบบ ๑๑-๑๒ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๙ kV
- แรงดันระบบ ๒๒-๒๔ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๒๑ kV
- แรงดันระบบ ๓๓ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๓๐ kV
- แรงดันระบบ ๖๙ kV ใช้พิกัดแรงดันของ LA ๖๐ kV

สวิตซ์ปลดวงจร(Disconnecting Switches)

Disconnectors หรือ Disconnecting Switches (DS) คือ บริภัณฑ์ที่ใช้ในการตัดวงจรไฟแรงสูงขณะไม่มีโหลด



สวิตซ์ปลดวงจร(Disconnecting Switches)(ต่อ)

๑. เปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าแรงสูง ขณะที่กระแสไฟมีค่าน้อยมาก กระแสดังกล่าวอาจเป็นกระแสของหม้อแปลงกระแส (CT) หรือ กระแสคาปาซิตีฟ (Capacitive Current) ของบุชชิ่งบัสบาร์ (Bushing Busbar) เป็นต้น

๒.เมื่อเปิดวงจรแล้ว จะทำให้เกิดระยะห่าง (Isolating Distance) ระหว่างแต่ละขั้ว ซึ่งให้ความปลอดภัยสำหรับป้องกันบุคคลและบริภัณฑ์ต่างๆ

สวิตซ์ปลดวงจร(Disconnecting Switches)(ต่อ)

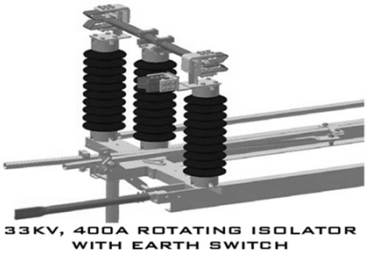
การเลือกใช้งาน

ในการเลือก DS จะต้องคำนึงถึงพิกัดต่างๆ ดังต่อไปนี้

๑. พิกัดแรงดัน (Rated Voltage)
๒. ค่า BIL (Basic Impulse Insulation Level)
๓. พิกัดกระแส (Rated Normal Current)
๔. พิกัดกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current)

สวิตซ์ต่อลงดิน(Earthing Switches)

- สำหรับต่อส่วนโลหะของบริภัณฑ์ไฟฟ้าลงดิน เพื่อความปลอดภัยในการบำรุงรักษา
- ES สามารถทนกระแสขณะเกิดลัดวงจรได้
- จะต้องทำงานร่วมกับ DS และมี Interlock ระหว่างกัน



สวิตซ์ต่อลงดิน(Earthing Switches)(ต่อ)

<u>การเลือกใช้งาน</u>

พิกัดที่ต้องคำนึงถึงในการเลือก ES ได้แก่

๑. พิกัดแรงดัน (Rated Voltage)
๒. ค่า BIL (Basic Impulse Level)
๓. พิกัดกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current)

ฟิวส์แรงดันสูง: HV HRC Fuses

สำหรับป้องกันบริภัณฑ์และระบบไฟฟ้าใช้ป้องกันบริภัณฑ์ต่างๆ เช่น

- หม้อแปลงไฟฟ้า
- คาปาซิเตอร์
- มอเตอร์
- หม้อแปลงแรงดัน
- สายเคเบิล

ฟิวส์แรงดันสูง: HV HRC Fuses (ต่อ)

ขนาดของฟิวส์ตามพิกัดกระแสมีดังนี้

๑. พิกัดแรงดันใช้งานสูงสุด (Maximum Operating Voltage Rating)
๒. พิกัดกระแสต่อเนื่อง (Continuous Current Rating)
๓. พิกัดกระแสลัดวงจร (Short Circuit Current Rating)
๔. การทำงานประสานกัน (Selectivity)
๕. กระแสเริ่มเดินเครื่อง (Starting Current , Starting Time) ในกรณีใช้กับมอเตอร์

ฟิวส์แรงดันสูง: HV HRC Fuses (ต่อ)

การเลือกใช้งาน HV HRC Fuses ก็คือ

แรงดันพิกัด ๒๒ - ๒๔ kV

กระแสพิกัด ๖ , ๑๐ , ๑๖ , ๒๐ , ๒๕ , ๓๒ , ๔๐ , ๕๐ , ๖๓ ๘๐ , ๑๐๐ , ๑๒๕ , ๑๖๐ A ฟิวส์ขนาด ๔๔๒ mm

กระแสพิกัด ๑๐๐ , ๑๒๕ , ๑๖๐ , ๒๐๐ A ฟิวส์ขนาด ๕๓๗ mm

พิกัดกระแสลัดวงจร ๓๑.๕ kA

สวิตช์สำหรับตัดโหลด(Load Break Switches)

Switch Disconnectors (SD) เป็น On Load Switches คือเป็นบริภัณฑ์ซึ่งสามารถตัดกระแสโหลดได้ และสามารถทำให้เกิดระยะห่าง(Isolating Distance) ในขณะเปิดวงจรได้ และมักใช้เมื่อโหลดอยู่ห่างไกลแผงไฟฟ้า มีไว้เพื่อตัดตอนหรือบำรุงรักษา

สวิตช์สำหรับตัดโหลด(Load Break Switches)(ต่อ)

ขณะเกิดลัดวงจร SD

๑. สามารถปิดวงจร (Make) ขณะลัดวงจร

๒. สามารถตัดวงจรเมื่อเกิดการผิดพร่องลงดิน (Earthing Fault) ได้

๓. สามารถตัดวงจรออกได้หลังจากที่ HV HRC Fuses ทำงาน

สวิตช์สำหรับตัดโหลด(Load Break Switches)(ต่อ)

การเลือกใช้งาน ต้องคำนึงถึงพิกัดต่างๆ ดังต่อไปนี้

๑. การฉนวน โดยดูจากค่า BIL และการทนแรงดันที่ความถี่กำหนด

๒. พิกัดแรงดัน

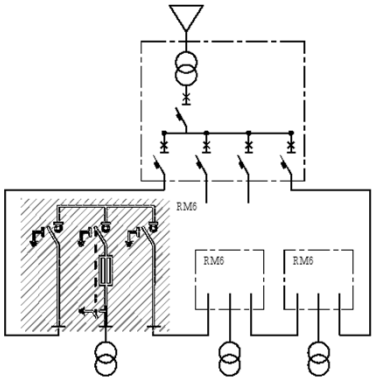
๓. พิกัดกระแสใช้งานต่อเนื่อง (Rated Operating Current)

๔. พิกัดกระแสตัดวงจร (Rated Breaking Current)

๕. พิกัดกระแสลัดวงจรตอนปิดวงจร (Rated Short Circuit Making Current)

ริงเมนยูนิต (Ring Main Units : RMU)

เป็นบริภัณฑ์ไฟฟ้าระดับแรงดันปานกลาง สำหรับใช้จ่ายไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแบบ Open Ring



Ring Main Units (ต่อ)

<u>RMU โดยทั่วไปประกอบด้วย</u>

๑. Switch Disconnector ๔๐๐ A หรือ ๖๓๐ A แรงดัน ๒๔ kV

๒. Fuses สำหรับป้องกันหม้อแปลง

๓. CB พร้อม Protective Relay (ไม่มีก็ได้)

๔. Earthing Switch สวิตช์เกียร์และ Busbar บรรจุอยู่ภายใน Housing ซึ่งบรรจุ SF๖ และปิดผนึกเพื่อใช้ตลอดอายุการใช้งาน (Sealed For Life)

Ring Main Units (ต่อ)

<u>การเลือกใช้งาน</u>

๑. จำนวนช่องบริภัณฑ์ (Bays) ซึ่ง RMU ตามปกติจะมี ๓ ช่อง

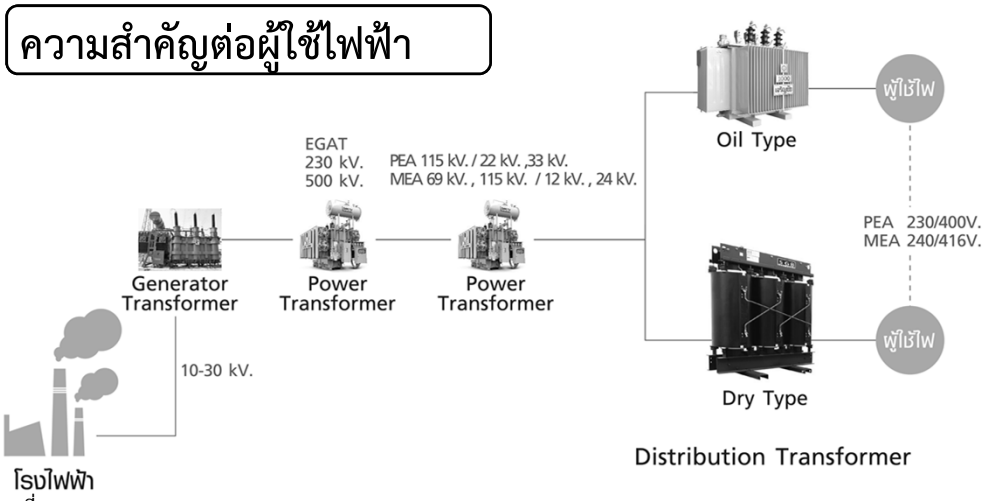
๒. พิกัดแรงดัน ๒๔ kV , BIL ๑๒๕ kV

๓. พิกัดกระแส Switch ๔๐๐ A , ๖๓๐ A

๔. พิกัดกระแสลัดวงจร ๑๖ kA หรือ ๒๔ kA ที่ ๒๔ kV

หม้อแปลงไฟฟ้า

ความสำคัญต่อผู้ใช้ไฟฟ้า



ที่มา: Transformer&Maintainance, www.charoenchai-serviceplus.com

หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

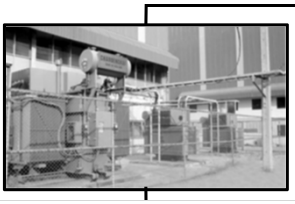
Oil-Immerse Type Transformer

- Hermetically Sealed
  - With Gas Cushion
  - With N_2
- Open Type With Conservator
- Special Transformer

ที่มา: Transformer&Maintainance, www.charoenchai-serviceplus.com

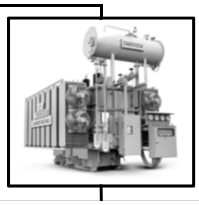
หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

Special Transformer



Transformer for VSPP and SPP Application

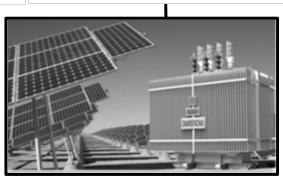
AVR Transformer with On Load Tap Changer



Transformer with On Load Tap Changer

Transformer for Unit Substation

Transformer for Coal Mine Application (Vibration Proof)



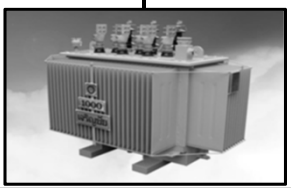
Transformer for Solar Farm Application

ที่มา: Transformer&Maintainance, www.charo

หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

Special Transformer(ต่อ)

Earthing Transformer



Scott-T Transformer

Distribution Grid Tap

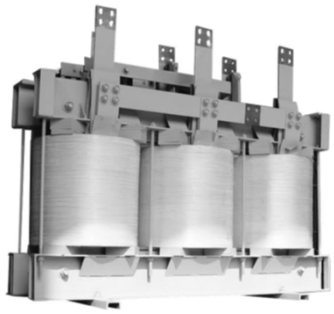
ที่มา: Transformer&Maintainance, www.charoenchai-serviceplus.com

หม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

Dry Type Transformer

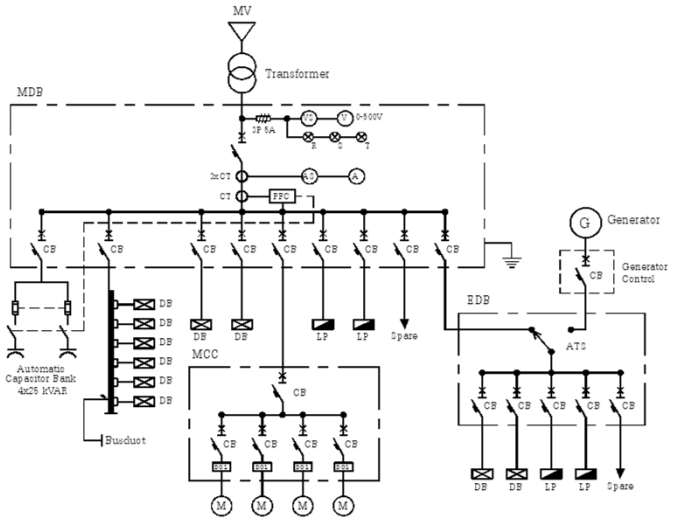
Cast Transformer

Conventional Low Voltage Dry Type



ที่มา: Transformer&Maintainance, www.charoenchai-serviceplus.com

บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ(ต่อ)



บริภัณฑ์ไฟฟ้าแรงดันต่ำ(ต่อ)

๑. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breakers)
๒. ฟิวส์แรงดันต่ำ (LV Fuses)
๓. แผงจ่ายไฟ (Panelboards)
๔. บริภัณฑ์เครื่องวัด (Measuring Instruments)
๕. คอนแทกเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้า และ สตาร์ทเตอร์ (Magnetic Contactors and Starters)
๖. คาปาซิเตอร์ (Capacitors)
๗. แผงสวิตช์ (Switchboards)
๘. บัสเวย์ (Busway)
๙. ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator Set)

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers)

- เป็นบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับเปิดปิดวงจรไฟฟ้าแรงดันต่ำในภาวะปกติ และจะเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดภาวะผิดปกติการใช้กำลังเกิน (Overload) การลัดวงจร (Short Circuit)
- หลังจากทำการแก้ไขสิ่งผิดปกติบกพร่องเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถสับไฟเข้าให้ใช้งานต่ออีกได้

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

มาตรฐานของ CB ที่สำคัญคือ

- IEC ๖๐๙๔๗-๒ “Low Voltage Swichgear and Controlgear , Part ๒ Circuit Breaker ”
- IEC ๖๐๘๙๘ “ Circuit Breakers for Overcurrent Protection for Household and Similar Installations ”

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>พิกัดที่สำคัญ</u>

พิกัดที่สำคัญตามมาตรฐาน IEC ๖๐๙๔๗-๒ มีดังต่อไปนี้

พิกัดกระแสต่อเนื่อง

- ค่ากระแส RMS ที่ CB สามารถทนได้ที่อุณหภูมิไม่เพิ่มเกินค่าที่กำหนดให้ของอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature)

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

บริษัทผู้ผลิตส่วนมาก

จะทำ CB ที่มีขนาดโครงเป็นช่วงกว้างแล้วปรับตั้งกระแสพิกัดในระหว่างช่วงให้ละเอียดขึ้น

Ampere Frame (AF) และ Ampere Trip (AT)

๑. Ampere Frame (AF) คือ ขนาดพิกัดกระแสสูงสุดสามารถใช้ได้กับขนาดโครงของ CB

๒. Ampere Trip (AT) คือ ขนาดพิกัดกระแสปรับตั้งให้ CB ใช้งาน

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร

(Interrupting Capacity = IC , Breaking Capacity) คือกระแสลัดวงจรสูงสุดที่ CB สามารถตัดได้ โดยที่ตัว CB ไม่ได้รับความเสียหาย

- ค่า IC ของ CB ต้องได้จากการทดสอบและขึ้นกับตัวแปรหลายตัว เช่น แรงดัน ตัวประกอบกำลัง เป็นต้น
- CB ที่สามารถใช้ ได้กับหลายจะต้องมีค่า IC ที่แต่ละแรงดันด้วย
- ค่า IC ของ CB เป็นพิกัดที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ในการเลือก CB เพื่อใช้สำหรับงานหนึ่ง งานใดนั้น จะต้องให้มี IC เท่ากับหรือมากกว่ากระแสลัดวงจรสูงสุดที่จุดติดตั้ง

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

IEC ๖๐๙๔๗-๒ ได้ให้นิยาม พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรไว้ดังนี้

Icu = Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (Switching Sequence O-t-CO)

Ics = Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (Switching Sequence O-t-CO-t-CO)

Icw = Rated Short-time Current Withstand

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

IEC ๖๐๙๔๗-๒ ยังแบ่ง CB
ตามลักษณะการใช้งาน (Utilization Category) คือ

Utilization Category A
- ไม่เหมาะที่จะทำ Coordination (Selectivity)เนื่องจากไม่มี Icw

Utilization Category B
- CB เหมาะที่จะทำ Coordination และ มี Icw

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>ค่า AF ขนาดมาตรฐานและ AT</u>

มาตรฐาน IEC ได้กำหนด AF ไว้ดังนี้คือ ๖๓, ๑๐๐, ๑๒๕, ๑๖๐, ๒๐๐, ๒๕๐, ๓๒๐, ๔๐๐, ๕๐๐, ๖๓๐, ๘๐๐, ๑๐๐๐, ๑๒๕๐, ๑๖๐๐, ๒๐๐๐, ๒๕๐๐, ๓๒๐๐ , ๔๐๐๐, ๕๐๐๐, ๖๓๐๐

บริษัทบางแห่งอาจจะไม่ผลิตค่า AF บางค่าได้

ค่า AT ที่บริษัทต่างๆ จะผลิตออกมานั้นมีหลายค่า แล้วแต่ความต้องการของบริษัทนั้นๆ เช่น บริษัทผลิต CB

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>ค่า AF ขนาดมาตรฐานและ AT</u>

ค่า AT ที่บริษัทต่างๆ จะผลิตออกมานั้นมีหลายค่า แล้วแต่ความต้องการของบริษัทนั้นๆ เช่น บริษัทผลิต CB

ที่ AF = ๒๕๐ A อาจตั้ง AT ไว้ ดังนี้คือ

๑๐๐ , ๑๒๕, ๑๕๐ , ๑๗๕ , ๒๐๐ , ๒๒๕ A และ ๒๕๐ A

ที่ AF = ๑๖๐๐ A มี AT ค่าต่างๆ คือ

๘๐๐ , ๑๐๐๐ , ๑๒๕๐ , ๑๖๐๐ A

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

ประเภทของ CB

CB แบ่งตามลักษณะภายนอก และการใช้งานได้เป็น ๒ ชนิด คือ

๑. Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

๒. Air Circuit Breaker (ACB)

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

๑. Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

- บริภัณฑ์ตรวจจับและบริภัณฑ์ตัดต่ออยู่ภายใน วัสดุฉนวนซึ่งทำด้วยสารประเภทพลาสติกแข็ง
- มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ใช้สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้าตั้งแต่วงจรย่อย สายป้อนถึงสายประธาน และบริภัณฑ์ไฟฟ้าด้วย

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>MCCB ขนาดเล็ก (Miniature Circuit Breaker : MCB)</u>

ติดตั้งในแผงจ่ายไฟ (Panelboard) แผงจ่ายไฟของที่อยู่อาศัย (Consumer Unit)

- เพื่อป้องกันระบบไฟฟ้าของบ้าน สำนักงาน หรืออุตสาหกรรม
- มาตรฐานที่ใช้ส่วนมากสำหรับ MCB คือ IEC ๖๐๘๙๘

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>คุณสมบัติของ MCB มีดังนี้</u>

๑. มีทั้ง ๑ , ๒ หรือ ๓ ขั้ว

๒. มี AF คือ ๔๐ AF, ๖๓ AF และ ๑๐๐ AF

๓. มี IC ตั้งแต่ ๓ kA ถึง ๑๐ kA

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>คุณสมบัติของ MCB มีดังนี้</u>

๑. มีทั้ง ๑ , ๒ หรือ ๓ ขั้ว

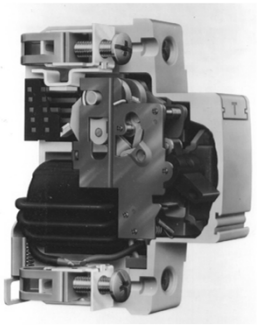
๒. มี AF คือ ๔๐ AF, ๖๓ AF และ ๑๐๐ AF

๓. มี IC ตั้งแต่ ๓ kA ถึง ๑๐ kA

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

MCB ที่มีการป้องกันการลัดวงจรลงดิน (Ground Fault)

- Residual Current Circuit Breaker (RCCB) หรือ Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)
- มีความไว ๑๐ mA , ๓๐ สำหรับป้องกันไฟดูด



เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

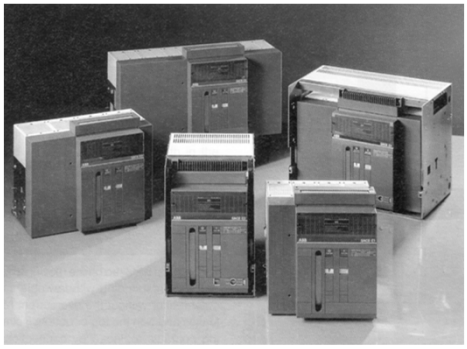
<u>ACB สามารถแบ่งชนิดตามการติดตั้งได้</u> ๒ แบบ คือ

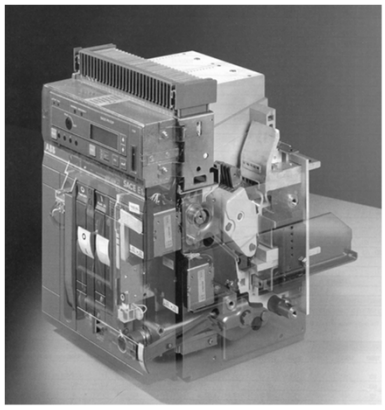
๑) แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Type)

๒) แบบดึงออกได้ (Drawout Type)

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

- Air Circuit Breaker (ACB)





เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>ACB สามารถแบ่งชนิดตามการติดตั้งได้</u> ๒ แบบ คือ

๑) แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Type)

๒) แบบดึงออกได้ (Drawout Type)

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

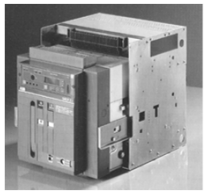
๑) แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Type)

ติดตั้งให้ติดกับ Main Circuit โดยยึดติดด้วยสกรูอย่างแข็งแรง เวลาถอดออกเพื่อซ่อมบำรุงจะต้องดับไฟและใช้เวลามาก

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

๒) แบบดึงออกได้ (Drawout Type)

ติดตั้งบนโครงล้อเลื่อนที่สามารถเลื่อนไปตามรางที่เตรียมไว้ ส่วนสัมผัสของ ACB กับ Main Circuit จะต้องเป็นแบบพิเศษเพื่อให้การสัมผัสที่แนบแน่น ซึ่งจะทำให้กระแสสามารถไหลผ่านได้สะดวก การซ่อมบำรุง ACB แบบนี้ ทำได้สะดวกรวดเร็วและสามารถลดเวลาการดับไฟฟ้าได้



เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

<u>หน่วยการทริพ (Tripping Unit)</u>

มี ๒ แบบคือ

๑. *Thermal – Magnetic*

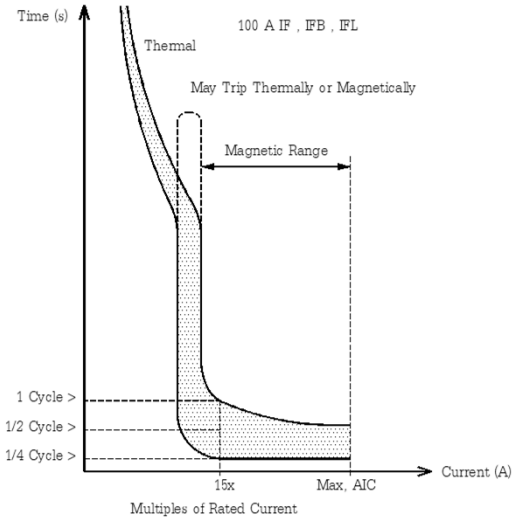
๒. *Solid State*

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

๑. *Thermal – Magnetic*

- เมื่อ Overload มีค่าน้อย (ประมาณ ๑๒๕ %) จะใช้ Bimetal Device เป็นตัว Trip
- แต่ถ้า Overload มีค่ามาก (ประมาณ ๑๐ เท่าของกระแสพิกัด) จะใช้ Electromagnetic Device เป็นตัว Trip หน่วยการ Trip แบบ Thermal - Magnetic มีเส้นโค้งความสัมพันธ์กระแสและเวลาเป็น ๒ ส่วน คือ
    - Long Time Delay
    - Instantaneous

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)



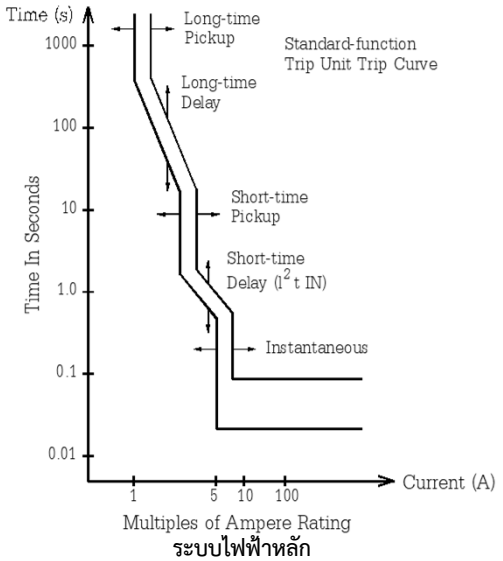
เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)

๒. Solid State Trip

ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยโดยจะใช้หม้อแปลงกระแสและวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเปรียบเทียบค่ากระแสในวงจรกับค่าที่ตั้งไว้เมื่อกระแส ในวงจรมีค่าสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ก็จะเกิดการตัดวงจรขึ้น หน่วยการทริพแบบข้อดีบางอย่างของหน่วยการทริพแบบนี้คือ สามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบกว่า เช่น

- Long Time Trip
- Short Time Trip
- Ground Fault Trip
- Instantaneous Trip

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ(ต่อ)



แผงสวิตช์ (Switchboards)

- แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ที่รับไฟจากการไฟฟ้าหรือจากด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลง เพื่อไปจ่ายโหลดต่างๆ เช่น แผงย่อย (Panelboard) MCC เป็นต้น
- มีชื่อเรียกดังนี้

Main Distribution Board (MDB)

Main Distribution Panel (MDP)

แผงสวิตช์ (Switchboards)(ต่อ)

<u>ส่วนประกอบ</u>

- โครงห่อหุ้ม (Enclosure)
- บัสบาร์และการฉนวน
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker : CB)
- บริภัณฑ์ตรวจวัดและบริภัณฑ์ป้องกันอื่นๆ

แผงสวิตช์ (Switchboards)(ต่อ)

<u>มาตรฐานของแผงสวิตช์</u>

มาตรฐานของแผงสวิตช์ที่สำคัญคือมาตรฐาน IEC ๖๐๔๓๙-๑ “ Low Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies ”

ซึ่งมีการทดสอบที่สำคัญ ๒ แบบ คือ

๑. การทดสอบประจำ (Routine Test)

๒. การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test)

แผงสวิตช์ (Switchboards)(ต่อ)

<u>การทดสอบประจำ (Routine Test)</u>

- เป็นการทดสอบที่ต้องทำกับแผงสวิตช์ทุกตัว เมื่อผลิตเรียบร้อยแล้วเพื่อแน่ใจว่าแผงสวิตช์นี้ ไม่ชำรุดเสีย หาย และสามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งมีการทดสอบ ๔ อย่างคือ

๑. การตรวจพินิจพิจารณา Wiring และ Electrical Operation (Inspection)
๒. การทดสอบไดอิเล็กตริก (Dielectric Test)
๓. ตรวจสอบความต่อเนื่องของวงจรป้องกัน Protective Circuit
๔. ทดสอบค่าความต้านทานฉนวน (Verification of the Insulation Resistance)

แผงสวิตช์ (Switchboards)(ต่อ)

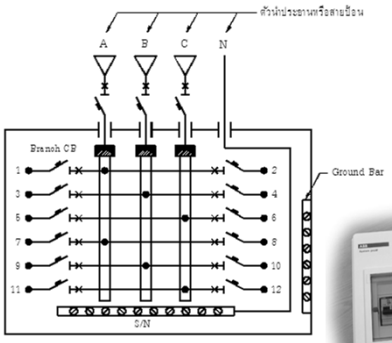
<u>การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test)</u>

ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๔๓๙-๑ มีการ ทดสอบ ๗ อย่าง คือ

๑. การทดสอบอุณหภูมิเพิ่ม (Temperature Rise)
๒. การทดสอบคุณสมบัติทางไดอิเล็กทริก (Dielectric Property)
๓. การทดสอบความทนทานต่อกระแสลัดวงจร (Short Circuit Withstand)
๔. การทดสอบประสิทธิภาพของวงจรป้องกัน (Protective Circuit)
๕. การทดสอบระยะ (Clearance & Creepage)
๖. การทดสอบการทำงานทางกล (Mechanical Operation)
๗. การทดสอบ Degree of Protection (Degree of Protection)

แผงย่อย (Panelboards)

บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่รับไฟจากสายป้อนหรือสายประธานแล้ว
จัดการแยกไฟฟ้าที่ได้รับออกเป็นวงจรย่อยหลายวงจรย่อย
เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้โหลดต่อไป



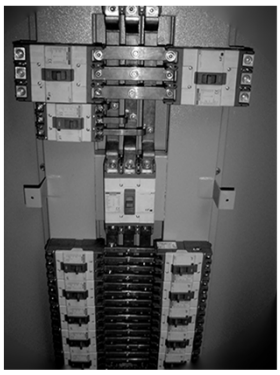
แผงย่อย (Panelboards)

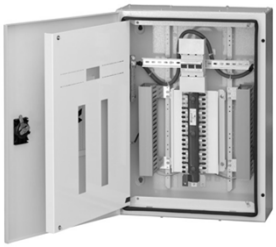
<u>ส่วนประกอบ</u>

๑) เครื่องห่อหุ้ม (Enclosures)

๒) บัสบาร์ (Busbars)

๓) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breakers))





แผงย่อย (Panelboards)

<u>แผงย่อยที่ใช้สำหรับงานทั่วๆ ไป (Panelboards)</u>

นิยมเรียกว่า Load Centers *<u>แบ่งเป็น ๒ ประเภท คือ</u>*

๑. แบบ Main Lugs

- มีแต่เฉพาะขั้วต่อสาย
- ไม่มี Main CB อยู่ด้วย ภายในเครื่องห่อหุ้ม
- ต้องต่อ Main CB ไว้ภายนอกเครื่องห่อหุ้ม

แผงย่อย (Panelboards)

๒. แบบ Main Circuit Breaker

- มี Main CB อยู่ภายในเครื่องห่อหุ้ม
- บัสบาร์ ๒๐๐ และ ๒๕๐ A
- ค่า IC ของ Main CB มีให้เลือกใช้หลายค่า

เช่น ๑๖ kA , ๒๕ kA , ๓๕ kA, ๕๐kA และ ๖๕ kA

- จำนวนวงจรย่อยของ Load Center จะมีให้เลือกใช้

ตั้งแต่ ๑๒ , ๒๔ , ๓๖ จนถึง ๔๒ วงจร