บทที่ 3
ตัวนำประธาน สายป้อน วงจรย่อย

(3) วงจรประธาน

โดย
ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์

3.4 ตัวนำประธาน (Service Conductors)

- ตัวนำประธาน หมายถึง สายไฟฟ้าในระบบที่มีหน้าที่ส่งกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ สู่วงจรย่อยสายป้อนของผู้ใช้ไฟฟ้า

- ตัวนำประธานต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้
- อาคารหลังหนึ่งมี 1 ชุด

ตัวนำประธานแบ่งตามวิธีการติดตั้งได้เป็น

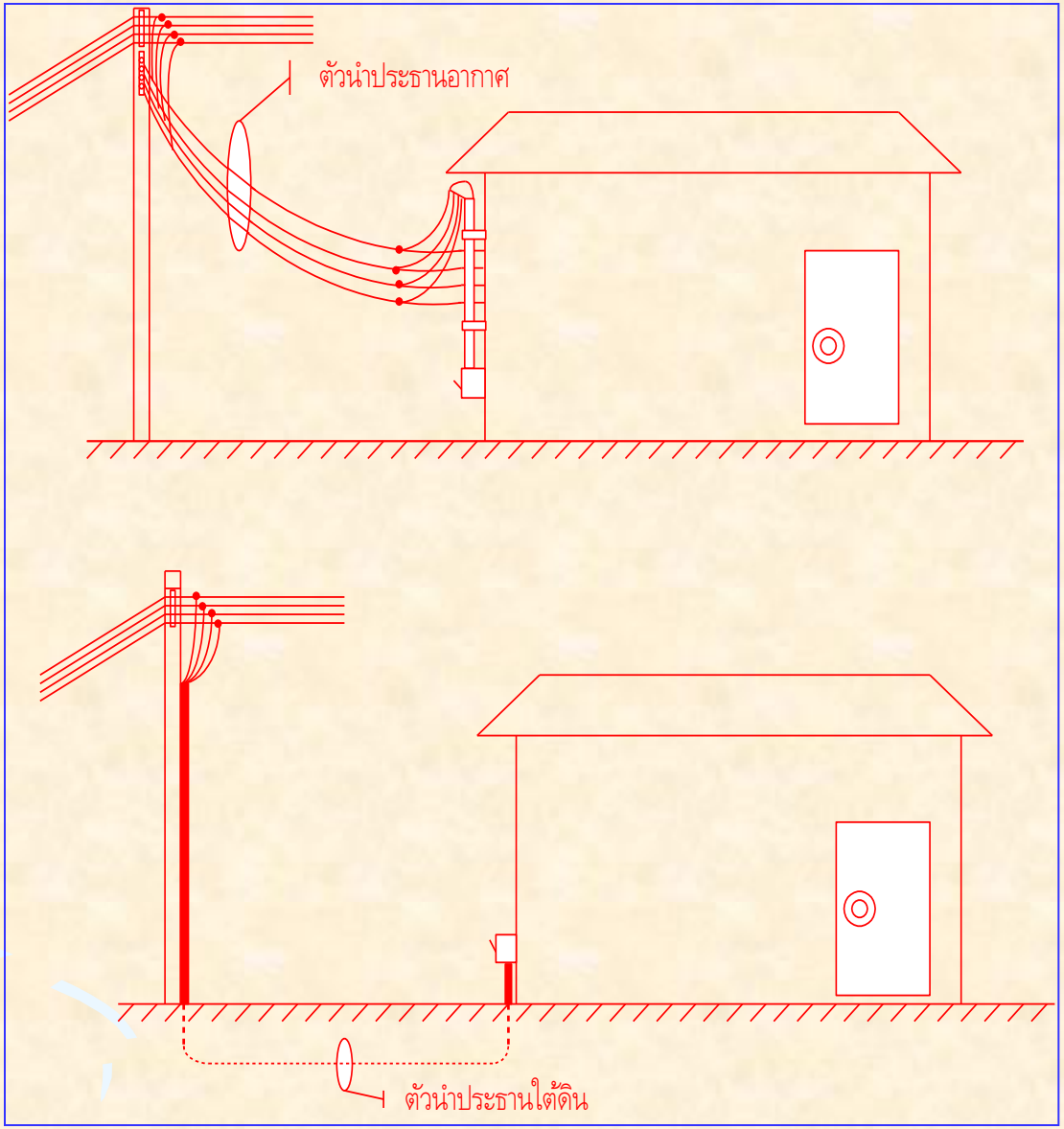
- ตัวนำประธานอากาศ

  (Overhead Service Conductors,Overhead System)

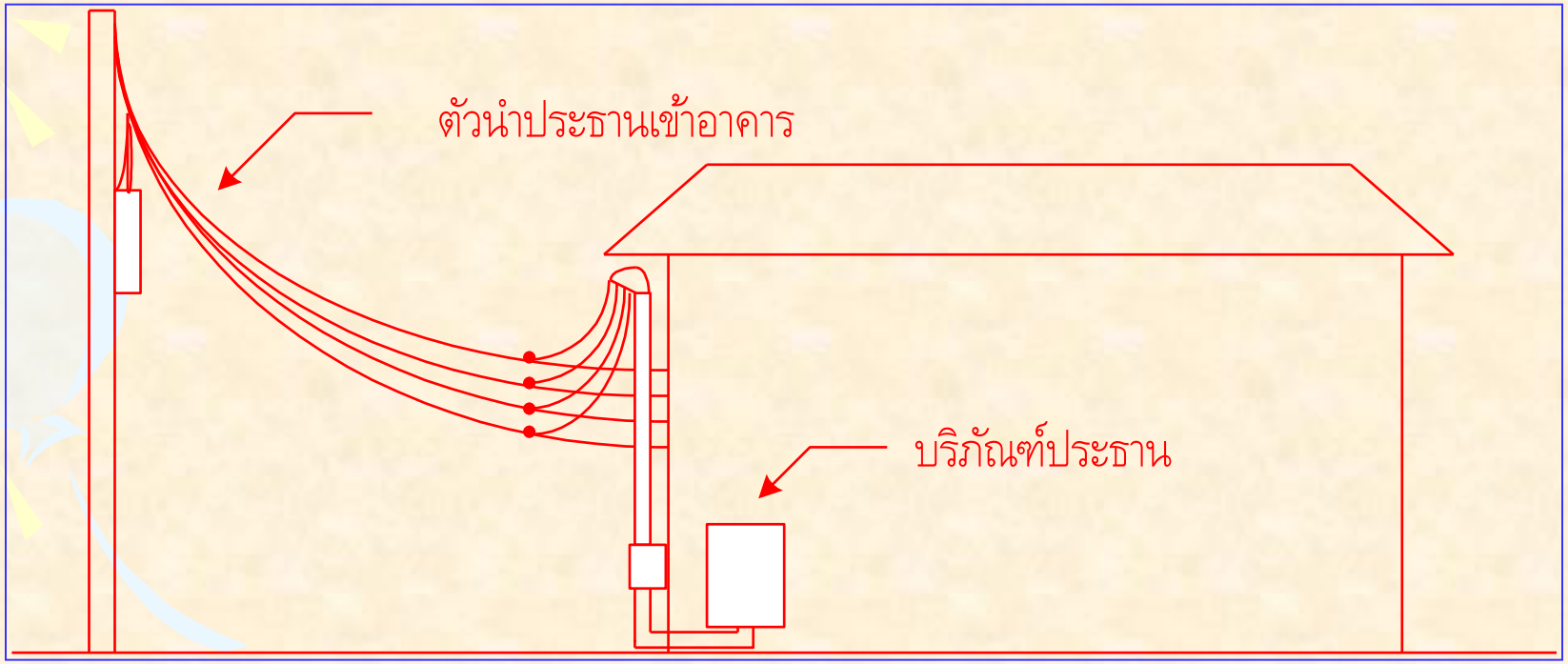
- ตัวนำประธานอากาศใต้ดิน

  (Underground Service Conductor ,

  Underground System)



รูปที่ 3.8 ตัวนำประธานอากาศ และตัวนำประธานใต้ดิน



รูปที่ 3.9 อาคารแต่ละหลังต้องมีตัวนำประธาน 1 ชุด

ขนาดตัวนำนิวทรัล (Neutral) ของตัวนำประธาน

1) มีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแส
ไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้นได้

2) ขนาดสาย Neutral ต้องมี
ขนาดไม่เล็กกว่า สายต่อหลักดิน

3) ขนาดสาย Neutral ต้อง
ไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 ของสายประธานใหญ่สุด

4) ไม่จำเป็นต้องใหญ่กว่าสายเฟส
นอกจากมีปัญหา Harmonic

ข้อยกเว้น

ยอมให้มีตัวนำประธานมากกว่า 1 ชุด ได้
โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1) เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งต้องการต่อแยกระบบประธาน

2) สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรอง

3) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีอาคารมากกว่า 1 หลังอยู่ในบริเวณเดียวกันและจำเป็นต้องใช้ตัวนำประธานแยกกันภายใต้เงื่อนไข

3.1 อาคารทุกหลังต้องมีบริภัณฑ์ประธานโดยขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธานต้องไม่เกินขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

3.2 ตัวนำประธานจากเครื่องวัดถึงจุดแยกเข้าแต่ละอาคารต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกินของอาคารทุกหลังรวมกัน

3.3 จุดต่อแยกของตัวนำประธานไปยังอาคารหลังอื่นต้องอยู่ในบริเวณของผู้ใช้ไฟฟ้า

4) เป็นอาคารที่รับไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ลูก

5) เมื่อต้องการตัวนำประธานที่แรงดันต่างกัน

6) เป็นอาคารชุด อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ

ตัวอย่าง หม้อแปลง 1000 kVA , LV 3ph , 4 w , 230 / 400 V

จ่ายโหลดเต็มพิกัด

ให้หาขนาดสาย Neutral

1) โหลดทั้งหมด เป็น โหลด 3 เฟส

2) โหลด 50 % เป็น โหลด 1 เฟส

3) โหลด 60 % เป็น โหลด 1 เฟส

วิธีทำ

หม้อแปลง 1000 kVA

กระแสเต็มพิกัด 1443 A

$I_c = 1.25 \times 1443 = 1804$ A

เดินบน Cable Tray แบบระบายอากาศ วางชิดกัน แนวนอน ควบ 4 ชุด ใช้สาย XLPE 0.6 / 1 kV

คำนวณได้สายเฟส 4 (3 x 240 mm^2)

1) โหลดทั้งหมด เป็น โหลด 3 เฟส

เนื่องจาก Neutral นำกระแสน้อย

สาย Neutral ใช้ขนาดเล็กได้

ขนาด ต้องไม่เล็กกว่า สายต่อหลักดิน

หาสายต่อหลักดิน

สายเฟสรวม 4 x 240 = 960 mm^2

จากตาราง 4 -1 สาย Ground = 95 mm^2

ควบ 4 ชุด 95 / 4 = 24 mm^2 ใช้ 50 mm^2

หา 12.5 % สายเฟสรวม

0.125 x 960 = 120 mm^2

ควบ 4 ชุด 120 / 4 = 30 mm^2 ใช้ 50 mm^2

สายประธาน

4 (3 x 240 , 1 x 50 mm^2)

2) โหลด 50 % เป็น โหลด 1 เฟส

สาย Neutral ใช้ขนาดตาม โหลด 1 เฟส

0.5 x 1804 = 902 A

ควบ 4 ชุด 902 / 4 = 226 A

จากตารางที่ 5 - 32 ใช้ 70 mm^2 (254 A)

สายประธาน

4 (3 x 240 , 1 x 70 mm^2)

2) โหลด 60 % เป็น โหลด 1 เฟส

สาย Neutral ใช้ขนาดตาม โหลด 1 เฟส

0.6 x 1804 = 1082 A

ควบ 4 ชุด 1082 / 4 = 271 A

จากตารางที่ 5 - 32 ใช้ 95 mm^2 (311 A)

สายประธาน

4 (3 x 240 , 1 x 95 mm^2) **Haft Neutral**

ข้อเสนอแนะ

ถ้าสายประธานมี โหลด 3 เฟส เกิน 40 %
สามารถ ใช้ Half Neutral ได้
เนื่องจากสายขนาด 50 % สามารถนำกระแส
ได้มากกว่า 60 % ของสายขนาด 100 %
เช่น

สาย IEC 01 240 mm^2 กลุ่มที่ 2 พิกัดกระแส 301 A
สาย IEC 01 120 mm^2 กลุ่มที่ 2 พิกัดกระแส 208 A = 69.1 %

สาย IEC 01 300 mm^2 กลุ่มที่ 2 พิกัดกระแส 343 A
สาย IEC 01 150 mm^2 กลุ่มที่ 2 พิกัดกระแส 228 A = 66.5 %

ตอน ก. สำหรับระบบแรงต่ำ

3.4.1 ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ

- ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสม
  เช่นสาย สายไฟฟ้า **IEC 01** ,
  สายไฟฟ้า **NYY** และสาย **XLPE**
- ต้องมีขนาดไม่เล็กว่า **4 mm^2**

- สำหรับ ก.ฟ.ภ ให้ใช้สายอะลูมิเนียมได้
  แต่ขนาดต้องไม่เล็กกว่า **10 mm^2**

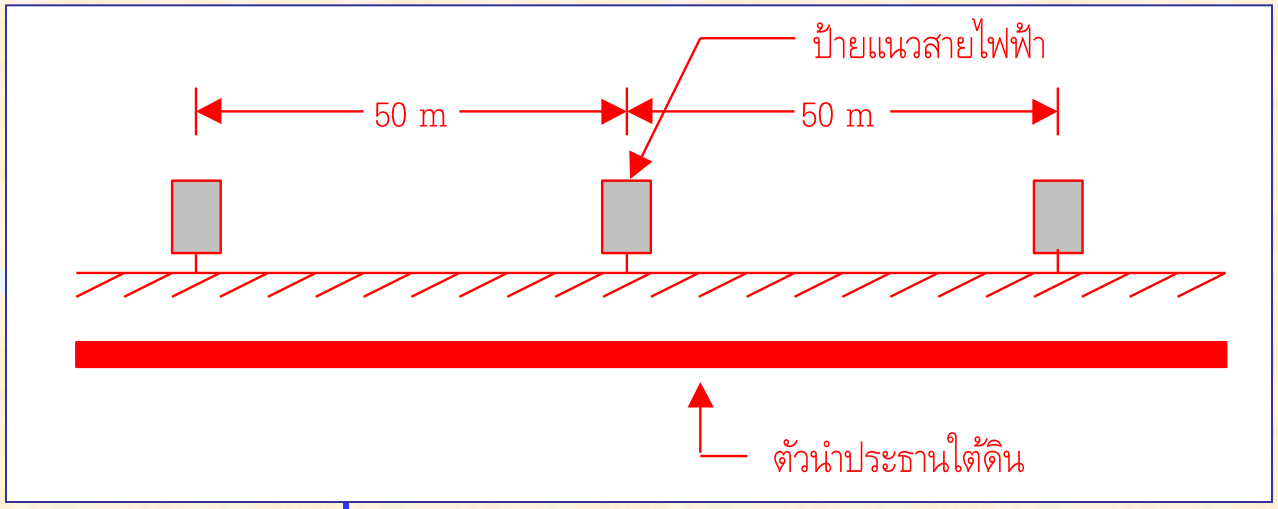
3.4.2 ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ

- ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสม ที่สามารถเดินสายใต้ดินได้เช่น สาย **NYY** และ สาย **XLPE**

- ขนาดตัวนำ ประธานใต้ดิน ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า **10 mm^2**

การติดตั้งตัวนำประธานใต้ดินแรงต่ำ

- ต้องมีแผนผังแสดงแนวสายไฟฟ้า
  มีป้ายระบุแนวระยะห่างระหว่างป้าย ไม่เกิน 50 m
- สายใต้ดินที่มีหลายวงจร ที่ปลายสาย และสายที่อยู่ในช่องเปิดต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นความแตกต่างติดอยู่อย่างถาวร



รูปที่ 3.10 แสดงระยะห่างระหว่างป้าย

ตอน ข. สำหรับระบบแรงสูง

3.4.3 ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงสูง

- เป็นสายเปลือย AAC, ACSR

- สายหุ้มฉนวน PIC, SAC
  สายหุ้มฉนวน XLPE

3.4.4 ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง

- เป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสม กับลักษณะการติดตั้ง เช่น สาย **XLPE**

- ทำป้าย ระบุแนวสายใต้ดิน บอกความ ลึกของสายบนสุด

3.4.4 ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง

- ป้ายต้องเห็นชัดเจน ระยะห่างของป้าย ไม่เกิน 50 m

- ต้องแผนผังแสดงแนวสายใต้ดิน เก็บไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้

3.5 บริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment)

- บริภัณฑ์ประธาน หมายถึง

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ ปลดวงจร ทุกเส้นไฟ ออกจากตัวนำประธาน

- อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต้องติดตั้ง
  บริภัณฑ์ประธานเพื่อปลดวงจรทุกเส้น
  สายไฟ (สาย Hot) จากตัวนำประธาน

- โดยปกติประกอบด้วย **CB**

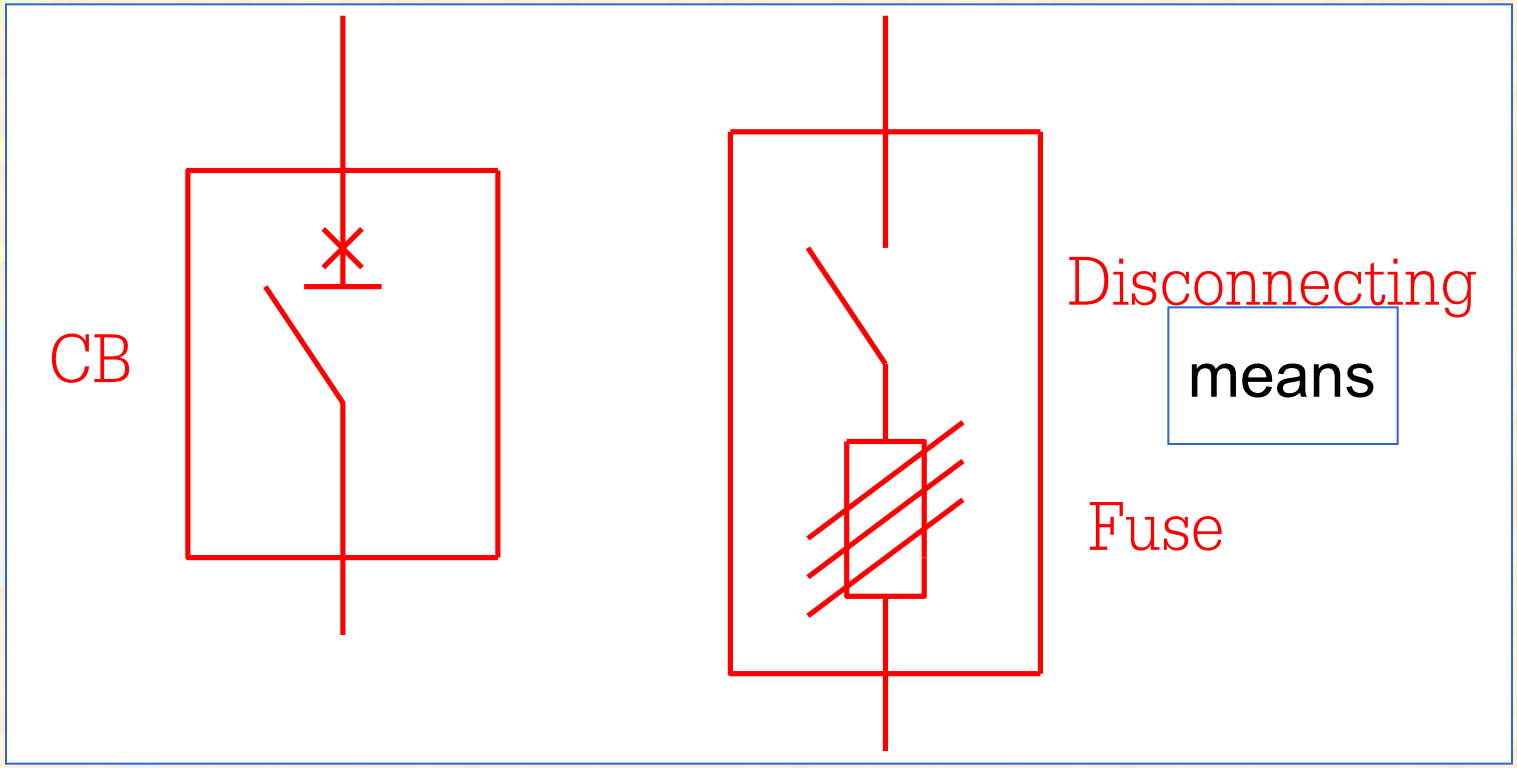
  หรือ **สวิตช์และฟิวส์**

Service Equipment ประกอบด้วย

1) เครื่องปลดวงจร (Disconnecting Means)

2) เครื่องป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protection Device)

- ประกอบเป็นชุดเดียวกัน
- ตัวเดียวกัน
- ถ้าใช้ CB ถือว่ามีเครื่องปลดวงจร และเครื่องป้องกันกระแสเกินในตัวเดียวกัน
- ถ้าใช้ Fuse ต้องมีเครื่องปลดวงจรดังรูป



รูปที่ 3.11 แสดงสัญลักษณ์ของเครื่องปลดวงจร

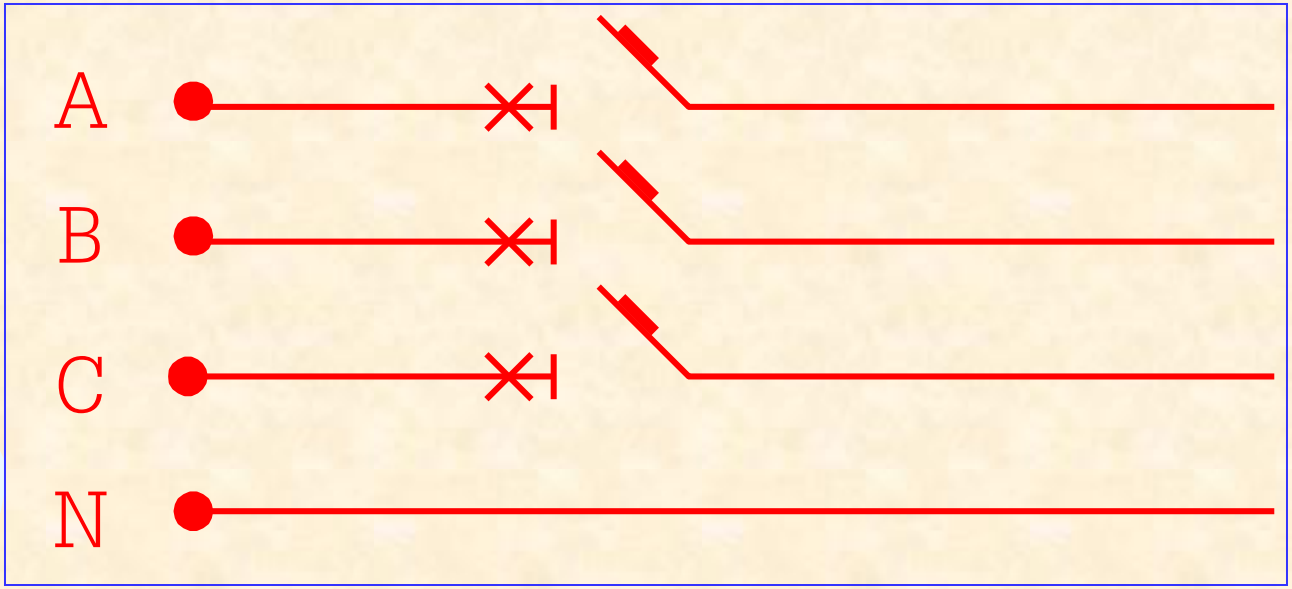
ตอน ก. สำหรับระบบแรงต่ำ

3.5.1 เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

มีรายละเอียดและข้อกำหนดดังนี้

- ชนิด 1 เฟส มีขนาด ตั้งแต่ 50 A ขึ้นไป และชนิด 3 เฟส ทุกขนาดต้องเป็น ชนิด Load- Break Switch

- สามารถปลดวงจรทุกสายเส้นไฟพร้อมกัน และมีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งปลดหรือสับ



รูปที่ 3.12 การปลดวงจรเฉพาะเส้นไฟ (Hot) คือเฟส A, B, C สาย Neutral ไม่ต้องปลด

- เครื่องปลดวงจรต้องมีพิกัดไม่น้อยกว่า
  พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน
  ขนาดมากที่สุดที่ใส่ได้

- สามารถปลดได้สะดวก
  และไม่มีโอกาสสัมผัสกับส่วนที่มีไฟ

- อนุญาตให้ติดตั้งภายในหรือภายนอกได้
  ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับงาน
  ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟให้มากที่สุด

- ห้ามต่อบริภัณฑ์ไฟฟ้าทางด้านไฟเข้า

ยกเว้น

- เครื่องวัด
- คาปาซิเตอร์
- สัญญาณต่าง ๆ
- อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ
- วงจรระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน
- ระบบเตือนภัยและป้องกันอัคคีภัย
- ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดิน

- ในอาคารที่มีผู้ใช้พื้นที่หลายราย
  แต่ละห้องต้องเข้าถึงเครื่องปลดวงจรของตัวเองได้

- ต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน
  อย่างเพียงพอ

- ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปลดวงจร
  เป็นสวิตช์สับเปลี่ยน (Transfer Switch)
  ต้องจัดให้มี (Interlock)
  เพื่อป้องกันการจ่ายไฟชนกันจากหลายแหล่งจ่าย

3.5.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

- วงจรประธานแต่ละสายเส้นไฟที่ต่อจากเครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธานต้องมีการป้องกันกระแสเกิน

1. ก.ฟ.น กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตารางที่ 3.4

2. ก.ฟ.ภ กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่อง วัดหน่วยไฟฟ้า (ก.ฟ.น)

ขนาดมิเตอร์ (A)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (o/c) (A)	โหลดสูงสุด (A)
5 (15)	16	10
15 (45)	50	30
30 (100)	100	75
50 (150)	125	100
200	200	150
	250	200
400	300	250
	400	300
	500	400

ตัวอย่างที่ 3.22 อาคารแห่งหนึ่งเขต (ก.ฟ.น.) วิศวกรไฟฟ้าคำนวณโหลดสูงสุด **120 kVA** ให้คำนวณหา

- ขนาดมิเตอร์
- ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- ขนาดสายไฟฟ้าถ้าเดินในท่อโลหะฝังดิน

วิธีทำ

ถ้าใช้ระบบไฟฟ้า 220 / 380 V 3 เฟส 4 สาย

$$I_L = \frac{120 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380} = 182 \text{ A}$$

จากตารางที่ 3 - 4 จะใช้มิเตอร์ขนาด 200 A,

220 / 380 V , 3 เฟส 4 สาย

และเครื่องป้องกันกระแสเกิน 250 AT

ใช้สาย NYY	ในท่อโลหะฝังดิน
ขนาดสาย	4 x 150 mm^2 (266 A)
ขนาดท่อ	90 mm
สายต่อหลักดิน	35 mm^2

ตารางที่ 3.5 ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตี้สวิตช์ คัทเอ้าท์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์สำหรับตัวนำประธาน (ก.ฟ.ภ.)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	ขนาดของโหลด (A)	ขนาดตัวนำประธานเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (mm^2)		บริภัณฑ์ประธาน				
				เซฟตี้สวิตช์หรือโหลดเบรคสวิตช์		คัทเอ้าท์ใช้ร่วมกับคาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB)
		สายอะลูมิเนียม	สายทองแดง	ขนาดสวิตช์ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (A)	ขนาดคัทเอาท์ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (A)	ขนาดปรับตั้งสูงสุด (A)
5 (15)	12	10	4	30	15	20	16	15-16
15 (45)	36	25	10	60	40-50	-	-	40-50
30 (100)	80	50	35	100	100	-	-	100

ตัวอย่างที่ 3.23 บ้านหลังหนึ่งอยู่ในเขต (ก.ฟ.ภ.) วิศวกรไฟฟ้าคำนวณโหลดสูงสุดได้

30 A , 230 V , 1 ph

ให้หา

- ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
- ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- ขนาดสายไฟฟ้า

วิธีทำ จากตารางที่ 3 - 5 โหลด 30 A , 230 V

ใช้เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

ขนาด 15 (45) A , 230 V

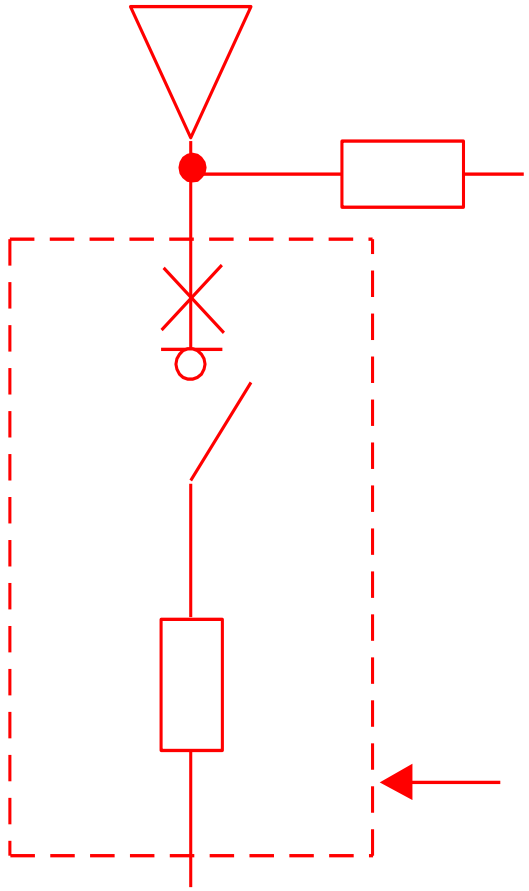
CB ขนาด 40 - 50 A ใช้ 50 A

ขนาดสายไฟฟ้า (ทองแดง) 2 x 10 mm^2

สายต่อหลักดิน 10 mm^2

- ไม่อนุญาตให้ติดตังเครื่องป้องกันกระแสเกิน ในสายที่มีการต่อลงดิน ใช้ได้ถ้า CB สามารถตัดวงจรทุกสายได้พร้อมกัน

- อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต้องป้องกันวงจร และอุปกรณ์ทั้งหมดได้ อนุญาตให้ติดตั้งทาง ด้านไฟเข้าของเครื่องป้องกันกระแสเกิน เฉพาะวงจรระบบฉุกเฉินต่าง ๆ



- เครื่องแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ระบบสัญญาณป้องกันอันตราย
- เครื่องสูบน้ำดับเพลิง
- นาฬิกา
- เครื่องป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า
- คาปาซิเตอร์
- เครื่องวัด
- วงจรควบคุม

บริภัณฑ์ประธาน

รูปที่ 2.13 อุปกรณ์ที่ต่อด้านไฟเข้าของบริภัณฑ์ประธาน

- เครื่องป้องกันกระแสเกิน สามารถตัดกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่เกิดขึ้นที่จุดต่อไฟฟ้าด้านไฟออกได้ พิกัดกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 kA

- การป้องกันกระแสเกินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในข้อ 3.3

- อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีคุณสมบัติตามข้อ 3.5.1 ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจร

- ถ้า Neutral ต่อลงดินโดยตรง

  บริภัณฑ์ประธานแรงต่ำที่มีขนาด ตั้งแต่ 1000 A

  ต้องติดตั้ง

เครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินของบริภัณฑ์

(Ground Fault Protection)

การป้องกัน Ground Fault

อาจแบ่งตามความไวของการ **Setting** ดังนี้

1. RCD (Residual Current Device)

- ความไว 30 mA ใช้ป้องกันคน จากไฟดูด
- ความไว 300 mA ใช้ป้องกันสถานที่หรืออุปกรณ์จากไฟไหม้
- ความไว 30 A ใช้ป้องกันสถานที่หรืออุปกรณ์

2. GFP (Ground Fault Protection)

- ความไว 100 – 1200 A
- ใช้ป้องกันสถานที่หรืออุปกรณ์

  จาก Arcing Ground Fault

การตรวจวัด Ground Fault

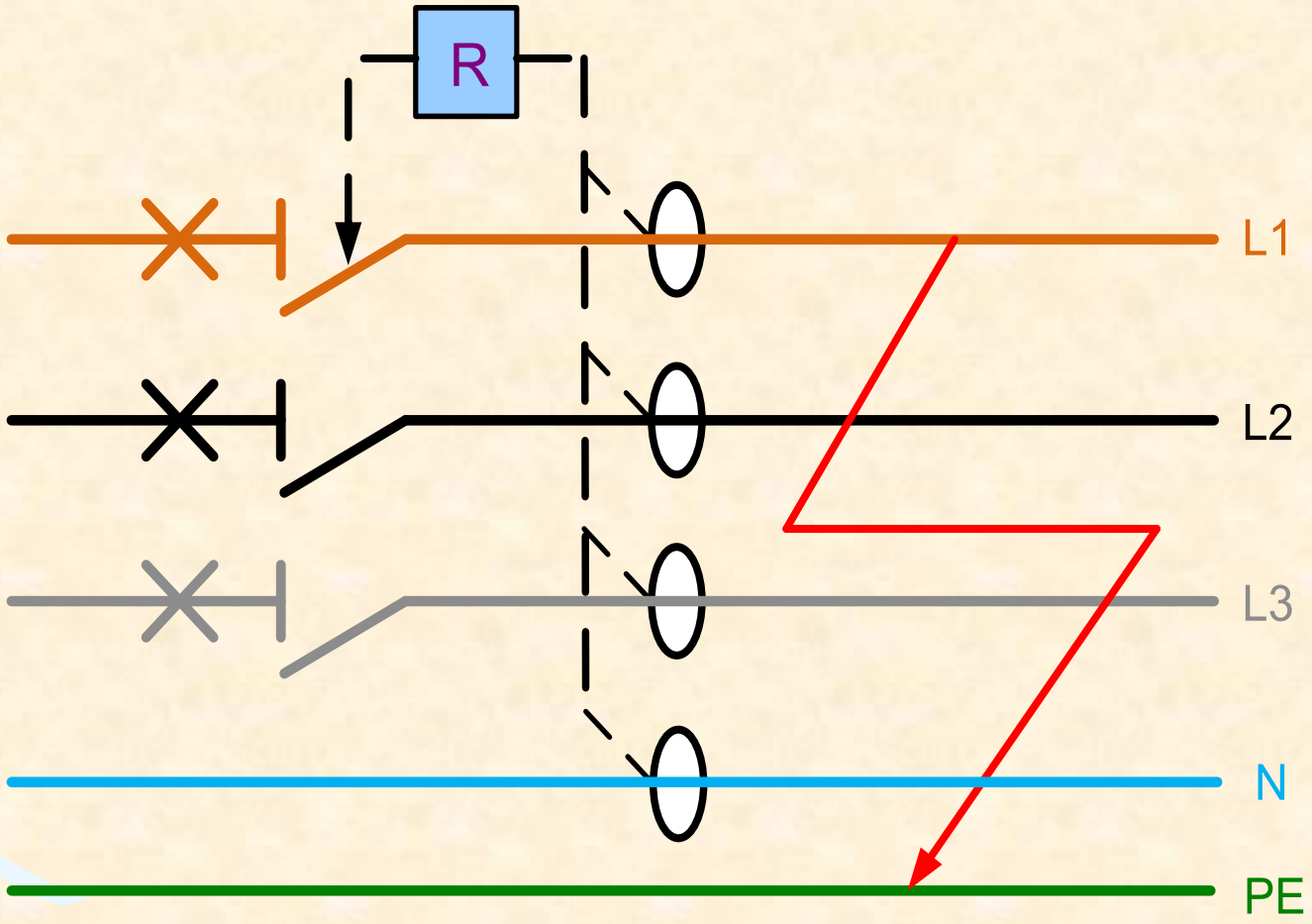
การตรวจวัดการเกิด Ground Fault

ใช้ กฎของ Kirchhoff คือ

$$\sum I = 0$$

มี 3 วิธี คือ

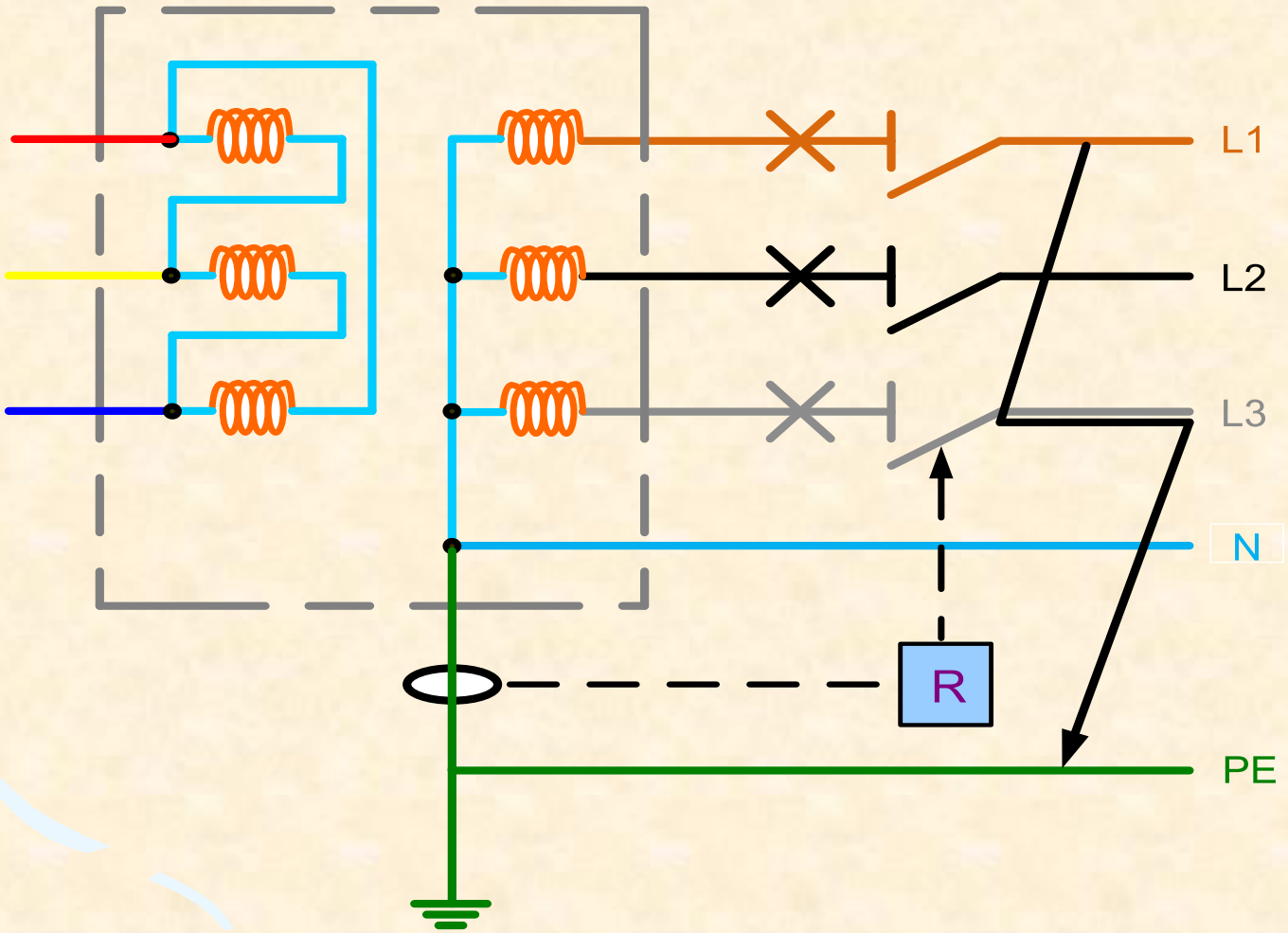
- Residual Sensing (RS)
- Source Ground Return (SGR)
- Zero Sequence (ZS)



Residual Sensing

Residual Sensing (RS)

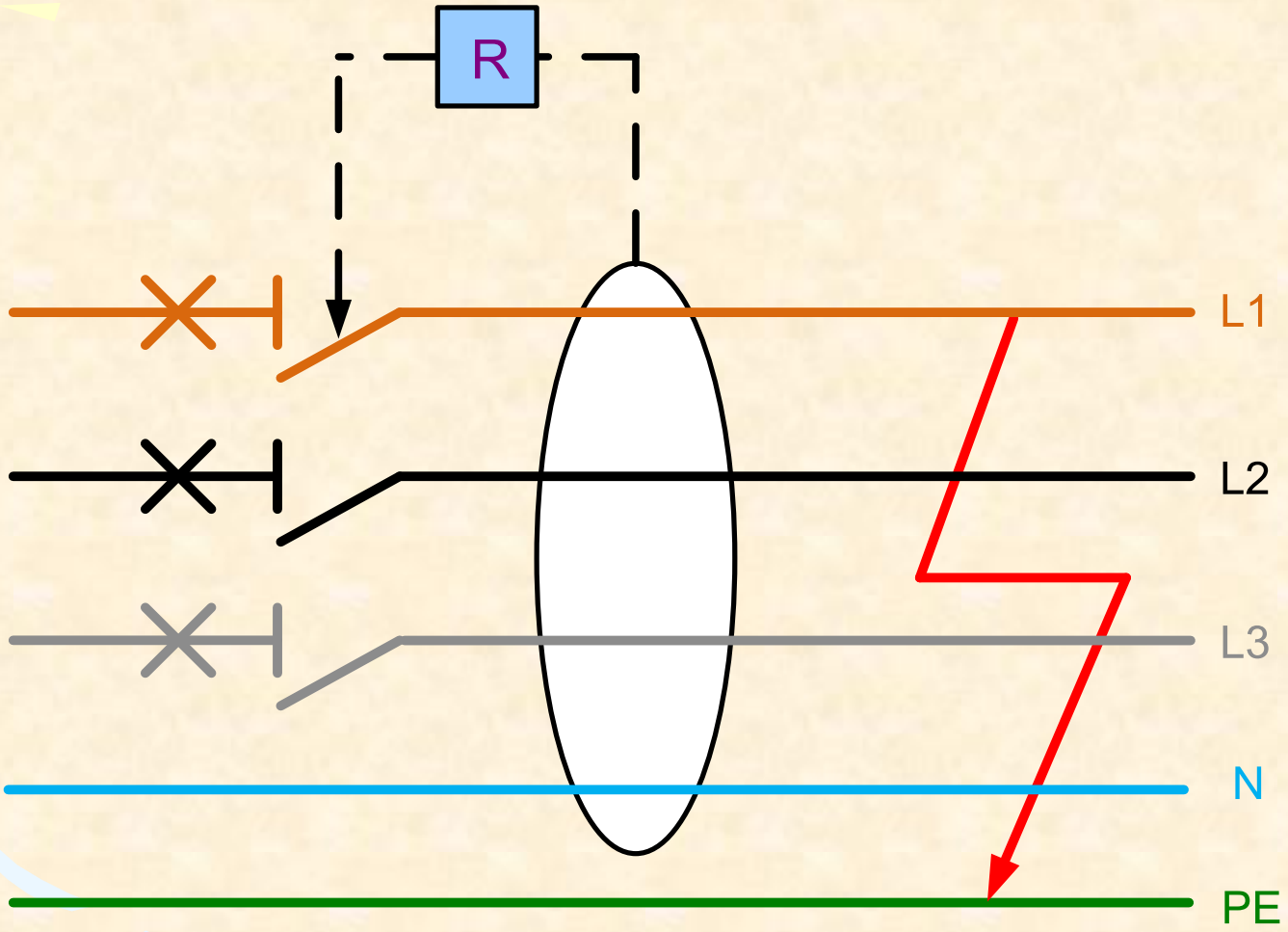
- กระแสจาก CT ของทั้งสาม Phases รวมแบบ Phasor เป็น Ip , Ia + Ib + Ic = Ip
- นำกระแส Ip มาเปรียบเทียบกับกระแสจาก CT ของสาย Neutral In
- ถ้า Ip = In แสดงว่า ระบบเป็นปกติ
- ถ้า Ip ≠ In แสดงว่า เกิด GF ผลต่างคือ กระแส Ig
- ถ้า Ig > Setting , แสดงว่าเกิด Ground Fault มากพอ CB จะตัดวงจรตามเวลาที่ตั้งไว้



Source Ground Return (SGR)

Source Ground Return (SGR)

- สาย Ground (PE) จะต่อเข้าจุด Neutral (N)
- มี ZCT ติดตั้ง ระหว่างสาย PE และจุด N
- สาย Ground จะต่อเข้ากับส่วนโลหะที่เครื่องห่อหุ้ม ที่ไม่นำกระแส
- เมื่อเกิด Ground Fault , Ig จะไหลกลับไปจุด N
- ถ้า Ig > Setting แสดงว่าเกิด Ground Fault มากพอ CB ตัดวงจรตามเวลาที่ตั้งไว้



Zero Sequence (ZS)

Zero Sequence (ZS)

- มี ZCT ล้อม Phases ทั้งสามพร้อมสาย Neutral (ถ้ามี)
- ระบบเป็นปกติ กระแสทั้งหมดจะหักล้างกันหมด
  ทางด้าน Secondary ของ ZCT ไม่มีกระแส
- เมื่อเกิด GF, ทางด้าน Secondary ของ ZCT
  จะมีกระแสไหลคือ **Ig**
- เมื่อ **Ig > Setting** , แสดงว่าเกิด **Ground Fault** มากพอ
  CB จะตัดวงจรตามเวลาที่ตั้งไว้

อุปกรณ์สำหรับ Ground Fault Protection

- เนื่องจาก GF เป็น Fault ที่ทำ ความเสียหายมากที่สุด และ มาตรฐานการติดตั้งก็บังคับให้ต้องมีสำหรับระบบประธานตั้งแต่ 1000 A ขึ้นไป

- บริษัทผู้ผลิต CB ทุกบริษัทก็ได้ทำ CB ซึ่งสามารถให้ GFP ได้ แต่จะเป็น Option วิศวกรไฟฟ้าผู้ออกแบบจะต้องกำหนดให้มี

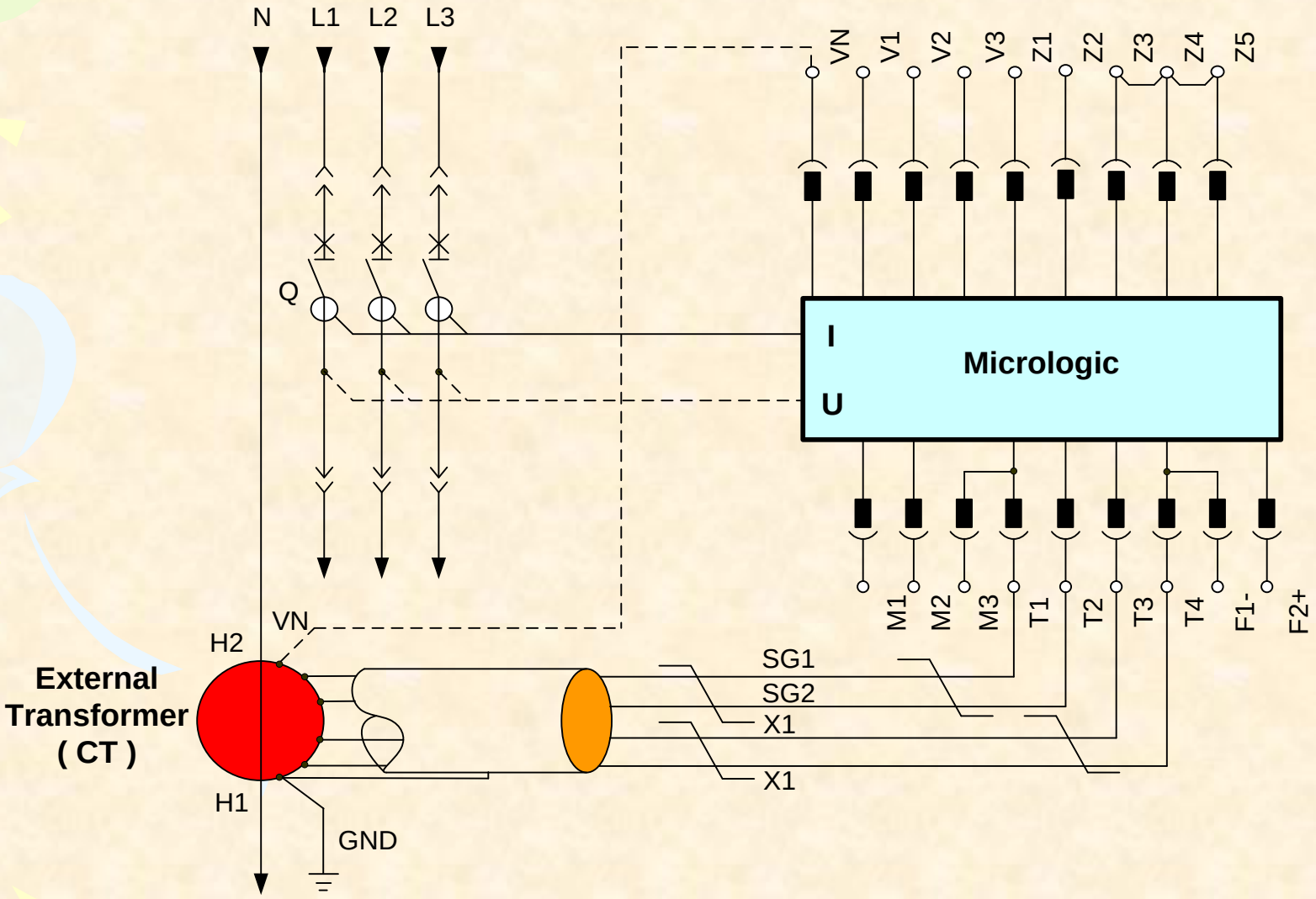
- CB ที่มี GFP คือ ACB , MCCB

Air Circuit Breaker (ACB)

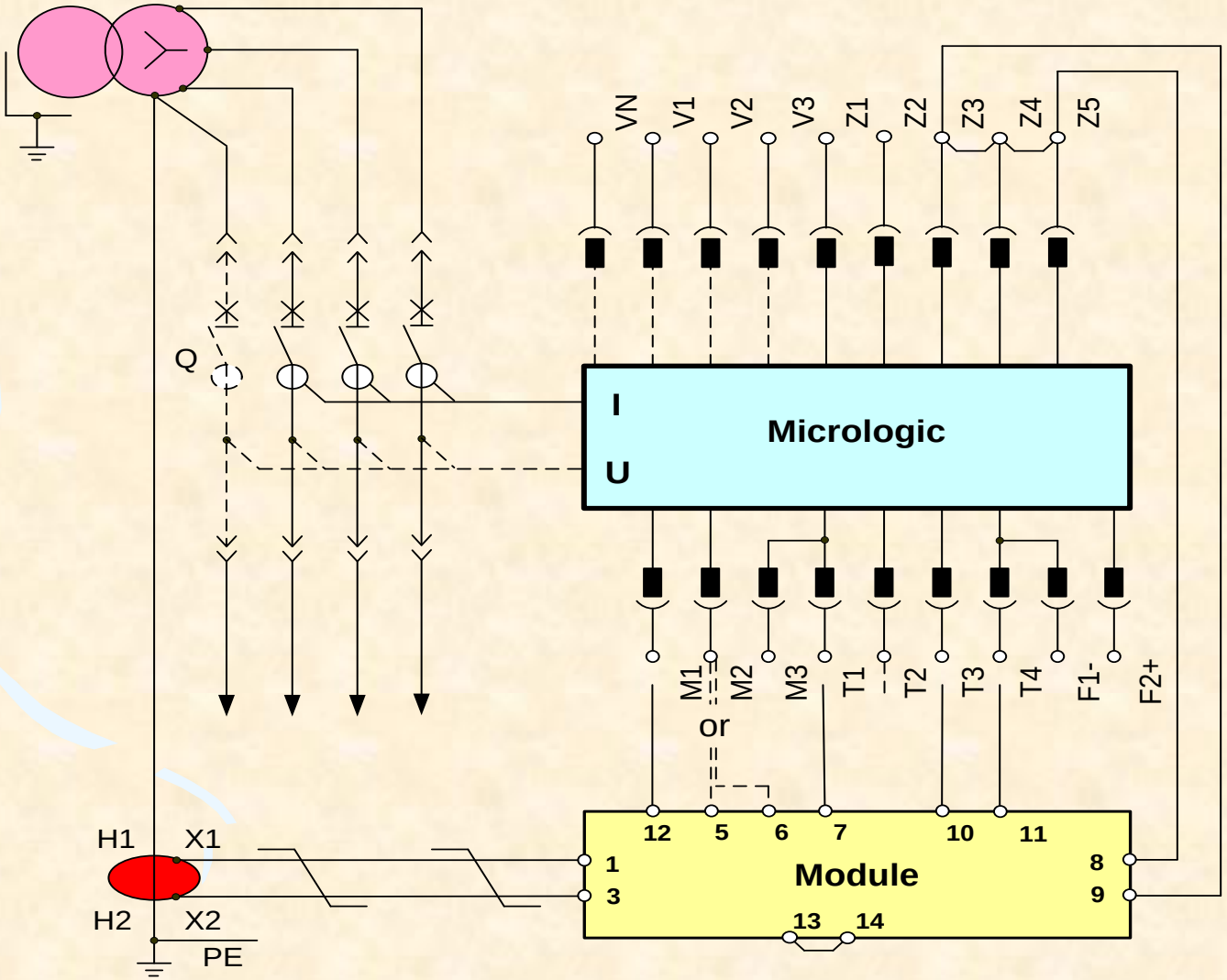
- ACB ซึ่งเป็น CB ขนาดใหญ่ 800 A – 6300 A
  ใช้ป้องวงจร Main , Feeders ส่วนมากจะเป็นแบบ 3 Pole
  และมี Trip Unit เป็นแบบ μP Based
  ซึ่งมี Option สำหรับ GFP แบบ RS , SGR
  แต่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมคือ
  External Transformer (CT) สำหรับ Neutral หรือ Ground

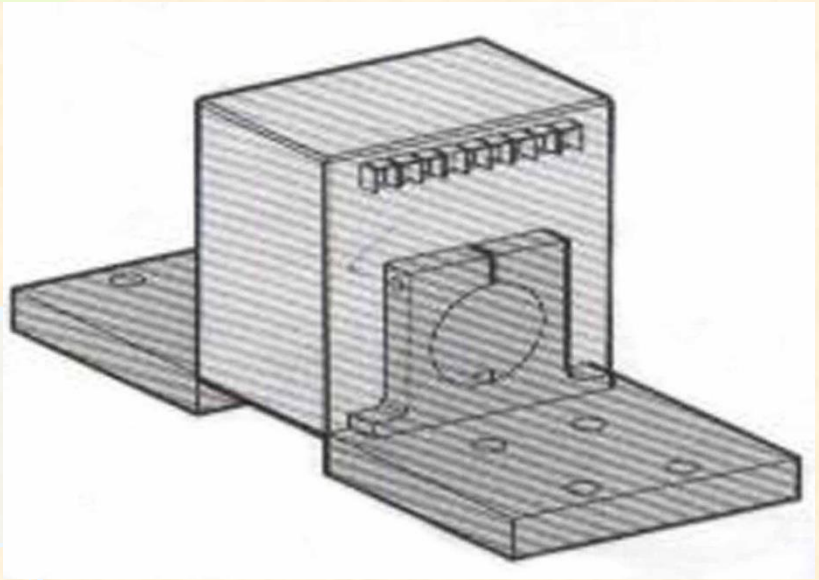
- GFP จะมีการ Setting 2 แบบคือ
  Ground Fault Current (Ig) (0.1 – 1.0) In แต่ไม่เกิน 1200 A
  Time Delay 0.1 – 1.00 s

Residual Sensing (RS)



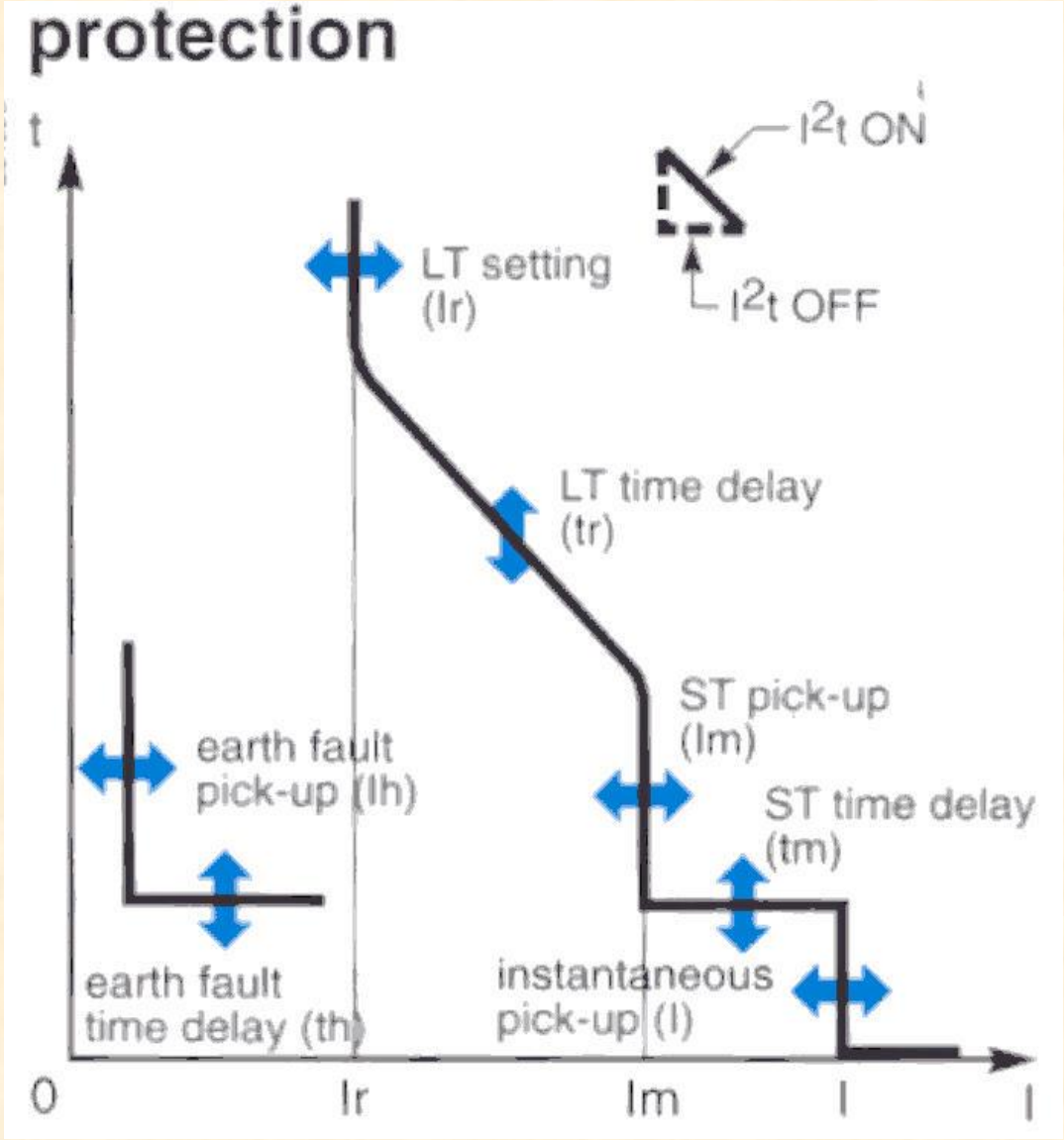
Source Ground Return (SGR)





Neutral CT (NCT)

Zero Sequence CT (ZCT)



กราฟแสดงการทำงานของ CB แบบ Electronic trip unit

Tripping Curve CB ΜP Based Electronic Trip Unit

- Phase Overcurrent Tripping Curve
- Earth Overcurrent Tripping Curve

1) Phase Overcurrent Tripping Curve

- Long Time Setting
- Long Time Delay
- Short Time Pick - up
- Short Time Delay
- Instantaneous Pick - up

Tripping Curve CB μP Based Electronic Trip Unit

- Phase Overcurrent Tripping Curve
- Earth Overcurrent Tripping Curve

2) Earth Overcurrent Tripping Curve

- Earth Fault Pick - up
- Earth Fault Time Delay

Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

- MCCB ซึ่งเป็น CB ขนาดกลาง 400 A – 1600 A
  ใช้ป้องวงจร Main ขนาดเล็ก , Feeders
  ส่วนมากจะเป็นแบบ 3 Pole และมี Trip Unit เป็นแบบ
  μP Based ซึ่งมี Option สำหรับ GFP แบบ RS
  แต่ต้องอุปกรณ์เสริมคือ
  External Transformer (CT) สำหรับ Neutral
- GFP จะมีการ Setting 2 แบบคือ
  Ground Fault Current (Ig) (0.1 – 1.0) In แต่ไม่เกิน 400 A
  Time Delay 0.1 – 0.5 s

ตอน ข. สำหรับระบบแรงสูง

3.5.3 สวิตช์แยกวงจร (Isolating Switches)

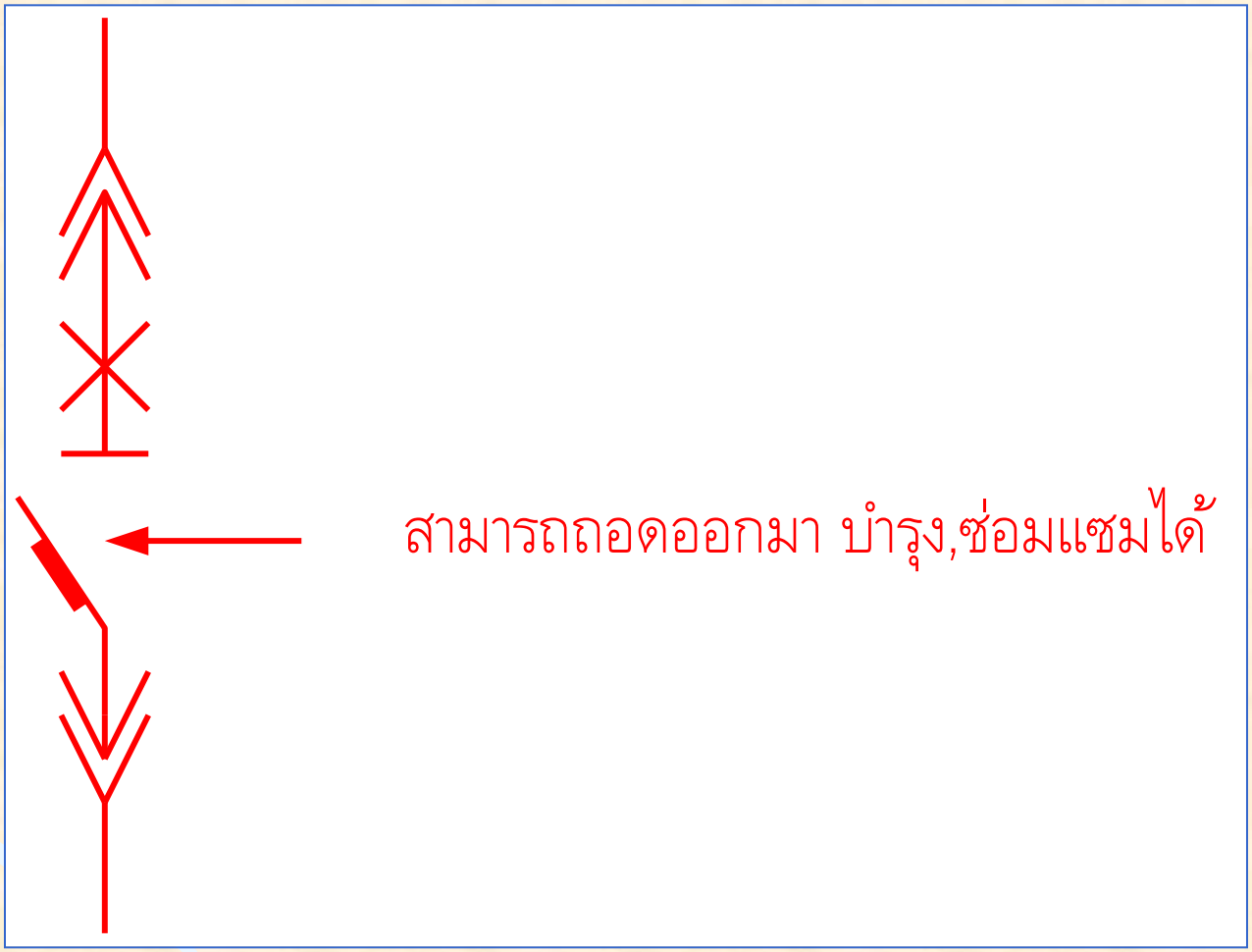
- ต้องติดตั้งสวิตช์แยกวงจร (Isolating Switches) ทางด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจร เมื่อใช้ CB ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจร

Isolating Switches มีรายละเอียดดังนี้

- ต้องมี Interlock ให้สับปลดได้เฉพาะบริภัณฑ์ประธาน อยู่ในตำแหน่งปลด และต้องมีป้ายเตือน ที่เห็นได้ชัดเจนทางด้านโหลดของ สวิตช์แยกวงจร (Isolating Switches)

- จะต้องมีอุปกรณ์สำหรับต่อลงดิน

- เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดชักออก (Draw - Out CB) ถือว่ามีสวิตช์แยกวงจรอยู่แล้ว



รูปที่ 3.18 Draw - Out CB

3.5.4 เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

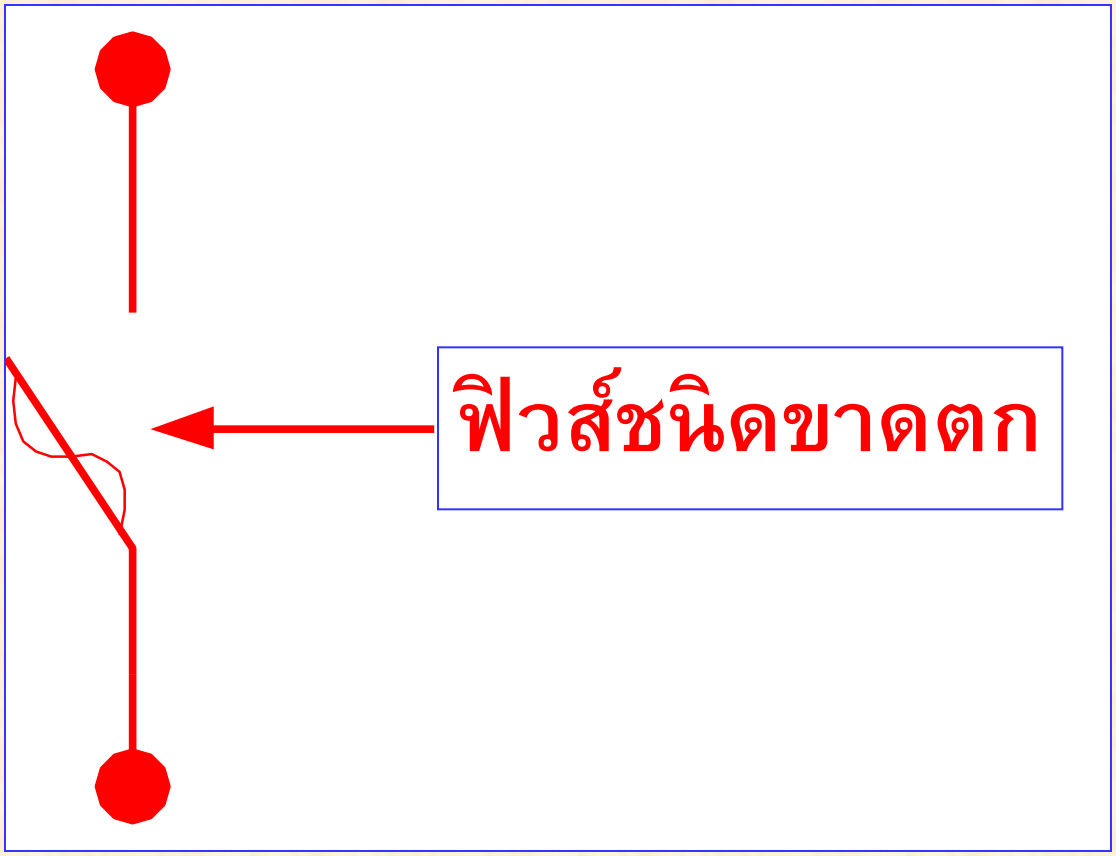
- เครื่องปลดวงจรต้องปลด
  สายเส้นไฟทั้งหมดพร้อมกัน

- ต้องสับวงจรได้ขณะที่เกิดกระแสลัดวงจรสูงสุดได้

- เมื่อติดตั้งฟิวส์ต้องมีคุณสมบัติที่สามารถ
  ตัดกระแสลัดวงจรได้ขณะที่สับเครื่องปลดวงจร

- ถ้าใช้ (Current Limiting Fuse) ที่ทำหน้าที่
  บังคับ ให้สวิตช์สำหรับตัดโหลดทั้ง 3 เส้น
  เมื่อฟิวส์เส้นใดเส้นหนึ่งขาด Breaking Current
  ของ Switch ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 7 In
  ตาม IEC 60420

- ถ้าใช้ Fuse Current ชนิด Drop Out
  ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า
  ไม่บังคับให้ปลดวงจรทุกเส้นไฟ



รูปที่ 3.19 ฟิวส์ชนิดขาดตก (Dropout Fuse)

3.5.5 เครื่องป้องกันกระแสเกิน

เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ต้องตัดกระแสเกินในทุกเส้นไฟ
2. บริภัณฑ์ประธานติดตั้งในห้อง Switchgear หรือ ตู้ Switchgear โลหะ เครื่องป้องกันกระแสเกิน และเครื่องปลดวงจรต้องเป็นดังต่อไปนี้
   1) Air - Load - Interrupter Switch ต้องใช้กับ ฟิวส์
   2) CB ต้องมีพิกัดกระแส พิกัดตัดกระแสลัดวงจร ที่เหมาะสมกับการใช้งาน

3. เมื่อบริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment) ไม่ได้ติดตั้งใน Switchgear Room หรือ Switchgear โลหะเครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1) สวิตช์ตัดกระแสโหลด ชนิดใช้อากาศ ต้องใช้ร่วมกับ Fuse ที่อยู่บนเสาหรือโครงสร้างที่ยกสูง
2) CB ต้องมีพิกัดกระแสและพิกัดกระแสลัดวงจรที่ที่เหมาะสมต้องติดตั้งไว้ภายนอกอาคารให้ติดใกล้กับจุดที่ตัวนำประธานเขาอาคารมากที่สุด

4. ฟิวส์ (Fuse)

- มีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่า กระแสลัดวงจรที่จุดติดตั้ง

- พิกัดกระแสต่อเนื่องไม่เกิน 3 เท่าของกระแสตัวนำ (I_n)

5. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (CB)

- แบบปลดได้โดย อิสระ

- CB ที่ทำหน้าที่เป็น บริภัณฑ์ประธาน ต้อง
  มีเครื่องหมายแสดงตำแหน่ง ปลด - สับ
  มีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรค่ามากสุด
  ขนาดปรับตั้งสูงสุดไม่เกิน 6 เท่าของกระแสตัวนำ

6. เครื่องป้องกันกระแสเกิน

- ต้องสามารถทำงานสัมพันธ์ (Coordination) กับอุปกรณ์ ป้องกันของการไฟฟ้าฯ

หมายความว่า

เมื่อเกิดกระแสเกิน (Overload or Short Circuit) CB ของผู้ใช้ไฟ จะต้องทำงานก่อนอุปกรณ์ป้องกันของการไฟฟ้าฯ

7. ต้องจัดทำ Wiring Diagram ของระบบป้องกัน

ตั้งแต่ ด้านรับไฟฟ้า (Incoming)

จนถึง ด้านจ่ายไฟออก (Outgoing)ของบริภัณฑ์ประธานแรงสูง

แผงเมนสวิตช์แรงสูง หม้อแปลงไฟฟ้า และบริภัณฑ์ที่สำคัญอื่น

ที่คงทนถาวรและเห็นได้ชัดเจน

ติดตั้งไว้ในห้องที่ติดตั้งแผงสวิตช์ทุกห้อง

3.6 แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำ

1. กรณีรับไฟแรงต่ำจากการไฟฟ้า

   แรงดันตกคิดจากเครื่องวัดฯ จนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้าย

   รวมกัน ต้องไม่เกิน 5% จากระบบแรงดันที่ระบุ

2. กรณีรับไฟแรงสูงจากการไฟฟ้า

   แรงดันตกคิดจากบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำ

   จนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้าย

   รวมกัน ต้องไม่เกิน 5% จากระบบแรงดันที่ระบุ

- แรงดันตกสำหรับระบบแรงต่ำจากจุดรับไฟ

จนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกัน

ต้องไม่เกิน **5 %**

จากแรงดันที่ระบุ

เช่น แรงดันระบุ **400 V**

แรงดันตกต้องไม่เกิน **5 %** ของ 400 V

= 20 V

แรงดันตกจาก สายประธาน (Service)

ไปยังโหลด (Load) 5 %

อาจแยกออกเป็น

แรงดันตกใน สายป้อน (Feeder) 2 - 3 %

แรงดันตกใน วงจรย่อย (Branch Circuit) 2 - 3 %

รวม ไม่เกิน 5 %

แรงดันตกสามารถคำนวณได้

$$VD = VD(T) \times I \times L / 1000$$

VD = แรงดันตกในวงจร (V)

VD (T) = ค่าแรงดันตกตามภาคผนวก ฐ (mV/A/m)

I = กระแสในวงจร (A)

L = ความยาวของสายวงจร (m)

ตัวอย่าง วงจรย่อยเฉพาะ 1 เฟส , 230 V , IEC 01 , 2.5 mm^2

I = 10 A L = 30 m

การติดตั้งกลุ่มที่ 2 VD เป็นเท่าใด

ภาคผนวก ฐ 1 2.5 mm^2 VD 18 mV / A / m

VD = VD (T) x I x L / 1000

VD = (18 x 10 x 30) / 1000

= 5.4 V

2 % = 230 x .02 = 4.6 V 3 % = 230 x .03 = 6.9 V

ตัวอย่าง วงจรย่อยเฉพาะ 1 เฟส , 230 V , IEC 01 , 2.5 mm^2 ,

I = 10 A การติดตั้งกลุ่มที่ 2

ถ้าต้องการ VD ไม่เกิน 2 % , 3 %

ระยะไกลสุดเท่าใด

ภาคผนวก ฐ 1 2.5 mm^2 VD 18 mV / A / m

2 % = 230 x .02 = 4.6 V

(18 x 10 x L) / 1000 = 4.6

L = 25.6 m

3 % = 230 x .03 = 6.9 V

L = 38.3 m

วงจรย่อยส่วนมากจะเป็นแบบ Distributed Load

ซึ่ง VD ต้องคำนวณ ตามช่วงขนาดกระแส และ ความยาว

VD จะลดลง ทำให้ได้ ระยะทางของ Load ตัวสุดท้ายยาวขึ้น

เช่น ถ้ามี Load 5 ชุด ระยะห่างเท่า ๆ กัน

ระยะทางจะเพิ่มเป็น ประมาณ 1.67 เท่า

สำหรับวงจรย่อย 1 เฟส , 230 V , IEC 01 , 2.5 mm^2 ,

I = 10 A , VD 2 %

ระยะไกลสุดได้ = 25.6 x 1.67 = 42.8 m

ตัวอย่าง วงจรสายป้อน 3 เฟส 4 สาย , 230 / 400 V ,

จากตู้ DB จ่ายไฟ 110 A ไปยังตู้ LP ระยะ 100 m

ใช้ สาย XLPE แกนเดียว , การติดตั้งกลุ่มที่ 2

ถ้าต้องการ VD ไม่เกิน 2 %

จะต้องสายขนาดเท่าใด

2 % = 400 x .02 = 8 V

VD 2 % = 400 x .02 = 8 V

จาก ตารางที่ 5 - 27 และ ภาคผนวก ฐ 3 I = 110 A

สาย 35 mm^2 131 A VD 1.17 mV / A / m

สาย 50 mm^2 159 A VD 0.91 mV / A / m

สาย 70 mm^2 202 A VD 0.65 mV / A / m

VD = VD (T) x I x L / 1000

สาย 35 mm^2 VD = (1.17 x 110 x 100) / 1000 = 12.9 V

สาย 50 mm^2 VD = (0.91 x 110 x 100) / 1000 = 10.0 V

สาย 70 mm^2 VD = (0.65 x 110 x 100) / 1000 = 7.2 V

เลือกสาย 70 mm^2

ต้องการมีความรู้ทันโลก

ต้องให้เวลาในการศึกษา

ด้วยความปรารถนาดี

จาก

ผศ. ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์