บทที่ 2
ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

2.1 บทนำ

- เครื่องกำเหนิดไฟฟ้า สามารถผลิตได้ที่ระดับแรงดัน 10 - 20 kV

  เนื่องจากปัญหาด้านการฉนวน
- การส่งกำลังไฟฟ้าระยะห่างไกลต้องใช้แรงดันสูง
- ต้องทำการแปลงแรงดัน

- การส่งกำลังไฟฟ้าระยะห่างไกลต้องใช้แรงดันสูง
- ต้องทำการแปลงแรงดัน
- เมื่อไฟฟ้าเข้าสู่บริเวณชุมชน

  ต้องลดระดับแรงดันลงเป็น

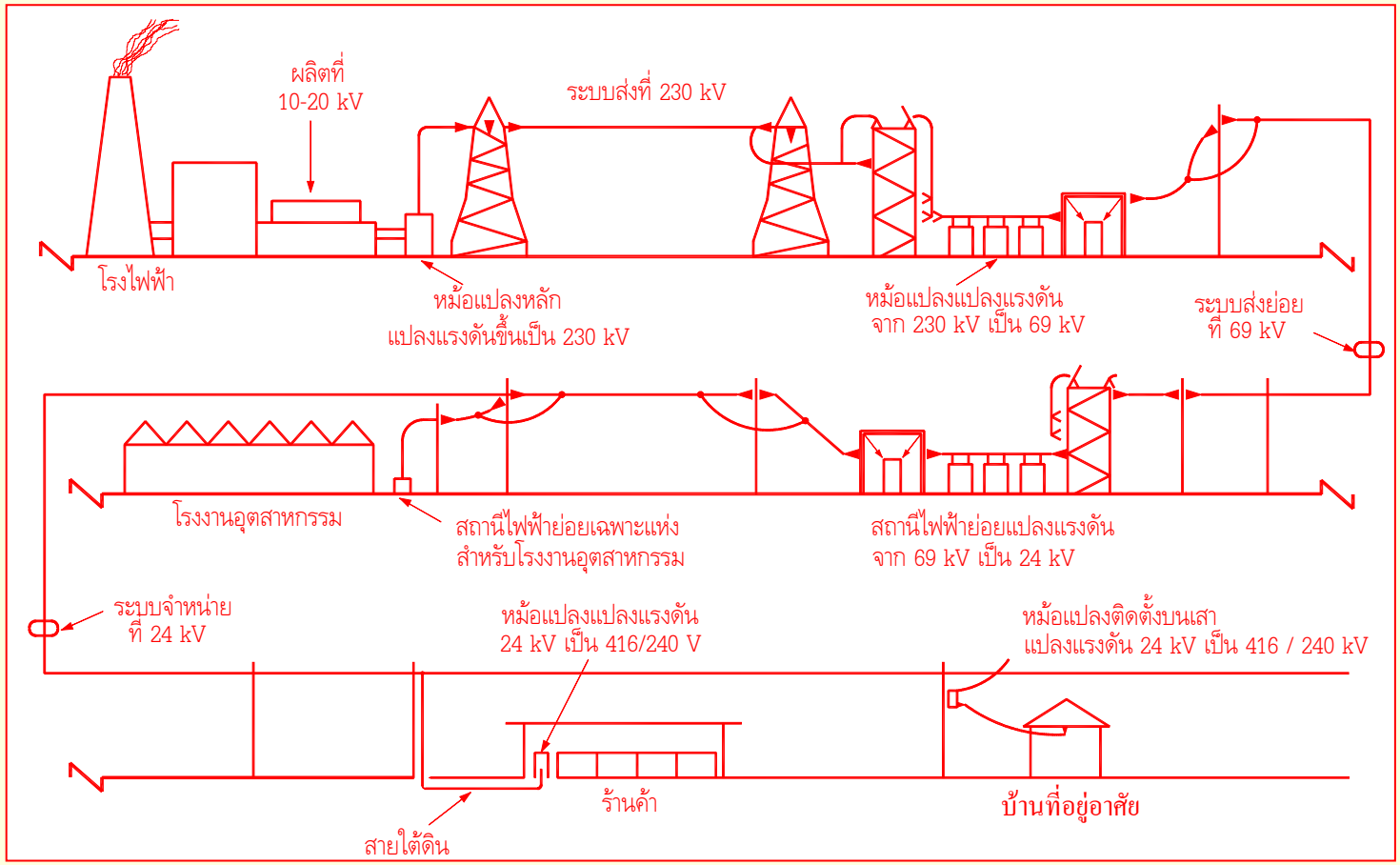
  แรงดันปานกลาง (MV) ที่สถานีไฟฟ้าย่อย
- ต้องแปลงแรงดันปานกลางเป็น

  ระดับแรงดันต่ำ (LV) เพื่อ

  จ่ายไฟให้ บริภัณฑ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

2.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง

ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง

1) ระบบการผลิต (Generating System)

เปลี่ยนพลังงานรูปอื่น ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้า

2) ระบบการส่ง (Transmission System)

ส่งพลังงานไฟฟ้าจากระบบการผลิตไปยัง

ระบบการจำหน่ายในระดับแรงดันสูง

3) ระบบการจำหน่าย (Distribution System)

ลดแรงดันสูงของของระบบการส่งเป็น

แรงดันปานกลางที่สถานีไฟฟ้าย่อย

4) ระบบการใช้กำลังไฟฟ้า (Utilization System)

รับไฟจากระบบการจำหน่าย

แปลงแรงดันปานกลางเป็นแรงดันต่ำ

จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับบริภัณฑ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า

2.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย

รัฐวิสากิจ 3 แห่ง

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT.)

- การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

Metropolitan Electricity Authority (MEA.)

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

Provincial Electricity Authority (PEA.)

2.4 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

- จัดหาแหล่งพลังงาน และผลิตกำลังไฟฟ้า
- จัดส่งไฟฟ้าไปทั่วประเทศ
- ขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
- จัดซื้อหรือขายกับประเทศเพื่อนบ้าน

2.4 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ต่อ)

รัฐบาลมีนโยบายให้บริษัทเอกชนตั้งโรงงานไฟฟ้า

มี 2 ขนาด

1. บริษัทผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่

(Independent Power Producer หรือ IPP)

2. บริษัทผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก

(Small Power Producer หรือ SPP)

บริษัทผู้ผลิตไฟฟ้าทั้งสองแบบดังกล่าวเมื่อ

ผลิตไฟฟ้าได้แล้วจะต้องขายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

โรงไฟฟ้า

การไฟฟ้าผ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

มีโรงไฟฟ้าอยู่หลายแบบ

1) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

2) โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

3) โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและดีเซล

4) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

1) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

- สร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ
- พลังงานของน้ำ หมุนกังหันและ
  หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- เดินเครื่องภายใน 5 นาที

2) โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

- สามารถสร้างให้มีกำลังผลิตสูง ๆ
- เวลาเดินเครื่องประมาณ 6-8 ชั่วโมง
- เชื้อที่ใช้ ถ่านหิน, น้ำมัน, ก๊าซธรรมชาติ

3) โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและดีเซล

- เวลาเดินเครื่อง 15 นาที
- ต้นทุนในการผลิตสูง
- ไม่นิยมเดินเครื่องเป็นเวลานาน

4) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

- ใช้เครื่องกังหันก๊าซ และเครื่องจักรพลังไอน้ำทำงานร่วมกัน
- มี ประสิทธิภาพสูง

ระบบการส่ง

- ส่งกำลังไฟฟ้าจากแหล่งกำเหนิดไปยังบริเวณไกล ๆ
- ต้องมีระบบส่งแรงดันสูง
- สายอากาศ (Overhead Aerial Line)
- แรงดันสูง 4 ระดับ

500 kV 3 เฟส 3 สาย 50 Hz.

230 kV 3 เฟส 3 สาย 50 Hz.

115 kV 3 เฟส 3 สาย 50 Hz.

69 kV 3 เฟส 3 สาย 50 Hz.

2.5 การไฟฟ้านครหลวง

บริเวณจำหน่ายกระแสไฟฟ้า 3 จังหวัด

- กรุงเทพมหานคร
- สมุทรปราการ
- นนทบุรี

ระบบการจ่ายไฟฟ้าของ กฟน

ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าย่อย

(Subtransmission System)

230 kV

115 kV

69 kV

ระบบการจำหน่าย (Distribution System)

- แปลงแรงดัน 69 kV หรือ 115 kV
  เป็น 24 kV หรือ 12 kV

- สายส่ง 69 kV หรือ 115 kV เข้า 2 วงจร

ระบบการจำหน่าย (Distribution System) (ต่อ)

- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer)

  จำนวน 2-4 ชุด

- ชุดสายป้อนจ่ายโหลด

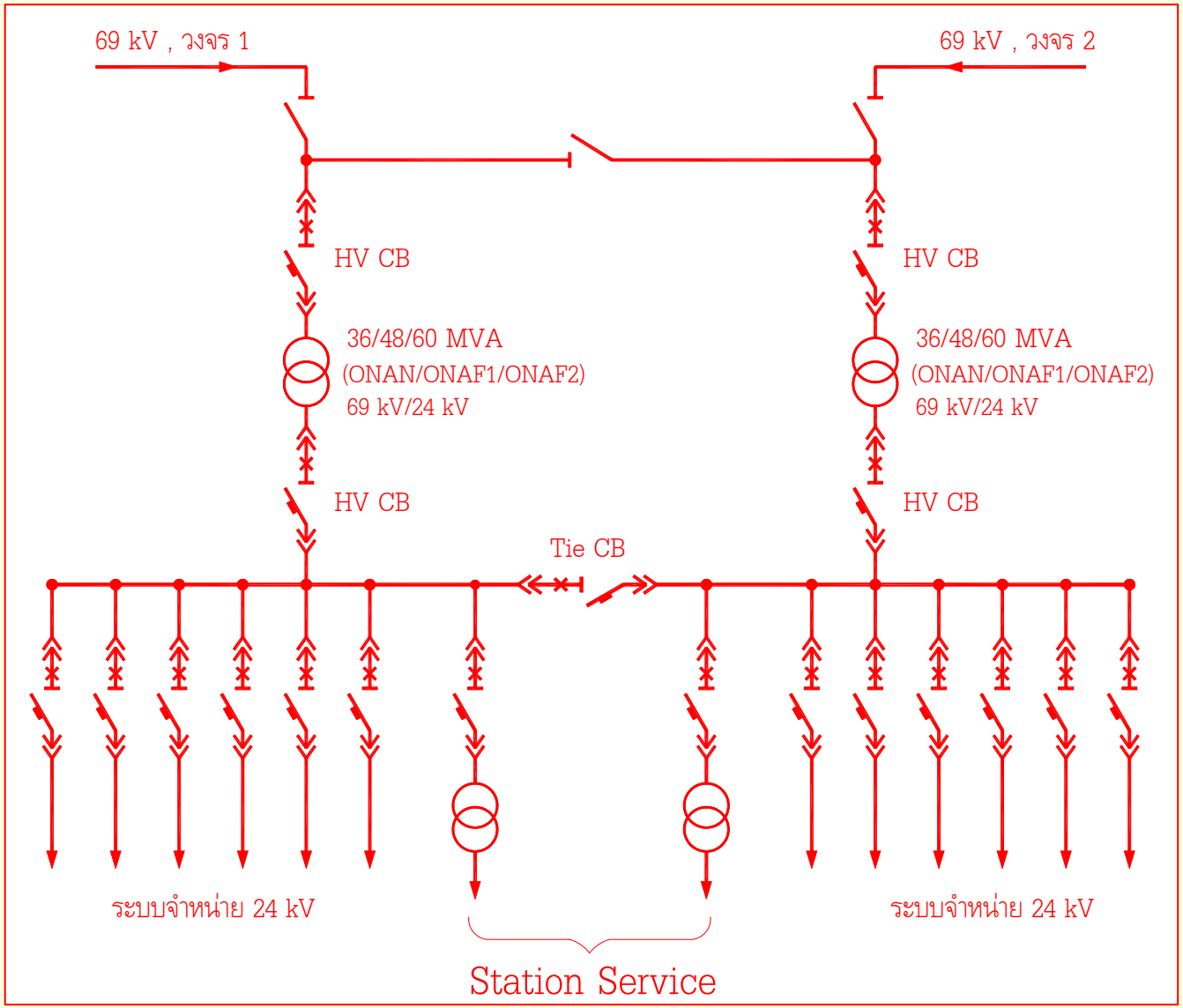
  8 MVA ที่ 12 kV

  15 MVA ที่ 24 kV

หมายเหตุ กฟน. กำลังแก้ไขระบบไฟฟ้า

จาก 12 kV เป็น 24 kV

ผู้ออกแบบ ควรออก แบบที่ระบบ 24 kV

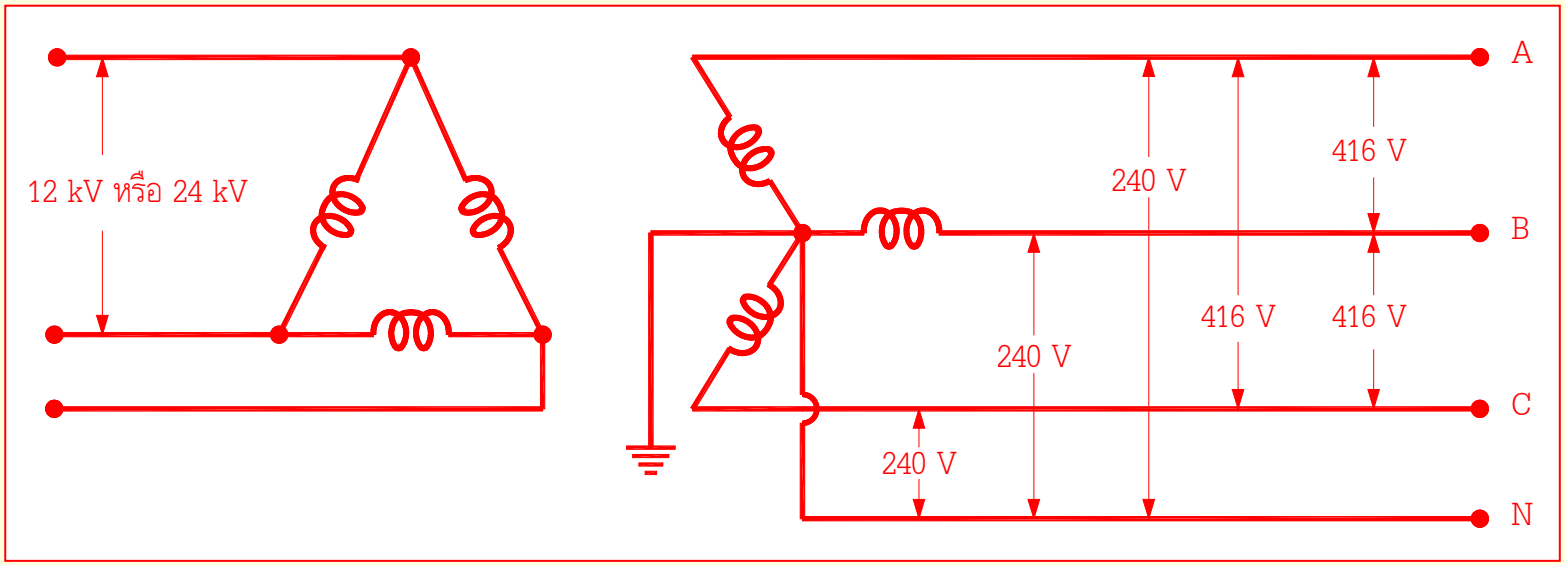


รูปที่ 2.2 ระบบการจำหน่ายของ กฟน.

ระบบการใช้กำลังไฟฟ้า (Utilization System)

- แปลงไฟฟ้า 24 kV หรือ 12 kV เป็น 416/240 V

  3 เฟส 4 สาย



รูปที่ 2.3 ระบบการใช้กำลังไฟฟ้า ของ กฟน.

2.6 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

แหล่งพลังงานไฟฟ้า

1) ผลิตเอง

- ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
- ต้นทุนการผลิตสูง
- เชื่อมโยงเข้าสายส่งแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

2) ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

- ระบบแรงดัน 230 kV, 115 kV และ 69 kV
- แปลงเป็นระบบการจำหน่าย

3) ซื้อจากการไฟฟ้านครหลวง

- ที่อยู่ใกล้เขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

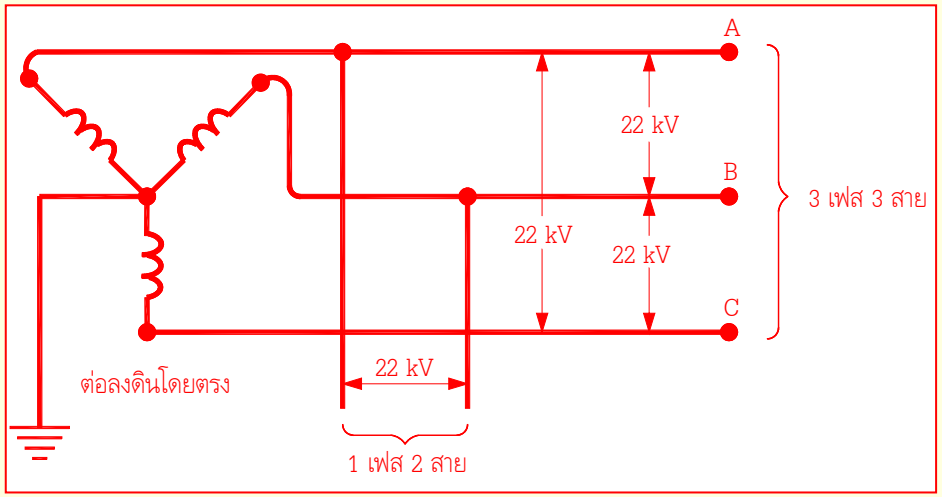
4) ซื้อจากการพลังงานแห่งชาติ

- โรงจักรพลังน้ำ ขนาด 100 kW

ระบบการจำหน่ายแรงดันปานกลาง

1) ระบบแรงดัน 22 kV Conventional Solidly Grounded System

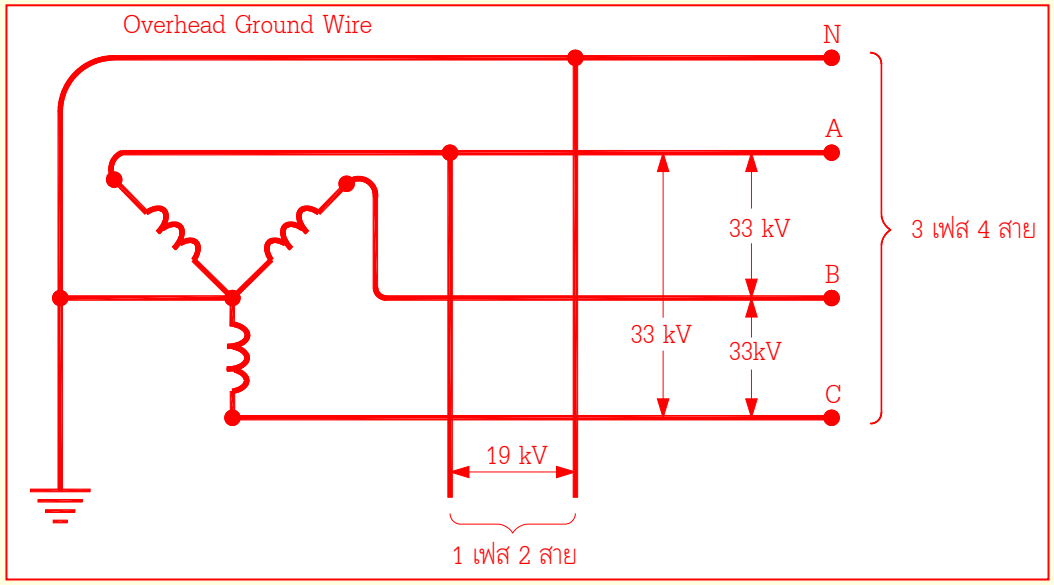
- ใช้เกือบทั้งประเทศ
- ระบบ 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย



รูปที่ 2.4 ระบบ 22 kV Conventional Solidly Grounded System

2) ระบบแรงดัน 33 kV Multigrounded System With Overhead Ground Wire

- ภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดระนองลงไป
- ภาคเหนือ จังหวัด เชียงราย และพะเยา

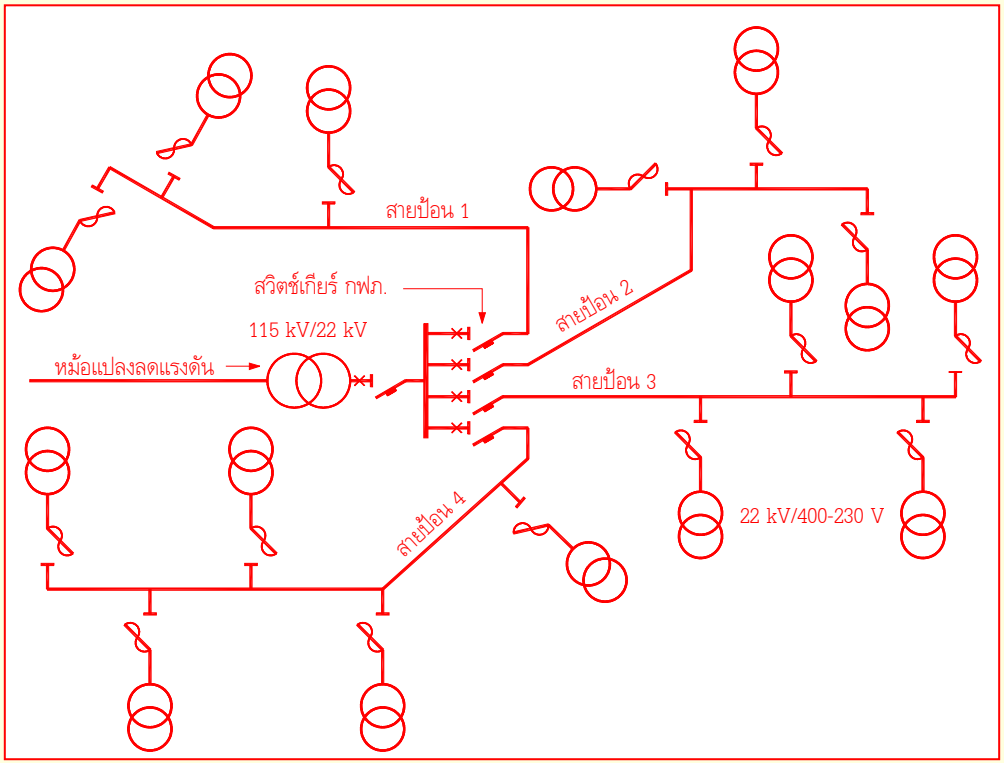


รูปที่ 2.5 ระบบ 33 kV Multigrounded System With Overhead Ground Wire

สายส่งเหนือศีรษะ (Overhead Aerial System)

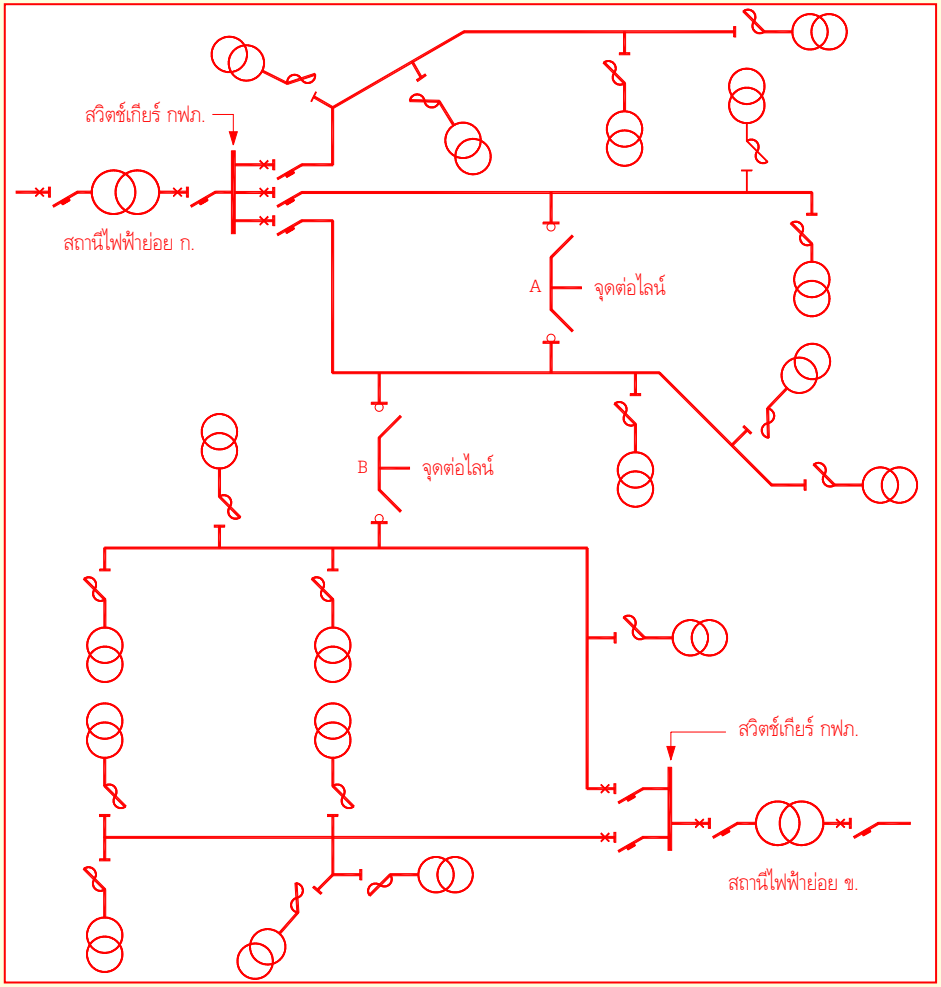
มี 2 แบบ

- Radial Line



รูปที่ 2.6 ระบบการจำหน่ายแรงดันปานกลางแบบ Radial Line

- Tie Line ระหว่างสายป้อน



รูปที่ 2.7 ระบบการจำหน่ายแรงดันปานกลาง

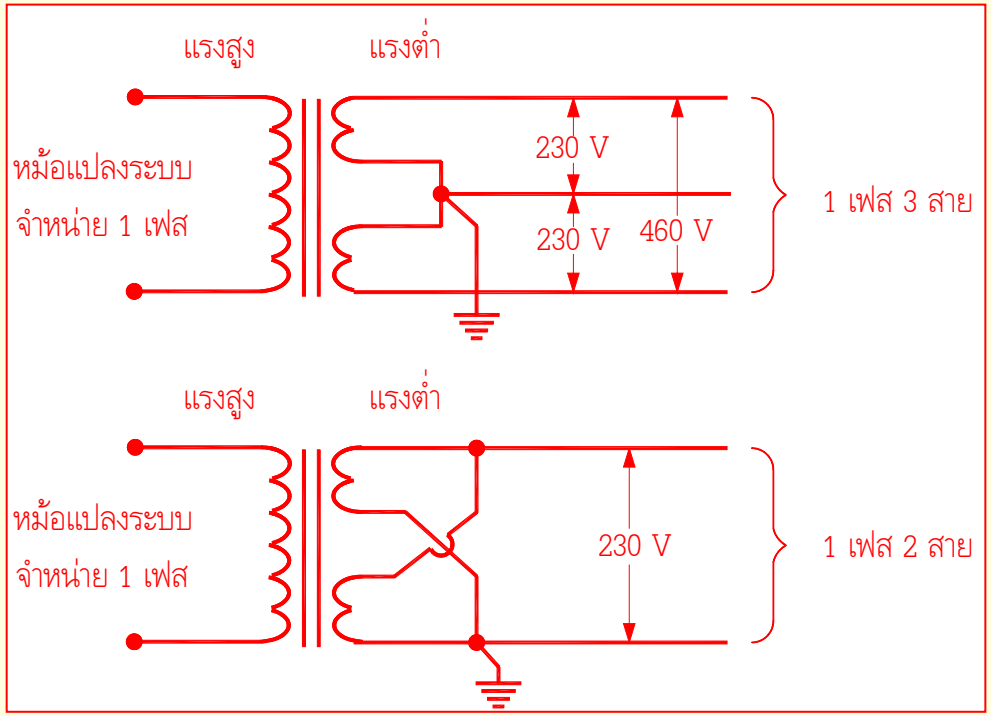
แบบมี Tie Line ระหว่างสายป้อน

ระบบการจำหน่ายแรงดันต่ำ

1) ระบบการจำหน่ายแรงต่ำ 1 เฟส

1 เฟส 2 สาย **230 V**

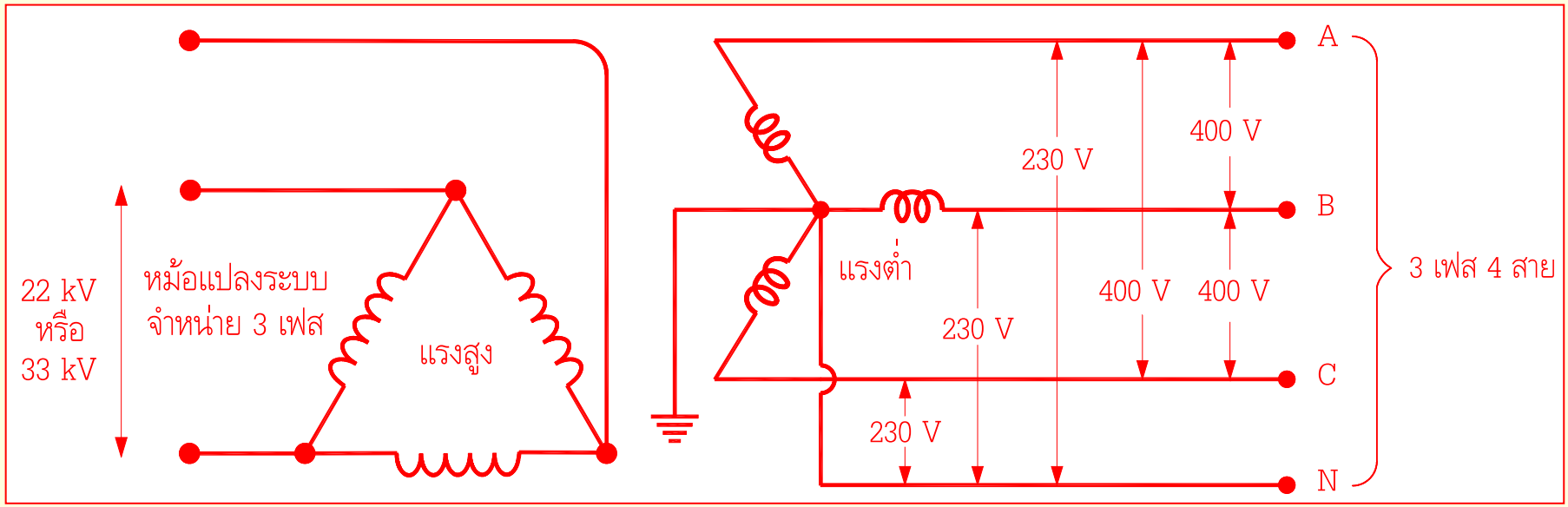
1 เฟส 3 สาย **460/230 V**



รูปที่ 2.8 ระบบการจำหน่ายแรงดันต่ำ 1 เฟส

2) ระบบจำหน่ายแรงต่ำ 3 เฟส 4 สาย

- แรงดันมาตรฐาน 400/230 V



รูปที่ 2.9 ระบบการจำหน่ายแรงดันต่ำ 3 เฟส

2.7 การจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้า

การไฟฟ้าฯ จะพิจารณา ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้

- โหลดน้อยกว่า 300 kVA

  จะจ่ายแรงดันต่ำ (Low Voltage)

- สถานประกอบการขนาดใหญ่มีการ

  ใช้ไฟฟ้าปริมาณสูง

  จะจ่าย แรงดันปานกลาง (Medium Voltage)

- สถานประกอบการใหญ่มาก ๆ

  จะจ่าย ระดับแรงดันสูง (High Voltage)

  สร้างสถานีไฟฟ้าย่อยเอง (Substation)

ขนาดมิเตอร์ของการไฟฟ้านครหลวง

1) มิเตอร์ระบบ 220 V 1 เฟส 2 สาย

- 5 (15A) , 220 V
- 15 (45A) , 220 V
- 30 (100A) , 220 V
- 50 (150A) , 220 V

ขนาดมิเตอร์ของการไฟฟ้านครหลวง (ต่อ)

2) มิเตอร์ระบบ 380/220 V 3 เฟส 4 สาย

- 15 (45A) , 380 V
- 30 (100A) , 380 V
- 50 (150A) , 380 V
- 200 A , 380 V
- 400 A , 380 V

ขนาดมิเตอร์ของการไฟฟ้านครหลวง (ต่อ)

3) มิเตอร์ 12 kV 3 เฟส 3 สาย

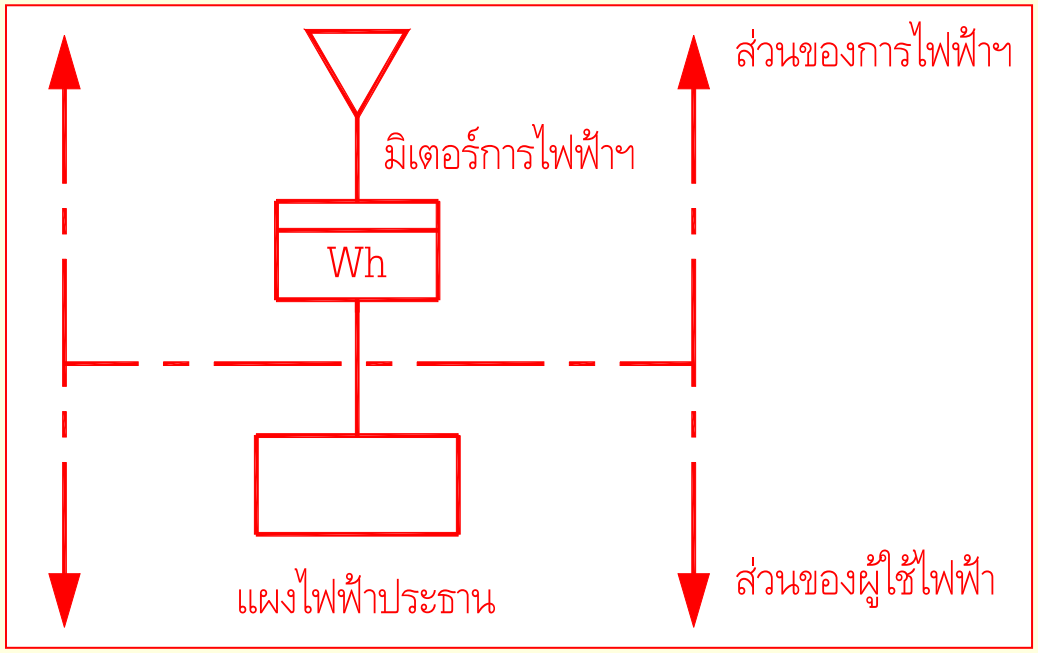
- 15 A (300 kVA)
- 750 A (15000 kVA)

4) มิเตอร์ 24 kV 3 เฟส 3 สาย

- 10 A (400 kVA)
- 625 A (25000 kVA)

ลักษณะการจ่ายไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าฯ กับผู้ใช้ไฟ

1) แรงดันต่ำ



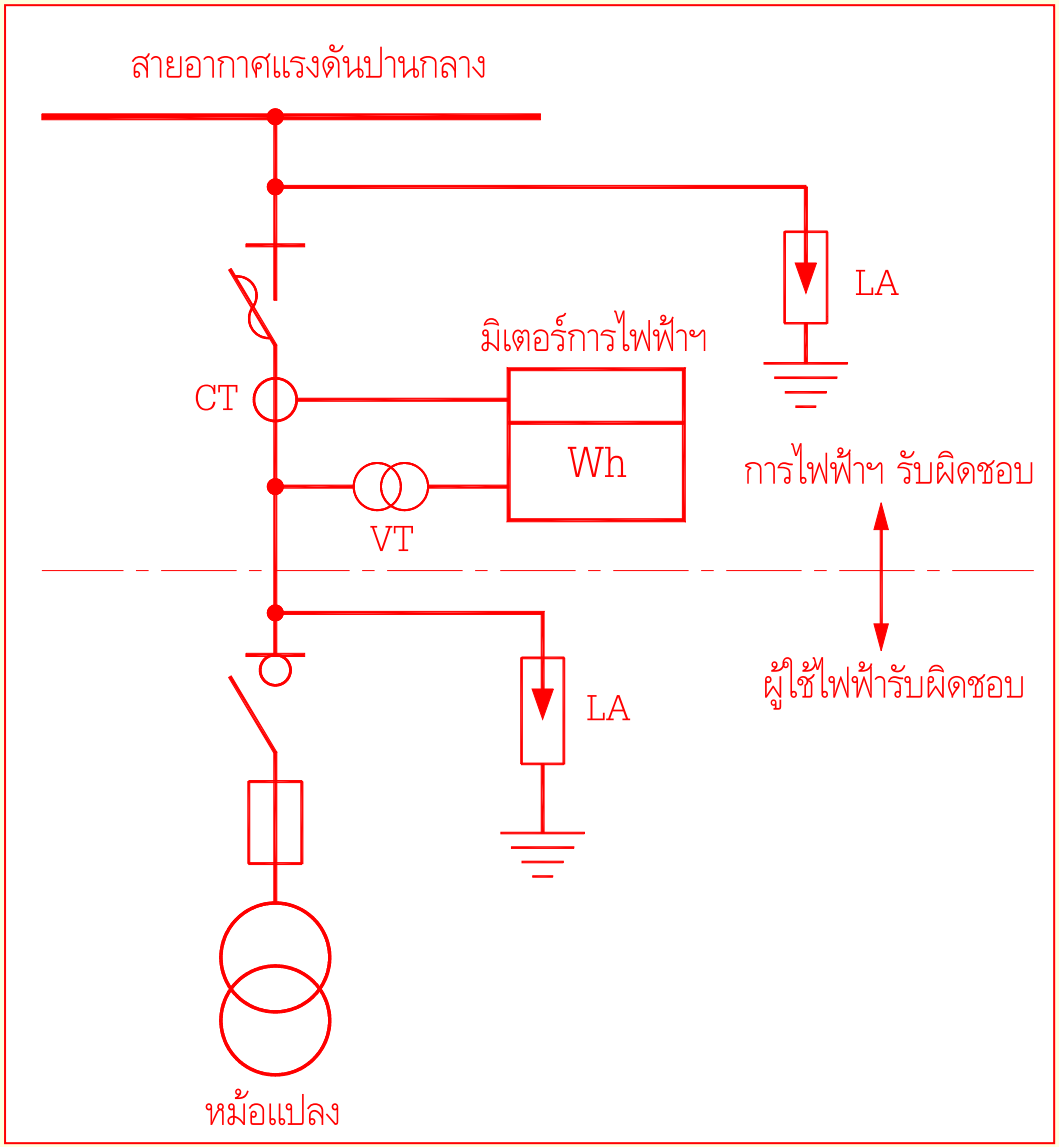
รูปที่ 2.10 การจ่ายไฟฟ้าในระบบแรงดันต่ำ

2) แรงดันปานกลาง

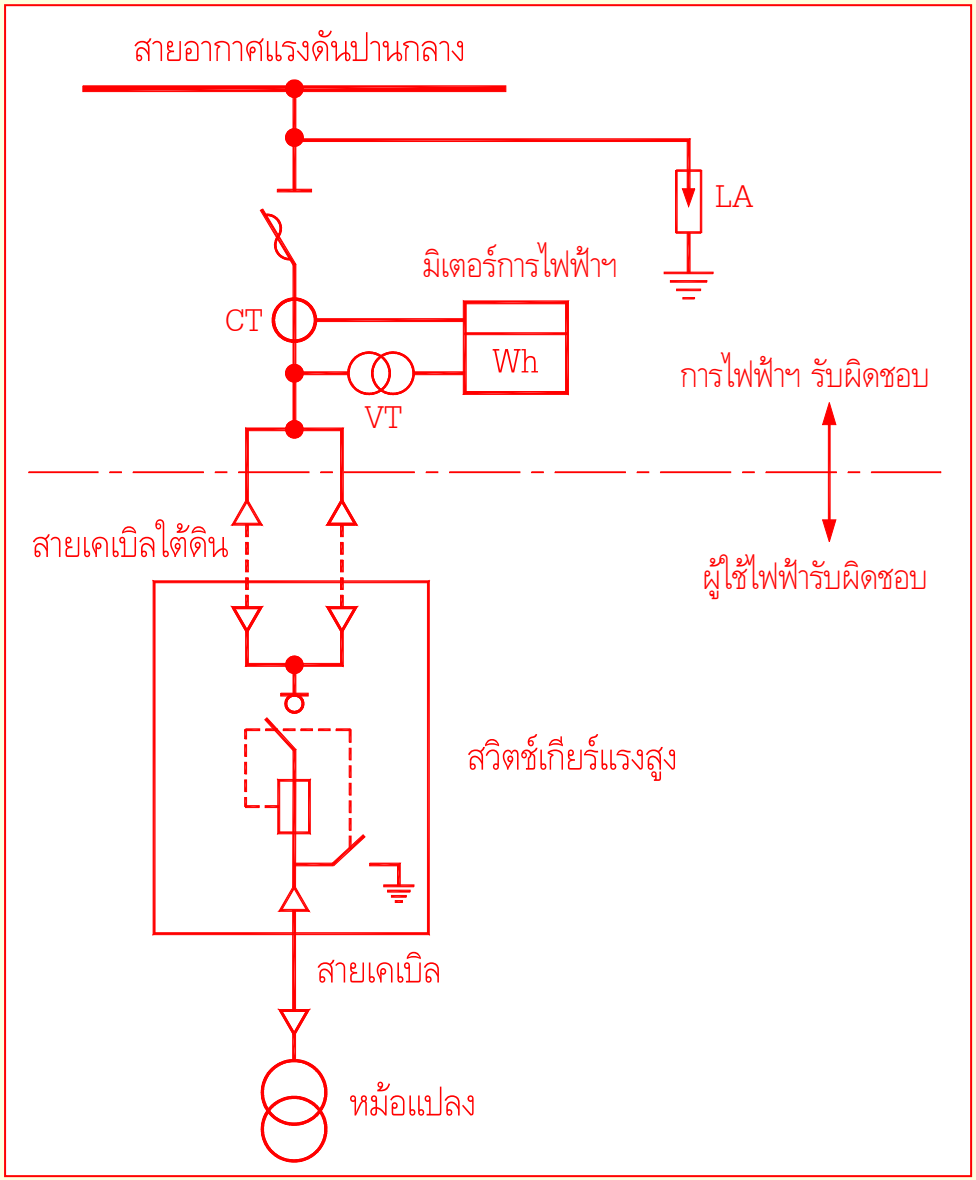
- ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟฟ้าด้วยสายอากาศ
  จากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ

- ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟฟ้าด้วยสายไฟฟ้าใต้ดิน
  จากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ

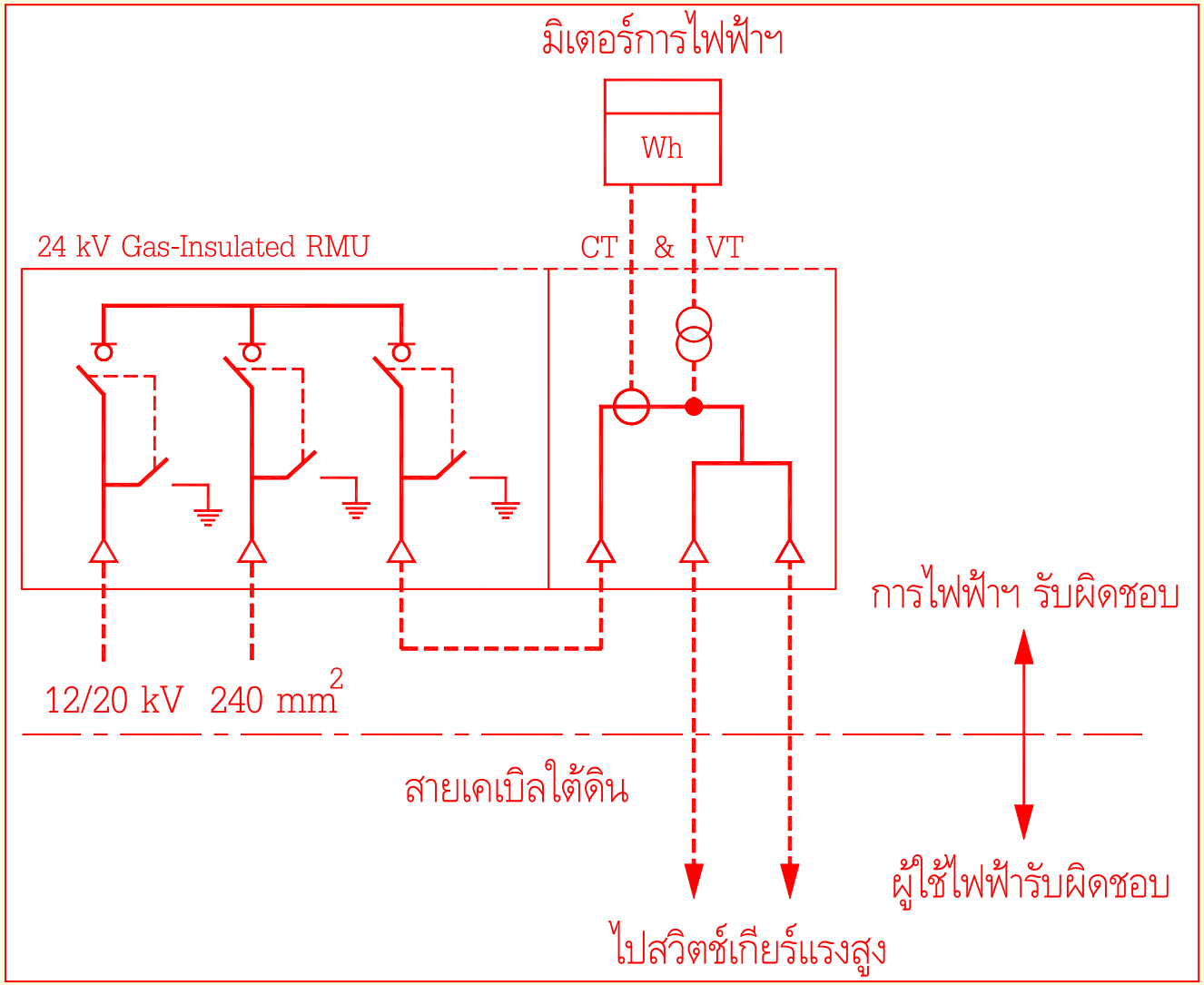
- ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟฟ้าด้วยสายไฟฟ้าใต้ดิน
  จากสายป้อนใต้ดินของการไฟฟ้าฯ



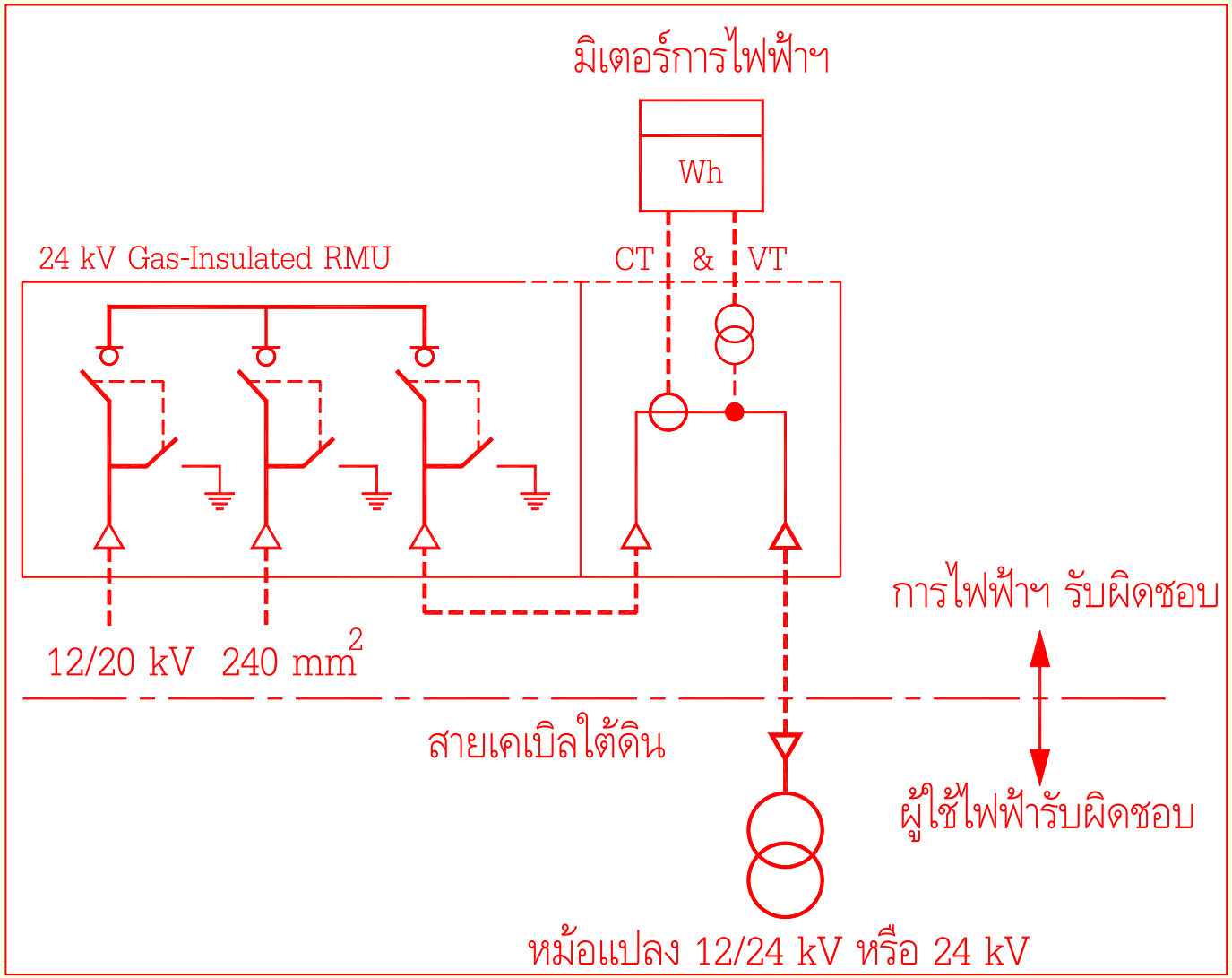
รูปที่ 2.11 ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟด้วยสายอากาศจากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ



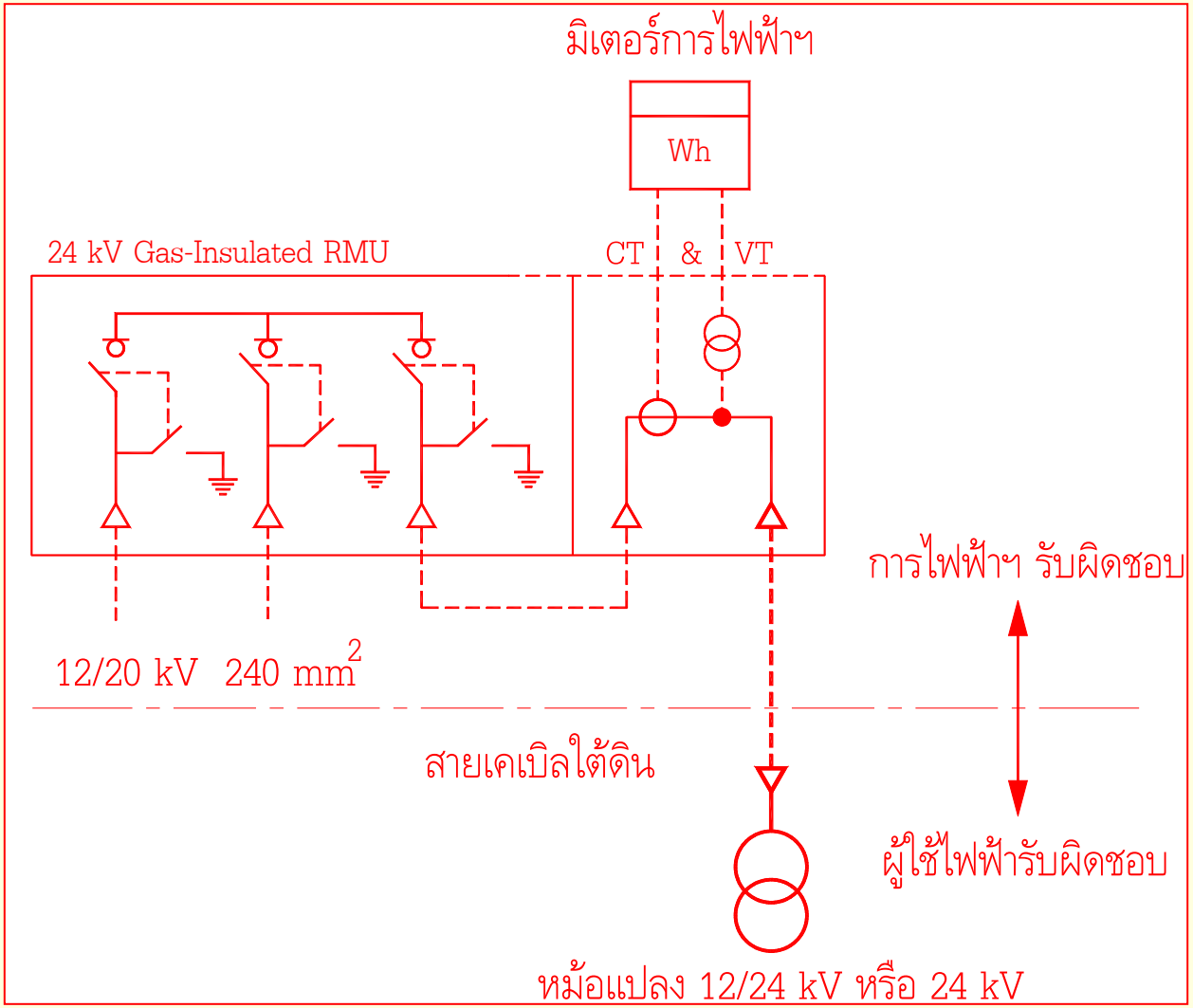
รูปที่ 2.12 ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟด้วยสายใต้ดินจากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ



รูปที่ 2.13 บริภัณฑ์ป้องกันเป็นแบบสวิตช์



รูปที่ 2.14 บริภัณฑ์ป้องกันเป็นแบบสวิตซ์ และ ฟิวส์



รูปที่ 2.15 บริภัณฑ์ป้องกันเป็นแบบเซอร์กิตเบรกเกอร์

2.8 การจัดวงจรการจ่ายไฟฟ้า

(Distribution Circuit Arrangements)

จัดเป็น 5 แบบ คือ

1. Radial System
2. Primary-Selective System
3. Secondary-Selective System
4. Secondary Spot Network System
5. Looped Primary System

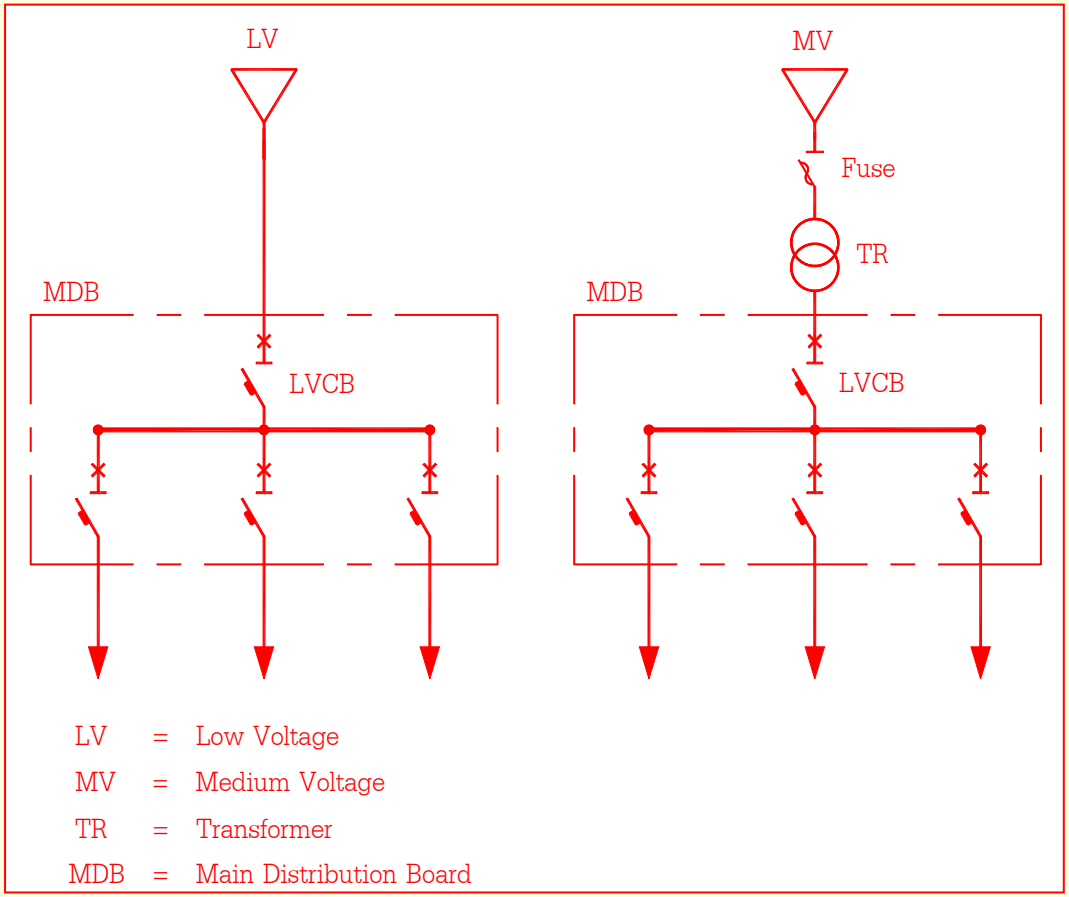
Radial System

- เป็นแบบที่ง่าย ราคาถูก
- เมื่อเกิด **Fault** ที่

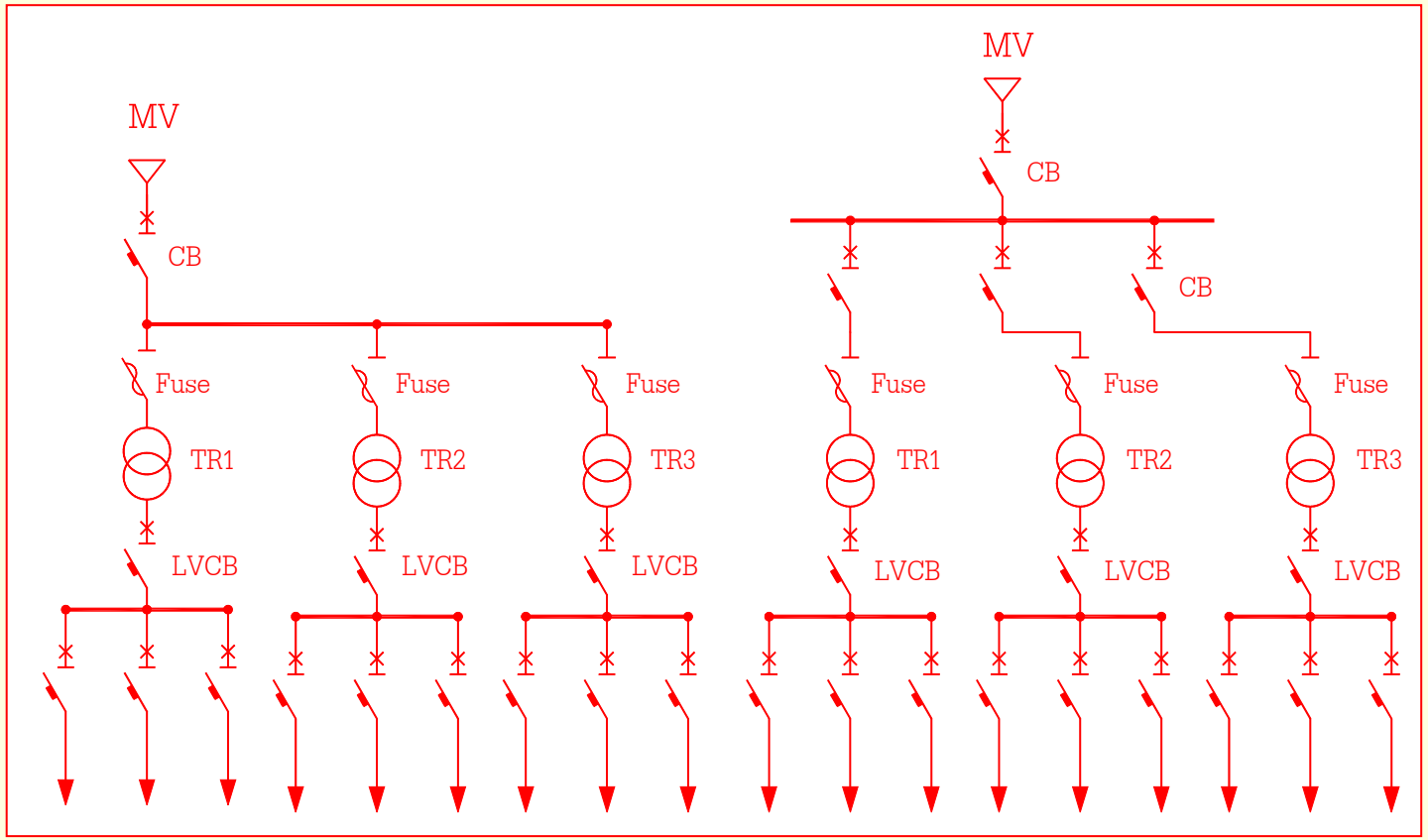
  แหล่งจายไฟ , หม้อแปลง

  บัสประธาน , **CB Main**

  โหลดทั้งหมดจะไม่มีไฟใช้
- มีความเชื่อถือได้ต่ำที่สุด



รูปที่ 2.16 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Radial Circuit



CB = Circuit Breaker (เซอร์กิตเบรกเกอร์)

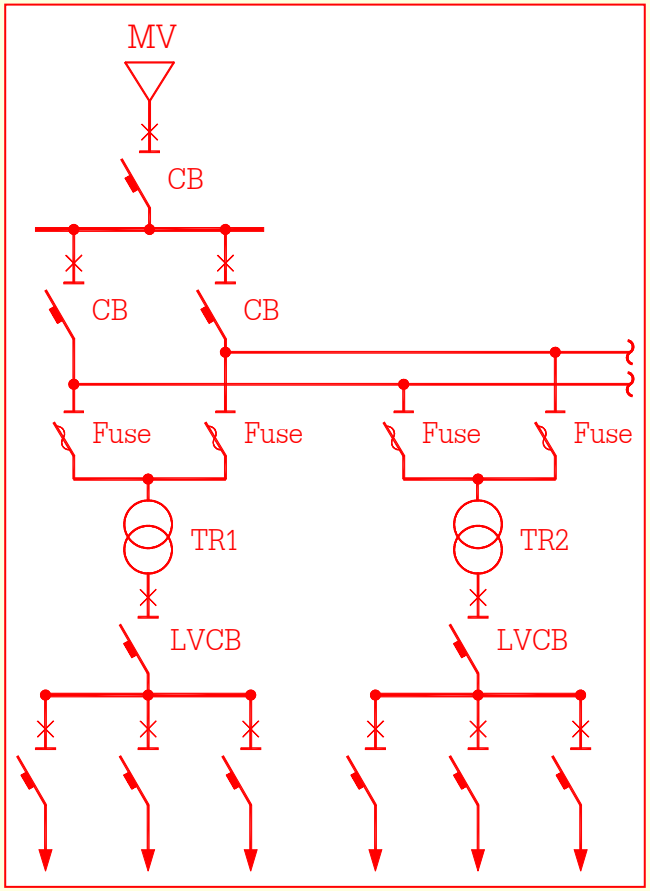
LVCB = เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ

(ก) **(ข)**

รูปที่ 2.17 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Radial Circuit สำหรับอาคารขนาดใหญ่

Primary-Selective System

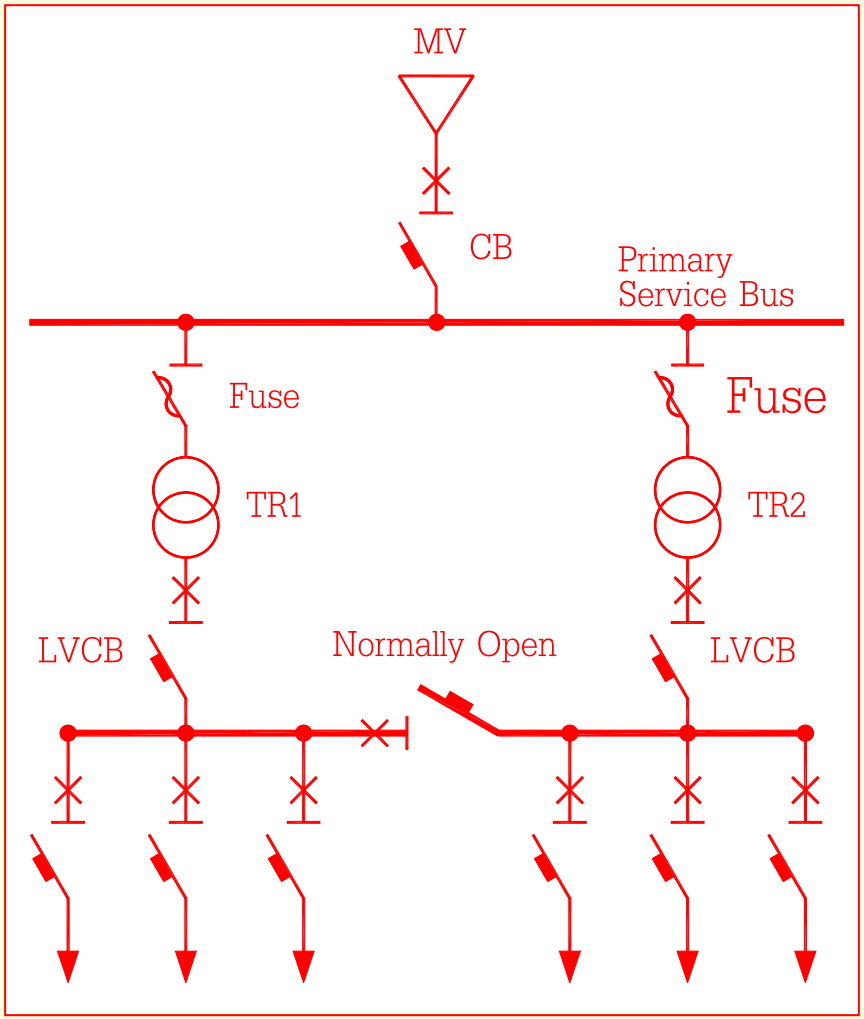
- เพิ่มความเชื่อถือได้
- สายป้อนทางด้าน Primary มี 2 ชุด สามารถสับเปลี่ยนไปใช้ได้
- การสับเปลี่ยนทำได้เป็นแบบ Manual หรือ Automatic



รูปที่ 2.18 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Primary Selective

Secondary Selective System

- ระบบเหมือนมี Radial 2 ชุด
- เมื่อเกิด Fault ที่หม้อแปลงตัวหนึ่ง หรือ CB ชุดหนึ่ง สามารถสับไปใช้อีกชุดหนึ่งได้
- สามารถเพิ่มความเชื่อได้
- นิยมใช้สำหรับอาคารสูง



รูปที่ 2.19 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Secondary Selective

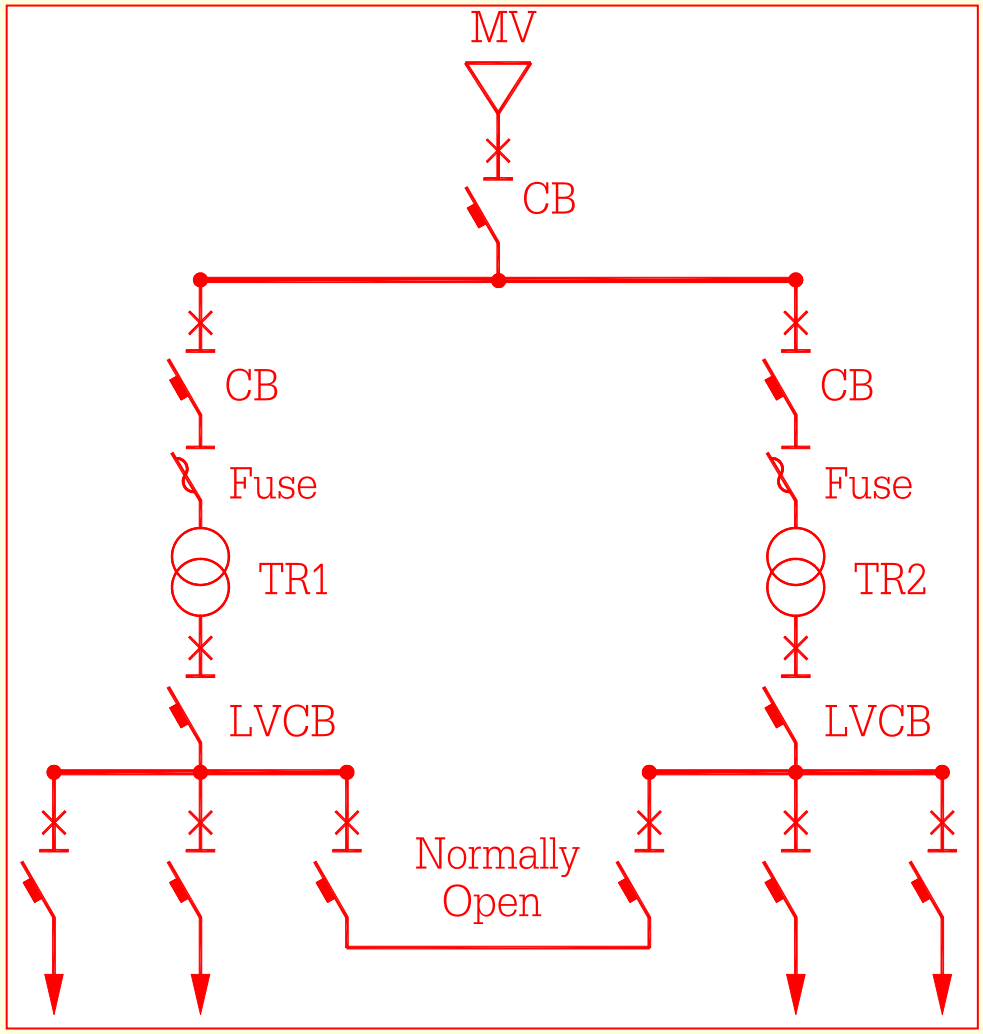
วิธีที่ทำให้หม้อแปลงแต่ละตัวจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นมีอยู่ 4 วิธี

1. เผื่อขนาดหม้อแปลงแต่ละตัวให้จ่ายโหลดทั้งหมดได้เมื่อหม้อแปลงตัวใดตัวหนึ่งชำรุดเสียหายหรือเกิดความบกพร่องที่หม้อแปลง

2. จัดให้มีการระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงโดยวิธี Air Forced Cooling ซึ่งจะทำให้หม้อแปลงสามารถจ่ายโหลด เพิ่มขึ้นจากค่าพิกัดได้ประมาณ 30-40 %

3. ตัดโหลดบางส่วนที่ไม่สำคัญออกในช่วงที่มีการใช้ หม้อแปลงเพียงตัวเดียวในการจ่ายโหลดทั้งหมด แทนหม้อแปลงตัวที่เสียหาย

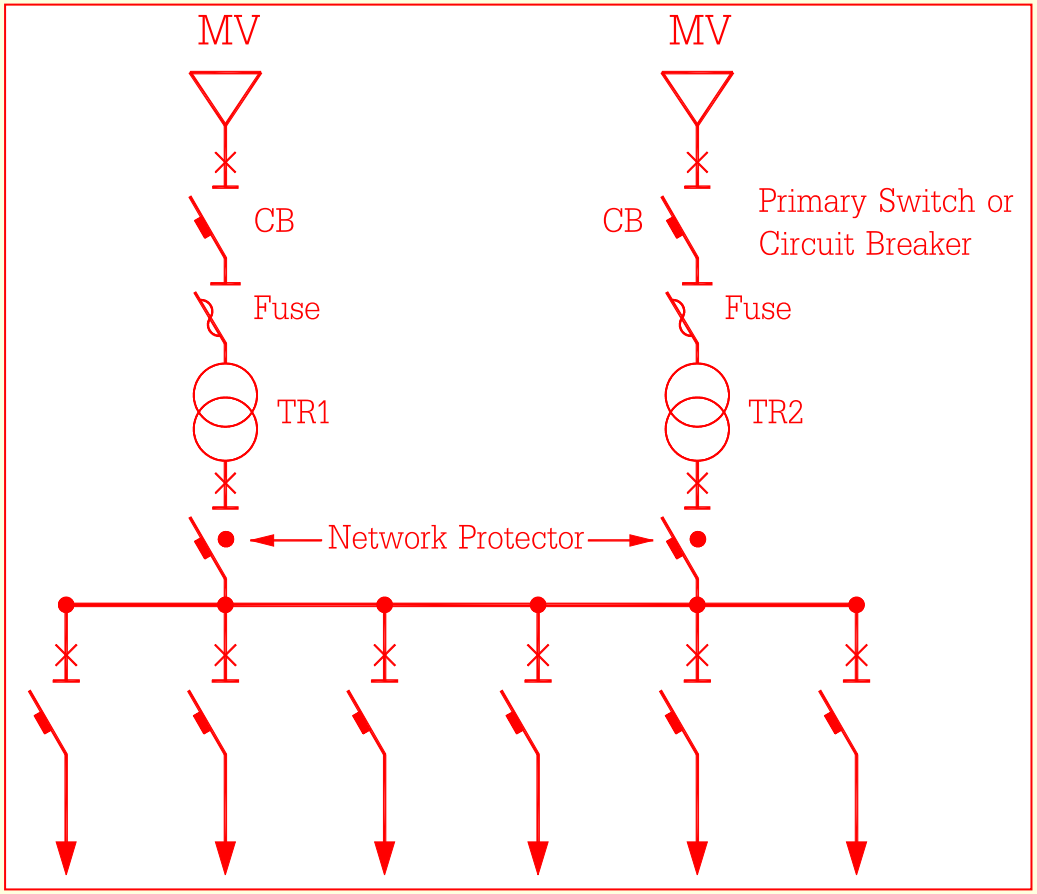
4. ยอมให้หม้อแปลงทำงานเกินค่าพิกัด (Overload) ในช่วงที่มีการซ่อมบำรุงหม้อแปลงตัวที่เสียหาย แต่ทั้งนี้ต้องยอมรับได้ว่าอายุการใช้งานของหม้อแปลงจะสั้นลง



รูปที่ 2.20 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Secondary - Selective อีกแบบหนึ่ง

Secondary Spot Network System

- ทางด้าน LV ของหม้อแปลงต่อขนานกัน
- กระแส Fault จะสูง เนื่องจากมีหม้อแปลงต่อขนานกันหลายชุด
- ป้องกันไฟย้อนเมื่อเกิด Fault ทาง Primary โดยการใช้ Network Protector
- มีความเชื่อถือได้มากที่สุด
- ราคาแพง

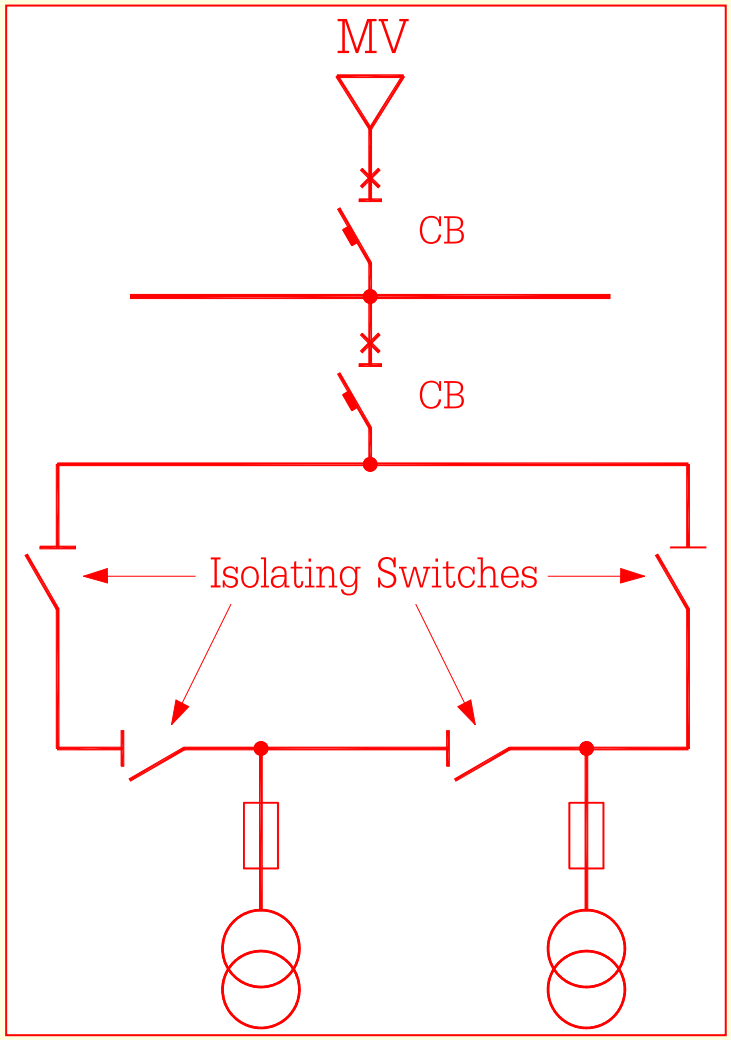


รูปที่ 2.21 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Secondary Spot Network

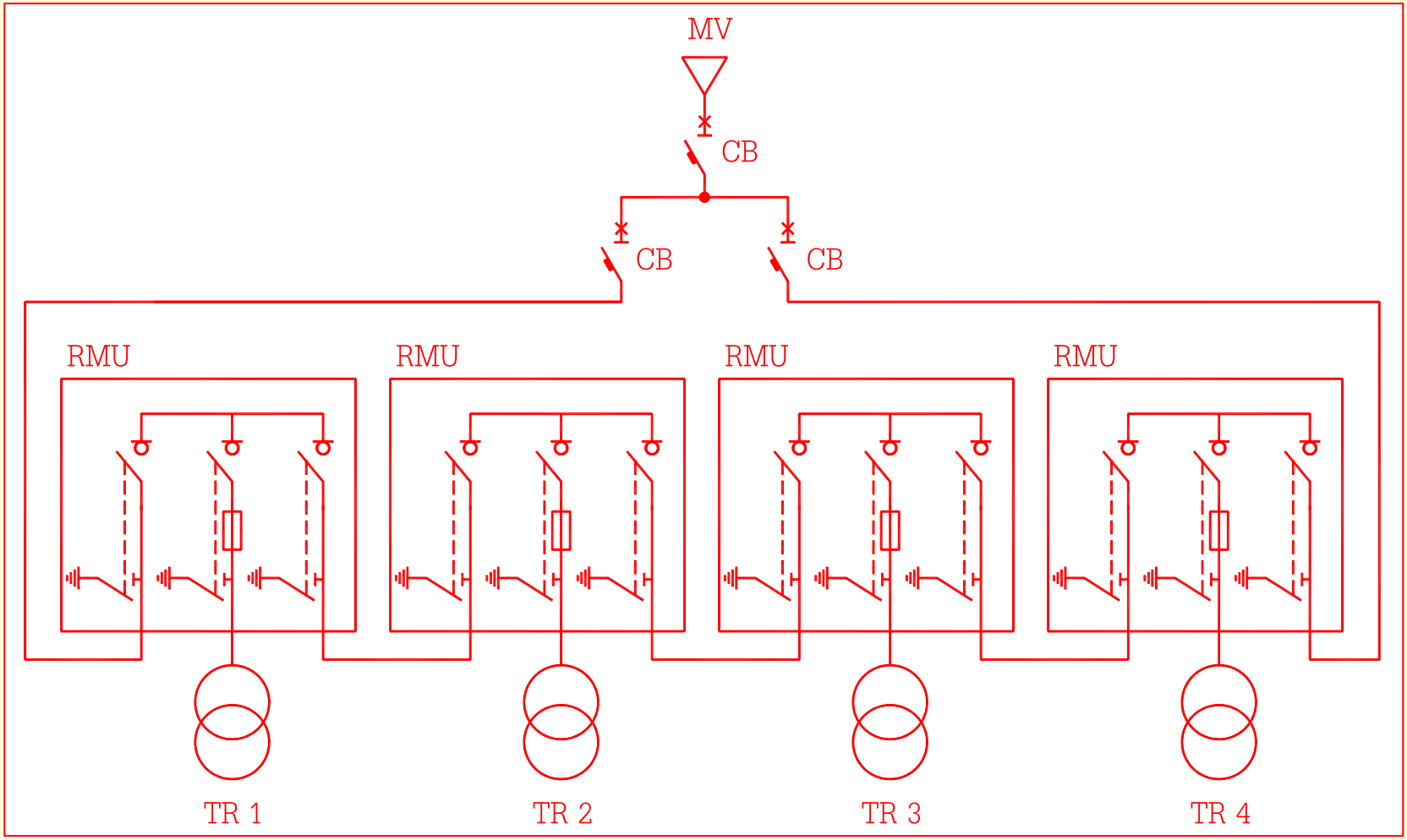
Looped Primary System

- Primary Loop
- อาจเป็น Close Loop หรือ Open Loop ก็ได้
- นิยมใช้เป็นแบบ Open Loop
- แบบ Open Loop อุปกรณ์ที่ใช้คือ

  Ring Main Unit (RMU)



รูปที่ 2.22 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Close Looped Primary



รูปที่ 2.23 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Open Looped Primary

คำถามท้ายบท

1. ระบบไฟฟ้ากำลังแบ่งออกเป็นระบบย่อย ๆ อะไรบ้าง จงอธิบาย
2. ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) เป็นอย่างไร จงอธิบาย
3. ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (MEA) เป็นอย่างไร จงอธิบาย
4. ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) เป็นอย่างไร จงอธิบาย
5. ขนาดมิเตอร์แรงต่ำของ กฟน. เป็นอย่างไร จงอธิบาย

คำถามท้ายบท...(ต่อ)

6. การจ่ายไฟฟ้าแรงดันปานกลางให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทำได้อย่างไร จงอธิบาย

7. จงอธิบายการจ่ายไฟฟ้าแบบ

   Radial System

   Looped Primary

8. จงเขียนวงจรไฟฟ้าแสดงการจ่ายไฟแบบ Secondary Selective System และอธิบายการทำงานของระบบ

9. ใน Secondary Selective System มีวิธีอย่างไรในการให้หม้อแปลงจ่ายไฟให้ระบบเมื่อหม้อแปลงตัวหนึ่งขัดข้อง

คำถามเพิ่มเติม

1. จงอธิบาย Secondary Network System

2. จงอธิบายการใช้ Ring Main Unit (RMU)

สวัสดี