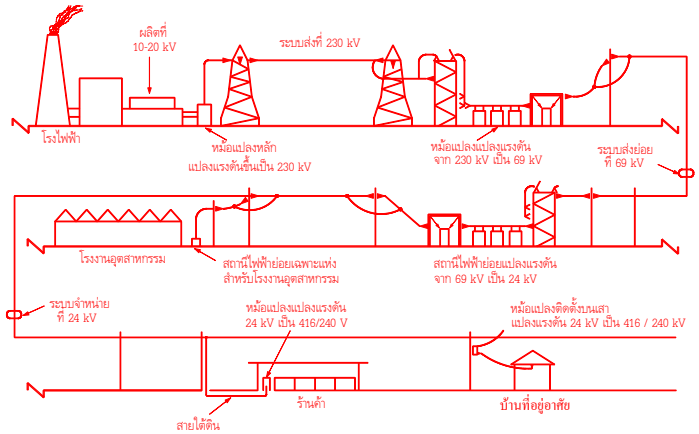
บทที่ 2
ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

2.1 บทนำ

- เครื่องกำเหนิดไฟฟ้า สามารถผลิตได้ที่ระดับแรง ดัน 10-20 kV
- ปัญหาด้านการฉนวน
- การส่งกำลังไฟฟ้าระยะห่างไกลต้องใช้แรงดันสูง
- ต้องทำการแปลงแรงดัน
- เมื่อไฟฟ้าเข้าสู่บริเวณชุมชนต้องลดระดับแรงดันลงเป็นแรงดันปานกลางที่สถานีไฟฟ้าย่อย
- ต้องแปลงแรงดันปานกลางเป็นระดับแรงดันต่ำเพื่อจ่ายไฟให้ บริเวณไฟฟ้าต่าง ๆ

2.2 ระบบไฟฟ้ากำลัง

ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ระบบไฟฟ้ากำลัง

1)ระบบการผลิต (Generating System)

- เปลี่ยนพลังรูปอื่น ๆ เป็นพลังงานไฟฟ้า

2)ระบบการส่ง (Transmission System)

- ส่งพลังงานไฟฟ้าจากระบบการผลิตไปยังระบบการจำหน่าย
- ในระดับแรงดันสูง

3)ระบบการจำหน่าย (Distribution System)

- ลดแรงดันสูงของของระบบการส่งเป็นแรงดัน ปานกลาง
- ที่สถานีไฟฟ้าย่อย

4)ระบบการใช้กำลังไฟฟ้า (Utilization System)

- รับไฟจากระบบการจำหน่าย
- แปลงแรงดันปานกลางเป็นแรงดันต่ำ
- จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับบริภัณฑ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า

2.3 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในประเทศไทย

รัฐวิสาหกิจ 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

- มีหน้าที่ จัดหาแหล่งพลังงาน และผลิตกำลังไฟฟ้า จัดซื้อหรือขายกับประเทศเพื่อนบ้าน และการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

รัฐบาลมีนโยบายให้บริษัทเอกชนตั้งโรงงานไฟฟ้า

มี 2 ขนาด

1. บริษัทผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Independent Power Producer หรือ IPP)
2. บริษัทผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Small Power Producer หรือ SPP)

โรงไฟฟ้า การไฟฟ้าผ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีโรงไฟฟ้าอยู่หลายแบบ

1) โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

- สร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ
- พลังงานของน้ำ หมุนกังหันและหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 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
- ประสิทธิภาพสูง

ระบบการส่ง

- ส่งกำลังไฟฟ้าจากแหล่งกำเหนิดไปยังบริเวณไกล ๆ
- ต้องมีระยะส่ง
- 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

ระบบการส่งกำลังไฟฟ้าย่อย (Subtransmission System)

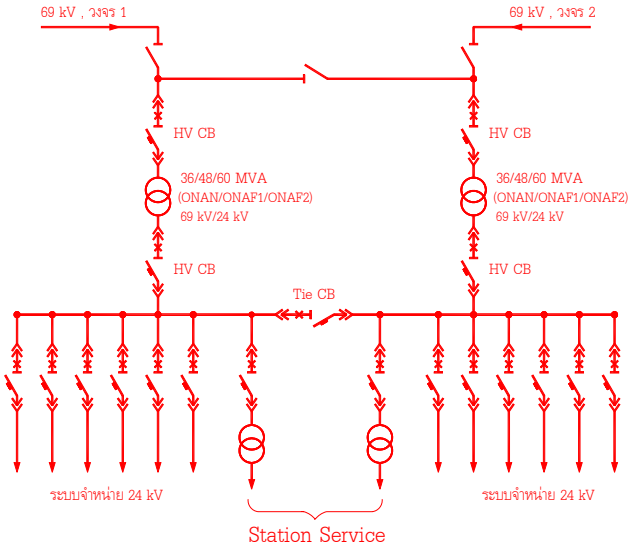
- 230 kV
- 115 kV
- 69 kV

ระบบการจำหน่าย (Distribution System)

- แปลงแรงดัน 69 kV หรือ 115 kV เป็น 24 kV หรือ 12 kV
- สายส่ง 69 kV หรือ 115 kV เข้า 2 วงจร
- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) จำนวน 2-4 ชุด
- ชุดสายป้อนจ่ายโหลด

8 MVA	ที่	12 kV
15 MVA	ที่	24 kV

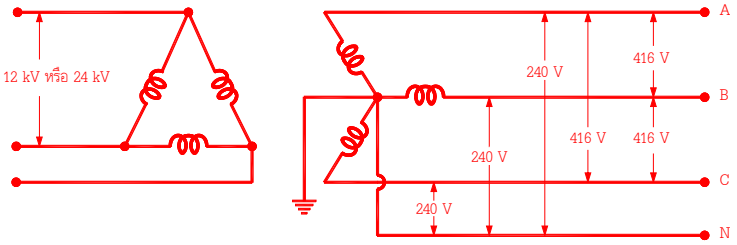
หมายเหตุ กฟน. กำลังแก้ไขระบบไฟฟ้าจาก 12 kV เป็น 24 kV ผู้ออกแบบควรออกแบบที่ระบบ 24 kV



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
- หันมาเชื่อมโยงเข้าสายส่งแรงสูงของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

2) ซื้อจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

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

3) ซื้อจากการไฟฟ้านครหลวง

- ที่อยู่ใกล้เขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง

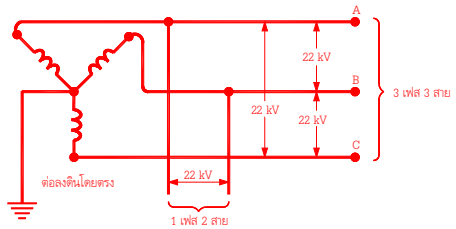
4) ซื้อจากการพลังงานแห่งชาติ

- โรงจักรพลังน้ำ ขนาด 100 kW

ระบบการจำหน่ายแรงดันปานกลาง

1) ระบบแรงดัน 22 kV Conventional Solidly Grounded System

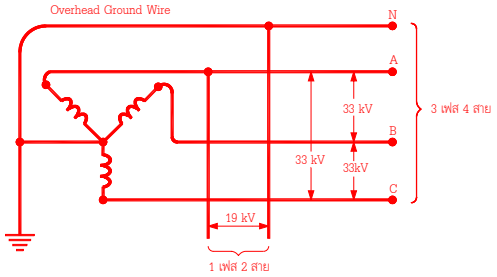
- ใช้เกือบทั้งประเทศ
- ระบบ 3 เฟส 3 สาย และ 3 เฟส 4 สาย



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

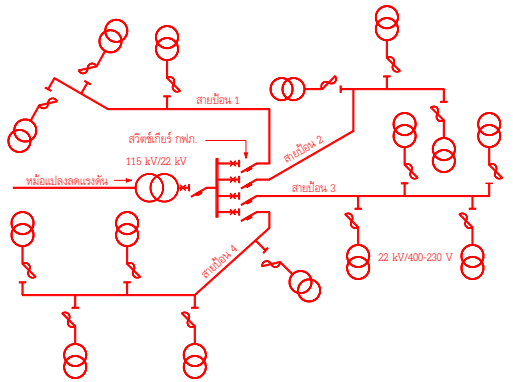


รูปที่ 2.5 ระบบ 33 kV Multigrounded System With Overhead Ground Wire

สายส่งเหนือศีรษะ (Overhead Aerial System)

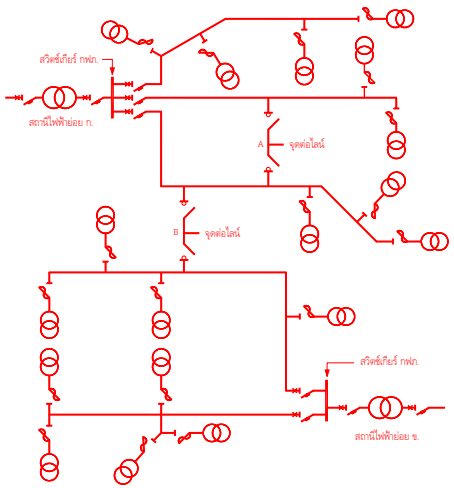
มี 2 แบบ

- ***Radial Line***



รูปที่ 2.6 ระบบการจำหน่ายแรงดันปานกลางแบบ Radial Line

- *Tie Line ระหว่างสายป้อน*



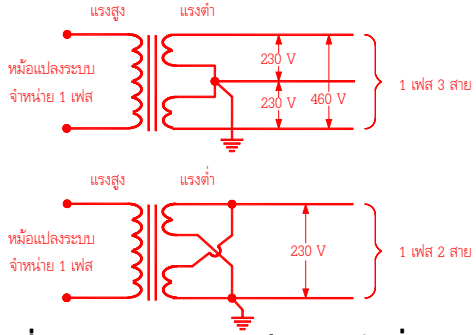
รูปที่ 2.7 ระบบการจำหน่ายแรงดันปานกลางแบบมี Tie Line ระหว่างสายป้อน

ระบบการจำหน่ายแรงดันต่ำ

1) ระบบการจำหน่ายแรงต่ำ 1 เฟส

1 เฟส 2 สาย 230 V

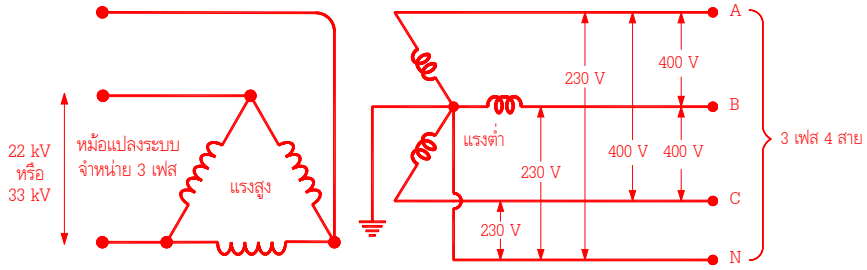
1 เฟส 3 สาย 460/230 V



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 ปริมาณการใช้ไฟฟ้า
- โหลดน้อยกว่า 300 kVA จะจ่ายแรงดันต่ำ (Low Voltage)
- สถานประกอบการขนาดใหญ่มีการใช้ไฟฟ้าปริมาณสูง 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

15A (300 kVA)

750 A (15000 kVA)

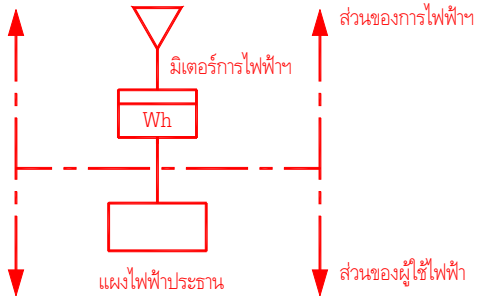
4)มิเตอร์ 24 kV 3 เฟส 3 สาย

10A (400 kVA)

625 A (25000 kVA)

ลักษณะการจ่ายไฟฟ้าระหว่างการไฟฟ้าฯ กับผู้ใช้ไฟ

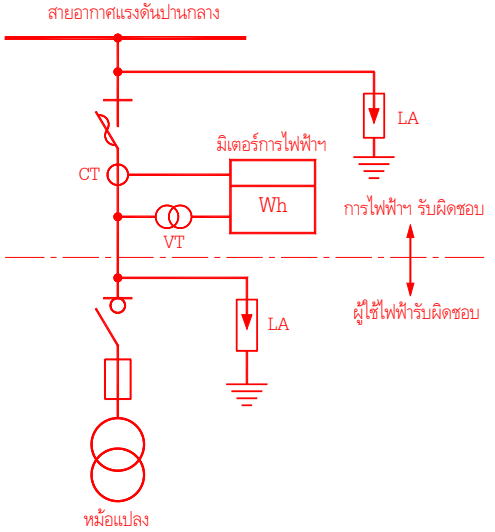
1) แรงดันต่ำ



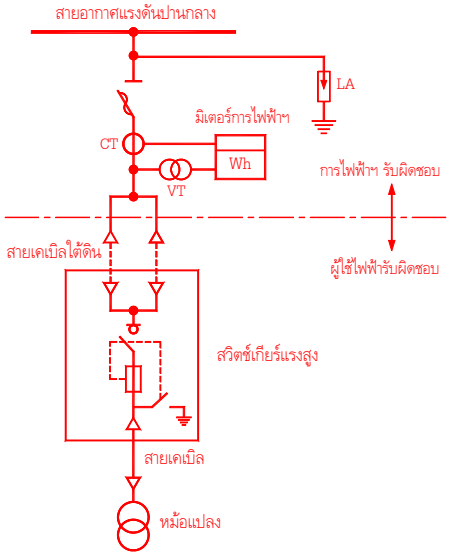
รูปที่ 2.10 การจ่ายไฟฟ้าในระบบแรงดันต่ำ

2) แรงดันปานกลาง

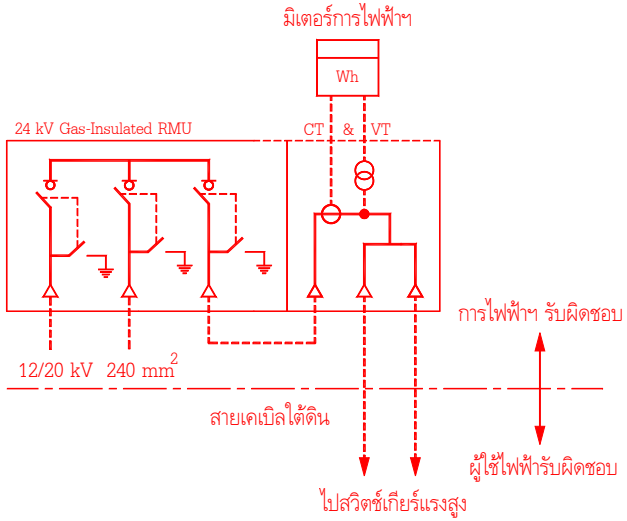
- ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟฟ้าด้วยสายอากาศ จากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ
- ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟฟ้าด้วยสายไฟฟ้าใต้ดิน จากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ
- ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟฟ้าด้วยสายไฟฟ้าใต้ดิน จากสายป้อนใต้ดินของการไฟฟ้าฯ



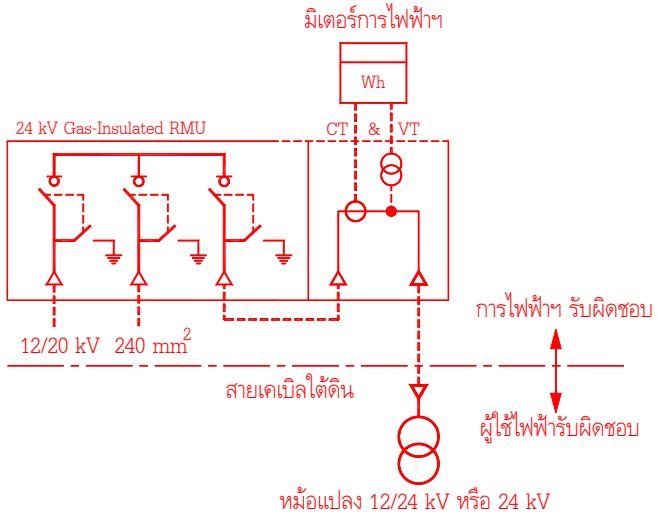
ธูปที่ 2.11 ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟด้วยสายอากาศจากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ



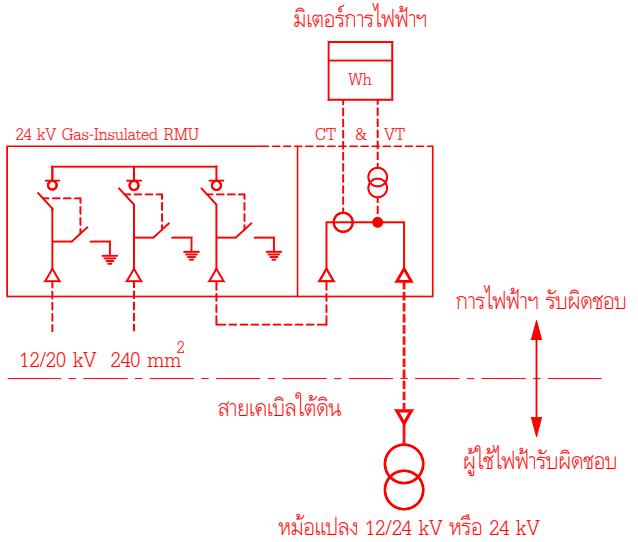
ธูปที่ 2.12 ผู้ใช้ไฟฟ้ารับไฟด้วยสายใต้ดินจากสายป้อนอากาศของการไฟฟ้าฯ



ธูปที่ 2.13 บริภัณฑ์ป้องกันเป็นแบบสวิตช์



รูปที่ 2.14 บริภัณฑ์ป้องกันเป็นแบบสวิตซ์ และ ฟิวส์



รูปที่ 2.15 บริภัณฑ์ป้องกันเป็นแบบเซอร์กิตเบรกเกอร์

2.8 การจัดวงจรการจ่ายไฟฟ้า

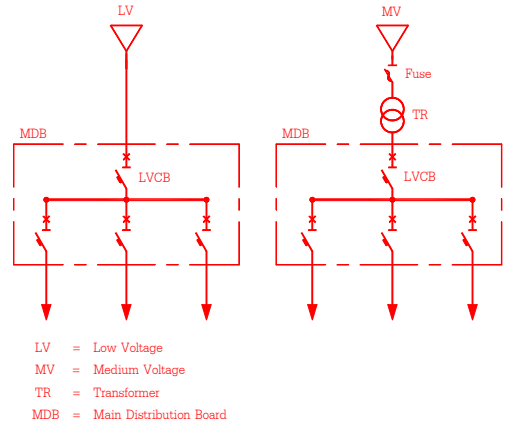
(Distribution Circuit Arrangements)

จัดเป็น 5 แบบ คือ

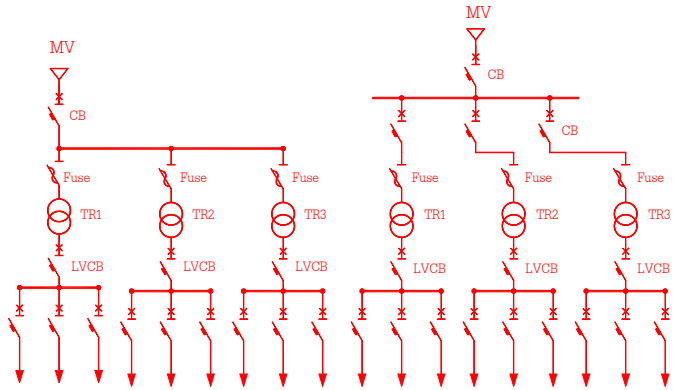
1. **Radial System**
2. **Primary-Selective System**
3. **Secondary-Selective System**
4. **Secondary Spot Network System**
5. **Looped Primary System**

Radial System

- *เป็นแบบที่ง่าย*
- *ราคาถูก*



รูปที่ 2.16 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Radial Circuit



CB = Circuit Breaker (เซอร์กิตเบรกเกอร์)

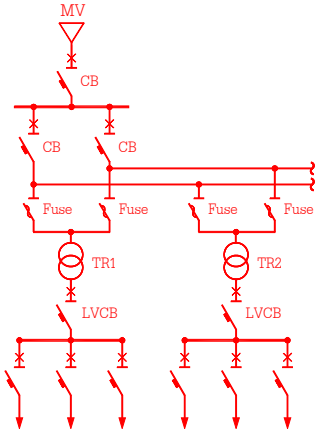
LVCB = เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ

(ก) (ข)

รูปที่ 2.17 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Radial Circuit สำหรับอาคารขนาดใหญ่

Primary-Selective System

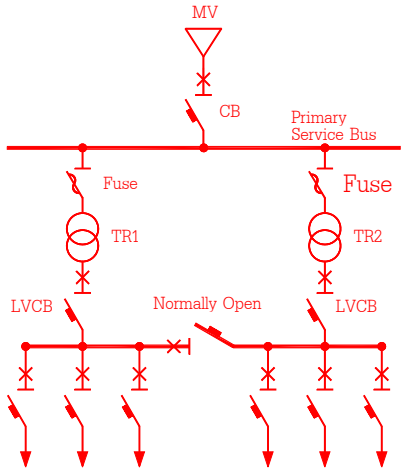
- เพิ่มความเชื่อถือได้



รูปที่ 2.18 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Primary Selective

Secondary Selective System

- *สามารถเพิ่มความเชื่อได้*
- *อาจให้หม้อแปลงแต่ละตัวจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างเพียงพอให้โหลดของหม้อแปลงอีกตัวหนึ่งได้*



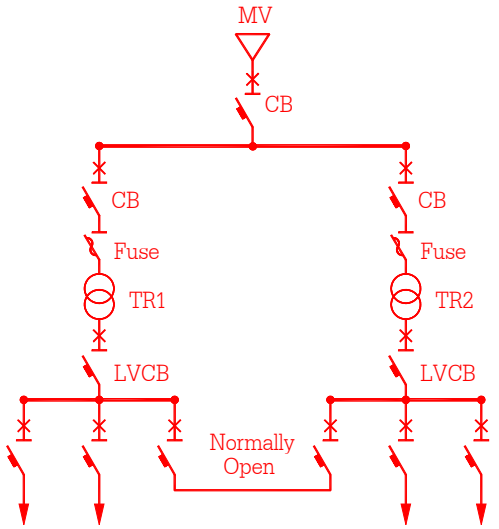
รูปที่ 2.19 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Secondary Selective

วิธีที่ทำให้หม้อแปลงแต่ละตัวจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นมีอยู่ 4 วิธี

1. เผื่อขนาดหม้อแปลงแต่ละตัวให้จ่ายโหลดทั้งหมดได้เมื่อ หม้อแปลงตัวใดตัวหนึ่งชำรุดเสียหายหรือเกิดความบกพร่องที่หม้อแแปลง
2. จัดให้มีการระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงโดยวิธี Air Forced Cooling ซึ่งจะทำให้หม้อแปลงสามารถจ่ายโหลดเพิ่มขึ้นจากค่าพิกัดได้ประมาณ 30-40 %

3. ตัดโหลดบางส่วนที่ไม่สำคัญออกในช่วงที่มีการใช้ หม้อแปลงเพียงตัวเดียวในการจ่ายโหลดทั้งหมด แทนหม้อแปลงตัวที่เสียหาย

4. ยอมให้หม้อแปลงทำงานเกินค่าพิกัด (Overload) ในช่วงที่มีการซ่อมบำรุงหม้อแปลงตัวที่เสียหาย แต่ทั้งนี้ต้องยอมรับได้ว่าอายุการใช้งานของหม้อแปลงจะสั้นลง

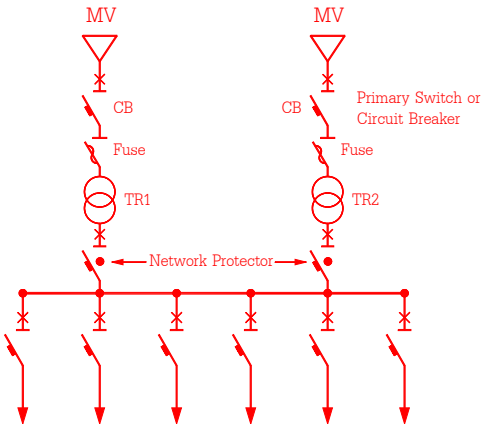


รูปที่ 2.20 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Secondary – Selective อีกแบบหนึ่ง

Secondary Spot Network System

- *มีความเชื่อถือได้มากที่สุด*
- *ราคาแพง*
- *ต้องมีการป้องกันวงจรข่าย*

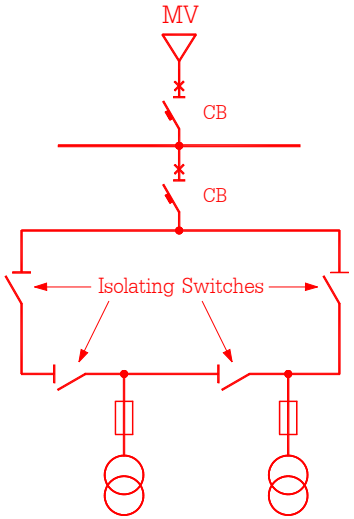
  (Network Protection)



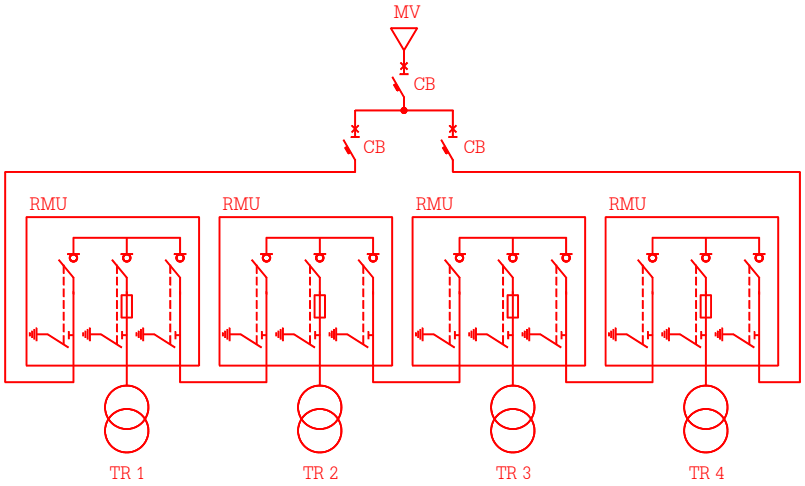
รูปที่ 2.21 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Secondary Spot Network

Looped Primary System

- *Close Loop*
- *Open Loop*



รูปที่ 2.22 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Close Looped Primary



รูปที่ 2.23 การจ่ายไฟฟ้าแบบ Open Looped Primary

THE END