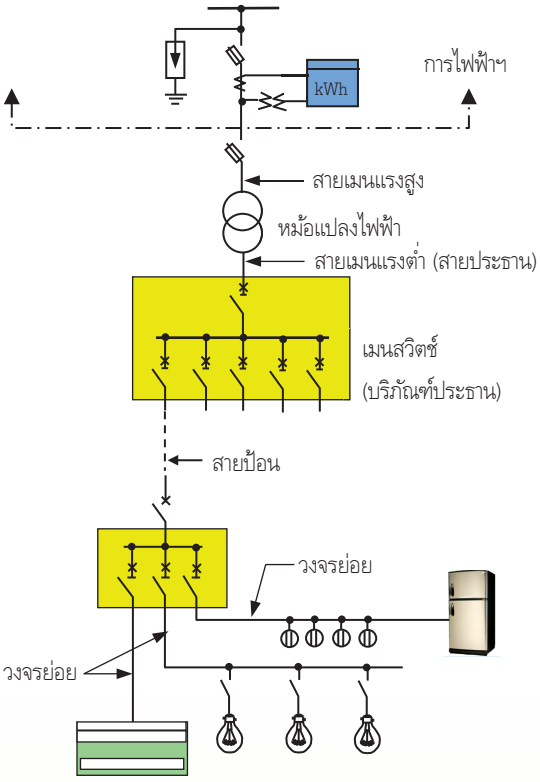
บทที่ 5 การคำนวณโหลดทางไฟฟ้า

การคำนวณโหลดทางไฟฟ้าเป็นการคำนวณเพื่อหาปริมาณไฟฟ้าในวงจร เริ่มตั้งแต่วงจรย่อย สายป้อน และโหลดรวมของสถานที่ใช้ไฟ ซึ่งก็จะสามารถกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินและสายไฟฟ้า รวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้าด้วย (ถ้ามี) ส่วนประกอบหลักของวงจรไฟฟ้าเป็นตามที่แสดงในรูปที่ 5.1 สำหรับโหลดที่เป็นมอเตอร์ให้ดูรายละเอียดในเรื่องมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 5.1 วงจรการจ่ายไฟทั่วไป

วงจรย่อย หมายถึงตัวนำของวงจรระหว่างอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินจุดสุดท้ายกับจุดจ่ายไฟหรือจุดใช้ไฟ ระหว่างนั้นอาจมีสวิตช์หรือ เครื่องปลดวงจร หรือเครื่องป้องกันที่ใช้เฉพาะตัวของอุปกรณ์อีกก็ได้ แบ่งตามการออกแบบทั่วไปได้ดังนี้

- วงจรย่อยแสงสว่าง
- วงจรย่อยเต้ารับ
- วงจรย่อยเฉพาะ (โหลดเฉพาะตัว)
- วงจรย่อยมอเตอร์

สายป้อน หมายถึงตัวนำของวงจรระหว่างบริภัณฑ์ประธานกับอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยตัวสุดท้าย

สายป้อนจึงทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับวงจรย่อยหรือสายป้อนด้วยกัน สายป้อนในวงจรไฟฟ้าจึงมีได้หลายช่วง

สายเมน หรือสายเมนเข้าอาคาร หรือตัวนำประธาน หมายถึงตัวนำที่ต่อระหว่างเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ กับบริภัณฑ์ประธาน (ทั้งระบบแรงสูงและแรงต่ำ)

ในระบบแรงต่ำ สายเมนคือสายไฟฟ้าฯ ที่ต่อจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าไปยังเมนสวิตช์ (บริภัณฑ์ประธาน)

ในระบบแรงสูง จะรวมถึงสายเมนแรงสูงจากการไฟฟ้าฯ ไปยังหม้อแปลงไฟฟ้า และสายเมนแรงต่ำที่ต่อจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังเมนสวิตช์

การคำนวณโหลดทางไฟฟ้าแบ่งได้ดังนี้

1. โหลดทั่วไป
2. โหลดอาคารชุด
3. โหลดมอเตอร์ไฟฟ้า

ในบทนี้จะกล่าวเฉพาะโหลดทั่วไป และโหลดอาคารชุด สำหรับโหลดมอเตอร์อยู่ในเรื่องมอเตอร์ไฟฟ้า

5.1 การคำนวณโหลดสำหรับทั่วไป

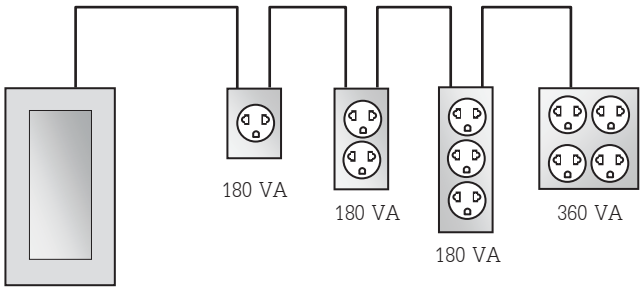
5.1.1 การคำนวณวงจรย่อย การคำนวณโหลดในวงจรย่อย จะแบ่งโหลดออกเป็น 3 กลุ่ม และคำนวณดังนี้

1. โหลดแสงสว่าง คำนวณตามโหลดที่ติดตั้งจริงในวงจร

2. โหลดเต้ารับ แบ่งเป็น

- เต้ารับใช้งานทั่วไป หมายถึงเต้ารับที่ติดตั้งโดยทั่วไปในอาคารโดยยังไม่ทราบว่าจะใช้กับโหลดอะไร จึงเป็นการคิดโหลดเฉลี่ยคือโดยประมาณชุดละ 180 VA ทั้งเต้ารับเดี่ยว คู่ และ 3 เต้า สำหรับเต้ารับชนิด 4 เต้า คิดโหลดชุดละ 360 VA (รูปที่ 5.2)

- เต้ารับที่ทราบโหลดแน่นอนแล้วเช่น เต้ารับสำหรับเครื่องซักผ้า หม้อหุงข้าว และตู้เย็น เป็นต้น ให้ใช้ขนาดโหลดตามขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น



รูปที่ 5.2 โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป

3. โหลดอื่น ๆ คิดโหลดที่ต่อใช้งานอย่างถาวรจากวงจรนั้นเช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องปรับอากาศ และเครื่องจักร เป็นต้น ขนาดโหลดคิดตามขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น

ขนาดของวงจรย่อยกำหนดเป็น ampere แต่ในการคำนวณจะนิยมทำเป็น VA เพื่อความสะดวกในการรวมโหลดเข้าด้วยกัน ดังนี้

ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย แรงดัน 230 V

$$VA = V \times I$$

ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย แรงดัน 230/400 V

$$VA = \sqrt{3}V \times I$$

1. การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย ต้องไม่ต่ำกว่าผลรวมของโหลดที่คำนวณได้

เครื่องป้องกันกระแสเกินที่นิยมใช้คือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดของวงจรย่อยไฟฟ้าแสงสว่างที่นิยมใช้และเป็นไปตามขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ตาม IEC ได้แก่ 16, 20, 25, 32, 40, 50 A ขนาดที่ใหญ่กว่านี้จะใช้กับโหลดเฉพาะตัว

2. การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย และไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

ตัวอย่างที่ 5.1 วงจรย่อยแสงสว่างวงจรหนึ่งจ่ายไฟให้หลอด fluorescent กำหนดให้กระแสหลอดละ 0.4 A จำนวน 10 หลอด ต้องการกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินและสายไฟฟ้า กำหนดให้สายไฟฟ้าเป็นชนิด IEC 01 เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง

วิธีทำ

โหลดแสงสว่าง = 10 × 0.4 = 4 A

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 16 A

ตารางที่ 5-20 (ภาคผนวก A) สาย IEC 01 เดินร้อยท่อเกาะผนังขนาด 2.5 ตร.มม. (21 A)

หมายเหตุ *สามารถใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์เล็กกว่า 16 A ก็ได้ แต่เนื่องจากขนาดสายไฟฟ้าตามข้อกำหนดของวงจรย่อยต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. การใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์เล็กกว่านี้จึงไม่มีผลให้สายไฟฟ้าเล็กลงได้ จึงเลือกใช้ขนาด 16 A ซึ่งมีข้อดีที่จะมีสำรองไว้สำหรับการเพิ่มโหลดในอนาคตได้ด้วย*

3. การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วของวงจรย่อย เป็นการติดตั้งเพื่อป้องกันอันตรายต่อบุคคลจากไฟฟ้าดูด ดังนี้

(1) เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัยและที่คล้ายคลึงกัน วงจรย่อยต่อไปนี้นอกจากมีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแล้ว ต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด I_{Δ_n} ไม่เกิน 30 mA เพิ่มเติมด้วย ได้แก่

- วงจรเต้ารับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถยนต์ ห้องครัว ห้องใต้ดิน
- วงจรเต้ารับในบริเวณ อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ ที่มีการติดตั้งเต้ารับภายในระยะ 1.5 เมตร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง)
- วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ทุกวงจร
- วงจรเต้ารับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น 1) รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน
- วงจรย่อยสำหรับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน อ่างอาบน้ำ

หมายเหตุ *ตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ หมายถึงอยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 ม. ในแนวดิ่ง หรือ 1.5 ม. ในแนวระดับ และบุคคลสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ตั้งใจ*

(2) เครื่องตัดไฟรั่วในสถานประกอบการที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย วงจรย่อยต่อไปนี้นอกจากมีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแล้ว ต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด I_{Δ_n} ไม่เกิน 30 mA เพิ่มเติมด้วย ได้แก่

- วงจรย่อยสำหรับสระหรืออ่างกายภาพบำบัด ธาราบำบัด อ่างน้ำแร่ (spa) อ่างน้ำร้อน (hot tub) อ่างนวดตัว และบริภัณฑ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน
- วงจรย่อยสำหรับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องทำน้ำเย็น เครื่องทำน้ำแข็ง ตู้แช่ เครื่องซักผ้า และบริภัณฑ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน
- วงจรย่อยสำหรับเต้ารับ ในบริเวณต่อไปนี้
  (1) ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องครัว
  (2) สถานที่ทำงานก่อสร้าง ซ่อมบำรุง บนดาดฟ้า อู่ซ่อมรถ

(3) ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ สะพานปลาที่ทำการเกษตร พืชสวนและปศุสัตว์

(4) การแสดงเพื่อการพักผ่อนในที่สาธารณะกลางแจ้ง

(5) งานแสดงหรืองานขายสินค้า ตลาดและที่คล้ายคลึงกัน

(6) วงจรเต้ารับที่อยู่ชั้นล่าง (ชั้น 1) ชั้นใต้ดิน รวมถึงวงจรเต้ารับที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน

- วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายไฟภายนอกอาคาร และบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ทุกวงจร ตัวอย่าง ตู้ ATM ตู้ซักผ้าหยอดเหรียญ เป็นต้น

5.1.2 การคำนวณสายป้อน เป็นการคำนวณโหลดทั้งหมดที่ต่อใช้งานในสายป้อนนั้น แต่เนื่องจากการใช้ไฟฟ้าอาจไม่พร้อมกัน ดังนั้นในการคำนวณจึงอนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ได้ตามที่กำหนดในตารางที่ 5.1 ถึง 5.3 (ผู้ออกแบบอาจเลือกไม่ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ก็ได้)

เต้ารับอื่นที่ไม่ใช่เต้ารับใช้งานทั่วไปตามตารางที่ 5.2 ให้คิดโหลดจากเต้ารับตัวแรกที่มีขนาดโหลดสูงสุดบวกกับ 40% ของโหลดเต้ารับที่เหลือ

โหลดอื่นนอกเหนือจากที่กำหนดในตาราง ผู้ออกแบบสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง

เพื่อความสะดวกในการคำนวน จะรวมโหลดประเภทที่ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์เดียวกันไว้ด้วยกัน เมื่อปรับด้วยดีมานด์แฟกเตอร์แล้วจึงนำมารวมกัน

1. การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน ต้องไม่ต่ำกว่าผลรวมของโหลดที่คำนวณได้เมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว สำหรับโหลดอื่นดีมานด์แฟกเตอร์กำหนดตามสภาพการใช้งาน

2. การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า

(1) สายเส้นไฟ สายไฟฟ้าต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน และไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

(2) สายนิวทรัล ในระบบ 3 เฟส 4 สาย สายนิวทรัลจะต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะสามารถนำกระแสได้ และมีขนาดไม่เล็กกว่าสายดินของวงจรนั้น (การกำหนดขนาดสายดิน ดูเรื่องการต่อลงดิน)

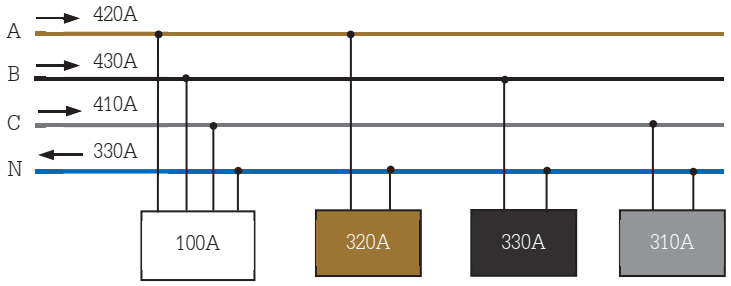
กระแสที่คาดว่าจะไหลในสายนิวทรัลคิดจากโหลด 1 เฟสของวงจร เลือกเฟสที่มากที่สุดเป็นกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุด และดำเนินการดังนี้

(1) กรณีกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดไม่เกิน 200 A ขนาดกระแสของสายนิวทรัลต้องไม่ต่ำกว่าโหลดไม่สมดุลนั้น

(2) กรณีกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดเกิน 200 A ขนาดกระแสของสายนิวทรัลต้องไม่ต่ำกว่า 200 A + 70% ของส่วนที่เกิน 200 A

(3) ถ้าโหลดไม่สมดุลเป็นประเภทหลอดดีสชาร์จเช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดฮาโลเจน อุปกรณ์ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่ทำให้มีกระแสฮาร์มอนิกส์ไหลในสายนิวทรัล สายนิวทรัลต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าโหลดไม่สมดุลนั้น

หมายเหตุ *ในบางวงจรอาจมีกระแสไหลในสายนิวทรัลสูงกว่าสายเส้นไฟได้เช่น ใน data center เป็นต้น กรณีนี้สายนิวทรัลอาจมีขนาดใหญ่กว่าสายเส้นไฟได้*



รูปที่ 5.3 แสดงกระแสสูงสุดที่คาดว่าจะไหลในสายนิวทรัล
(ใช้เพื่อการกำหนดขนาดสายนิวทรัล)

จากรูปที่ 5.3 เป็นกระแสรวมของโหลด 3 เฟส และ 1 เฟส ของแต่ละเฟส กระแสสูงสุดที่คาดว่าจะไหลในสายนิวทรัลคิดจากโหลด 1 เฟส เลือกเฟสที่มากที่สุดคือ 330 A สายนิวทรัลต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 330 A แต่ถ้าโหลดไม่ใช่โหลดที่มีกระแสฮาร์มอนิกส์ ขนาดกระแสของสายนิวทรัลสามารถลดลงได้ ดังนี้

ขนาดกระแสของสายนิวทรัลต้องไม่ต่ำกว่า 200 A + 70% ของส่วนที่เกิน 200 A

ขนาดกระแสของสายนิวทรัล $\geq 200 + (0.7 \times 130) \geq 291$ A

ตารางที่ 5.1 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 3,000 เกิน 3,000 แต่ไม่เกิน 120,000 ส่วนที่เกิน 120,000	100 35 25
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้ *	ไม่เกิน 20,000 เกิน 20,000 แต่ไม่เกิน 100,000 ส่วนที่เกิน 100,000	60 50 35
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500 ส่วนที่เกิน 12,500	100 50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

หมายเหตุ ** ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแห่งของโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ห้องอาหารหรือห้องโถง เป็นต้น*

ตารางที่ 5.2 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดเต้ารับ ในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 5.3 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 A + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 A
	เครื่องทำน้ำร้อน (หรือน้ำอุ่น)	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้า รวมถึง ห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% ของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
3. โรงแรม และอาคาร ประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำความร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศประเภท แยกแต่ละห้อง	75%

ตัวอย่างที่ 5.2 สายป้อน 1 เฟส 2 สาย วงจรหนึ่งของอาคารที่พักอาศัย ประกอบด้วยโหลดตามที่แสดงในรูปข้างล่าง ต้องการกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า กำหนดให้ใช้สาย IEC 01 เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง

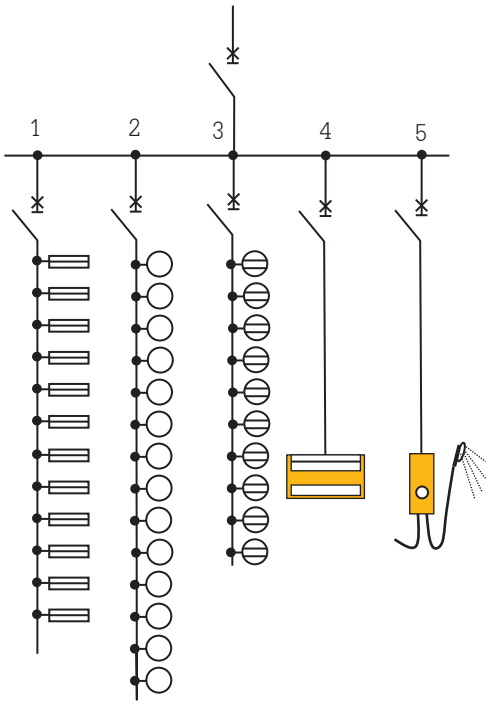
วงจรที่ 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดชุดละ 2×40 วัตต์ กระแสชุดละ 0.4 A จำนวน 12 ชุด

วงจรที่ 2 หลอด LED กระแสชุดละ 0.1 A จำนวน 14 หลอด

วงจรที่ 3 เต้ารับใช้งานทั่วไป จำนวน 10 ชุด

วงจรที่ 4 เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu, 1.5 kVA

วงจรที่ 5 เครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 3.3 kW



วิธีทำ

วงจรย่อยที่ 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โหลด = 0.4 × 12 × 230 = 1,104 VA

วงจรย่อยที่ 2 หลอด LED โหลด = 0.1 × 14 × 230 = 322 A

วงจรย่อยที่ 3 เต้ารับใช้งานทั่วไป โหลด = 180 × 10 = 1,800 VA

วงจรย่อยที่ 4 เครื่องปรับอากาศ โหลด = 1,500 VA

วงจรย่อยที่ 5 เครื่องทำน้ำอุ่น โหลด = 3.3 kW = 3,300 VA

หาโหลดรวม (แบ่งโหลดเป็นกลุ่มและใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามที่กำหนดข้างต้น)

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.1

ไฟฟ้าแสงสว่าง = 1,104 + 322 = 1,426 VA

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,426 VA (ไม่เกิน 3,000 VA คิด 100%)

2. เต้ารับใช้งานทั่วไป

ดีมานด์แฟกเตอร์ 100% (ตารางที่ 5.2 ใช้สำหรับสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,800 VA

3. เครื่องปรับอากาศ

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.3 (100%)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,500 VA

4. เครื่องทำน้ำอุ่น

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.3 (100%)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 3,300 VA

โหลดรวม = 1,426 + 1,800 + 1,500 + 3,300 = 8,026 VA

เซอร์กิตเบรกเกอร์ = $\frac{8026}{230}$ = 34.9 A

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 40 A

ตารางที่ 5-20, สายไฟฟ้าต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 40 A ใช้สาย IEC 01 ขนาด 10 ตร.มม. (50 A) เดินร้อยท่อเกาะผนัง

5.1.3 การคำนวณโหลดรวม เป็นการคำนวณหาโหลดทั้งหมดของอาคาร (หรือหม้อแปลง) การคำนวณดำเนินการเหมือนกับการคำนวณสายป้อนรวมทั้งใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตารางเดียวกัน โหลดที่คำนวณได้จะนำไปกำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ กรณีที่โหลดมากกว่าที่การไฟฟ้าฯ จะจ่ายด้วยไฟแรงต่ำได้ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเอง

1. การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินกำหนดจากขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามตารางที่ 5.4 (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง) หรือตารางที่ 5.5 (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ตารางที่ 5.4 พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุด ตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (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

หมายเหตุ *พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้*

ตารางที่ 5.5 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตีสวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ สำหรับตัวนำประธาน (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	ขนาดตัวนำประธานเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม.)		บริภัณฑ์ประธาน				
			เซฟตีสวิตช์หรือโหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาต์ใช้ร่วมกับคาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิตเบรกเกอร์
	สายอะลูมิเนียม	สายทองแดง	ขนาดสวิตช์ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (A)	ขนาดคัตเอาต์ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (A)	ขนาดปรับตั้งสูงสุด (A)
5 (15), 1P	10	4	30	16	20	16	16
15 (45) 1P, 3P	25	10	60	50	-	-	50
30 (100) 1P, 3P	50	35	100	100	-	-	100
5(100) 1P, 3P	10	4	30	16	20	16	16
	25	10	60	50	-	-	50
	50	35	100	100	-	-	100
200 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)	50	35	-	-	-	-	125
	70	50	-	-	-	-	160
	95	70	-	-	-	-	200

หมายเหตุ *1) สำหรับตัวนำประธานภายในอาคารให้ใช้สายทองแดง*

2) ขนาดสายในตารางนี้สำหรับวิธีการเดินสายลอยในอากาศวัสดุฉนวนภายนอกอาคาร หากวิธีเดินสายแบบอื่นให้พิจารณาขนาดตัวนำประธานตามบทที่ 3 แต่ทั้งนี้ ขนาดตัวนำประธานต้องรับกระแสไม่น้อยกว่าขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตาราง

3) เครื่องวัดฯ ขนาด 5(15), 15(45) และ 30(100) A เป็นเครื่องวัดฯ ชนิดจานหมุน

4) เครื่องวัดฯ ขนาด 5(100) A และ 200 ประกอบ CT แรงต่ำ เป็นเครื่องวัดฯ ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

5) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

6) ขนาดตัวนำประธานตามตารางยังไม่ได้พิจารณาผลจากแรงดันตก

7) ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตีสวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ สำหรับตัวนำประธานให้อ้างอิงกับมาตรฐานปัจจุบันของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

กรณีที่ต้องติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินจะกำหนดตามขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าคือไม่เกิน 1.0 เท่าของกระแสไฟฟ้าด้านแรงต่ำของหม้อแปลง (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า)

2. การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า ปกติคือสายเมน (ตัวนำประธาน) แบ่งเป็นระบบแรงต่ำและแรงสูง

(1) สายเส้นไฟ ในพื้นที่การไฟฟ้านครหลวง สายเมนในระบบแรงต่ำต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน และต้องไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. สำหรับระบบสายอากาศ และไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. สำหรับระบบสายใต้ดิน

ในพื้นที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขนาดสายเมนเป็นไปตามตารางที่ 5.5 และอนุญาตให้ใช้สายอะลูมิเนียมได้

สายเมนแรงต่ำกรณีรับไฟแรงสูงและมีหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดสายเมนเป็นไปตามที่กำหนดในเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

(2) สายนิวทรัล ขนาดสายนิวทรัลในระบบ 3 เฟส 4 สาย ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อ ต่อไปนี้

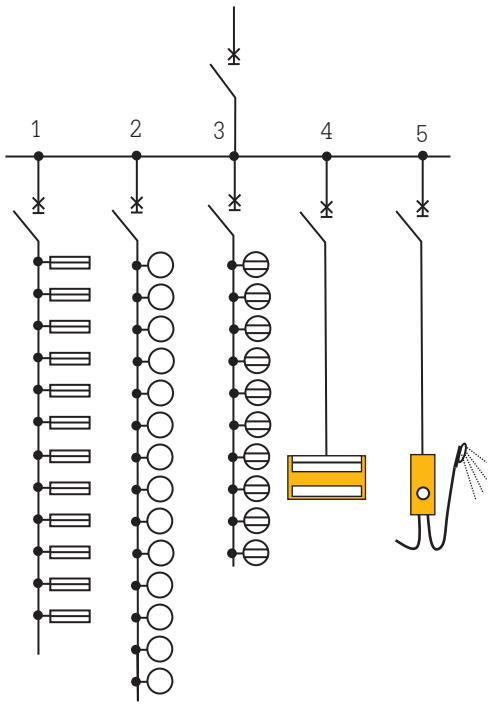
(1) มีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่จะไหลในสายนิวทรัลได้ เช่นเดียวกับของสายป้อน

(2) มีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายต่อหลักดิน ตามเรื่องการต่อลงดิน

(3) มีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 12.5% ของสายเมนเส้นเฟส กรณีเส้นเฟสมีหลายเส้นควบกันการคิดพื้นที่หน้าตัดให้รวมสายทุกเส้นของเฟสเดียวกันเข้าด้วยกัน

หมายเหตุ *กรณีเดินสายควบ จำนวนสายนิวทรัลควรเท่ากับจำนวนสายควบของแต่ละเฟส เพื่อให้สามารถจัดกลุ่มได้ถูกต้องเหมาะสม คือในแต่ละกลุ่มต้องมีสายครบทุกเฟสรวมทั้งสายนิวทรัลด้วย*

ตัวอย่างที่ 5.3 บ้านพักอาศัยหลังหนึ่งในพื้นที่การไฟฟ้านครหลวง ประกอบโหลดตามที่แสดงข้างล่าง ต้องการกำหนดขนาดเครื่องวัดฯ เมนสวิตช์ และขนาดสายเมน กำหนดให้สายไฟฟ้าเป็นชนิด IEC 01 เดินลอยในอากาศ



วิธีทำ

วงจรที่ 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โหลด	= 0.4 × 12 × 230	= 1,104 VA
วงจรที่ 2 หลอด LED โหลด	= 0.1 × 14 × 230	= 322 A
วงจรที่ 3 เต้ารับใช้งานทั่วไป โหลด	= 180 × 10	= 1,800 VA
วงจรที่ 4 เครื่องปรับอากาศ โหลด	= 6 × 230	= 1,380 VA
วงจรที่ 5 เครื่องทำน้ำอุ่น โหลด	= 3.3 kW	= 3,300 VA

หาโหลดรวม

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.1

ไฟฟ้าแสงสว่าง = 1,104 + 322 = 1,426 VA

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,426 VA (ไม่เกิน 3,000 VA คิด 100%)

2. เต้ารับใช้งานทั่วไป

ดีมานด์แฟกเตอร์ 100% (ตารางที่ 5.2 ใช้สำหรับสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,800 VA

3. เครื่องปรับอากาศ

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.3 (100%)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,380 VA

4. เครื่องทำน้ำอุ่น

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.3 (100%)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 3,300 VA

โหลดรวม = 1,426 + 1,800 + 1,380 + 3,300 = 7,906 VA

กระแสโหลด = 7,906/230 = 34.4 A

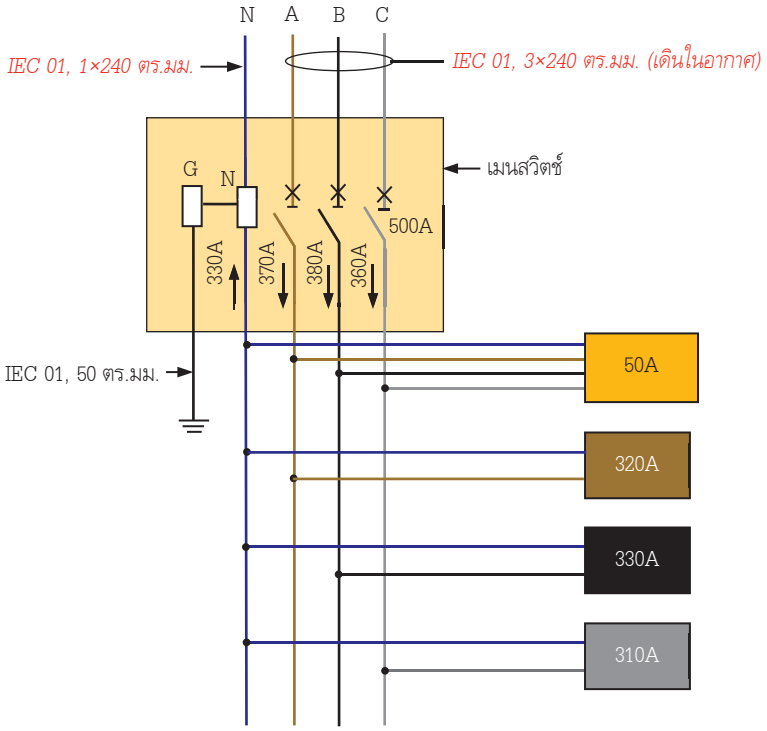
ตารางที่ 5.4 ได้เครื่องวัดขนาด 30(100) A

เมนสวิตช์, ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ไม่เกิน 100 A

ตารางที่ 5-22 (ภาคผนวก A) ขนาดสายเมน เลือกจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ 100 A ได้ IEC 01 ขนาด 25 ตร.มม. (113 A)

หมายเหตุ *หรือเลือกเมนสวิตช์ขนาดไม่เล็กกว่า 1.25 เท่าของกระแสโหลดคือ* $\geq 1.25 \times 34.4 \geq 43$ *A เลือกเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 63 A ก็ได้ ซึ่งขนาดสายเมนจะเล็กลงมีข้อดีที่ประหยัดกว่า แต่ถ้าใช้เมนสวิตช์ขนาด 100 A จะมีข้อดีตรงที่จะมีเหลือเผื่อไว้สำหรับการเพิ่มโหลดในอนาคตได้อีก*

ตัวอย่างที่ 5.4 อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งมีโหลดรวมของอาคารที่คิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว ตามที่แสดงในวงจร ต้องการกำหนดขนาดสายเมน กำหนดให้โหลดของวงจรเป็นชนิดที่มีฮาร์มอนิกส์



วิธีทำ

ขนาดสายเมน ตารางที่ 5-22 (ภาคผนวก A) เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 500 A สายเมนเดินในอากาศ

สายเส้นเฟส ได้สาย IEC 01 ขนาด 300 ตร.มม. (573 A)

ขนาดสายนิวทรัล จากข้อกำหนดการกำหนดเรื่องการกำหนดขนาดสาย เป็นดังนี้

เงื่อนไขที่ 1 มีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่จะไหลในสายนิวทรัลได้ (โหลดมีฮาร์มอนิกส์) สายนิวทรัลต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 330 A

ตารางที่ 5-22 ได้สาย IEC 01 ขนาด 150 ตร.มม. (365 A)

เงื่อนไขที่ 2 มีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายต่อหลักดิน ตามเรื่องการต่อลงดิน

ตารางที่ 4-1 ขนาดสายเมน 300 ตร.มม. ได้สายต่อหลักดิน ขนาด 50 ตร.มม.

สายนิวทรัลต้องไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม.

เงื่อนไขที่ 3 ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 12.5% ของสายเมนเส้นเฟส คือต้องไม่เล็กกว่า 12.5% ของ 300 ตร.มม. $\geq 12.5 \times 300/100 \geq 37.5$ ตร.มม. (ใช้สายขนาด 50 ตร.มม.)

ขนาดสายนิวทรัล พิจารณาจากทั้ง 3 เงื่อนไข เลือกขนาดใหญ่สุดคือ 150 ตร.มม.

สรุป ขนาดสายเมนคือ IEC 01, ขนาด 3×300 ตร.มม., N 1×150 ตร.มม.

ตัวอย่างที่ 5.5 ต้องการกำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง จากแบบไฟฟ้ามีโหลดที่ยังไม่คิดดีมานด์แฟกเตอร์ ดังนี้

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง รวม 40 kVA
2. เต้ารับใช้งานทั่วไป รวม 12 kVA
3. เครื่องปรับอากาศประเภทแยกแต่ละห้องรวม 25 kVA
4. เครื่องจักร รวม 350 kVA (กำหนดให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ 80%)

วิธีทำ

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง

   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.1 อาคารประเภทอื่น (100%) = 40 kVA

2. เต้ารับใช้งานทั่วไป

   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.2 = (10 + (2 × 0.5) = 11 kVA

3. เครื่องปรับอากาศ

   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 5.3 (75%) = 25 × 0.75 = 18.75 kVA

4. เครื่องจักร

   ดีมานด์แฟกเตอร์ 80% = 350 × 0.8 = 280 kVA

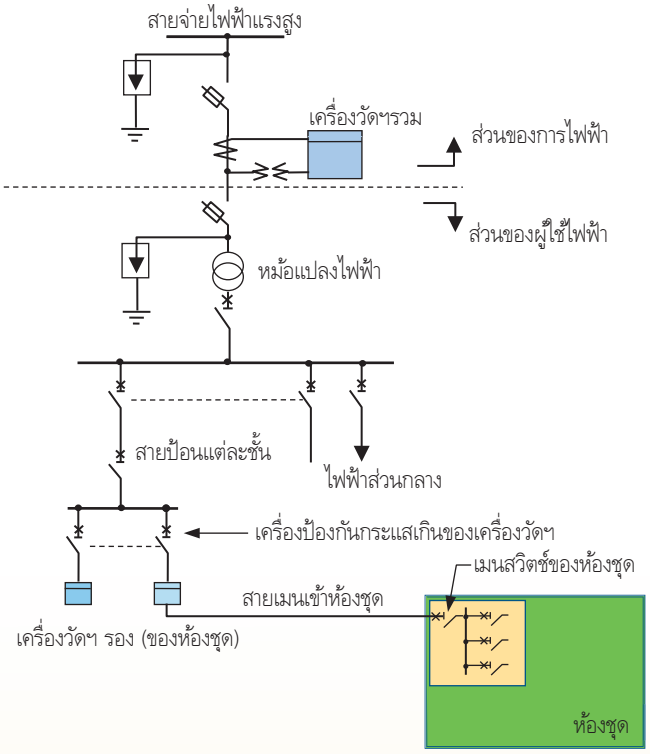
โหลดรวม = 40 + 11 + 18.75 + 280 = 349.75 kVA

เลือกใช้หม้อแปลงขนาด 400 kVA

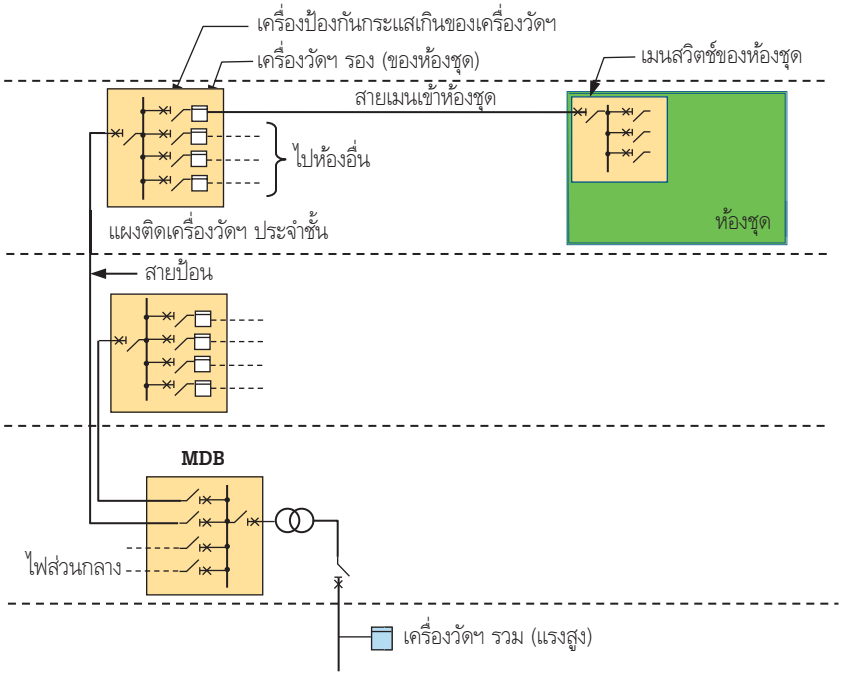
5.2 การคำนวณโหลดสำหรับอาคารชุด

อาคารชุดเป็นอาคารที่มีระบบการจ่ายไฟต่างจากอาคารทั่วไปเนื่องจากแต่ละห้องชุดจะมีผู้ถือกรรมสิทธิ์แยกจากกัน และมีทรัพย์สินส่วนกลางที่เป็นกรรมสิทธิ์ร่วม จึงต้องมีการติดตั้งเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับคิดค่าไฟแต่ละห้องชุดและเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้ารวมเพื่อวัดการใช้ไฟทั้งหมดของอาคาร ตัวอย่างวงจรการจ่ายไฟเป็นไปตามที่แสดงในรูปที่ 5.4 และ 5.5

อาคารชุดที่ใช้ไฟน้อยขนาดไม่เกินขนาดเครื่องวัดฯ แรงต่ำของการไฟฟ้า ก็จะสามารถรับเป็นไฟแรงต่ำได้ ซึ่งจะไม่ต้องติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 5.4 ระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด



รูปที่ 5.5 ตัวอย่าง riser diagram ของอาคารชุด

5.2.1 โหลดของห้องชุด คำนวณโหลดตามประเภทของอาคารชุดดังนี้

1. ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

(1) ห้องชุดที่มีพื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.ม.

VA = 90 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 1,500

(2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตร.ม. แต่ไม่เกิน 180 ตร.ม.

VA = 90 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 3,000

(3) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 180 ตร.ม.

VA = 90 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 6,000

2. ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

(1) ห้องชุดที่มีพื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.ม.

VA = 20 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 1,500

(2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตร.ม. แต่ไม่เกิน 180 ตร.ม.

VA = 20 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 3,000

(3) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 180 ตร.ม.

VA = 20 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 6,000

3. ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้า ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

VA = 155 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม.

4. ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้า มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

VA = 85 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม.

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าฯ กำหนดขนาดตามพื้นที่ห้อง ตามตารางที่ 5.6 ถึง 5.9

ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ต้องไม่ต่ำกว่าโหลดที่คำนวณได้ แต่ไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 5.4 หรือ 5.5

ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของห้องชุด ที่ห้องชุดต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกิน (เมนสวิตช์ของห้องชุด) ขนาดไม่เกินขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุดนั้น

ขนาดสายเมนเข้าห้องชุด ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของห้องชุด (เมนสวิตช์) และต้องไม่เล็กกว่า 6 ตร.มม.

ตัวอย่างที่ 5.6 ห้องชุดประเภทอยู่อาศัยไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ขนาดพื้นที่ห้องละ 40 ตร.ม. ในพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง จงดำเนินการ

1. หาโหลดของห้องชุดแต่ละห้อง
2. ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด
3. ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของห้องชุด
4. ขนาดสายเมนเข้าห้องชุด กำหนดให้ใช้สาย IEC 01 เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง

วิธีทำ

1. โหลดของห้องชุด

   VA = 90 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 1,500

   = (90 × 40) + 1,500 = 5,100 VA

2. ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

   ตารางที่ 5.6 ขนาดพื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.ม. ได้เครื่องวัดฯ ขนาด 15(45)A, 1P

3. ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของห้องชุด

   เซอร์กิตเบรกเกอร์ = 5,100/230 = 22.17 A

   เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 32 A

   หรือ เลือกจากตารางที่ 5.4 จะได้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 50 A

4. ขนาดสายเมนเข้าห้องชุด

   กำหนดจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 32 A

   ตารางที่ 5-20 ได้สายขนาด 6 ตร.มม. (36 A)

   หมายเหตุ *ถ้ากำหนดจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 50 A จะได้สายขนาด 16 ตร.มม. (66 A)*

ตารางที่ 5.6
ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	30	15 (45) A 1P
		150	75	30 (100) A 1P
		180	100	50 (150) A 1P
		180	30	15 (45) A 3P
		483	75	30 (100) A 3P
		666	100	50 (150) A 3P
		1,400	200	200 A 3P
		2,866	400	400 A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	10	5 (15) A 1P
		180	30	15 (45) A 1P
		525	75	30 (100) A 1P
		800	100	50 (150) A 1P
		690	30	15 (45) A 3P
		2,475	75	30 (100) A 3P
		3,000	100	50 (150) A 3P
		6,300	200	200 A 3P
		12,900	400	400 A 3P

หมายเหตุ *1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย*
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

ตารางที่ 5.7 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ	
				จานหมุน	อิเล็กทรอนิกส์
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		150	100	30 (100) A 1P	
		180	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		483	100	30 (100) A 3P	
		666	125	-	200 A 3P ประกอบ CT แรงต่ำ
		1,400	200	-	
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	16	5 (15) A 1P	5 (100) A 1P
		180	50	15 (45) A 1P	
		525	100	30 (100) A 1P	
		690	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		2,475	100	30 (100) A 3P	
		3,000	125	-	200 A 3P ประกอบ CT แรงต่ำ
		6,300	200	-	

หมายเหตุ *1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย*
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย
2) ขนาดเครื่องวัดฯ ให้อ้างอิงจากมาตรฐานปัจจุบันของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ตารางที่ 5.8 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	30	15 (45) A 1P
		105	75	30 (100) A 1P
		140	100	50 (150) A 1P
		125	30	15 (45) A 3P
		320	75	30 (100) A 3P
		425	100	50 (150) A 3P
		850	200	200 A 3P
		1,700	400	400 A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	30	15 (45) A 1P
		190	75	30 (100) A 1P
		260	100	50 (150) A 1P
		230	30	15 (45) A 3P
		580	75	30 (100) A 3P
		770	100	50 (150) A 3P
		1,550	200	200 A 3P
		3,100	400	400 A 3P

หมายเหตุ *1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย*

3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย

2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5.8 นี้จะกำหนดขนาดของเครื่องวัดฯ เป็นราย ๆ ไป

ตารางที่ 5.9 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ	
				จานหมุน	อิเล็กทรอนิกส์
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		105	100	30 (100) A 1P	
		125	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		320	100	30 (100) A 3P	
		425	125	-	200 A 3P ประกอบ CT แรงต่ำ
		850	200	-	
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		190	100	30 (100) A 1P	
		230	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		580	100	30 (100) A 3P	
		770	125	-	200 A 3P ประกอบ CT แรงต่ำ
		1,550	200	-	

หมายเหตุ *1) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 1 เฟส 2 สาย*
3P หมายถึง เครื่องวัดฯ ชนิด 3 เฟส 4 สาย
2) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5.9 นี้จะกำหนดขนาดของเครื่องวัดฯ เป็นราย ๆ ไป
3) ขนาดเครื่องวัดฯ ให้อ้างอิงจากมาตรฐานปัจจุบันของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

5.2.2 โหลดสายป้อน คำนวณจากผลรวมของโหลดห้องชุดที่ต่อใช้งานจากสายป้อนนั้น โดยใช้ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ได้ตามประเภทของห้องชุด ตามตารางที่ 5.10 สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย หรือ 5.11 สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป การเรียงลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องที่มีโหลดสูงสุดก่อน

ตารางที่ 5.10 ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	0.9
11-20	0.8
21-30	0.7
31-40	0.6
41 ขึ้นไป	0.5

หมายเหตุ *ลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องชุดที่มีโหลดสูงสุดก่อน*

ตารางที่ 5.11 ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	1.0
11 ขึ้นไป	0.85

หมายเหตุ *ลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องชุดที่มีโหลดสูงสุดก่อน*

1. การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่าโหลดสายป้อนที่คำนวณได้

2. การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า สายไฟฟ้าต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน

ตัวอย่างที่ 5.7 สายป้อนชุดหนึ่งของอาคารชุดในพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง เป็นอาคารชุดประเภทอยู่อาศัยไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง จ่ายไฟให้ห้องชุดขนาดพื้นที่ห้องละ 40 ตร.ม. จำนวน 20 ห้อง และขนาดพื้นที่ห้องละ 100 ตร.ม. จำนวน 5 ห้อง รวม 25 ห้อง จงกำหนด

1. โหลดรวมของสายป้อน
2. ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของสายป้อน กำหนดให้จ่ายด้วยระบบ 3 เฟส 4 สาย 230/400 V
3. ขนาดสายไฟฟ้าของสายป้อน กำหนดให้ใช้สาย IEC 01 เดินร้อยท่อโลหะเกาะผนัง

วิธีทำ

ห้องชุดพื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.ม. VA = 90 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 1,500

ห้องชุดขนาดพื้นที่ 40 ตร.ม. โหลด = (90 × 40) + 1,500 = 5,100 VA

ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตร.ม. แต่ไม่เกิน 180 ตร.ม. VA = 90 x พื้นที่ห้องเป็น ตร.ม. + 3,000

ห้องชุดขนาดพื้นที่ 100 ตร.ม. โหลด = (90 × 100) + 3,000 = 12,000 VA

โหลดสายป้อนใช้ค่าโคอินซิเดนต์ตามตารางที่ 5.10 เรียงลำดับจากห้องที่มีโหลดสูงสุดก่อน (จำนวนห้องรวม 25 ห้อง)

ห้องขนาดพื้นที่ 100 ตร.ม. โหลดห้องละ 12,000 VA จำนวน 5 ห้อง

ห้องขนาดพื้นที่ 55 ตร.ม. โหลดห้องละ 5,100 VA จำนวน 20 ห้อง

ห้องที่ 1-10 แฟกเตอร์ 0.9

ห้องที่ 1-5 โหลด 12,000 × 5 × 0.9 = 54,000 VA

ห้องที่ 6-10 โหลด 5,100 × 5 × 0.9 = 22,950 VA

ห้องที่ 11-20 แฟกเตอร์ 0.8

ห้องที่ 11-20 โหลด 5,100 × 10 × 0.8 = 40,800 VA

ห้องที่ 21-25 แฟกเตอร์ 0.7

ห้องที่ 21-25 โหลด 5,100 × 5 × 0.7 = 17,850 VA

1. โหลดรวม = 54,000 + 22,950 + 40,800 + 17,850 = 135,600 VA

2. ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ $= \frac{135,600}{\sqrt{3}\times 400} = 195.7$ A

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 225 A

3. สายไฟฟ้า

ตารางที่ 5-20, ได้สาย IEC 01 ขนาด 150 ตร.มม. (228 A)

5.2.3 โหลดไฟฟ้าส่วนกลาง คือโหลดที่ผู้อยู่อาศัยในอาคารชุดใช้ร่วมกันเช่น ลิฟต์ สระว่ายน้ำ และแสงสว่างบริเวณทางเดิน เป็นต้น การคำนวณโหลด การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินและสายไฟฟ้า เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 5.1

5.2.4 โหลดรวม คือโหลดทั้งหม้อของอาคารชุด ประกอบด้วยโหลดของห้องชุดทั้งหมดรวมกับไฟส่วนกลาง การคำนวณโหลดของห้องชุดสามารถใช้ค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ได้ตามตารางที่ 5.10 และ 5.11

กรณีที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่าโหลดที่คำนวณได้ การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินและสายเมนไฟฟ้าให้ดูรายละเอียดในเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 5.8 อาคารชุดในพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง เป็นอาคารชุดประเภทสำนักงานไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง จ่ายไฟให้ห้องชุดขนาดพื้นที่ห้องละ 100 ตร.ม. จำนวน 50 ห้อง มีไฟฟ้าส่วนกลางที่คิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้วรวม 50 kVA จงกำหนดขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

วิธีทำ

โหลดห้องชุด

โหลดแต่ละห้องชุด = 155 × 100 = 15,500 VA

โหลดรวม โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ตารางที่ 5.11

ห้องที่ 1-10 โหลด = 15,500 × 10 × 1 = 155,000 VA

ห้องที่ 11-50 โหลด = 15,500 × 40 × 0.85 = 527,000 VA

รวมโหลดห้องชุด = 155,000 + 527,000 = 682,000 VA = 682 kVA

ไฟฟ้าส่วนกลาง 50 kVA

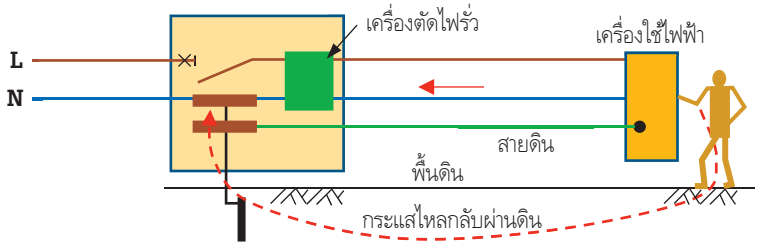
โหลดรวมของอาคาร = 682 + 50 = 732 kVA

เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 800 kVA

5.3 การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วและเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน

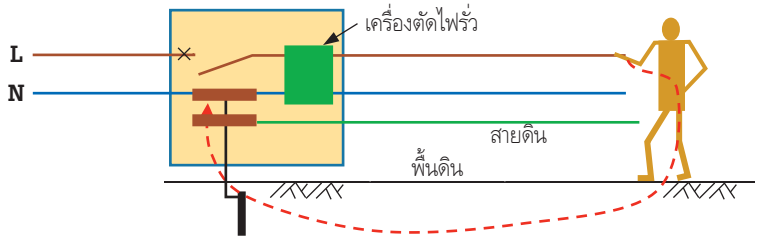
5.3.1 การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ใช้ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าที่เกิดกับบุคคลจากไฟฟ้าดูด แต่การติดตั้งในวงจรต้องทำให้ถูกต้องด้วยเพราะถ้าติดตั้งผิดเครื่องอาจไม่ทำงานปลดวงจรเมื่อบุคคลถูกไฟฟ้าดูด

เครื่องตัดไฟรั่วมีหลักการทำงานคือจะวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปและกลับของวงจรเดียวกัน ซึ่งในสภาพปกติจะต้องเท่ากันเสมอ ถ้ามีไฟรั่วหายไปเช่น ไหลผ่านบุคคลลงดิน กระแสที่ไหลไปและไหลกลับจะไม่เท่ากันซึ่งเครื่องจะสามารถวัดได้ และถ้าผลต่างเป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้เครื่องจะสั่งปลดวงจร การติดตั้งเป็นตามรูปที่ 5.6

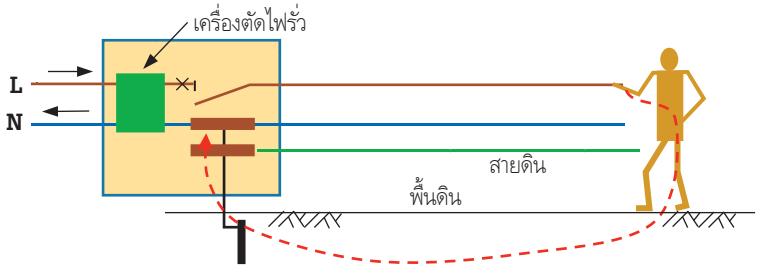


รูปที่ 5.6 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วและการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้ารั่ว

เครื่องตัดไฟรั่วต้องติดตั้งให้ถูกต้องโดยเฉพาะตำแหน่งในวงจร เพราะถ้าติดตั้งผิดตำแหน่งเครื่องอาจไม่ทำงานปลดวงจร ตัวอย่างตำแหน่งที่ถูกต้องเป็นไปตามรูปที่ 5.6 และ 5.7



รูปที่ 5.7 การไหลกลับของกระแสเมื่อสัมผัสสายเส้นไฟ



รูปที่ 5.8 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วที่ไม่ถูกต้อง

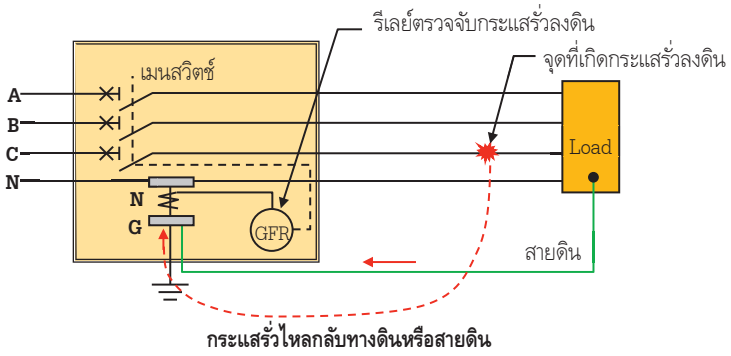
(เครื่องตัดไฟรั่วไม่ทำงานปลดวงจรเมื่อสัมผัสสายเส้นไฟ)

ในรูปที่ 5.6 ถึงแม้เครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีสายดินแล้วก็ตาม แต่ถ้าในการใช้งานปกติมีไฟรั่วน้อยเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็อาจไม่ปลดวงจรหรือปลดวงจรช้า เมื่อบุคคลสัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้าก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านบุคคล เครื่องตัดไฟรั่วจะทำงานปลดวงจร

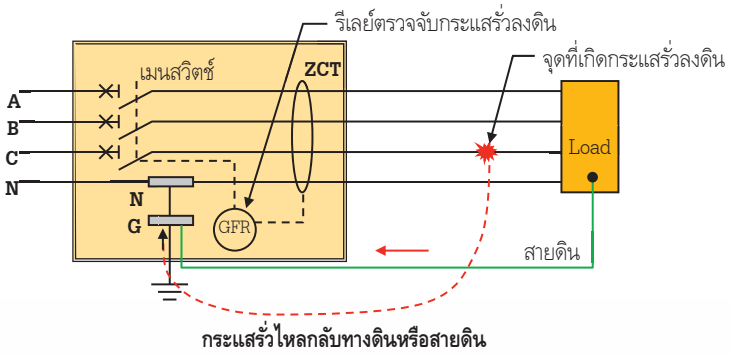
ในรูปที่ 5.7 เมื่อบุคคลสัมผัสโดยตรงกับสายไฟฟ้าก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านบุคคล เครื่องตัดไฟรั่วจะทำงานปลดวงจร

ในรูปที่ 5.8 เป็นการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วผิดตำแหน่ง เมื่อบุคคลสัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือสายเส้นไฟ ก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านบุคคลไปครบวงจรและกลับผ่านเครื่องตัดไฟรั่วอีก กระแสที่ไหลไปและกลับผ่านเครื่องตัดไฟรั่วจะเท่ากัน เครื่องตัดไฟรั่วจะวัดไม่ได้จึงไม่ปลดวงจร

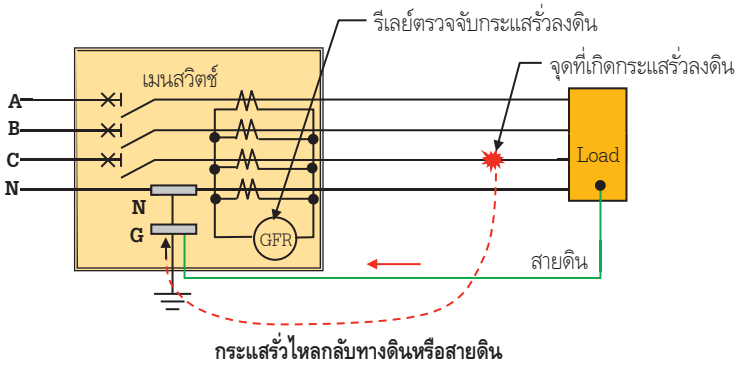
5.3.2 การติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน (Ground Fault Protection) เป็นการติดตั้งเพื่อลดหรือป้องกันความเสียหายที่เกิดกับทรัพย์สิน เมื่อเกิดไฟรั่วในวงจรเครื่องจะสั่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ปลดวงจร หลักการทำงานเหมือนกับเครื่องตัดไฟรั่ว แต่กระแสที่วัดได้และปลดวงจรจะสูงกว่ามาก วิธีการวัดกระแสรั่วแบ่งเป็น 3 วิธี ดังนี้



รูปที่ 5.9 วิธีวัดกระแสไหลกลับผ่านระบบดิน (Source Ground Return Sensing Method)



รูปที่ 5.10 วิธีวัดกระแสสมดุล (Zero Sequence Sensing Method)



รูปที่ 5.11 วิธีวัดกระแสตกค้าง หรือกระแสเหลือ (Residual Sensing Method)

วิธีวัดกระแสไหลกลับผ่านระบบดินตามรูปที่ 5.9 สายต่อหลักดินจะต้องต่อเข้ากับ G เพราะถ้าต่อกับ N กระแสที่รั่วลงดินจะไม่ไหลผ่านหม้อแปลงกระแส (current transformer) เครื่องจะทำงานผิดพลาด

สำหรับวิธีวัดกระแสสมดุลและวิธีวัดกระแสตกค้าง สายต่อหลักดินจะต่อเข้ากับ N หรือ G ก็ได้ ไม่มีผลให้การวัดผิดพลาด

บทที่ 5 การคำนวณโหลดทางไฟฟ้า