

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า
สำหรับประเทศไทย
พ.ศ. 2556

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไฟฟ้าเบื้องต้น

1.1 นิยาม

แรงดัน (Voltage) คือความสามารถในการผลักหรือดันให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างตัวนำสองเส้นหรือระหว่างสองจุดในวงจรเดียวกันซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ระหว่างสองจุดนั้น แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (volt) ใช้ตัวอักษรย่อว่า V

กระแส (Current) คืออิเล็กตรอนที่ไหลในตัวนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (ampere) ใช้ตัวอักษรย่อว่า A

วัตต์ (Watt) คือหน่วยวัดกำลังไฟฟ้าที่เปลี่ยนจากไฟฟ้าเป็นกำลังงานอย่างอื่นเช่น แสง ความร้อนและกำลังงานกล วัตต์ใช้ตัวอักษรย่อว่า W

กิโลวัตต์-ชั่วโมง คือหน่วยที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าตามเวลาการใช้งานเป็นชั่วโมง เป็นผลคูณของกิโลวัตต์กับชั่วโมงหรือเรียกว่า หน่วย (unit) หนึ่งหน่วยคือ 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คือตัวเลขที่ขึ้นที่เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าที่ใช้สำหรับคิดค่าไฟฟ้า ใช้ตัวย่ออักษรว่า kWh

เควีเอ คือหน่วยของกำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า จ่ายไฟฟ้าให้โหลด หรือเป็นขนาดของโหลด ใช้ตัวอักษรย่อว่า kVA

แรงม้า (Horse power) คือหน่วยวัดความสามารถในการทำงานของเครื่องจักร ในทางไฟฟ้าส่วนใหญ่จะหมายถึงมอเตอร์ ใช้อักษรตัวอักษรย่อว่า hp

เฟส (Phase) คือชนิดของการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวนเฟสคือจำนวนสายไฟเส้นที่มีไฟ ระบบที่มีใช้ทั่วไปคือระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส

วงจรไฟฟ้า คือทางเดินของกระแสไฟฟ้า เริ่มจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านตัวนำ โหลด และไหลกลับมาที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าตัวเดิม กระแสไฟฟ้าจะไหลได้วงจรต้องต่อเนื่องตลอดเรียกว่าครบวงจร

โหลด (Load) คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนไฟฟ้าเป็นกำลังอย่างอื่นเพื่อใช้งาน

ตัวนำ (Conductor) คือสิ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้โดยง่าย ปกติจะเป็นโลหะ เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม

ความต้านทาน (Resistance) คือตัวที่ต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะตรงข้ามกับตัวนำ โหลดต่างๆมีสภาพเป็นความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม (ohm) ตัวอักษรย่อว่า Ω

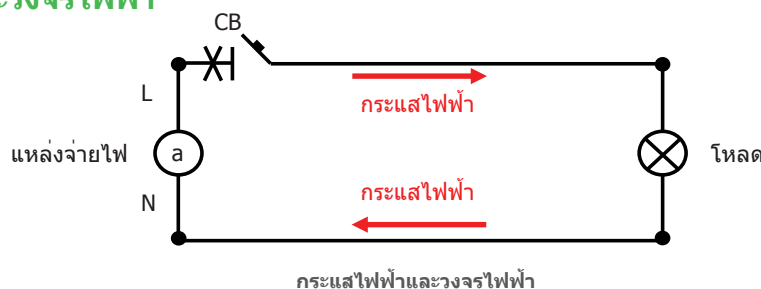
ฉนวน (Insulation) คือสิ่งที่มีความต้านทานสูงกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยมากจนอาจจะถือว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

1.2 สมการความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทาน

กระแส = แรงดัน / ความต้านทาน

ตัวแปรที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าคือแรงดันและความต้านทานนั่นเอง

1.3 กระแสไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า



1.4 อันตรายจากไฟฟ้า

ไฟฟ้าดูด (electric shock) หรือไฟฟ้าช็อก เป็นอันตรายที่เกิดกับบุคคลที่ร้ายแรงและอาจทำให้บาดเจ็บ สูญเสียอวัยวะ หรือเสียชีวิตได้ ไฟฟ้าดูดคือการที่บุคคลมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายจากการที่ร่างกายไปสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าและมีกระแสไหลครบวงจร อันตรายที่เกิดขึ้นกับบุคคลแตกต่างกันไปตามขนาดกระแสไฟฟ้าและสภาพร่างกาย

ไฟฟาลัดวงจร (short circuit) เป็นอันตรายที่เกิดได้ทั้งต่อบุคคลและทรัพย์สิน ไฟฟาลัดวงจรคือการที่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรโดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลด แบ่งออกเป็นกระแสลัดวงจรจากสายเส้นไฟหนึ่งไปยังสายเส้นไฟอีกเส้นหนึ่ง (phase to phase) หรือกระแสลัดวงจรลงดิน (phase to ground) อันตรายที่เกิดขึ้นคือมีประกายไฟและความร้อนสูง ถ้าบริเวณข้างเคียงมีวัสดุที่ติดไฟได้อยู่ก็จะเกิดเพลิงไหม้ได้

อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ที่จะนำไปติดตั้งใช้งานในระบบไฟฟ้าไว้ดังนี้

1.1 สายไฟฟ้า

1) สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

- สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก.11-2553
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก.293-2541
- สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน เป็นไปตาม IEC 60502 หรือ มาตรฐานที่กำหนดไว้

2) สายไฟฟ้าเปลือย

- สายไฟฟ้าทองแดงรีดแข็ง สำหรับสายไฟฟ้าเหนือดิน เป็นไปตาม มอก. 64-2517
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก. 85-2548
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก. 85-2548

1.2 ตัวนำไฟฟ้า

- 1) บัสบาร์ทองแดง ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดงไม่น้อยกว่าร้อยละ 98
- 2) บัสบาร์อะลูมิเนียม (Aluminum Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของอะลูมิเนียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 98
- 3) บัสเวย์ (Busway) หรือบัสดัก (Bus Duct) ต้องเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิตและ ได้มีการทดสอบแล้วตามมาตรฐาน

1.3 เครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดตอน

- 1) ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ เป็นไปตาม มอก.506-2527 และ มอก.507-2527
- 2) สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ เป็นไปตาม มอก.824-2531 (บังคับ 18 พ.ย.2551)
- 3) สวิตช์ใบมีด เป็นไปตาม มอก.706-2530
- 4) อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน เป็นไปตาม มาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL, BS, DIN, JIS และ IEC

5) ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ (Fuse and Fuse Holder) พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของขั้วรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผุกร่อน (corrosion) เนื่องจากการใช้โลหะต่างชนิดกันระหว่างฟิวส์กับขั้วรับฟิวส์ และต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดันและกระแสให้เห็นได้อย่างชัดเจน

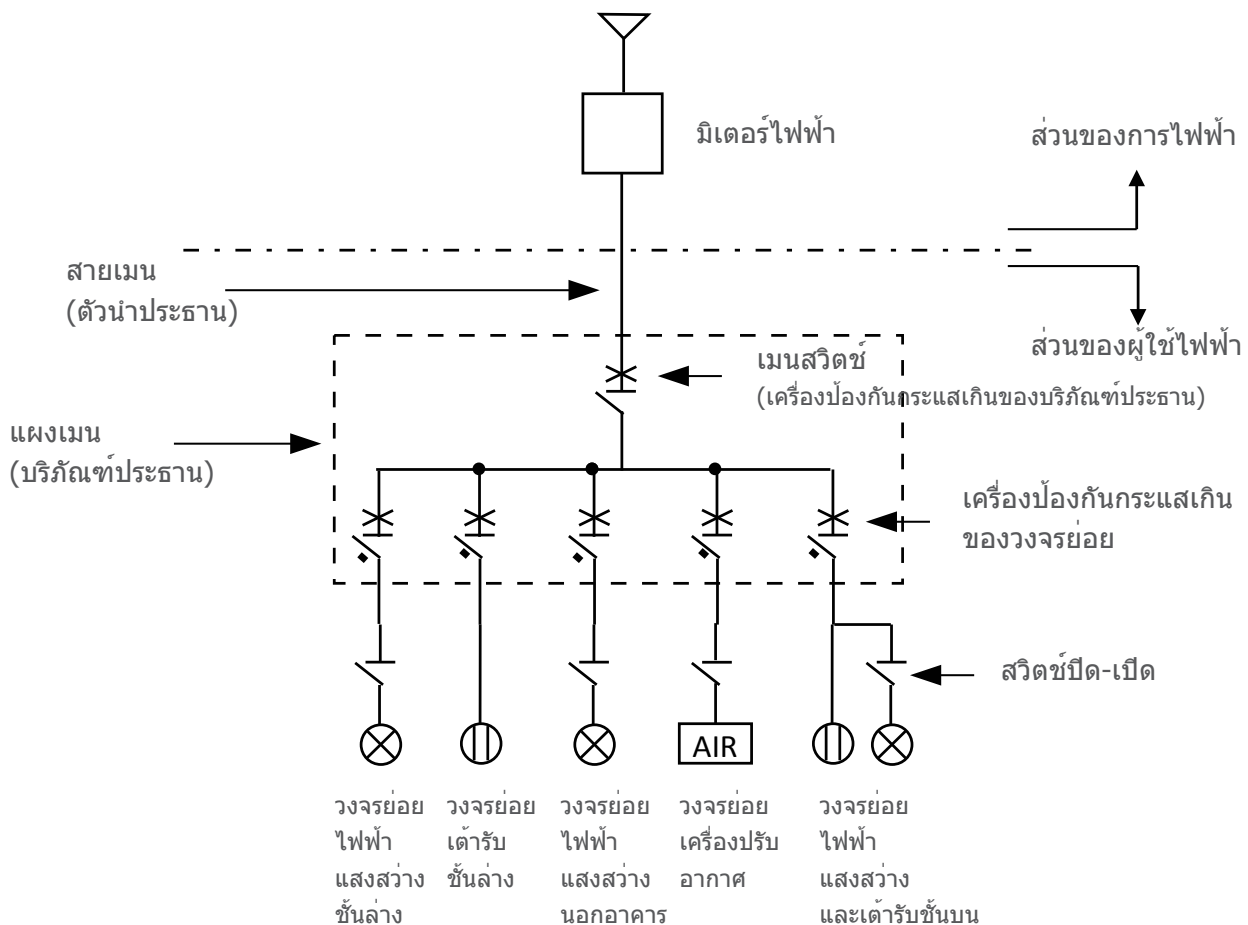
- 6) สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ เป็นไปตาม มอก.824-2531

7) เครื่องป้องกันกระแสเกิน และสวิตช์ตัดตอน

- เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker (CB)) เป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (trip free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม
- มีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด
- ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลา โดยในขณะใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง
- มีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวร หลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกันหรือฝาครอบ
- CB สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
- CB ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกัน พิกัดไม่เกิน 125 แอมแปร์ เป็นไปตาม IEC 60898 กรณีพิกัดกระแสเกิน 125 แอมแปร์ เป็นไปตาม IEC 60947-2
- CB ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ เป็นไปตาม IEC 60947-2 หรือ IEC 60898

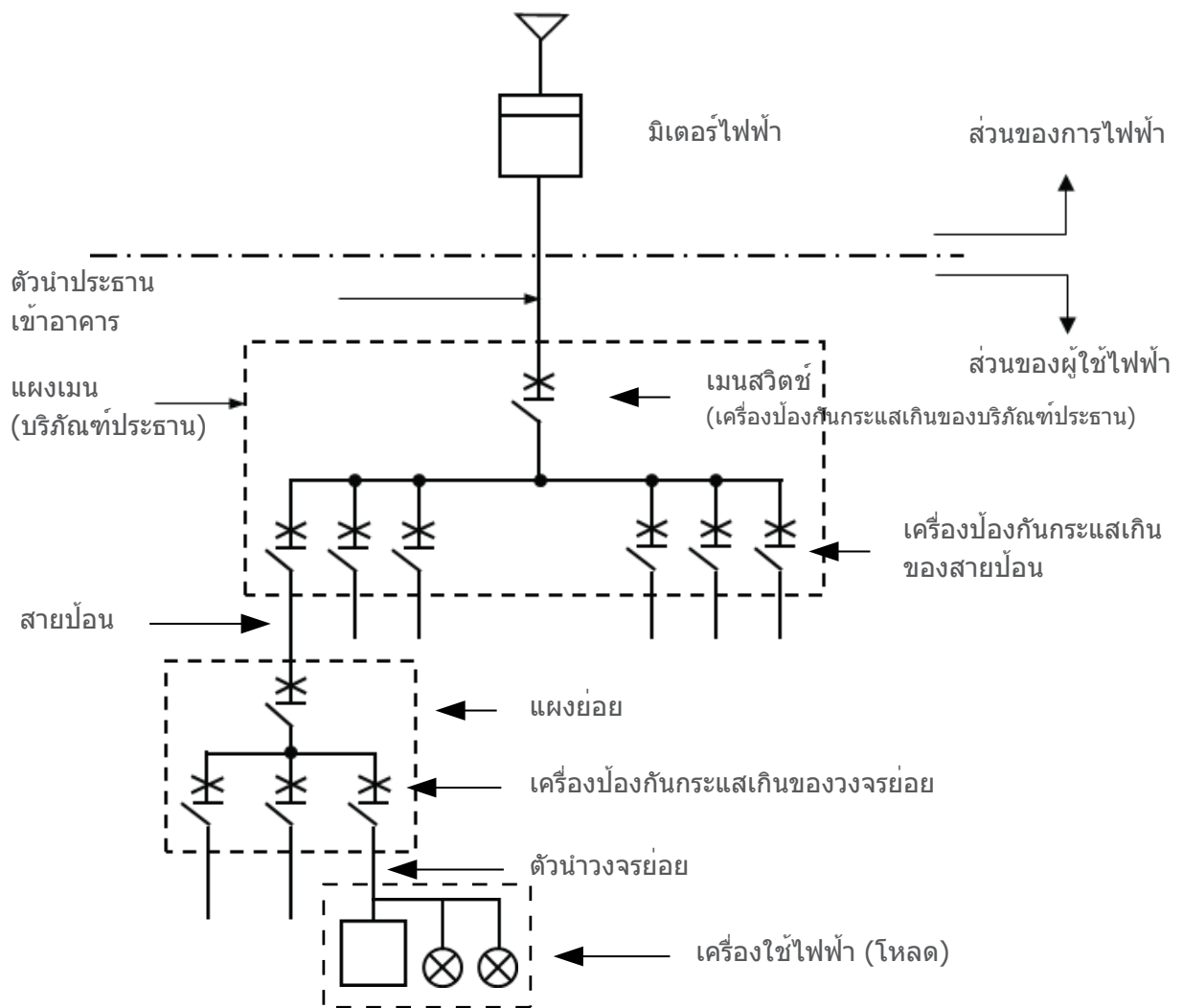
ระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยทั่วไป และบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยขนาดเล็กทั่วไป ส่วนใหญ่จะรับไฟระบบแรงต่ำจากการไฟฟ้าผ่านมิเตอร์ไฟฟ้า ภายในที่อยู่อาศัยประกอบด้วยแผงเมน สายเมน และวงจรย่อย ดังรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 ระบบไฟฟ้าที่อยู่อาศัยขนาดเล็กทั่วไป

ระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยทั่วไปแต่ยังรับไฟระบบแรงต่ำจากการไฟฟ้าผ่านมิเตอร์ไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าอาจจะมี ความซับซ้อนมากขึ้น โดยระบบไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยจะประกอบด้วยแผงเมน สายเมน สายป้อน แผงย่อยและวงจรย่อย ดังรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 ระบบไฟฟ้าที่อยู่อาศัย

1.1 นิยาม

วงจรย่อย (Branch Circuit) หมายถึง ส่วนของวงจรไฟฟ้าที่ต่อมาจากอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้ายกับจุดจ่ายไฟให้เครื่องใช้ไฟฟ้า(โหลด) โดยที่อุปกรณ์ป้องกันนี้ จะมีหน้าที่ป้องกันวงจรย่อยเท่านั้น ส่วนใหญ่จะเรียกชื่อวงจรย่อยตามโหลดหรือสถานที่ติดตั้งดังนี้

- 1) วงจรย่อยไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Branch Circuit)
- 2) วงจรย่อยเต้ารับ (Receptacle Branch Circuit)
- 3) วงจรย่อยไฟฟ้าแสงสว่างและเต้ารับ (Lighting and Receptacle Branch Circuit)
- 4) วงจรย่อยเฉพาะ (Individual Branch Circuit)

วงจรสายป้อน (Feeder Circuit) หมายถึง ส่วนของวงจรไฟฟ้าที่ต่อมาจากอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินในแผงเมนกับแผงย่อย

วงจรประธาน (Main Circuit) หมายถึง ส่วนของวงจรไฟฟ้าที่ต่อมาจากมิเตอร์ไฟฟ้า (กรณีรับไฟแรงต่ำ) กับเมนสวิตช์ (บริภัณฑ์ประธาน)

1.2 ข้อกำหนดวงจรย่อย

- 1) ตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.
- 2) พิกัดกระแสตัวนำไม่น้อยกว่าอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
- 3) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินไม่น้อยกว่าโหลดที่คำนวณได้
- 4) ห้ามใช้ตัวคูณลด (demand factor) ในการคำนวณโหลด
- 5) ตัวนำนิวทรัลขนาดเท่ากับตัวนำเฟส

1.3 ข้อกำหนดวงจรสายป้อน

- 1) ตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.
- 2) พิกัดกระแสตัวนำไม่น้อยกว่าอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
- 3) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินไม่น้อยกว่าโหลดที่คำนวณได้
- 4) ยอมให้ใช้ตัวคูณลด (demand factor) ในการคำนวณโหลด
- 5) ตัวนำนิวทรัลลดขนาดได้แบบมีเงื่อนไข

1.4 ข้อกำหนดวงจรประธาน (รับไฟระบบแรงต่ำ)

- 1) ชนิดตัวนำและขนาด
 - 1.1) เดินในอากาศ ตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.
 - 1.2) เดินใต้ดิน ตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.
- 2) พิกัดกระแสตัวนำไม่น้อยกว่าอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
- 3) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินไม่น้อยกว่าโหลดที่คำนวณได้ และสอดคล้องกับตารางที่ 1-1 การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และตารางที่ 1-2 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)
- 4) ยอมให้ใช้ตัวคูณลด (demand factor) ในการคำนวณโหลด
- 5) ตัวนำนิวทรัลขนาดเท่ากับตัวนำเฟส

ตารางที่ 1-1

พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า(แอมป์)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน(แอมป์)	โหลดสูงสุด(แอมป์)
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 พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 1-2

ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตี้สวิตช์ คัดเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์สำหรับตัวนำประธาน (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ขนาด เครื่องวัด หน่วยไฟฟ้า (A)	โหลด สูงสุด (A)	ขนาดตัวนำประธานเล็ก ที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม.)		บริษัทประธาน				
				เซฟตี้สวิตช์หรือ โหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาต์ใช้ร่วมกับ คาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิต เบรกเกอร์
		สาย อะลูมิเนียม	สาย ทองแดง	ขนาด สวิตช์ ต่ำสุด (A)	ขนาด ฟิวส์ สูงสุด (A)	ขนาดคัท เอาต์ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (A)	ขนาด ปรับตั้ง สูงสุด (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

หมายเหตุ 1 สำหรับตัวนำประธานภายในอาคารให้ใช้สายทองแดง

2) ขนาดสายในตารางนี้สำหรับวิธีการเดินสายลอยในอากาศวัดจนภายนอกอาคาร หากวิธีเดินสายแบบอื่นให้พิจารณาขนาดตัวนำประธานใหม่แต่ทั้งนี้ ขนาดตัวนำประธานต้องรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดตามตาราง

1.5 โหลดไฟฟ้าและการคำนวณโหลดไฟฟ้า

การกำหนดขนาดตัวนำสำหรับวงจรย่อย วงจรสายป้อน และวงจรประธาน จะคิดจากโหลดที่ติดตั้งใช้งาน ดังนั้น จำเป็นจะต้องทราบข้อมูลของโหลดที่จะนำมาติดตั้งใช้งานเพื่อให้ได้ระบบไฟฟ้าที่ถูกต้อง

1) การคำนวณโหลดไฟฟ้าเพื่อกำหนดขนาดตัวนำ และอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ส่วนใหญ่จะเริ่มจากการคำนวณค่ากระแส โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณโหลดไฟฟ้าแรงต่ำ 230/400 V ดังนี้

- โหลด 1 เฟส

$$\text{กระแส (A)} = \text{โหลดไฟฟ้า (VA)} / 230 \text{ (V)} \quad \dots \text{สมการ 3.1}$$

- โหลด 3 เฟส

$$\text{กระแส (A)} = \text{โหลดไฟฟ้า (VA)} / (1.732 \times 400) \text{ (V)} \quad \dots \text{สมการ 3.2}$$

- โหลด w, pf, VA

$$w = VA / pf \quad \dots \text{สมการ 3.3}$$

2) โหลดที่มีการใช้งานอย่างมากในระบบไฟฟ้าได้แก่ โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดเต้ารับ และโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น การคำนวณโหลดที่กล่าวมาให้นำข้อมูลที่ผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าระบุไว้ มาคิดตามข้อ 1) สำหรับเต้ารับให้พิจารณาจากโหลดที่จะนำมาติดตั้งใช้งาน กรณีถ้ายังไม่ทราบโหลดให้ใช้การคำนวณโหลดเป็นจุดแทนดังนี้ เต้ารับชนิดเต้าเดี่ยว เต้าคู่และชนิดสามเต้า ให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA และสำหรับสี่เต้าให้คำนวณจุดละ 360 VA

กรณีไม่มีโหลดจากผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าแนะนำให้ใช้ค่าโหลดตามตารางดังนี้

ตารางที่ 1-3 ตัวอย่างโหลดวงจรหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหลด (VA)	กระแส (A)
9	15	0.065
11	20	0.087
15	25	0.109
20	35	0.152

หมายเหตุ คัดกรณีที่ใช้บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา

ตารางที่ 1-4 ตัวอย่างโหลดวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหลด (VA)	กระแส (A)
18	58	0.252
32	88	0.383
36	96	0.417
20	35	0.15

ตารางที่ 1-5 ตัวอย่างโหลดวงจรหลอดไส้

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหลด (VA)	กระแส (A)
25	25	0.109
40	40	0.174
60	60	0.261
100	100	0.435

ตารางที่ 1-6 ตัวอย่างโหลดเครื่องปรับอากาศแบบใช้ไฟหนึ่งเฟส

ขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU)	โหลด (VA)	กระแส (A)
9,000	25	6
12,000	40	8
18,000	60	12
24,000	100	16
36,000		24

หมายเหตุ คัดโหลด 12,000 BTU เท่ากับ 1,500 w และคัด pf เท่ากับ 0.8

ตารางที่ 1-7 ตัวอย่างโหลดเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน แบบใช้ไฟหนึ่งเฟส

ขนาดหลอด(วัตต์)	โหลด (VA)	กระแส (A)
1,800	1,800	8
2,500	2,500	11
3,000	3,000	13
5,000	5,000	22
8,000	8,000	35

1.6 ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรย่อย

1) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรย่อยปัจจุบันนิยมติดตั้งใช้งานเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ ส่วนตัวนำวงจรย่อยต้องเป็นตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. และกำหนดความสัมพันธ์ของ กระแสโหลด ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรย่อยดังนี้

$$IL \leq ICB \leq IC \quad \dots \text{สมการ 3.4}$$

เมื่อ IL คือ กระแสโหลด (A)
ICB คือ กระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)
IC คือ กระแสตัวนำ (A)

และเมื่อมีผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในแต่ละวิธีการเดินสาย กำหนดความสัมพันธ์ของ กระแสไหลด ขนาดตัวนำ และอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรย่อยดังนี้

$$IL \leq (ICB / (Ca * Cg)) \leq IC \quad \dots \text{สมการ 3.5}$$

เมื่อ IL	คือ กระแสไหลด (A)
ICB	คือ กระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)
IC	คือ กระแสตัวนำ (A) (ตารางในบทที่ 6)
Ca	คือ ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจากอุณหภูมิ 40°C (สำหรับการเดินสายในอากาศ) และ 30°C (สำหรับการเดินสายฝังดิน) (ตารางในบทที่ 6)
Cg	คือ ตัวคูณปรับค่าเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร (ตารางในบทที่ 6)

2) ขนาดตัวนำนิทริลให้ใช้เท่ากับตัวนำเฟส

3) อาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรย่อยอย่างน้อยชั้นละ 1 วงจร

ข้อเสนอแนะ สำหรับวงจรย่อยชั้นล่างควรแบ่งวงจรย่อยอย่างน้อยดังต่อไปนี้

3.1) ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร

3.2) เตารับภายในอาคาร

3.3) ภายนอกอาคาร

4) ต้องพิจารณาเงื่อนไขการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วตามข้อ 3.8 ด้วย

1.7 ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรสายป้อน

1) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรสายป้อนปัจจุบันนิยมติดตั้งใช้งานเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ ส่วนตัวนำวงจรสายป้อนต้องเป็นตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. และกำหนดความสัมพันธ์ของ กระแสไหลด ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรสายป้อนดังนี้

$$IL, DF \leq ICB \leq IC \quad \dots \text{สมการ 3.6}$$

เมื่อ IL, DF	คือ กระแสไหลด ที่ผ่านการคิดตีมาตรฐานแฟกเตอร์ (A)
ICB	คือ กระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)
IC	คือ กระแสตัวนำ (A)

และเมื่อมีผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในแต่ละวิธีการเดินสาย กำหนดความสัมพันธ์ของ กระแสไหลด ขนาดตัวนำ และอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรสายป้อนดังนี้

$$IL, DF \leq (ICB / (Ca * Cg)) \leq IC \quad \dots \text{สมการ 3.7}$$

เมื่อ IL, DF	คือ กระแสไหลด ที่ผ่านการคิดตีมาตรฐานแฟกเตอร์ (A)
ICB	คือ กระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)
IC	คือ กระแสตัวนำ (A) (ตารางในบทที่ 6)
Ca	คือ ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจากอุณหภูมิ 40°C (สำหรับการเดินสายในอากาศ) และ 30°C (สำหรับการเดินสายฝังดิน) (ตารางในบทที่ 6)
Cg	คือ ตัวคูณปรับค่าเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร (ตารางในบทที่ 6)

2) ขนาดตัวนำนิทริลให้ใช้เท่ากับตัวนำเฟส ยอมให้ลดขนาดนิทริลเมื่อ IL, DF มากกว่า 200 A และเป็นไปตามเงื่อนไขการไฟฟ้ากำหนด

1.8 ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรประธาน (รับไฟระบบแรงต่ำ)

1) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรประธานปัจจุบันนิยมติดตั้งใช้งานเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ ส่วนตัวนำวงจรประธานสำหรับการเดินในอากาศต้องเป็นตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. และสำหรับการเดินใต้ดิน ต้องเป็นตัวนำทองแดงขนาดตัวนำไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับตารางที่ 1-1 และ 1-2 และให้ตรวจสอบข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ

2) ความสัมพันธ์ของ กระแสไหลต ขนาดตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ของวงจรประธานต้องสอดคล้องตามข้อ 4.1)

3) ขนาดตัวนำนิวทรัลให้ใช้เท่ากับตัวนำเฟส ยอมให้ลดขนาดนิวทรัลเมื่อ IL,DF มากกว่า 200 A และเป็นไปตามเงื่อนไขที่การไฟฟ้ากำหนด

1.9 การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว ของวงจรรย่อย

1) การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัยและที่คล้ายคลึงกัน

วงจรรย่อยต่อไปนี้ต้องติดตั้งสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าและต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด IΔn ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ เพิ่มเติมด้วย

1.1) วงจรได้รับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถยนต์ ห้องครัว ห้องใต้ดิน

1.2) วงจรได้รับในบริเวณ อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ ที่มีการติดตั้งได้รับภายในระยะ 1.5 เมตร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง)

1.3) วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ทุกวงจร

1.4) วงจรได้รับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น 1) รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน ที่อยู่ในพื้นที่ปรากฏว่าเคยมีน้ำท่วมถึงหรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง

1.5) วงจรรย่อยสำหรับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำนําร้อน อ่างอาบน้ำ

หมายเหตุ ตำแหน่งที่สัมผัสได้ หมายถึงอยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตร ในแนวดิ่ง หรือ 1.5 เมตร ในแนวระดับและบุคคลสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ตั้งใจ

2) การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในสถานประกอบการที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

วงจรรย่อยต่อไปนี้ต้องติดตั้งสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าและต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด IΔn ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ เพิ่มเติมด้วย

2.1) วงจรสำหรับสระหรืออ่างกายภาพบำบัด ธาราบำบัด อ่างน้ำแร่ (spa) อ่างนําร้อน (hot tub) อ่างนวดตัว

2.2) เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำนําร้อน และเครื่องทำน้ำเย็น

2.3) วงจรรย่อยได้รับ ในบริเวณต่อไปนี้

1) ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องครัว

2) สถานที่ทำงานก่อสร้าง ซ่อมบำรุง บนมดไฟฟ้า อุ้งซ่อมรถ

3) ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ ที่ทำการเกษตร พืชสวนและปศุสัตว์

4) การแสดงเพื่อการพักผ่อนในที่สาธารณะกลางแจ้ง

5) งานแสดงหรือขายสินค้าและที่คล้ายคลึงกัน

6) วงจรได้รับที่อยู่ชั้นล่าง (ชั้น 1) ชั้นใต้ดิน รวมถึงวงจรได้รับที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน ที่อยู่ในพื้นที่ปรากฏว่าเคยมีน้ำท่วมถึงหรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง ยกเว้น มีระบบป้องกันน้ำท่วม

1.10 ดีมานด์แฟกเตอร์ (Demand Factor : DF) ของวงจรสายป้อน และวงจรประธาน

- 1) โหลดแสงสว่างใช้ DF ตามตารางที่ 1-8
- 2) โหลดเต้ารับของสถานที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย (สำนักงาน, โรงงาน) ใช้ DF ตามตารางที่ 1-9 ได้เฉพาะโหลดของเต้ารับที่มีการคำนวณโหลดแต่ละเต้ารับไม่เกิน 180 VA
- 3) เต้ารับในที่อยู่อาศัยต่อเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทราบโหลดแน่นอนให้คำนวณโหลดดังนี้

$$IL (\text{เต้ารับ}) = IL (\text{Max}) + 0.4 I_r$$

ตัวที่เหลือ โดยที่
 เมื่อ IL คือ กระแสโหลดเต้ารับ (A)
 IL(Max) คือ กระแสโหลดสูงสุด (A)
 Ir คือ ผลรวมของโหลดที่เหลือ (A)
- 4 โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปอนุญาตให้ใช้ DF ตามตารางที่ 1-10

ตารางที่ 1-8 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (โวลต์-แอมแปร์)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000	100
	ส่วนเกิน 2,000	35
โรงพยาบาล*	ไม่เกิน 50,000	40
	ส่วนเกิน 50,000	20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุด ที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัย ประกอบอาหารได้*	ไม่เกิน 20,000	50
	20,001-100,000	40
	ส่วนเกิน 100,000	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนเกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

หมายเหตุ * ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลหรือโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหารหรือห้องโถง ฯลฯ

ตารางที่ 1-9 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม(คำนวณโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 1-10 ตีมาตรฐานแฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ตีมาตรฐานแฟกเตอร์
1.อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของ ส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
2.อาคารสำนักงาน และร้านค้ารวมถึง ห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำน้ำร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3.โรงแรมและ อาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

1.11 ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับการป้องกันกระแสเกินใน วงจรย่อย วงจรสายป้อน และวงจรประธาน

- 1) เครื่องป้องกันกระแสเกินเป็น Fuse หรือ Circuit Breaker (CB) ก็ได้ (ปัจจุบันนิยมใช้ CB)
- 2) Fuse, CB นำมาต่อขนานกันไม่ได้
- 3) ถ้ามีเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมกับดวงโคมหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ จะถือว่าใช้แทนเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยไม่ได้
- 4) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟ (สายเฟส) และไม่ต้องมีที่ตัวนำต่อลงดิน (นิวทรัล)
- 5) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่ติดตั้งในสถานที่ซึ่งทำให้เกิดความเสียหาย
- 6) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องบรรจุในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด
- 7) กล่องหรือตู้บรรจุเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้น ต้องติดตั้งโดยมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังไม่น้อยกว่า 5 mm
- 8) เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงส่องสว่างอย่างเพียงพอ
- 9) ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุดต่อแยก
- 10) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นที่จุดต่อไฟด้านไฟออกของเครื่องป้องกันกระแสเกินได้ โดยคุณสมบัติยังคงเดิม ทั้งนี้ค่าฟักัดกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์ ยกเว้นในบางพื้นที่ที่การไฟฟ้า กำหนดเป็นกรณีพิเศษ

1.12 บริภัณฑ์ไฟฟ้า

1) โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้ง

- 1.1) ทัวไปให้ใช้กับโคมไฟฟ้า ขั้วรับหลอด สายเข้าดวงโคมชนิดแขวน หลอดไส้ หลอดไฟอาร์ค หลอดไฟปล่อยประจุ การเดินสายของดวงโคมและบริภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดวงโคม
- 1.2) โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้
- 1.3) ดวงโคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง เมื่อการติดตั้งในสถานที่เปียกหรือสถานที่ซึ่งต้องใช้ดวงโคมชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในดวงโคมหรือเครื่องประกอบการติดตั้งได้เมื่ออยู่ในสภาพการใช้งานตามปกติ
- 1.4) ดวงโคมไส้หลอดติดไฟ ต้องมีสิ่งป้องกันหรือกั้นไม่ให้หลอดติดไฟได้รับความร้อนเกิน 90°C

1.5) ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องมีการจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัม หรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มม. ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม

1.6) การเดินสายดวงโคม

1) การเดินสายดวงโคม ต้องจัดทำให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพและให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย

2) ขนาดกระแสของสายต้องไม่ต่ำกว่ากระแสของดวงโคม ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับดวงโคม 1 ชุด ต้องไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

3) ขั้วรับหลอดชนิดเกลียวเมื่อใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีตัวนำนิวทรัล ส่วนเกลียวโลหะที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าต้องต่อกับตัวนำนิวทรัลเท่านั้น

1.7) ดวงโคมต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสายระหว่างสายดวงโคมกับสายของวงจรย่อยได้โดยสะดวก

1.8) ฉนวนของสายในดวงโคม

1) สายที่ใช้ในดวงโคมต้องมีฉนวนที่เหมาะสมกับกระแส แรงดันและอุณหภูมิใช้งาน

2) ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้น หรือสถานที่ที่มีการฝกร่อนได้ ต้องใช้สายชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้นแล้ว

1.9) การต่อและการต่อแยก

1) จุดต่อหรือจุดต่อแยกของสายต้องไม่อยู่ในก้านดวงโคม

2) การต่อหรือการต่อแยกของสายให้มีในดวงโคมได้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น

3) สายไฟที่อยู่ในตู้แสดงสินค้าต้องเดินในช่องเดินสาย และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่อยู่ในที่เปิดเผย

4) กล่องจุดต่อไฟฟ้าเข้าดวงโคมต้องมีฝาครอบ หรือปิดด้วยฝาครอบดวงโคมขั้วรับหลอด เต้ารับ เต้าพาดาน หรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน

2) สวิตช์ เต้ารับ (Receptacle) และเต้าเสียบ (Plug)

2.1) สวิตช์และเต้ารับที่ใช้ในงานต้องมีพิกัดกระแส แรงดัน และประเภทเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เต้ารับต้องไม่เป็นประเภทที่ใช้เป็นขั้วหลอดได้ด้วย

2.2) สวิตช์และเต้ารับที่ใช้กลางแจ้ง หรือสถานที่เปียกชื้น ต้องเป็นชนิดที่ระบุ IP ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน กรณีป้องกันน้ำสาดให้ใช้ไม่ต่ำกว่า IPX4 กรณีป้องกันน้ำฉีดให้ใช้ไม่ต่ำกว่า IPX5

2.3) เต้ารับแบบติดกับพื้นหรือฝังพื้น การติดตั้งต้องป้องกันหรือหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพเนื่องจากการทำความสะอาดพื้นและการทำงาน

2.4) สวิตช์และเต้ารับต้องติดตั้งอยู่เหนือระดับน้ำที่อาจท่วมหรือซังได้

2.5) ขนาดสายสำหรับเต้ารับใช้งานทั่วไปแต่ละชุด ต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม. และสำหรับเต้ารับใช้งานเฉพาะ สายไฟฟ้าต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเต้ารับ แต่ไม่ต้องใหญ่กว่าขนาดของวงจรย่อยนั้น

2.6) เต้ารับให้เป็นไปตามนี้

1) เต้ารับที่ใช้ในวงจรย่อยต้องเป็นแบบมีขั้วสายดิน

2) เต้ารับในสถานที่เดียวกันแต่ใช้แรงดันต่างกัน ต้องจัดทำเพื่อเต้าเสียบไม่สามารถสลับกันได้

2.7) ขั้วสายเต้ารับชนิดมีสายดินตาม มอก.166-2549 จะต้องมีการเรียงขั้วเฟส นิวทรัล และสายดินแบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านหน้า

2.8) ขาเสียบเต้าเสียบชนิดมีสายดินตาม มอก.166-2549 จะต้องมีการเรียงขั้วเฟส นิวทรัล และสายดินแบบทวนเข็มนาฬิกา เมื่อมองจากด้านหน้า-

อุปกรณ์ป้องกัน

อุปกรณ์ป้องกันในระบบไฟฟ้า ถูกติดตั้งเพื่อป้องกันความเสียหายต่อทรัพย์สินและชีวิต โดยการป้องกันหลักๆ แบ่งเป็นการป้องกันด้านกระแส และการป้องกันด้านแรงดัน

อุปกรณ์ป้องกันด้านกระแส ที่ถูกกำหนดให้ติดตั้งตามมาตรฐานมีข้อมูลและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers)

1) เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่ใช้งานสำหรับวงจรย่อยทั่วไป รวมถึงวงจรสายป้อน และวงจรประธาน สำหรับการเดินสายภายในอาคารทั่วไปที่ไม่ใช่อาคารขนาดใหญ่ เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำที่นิยมใช้จะมีอยู่ 2 ชนิดได้แก่

1.1) มินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Miniature Circuit Breaker) มีขนาดพิกัดกระแส ตั้งแต่ 1 – 100 A



1.2) โมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Molded Case Circuit Breaker) มีขนาดพิกัดกระแส ตั้งแต่ 100 A



2) เซอร์กิตเบรกเกอร์ทั่วไป มีคุณสมบัติการป้องกันกระแส 2 ชนิด

2.1) กระแสเกิน (Overload Current)

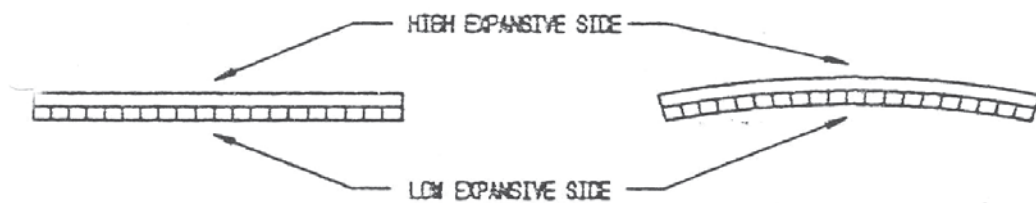
อุปกรณ์ภายในเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหน้าที่ตัดวงจรจากสาเหตุดังนี้

- 1) เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการกินกระแสเกินกว่ากระแสฟักัดของเบรกเกอร์
- 2) เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้ารวมในวงจรที่มีการบวกทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าเกินกว่าฟักัดกระแส
- 3) เกิดจากความผิดพลาดของอุปกรณ์ทำให้เกิดกระแสเกินกว่าฟักัดกระแสเบรกเกอร์นั้น และ

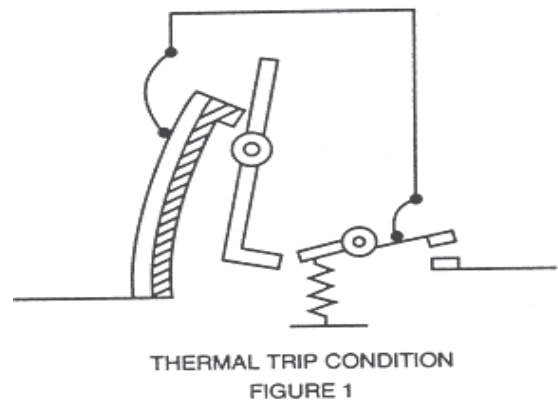
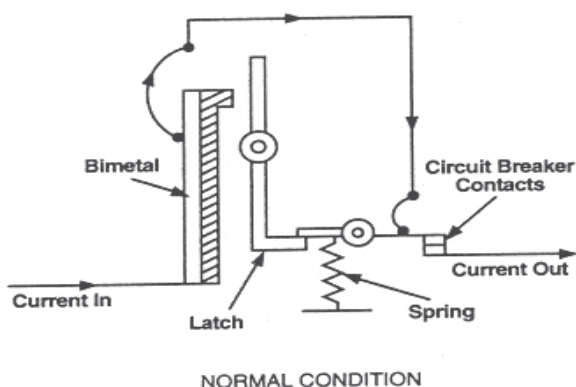
ตัดวงจรด้วยความร้อน (Thermal Trip)

การตัดวงจรด้วยความร้อน (Thermal Trip)

อุปกรณ์ตัดวงจรด้วยความร้อนประกอบด้วยโลหะแผ่นไบเมทัล (Bimetal) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดความร้อนแผ่นโลหะไบเมทัล ซึ่งทำด้วยโลหะ 2 แผ่น ต่างชนิดกันที่นำมาประสานเข้าด้วยกัน เมื่อมีความร้อนเกิดขึ้นโดยที่อัตราการขยายตัวของโลหะทั้งสองไม่เท่ากันทำให้แผ่นไบเมทัลโก่งงอขึ้น

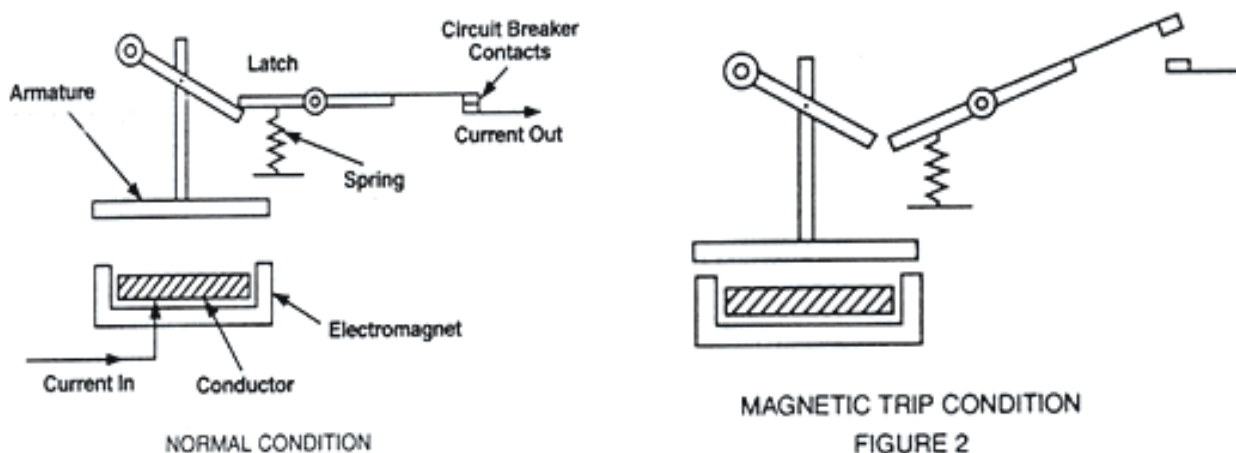


ความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสูตรพลังงานความร้อน $P = I^2R$ ประสิทธิภาพนี้ ส่งผลให้เกิดแรงที่จำเป็นที่จะส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ทางกลทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรและข้อดีของการตัดวงจรด้วยความร้อนนี้ คือในกรณีโหลดเกินเล็กน้อย เบรกเกอร์จะหน่วงเวลาไว้



2.2) กระแสลัดวงจร (Short Circuit Current)

อุปกรณ์ภายในเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหน้าที่ตัดวงจรจากความผิดพลาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยไม่เจตนาที่ทำให้มีการไหลของกระแสอย่างสูง คือผลที่เกิดจากมีการไหลของกระแสไฟสู่ดินโดยตรง (Direct Current Path From Line to Neutral) โดยไม่มีภาระทางไฟฟ้า (Load) เซอร์กิตเบรกเกอร์จะมีการป้องกันเมื่อเกิดการลัดวงจรโดยใช้การตัดวงจรด้วยแม่เหล็ก (Magnetic Trip) เนื่องจากประภพการลัดวงจร จะทำให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าสูงมากซึ่งต้องการความเร็วในการตัดวงจร ดังนั้น จึงเลือกการตัดวงจรด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ในการทำงานตัดตอนของเซอร์กิตเบรกเกอร์



3) มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่สำคัญ

3.1) IEC 60947-2 "Low Voltage Switchgear and Controlgear, Part 2 Circuit Breaker"

พิกัดที่สำคัญตามมาตรฐาน IEC 60947-2 มีดังต่อไปนี้

1) พิกัดกระแสต่อเนื่อง

ค่ากระแส RMS ที่ CB สามารถทนได้ที่อุณหภูมิไม่เพิ่มเกินค่าที่กำหนดของอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature)

บริษัทผู้ผลิตส่วนมากจะทำ CB ที่มีขนาดโครงเป็นช่วงกว้างแล้วปรับตั้งกระแสพิกัดในระหว่างช่วงให้ละเอียดขึ้น

Ampere Frame (AF) และ Ampere Trip (AT)

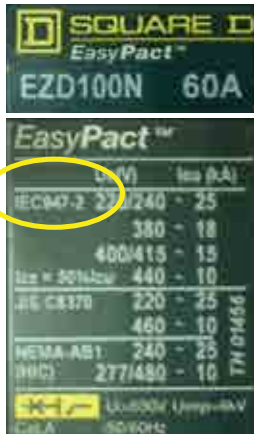
- Ampere Frame (AF) คือ ขนาดพิกัดกระแสสูงสุดที่สามารถใช้ได้กับขนาดโครงของ CB
- Ampere Trip (AT) คือ ขนาดพิกัดกระแสที่ปรับตั้งให้ CB

2) พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร (Intertupting Capacity = IC, Breaking Capacity)

กระแสลัดวงจรสูงสุดที่ CB สามารถตัดได้โดยที่ตัว CB ไม่ได้รับความเสียหาย

ค่า IC ของ CB ได้จากการทดสอบและขึ้นกับตัวแปรหลายตัว เช่น แรงดัน ตัวประกอบกำลัง เป็นต้น CB ที่สามารถใช้ได้กับหลายแรงดัน จะต้องมามีค่า IC ที่แต่ละแรงดันด้วย

ค่า IC ของ CB เป็นพิกัดที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการเลือก CB เพื่อใช้สำหรับงานหนึ่งงานใด



3) IEC 60947-2 ได้นิยามพิกัดการตัดกระแสลัดวงจรไว้ดังนี้

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

4) IEC 60947-2 ยังแบ่ง CB ตามลักษณะการใช้งาน (Utilization Category) คือ

Utilization Category A

- ไม่เหมาะที่จะทำ Coordination (Selectivity) เนื่องจากไม่มี ICW

Utilization Category B

- CB เหมาะที่จะทำ Coordination และมี ICW

3.2) IEC 60898 "Circuit Breakers for Overcurrent Protection for House-hold and Similar Installations"

1.2 เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD, RCBO, Earth-Leak, Ground-Fault, RCCB, ELCB)



1.3 ฟิวส์แรงดันต่ำ (Low Voltage Fuses)

1) ตามมาตรฐาน IEC ฟิวส์แรงต่ำ มี 3 แบบคือ

1.1 D-fuse Link (Diazed)

1.2) Do-fuse Link (Neozed)

1.3) NH (HRC) Fuse

2) Fuse แบบ D และ Do ออกแบบให้ใช้ทั้งในอาคารและอุตสาหกรรมและมีขนาดให้เลือกมาก ส่วน HRC Fuses ออกแบบให้ใช้ในงานอุตสาหกรรม

3) Fuses แบบ DIAZED และ NEOZED ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

3.1) Base

3.2) Cover

3.3) Adaptor

3.4) Fuse Link

3.5) Screen Cap

4) HRC มีส่วนประกอบหลักดังนี้

4.1) Base เป็นมาตรฐานไว้สำหรับสวมตัว Fuse Link เข้าไป

4.2) Fuse Link เป็นตัว Fuse ซึ่งจะมีขั้วเสียบกับ Fuse

4.3) Fuse Puller ใช้สำหรับถอดเปลี่ยน Fuse Link

1.4 แผงย่อย (Panel boards)

1) บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่รับไฟจากสายป้อนหรือสายประธาน แล้วจัดการแยกไฟฟ้าที่ได้รับออกเป็นวงจรย่อยหลายวงจร เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้โหลดต่อไป



ส่วนประกอบ

1.1) เครื่องห่อหุ้ม (Enclosures)

1.2) บัสบาร์ (Bus bars)

1.3) เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breakers)

2) แผงย่อยสำหรับที่อยู่อาศัย (Consumer Units)

ใช้กับไฟ 1 เฟส 2 สาย มีขนาด 4, 6, 10, 14, 18 วงจรย่อย ค่า IC ของ Main CB จะมีค่า 10 kA

3) แผงย่อยที่ใช้สำหรับงานทั่วไป (Panel boards)

นิยมเรียกว่า Load Centers แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ



3.1) แบบ Main Lugs

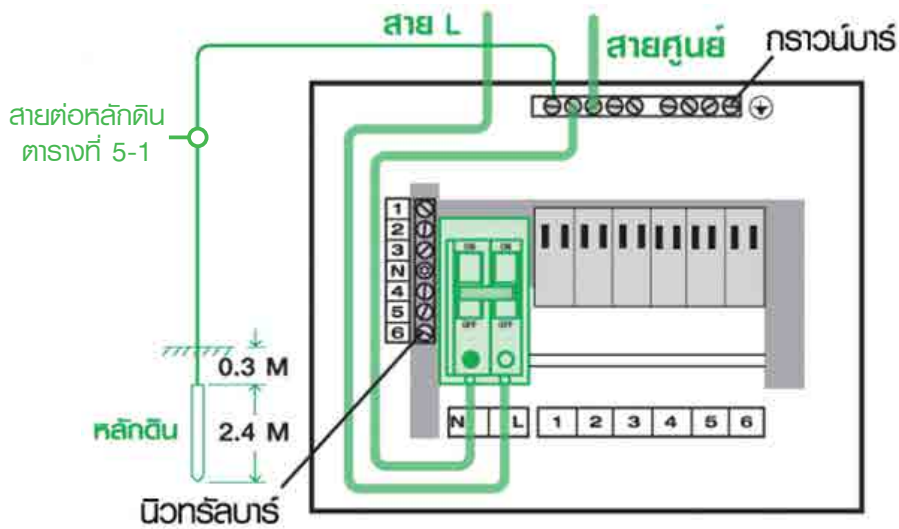
- มีแต่เฉพาะขั้วต่อสาย
- บัสบาร์ 100 และ 250 A
- ไม่มี Main CB อยู่ด้วย ภายในเครื่องห่อหุ้ม
- ต้องต่อ Main CB ไว้ภายนอกเครื่องห่อหุ้ม

3.2) แบบ Main Circuit Breaker

- มี Main CB ภายในเครื่องห่อหุ้ม
- บัสบาร์ 100 และ 250 A
- ค่า IC ของ Main CB มีให้เลือกใช้หลายค่า เช่น 15 kA, 25 kA, 35 kA, 50 kA และ 65 kA
- จำนวนวงจรย่อยของ Load Center จะมีให้เลือกใช้ตั้งแต่ 12, 18, 24, 30, 36 จนถึง (42 วงจร สำหรับ บัสบาร์ขนาด 250 A)

1.5 การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้คอนซูเมอร์ยูนิต ชไนเดอร์

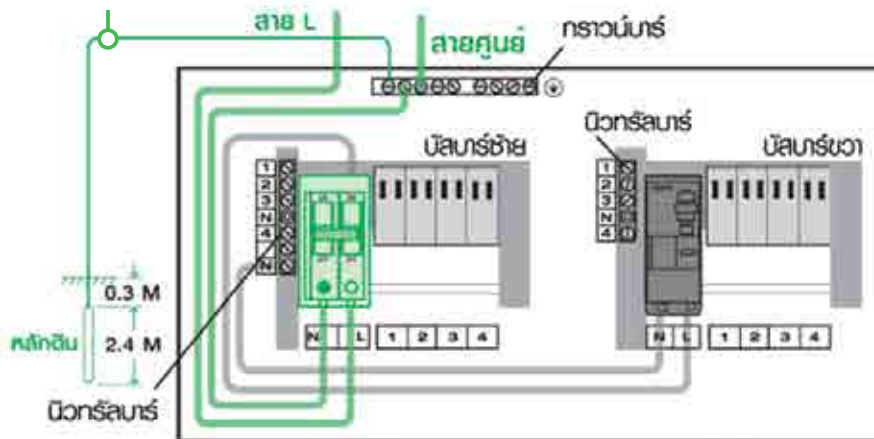
1. การติดตั้งสายไฟจากมิเตอร์ไฟฟ้า กรณีบัสบาร์เดี่ยว



เดินสายเมนเข้าเมนเบรกเกอร์ธรรมดา หรือเมนเบรกเกอร์กันไฟดูดตามรูป (เส้นสีเขียว)

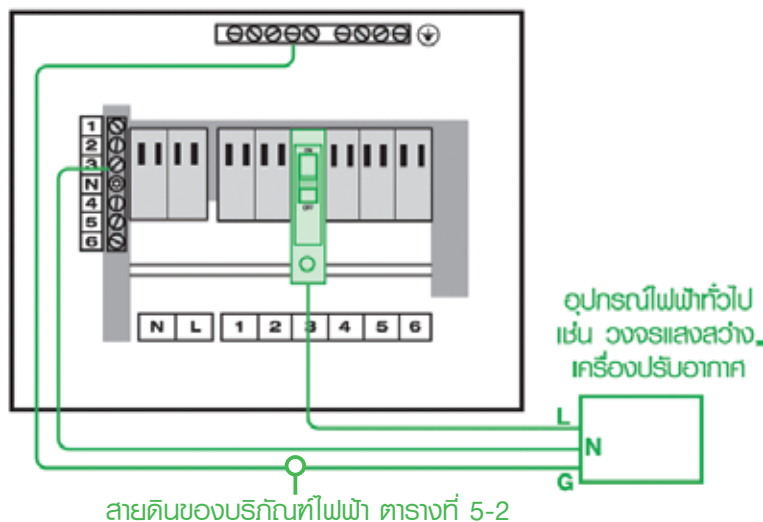
2. การติดตั้งสายไฟจากมิเตอร์ไฟฟ้า กรณี ตู้แยก 2 บัสบาร์

สายต่อหลักดิน ตารางที่ 5-1

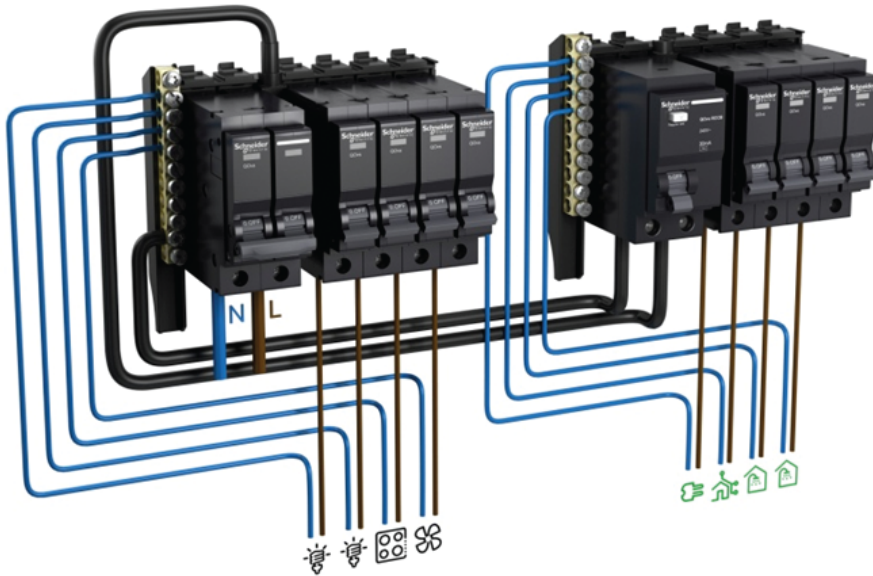


เดินสายเมนเข้าเมนเบรกเกอร์ธรรมดาที่บัสบาร์ทางซ้ายตามรูป (เส้นสีเขียว) ส่วนการเดินสายเข้าเมนเบรกเกอร์กันดูดของบัสบาร์ด้านขวา ผู้ผลิตได้ประกอบให้จากโรงงานแล้วไม่ต้องเดินสายเพิ่มเติม (เส้นสีเทา)

3. การติดตั้งเบรกเกอร์ลู่ย่อยธรรมดา

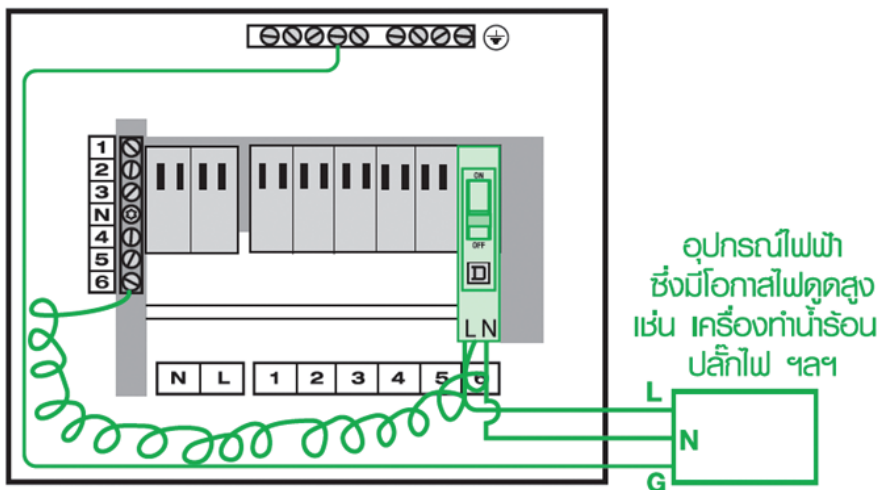


หากติดตั้งเบรกเกอร์ลู่ย่อยที่วงจรย่อยตำแหน่ง (เบอร์) ใดก็ควรเดินสายนิวทรัล (N) ที่บาร์นิวทรัลตำแหน่งนั้น เช่น ติดตั้งที่วงจรย่อยเบอร์ 3 ก็ควรเดินสายนิวทรัลเข้าที่นิวทรัลบาร์เบอร์ 3 เช่นกัน



สำหรับตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต รุ่นแยกสอง
บัสบาร์ (ข้อ2) เมื่อเดินสายจากลูกย่อย
ของบัสบาร์ไหน ก็ใช้นิวทรัลบาร์ของบัสบาร์
ด้านนั้น (นิวทรัลบาร์แยกมาให้สำหรับ
2 บัสบาร์)

4. การติดตั้งเบรกเกอร์ลูกย่อยกันดูด QOvs RCBO



หากติดตั้งเบรกเกอร์ลูกย่อยกันดูดที่
วงจรย่อยเบอร์ไหนก็ควรเดินสายไฟของ
เบรกเกอร์กันดูดเข้า นิวทรัลบาร์เบอร์นั้น
ส่วนสาย Line และ N ที่มาจากอุปกรณ์
ไฟฟ้าให้เข้าสายที่ขั้ว Lout และ Nout
ของขั้วต่อสายบนตัวลูกย่อยกันดูด

สายดินและการต่อลงดิน

การต่อลงดินคือ การต่อส่วนดังต่อไปนี้ลงดินโดยตั้งใจ 1) ส่วนของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่าน 2) ส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ เพื่อให้ส่วนดังกล่าวมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับดิน

1.1 ประโยชน์ของการต่อลงดิน

- 1) เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคลที่บังเอิญไปสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องป้องกันบริษัทไฟฟ้า และส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากการรั่วไหล หรือการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า
- 2) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ หรือระบบไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน

1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของการต่อลงดินแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) หลักดิน หรือ ระบบหลักดิน (Grounding Electrode or Grounding Electrode System)

หลักดินที่มาตรฐานกำหนดให้ใช้งานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1.1) แท่งเหล็กหุ้มด้วยทองแดง (copper-clad steel) หรือแท่งทองแดง (solid copper) หรือแท่งเหล็กอาบสังกะสี (hot-dip galvanized steel) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 5/8 นิ้ว (ขนาดทางการค้า) ยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

- เหล็กที่ใช้เป็นแกนให้ทำจาก low carbon steel ที่มี tensile strength ขนาดไม่น้อยกว่า 600 นิวตันต่อ ตร.มม.
- ทองแดงที่ใช้หุ้มมีความบริสุทธิ์ 99.9% และหุ้มอย่างแนบสนิทแบบ molecularly bonded กับแกนเหล็ก ความหนาของทองแดงที่หุ้มที่จุดใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 250 ไมโครเมตร
- ต้องผ่านการทดสอบการยึดแน่นและความคงทนของทองแดงที่หุ้มด้วยวิธี jacket adherence test และ bending test ตามมาตรฐาน UL-467
- กรณีแท่งเหล็กอาบสังกะสีต้องมีความหนาเฉลี่ยของสังกะสีไม่น้อยกว่า 85 ไมโครเมตร

1.2) หลักดินชนิดอื่นๆ ที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

1.3) ความต้านทานการต่อลงดิน (Resistance to Ground)

ค่าความต้านทานการต่อลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม ยกเว้นพื้นที่ที่ยากในการปฏิบัติและการไฟฟ้าฯ เห็นชอบ ยอมให้ค่าความต้านทานของหลักดินกับดินต้องไม่เกิน 25 โอห์ม หากทำการวัดแล้วยังมีค่าเกิน ให้ปักหลักดินเพิ่มอีก 1 แท่ง

2) สายต่อหลักดิน (Grounding Electrode Conductor)

สายต่อหลักดิน ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.1) ตัวนำทองแดงชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตัวนำตีเกลียวหุ้มฉนวน และต้องเป็นตัวนำเส้นเดี่ยวยาวตลอดโดยไม่มีการต่อ แต่ถ้าเป็นบัสบาร์อนุญาตให้มีการต่อได้ ยกเว้น จุดทดสอบตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานฯ

2.2) สายต่อหลักดินหรือเครื่องห่อหุ้มต้องยึดแน่นกับสิ่งรองรับสายนี้จะต้องร้อยในท่อสายไฟฟ้าหรือใช้เคเบิลแบบมีเกราะเมื่อใช้ในสถานที่ที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ

2.3) ขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

สายต่อหลักดินสำหรับบ้านอยู่อาศัยขนาดเล็กกำหนดให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 1-1

2.4) วิธีการต่อสายต่อหลักดิน (เข้ากับหลักดิน)

การต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดินต้องใช้วิธีเชื่อมด้วยความร้อน (exothermic welding) หุสายหัวต่อแบบบีบอัด ประกับต่อสาย หรือสิ่งอื่นที่ระบุให้ใช้เพื่อการนี้ ห้ามต่อโดยใช้การบัดกรีเป็นหลัก อุปกรณ์ที่ใช้ต่อต้องเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ทำหลักดินและสายต่อหลักดิน ห้ามต่อสายต่อหลักดินมากกว่า 1 เส้นเข้ากับหลักดิน นอกจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อเป็นชนิดที่ออกแบบมาให้ต่อสายได้มากกว่า 1 เส้น

3) สายต่อฝาก

สายต่อฝากแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยกำหนดให้มีคุณสมบัติดังนี้

3.1) สายต่อฝากด้านไฟเข้าของบริภัณฑ์ประธาน (แผงเมน) ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดของสายต่อหลักดินที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 1-1

3.2) สายต่อฝากด้านไฟออกของบริภัณฑ์ประธาน (แผงเมน) ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 1-2

3.3) สายต่อฝากต้องเป็นชนิดตัวนำทองแดง

ตารางที่ 1-1 ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

หมายเหตุ * แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง ท่อโลหะบาง หรือท่ออลูมิเนียม

4) สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding Conductor)

4.1) สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เดินสายรวมไปกับสายของวงจรต้องตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนหรือไม่หุ้มฉนวนก็ได้

4.2) สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า เลือกรูปร่างขนาดพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน โดยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า(ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5*
40	4*
70	6
100	10
200	16
400	25

หมายเหตุ * หากความยาวของวงจรไม่เกิน 30 เมตร ให้พิจารณาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า โดยคำนึงถึงค่า earth fault loop impedance ของวงจร

สายไฟฟ้าและการเลือกใช้งาน

1.1 ทัวไป

สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่มีดังนี้ :

- 1) สาย VAF หรือ VAF-G คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนและมีเปลือกนอก
 - 1.1) ขนาดที่ผลิต 1-16 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า Uo/U 300/500 โวลต์
 - 1.2) อนุญาตให้ใช้งานเดินเกาะผนัง หรือเดินในช่องเดินสาย
 - 1.3) ไม่อนุญาตให้ร้อยท่อ และไม่อนุญาตให้ฝังดิน
- 2) สาย 60227 IEC 01 หรือที่เรียกย่อๆ ว่าสาย IEC 01 (เทียบเท่าสาย THW ตาม มอก. 11-2531) คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน
 - 2.1) ขนาดที่ผลิต 1.5-400 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า Uo/U 450/750 โวลต์
 - 2.2) อนุญาตให้ใช้งานทั่วไป หรือเดินในช่องเดินสาย (ต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย)
 - 2.3) ไม่อนุญาตให้ร้อยท่อฝังดิน และไม่อนุญาตให้ฝังดินโดยตรง
- 3) สาย NYY คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนและมีเปลือก
 - 3.1) แรงดันไฟฟ้า Uo/U 450/750 โวลต์ และแบ่งตามจำนวนแกนได้ดังนี้
 - NYY แกนเดียว ขนาดที่ผลิต 1-500 ตร.มม.
 - NYY หลายแกน ขนาดที่ผลิต 50-300 ตร.มม.
 - NYY-G หลายแกนมีสายดิน ขนาดที่ผลิต 25-300 ตร.มม.
 - 3.2) อนุญาตให้ใช้งานทั่วไป หรือวางบนรางเคเบิล หรือร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
- 4) สาย 60227 IEC 10 หรือที่เรียกย่อๆ ว่าสาย IEC 10 คือ สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนและมีเปลือก
 - 4.1) ขนาดที่ผลิต 1.5-35 ตร.มม. แรงดันไฟฟ้า Uo/U 300/500 โวลต์
 - 4.2) อนุญาตให้ใช้งานทั่วไป หรือเดินในช่องเดินสาย (ต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย) หรือวางบนรางเคเบิล
 - 4.3) ไม่อนุญาตให้ร้อยท่อฝังดิน และไม่อนุญาตให้ฝังดินโดยตรง

1.2 สีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

การกำหนดสีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ช่างเดินสายไฟ ทราบว่าสายใดเป็นสายเส้นไฟ (สายเฟส) สายนิวทรัล หรือ สายดิน ทำให้การต่อสายไม่ผิดพลาด นอกจากนี้ยังทำให้ตรวจสอบหรือบำรุงรักษาสายไฟฟ้ามีความปลอดภัย

สีของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนระบบแรงต่ำกำหนดให้เป็นดังนี้ :

- 1) ตัวนำนิวทรัล (N) ใช้สีฟ้า
 - 2) ตัวนำสายเส้นไฟ (L) ในระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้สีน้ำตาล ดำ และเทา สำหรับเฟส 1, 2 และ 3 ตามลำดับ
 - 3) ตัวนำสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (G) ใช้สีเขียว หรือสีเขียวแถบเหลือง หรือเป็นสายเปลือย
- สายไฟฟ้าแกนเดียวที่มีขนาดตั้งแต่ 16 ตร.มม. อาจทำเครื่องหมายที่ปลายสายแทน

1.3 การเลือกใช้งานสายไฟฟ้า

การเลือกใช้งานสายไฟฟ้า นั้นพิจารณาปัจจัยหลายอย่าง เพื่อให้การนำสายไฟฟ้าใช้งานเกิดความปลอดภัย ประหยัด และทำให้ระบบไฟฟ้ามีความเชื่อถือได้ ปัจจัยที่สำคัญต้องพิจารณามีดังนี้ :

- 1) แรงดันที่สายไฟฟ้าทนได้

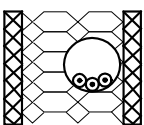
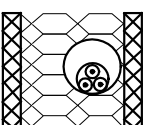
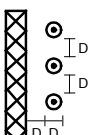
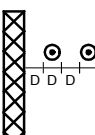
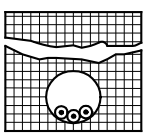
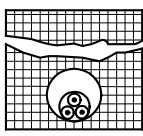
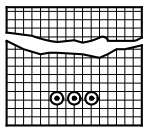
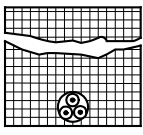
ห้ามใช้สายไฟฟ้ากับระบบแรงดันไฟฟ้าที่เกินกว่าแรงดันไฟฟ้าของสายไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า 60227 IEC 52 แรงดันไฟฟ้า Uo/U 300/300 โวลต์ ห้ามใช้กับระบบ 3 เฟส ที่มีแรงดัน 400 โวลต์

2) ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

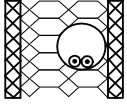
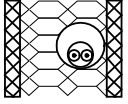
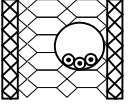
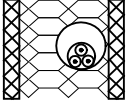
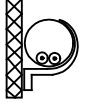
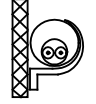
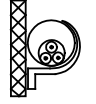
- 2.1) ชนิดและขนาดของตัวนำ ตัวนำทองแดงนำไฟฟ้าได้ดีกว่าตัวนำอะลูมิเนียม ทำให้ขนาดกระแสของตัวนำทองแดงสูงกว่าตัวนำอะลูมิเนียมที่มีขนาดเดียวกัน
- 2.2) ชนิดของฉนวน ฉนวนพีวีซีทนอุณหภูมิได้ 70°C และฉนวน-ครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนทนอุณหภูมิได้ 90°C ดังนั้นสายพีวีซีจึงมีขนาดกระแสต่ำกว่าสายครอสลิงกด์พอลิเอทิลีนที่ขนาดเดียวกัน
- 2.3) ลักษณะการติดตั้งต้องพิจารณาจากตารางที่ 1-1
- 2.4) จำนวนตัวนำกระแสมีผลกับขนาดกระแสตามตารางระบุแบ่งเป็น กรณีวงจร 1 เฟส ให้ใช้ค่าจำนวนตัวนำกระแส 2 และกรณีวงจร 3 เฟส ให้ใช้ค่าจำนวนตัวนำกระแส 3
- 2.5) ลักษณะตัวนำกระแสแบ่งเป็น กรณีแกนเดี่ยว และกรณีหลายแกน
- 2.6) อุณหภูมิโดยรอบ กำหนดอุณหภูมิโดยรอบ 40°C สำหรับการเดินสายในอากาศ และอุณหภูมิโดยรอบ 30°C สำหรับการเดินสายร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง หากใช้งานการเดินสายที่อุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจากที่กล่าวมาจะทำให้ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง โดยตัวคูณปรับค่า Ca
- 2.7) การเดินสายในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร โดยไม่นับสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องใช้ตัวคูณปรับค่า Cg
- 2.8) ขนาดกระแสสำหรับสายไฟฟ้าและวิธีการเดินสายที่นิยมใช้งานในบ้านอยู่อาศัยดู ตารางที่ 1-2 และ 1-3

ตารางที่ 1-1 รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสาย โลหะหรือโลหะ ภายในผ้าเพดาน ที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ	 หรือ 	กลุ่มที่ 1	ผ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวน ความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทาง ความร้อน (thermal con-ductance) อย่าง น้อย $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^*$
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสาย โลหะหรือโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน	 หรือ 	กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน ผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทาน ความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน $2 \text{ K} \cdot \text{m/W}$
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก เดินเกาะผนัง หรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน	 หรือ 	กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน มี/ไม่มี เปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ	 หรือ 	กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิล ไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดี่ยวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรือ อโลหะฝังดิน	 หรือ 	กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดี่ยว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง	 หรือ 	กลุ่มที่ 6	-

ตารางที่ 1-2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก

สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

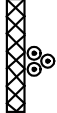
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควั่นน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 1-2)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1-6
- 2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1-8
- 3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-3 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก

สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C หรือ 90 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินเกาะผนังในอากาศ

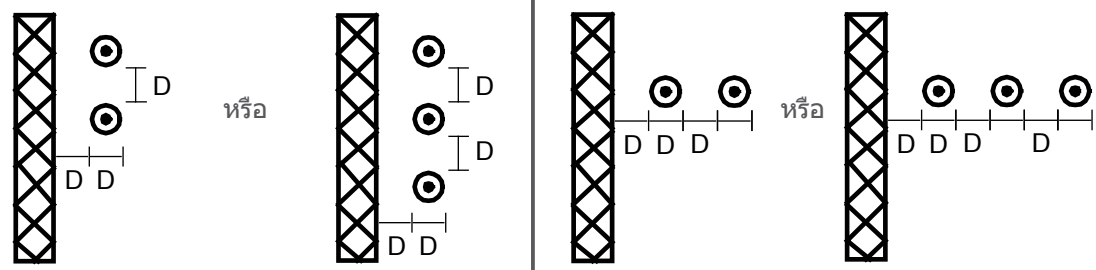
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 3				
จำนวนตัวนำกระแส	2	ไม่เกิน 3		ไม่เกิน 3	
ลักษณะสาย	แบน	กลม		กลม	
ลักษณะตัวนำกระแส	หลายแกน	แกนเดี่ยว		หลายแกน	
ประเภทฉนวน	พีวีซี	พีวีซี	ครอสลิงก์พอลิเอทิลีน	พีวีซี	ครอสลิงก์พอลิเอทิลีน
อุณหภูมิตัวนำ	70 °C	70 °C	90 °C	70 °C	90 °C
รูปแบบการติดตั้ง			หรือ 		หรือ 
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้	VAF, VAF-G	NYG, IEC 60502-1	IEC 60502-1	NYG, NYG-G 60227 IEC 10, IEC 60502-1	IEC 60502-1
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)				
1	14	12	16	12	15
1.5	17	16	21	15	20
2.5	23	22	28	21	27
4	32	29	37	28	36
6	41	37	49	36	47
10	56	51	67	50	65
16	74	69	90	66	87
25	-	90	118	84	108
35	-	112	147	104	134
50	-	145	190	125	163
70	-	186	244	160	208
95	-	227	297	194	253
120	-	264	345	225	293
150	-	304	397	260	338
185	-	348	455	297	386

หมายเหตุ (ตารางที่ 1-3)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1-6
- 2) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-4 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงแกนเดียวหุ้มฉนวนพีวีซี มอก.11-2553

สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 450/750 โวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ

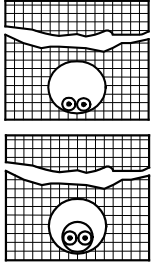
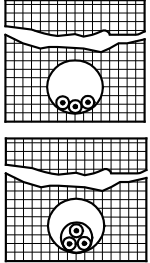
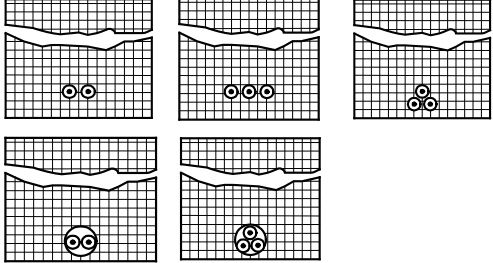
ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 4	
รูปแบบการติดตั้ง		
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 10, NYY	
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)	
4	30	37
6	39	48
10	56	67
16	78	92
25	113	127
35	141	157
50	171	191
70	221	244
95	271	297
120	315	345
150	365	397
185	418	453
240	495	535
300	573	617
400	692	741

หมายเหตุ (ตารางที่ 1-4)

1) ค่าอธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-5 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มีเปลือกนอก

สำหรับขนาดแรงดัน (U_0/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 30 °C ร้อยต่อผิวดินหรือฝังดินโดยตรง

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 5		กลุ่มที่ 6
จำนวนตัวนำกระแส	2	3	ไม่เกิน 3
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว /หลายแกน	แกนเดี่ยว /หลายแกน	แกนเดี่ยว / หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง			
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	NYY, NYY-G, ตามมาตรฐาน IEC 60502-1		
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)		
1	17	15	21
1.5	21	19	26
2.5	28	25	35
4	36	33	45
6	46	41	57
10	62	55	76
16	81	72	99
25	106	94	128
35	129	114	154
50	153	136	181
70	190	168	223
95	232	204	267
120	265	234	304
150	303	266	342
185	344	303	386
240	404	361	448
300	462	404	507
400	529	462	577
500	605	527	654

หมายเหตุ (ตารางที่ 1-5)

- 1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 30 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1-7
- 2) ในกรณีที่มีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในท่อร้อยสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ใน ตารางที่ 1-8
- 3) คู่มืออธิบายรูปแบบการติดตั้ง ในตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-6 ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ใช้กับค่าขนาดกระแสน์ของเคเบิล เมื่อเดินในอากาศ

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณปรับค่านวณ PVC (Ca)
11-15	1.34
16-20	1.29
21-25	1.22
26-30	1.15
31-35	1.08
36-40	1.00
41-45	0.91
46-50	0.82
51-55	0.70
56-60	0.57
61-65	-
66-70	-
71-75	-
76-80	-
81-85	-
86-90	-
91-95	-

ตารางที่ 1-7 ตัวคูณปรับค่าอุณหภูมิโดยรอบแตกต่างจาก 30 °C ใช้กับค่าขนาดกระแสน์ของเคเบิล เมื่อเดินใต้ดิน

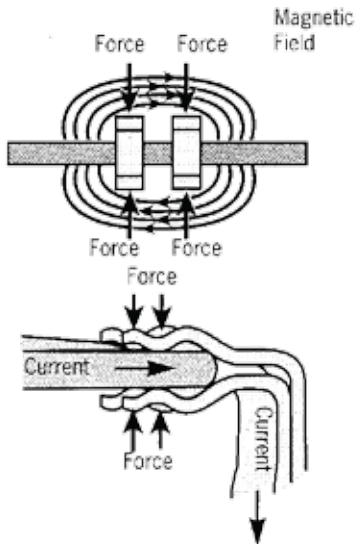
อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณปรับค่านวณ PVC (Ca)
11-15	1.18
16-20	1.12
21-25	1.07
26-30	1.0
31-35	0.94
36-40	0.87
41-45	0.80
46-50	0.71
51-55	0.62
56-60	0.51
61-65	-
66-70	-
71-75	-
76-80	-

ตารางที่ 1-8 ตัวคูณปรับค่าขนาดกระแสเนื่องจากจำนวนสายที่นำกระแสในช่องเดินสายไฟฟ้าเดียวกันมากกว่า 1 กลุ่มวงจร

จำนวนกลุ่มวงจร	ตัวคูณปรับค่า (Cg)
2	0.80
3	0.70
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54
8	0.52
9	0.50
10-12	0.45
13-16	0.41
17-20	0.38

ที่สุด...ของความปลอดภัยระดับโลก

ด้วยระบบปลั๊กออน Plug-on จาก สแควร์ ดี



- > เทคโนโลยี ปลั๊กออน จากอเมริกา ปลอดภัยสูงสุดกรณีเกิดการลัดวงจร หรือ Short Circuit จะเกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำดูดคลิปลักษณ์ของตัวเบรกเกอร์ให้จับยึดแท่งบัสบาร์ให้สนิทมากยิ่งขึ้น ช่วยลดโอกาสการเกิดการอาร์ค (Arc)
- > สะดวกติดตั้งง่ายและรองรับผลิตภัณฑ์ สแควร์ ดี ได้ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็น เมนเบรกเกอร์กันดูด, ลูกย่อยเบรกเกอร์กันดูด และ เสิร์จ สแควร์ ดีป้องกันแรงดันส่วนเกินจากฟ้าผ่า รวมทั้งลูกย่อยและเมนเบรกเกอร์ สแควร์ ดี ทุกรุ่น
- > ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ใช้เวลาเพียงสั้นๆ อีกทั้งยังไม่ต้องร้อยสายไฟเพิ่มเติมเหมือนกับระบบรางสไลด์ (DIN-Rail) ให้ยุ่งยาก
- > ช่วยลดความผิดพลาดในการประกอบ และ ติดตั้งลูกย่อยเซอร์กิตเบรกเกอร์ เพราะรูปแบบของปลั๊กออนบัสบาร์ที่เข้าใจได้ง่าย

ขั้นตอนการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์สำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 1 หาข้อมูลขนาดโหลดไฟฟ้าที่ใช้งานว่ามีขนาดกระแสกี่แอมป์ เป็นฟาสต์สว หรือ สามเฟส

ขั้นตอนที่ 2

เลือกสายไฟในรูปแบบการเดินสายที่ต้องการให้มีขนาดกระแสสูงกว่าโหลดไฟฟ้า โดยขนาดกระแสของสายไฟในรูปแบบการเดินสายต่างๆ เป็นดังนี้

ขนาดสายไฟ (mm ²)	เดินเกาะผนัง (Amp)	เดินในท่อเดินสายในฝ้าเพดาน (Amp)	เดินในท่อเดินสายแบบเกาะผนังเพดานหรือฝังในผนังคอนกรีต (Amp)
1	14	12	12
1.5	17	15	15
2.5	23	21	21
4	32	28	28
6	41	36	36
10	56	50	50
16	74	66	66
25	-	88	88
35	-	109	109
50	-	131	131

ขั้นตอนที่ 3

เลือกขนาดเบรกเกอร์ให้มีขนาดต่ำกว่าขนาดกระแสของสายไฟ แต่มีค่าสูงกว่าโหลดไฟฟ้า โดยตัวอย่างการเลือกขนาดเบรกเกอร์ให้มีความสูงกว่าโหลดไฟฟ้า เป็นดังนี้

รูปแบบโหลดไฟฟ้า	ขนาดเบรกเกอร์ (แอมป์)
วงจรแสงสว่าง	10-20
เตารับ	16-20
เครื่องปรับอากาศ (BTU)	
9000	10
12000	16
18000	20
24000	25
30000	32
36000	40
50000	50
60000	63
เครื่องทำน้ำร้อน (Watt)	
1800	10
2500	16
3500	20
4500	25
6000	32
9000	50

ขั้นตอนที่ 4 โหลดไฟฟ้ามีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟรั่ว หรือไฟดูด หรือไม่?

ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟรั่ว หรือไฟดูด เลือกลูกย่อย QOVs หรือ QOH-X

มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟรั่ว หรือไฟดูด เลือกลูกย่อยป้องกันไฟรั่ว และไฟดูด QOVs RCBO

ตัวอย่าง โหลดไฟฟ้า และพื้นที่ ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟรั่ว หรือ ไฟดูด เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน เตารับใกล้อ่างล้างจาน เตารับใกล้อ่างล้างหน้า หรือเครื่องซักผ้า เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 เลือกตู้ไฟฟ้าโดยมีจำนวนวงจรย่อยให้เพียงพอต่อจำนวนของโหลดไฟฟ้าที่ต้องการป้องกัน รวมทั้งเลือกใช้เมนเบรกเกอร์ให้เหมาะสมกับโหลดไฟฟ้าทั้งหมดที่ต่อออกจากตู้ควบคุมไฟฟ้า และให้สอดคล้องกับขนาดของมิเตอร์ไฟฟ้าที่ทำการขอใช้งานจากการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคตั้งหน้า 24

[illegible]