ศูนย์หนังสือ เมืองไทย
นำความรู้สู่ชีวิตที่ดี
หน่วยที่ 7
อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าและการติดตั้ง
AC/DC CLAMP METER
ZERO

หัวข้อเรื่อง (Topics)

7.1 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอน

7.2 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

7.3 การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า

7.4 แผงย่อย (Panelboard)

7.5 สรุปสาระสำคัญ

7.1 มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอน

มาตรฐานเครื่องป้องกันกระแสเกินและสวิตช์ตัดตอนเกี่ยวข้องกับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (EIT Standard 2001–56) หรือมาตรฐาน วสท. ดังนี้

7.1.1 ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์

ตัวฟิวส์และขั้วรับฟิวส์เป็นไปตาม มอก. 506–2527 และ มอก. 507–2527

7.1.2 สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ

สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือเป็นไปตาม มอก. 824–2531

7.1.3 สวิตช์ใบมีด

สวิตช์ใบมีดเป็นไปตาม มอก. 706–2530

7.1.4 อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เช่น UL, BS, DIN, JIS และ IEC

7.1.5 ฟิวส์และขั้วรับฟิวส์ (Fuse and Fuse Holder)

พิกัดกระแสของฟิวส์ต้องไม่สูงกว่าของขั้วรับฟิวส์ ทำจากวัสดุที่เหมาะสม มีการป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผุกร่อน (Corrosion)

7.1.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

1. ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำได้โดยวิธีอื่นก็ตาม และต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด

2. ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลา โดยในขณะใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

3. ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวร หลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

4. เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้

(1) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกัน ขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898

(2) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่น ๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947–2 หรือ IEC 60898

7.1.7 เซฟตีสวิตช์ (Safety Switch)

เซฟตีสวิตช์ต้องปลดหรือสับวงจรได้พร้อมกันทุก ๆ ตัวนำเส้นไฟ และต้องประกอบด้วยฟิวส์ตามข้อ 7.1.5 รวมอยู่ในกล่องเดียวกันและจะเปิดฝาได้ต่อเมื่อได้ปลดวงจรแล้ว

7.1.8 เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device หรือ RCD)

เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูดสำหรับแรงดันไม่เกิน 440 โวลต์ สำหรับบ้านอยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60755, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61543 มีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องตัดไฟรั่วควรมีค่ากระแสรั่วที่กำหนด (Rated Residual Operating Current, $I_{\Delta n}$) ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ และช่วงระยะเวลาในการตัด (Break time หรือ Operating Time) ไม่เกิน 0.04 วินาที

2. เครื่องตัดไฟรั่วต้องเป็นชนิดที่ปลดสายไฟเส้นที่มีไฟทุกเส้นออกจากวงจรรวมทั้งสายนิวทรัล (Neutral) ยกเว้นว่าสายนิวทรัลนั้นจะแน่ใจได้ว่าปลอดภัยและมีแรงดันเท่ากับดิน

3. ห้ามต่อวงจรลัดคร่อมผ่าน (By pass) อุปกรณ์ตัดตอนและเครื่องป้องกันกระแสเกิน

7.2 อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันสายไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าอันเนื่องจากกระแสเกิน กระแสรั่วหรือกระแสลัดวงจร ดังนี้

7.2.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker: CB) หรือสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ หรือเบรกเกอร์ หมายถึง อุปกรณ์สวิตช์ซึ่งมีคุณสมบัติในสภาวะปกติสามารถนำกระแสและสับ–ปลดวงจรตามพิกัดได้โดยปลอดภัยและในสภาวะวงจรผิดปกติ

1. **พิกัดที่สำคัญของเซอร์กิตเบรกเกอร์** ตามมาตรฐาน IEC 60947–2 มีดังต่อไปนี้

(1) พิกัดกระแสต่อเนื่อง คือ ค่ากระแสอาร์เอ็มเอสที่เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถทนได้ โดยที่อุณหภูมิไม่เพิ่มเกินค่าที่กำหนดให้ของอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature) ค่าหนึ่ง คือ

(ก) กระแสโครง (Ampere Frame: AF) คือ ขนาดพิกัดกระแสสูงสุดที่สามารถใช้ได้กับขนาดโครงของเซอร์กิตเบรกเกอร์

(ข) กระแสตัด (Ampere Trip: AT) คือ ขนาดพิกัดกระแสที่ปรับตั้งให้เซอร์กิตเบรก–เกอร์ใช้งานค่า AT ส่วนใหญ่แสดงไว้ที่แผ่นป้ายชื่อ (Name plate) หรือคันโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์

(2) พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร (Interrupting Capacity: IC) คือ กระแสลัดวงจรสูงสุดที่ เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถตัดได้โดยที่ตัวมันไม่ได้รับความเสียหาย ค่า IC ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้จากการทดสอบและขึ้นกับตัวแปรหลายตัว

2. ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ในระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ (น้อยกว่า 1,000 โวลต์) แบ่งตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบห่อหุ้มปิดมิด (Molded Case Circuit Breaker: MCCB) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ห่อหุ้มปิดมิดชิดอยู่ภายในวัสดุฉนวน โครงส่วนมากทำด้วยสารประเภทพลาสติกแข็ง จะป้องกันการอาร์กได้ดี MCCB

CB ชนิด 2 ขั้ว (Pole) ใช้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟส

CB ชนิด 3 ขั้ว (Pole) ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส

ก) ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้เป็นเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์

ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์

ข) ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด 1 ขั้ว ที่ใช้เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยของวงจรย่อย

(ต่อ) ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์

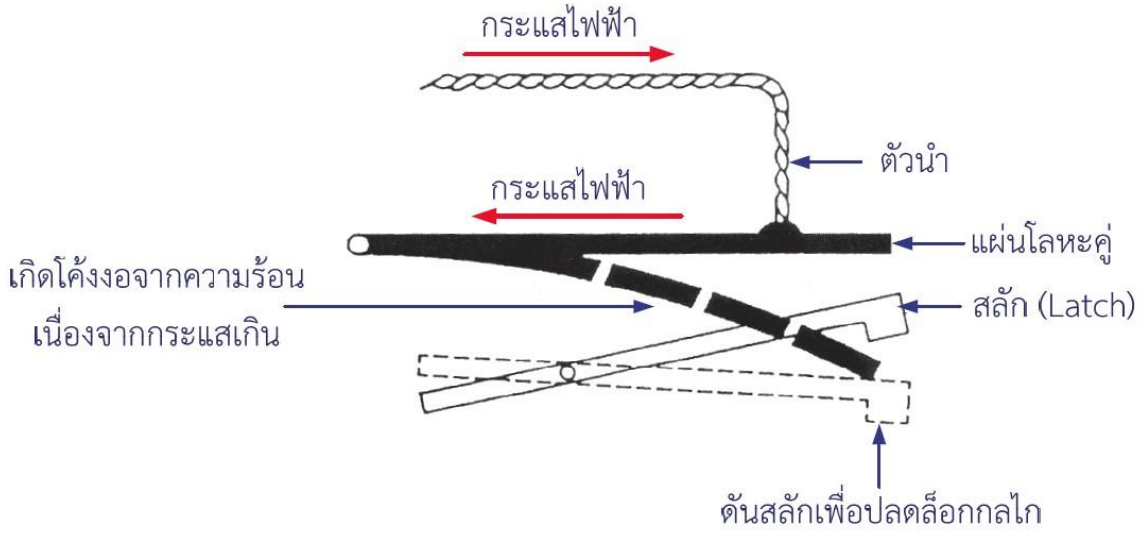
(2) เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอากาศ (Air Circuit Breaker: ACB) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 1,000 โวลต์ สามารถดับอาร์กในอากาศ มีขนาดใหญ่ มีพิกัดกระแสต่อเนื่องสูงตั้งแต่ 225–6,300 A และมีค่า IC ตั้งแต่ 35–150 kA เป็นแบบเปิดโล่ง (Open Frame) และส่วนใหญ่จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์วิเคราะห์ค่ากระแสเพื่อสั่งปลดวงจร ACB

ตัวอย่าง ACB

3. ส่วนประกอบของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ทำหน้าที่ตัดวงจร หรือหน่วยการตัด (Tripping Unit) ซึ่งจะเป็นส่วนให้สัญญาณเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรออกเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ

(1) แบบความร้อน–แม่เหล็ก (Thermal–Magnetic Breaker) เป็นอุปกรณ์ตัดวงจร 2 ส่วน คือ ส่วนความร้อนและส่วนแม่เหล็กเมื่อเกิดกระแสเกินมีค่าประมาณ 125% ของกระแสพิกัดจะใช้โลหะคู่ (Bimetal) เป็นตัวตัด (Trip) หรือทริพ อุปกรณ์ตัดวงจร 2 ส่วน มีดังนี้

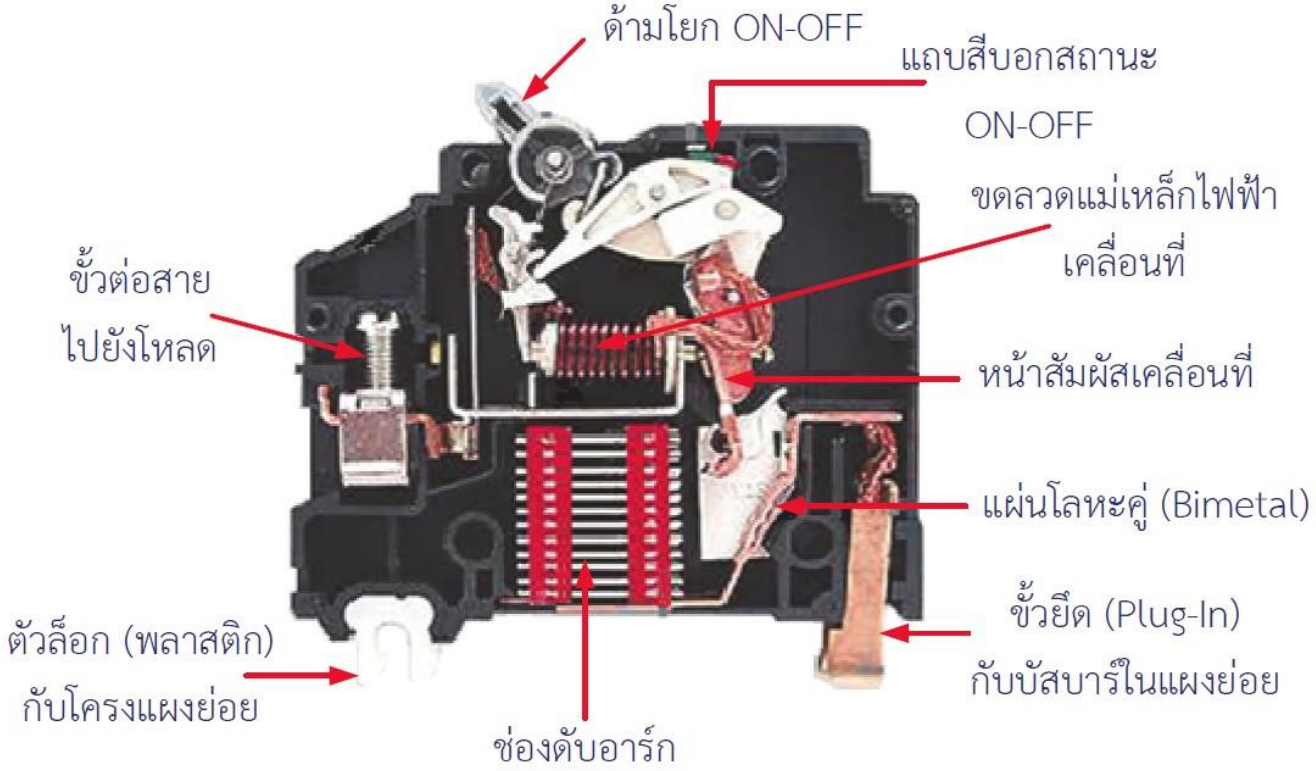
(ก) อุปกรณ์ตัดวงจรโดยแผ่นโลหะคู่ (Bimetal overload trip) อุปกรณ์แบบนี้การตัดวงจรขึ้นอยู่กับความร้อนที่เปลี่ยนแปลงบนแผ่นโลหะคู่



การทำงานของแผ่นโลหะคู่

(ข) อุปกรณ์ตัดวงจรโดยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic short–circuit trip)

เมื่อกระแสเกินพิกัดไหลผ่านขดลวดจะเกิดแรงดึงดูดขึ้นโดยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าดูดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ให้จากออก



ตัวอย่างกลไกภายในของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบความร้อน–แม่เหล็ก

(2) แบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Trip หรือ Solid State Trip) จะใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการคำนวณค่ากระแสที่ปลดวงจรโดยจะใช้หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) และวงจรอิเล็กทรอนิกส์เปรียบเทียบค่ากระแสในวงจรกับค่าที่ตั้งไว้

ก) แบบตรวจจับกระแสไฟฟ้ารั่วไหล 5 mA

ข) แบบตรวจจับกระแสไฟฟ้ารั่วไหล 10 mA

ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสรั่วและการนำไปใช้ติดตั้ง

ค) การนำไปใช้ติดตั้งในตู้คอนซูเมอร์ยูนิต

(ต่อ) ตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสรั่วและการนำไปใช้ติดตั้ง

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีให้เลือกใช้ เป็นตัวอย่างในแคตตาล็อก

Miniature Circuit Breaker

เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับคอนซูเมอร์ยูนิต และโหลดเซนเตอร์

Circuit Breaker for Consumer Unit & Load Center

ลูกย่อย QOvs ชนิด 1 และ 3 pole 10-63A

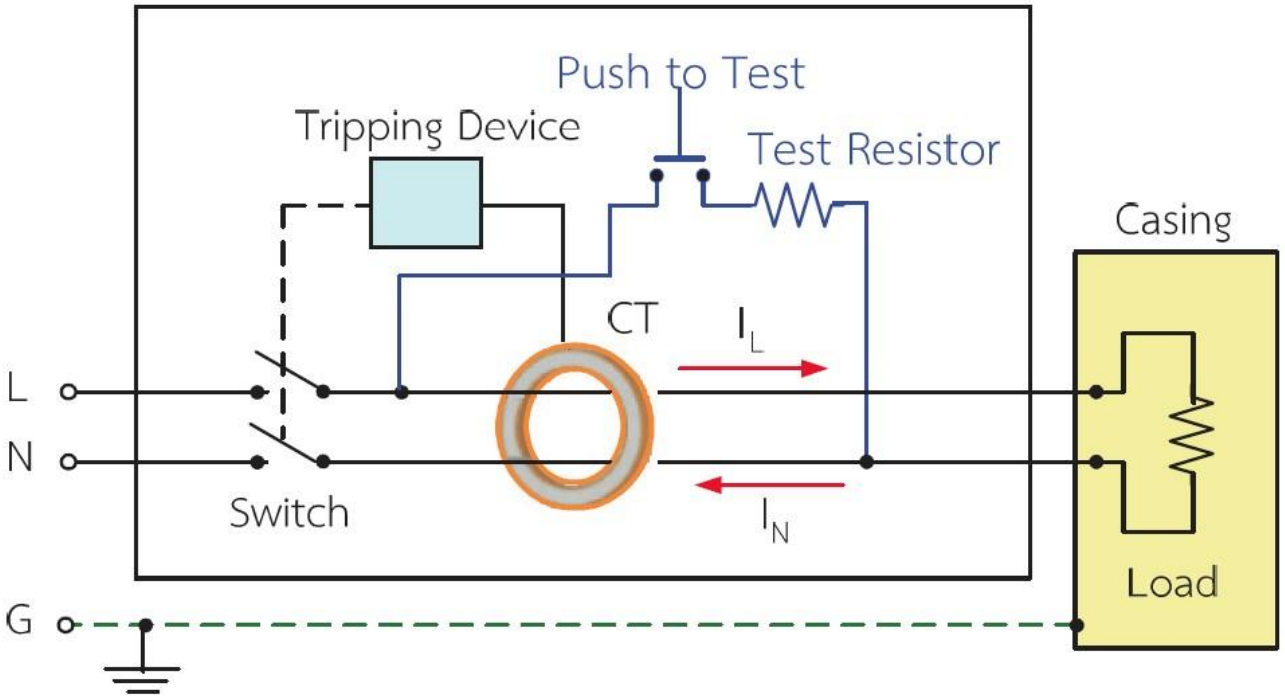
Amp. (แอมแปร์)	Catalog Number รุ่น 1 โพล (1 Pole)	Unit Price ราคา/หน่วย(บาท)	Catalog Number รุ่น 3 โพล (3 Pole)	Unit Price ราคา/หน่วย(บาท)
10	QO110 VSC 6T	ขนาด 6kA	QO310 VSC 6T	ขนาด 6kA
16	QO116 VSC 6T		QO316 VSC 6T	2,200.-
20	QO120 VSC 6T	215.-	QO320 VSC 6T	
25	QO125 VSC 6T		QO325 VSC 6T	
32	QO132 VSC 6T		QO332 VSC 6T	
40	QO140 VSC 6T	ขนาด 6kA	QO340 VSC 6T	ขนาด 6kA
50	QO150 VSC 6T	500.-	QO350 VSC 6T	2,700.-
63	QO163 VSC 6T		QO363 VSC 6T	
10	QO110 VSC 10T	ขนาด 10kA	QO310 VSC 10T	ขนาด 10kA
16	QO116 VSC 10T	530.-	QO316 VSC 10T	2,400.-
20	QO120 VSC 10T		QO320 VSC 10T	
25	QO125 VSC 10T		QO325 VSC 10T	
32	QO132 VSC 10T		QO332 VSC 10T	
40	QO140 VSC 10T	ขนาด 10kA	QO340 VSC 10T	ขนาด 10kA
50	QO150 VSC 10T	790.-	QO350 VSC 10T	3,000.-
63	QO163 VSC 10T		QO363 VSC 10T	

ตัวอย่างแคตตาล็อกเซอร์กิตเบรกเกอร์

7.2.2 เครื่องตัดไฟรั่ว

เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device: RCD) เป็นอุปกรณ์ที่มุ่งหมายสำหรับป้องกันบุคคล โดยทำหน้าที่ตัดวงจรหรือส่วนของวงจร ภายในเวลาที่กำหนดเมื่อกระแสรั่วลงดินเกินค่าที่กำหนดไว้แต่น้อยกว่าค่าที่อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรแหล่งจ่ายไฟจะทำงาน

1. หลักการทำงานเบื้องต้น คือ ใช้ตรวจจับความไม่สมดุลระหว่างกระแสไฟฟ้าเข้าและออก เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่ว อุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติคือ หม้อแปลงกระแส (Current Transformer: CT) จะเกิดกระแสเหนี่ยวนำไปสั่งการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการตัดวงจร (Tripping Device) ให้สวิตช์ตัดวงจร (Switch) เป็นการสั่งตัดกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่เข้าวงจร



วงจรการทำงานของเครื่องตัดไฟรั่ว

2. ประเภทของเครื่องตัดไฟรั่ว แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) เครื่องตัดไฟรั่วแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (Residual Current Operated Circuit Breaker with Integral Overcurrent Protection: RCBO) หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสรั่วที่ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันกระแสเกินและป้องกันการลัดวงจรด้วย

ตัวอย่าง RCBO

7.2.3 ฟิวส์

ฟิวส์ (Fuse) หมายถึง อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินซึ่งมีส่วนที่เปิดวงจรหลอมละลายด้วยความร้อนที่เกิดจากมีกระแสไหลผ่านเกินกำหนด ฟิวส์แบ่งตามลักษณะการใช้งานคือ ฟิวส์ที่ใช้กับแรงดันสูงและฟิวส์ที่ใช้กับแรงดันต่ำคือใช้กับแรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์ ได้แก่ ฟิวส์เส้น ปลั๊กฟิวส์และคาร์ทริดจ์ฟิวส์

1. ฟิวส์เส้น (Open Link Fuse) เป็นส่วนผสมของดีบุกกับตะกั่ว มีจุดหลอมละลายต่ำ โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ ฟิวส์เส้นกลม และฟิวส์เส้นแบน หรือเรียกว่า ฟิวส์ก้ามปู จะใช้ร่วมกับคัตเอาต์ มีขนาดให้เลือกใช้

ก) ฟิวส์เส้นกลม

ข) ฟิวส์ก้ามปู

ค) คัตเอาต์ใช้ร่วมกับฟิวส์

ตัวอย่างฟิวส์และคัตเอาต์

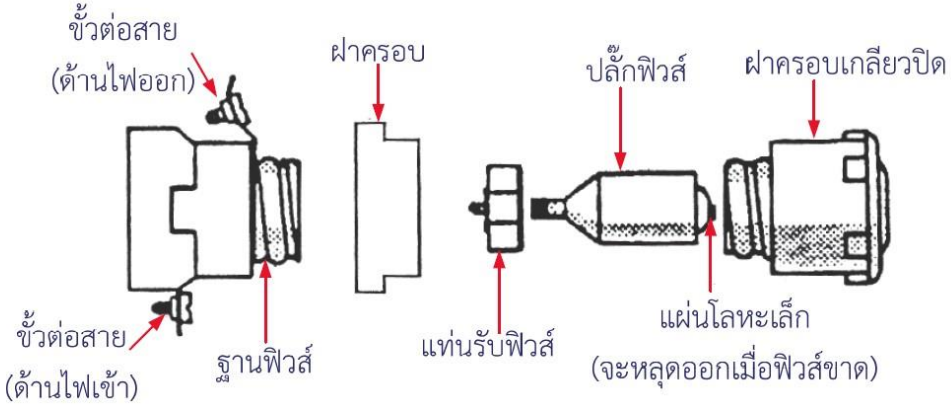
หมายเหตุ คัตเอาต์ (Cutout) หมายถึง ชุดประกอบสำเร็จของที่รองรับฟิวส์ ซึ่งอาจมีตัวยึดฟิวส์ ตัวรับฟิวส์ หรือใบมีดปลดวงจรอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ปลั๊กฟิวส์ (Plug Fuse) เป็นฟิวส์ที่บรรจุอยู่ในกระปุกกระเบื้องรูปทรงกระบอกคล้ายขวด ภายในบรรจุทรายป้องกันการอาร์กของกระแส เวลาใช้งานจะใช้ร่วมกับฐานฟิวส์

ก) ปลั๊กฟิวส์

ข) รูปร่างภายนอกของชุดอุปกรณ์ประกอบปลั๊กฟิวส์

ตัวอย่างปลั๊กฟิวส์ชนิดขาดเร็ว



ก) คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบปลอกหุ้มขั้ว (Ferrule Type)

ข) คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบใบมีด (Knife Blade Type)

ค) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC (หรือ HRC Fuse) และฐานฟิวส์

ตัวอย่างคาร์ทริดจ์ฟิวส์

ง) การนำคาร์ทริดจ์ฟิวส์ไปใช้งาน

ตัวอย่างคาร์ทริดจ์ฟิวส์

คาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบปลอกหุ้มขั้ว (Ferrule Type) มีขนาดกระแสไม่เกิน 60 A แบบใบมีด (Knife Blade Type) มีขนาดกระแส 70–600 A และคาร์ทริดจ์ฟิวส์แบบ HRC Fuse (High Rupturing Capacity Fuse) เป็นฟิวส์แรงดันต่ำตามมาตรฐาน IEC อีกแบบหนึ่งที่ใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม

7.2.4 เซฟตีสวิตช์

เซฟตีสวิตช์ (Safety Switch) หรือสวิตช์นิรภัย เป็นอุปกรณ์ป้องกันและควบคุมวงจรไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง จะมีทั้งแบบที่มีฟิวส์ในตัวและแบบไม่มีฟิวส์

ก) เซฟตีสวิตช์แบบมีฟิวส์

ข) เซฟตีสวิตช์แบบไม่มีฟิวส์

ตัวอย่างเซฟตีสวิตช์

ลักษณะของเซฟตีสวิตช์

1. กล่องโลหะหนาแข็งแรงทนต่อแรงบิดระเบิดของฟิวส์ได้ ฝากล่องจะต้องออกแบบเปิด–ปิดได้

2. จะต้องมีอุปกรณ์ที่เป็นสลักไม่ให้ฝากล่องเปิดออกได้ เมื่อสับสวิตช์ไฟฟ้าแล้ว สลักจะเลื่อนออกจึงจะสามารถเปิดฝากล่องออกได้

3. เมื่อปลดสวิตช์ไฟฟ้าภายในกล่องออกแล้วจะต้องมีหูสำหรับใส่กุญแจได้ เพื่อป้องกันการสับสวิตช์ของผู้อื่น ในกรณีที่ช่างไฟฟ้ากำลังปฏิบัติงานในระบบไฟฟ้าที่จำเป็นต้องดับไฟฟ้านั้นเพื่อความปลอดภัย

7.3 การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า

การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 หรือมาตรฐานอื่นที่การไฟฟ้าฯ ยอมรับ เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทาง ดังนี้

การคำนวณวงจรย่อย โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินขนาดเล็ก จะไม่ระบุความสามารถในการตัดกระแสที่ 100% แต่ในการใช้งานจริงให้คิดว่าสามารถตัดวงจรที่พิกัดประมาณ 80%

ตัวอย่างที่ 7.1 ต้องการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่น ขนาด 3,500 W 220 V ควรเลือกวงจรย่อยขนาดเท่าไร

วิธีทำ จากสูตร $P = E \times I \times \cos\theta$ มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

$S = E \times I$ มีหน่วยเป็น โวลต์แอมแปร์ (VA)

เครื่องทำน้ำอุ่นมีค่า $\cos\theta = 1$ ดังนั้น $P = S$

$$I = \frac{S}{E} = \frac{3500}{220} = 15.9 \text{ A}$$

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.25 เท่าของกระแสโหลด

$= 1.25 \times 15.9 = 19.87$ A

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด 20 AT (ดูขนาดพิกัดกระแส CB จากรูปที่ 7.6)

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (19.87A) และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย (20 AT)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย VAF-G ตาม มอก.11–2553 จากตารางที่ 2.5 กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 ตัวนำกระแส สายแบน ใช้สายขนาด 2×2.5/2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 23 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 20 AT เปิดตารางที่ 2.5)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย IEC 01 (THW) ตาม มอก.11–2553 จากตารางที่ 2.4 กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัวนำกระแส แกนเดียว ใช้สายขนาด 4 ตร.มม. พิกัดกระแส 28 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 20 AT เปิดตารางที่ 2.4)

หมายเหตุ ข้อควรรู้คือ 1. การติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นเป็นวงจรย่อยเฉพาะ

2. cos θ หมายถึง เพาเวอร์แฟกเตอร์, P หมายถึง กำลังไฟฟ้าแอกทีฟ

S หมายถึง กำลังไฟฟ้าปรากฏ

ตัวอย่างที่ 7.2 ต้องการติดตั้งเต้ารับคู่ แรงดัน 220 V จำนวน 11 จุด ต่อ 1 วงจรย่อย ควรเลือกวงจรย่อยขนาดเท่าไร

วิธีทำ มาตรฐาน วสท. กำหนดให้โหลดของเต้ารับทั่วไปให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA ทั้งชนิดเต้ารับเดี่ยว เต้ารับคู่ และชนิดสามเต้า กรณีติดตั้งชนิดตั้งแต่ 4 เต้า ให้คำนวณโหลดจุดละ 360 VA

วงจรย่อยมีเต้ารับ 11 จุด โหลดเต้ารับจุดละ 180 VA

โหลดเต้ารับทั้งหมด $= 180 \times 11 = 1980$ VA

ขนาดกระแส: $I = \frac{S}{E} = \frac{1980}{220}$

$= 9$ A

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.25 เท่าของกระแสโหลด

$= 1.25 \times 9 = 11.25$ A

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด 16 AT (ดูขนาดพิกัดกระแส CB จากรูปที่ 7.6)

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (11.25A) และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย (16 AT)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย VAF-G ตาม มอก.11–2553 จากตารางที่ 2.5 กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 ตัวนำกระแส สายแบน ใช้สายขนาด 2×2.5/2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 23 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.5)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย IEC 01 (THW) ตาม มอก.11–2553 จากตารางที่ 2.4 กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัวนำกระแส แกนเดียว ใช้สายขนาด 2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 21 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.4)

หมายเหตุ ข้อควรรู้คือการติดตั้งวงจรย่อยเต้ารับนี้เป็นวงจรย่อยสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 7.3 ต้องการติดตั้งวงจรย่อย มีหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W ใช้บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Losses) จำนวน 5 หลอด และเต้ารับ จำนวน 7 จุด ควรเลือกวงจรย่อยขนาดเท่าไร

วิธีทำ วงจรย่อยนี้ไม่แยกวงจรไฟฟ้าแสงสว่างและวงจรไฟฟ้ากำลัง บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Losses) มีกำลังสูญเสียประมาณ 5 W และมีค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor: PF = $\cos\theta$) ประมาณ 0.6 ดังนั้นในการคำนวณกำลังของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องบวกกำลังของบัลลาสต์ด้วย

จากสูตร $P = E \times I \times \cos\theta$

$\cos\theta = \frac{P}{S}$ และ $S = E \times I$ มีหน่วยเป็น VA

เมื่อ $P = 36 + 5 = 41$ W/หลอด, $E = 220$ V และ $\cos\theta = 0.6$

ดังนั้นโหลดต่อชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์: $S = \frac{41}{0.6} = 68.33$ VA

โหลดฟลูออเรสเซนต์ = 68.33×5 = 341.65 VA

โหลดเต้ารับ 7 จุด = 180×7 = 1,260 VA

รวมโหลดฟลูออเรสเซนต์และโหลดเต้ารับ = 341.65 + 1,260 = 1,601.65 VA

$I = \frac{1601.65}{220} = 7.28$ A

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ = 1.25 เท่าของกระแสโหลด

= 1.25×7.28 = 9.1 A

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดพิกัด 16 AT (ดูขนาดพิกัดกระแส CB จากรูปที่ 7.6)

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (9.1 A) และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย (16 AT)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย VAF-G ตาม มอก.11–2553 จากตารางที่ 2.5 กลุ่มที่ 3 จำนวน 2 ตัวนำกระแส สายแบน ใช้สายขนาด 2×2.5/2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 23 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.5)

ถ้าติดตั้งโดยใช้สาย IEC 01 (THW) ตาม มอก.11–2553 จากตารางที่ 2.4 กลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัวนำกระแส แกนเดียวใช้สายขนาด 2.5 ตร.มม. พิกัดกระแส 21 A เป็นสายวงจรย่อย (นำค่า 16 AT เปิดตารางที่ 2.4)

หมายเหตุ ข้อควรรู้คือการติดตั้งวงจรย่อยนี้เป็นวงจรย่อยสำหรับจุดประสงค์ทั่วไป

7.4 แผงย่อย (Panelboard)

แผงย่อย (Panelboard: PB)[1] หมายถึง แผงเดี่ยวหรือกลุ่มของแผงเดี่ยวที่ออกแบบให้ประกอบรวมกันเป็นแผงเดียวกัน ประกอบด้วยบัส อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอัตโนมัติและมีหรือไม่มีสวิตช์สำหรับควบคุมแสงสว่าง ความร้อนหรือวงจรไฟฟ้ากำลัง

แผงย่อยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ โหลดเซนเตอร์และคอนซูเมอร์ยูนิต

[1] แผงย่อยนี้ในหลายตำราเรียกว่า แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย (Load Panel: LP) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แผงควบคุมไฟฟ้าย่อย 3 เฟส (Load Panel 3 Phase) หรือเรียกว่า โหลดเซนเตอร์ (Load Center: LC) และแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย 1 เฟส (Load Panel 1 Phase) หรือเรียกว่า คอนซูเมอร์ยูนิต (Consumer Unit: CU)

7.4.1 โหลดเซนเตอร์

โหลดเซนเตอร์ (Load Center) หรือศูนย์กลางโหลด เป็นแผงย่อยสำหรับควบคุมการจ่ายไฟในระบบ 1 เฟส 2 สาย และ 3 เฟส 4 สาย มีขนาดกระแสสูงถึง 250 A มีจำนวนวงจรย่อยให้เลือกหลายขนาด

ก) โหลดเซนเตอร์แบบมีเมนเบรกเกอร์

ข) โหลดเซนเตอร์แบบไม่มีเมนเบรกเกอร์

ตัวอย่างตู้โหลดเซนเตอร์

(1) โหลดเซนเตอร์แบบเมนลักส์ (Main Lugs) เป็นแผงย่อยที่ไม่มีเมนเบรกเกอร์ต่ออยู่ภายใน การใช้งานจึงต้องต่อเมนเบรกเกอร์ไว้ภายนอก

(2) โหลดเซนเตอร์แบบเมนเบรกเกอร์ (Main Breaker) แบบนี้มีเมนเบรกเกอร์อยู่ภายใน การเลือกใช้ต้องดูพิกัดของเมนเบรกเกอร์คือ ค่า AT และ AF

โหลดเซนเตอร์ที่มีให้เลือกใช้ เป็นตัวอย่างในแคตตาล็อก

Square D Load Center : Classic

โหลดเซนเตอร์ สแควร์ดี รุ่น คลาสสิค เมนเบรกเกอร์ บาร์ขนาด 100 และ 250 แอมแปร์

Main Breaker 100A, 250A Type

3 Phase, 4 Wire, 240/415 Vac

IEC ออกแบบ, ผลิตและทดสอบ ตามมาตรฐาน IEC

อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 240/415 โวลต์ พร้อมกราวด์บาร์ (GND) แบบใช้กับเมนเบรกเกอร์

มอก. 1436-2540

แบบ MAIN BREAKER ขนาด 100A (ทนกระแสลัดวงจร 25kA)

Number of Way จำนวนวงจรย่อย	Catalog Number รหัสสินค้า	Main Breaker	Unit Price ราคา/หน่วย (บาท)
12	QO3-100EZ12G/SN	บริษัทฯ แนะนำ ให้เลือกใช้เมนเบรกเกอร์ รุ่น EZC100H	7,200.-
18	QO3-100EZ18G/SN		8,500.-
24	QO3-100EZ24G/SN		9,200.-
30	QO3-100EZ30G/SN		9,900.-
36	QO3-100EZ36G/SN		11,000.-
42	QO3-100EZ42G/SN		12,000.-

ใหม่! ล่าสุด ขนาดใหญ่กว่าเดิม

ราคาตู้เปล่าเท่านั้น

ตัวอย่างแคตตาล็อกโหลดเซนเตอร์

อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 240/415 โวลต์ พร้อมกราวด์บาร์ (GND) แบบเมน LUG

มอก. 1436-2540

แบบ MAIN LUG ขนาด 100A (ทนกระแสลัดวงจร 10kA)

Number of Way จำนวนวงจรย่อย	Catalog Number รหัสสินค้า	Main Lug	Unit Price ราคา/หน่วย (บาท)
12	QO3-100L12G/SN	100A MAIN LUG	5,300.-
18	QO3-100L18G/SN		5,900.-
24	QO3-100L24G/SN		7,200.-
30	QO3-100L30G/SN		7,700.-
36	QO3-100L36G/SN		8,300.-
42	QO3-100L42G/SN		9,800.-

ใหม่! ล่าสุด ขนาดใหญ่กว่าเดิม

ราคาตู้เปล่าเท่านั้น

แบบ MAIN LUG ขนาด 250A (ทนกระแสลัดวงจร 10kA)

(ต่อ) ตัวอย่างแคตตาล็อกโหลดเซนเตอร์

7.4.2 คอนซูเมอร์ยูนิต

คอนซูเมอร์ยูนิต (Consumer Unit: CU) เป็นแผงย่อยสำหรับควบคุมการจ่ายไฟเฉพาะในระบบ 1 เฟส 2 สาย ส่วนใหญ่ใช้สำหรับที่อยู่อาศัยทั่วไป

ก) คอนซูเมอร์ยูนิตชนิดไม่มีเครื่องตัดไฟรั่ว

ตัวอย่างคอนซูเมอร์ยูนิต

ข) คอนซูเมอร์ยูนิตชนิดมีเครื่องตัดไฟรั่ว

(ต่อ) ตัวอย่างคอนซูเมอร์ยูนิต

คอนซูเมอร์ยูนิตที่มีให้เลือกใช้ เป็นตัวอย่างในแคตตาล็อก

Square D Consumer Units : Classic

ตู้คอนซูเมอร์ยูนิต สแควร์ดี รุ่น คลาสสิค

1 Phase, 2 Wire, 240V(ac)

IEC
ออกแบบ, ผลิตและทดสอบ
ตามมาตรฐาน IEC

อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 240 โวลต์ พร้อมกราวด์บาร์ (GND)

Detail of Product รายละเอียดสินค้า	Number of Way จำนวนวงจรย่อย (ช่อง)	Catalog Number Branch Circuit Not Included รหัสตู้เปล่า	Unit Price ราคา/หน่วย (บาท)
ตู้คอนซูเมอร์ยูนิต ขนาด 4–18 ช่อง แบบปลั๊กออน	4	SDCS14	2,100.-
	6	SDCS16	2,300.-
	10	SDCS110	2,600.-
	14	SDCS114	2,900.-
	18	SDCS118	3,300.-
Filler Plate สำหรับอุดช่องว่าง		75022-900-01	20.-

ตัวอย่างแคตตาล็อกคอนซูเมอร์ยูนิต

เมนเบรกเกอร์ QOvs ชนิด 2 pole 16-63A

QOvs Main Breaker ตรงตามมาตรฐาน IEC 60898 ชนิด 2 Pole พิกัดกระแสลัดวงจร (IC) 10kA, 240 V (AC)
สามารถใช้ติดตั้งกับ ตู้คอนซูเมอร์ยูนิต

ขนาด 10kA

Detail of Protection รายละเอียดการป้องกัน	Amp. แอมแปร์	Catalog Number รุ่น 2 โพล (2 Pole)	Unit Price ราคา/หน่วย (บาท)
สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ ใช้ในการป้องกัน	16	QO216 VSC 10T	950.-
1. กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (ไฟช็อต)	20	QO220 VSC 10T	1,000.-
2. การใช้กระแสไฟฟ้าเกิน	32	QO232 VSC 10T	
	40	QO240 VSC 10T	1,350.-
	50	QO250 VSC 10T	
	63	QO263 VSC 10T	

เมนเบรกเกอร์ QO-MBX ชนิด 2 pole 70-100A

QOvs Main Breaker ตรงตามมาตรฐาน IEC 60947-2 ชนิด 2 Pole พิกัดกระแสลัดวงจร (IC) 10kA, 240 V (AC)
สามารถใช้ติดตั้งกับ ตู้คอนซูเมอร์ยูนิต

ขนาด 10kA

Detail of Protection รายละเอียดการป้องกัน	Amp. แอมแปร์	Catalog Number รุ่น 2 โพล (2 Pole)	Unit Price ราคา/หน่วย (บาท)
สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ MBX	70	QO 270 MBX	2,200.-
ใช้ในการป้องกัน	80	QO 280 MBX	
1. กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (ไฟช็อต)	100	QO 2100 MBX	
2. การใช้กระแสไฟฟ้าเกิน			

(ต่อ) ตัวอย่างแคตตาล็อกคอนซูเมอร์ยูนิต

เมนเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่ว/ดูด

- ป้องกันครบทั้งสามอย่างคือ ไฟช็อต, ไฟเกิน, ไฟดูด/ไฟรั่ว ติดตั้งได้ในตู้คอนซูเมอร์ยูนิต
- จุดเด่น เมื่อกระแสในวงจรผิดปกติ จะตัดไฟโดยอัตโนมัติ และปรากฏแถบสีแดงเรืองแสงในที่มืดเห็นได้ชัดเจน
- ตัดวงจรรวดเร็วภายในเวลา 0.04 วินาที
- ฝานการทดสอบมาตรฐาน มอก. 909-2548
- สะดวก ปลอดภัยด้วยระบบปลั๊กออนมีขนาด 16 - 63 แอมแปร์
- มีปุ่ม Test Trip

ขนาด 10kA

ไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์กันไฟดูดแยกต่างหาก

มอก. 909-2548

Detail of Protection รายละเอียดการป้องกัน	Amp. แอมแปร์	Catalog Number รุ่น	Unit Price ราคา/หน่วย (บาท)
สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ MBGX	16	QO 216 MBGX30	
ใช้ในการป้องกัน	20	QO 220 MBGX30	
1. กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (ไฟช็อต) 30mA	32	QO 232 MBGX30	4,800.-
2. การใช้กระแสไฟฟ้าเกิน	45	QO 245 MBGX30	
3. ไฟดูด/ไฟรั่ว	63	QO 263 MBGX30	

(ห้ามใช้กับเครื่องเชื่อมไฟฟ้า Welding Machine โดยเด็ดขาด)

(ต่อ) ตัวอย่างแคตตาล็อกคอนซูเมอร์ยูนิต

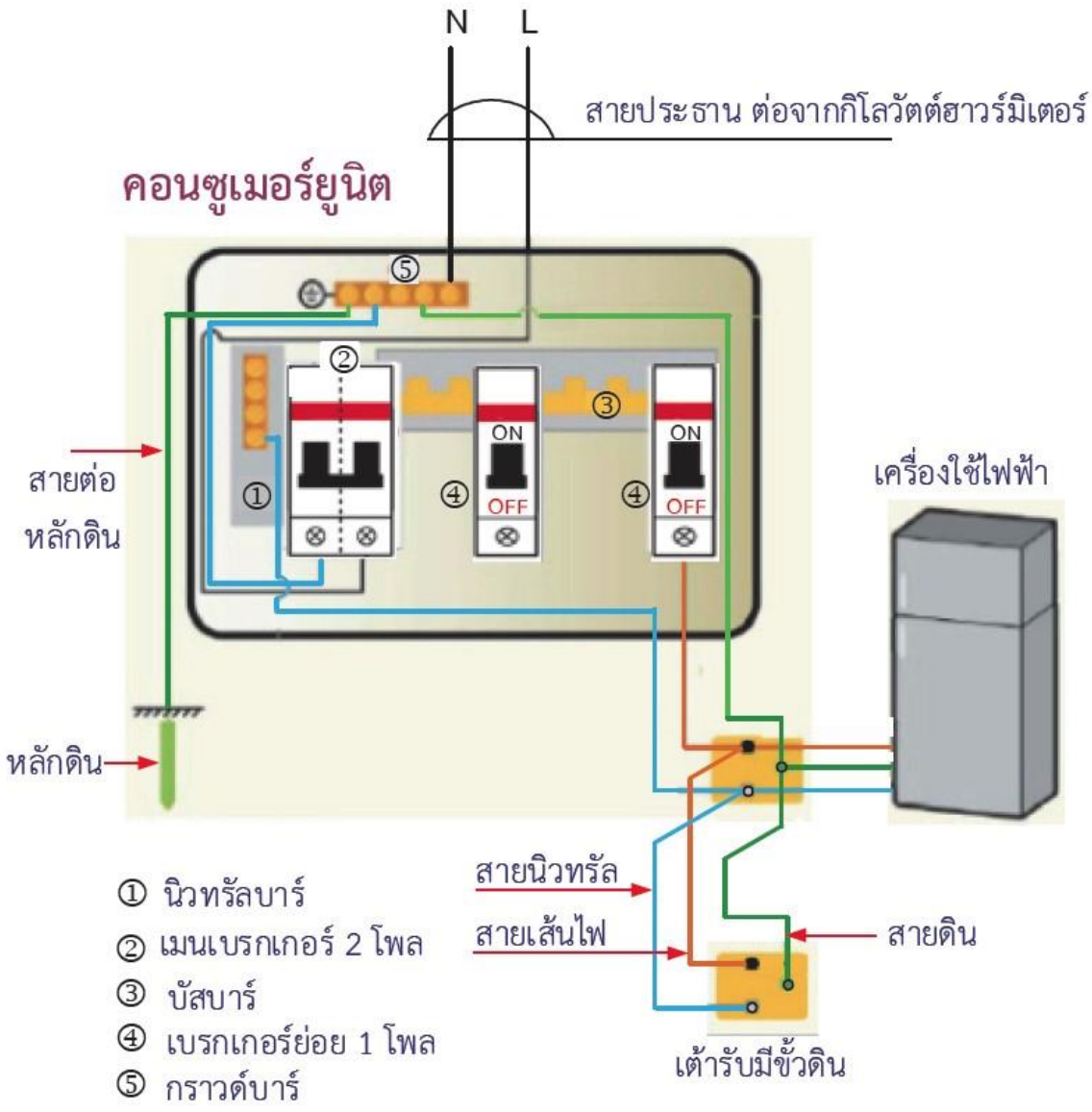
การต่อวงจรในตู้คอนซูเมอร์ยูนิต เป็นแผงย่อยหรือแผงเมนสวิตช์ สำหรับควบคุมการจ่ายไฟที่นิยมใช้ตามบ้านพักอาศัย

1. สายประธาน (สายเมน) ที่ต่อจากกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ของการไฟฟ้าฯ ตามมาตรฐาน วสท. ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสมและมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

2. เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะใช้ขนาดเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับการคำนวณโหลดที่ใช้ในบ้าน และเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อยและโครงตู้ควรเลือกใช้ยี่ห้อเดียวกัน

3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย ใช้ป้องกันวงจรย่อยตามวิธีคำนวณในตัวอย่างที่ 7.1–7.3 และขนาดสายวงจรย่อยไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

4. การติดตั้งสายดินจะต้องเดินสายดินของทุกวงจรย่อยมารวมที่ตู้คอนซูเมอร์ยูนิตเพียงจุดเดียวแล้วจึงติดตั้งสายดินจากกราวด์บาร์ลงดิน ตามมาตรฐานการติดตั้งสายดิน



ตัวอย่างการต่อวงจรของตู้คอนซูเมอร์ยูนิต

7.5 สรุปสาระสำคัญ

1. มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจน

2. อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันสายไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้าอันเนื่อง จากกระแสเกิน กระแสรั่วหรือกระแสลัดวงจร

3. การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์และสายไฟฟ้า โดยที่สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันวงจรย่อย

4. แผงย่อย (Panelboard) หมายถึง แผงเดี่ยวหรือกลุ่มของแผงเดี่ยวที่ออกแบบให้ประกอบรวมกันเป็นแผงเดียวกัน ประกอบด้วยบัส อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอัตโนมัติ