



บทที่ 6

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า

และการต่อลงดิน

วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของฟิวส์ เซฟตี้สวิตช์และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ได้
2. เลือกอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม
3. อธิบายหลักการต่อลงดินได้
4. อธิบายวิธีการติดตั้งหลักดิน และสายดินในระบบการต่อลงดินได้

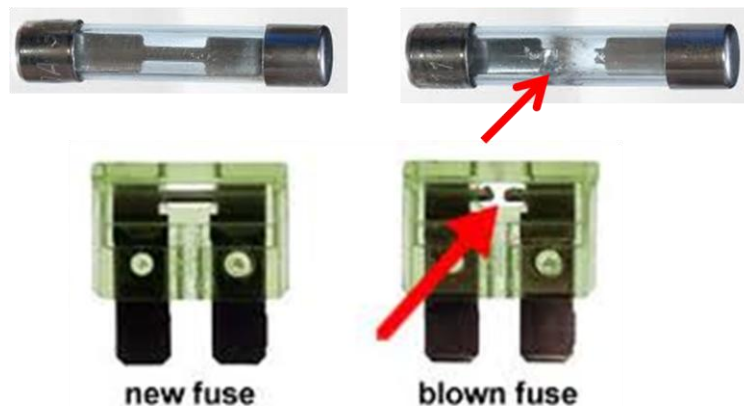
บทนำ

ในวงจรไฟฟ้าเมื่อมีอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าจำนวนมากๆ หมายความว่า จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟมาก ถ้าใช้สายไฟขนาดเล็กเกินไปสายจะเกิดความร้อน และถ้าเกิดความร้อนนานๆจะทำให้ฉนวนที่หุ้มสายไฟฟ้าชำรุดเสียหาย อาจเกิดการลัดวงจรทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้หรือเกิดการรั่วลงดิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลมากเกินไปจนเกิดการลัดวงจรได้ อุปกรณ์ป้องกันมีหลายอย่างเช่น ฟิวส์ เซฟตี้สวิตช์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นต้น

6.1 ฟิวส์

ฟิวส์ คือ อุปกรณ์ป้องกันที่ใช้ต่ออนุกรมเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันการเกิดกระแสไหลเกินเช่นจากการลัดวงจรที่วงจรไฟฟ้าหรือที่อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยทั่วไปในตัวฟิวส์ จะทำด้วยแถบหรือเส้นโลหะที่มีจุดหลอมตัวต่ำ หรือออกแบบให้เกิดการหลอมละลายได้โดยง่ายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไปจนเกิดการลัดวงจรได้ ตัวฟิวส์หลอมละลายและเริ่มขาดออกจากกันจะเกิดการอาร์ค(Arc) สำหรับการดับอาร์คเพื่อให้ฟิวส์สามารถตัดวงจรไฟฟ้าโดยไม่มีการลุกลาม ในขณะเดียวกัน กระบอกฟิวส์นั้น (fuse holder) จะต้องสามารถรับแรงดันตกคร่อมในขณะตัดวงจรได้

ด้วย แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ฟิวส์ก็เป็นสิ่งสำคัญ ถ้าใช้ฟิวส์ที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าสายไฟฟ้าและอาจรวมถึงระบบไฟฟ้าบางส่วนหรือทั้งหมด



รูปที่ 6.1 ฟิวส์ใหม่และการตัดวงจรโดยฟิวส์

6.1.1 ฟิวส์เส้น ฟิวส์ชนิดนี้มีรูปร่างเป็นเส้นลวดหรือแท่งแบน ๆ (ฟิวส์ก้ามปู) ดังรูปที่ 6-2 โดยทั่วไปฟิวส์จะทำด้วยตะกั่วหรือส่วนผสมของตะกั่วกับดีบุก จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบไฟฟ้าขนาดเล็ก สำหรับฟิวส์ก้ามปูที่ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) นั้นใช้กับแรงดันต่ำที่กำหนดไม่เกิน 250V สำหรับกระแสตรง และกระแสสลับความถี่ 50Hz แรงดันที่กำหนดไม่เกิน 500 V ส่วนกระแสที่กำหนดไม่เกิน 100A ได้แก่ 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 75 และ 100A

1) ประเภทของฟิวส์ก้ามปู แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือประเภท ก และ ข ดังตารางที่ 6-1

- ก. ประเภท ก** คือ ฟิวส์ก้ามปูที่มีไส้ฟิวส์ต่อกับขั้วต่อฟิวส์ด้วยการบัดกรี
- ประเภท ข** คือ ฟิวส์ก้ามปูที่มีไส้ฟิวส์และขั้วต่อฟิวส์ทำจากโลหะท่อนเดียวกันตลอด



ประเภท ก



ประเภท ข



รูปที่ 6.2 ฟิวส์เส้นและฟิวส์ก้ามปู

ตารางที่ 6.1 ประเภทของฟิวส์ก้ามปู

แรงดันที่กำหนด (V)	ประเภทของฟิวส์	กระแสที่กำหนด (A)
250 V	ก 35	3, 5, 10, 15
	ข 35	3, 5, 10, 15
	ก 45	3, 5, 10, 15, 20, 30
	ข 45	3, 5, 10, 15
	ก 55	40, 50, 60, 75, 100

* ตัวเลข 35, 45 และ 55 หมายถึง ความยาวของฟิวส์(L) ขนาด 35mm, 45mm และ 55mm ตามลำดับ

2) ชนิดของฟิวส์ก้ามปู แบ่งตามลักษณะเวลาที่ฟิวส์หลอมละลายออกเป็น 2 ชนิด คือ ฟิวส์ก้ามปูชนิดหนึ่งและฟิวส์ก้ามปูชนิดสอง

ก. ฟิวส์ก้ามปูชนิดหนึ่ง(Fast type fuse) คือ ฟิวส์ก้ามปูที่ตัดวงจรได้เร็วใช้อักษรย่อ F

ข. ฟิวส์ก้ามปูชั้นสอง (Slow type fuse) คือ ฟิวส์ก้ามปูชนิดที่ตัดวงจรได้ช้ากว่าฟิวส์ก้ามปูชั้นหนึ่ง ใช้ตัวย่อ S

ในภาวะที่เกิดกระแสเกินหรือลัดวงจรฟิวส์จะต้องหลอมละลายภายในเวลาที่กำหนดภายใต้การทดสอบดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 แสดงการหลอมละลายของฟิวส์ก้ามปูตามมาตรฐาน มอก. 10-2513

กระแสที่ กำหนด ของฟิวส์ ก้ามปู (A)	เวลาที่ฟิวส์หลอมละลาย (นาท)		
	ฟิวส์ก้ามปูชั้นหนึ่ง (F)	ฟิวส์ก้ามปูชั้นสอง (S)	ฟิวส์ก้ามปูทั้ง 2 ชนิด
	135% x กระแสที่ กำหนด	160% x กระแสที่ กำหนด	200% x กระแสที่ กำหนด
3 – 15	60	60	2
20 – 30	60	60	2
40 – 60	60	60	4
75 – 100	100	120	6

การกำหนดเครื่องหมายที่ขั้วของฟิวส์ก้ามปูต้องมีตัวเลขและอักษรแสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่กำหนดรวมทั้งระบุชนิดของฟิวส์ก้ามปูไว้อย่างชัดเจนส่วนที่กล่องบรรจุฟิวส์ก้ามปูทุกกล่องต้องมีตัวเลขอักษรหรือเครื่องหมายชัดเจนคือชื่อโรงงานผลิต กระแสที่กำหนดแรงดันที่กำหนด ประเภทชนิด และจำนวนฟิวส์ในกล่อง

3) คาร์ทริดฟิวส์ เป็นฟิวส์เส้นชนิดบรรจุในกระบอกที่ทำด้วยกระเบื้องภายในกระบอกบรรจุด้วยทรายหรือสารบางชนิดที่ใช้สำหรับดับอาร์ค ส่วนประกอบของคาร์ทริดฟิวส์แสดงในรูปที่ 6-3 คาร์ทริดฟิวส์นั้นใช้วงจรหลักเพื่อเป็นฟิวส์ป้องกันการลัดวงจรของวงจรหลักใช้คู่กับสวิตช์ตัดตอนไบนีตขนาดของคาร์ทริดฟิวส์มีหลายขนาดตั้งแต่ 5 แอมแปร์ถึง 60 แอมแปร์ คาร์ทริดฟิวส์นี้เมื่อใช้งานจะสะดวกมากกว่าฟิวส์เส้น เพราะสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่ายโดยไม่ต้องใช้เครื่องมืออื่นช่วย



รูปที่ 6.3 ลักษณะของคาร์ทริดฟิวส์

ข้อสำคัญในการเลือกใช้ฟิวส์ คือ ต้องเลือกขนาดของฟิวส์ให้น้อยกว่าขนาดการทนกระแสของสายไฟฟ้าเสมอ เช่น ถ้าสายไฟฟ้าทนกระแสได้ 15 แอมแปร์ จะต้องเลือกฟิวส์ที่มีขนาดน้อยกว่า 15 แอมแปร์ เป็นต้น

คุณสมบัติของฟิวส์

1. ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านประมาณ 1.1 เท่าของขนาดทนกระแสฟิวส์
2. ฟิวส์จะขาดและตัดวงจรเมื่อกระแสไหลผ่านฟิวส์เกิน 2.5 เท่าของขนาดฟิวส์
3. การหลอมละลายของฟิวส์ ต้องไม่เกิดประกายไฟทำให้มีการลุกไหม้ได้

6.2 เซฟตี้สวิตช์

เซฟตี้สวิตช์หรือสวิตช์นิรภัยเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าที่ปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจร หรือตัดกระแสไม่ให้ไหลเข้าวงจรตามที่ต้องการ เซฟตี้สวิตช์จะมีทั้งชนิดในตัวสวิตช์มีฟิวส์และชนิดในตัวไม่มีฟิวส์

เซฟตี้สวิตช์ในตัวมีฟิวส์ จะมีที่ยึดฟิวส์เพื่อใส่ฟิวส์ในขาที่ไม่ต่อลงดินและใช้สำหรับปลดวงจรป้องกันกระแสเกินมากเกินไปรวมทั้งกระแสลัดวงจรของสายป้อนฟิวส์ที่ใช้เป็นฟิวส์กระบอกขนาด 30 แอมแปร์ขึ้นไป

เซฟตี้สวิตช์ชนิดในตัวมีฟิวส์ ใช้สำหรับปลดวงจรควบคุมสายป้อนวงจรย่อยซึ่งมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอยู่แล้ว

ชุดของสวิตช์ชนิดนี้ส่วนที่นำกระแสจะบรรจุอยู่ในกล่องที่มีฝาปิด เมื่อปิดฝาแล้วยกคันโยกให้วงจรไฟฟ้าทำงานแล้วจะล็อคทำให้ไม่สามารถเปิดฝาได้

เซฟตี้สวิตช์มีโครงสร้างที่ขึ้นอยู่กับการใช้งานสถานที่ตั้งแบ่งได้เป็นแบบหลัก ๆ

3 แบบคือ

1. **เซฟตี้สวิตช์ใช้งานหนัก** เหมาะสำหรับใช้กับงานหนักหรืองานได้นาน เหมาะกับโรงงานอุตสาหกรรม มีขนาด 30-3000 แอมแปร์ ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 600V

2. **เซฟตี้สวิตช์ใช้งานทั่วไป** ใช้กับงานเบากว่าแบบแรก เช่น ใช้กับวงจรย่อยของมอเตอร์ หรือ ทางเข้าสายบริการ มีขนาด 30-1200 แอมแปร์ และใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 600V

3. **เซฟตี้สวิตช์ใช้งานเบา** ใช้กับงานที่สวิตช์ทำงานน้อยครั้งสำหรับติดตั้งทางเข้าสายบริการที่พักอาศัย มีขนาด 30-200 แอมแปร์ และใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 240V



รูปที่ 6.4 เซฟตี้สวิตช์

5.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือสวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อตัดวงจรไฟฟ้าออก เมื่อเกิดการลัดวงจร โดยอัตโนมัติซึ่งจะบังคับด้วยกลไกของตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์ กรณีที่นำไปใช้ไม่เกินค่ากระแสพิกัดของเซอร์กิต

ELWE (THAI LAND)

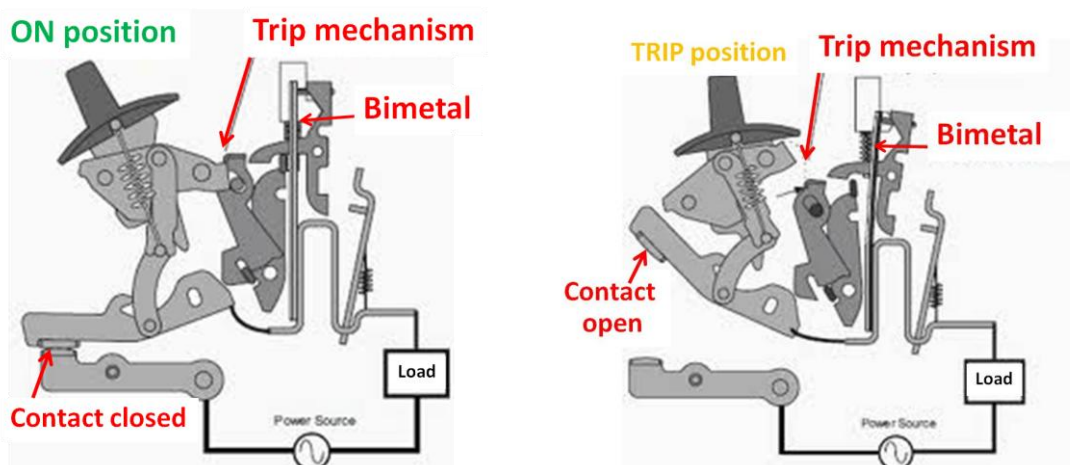
เบรกเกอร์นั้น เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรไฟฟ้าที่นิยมนำไปใช้ในอาคารสำนักงาน บ้านพักอาศัยทั่วไป และโรงงานอุตสาหกรรม

เซอร์กิตเบรกเกอร์ แบ่งตามวิธีการตัดกระแสไฟฟ้าในวงจรเป็นชนิด ทริป(ตัดกระแสไฟฟ้า)ด้วยแม่เหล็ก ทริปด้วยความร้อน และทริปด้วยแม่เหล็กและความร้อน



รูปที่ 6.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์

6.3.1 ทริปด้วยความร้อน(Thermal trip) ชุดอุปกรณ์ทริปด้วยความร้อนประกอบด้วยโลหะแผ่นไบเมทัล(bimetal)ซึ่งทำด้วยโลหะ 2 แผ่นต่างชนิดกันนำมาประสานเข้าด้วยกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินพิกัดจำนวนมากๆจะทำให้เกิดความร้อนที่แผ่นโลหะไบเมทัล เมื่อมีความร้อนเกิดขึ้นโดยที่อัตราการขยายตัวของโลหะทั้งสองไม่เท่ากันเป็นผลให้แผ่นไบเมทัลโค้งงอขึ้น จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับกระแสความร้อน (I^2R) ไหลผ่านจนกระทั่งหน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดกระแสไฟฟ้าออกจากวงจรดังรูปที่ 6.6(ข)

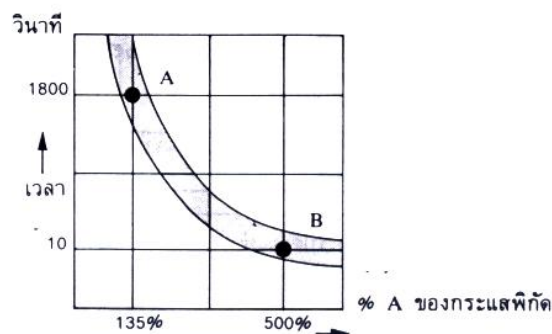


(ก) สถานะกระแสปกติ

(ข) สถานะกระแสโหลดเกิน

รูปที่ 6.6 การทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยความร้อน

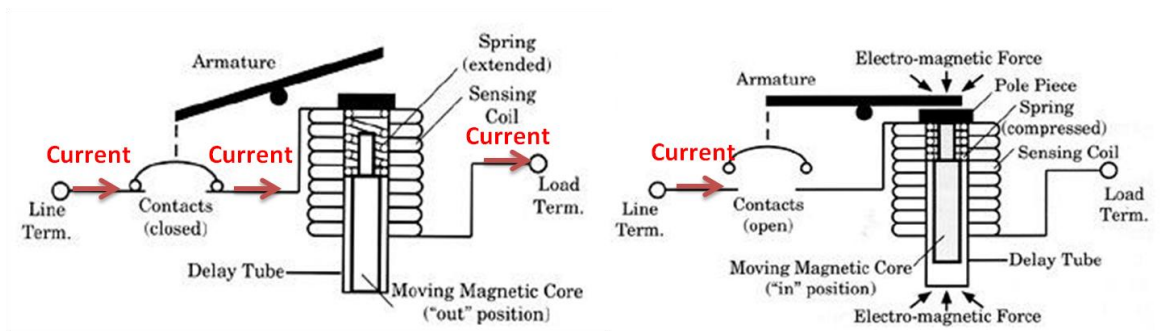
อย่างไรก็ตามชุดทริปแผ่นไบเมทัลล์จะตอบสนองต่อเวลาและกระแส ซึ่งมันจะยอมหน่วงเวลา(time delay)ให้นานในกรณีกระแสโหลดเกินเล็กน้อย ขณะเดียวกันมันจะทริปในเวลาอันสั้นในสถานะกระแสโหลดเกินมากในลักษณะเช่นนี้เราเรียกว่าเวลาผกผัน(inverse time delay) ดังนั้นชุดทริปด้วยความร้อนจึงเหมาะสำหรับป้องกันโหลดเกินดังรูปที่ 6.7 สำหรับการปรับตั้งชุดทริปด้วยความร้อนอาจปรับตั้งตายตัวมาจากโรงงานผู้ผลิตหรืออาจเป็นแบบที่สามารถเลือกย่านปรับตั้งได้



รูปที่ 6.7 เส้นโค้งเวลาและกระแสต่อการทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน

เช่น ถ้ากระแสฟักัด 100 A ถ้าให้กระแสโหลดเกิน 135% ของกระแสฟักัด จะทริปในเวลา 1800 วินาที แต่ถ้าให้กระแสโหลดเกิน 500% ของกระแสฟักัด จะทริปในเวลา 10 นาที เป็นต้น

6.3.2 ทริปด้วยแม่เหล็ก(Magnetic trip) ชุดทริปด้วยแม่เหล็กจะใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าโดยขดลวดจะต่ออนุกรมกับกระแสโหลด เมื่อเกิดกระแสลัดวงจร กระแสจะไหลผ่านขดลวดเพื่อสร้างแม่เหล็กไฟฟ้าให้ดูดแผ่นชุดทริป ในลักษณะเช่นนี้เราเรียกว่าทริปด้วยแม่เหล็กหรือทริปได้ทันทีดังรูปที่ 6.8 สำหรับชุดทริปด้วยแม่เหล็กอย่างเดียวจึงเหมาะสำหรับป้องกันการลัดวงจร (short circuit protection) เท่านั้น



(ก) สภาวะกระแสปกติ

(ข) สภาวะลัดวงจร

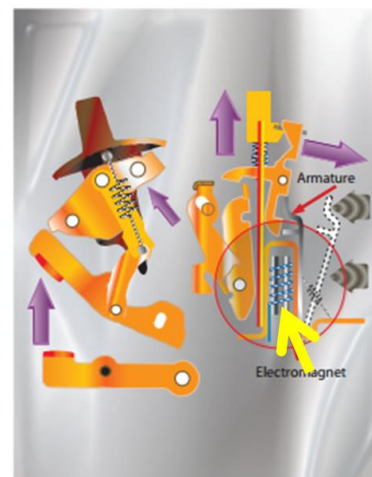
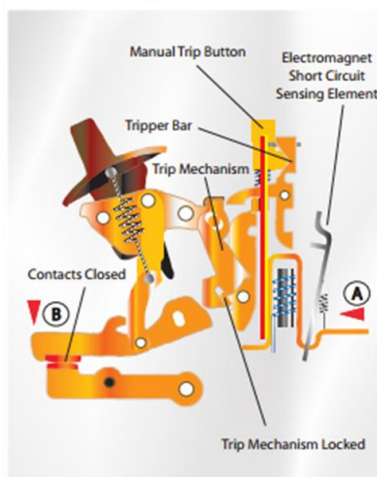
รูปที่ 6.8 การทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยผลของแม่เหล็ก

6.3.3 ทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็ก (Thermal – magnetic trip) ชุดทริปนี้ใช้หลักการทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็กรวมกัน จึงเหมาะสำหรับการป้องกันไฟฟ้าได้ทั้งสองแบบ คือเมื่อกระแสไหลเกินและ เกิดกระแสลัดวงจรในเวลาเดียวกันดังรูปที่ 6.9 สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็กนี้ ในสภาวะไหลเกินไม่รุนแรงชุดทริปด้วยความร้อนจะทำงานดังรูปที่ 6.9(ข) แต่ถ้าไหลเกินอย่างรุนแรงหรือลัดวงจร ชุดทริปด้วยแม่เหล็กจะทำงานได้ดีกว่าชุดทริปด้วยความร้อนดังรูปที่ 6.9(ค) เมื่อพิจารณารูปที่ 6.10 จุด A และจุด B บนเส้นโค้งของการทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็กของเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 100A ถ้าไหลเกิน 250 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 60 วินาที ชุดทริปความร้อนจะโก่งงอจนกระทั่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริป อย่างไรก็ตามถ้ากระแสเพิ่มขึ้นเป็น 4,000 เปอร์เซ็นต์ (40 เท่า) ชุดทริปแม่เหล็กไฟฟ้าจะดึงแท่งปลดให้ทริปและตัดวงจรไฟฟ้าในเวลา 0.016 วินาที รูปที่ 6.10 แสดงเส้นโค้งเวลาและกระแสของการทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็กของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวหนึ่ง

ON position

Thermal-trip position

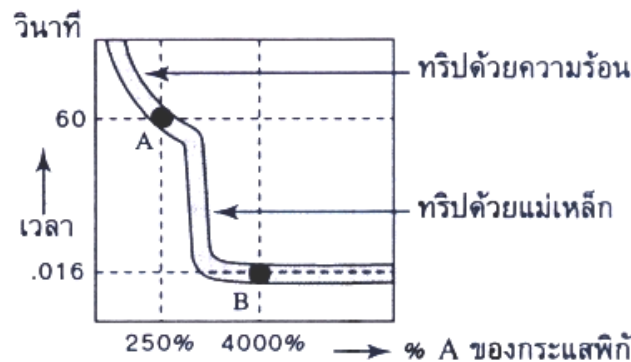
Magnetic-trip position



(ก) สภาวะกระแสปกติ (ข) ทริปด้วยกระแสโหลดเกินหรือลัดวงจร (ค) ทริปด้วยกระแสลัดวงจร

รูปที่ 5.9 การทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ทริปด้วยความร้อน-แม่เหล็ก

ที่มา : http://www.loftinequip.com/pdf/IS_19.pdf



รูปที่ 6.10 เส้นโค้งเวลาและกระแสทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็ก

ตัวอย่าง เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 100A ถ้าโหลดเกิน 250% คือ $2.5 \times 100A$ เท่ากับ 250A เซอร์กิตเบรกเกอร์จะทริปในเวลา 60 วินาที แต่ถ้ากระแสเพิ่มขึ้นเป็น 4000% คือ $40 \times 100A$ เท่ากับ 4000A เบรกเกอร์จะทริปในเวลา 0.016 วินาที เป็นต้น

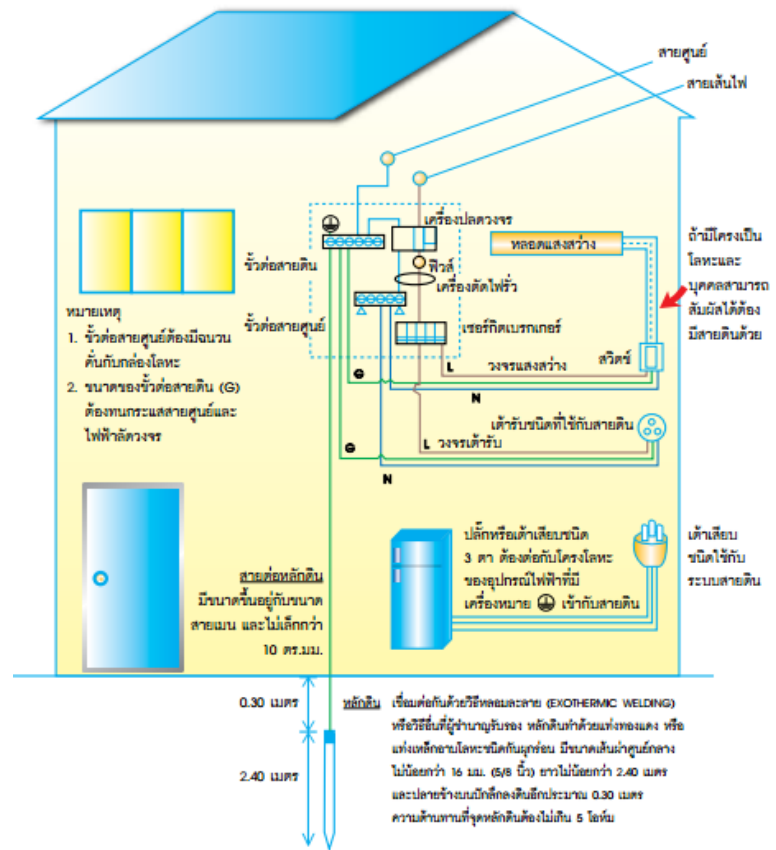
ข้อดีและข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์

1. หน้าสัมผัสที่จะทำการตัดต่อวงจร จะบรรจุอยู่ในกล่องดับอาร์คทำให้ลดการอาร์คขณะหน้าสัมผัสเริ่มจากใต้
2. มีขนาดเล็กใช้งานตั้งแต่ขนาดเล็กจนกระทั่งขนาดใหญ่ถึง 1,000A
3. มีกระเบื้องแสดงสถานะการใช้งาน
4. สะดวกในการใช้งานเพราะไม่ต้องเปลี่ยนฟิวส์เวลาเกิดการลัดวงจร
5. ราคาของเซอร์กิตเบรกเกอร์ค่อนข้างจะแพงเมื่อเทียบกับฟิวส์
6. สามารถตัดวงจรที่เดียว 3 เฟสพร้อม ๆ กันถึงแม้ว่าการลัดวงจรจะเกิดเพียงเฟสเดียวก็ตาม
7. เวลาต่ำสุดในการตัดตอนจะถูกจำกัดด้วยความเร็วของกลไก ฉะนั้นจึงมีความไวช้ากว่าฟิวส์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบางแบบที่มีราคาแพงได้ถูกออกแบบให้สามารถตัดวงจรที่มีความไวดี

6.4 การต่อลงดิน

การต่อลงดินมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพการทำงานของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (อุปกรณ์ไฟฟ้า) และ ระบบไฟฟ้ารวมถึงระบบป้องกันต่างๆรวมถึงการจัดผลการเหนี่ยวนำทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และการป้องกันผลกระทบจากฟ้าผ่าการต่อลงดินจึงช่วยขจัดความผิดปกติ (Fault) ที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายได้ทันทั่วทั้งที่ การต่อลงดิน หลักๆแล้วมี 2 ชนิดคือ

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding)
2. การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding)

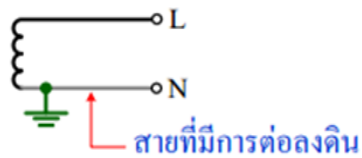


6.4.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

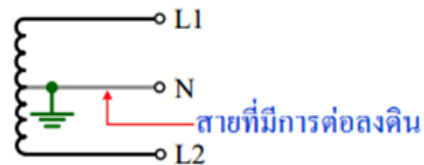
หมายถึงการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่านลงดิน โดยทั่วไปจะหมายถึงการต่อจุดนิวทรัล (N) ลงดิน มีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อทำให้แรงดัน เทียบกับดินมีค่าคงที่ในขณะที่ระบบไฟฟ้าทำงานปกติช่วยจำกัดขนาดแรงดันเกินที่อาจเกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าและเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดินขึ้นจะช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นการต่อลงดินของระบบไฟฟ้าเพื่อประโยชน์ของการทำงานและการป้องกันในระบบไฟฟ้าโดยตรงไม่ใช่เพื่อป้องกัน

อันตรายจากไฟฟ้าดูด ตัวอย่างของการต่อลงดินที่ระบบไฟฟ้า ทั้งชนิด 1 เฟส 220V และ 3 เฟส 380V แสดงในรูปที่ 6-11

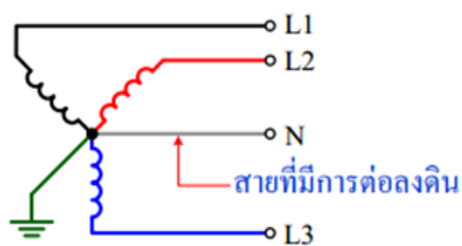
อ้างอิง : http://www.coe.or.th/_coe/_product/20120327105753-1.pdf



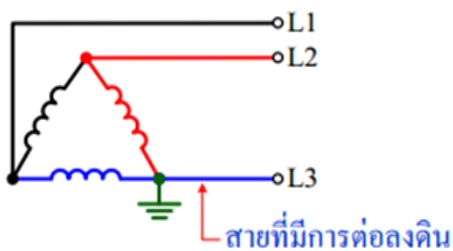
ก) ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย



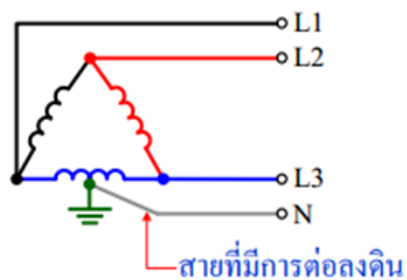
ข) ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 3 สาย



ค) ระบบ 3 เฟส 4 สาย และตัวนำนิวทรัลเป็นสายวงจรด้วย



ง) ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 3 สาย

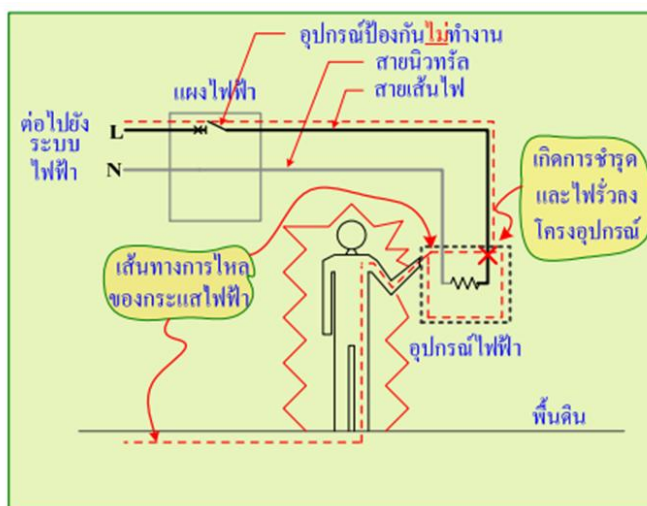


จ) ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย และจุดกึ่งกลางของเฟสใดเฟสหนึ่งใช้เป็นสายวงจรด้วย

รูปที่ 6.11 การต่อลงดินขอระบบไฟฟ้า 1 เฟสและ 3 เฟส

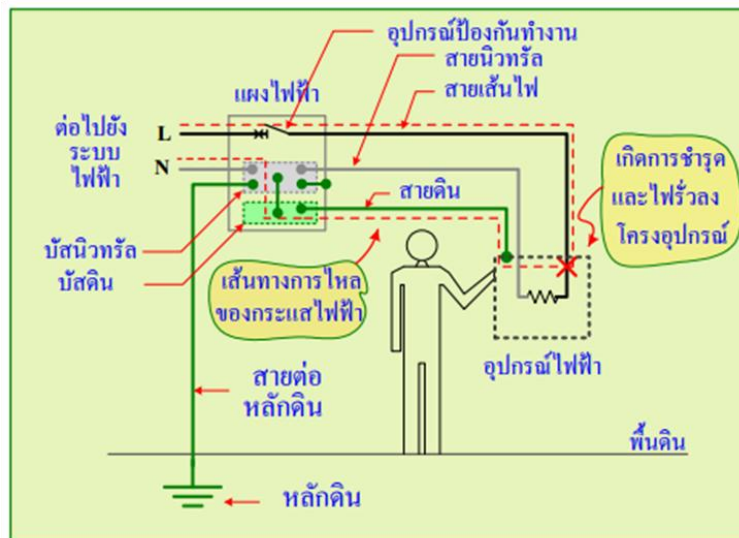
6.4.2 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

หมายถึงการต่อส่วนที่เป็นโลหะ หรือสื่อตัวนำไฟฟ้าที่ห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้า และไม่ใช่ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าซึ่งไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้ากับตัวนำที่ต่อลงดินเพื่อให้มีศักย์ไฟฟ้าใกล้เคียงหรือเท่ากับศูนย์เมื่อเทียบกับดินและเพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัดวงจรได้รวดเร็วขึ้นเมื่อมีการลัดวงจรลงดิน ไม่ถูกไฟฟ้าดูดต่อผู้สัมผัสโลหะห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น เช่น โครงโลหะหุ้มมอเตอร์กล่องต่อสายไฟฟ้า ตู้ท่อย้ายสายรางเดินสาย เป็นต้น



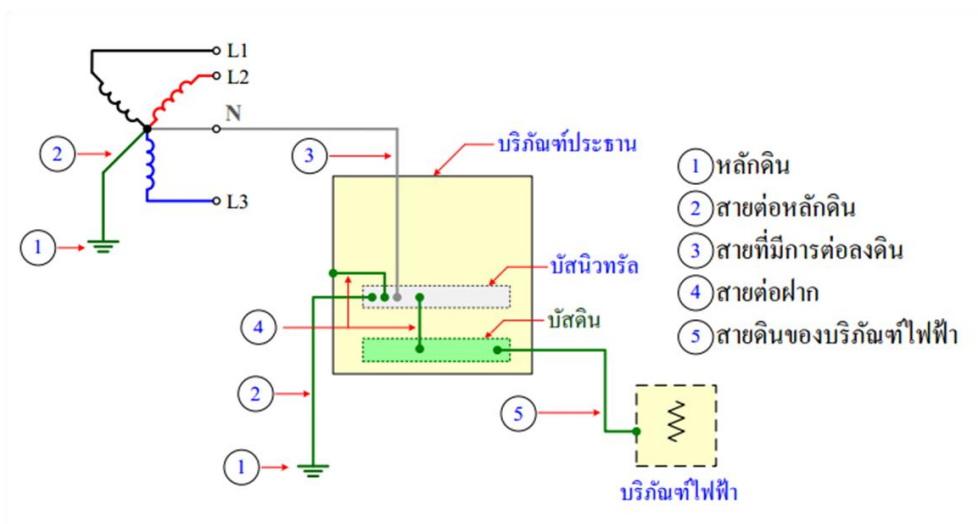
รูปที่ 6.12 การเกิดไฟฟ้าดูดเมื่อไม่มีการต่อลงดินในส่วนของผู้ใช้ไฟฟ้า

การติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด ไม่มีการต่อสายดิน หรือขาดการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุดอาจทำให้ตัวนำไฟฟ้าสัมผัสกับโครงโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้า นั่นคือเกิดไฟฟ้ารั่วที่โครงโลหะของอุปกรณ์มีไฟฟ้านั้น และเมื่อมีคนไปสัมผัสกับโครงโลหะจะทำให้มีกระแสไหลผ่านร่างกายของคนนั้น ที่ไปอาการดังกล่าวเรียกว่า “ไฟฟ้าดูด” ดังรูปที่ 6.12 และเมื่อต่อลงดินที่อุปกรณ์ไฟฟ้าดังรูปที่ 6-13 จะไม่เกิดปัญหาไฟฟ้ารั่วอีก



รูปที่ 6.13 ความปลอดภัยเมื่อมีการต่อลงดินในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว

6.4.3 การติดตั้งระบบต่อลงดิน



รูปที่ 6.14 ส่วนประกอบของระบบการต่อลงดิน

ก การติดตั้งหลักดิน

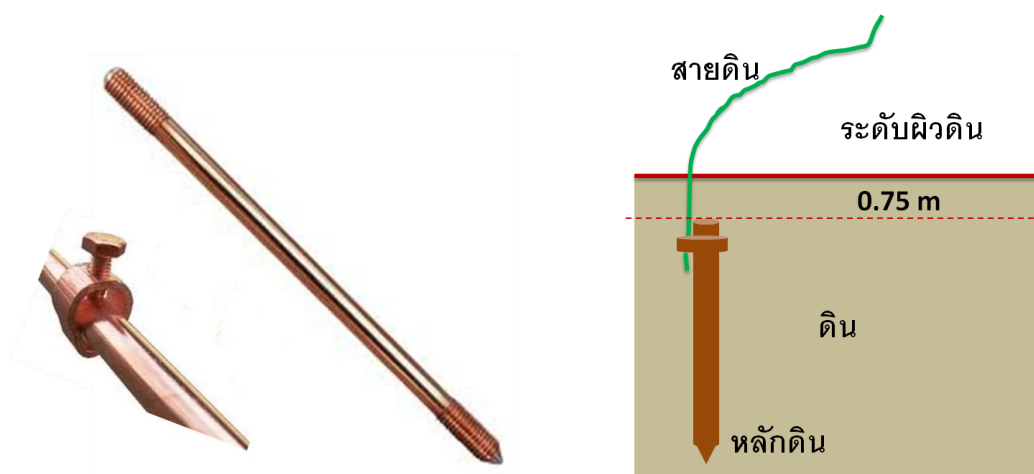
หลักดินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบสายดิน ดังนี้

- ❖ เป็นอุปกรณ์ปลายทางที่จะทำหน้าที่สัมผัสกับพื้นดิน
- ❖ เป็นส่วนที่จะทำให้สายดินหรืออุปกรณ์ที่ต่อลงดินมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์เท่ากับดิน
- ❖ เป็นเส้นทางไหลของประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่จะไหลลงสู่ดิน
- ❖ เป็นตัวกำหนดคุณภาพ อายุความทนทาน และความปลอดภัยของระบบการต่อลงดินในระยะยาว

ข คุณสมบัติของหลักดิน หลักดินต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อนและไม่เป็นสนิม เช่น แท่งทองแดง แท่งเหล็กชุบหรือหุ้มด้วยทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. (5/8 นิ้ว) และยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ดังรูปที่ 6.15 และควรตอกฝังลึกลงไปใต้ดินในแนวดิ่ง ถ้าเป็นเหล็กหุ้มด้วยทองแดง ต้องมีความหนาของทองแดงไม่ต่ำกว่า 0.25 มม. และต้องหุ้มอย่างแนบสนิทยึดติดเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่หลุดออกจากกัน และไม่มีปลายเหล็กโผล่ออกมาสัมผัสกับเนื้อดิน เพื่อไม่ให้เหล็กเป็นสนิม และต้องไม่มีการเจาะรูเพื่อยึดทองแดงกับเหล็กให้ติดกัน มิฉะนั้นแท่งเหล็กจะเป็นสนิมตามรูที่เจาะนั้น

❖ ห้ามใช้อะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมเป็นหลักดิน เนื่องจากผุกร่อนได้ง่าย

❖ หลักดินที่ดีควรผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UL-467



รูปที่ 6.15 หลักดินและการติดตั้ง

ค การเชื่อมต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดิน

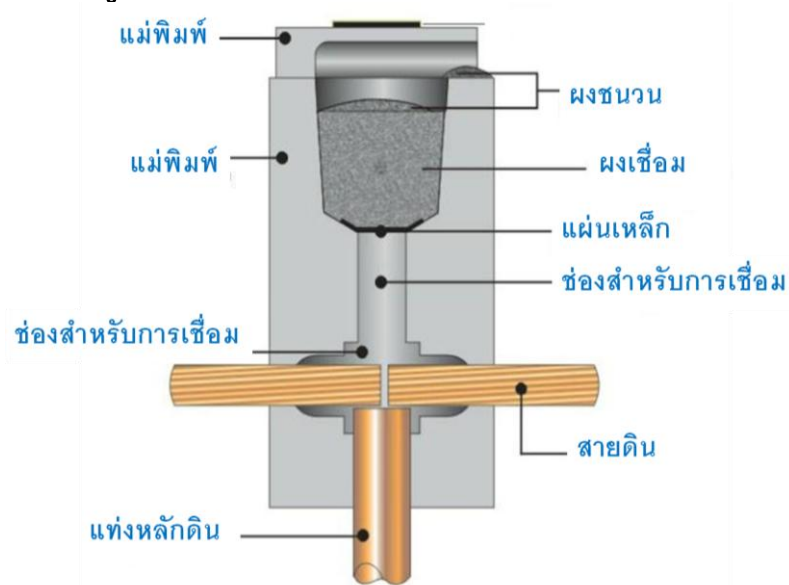
1. การเชื่อมต่อด้วยความร้อน (Exothermic welding)
2. หุสาย หัวต่อแบบบีบอัด
3. ประกับต่อสาย หรือ แคลมป์ต่อสาย(Clamp)



รูปที่ 6.16 แคลมป์ต่อสายแบบต่างๆ



รูปที่ 6.17 การต่อสายดินเข้ากับหลักดิน



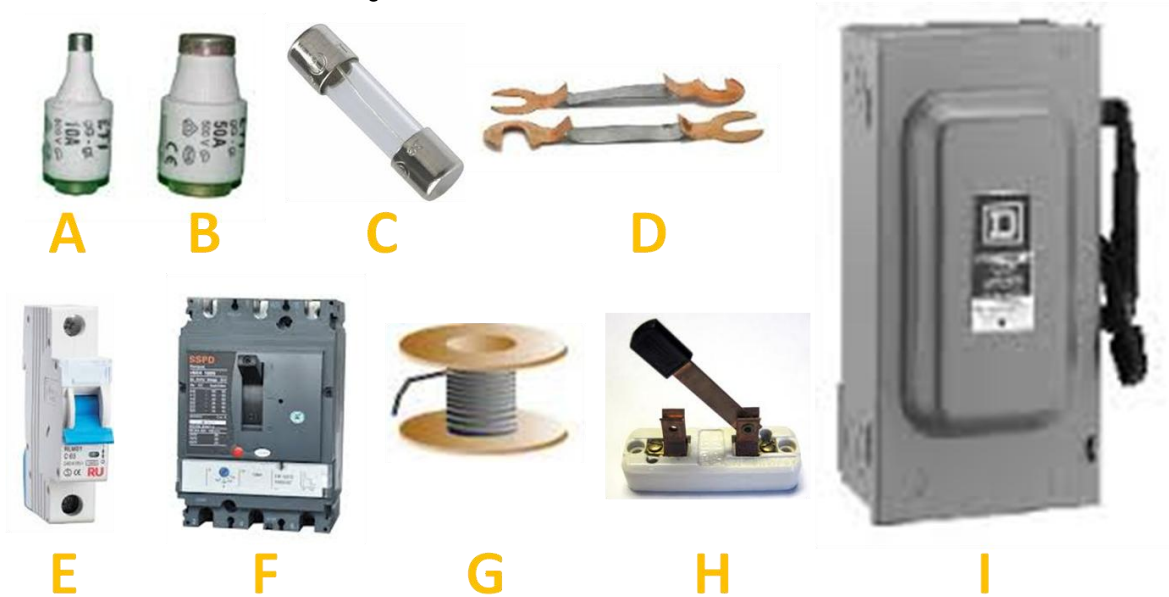
รูปที่ 6.18 การต่อสายดินเข้ากับหลักดินด้วยการเชื่อมต่อด้วยความร้อน



รูปที่ 6.19 ตัวอย่างการต่อสายดินเข้ากับหลักดินด้วยการเชื่อมต่อด้วยความร้อน

แบบฝึกหัดบทที่ 6 เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อลงดิน

รูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 1-5

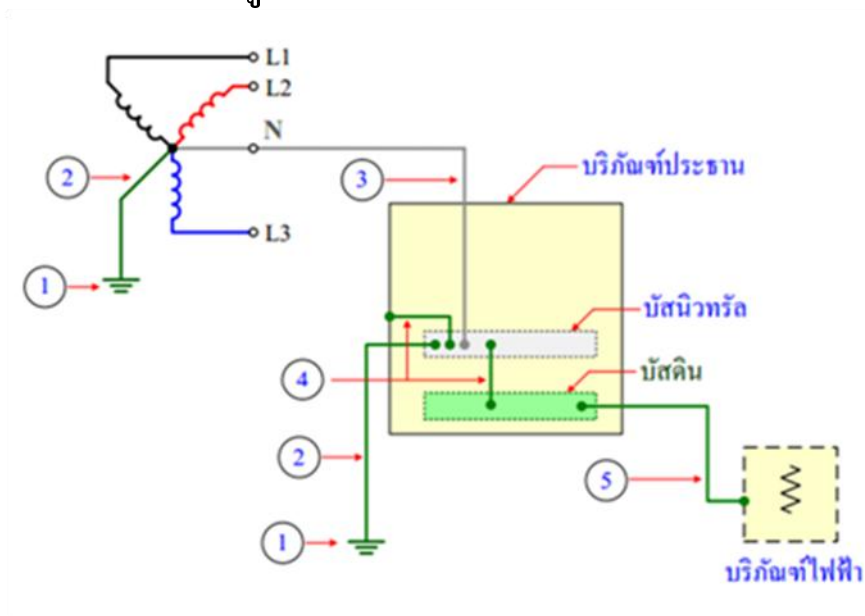


1. ข้อใดคือคัทรีดจ์ฟิวส์
ก. G ข. A ค. D ง. C
2. ข้อใดคือฟิวส์เส้น
ก. D ข. A ค. E ง. C
3. ข้อใดคือเซฟตี้สวิตช์
ก. E ข. F ค. H ง. I
4. ข้อใดคือฟิวส์ก้ามปู
ก. G ข. A ค. D ง. C
5. ข้อใดคืออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่ตัดตอนได้แบบอัตโนมัติ
ก. E ข. G ค. H ง. I
6. อุปกรณ์ป้องกันชนิดใดที่ใช้แรงดันไม่เกิน 500V และกระแสไม่เกิน 100A
ก. ฟิวส์เส้น ข. ฟิวส์ก้ามปู
ค. เซอร์กิตเบรกเกอร์ ง. ข้อ ก และ ข ถูกต้อง

7. คุณสมบัติของฟิวส์ในข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ก. ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านประมาณ 1.1 เท่าของขนาดทนกระแสฟิวส์
 - ข. ฟิวส์จะขาดและตัดวงจรเมื่อกระแสไหลผ่านฟิวส์เกิน 2.5 เท่าของขนาดฟิวส์
 - ค. การหลอมละลายของฟิวส์ ต้องไม่เกิดประกายไฟทำให้มีการลุกไหม้ได้
 - ง. การป้องกันวงจรไฟฟ้าด้วยฟิวส์มีราคาที่สูงกว่าการป้องกัน ด้วยวิธีอื่นๆ
8. เซฟตี้สวิตช์ใช้งานเบา คือข้อใด
 - ก. ทนกระแส 300-1000 แอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000V
 - ข. ทนกระแส 10-30 แอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 150V
 - ค. ทนกระแส 30-200 แอมแปร์ และแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 240V
 - ง. ข้อ ข และ ค ถูกต้อง
9. เซอร์กิตเบรกเกอร์ในข้อใด เหมาะสมที่จะใช้ป้องกันกระแสลัดวงจร
 - ก. ชนิดทริปด้วยความร้อน
 - ข. ชนิดทริปด้วยแม่เหล็ก
 - ค. ชนิดทริปด้วยความร้อนและแม่เหล็ก
 - ง. ชนิดทริปด้วยการเหนี่ยวนำ
10. “เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพการทำงานของบริษัทไฟฟ้า(อุปกรณ์ไฟฟ้า) และ ระบบไฟฟ้ารวมถึงระบบป้องกันต่างๆ” ข้อความดังกล่าวหมายถึงข้อใด
 - ก. การต่อลงดิน
 - ข. การต่อสายดิน
 - ค. การป้องกันระบบไฟฟ้า
 - ง. การติดตั้งสายดิน
11. เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ทริปด้วยความร้อนจะต้องมีอุปกรณ์ในข้อใด
 - ก. ตัวทริปด้วยความร้อน
 - ข. ขดลวดไฟฟ้า
 - ค. แผ่นโลหะไบเมทัล
 - ง. อามาร์เจอร์
12. “การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าเพื่อประโยชน์ของการทำงานและการป้องกันในระบบไฟฟ้าโดยตรงไม่ใช่เพื่อป้องกัน อันตรายจากไฟฟ้าดูด” ข้อความดังกล่าว ถูกต้องหรือไม่
 - ก. ถูกต้อง
 - ข. ไม่ถูกต้อง

13. การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด เมื่อเกิดไฟรั่วที่อุปกรณ์
ไฟฟ้านั้น ข้อความดังกล่าว ถูกต้องหรือไม่
ก. ถูกต้อง ข. ไม่ถูกต้อง

รูปต่อไปนี้จะใช้ตอบคำถามข้อ 14-15



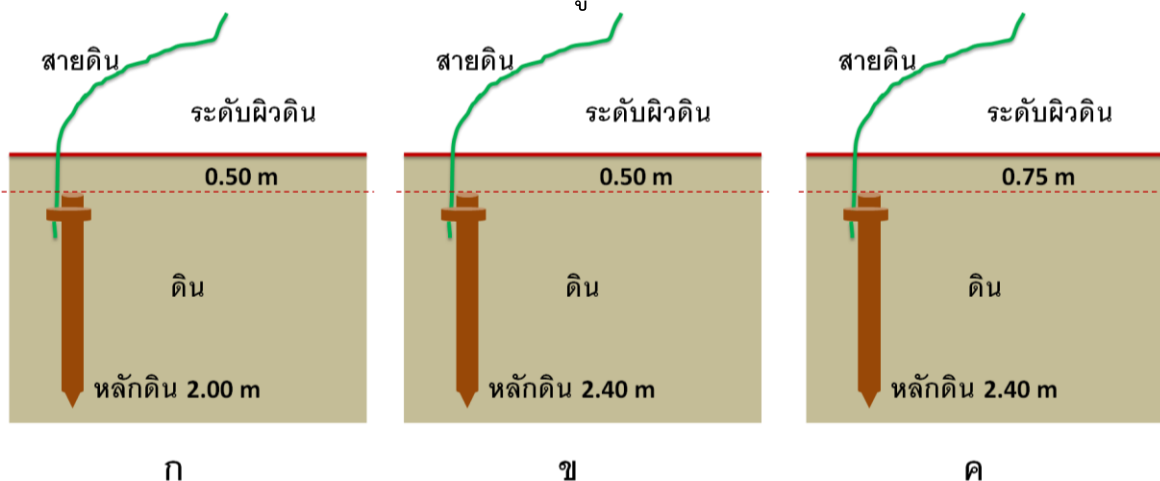
14. อุปกรณ์ไฟฟ้าหมายเลขใด คือ สายดิน

ก. 1 , 5 ข. 2, 4, 5 ค. 4 , 5 ง. 1

15. ข้อใดคือการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

ก. 1, 5 ข. 2, 4, 5 ค. 1, 2, 3 ง. 1, 2

16. ข้อใดคือการต่อแท่งหลักดิน ที่ถูกต้อง



17. ข้อใดคือการต่อสายดินเข้ากับหลักดินด้วยการเชื่อมต่อด้วยความร้อน



ก



ข



ค



ง

18. อุปกรณ์ที่จะทำให้สายดินหรืออุปกรณ์ที่ต่อลงดินมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์เท่ากับดิน คือข้อใด

ก. สายดิน

ข. ปริมาณไฟฟ้า

ค. หลักดิน

ง. สายนิวตรอน