

ใบเนื้อหา เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้าและการต่อสายดิน

7.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

ไฟฟ้าสามารถเดินทางผ่านไปได้โดยสะดวกในวัสดุ อุปกรณ์ และสิ่งต่างๆ ที่เป็นสื่อตัวนำไฟฟ้าที่ดี ได้แก่ โลหะชนิดต่างๆ เช่น ทองคำ ทองแดง เงิน เหล็ก ตะกั่ว และอะลูมิเนียม เป็นต้น ในของเหลวหรือสิ่งของที่มีความชื้นต่างๆ เช่น น้ำ ในเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของน้ำ ผ่าเปียกน้ำ กิ่งไม้สด พื้นดินหรือพื้นปูนที่มีความชื้น และในอากาศที่มีความชื้นมากๆ เป็นต้น ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกคนจำเป็นต้องทราบถึงอันตรายของไฟฟ้า และทราบถึงวิธีใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย ก่อนการใช้ไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด รวมถึงต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญและจำเป็นต่อระบบการทำงานในงานไฟฟ้าต่างๆ โดยทำหน้าที่ช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการใช้ไฟฟ้า และป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าที่ใช้งาน จากสาเหตุการลัดวงจร การเกิดกระแสไหลมากเกินไป การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าผิดประเภท รวมถึงความผิดพลาดที่เกิดจากระบบไฟฟ้าเอง อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า จะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าย่อยออกจากระบบการจ่ายไฟทันที ช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อระบบการใช้ไฟฟ้า การเกิดไฟฟ้าดูด และการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร อันตรายจากการใช้ไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 7.1



(ก) ใช้กระแสเกิดพิกัดเกิดความร้อนสูง



(ข)เพลิงไหม้เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร

รูปที่ 7.1 อันตรายจากการใช้ไฟฟ้า

7.2

ฟิวส์

ฟิวส์ (Fuse) เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า มีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ผลิตมาจากโลหะที่มีจุดหลอมละลายต่ำ ฟิวส์ทำหน้าที่ตัดวงจรจากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือเกิดจากการทำงานที่กระแสไหลมากเกินไป โดยฟิวส์จะหลอมละลายทันทีเมื่อมีกระแสไหลผ่านฟิวส์เกินพิกัดที่กำหนดไว้ในตัวฟิวส์ ตัวลวดโลหะฟิวส์ทำมาจากโลหะหลายชนิด เช่น ตะกั่ว ดีบุก สังกะสี และบิสมาท เป็นต้น หรือจากส่วนผสมของโลหะเหล่านี้ ฟิวส์ทั่วไปควรมีคุณสมบัติในการทำงานดังนี้

1. ทนกระแสไหลผ่านได้ประมาณ 1.1 เท่าของขนาดทนกระแสปกติของฟิวส์
2. ขณะหลอมละลาย ต้องไม่เกิดประกายไฟ เปลวไฟ หรือเกิดการหลอมละลายใดๆ ที่ทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย
3. เกิดการหลอมละลายภายในเวลา 15 วินาที เมื่อกระแสเกินพิกัดประมาณ 20 % และหลอมละลายภายในเวลา 1 วินาทีหรือน้อยกว่า เมื่อกระแสเกินพิกัดประมาณ 150 %

ฟิวส์ที่ผลิตมาใช้งาน สามารถแบ่งเวลาในการหลอมละลายของฟิวส์ออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. **ชนิดหลอมละลายเร็ว (Fast Blow)** เป็นฟิวส์ชนิดที่เมื่อกระแสไหลเกินพิกัดที่ฟิวส์ทนได้ ฟิวส์จะหลอมละลายขาดวงจรทันที หรือเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรฟิวส์จะหลอมละลายขาดวงจรขาดทันทีโดยไม่มีการหน่วงเวลา นิยมนำไปใช้ในงาน เช่น วงจรไฟฟ้าทำงานทั่วไป วงจรทำงานเกี่ยวกับความร้อน หรือวงจรแสงสว่าง เป็นต้น

2. **ชนิดหลอมละลายช้า (Slow Blow)** เป็นฟิวส์ชนิดที่เมื่อกระแสไหลเกินพิกัดที่ฟิวส์ทนได้ชั่วขณะ ฟิวส์จะยังไม่หลอมละลาย เกิดการหน่วงเวลาตามพิกัดของฟิวส์ แต่ถ้าเกิดไฟฟ้าลัดวงจรฟิวส์จะหลอมละลายขาดวงจรทันทีโดยไม่มีการหน่วงเวลา นิยมนำไปใช้ในงาน เช่น วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือมอเตอร์ขนาดใหญ่ เป็นต้น

ฟิวส์ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานมีด้วยกันหลายชนิด โดยผลิตให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน และช่วยให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน แบ่งออกได้ตามลักษณะโครงสร้างฟิวส์ เช่น ฟิวส์เส้น ฟิวส์ปลั๊ก ฟิวส์หลอด และฟิวส์ชนิดพิเศษ เป็นต้น

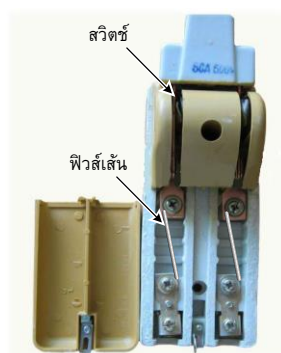
7.2.1 ฟิวส์เส้น

ฟิวส์เส้น (Wire Fuse) เป็นฟิวส์ชนิดเส้นลวดเปลือยยาว ตัวฟิวส์ไม่มีอะไรห่อหุ้ม จำเป็นต้องใช้งานร่วมกับสวิตช์ใบมีด (Knife Switch) หรือคัตเอาต์ (Cut Out) โดยนำฟิวส์ไปยึดใส่ไว้ในส่วนรองรับของสวิตช์ใบมีด ขันยึดฟิวส์ให้แน่นด้วยสกรู ฟิวส์ชนิดนี้แบ่งออกได้ 2 แบบ ตามลักษณะโครงสร้าง ดังนี้

1. แบบเส้นกลม เส้นฟิวส์ถูกพันเก็บไว้เป็นม้วน เวลาใช้งานต้องนำมาตัดแบ่งตามความยาวที่ต้องการ นิยมเรียกว่า **ฟิวส์เส้น** การยึดติดกับสวิตช์ไขมิด ให้นำปลายฟิวส์ไปพันในร่องสกรูของสวิตช์ไขมิด และขันสกรูยึดติดให้แน่น

2. แบบเส้นแบน เส้นฟิวส์ที่สร้างขึ้นมาให้มีความยาวแน่นอนตามค่ามาตรฐาน ส่วนหัวท้ายของเส้นฟิวส์ทำเป็นร่องคล้ายกำมปู ไว้ใส่เข้าร่องสกรูของสวิตช์ไขมิด นิยมเรียกว่า **ฟิวส์กำมปู** มีความสะดวกในการต่อใช้งานมากขึ้น

ฟิวส์เส้นนิยมใช้งานกับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย หรือในวงจรที่ภาระใช้งานเกิน กระแสต่ำ ปกตินิยมนำไปใช้งานในวงจรที่มีกระแสไหลผ่านรวมทั้งสิ้นไม่เกิน 30 แอมแปร์ สวิตช์ไขมิด ฟิวส์เส้น และฟิวส์กำมปู แสดงดังรูปที่ 7.2



(ก) สวิตช์ไขมิด



(ข) ฟิวส์เส้น



(ค) ฟิวส์กำมปู

รูปที่ 7.2 สวิตช์ไขมิด ฟิวส์เส้น ฟิวส์กำมปู

7.2.2 ฟิวส์หลอด

ฟิวส์หลอด (Tube Fuse) หรือคาร์ทริดจ์ฟิวส์ (Cartridge Fuse) เป็นฟิวส์ที่สร้างขึ้นมามีโครงสร้างเป็นหลอดทรงกระบอก หรือทรงสี่เหลี่ยม หลอดฟิวส์ทำด้วยกระเบื้อง แก้ว หรือไฟเบอร์ ภายในหลอดฟิวส์มีเส้นฟิวส์ต่อออกมาภายนอก โดยยึดติดกับโลหะตัวนำที่ส่วนหัวท้ายของกระบอกฟิวส์ ภายในหลอดฟิวส์บรรจุอากาศ หรือบรรจุทรายละเอียดไว้ รูปร่างมีทั้งแบบหัวท้ายฟิวส์เป็นโลหะทรงกระบอกปกติ มักเรียกว่า **ฟิวส์หลอด** นำไปใช้งานร่วมกับกระบอกใส่ฟิวส์หรือฐานยึดฟิวส์ และแบบหัวท้ายฟิวส์เป็นโลหะและมีแผ่นโลหะคล้ายไขมิดยื่นออกมาที่หัวท้ายด้วย มักเรียกว่า **ฟิวส์ไขมิด** นำไปใช้งานร่วมกับฐานฟิวส์ไขมิด ฟิวส์หลอดถูกผลิตขึ้นมาหลายรูปแบบ และหลายหน้าที่การใช้งาน ขนาดฟิวส์มีหลายขนาด และมีรูปร่างแตกต่างกันไป มีค่าการทนกระแสหลายค่า ตั้งแต่ค่าต่ำๆ ไม่ถึงแอมแปร์ จนถึงค่าสูงเป็นแสนแอมแปร์ นิยมนำไป ใช้งานอย่างแพร่หลายในหลายด้าน เช่น ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ด้านไฟฟ้ากำลังในงานอุตสาหกรรม และด้านการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เป็นต้น ฟิวส์หลอด แสดงดังรูปที่ 7.3



(ก) ใช้งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป



(ข) ใช้งานไฟฟ้ากำลัง



(ค) ใช้งานส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

รูปที่ 7.3 ฟิวส์หลอด

7.2.3 ฟิวส์ปลั๊ก

ฟิวส์ปลั๊ก (Plug Fuse) เป็นฟิวส์ที่ตัวถังฟิวส์มีรูปร่างคล้ายปลั๊กไฟฟ้า การใช้งานจำเป็นต้องเสียบหรือสอดใส่เข้าไปในร่องฐานฟิวส์ มีรูปร่างและโครงสร้างแตกต่างกันหลายแบบ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ตัวถังฟิวส์ทำด้วยกระเบื้อง แก้ว หรือพลาสติกทนความร้อน ฟิวส์ปลั๊กที่ผลิตมาใช้งาน เช่น **ฟิวส์ขวด** มีรูปร่างทรงกระบอกเหมือนขวด ส่วนหัวและส่วนท้ายฟิวส์ใหญ่ไม่เท่ากัน ด้านหัวใหญ่กว่าด้านท้าย ภายในหลอดฟิวส์มีเส้นฟิวส์ที่บรรจุอากาศ หรือบรรจุทรายละเอียดไว้ สามารถมองเห็นสภาพฟิวส์ได้จากภายนอก **ฟิวส์ปลั๊ก** มีรูปร่างเหมือนถ้วยด้านนอกฟิวส์เป็นเกลียวหมุน ภายในหลอดฟิวส์มีเส้นฟิวส์ ที่บรรจุอากาศ หรือบรรจุทรายละเอียดไว้ สามารถมองเห็นสภาพฟิวส์ได้จากภายนอก ฟิวส์ทั้ง 2 แบบนิยมใช้งานกับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย หรือวงจรที่ใช้กระแสสูงมากขึ้น มีความปลอดภัยในการใช้งาน เพราะมีส่วนป้องกันท่อหุ้มฟิวส์ไว้ และ **ฟิวส์รถยนต์** มีรูปร่างเป็นรูปตัว U คล้ายปลั๊กไฟฟ้า ฟิวส์ถูกห่อหุ้มด้วยตัวถังพลาสติกทนความร้อน มีขาโลหะยื่นออกมา 2 ขา นิยมนำไปใช้งานในรถยนต์ หรือใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด ฟิวส์ปลั๊ก แสดงดังรูปที่ 7.4



(ก) ฟิวส์ขวด



(ข) ฟิวส์ปลั๊ก



(ค) ฟิวส์รถยนต์

รูปที่ 7.4 ฟิวส์ปลั๊ก

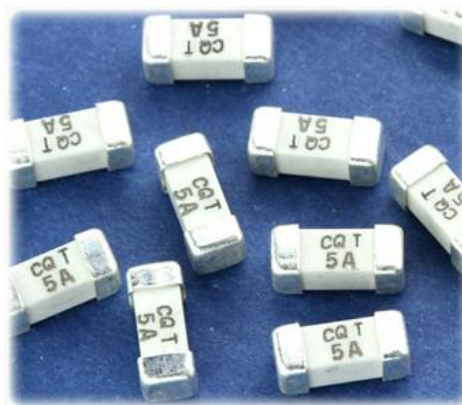
7.2.4 ฟิวส์ชนิดพิเศษ

ฟิวส์ชนิดพิเศษ (Special Fuse) เป็นฟิวส์ที่ถูกผลิตขึ้นมาใช้งานเพื่อให้ทำงานโดยเฉพาะเจาะจง ตามงานที่ต้องการเป็นพิเศษ เกิดความเหมาะสมต่อการทำงานในระบบงานที่ต้องการ หรือตามความเหมาะสมของโครงสร้างระบบ ฟิวส์ชนิดพิเศษมีหลายลักษณะและหลายรูปแบบการทำงาน เช่น ฟิวส์ความร้อน และฟิวส์แปะติด SMD เป็นต้น

1. ฟิวส์ความร้อน (Thermal Fuse) หรือฟิวส์ตัดความร้อน (Thermal Cutoff Fuse) เป็นฟิวส์ที่ทำงานด้วยความร้อนที่มากกระทบกับตัวฟิวส์ เมื่อฟิวส์ได้รับความร้อนมากเกินไปจนพิกัดที่ตัวฟิวส์ทนได้ ฟิวส์จะหลอมละลายตัดการต่อวงจรทันที เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าจากการทำงานเกิดความร้อนมากเกินไป ซึ่งจะมีผลต่อการทำให้เกิดเพลิงไหม้ขึ้นได้ ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าสมัยใหม่หลายชนิด ที่ในขณะทำงานมีความร้อนเกิดขึ้นภายในตัว นิยมใส่ฟิวส์ความร้อนเพิ่มเข้าไปภายในที่บริเวณที่เกิดความร้อน ทำให้การทำงานเกิดความปลอดภัยต่อตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า รวมถึงทำให้เกิดการทำงานที่ปลอดภัยมากขึ้น อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นิยมใช้ฟิวส์ความร้อนมีมากมาย เช่น พัดลม เครื่องระบายอากาศ เครื่องดูดควัน เครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เต้าไฟฟ้า เต้าไมโครเวฟ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ฟิวส์ความร้อนที่ผลิตมาใช้งานมีหลายแบบหลายชนิด มีโครงสร้างแตกต่างกันไป เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ฟิวส์ความร้อน แสดงดังรูปที่ 7.5 (ก)



(ก) ฟิวส์ความร้อน



(ข) ฟิวส์แปะติด SMD

รูปที่ 7.5 ฟิวส์ชนิดพิเศษ

2. **ฟิวส์แปะติด SMD (Surface Mounted Devices Fuse)** เป็นฟิวส์ที่พัฒนาขึ้นมาให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้ามีขนาดเล็กลง ทำให้ฟิวส์ที่นำมาใช้งานจำเป็นต้องมีขนาดเล็กลงตามไปด้วย ฟิวส์แปะติด SMD จึงถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยทำหน้าที่เป็นฟิวส์เช่นเดียวกับฟิวส์ทั่วไป เพียงแต่มีขนาดของฟิวส์ที่เล็กกะทัดรัดลง ฟิวส์แปะติด SMD แสดงดังรูปที่ 7.5 (ข)

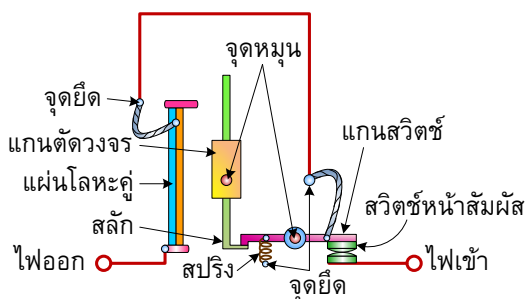
7.3

สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ

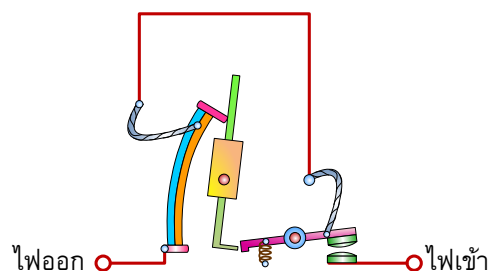
สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นสวิตช์ที่สามารถตัดวงจร (Trip) ได้โดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไหลในวงจรมากเกินไปเกินพิกัดที่กำหนดไว้เช่นเดียวกับฟิวส์ โดยทำหน้าที่ตัดวงจรจากการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือเกิดจากการทำงานที่กระแสไหลมากเกินไป แต่มีส่วนแตกต่างไปจากฟิวส์ ตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วจะไม่มีส่วนประกอบใดๆ ภายในสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติเสียหาย เพียงแต่วงจรหน้าสัมผัสภายในสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติถูกตัดแยกออกจากกัน สามารถทำให้กลับมาทำงานได้ใหม่ โดยการโยกสวิตช์ที่ตัวสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติให้ต่อวงจรใหม่อีกครั้ง ระบบควบคุมการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบ่งออกได้ 3 แบบ คือ แบบใช้ความร้อนตัดวงจร แบบใช้สนามแม่เหล็กตัดวงจร และแบบใช้ความร้อนร่วมกับสนาม แม่เหล็กช่วยกันตัดวงจร

7.3.1 สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้ความร้อน

สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้ความร้อน (Thermal Circuit Breaker) ใช้หลักการทำงานจากคุณสมบัติการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่ (Bimetal) โดยใช้โลหะต่างชนิดกัน เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวไม่เท่ากัน ทำให้เกิดการโค้งงอของแผ่นโลหะคู่ ไปควบคุมให้สวิตช์หน้าสัมผัส (Contact Switch) ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าเกิดการแยกวงจรออกจากกัน ตัดวงจรไฟฟ้าออกจากระบบทันที โครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้ความร้อนแบบเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 7.6



(ก) สภาวะทำงานปกติ



(ข) สภาวะไฟฟ้าลัดวงจร

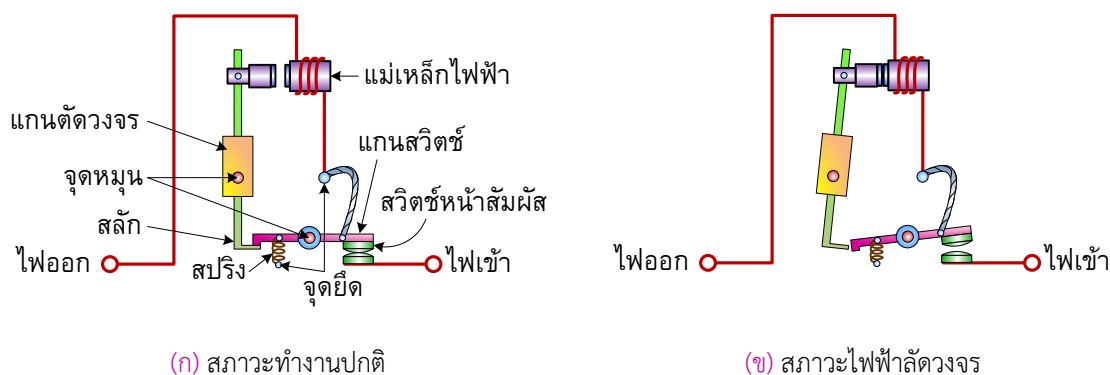
รูปที่ 7.6 โครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้ความร้อนแบบเบื่องต้น

จากรูปที่ 7.6 แสดงโครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้ความร้อนแบบเบื่องต้น รูปที่ 7.6 (ก) เป็นสภาวะทำงานปกติ เมื่อโยกต่อสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ ทำให้แกนสวิตช์ถูกสลักของแกนตัดวงจรเกี่ยว ทำให้สวิตช์หน้าสัมผัสต่อวงจร มีแรงดันจ่ายผ่านสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติไปให้ภาระทำงาน มีกระแสไหลในวงจรสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ และเกิดกระแสไหลผ่านแผ่นโลหะคู่ กรณีที่กระแสไหลผ่านแผ่นโลหะคู่ไม่เกินพิกัดที่กำหนด ความร้อนที่เกิดกับแผ่นโลหะคู่ยังไม่สูงมาก แผ่นโลหะคู่ยังโค้งไม่มาก ยังคงมีแรงดันจ่ายให้วงจรปกติ ภาระทำงานเป็นปกติ

ส่วนรูปที่ 7.6 (ข) เป็นสภาวะไฟฟ้าลัดวงจร เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้น ส่งผลให้เกิดกระแสไหลผ่านเข้าวงจรสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติผ่านแผ่นโลหะคู่เกินพิกัดที่กำหนด เกิดความร้อนที่แผ่นโลหะคู่สูงมาก แผ่นโลหะคู่เกิดการงอโค้งมากขึ้น ปลายแผ่นโลหะคู่เคลื่อนตัวไปดันแกนตัดวงจรให้เคลื่อนที่ ส่งผลทำให้สลักที่เกี่ยวข้องเข้ากับแกนสวิตช์เกิดการคลายตัว สปริงดึงแกนสวิตช์เคลื่อนที่ไป ทำให้สวิตช์หน้าสัมผัสตัดวงจร แรงดันถูกตัดออกจากวงจรสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติทันที ภาระหยุดทำงาน

7.3.2 สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้สนามแม่เหล็ก

สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้สนามแม่เหล็ก (Magnetic Circuit Breaker) ใช้หลักการทำงานจากคุณสมบัติของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็ก ไปดึงดูดชุดกลไกควบคุมการตัดต่อวงจร ส่งผลให้สวิตช์หน้าสัมผัสทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าตัดวงจรออกจากกัน โครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้สนามแม่เหล็กแบบเบื่องต้น แสดงดังรูปที่ 7.7



รูปที่ 7.7 โครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้สนามแม่เหล็กแบบเบื่องต้น

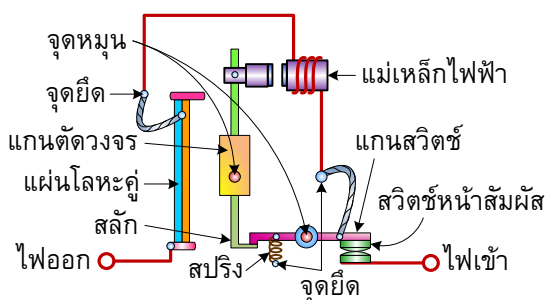
จากรูปที่ 7.7 แสดงโครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบใช้สนามแม่เหล็ก รูปที่ 7.7 (ก) เป็นสภาวะทำงานปกติ เมื่อโยกต่อสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ ทำให้แกนสวิตช์ถูกสลักของแกนตัดวงจรเกี่ยว ไปทำให้สวิตช์หน้าสัมผัสต่อวงจร มีแรงดันจ่ายผ่านสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติไปให้ภาระทำงาน มีกระแสไหลในวงจรสวิตช์

ตัวจอร์อัตโนมัติ และเกิดกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นมา กรณีที่กระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าค่าปกติไม่เกินพิกัด สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดอำนาจแม่เหล็กน้อยไม่เพียงพอต่อการดึงดูดแกนตัวจอร์ให้เคลื่อนที่เข้ามาหาได้ สวิตช์หน้าสัมผัสยังคงต่อวงจรปกติ มีแรงดันจ่ายให้วงจรปกติ ภาระทำงานเป็นปกติ

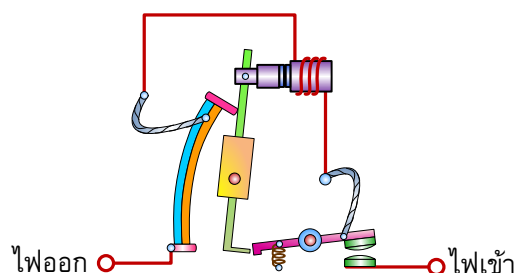
ส่วนรูปที่ 7.7 (ข) เป็นสภาวะไฟฟ้าลัดวงจร เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้น ส่งผลให้เกิดกระแสไหลผ่านเข้าวงจร สวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติ ผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้ามากเกินไปเกินพิกัดที่กำหนด ทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดอำนาจแม่เหล็กมากเพียงพอ สามารถดึงดูดแกนตัวจอร์ให้เคลื่อนที่เข้ามาหา ส่งผลทำให้สลักที่เกี่ยวข้องเข้ากับแกนสวิตช์เกิดการคลายตัว สปริงดึงแกนสวิตช์เคลื่อนที่ไป ทำให้สวิตช์หน้าสัมผัสตัวจอร์ แรงดันถูกตัดออกจากวงจรสวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติทันที ภาระหยุดทำงาน

7.3.3 สวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติแบบใช้ความร้อนร่วมกับสนามแม่เหล็ก

สวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติแบบใช้ความร้อน ร่วมกับสนามแม่เหล็ก (Thermal – Magnetic Circuit Breaker) ใช้คุณสมบัติการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่เมื่อได้รับความร้อน และใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็ก ไปดึงดูดแกนตัวจอร์ให้เคลื่อนที่เข้ามาหา ส่งผลให้สวิตช์หน้าสัมผัสที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าตัวจอร์ออกจากกัน โครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติแบบใช้ความร้อนร่วมกับสนามแม่เหล็กแบบเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 7.8



(ก) สภาวะทำงานปกติ



(ข) สภาวะไฟฟ้าลัดวงจร

รูปที่ 7.8 โครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติแบบใช้ความร้อนร่วมกับสนามแม่เหล็กแบบเบื้องต้น

จากรูปที่ 7.8 แสดงโครงสร้างและการทำงานของสวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติแบบใช้ความร้อนร่วมกับสนามแม่เหล็ก รูปที่ 7.8 (ก) เป็นสภาวะทำงานปกติ เมื่อโยกตัวสวิตช์ตัวจอร์อัตโนมัติ จ่ายแรงดันให้ภาระทำงาน กรณีที่กระแสไหลผ่านแผ่นโลหะคู่และขดลวดแม่เหล็กมีค่าปกติไม่เกินพิกัด ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงาน แรงดันยังคงจ่ายให้วงจรปกติ ภาระทำงานเป็นปกติ

ส่วนรูปที่ 7.8 (ข) เป็นสภาวะไฟฟ้าลัดวงจร เมื่อเกิดการลัดวงจรขึ้น ส่งผลให้เกิดกระแสไหลผ่านเข้าวงจรผ่านแผ่นโลหะคู่ และขดลวดแม่เหล็กมากเกินไปเกินพิกัดที่กำหนด เกิดความร้อนที่แผ่นโลหะคู่สูงมาก และขดลวดแม่เหล็กเกิดอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้ามากเกินไปเพียงพอ ส่งผลทำให้แผ่นโลหะคู่เกิดการงอโค้งมากขึ้น ปลายแผ่น

โลหะคู่เคลื่อนตัวไปดันแกนตัดวงจรให้เคลื่อนที่ และในเวลาเดียวกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดอำนาจแม่เหล็กมากเพียงพอ สามารถดึงดูดแกนตัดวงจรให้เคลื่อนที่เข้ามาหา ส่งผลทำให้สลักที่เกี่ยวข้องเข้ากับแกนสวิตช์เกิดการคลายตัว สปริงดึงแกนสวิตช์เคลื่อนที่ไป ทำให้สวิตช์หน้าสัมผัสตัดวงจร แรงดันถูกตัดออกจากวงจรสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติทันที ภาระหยุดทำงาน

7.3.4 การเลือกสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติมาใช้งาน

สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติที่ผลิตมาใช้งานมีมากมายหลายชนิด หลายแบบ หลายขนาดการทำงานต่อพิกัด ทนกระแส รวมถึงมีหลายบริษัทผลิตออกมาจำหน่าย ทำให้กลไกและส่วนประกอบของโครงสร้างภายในมีความแตกต่างกันไปบ้าง แต่มีหลักการทำงานที่เหมือนกัน ดังนั้นการเลือก ใช้งานควรคำนึงถึงมาตรฐาน ความปลอดภัย และเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับภาระงาน รวมถึงการติดตั้งใช้งานจะต้องถูกต้องและปลอดภัย สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 7.9



(ก) แบบใช้ความร้อน

(ข) แบบใช้สนามแม่เหล็ก

(ค) แบบใช้ความร้อนร่วมกับสนามแม่เหล็ก

รูปที่ 7.9 รูปร่างลักษณะสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติแบบต่างๆ

ในการเลือกสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติมาใช้งาน ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติการทำงานของวงจร เพื่อช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น และสามารถตัดการทำงานของวงจรได้ทันตามความต้องการ โดยพิจารณาดังนี้

1. ระดับแรงดันที่ใช้งาน และชนิดของแรงดัน เป็นไฟสลับ (AC) หรือไฟตรง (DC)
2. จำนวนเฟสแรงดันที่ใช้งาน เป็นชนิดเฟสเดียว หลายเฟส และจำนวนของขั้วแรงดัน
3. ระบบมาตรฐานไฟฟ้าที่ใช้งาน ให้เป็นไปตามมาตรฐานและกฎระเบียบความปลอดภัยขององค์การหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
4. ความสามารถในการทำให้หยุดทำงานในขณะเกิดการลัดวงจร
5. ข้อกำหนดสูงสุด ขนาดข้อบังคับที่เหมาะสม และการป้องกันอันตราย

7.4

สวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติ

สวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติ หรือเครื่องตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติ เป็นสวิตช์ที่สามารถตัดวงจรได้โดยอัตโนมัติอย่างรวดเร็ว เมื่อมีกระแสรั่วไหลในวงจรผ่านลงดิน มีกระแสรั่วไหลในเครื่องใช้ ไฟฟ้าผ่านลงดิน หรือมีกระแสรั่วไหลผ่านร่างกายมนุษย์ผ่านลงดิน ในปริมาณที่มากกว่าค่าพิกัดที่กำหนดไว้ของเครื่อง สวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติ ทำงานคล้ายกับสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ แต่มีความแตกต่างในคุณสมบัติของการทำงาน และจุดประสงค์ของการนำไปใช้งาน โดยผลิตขึ้นมาเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายเสริมร่วมกับระบบการต่อสายดิน ช่วยป้องกันอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูด จากไฟฟ้ารั่วไหลในเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านลงดิน สวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติที่ผลิตมาใช้งานมีด้วยกันหลายชนิด แบ่งออกตามลักษณะของกระแสรั่วไหล แบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. สวิตช์ตัดกระแสรั่วลงดิน เป็นสวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติ เมื่อเกิดกระแสรั่วไหลจากเครื่องใช้ไฟฟ้าผ่านลงดิน ช่วยป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้ มีความไวในการตรวจวัดกระแสรั่วลงดินตั้งแต่ 10 – 30 mA และมีความไวในการตัดวงจร ประมาณ 0.01 – 0.04 วินาที มีหลายชนิด เช่น เครื่อง ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) และเครื่อง GFCI (Ground Fault Circuit Interrupter) เป็นต้น สวิตช์ตัดกระแสรั่วลงดิน แสดงดังรูปที่ 7.10



(ก) เครื่อง ELCB



(ข) เครื่อง GFCI

รูปที่ 7.10 สวิตช์ตัดกระแสรั่วลงดิน

2. สวิตช์ตัดกระแสเหลือ เป็นสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติอีกแบบหนึ่ง มีสภาวะการทำงานทั้งในสภาวะปกติ และในสภาวะตัดวงจรเมื่อกระแสเหลือในวงจรถึงค่าที่กำหนด มีความไวในการทำงานตรวจวัดกระแสเหลือในวงจรที่ 30 mA, 100 mA, 300 mA และ 500 mA และมีความไวในการตัดวงจรประมาณ 0.1 – 0.3 วินาที

แล้วแต่รุ่น แล้วแต่ชนิด เช่น เครื่อง RCCB (Residual Current Circuit Breaker Without Overload Protection) ตัดได้เฉพาะกระแสเหลือ ไม่สามารถตัดกระแสลัดวงจรได้ จำเป็นต้องใช้งานร่วมกับฟิวส์ หรือใช้งานร่วมกับสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ และเครื่อง RCBO (Residual Current Circuit Breaker With Overload Protection) สามารถใช้ตัดกระแสเหลือ และกระแสลัดวงจรได้ เป็นต้น สวิตช์ตัดกระแสเหลือ แสดงดังรูปที่ 7.11



(ก) เครื่อง RCCB



(ข) เครื่อง RCBO

รูปที่ 7.11 สวิตช์ตัดกระแสเหลือ

สวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติช่วยป้องกันไฟฟ้ารั่ว และไฟฟ้าดูดได้ จะต้องมีคุณสมบัติและการติดตั้งดังนี้

1. พิกัดขนาดกระแสรั่วต้องไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ (mA) และตัดไฟฟ้าได้ภายในระยะเวลา 0.04 วินาที เมื่อมีไฟฟ้ารั่วขนาด 5 เท่าของพิกัด หรือประมาณ 150 mA
2. ควรติดตั้งใช้งานเฉพาะจุด เช่น วงจรเต้ารับในห้องครัว ห้องน้ำ ห้องนอน ห้องเด็ก และวงจรเต้ารับที่มีสายไฟต่อไปใช้งานภายนอกอาคาร
3. ในกรณีที่ต้องติดตั้งรวมที่สวิตช์ประธาน จะต้องแยกวงจรที่มีค่าไฟรั่วตามธรรมชาติมากๆ ออกไป เช่น อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า เครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ที่มีโอกาสเปิกขึ้นต่างๆ โดยติดตั้งสวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติแยกเฉพาะวงจรที่จำเป็น
4. ในทางปฏิบัติที่ต้องการความแน่นอน จะต้องตรวจสอบปริมาณกระแสรั่วไหลในแต่ละวงจรด้วยเครื่องตรวจวัดกระแสรั่วไหล ถ้าวงจรใดมีกระแสรั่วไหลมากเป็นปกติ จำเป็นต้องใช้สวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติที่มีพิกัดไฟฟ้ารั่วสูงขึ้น เช่น 100 mA 300 mA หรือ 500 mA ป้องกันในแต่ละวงจรโดยเฉพาะ

7.5

สวิตช์นิรภัย

สวิตช์นิรภัย (Safety Switch) หรืออาจเรียกว่า สวิตช์ประธาน (Main Switch) เป็นสวิตช์หลักที่ใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้า จากสายไฟฟ้าภายนอกจ่ายเข้าอาคารบ้านเรือนกับสายไฟฟ้าภายในทั้งหมด เป็นอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าตัวแรก ถัดจากวัดต์อวาร์มิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้าเข้ามาในบ้าน สวิตช์ประธานอาจเป็นอุปกรณ์ตัดไฟหลักตัวเดียว หรืออยู่ร่วมกับสวิตช์และอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งอาจเป็นสวิตช์คันโยกที่ตัดภาระได้ หรือเป็นเครื่องตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติ (อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจร) หรือเป็นสวิตช์ที่มีฟิวส์ในตัวก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นแบบใด ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องตัดวงจร ที่เมื่อตัดวงจรไฟฟ้าดับแล้วต้องมีความปลอดภัย โครงสร้างของสวิตช์นิรภัยจะเป็นตู้โลหะปิดมิดชิด มีความแข็งแรงทนทาน

สวิตช์นิรภัยชนิดจ่ายกระแสสูงๆ ภายในมักเป็นสวิตช์ตัดไฟหลักอย่างเดียว ภายในตู้ประกอบด้วยชุดสวิตช์ตัดตอนใบมีด 2 ชุด หรือ 3 ชุด แล้วแต่ชนิดของไฟฟ้าที่ใช้งาน คล้ายกับสวิตช์ใบมีดแต่มีขนาดใหญ่สามารถนำไปใช้งานกับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการกระแสสูง ภายนอกตู้มีก้านคันโยกสวิตช์นิรภัย ไว้โยกตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อจ่ายแรงดันไปใช้งาน มีระบบป้องกันอันตรายและทำให้เกิดความปลอดภัยของสวิตช์นิรภัย โดยป้องกันการเปิดประตูตู้สวิตช์นิรภัยในขณะที่ต่อไฟฟ้าไปใช้งาน ฝาตู้จะไม่สามารถเปิดออกได้ และขณะที่ฝาตู้เปิดอยู่ จะไม่สามารถโยกสวิตช์นิรภัยต่อไฟฟ้าจ่ายให้วงจรได้ ช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อการใช้งาน สวิตช์นิรภัยชนิดนี้นิยมนำไป ใช้งานกับสถานที่ต่างๆ มากมาย เช่น บ้านเรือนขนาดใหญ่ บริษัท อพาร์ตเมนต์ คอนโดมิเนียม หน่วยงานราชการ โรงงานอุตสาหกรรม และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น สวิตช์นิรภัยชนิดตัดไฟหลักอย่างเดียวแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ สวิตช์นิรภัยไม่มีฟิวส์ติดตั้ง (Non – Fusible Safety Switch) และสวิตช์นิรภัยมีฟิวส์ติดตั้ง (Fusible Safety Switch) แสดงดังรูปที่ 7.12 และรูปที่ 7.13



(ก) รูปร่าง



(ข) โครงสร้างภายใน

รูปที่ 7.12 สวิตช์นิรภัยชนิดตัดไฟหลักอย่างเดียว แบบไม่มีฟิวส์



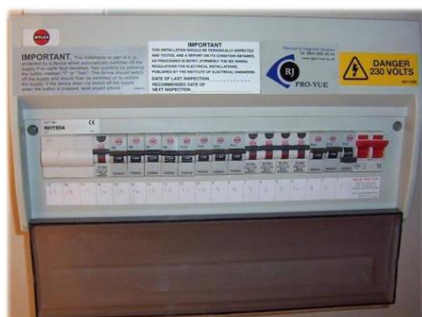
(ก) รูปร่าง



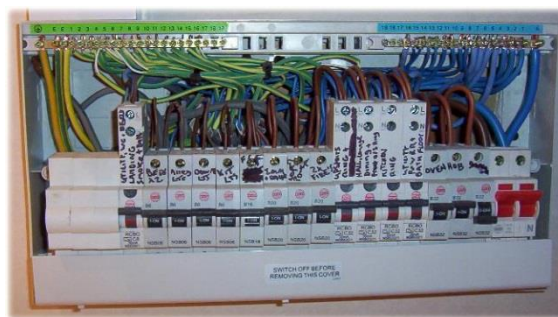
(ข) โครงสร้างภายใน

รูปที่ 7.13 สวิตช์นิรภัยชนิดตัดไฟหลักอย่างเดียว แบบมีฟิวส์

ส่วนสวิตช์นิรภัยชนิดที่นิยมใช้งานตามบ้านเรือนอยู่อาศัยทุกวันนี้ มักเป็นชนิดรวมสวิตช์และอุปกรณ์หลายชนิดไว้ในตู้แผงสวิตช์รวม มักเรียกว่า **ตู้สวิตช์ประธาน (Main Switch Box)** หรือ **ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต (consumer unit Box)** ซึ่งตู้สวิตช์นิรภัยชนิดนี้ นอกจากจะประกอบด้วยตัวสวิตช์นิรภัยหลักแล้ว มักมีอุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ รวมอยู่ด้วย เช่น สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ และสวิตช์ตัดไฟฟ้ารั่วอัตโนมัติตัวลูกสำหรับป้องกันวงจรย่อยต่างๆ หลายตัวรวมกันอยู่ในตู้เดียวกัน ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต แสดงดังรูปที่ 7.14



(ก) รูปร่าง



(ข) โครงสร้างภายใน

รูปที่ 7.14 ตู้คอนซูมเมอร์ยูนิต

7.6 สายดินและการต่อสายดิน

สายดิน (Ground Line) เป็นสายไฟที่ทำหน้าที่ช่วยป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า และทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า เรียกสายดินประเภทนี้ว่า **สายดินป้องกัน (protective earthing conductor)** สายดินเส้นนี้ปลายด้านหนึ่งจะต้องต่อลงดิน (Ground) จริง ปลายอีกด้านหนึ่งถูกต่อเข้ากับส่วนที่เป็นโลหะ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ต้องการให้มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์เท่ากับพื้นดิน เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจที่จะไม่ทำให้เกิดไฟฟ้าดูดในขณะที่ใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดที่นิยมต่อสายดิน เช่น กล้องสวิตช์ประธาน กล้องสวิตช์นรีภัย เต้ารับชนิด 3 ขา หม้อหุงข้าว เตารีด เตาไมโครเวฟ เตาไรต์ กระทะไฟฟ้า กระติกน้ำร้อนไฟฟ้า ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า และเครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น

การต่อสายดิน ทางด้านที่ต่อลงดินจะต้องต่อผ่าน **หลักดิน (Ground Rod)** ที่ฝังไว้ในดิน หลักดินผลิตจากโลหะตัวนำ เช่น แท่งเหล็กหุ้มทองแดงบริสุทธิ์ มีขนาดความยาวมาตรฐานดังนี้ คือ 1.5, 1.8, 2.4 และ 3 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลักดินมาตรฐานดังนี้ คือ 10, 11, 12.5, 15 และ 19 มิลลิเมตร นำมาตอกฝังลงดินที่นำไฟฟ้าได้ดีในบริเวณบ้าน ช่วยให้กระแสที่รั่วผ่านตัวถังอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าไหลผ่านลงดินได้สะดวก หลักดิน อุปกรณ์ประกอบ และการต่อสายดิน แสดงดังรูปที่ 7.15



(ก) หลักดินและอุปกรณ์ประกอบ



(ข) การต่อสายดิน

รูปที่ 7.15 หลักดิน อุปกรณ์ประกอบ และการต่อสายดิน

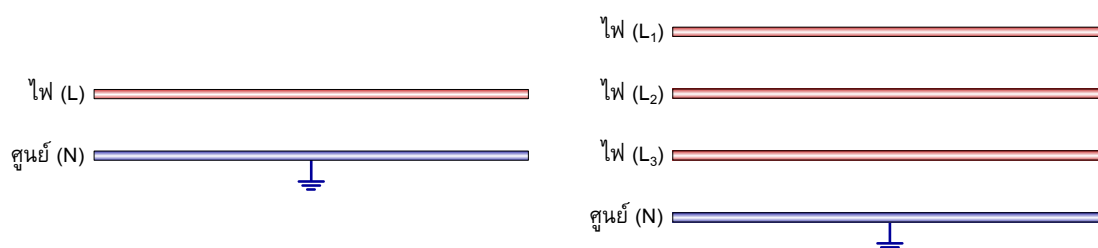
ประโยชน์ของสายดินมีดังนี้

1. ป้องกันไฟฟ้าดูดเมื่อมีกระแสรั่วจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ทำให้มีแรงดันอ้างอิงเป็นศูนย์เท่ากับพื้นดิน การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า ของผู้ใช้ไฟฟ้า จะช่วยป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าได้รับความเสียหาย เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นในระบบการจ่ายแรงดัน

3. ช่วยลดอันตรายจากการสัมผัสแรงดัน ที่เกิดจากไฟฟ้ารั่วที่ตัวถังโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า

4. ช่วยให้มีการทำงานสมบูรณ์เพิ่มขึ้นของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภท เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องเสียง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์สื่อสาร เป็นต้น ถ้าหากไม่มีสายดินอาจทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ทำงานได้ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดการชำรุดเสียหายได้ง่าย

ระบบไฟฟ้าที่จ่ายมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะมีสายไฟเส้นสายดินจ่ายมาด้วยเช่นเดียวกัน แต่จะเป็นสายดินอีกประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่แตกต่างไป โดยทำหน้าที่ช่วยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำงานได้ เรียกสายดินประเภทนี้ว่า **สายดินช่วยในการทำงาน (functional earthing conductor)** เป็นสายดินที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องความปลอดภัย มีไว้เพียงเพื่อให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถทำงานได้เท่านั้น ระบบไฟฟ้าที่จ่ายมาใช้งานของการไฟฟ้า มีด้วยกัน 2 ระบบ คือ **ระบบเฟสเดียว (Single Phase)** และ **ระบบสามเฟส (Three Phase)** สาย ไฟฟ้าที่จ่ายมายังอาคารบ้านเรือนทั้งสองระบบ จะมีสายไฟเส้นหนึ่งเป็นสายดิน นิยมเรียกว่า **สายศูนย์ (Neutral)** เป็นสายเส้นที่ไม่มีไฟฟ้าจ่ายมา ซึ่งก็คือสายดินของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ส่วนสายไฟที่เหลือเป็นสายมีไฟฟ้าจ่าย (Line) ลักษณะระบบไฟฟ้าจ่ายมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 7.16



(ก) ระบบไฟฟ้าเฟสเดียว

(ข) ระบบไฟฟ้าสามเฟส

รูปที่ 7.16 ระบบไฟฟ้าจ่ายมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า

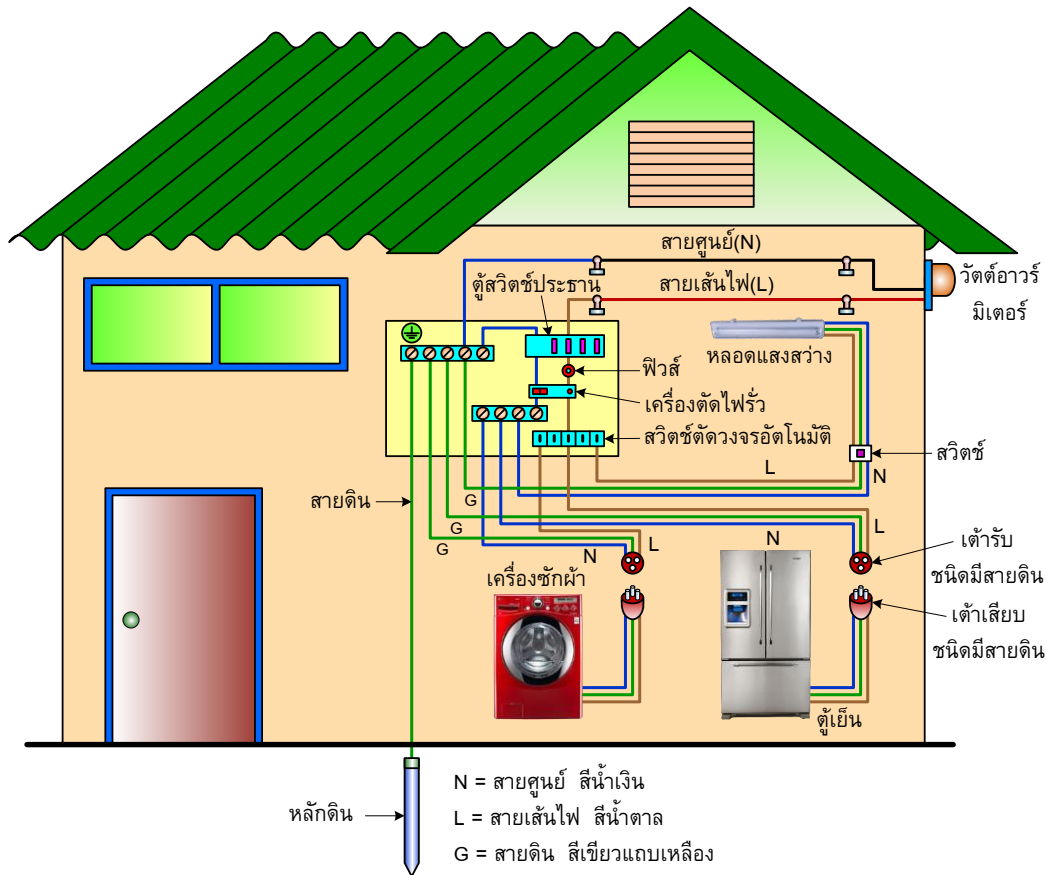
การต่อสายดินภายในอาคารบ้านเรือนอยู่อาศัย ควรปฏิบัติดังนี้

1. -สวิตช์นิรภัยหรือตู้สวิตช์ประธานต้องต่อระบบไฟฟ้าที่จ่ายเข้าบ้านลงดิน โดยใช้สาย ไฟฟ้าต่อกับสาย ศูนย์ (N) นำไปต่อลงดินเข้ากับหลักดินของบ้าน และห้ามต่อร่วมกันในที่อื่นๆ อีก เช่น ในแผงสวิตช์ย่อย ขั้วสาย ศูนย์ต้องมีฉนวนกันแยกจากตัวกล่อง ส่วนขั้วต่อสายดินกับตัวตู้จะต่อถึงกันและต่อลงสายดิน ซึ่งขั้วสายศูนย์ และขั้วสายดินจะไม่มีการต่อถึงกัน

2. อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดที่มีตัวถังเป็นโลหะต้องต่อสายดิน โดยการเดินสายไฟต่อตัวถังที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้น นำไปต่อลงดินที่ตู้สวิตช์ประธานในตำแหน่งสายศูนย์ (N) ที่ต่อลงดินไว้แล้ว

3. ติดตั้งเต้ารับชนิด 3 รู ที่มีรูต่อสายดินอยู่ด้วย นำรูสายดินของเต้ารับทุกจุดไปต่อลงดินที่ตู้สวิตช์ประธานในตำแหน่งสายศูนย์ (N) ที่ต่อลงดินไว้แล้ว

4. ห้ามต่อสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้ากับสายศูนย์ (N) หากต่อไว้เมื่อสายศูนย์ขาด จะทำให้ตัวถังโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้า มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับแรงดันของสายไฟเส้นมีไฟ ผู้สัมผัสถูกตัวถังโลหะอาจได้รับอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้ การต่อสายดินของระบบไฟฟ้าภายในอาคารบ้านเรือนอยู่อาศัย แสดงดังรูปที่ 7.17



รูปที่ 7.17 การต่อสายดินของระบบไฟฟ้าภายในอาคารบ้านเรือนอยู่อาศัย

7.7

การติดตั้งหลักดินและสายดินที่ถูกต้อง

หลักควรปฏิบัติในการติดตั้งหลักดินและสายดินที่ถูกต้อง เป็นดังนี้

1. หลักดินต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อนและไม่เป็นสนิม เช่น แท่งทองแดง แท่งเหล็กชุบหรือหุ้มด้วยทองแดง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. ความยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร
2. เนื้อดินบริเวณที่ใช้ตอกหลักดินที่ดีควรเป็นดินแท้ และต้องไม่ถูกขวางกั้นหรือล้อมรอบด้วยหิน กรวดทราย หรือแผ่นคอนกรีต เพราะเป็นอุปสรรคต่อการแพร่กระจายของกระแสลงสู่ดิน ทำให้ความต้านทานการต่อลงดินของหลักดินมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐาน
3. หลักดินที่ดีเมื่อตอกลงดินแล้ว ต้องมีค่าความต้านทานการต่อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ตามค่ามาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
4. ห้ามใช้ตะปูคอนกรีตตอกเข้าไปในผนังคอนกรีตหรือพื้นคอนกรีตแทนหลักดิน เพราะตะปูคอนกรีตไม่สามารถกระจายกระแสลงดินได้เมื่อมีไฟรั่ว
5. ตำแหน่งของหลักดินควรอยู่ใกล้กับตู้สวิตช์ประธาน
6. ห้ามแช่หลักดินในน้ำ เพราะเมื่อเกิดไฟรั่วจะแพร่กระจายไปกับน้ำ ทำให้เกิดอันตรายกับผู้ที่อยู่ในน้ำ ถ้าจำเป็นต้องตอกหลักดินในน้ำต้องตอกให้มิดดิน และสายต่อหลักดินต้องหุ้มฉนวนป้องกันน้ำให้มิดชิด
7. การต่อสายดินเข้ากับหลักดิน แคลมป์ยึดหลักดิน และสายต่อหลักดินควรใช้วัสดุชนิดเดียวกัน เพื่อให้ไม่มีปัญหาการกัดกร่อน
8. ขนาดของสายดินที่ใช้ต่อหลักดินต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. จะต้องเป็นสายเส้นเดียวโดยตลอด และควรมีท่อหรือฉนวนหุ้มอยู่ด้วย
9. ห้ามต่อสายดินผ่านฟิวส์หรือสวิตช์ตัดไฟรั่วอัตโนมัติ นอกจากการต่อผ่านสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ และเมื่อสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติทำงาน ต้องตัดสายไฟฟ้าทุกเส้นของวงจรพร้อมสายดินออกด้วย

7.8

บทสรุป

ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า มีหน้าที่ตัดการจ่ายแรงดันและกระแสออกจากวงจรเมื่อเกิดการลัดวงจรและกระแสไหลเกินปกติ ฟิวส์เกิดการหลอมละลายทันที

สวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติ เป็นสวิตช์ที่สามารถตัดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไหลผ่านวงจรที่เกิดจากการลัดวงจร หรือจากกระแสไหลมากเกินปกติ สวิตช์จะตัดไฟฟ้าออกจากวงจรทันที

สวิตช์ตัดไฟฟ้าวัดโนมิตี เช่น ELCB GFCI RCCB และ RCBO เป็นต้น สามารถตัดวงจรได้อย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด เมื่อมีกระแสไฟรั่วในปริมาณมากกว่าปกติที่กำหนดไว้ เครื่องตัดไฟรั่วเป็นอุปกรณ์ป้องกันเสริมกับระบบสายดิน ช่วยป้องกันอันตรายจากไฟดูด

สวิตช์นิรภัย หรือสวิตช์ประธานเป็นสวิตช์ตัดไฟฟ้า อาจเป็นอุปกรณ์ตัดไฟหลักตัวเดียว หรืออยู่ร่วมกับสวิตช์และอุปกรณ์อื่นๆ ลักษณะโครงสร้างเป็นตู้โลหะปิดมิดชิด มีความแข็งแรงทนทาน ขณะต่อสวิตช์เข้าวงจรเพื่อจ่ายไฟฟ้าไปใช้งาน ฝาตู้ไม่สามารถเปิดออกได้

สายดินเป็นสายไฟฟ้าทำหน้าที่ช่วยป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า และทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ใช้ไฟฟ้า การต่อสายดินให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญ โดยต่อสายดินผ่านลงดินด้วยหลักดินที่ฝังไว้ในดิน ช่วยให้กระแสที่รั่วผ่านตัวถังเครื่องใช้ไฟฟ้าไหลผ่านลงดินได้สะดวก