หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

## ผลิตภัณฑ์เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ มีวิวัฒนาการการใช้มาเกือบร้อยปี ลักษณะและหน้าที่ในการใช้งานมักแตกต่างกันไปตามแต่วัตถุประสงค์ของวิศวกรผู้ประดิษฐ์ขึ้น แต่ที่ใช้กันมากในปัจจุบันมีวัตถุประสงค์หลักคล้ายกันดังนี้

1. ป้องกันไฟฟ้าเดินลัดวงจร
2. ป้องกันไฟฟ้าดูดจนเสียชีวิต
3. ป้องกันไฟฟ้ารั่วไหล
4. ป้องกันไฟฟ้าเดินเกินกำลังสายไฟฟ้าหรือหม้อมิเตอร์

ผู้บริโภคส่วนใหญ่มักรู้จักเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าบางประเภทเท่านั้น เนื่องจากผู้บริโภคต้องการใช้เพียงบางวัตถุประสงค์เท่านั้น แต่เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าที่รู้จักกันแพร่หลายที่สุด คือฟิวส์ไฟฟ้า[1] ฟิวส์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในการป้องกันไฟฟ้าเดินลัดวงจรได้ แต่ไม่สามารถป้องกันไฟฟ้าดูด หรือป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลได้ จึงขอแสดงพื้นฐานการทำงานของฟิวส์ไฟฟ้าดังนี้

ฟิวส์ไฟฟ้าเป็นตัวนำที่ทำไว้เพื่อให้ละลายหรือขาดโดยไม่ระเบิดเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนด ทำให้วงจรไฟฟ้าขาดและป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้ามิให้เสียหายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผิดปกติ โดยทั่วไปฟิวส์ไฟฟ้ามักจะทำจากตะกั่ว โดยจะหลอมเหลวขาดเมื่อมีไฟฟ้าเกินร้อยละ 25–30 ของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ถ้าใช้เป็นอลูมิเนียมหรือเงินจะหลอมเหลวเมื่อไฟฟ้าเกินร้อยละ 50–100 ของกระแสไฟฟ้าที่กำหนด ดังนั้นถ้าฟิวส์ไฟฟ้าขาดแล้วเราต่อสายธรรมดาแทน การลัดวงจรจะทำให้เกิดความร้อนในสายมีอุณหภูมิสูงถึง 85–98 องศาเซลเซียส ทำให้พลาสติก พี.วี.ซี.ที่หุ้มสายไฟฟ้าละลายและทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ง่าย ฟิวส์ไฟฟ้าอาจแบ่งตามหน้าที่ได้ 2 ชนิดดังนี้

1. ฟิวส์ไฟฟ้าที่ใช้ป้องกันวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า ตลอดจนการลัดวงจรและการเดินของไฟฟ้ามากเกินไป
2. ฟิวส์ที่ใช้ป้องกันระบบเฉพาะการลัดวงจร

---

[1] ลิขิต วิจนวัณณะ, "ฟิวส์ไฟฟ้า" ใน อิเล็กตรอน เทคโนโลยี, (กรุงเทพมหานคร บารมีการพิมพ์, 2524), หน้า 104–105.

ความเป็นมาและวิวัฒนาการของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า[2]

National Electrical Code 1968 ให้คำนิยามของ Circuit Breaker หมายถึงอุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้นเพื่อตัดและต่อวงจรโดยไม่ใช้วิธีการอัตโนมัติ และตัดวงจรโดยอัตโนมัติที่ค่าการไหลของกระแสไฟฟ้ามากกว่าที่ตั้งไว้ โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นแก่ตัวเซอร์กิตเบรคเกอร์ เมื่อถูกนำไปใช้ที่ค่าไม่เกินอัตราของเซอร์-กิตเบรคเกอร์ คำว่าอัตโนมัติ หมายถึงว่า อัตโนมัติภายในตัวเอง นั่นคือบังคับด้วยกลไกของตัวมันเอง เมื่อถูกกระตุ้นหรือบังคับให้ทำงานด้วยลิทธิพลภายนอก เช่น การเปลี่ยนแปลงของขนาดกระแส ความต้น อุณหภูมิ และรูปร่างของชิ้นส่วน

ชนิดและส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ตัดวงจร

1. แบบความร้อน(Thermal) เซอร์กิตเบรคเกอร์แบบนี้การตัดวงจรขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีต่อไบเมตัลๆนี้จะต่ออนุกรมอยู่ในวงจรที่ป้องกัน เมื่อไบเมตัลร้อนเนื่องจากกระแสไฟฟ้าเกินไบเมตัลจะงอจนกระทั่งไม่รับก้านหน้าสัม-ผัส หน้าสัมผัสจะถูกดึงด้วยสริงให้เปิดออก การปรับตำแหน่งให้ไบเมตัลงอมากหรือน้อยเพื่อตัดวงจร ปกติจะตั้งไว้ต่ำสุดที่ค่าร้อยละ 125 ของอัตรากระแส ยิ่งกระแสที่ไหลผ่านไบเมตัลมากขึ้น ไบเมตัลก็ร้อนเร็วและงอเร็วขึ้น ลักษณะเช่นนี้ เราเรียกว่าระบบใช้ความร้อนหน่วงเวลา

2. แบบความร้อน-แม่เหล็ก (Thermal-Magnetic) เซอร์กิตเบรคเกอร์ชนิดนี้ทำงานแบบเดียวกับแบบความร้อนจนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่หนึ่งใด (Instantaneous Tripping Point) ที่จุดทำงานนี้ แม่เหล็กจะไปบังคับด้วยตัวมันเองหรือช่วยไบเมตัลให้ดึงกลไกตัดวงจรขณะที่ไบเมตัลร้อนขึ้นเนื่องจากความร้อนของกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่จุดที่กระแสไฟฟ้าผ่านเกินปกติ สนามแม่เหล็กจะทำให้ก้านเหล็กถูดดึดกับแผ่นเหล็ก

3. แบบใช้ความร้อนชดเชยและความร้อน-แม่เหล็ก (Compensated Thermal and Thermal Magnetic) แบบนี้หลักการทำงานคล้ายกันเพียงแต่เพิ่มไบเมตัลอีกหนึ่งตัวเพื่อชดเชยอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อกระแสไฟฟ้าเกิน ตัวไบเมตัลที่เพิ่มจะทำงานให้ได้ผลตรงกันข้ามกับส่วนที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินเกินกำลัง

[2]สัง สุขตานนท์, "เซอร์กิตเบรคเกอร์" ใน เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็คโทรนิคส์, ปีที่ 2 ฉบับที่ 8. (กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยู, 2519), หน้า 82-84.

โดยตรงและจะไปเพิ่มพื้นที่ผิวปลายก้านหน้าสัมผัสซึ่งแตะกับก้านไบเมตัล ถ้าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นหน้าสัมผัสก็มากขึ้น และถ้าอุณหภูมิต่ำแล้วหน้าสัมผัสก็น้อยลง

4. แบบไฮดรอลิก-แม่เหล็ก (Hydraulic-Magnetic) แบบนี้จะมีขดลวดไฟฟ้าที่ใช้ในแม่เหล็กไฟฟ้ากับส่วนที่ทำหน้าที่ตัวถ่วงเวลา ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กจะดึงแกนเหล็กให้กดสปริง ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าเราสามารถใช้กระแสที่ไหลในขดลวดเปลี่ยนตำแหน่งของแกนเหล็กได้ ในกระบอกของตัวที่ถ่วงเวลาจะใส่น้ำยาระบายความร้อนและสปริงซึ่งทำหน้าที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของแกนเหล็ก ถ้าต้องการถ่วงเวลาให้นานของเหลวจะใช้ชนิดข้นหรือหนัก ถ้าต้องการให้เวลาสั้นก็ใช้ของเหลวชนิดบางหรือเบา วิธีการหนีขดลวดใช้หลักว่า ถ้ากระแสเท่ากันหรือน้อยกว่ากระแสปกติแกนแม่เหล็กที่ถูกต้านด้วยสริงจะอยู่กับที่ที่ค่ากระแสเกินมีค่าน้อยๆสนามแม่เหล็กจะเข้มมากพอที่จะทำให้แกนเหล็กถูกดึงเข้าไปในขดลวด ขณะที่แกนเหล็กเคลื่อนที่ช่องว่างในวงจรแม่เหล็กจะลดลง เส้นแรงแม่เหล็กจะเพิ่มขึ้นหรือความต้านทานแม่เหล็กลดลง ความเร็วของแกนแม่เหล็กจะถูกควบคุมโดยการต้านด้วยสารระบายความร้อนในกระบอก เมื่อเวลาผ่านไปตามที่ตั้งไว้แกนเหล็กจะเคลื่อนไปติดกับชิ้นเหล็กที่ตรงปลายกระบอก มัดข้าวต้มซึ่งเป็นตัวดึงเซอร์กิตเบรคเกอร์จะถูกดูด ยิ่งเมื่อกระแสเกินมากขึ้นแกนเหล็กก็จะเคลื่อนที่โดยเร็ว เส้นแรงแม่เหล็กลัพธ์ก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วด้วย การดึงวงจรให้ขาดจากกันจะเกิดขึ้นก่อนที่แกนเหล็กจะถูกติดกับชิ้นเหล็กปลายกระบอกที่กระแสเกินมากๆหรือลัดวงจร การตัดวงจรจะไม่ต้องใช้แกนเหล็กเป็นตัวตัด กระแสที่ไหลในขดลวดอย่างเดียวก็สามารถทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กมากพอที่จะตัดวงจรได้ทันที เซอร์กิตเบรคเกอร์แบบนี้จุดตัดวงจรจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เนื่องจากใช้หลักการของแม่เหล็กอย่างเดียว แต่อุณหภูมิก็มีผลต่อความหนืดของสารระบายความร้อน ดังนั้นเวลาที่หน่วงระหว่างจุดเริ่มตัดวงจรทันทีทันใดย่อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย

การคิดค้นของวิศวกรเพื่อหาทางป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ามีมาเป็นเวลาเกือบร้อยปี ซึ่งเป็นการคิดค้นและหาทางป้องกันภัยที่จะเกิดแก่ชีวิตและทรัพย์สิน การพัฒนาหลักการและวิธีใช้ได้มีการกระทำอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจดูได้จากวิวัฒนาการความเป็นมาตั้งแต่เครื่องตัดวงจร เมื่อกระแสไฟฟ้าเดินลัดวงจรลงดิน เป็นต้น

เป็นที่ทราบกันดีว่า กระแสไฟฟ้าลงดินเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุและความตายมาตั้งแต่พ.ศ. ค.ศ. 1900 แต่สถิติผู้ถูกกระแสไฟฟ้าช็อกและถูกไฟฟ้าถึงกับเสียชีวิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่เกิดขึ้นจากสระว่ายน้ำ เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ใกล้น้ำย่อมเป็นสภาพที่อำนวยให้เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้าอย่างดี ดังนั้น NEC (National Electrical Code) จึงได้ให้ความสนใจเข้ามาพิจารณาเรื่องนี้อย่างจริงจัง

จากการค้นคว้าเพื่อป้องกระแสไฟฟ้าลัดวงจรลงดิน ก็ได้ลงเอยด้วยการประดิษฐ์อุปกรณ์ต่างๆมากมายหลายชนิด เครื่องมือที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นและมีขายในท้องตลาดอันดับแรกคือ เครื่องตัดวงจรเมื่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรลงดิน (Ground Fault Interrupter) ซึ่งต่อไปจะขอเรียกย่อๆว่า GFI ของศาสตราจารย์ Charles F. Dalziel แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย

การทำงานของ GFI ก็ไม่ยาก อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ตัดเข้าระหว่างต้นกำลัง (Power Source) และโหลด (Load) เมื่อเปรียบเทียบดูกระแสไฟในสายทั้งสองเส้นที่จ่ายไฟให้กับโหลด ถ้ากระแสไฟฟ้ารั่วจากวงจรของโหลด (Load Circuit) ลงดิน ปริมาณของกระแสที่ไหลในสายทั้งสองเส้นจะแตกต่างกัน ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่รั่วมีค่าเกินกว่าที่ตั้งไว้และในช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ GFI ก็จะตัดวงจรทันที

GFI แบบที่ใช้แพร่หลายที่สุดจะมี Differential Transformer รูปชนมโดนัทซึ่งมีส่วนของวงจรตัวนำ (Circuit Conductor) ต่อผ่านปริมาณความแตกต่างของกระแสในสายทั้งสอง แม้เพียงนิดเดียวจะถูกตรวจโดยวงจรอิเล็คโทรนิคได้ทันที ซึ่งวงจรนี้จะทำหน้าที่ปลดสวิทช์อัตโนมัติ (Breaker) ออก ดังนั้น GFI จะเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าออกของโหลดอยู่ตลอดเวลา เมื่อใดก็ตามที่มีกระแสไฟรั่วออกมา พยายามหาทางลงดินโดยผ่านวัสดุอื่นที่เป็นวงจรตัวนำ ผลรวมของกระแสในสายทั้งสองเส้นที่ไม่สมดุลย์กัน จะเป็นตัวทำให้ GFI ปลดวงจรออก

แรกทีเดียวนั้น GFI ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาขึ้นมาเพื่อป้องกันผู้ที่อยู่ในสระว่ายน้ำและผู้อยู่บริเวณรอบๆสระ ต่อมาได้ขยายขอบเขตการใช้ให้กว้างขวางขึ้น กล่าวคือ นำไปใช้ในบริเวณที่มีน้ำและไฟฟ้าร่วมกัน เช่น ในห้องน้ำ ในครัว หรือบริเวณที่ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงจากการเป็นทางให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดินได้

เช่น เวลาที่ต้องปฏิบัติการในถังโลหะ เครื่อง GFI แบบที่ถือติดมือไปไหนมาไหนได้ กลายเป็นเครื่องมือมาตรฐานชนิดหนึ่งของคนงานที่ทำงานใช้เครื่องมือไฟฟ้า เช่น กบหรือสว่านไฟฟ้า

GFI แบบล่าสุดสะท้อนให้เห็นความก้าวหน้าของ Solid state electronics เป็น GFI ขนาดเล็กพอที่จะรวมเข้ากับสวิทช์ตัดตอนแบบธรรมดา หรือรวมเข้ากับเต้าเสียบแบบคู่ได้ ทั้งยังตรวจพบกระแสรั่วซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าและเมื่อเกิดผิดปกติในวงจรสวิทช์จะสามารถปลดวงจรออกได้ในระยะเวลาที่รวดเร็วกว่า

GFI สามารถตรวจกระแสลงดินขนาดเพียง 0.0001 ของกระแสโหลดเท่านั้นและยังป้องกัน Short duration Voltage transients จนถึง 8,000 โวลท์ ตลอดจนสามารถรักษาความแม่นยำในอุณหภูมิจาก -35 ถึง 66 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามสายไฟที่มีความยาวมากกว่า 250 ฟุตขึ้นไปอาจจะทำให้มีการปลดวงจรออกได้โดยไม่ประสงค์ทั้งนี้เนื่องจาก Capacitive and resistive leakage current ผ่านฉนวนหุ้มสายออกมา

การพัฒนาและการนำเอา GFI มาใช้ประโยชน์จนประสบความสำเร็จนั้น เป็นผลเนื่องมาจากการตั้งสถาบันเกี่ยวกับมาตรฐานที่สำคัญ 3 แห่งคือ

(1) National Electrical Manufactures' Association Standard for Ground fault interrupters.

(2) Underwriters' laboratories, Inc. Standard UL, 943

(3) The Canadian Standard Association Standard C 22.2 No.144

ปัจจุบันนี้มี GFI แบบต่างๆ เกือบ 24 แบบโดยแบ่งออกเป็น Class เพื่อแสดงให้เห็นการตัดกระแสไฟ เมื่อเกิดกระแสลัดวงจรขึ้น ปัจจุบันมีอยู่ 2 ระดับหรือประเภทคือ Class A และ Class B

GFI Class A จะตัดกระแสภายในเวลา $(20/I)^{1.43}$ วินาที เมื่อ I คือกระแสลัดวงจร ส่วน Class B GFI ใช้สำหรับวงจรแสงสว่างใต้น้ำภายในสระว่ายน้ำเท่านั้น มันจะตัดกระแสเมื่อมีกระแสขนาด 20 มิลลิแอมแปร์ไหลผ่านในเวลา $(20/I)^{1.43}$ วินาที แต่จุดเปลี่ยนของระยะเวลาการปลดกระแสเหมือนกับของ Class A ทั้งนี้เพราะว่าผลของกระแส

010928

ไฟฟ้าที่มีค่าลดลงไม่ว่าบนบกหรือในน้ำมีค่าเท่ากัน

เมื่อไม่นานมานี้มีผู้ประดิษฐ์ GFI รวมเข้ากับสวิทช์อัตโนมัติกระแสเกิน (magnetic circuit breakers) โดยติดตั้งรวมอยู่ในกรอบของสวิทช์อัตโนมัติหรือเบรกเกอร์(breaker) เป็นตัวเดียวกัน แบบนี้มีปุ่มสำหรับทดสอบ (Test button) เพื่อตรวจการทำงานทั้งทางกล (mechanical) และทางไฟฟ้า (electrical) ของอุปกรณ์เมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน

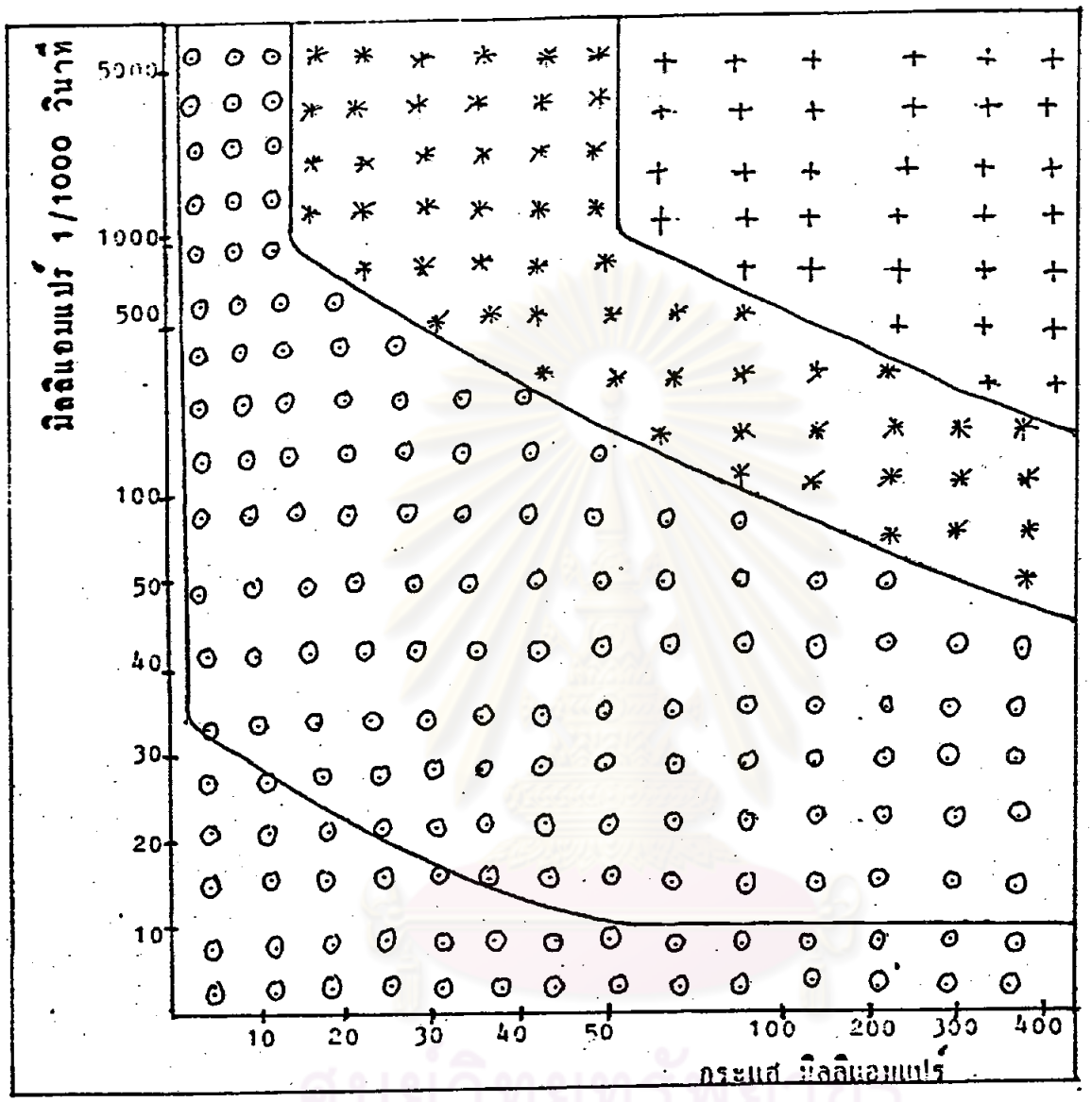
สำหรับ GFI ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งานภายนอกอาคารจะมีขนาดใหญ่และมีที่ปิดมิดชิดสามารถป้องกันภาวะต่างๆของอากาศได้ GFI แบบที่ใช้กับอุปกรณ์ภายในบ้านจะมีขนาดเล็กกว่าบางชนิดอาจต่อเข้ากับเต้าเสียบได้โดยตรง โดยทั่วไปที่เราใช้กันเป็น GFI แบบที่รวมเอาสวิทช์อัตโนมัติกระแสเกินเข้าไปด้วยและมักจะติดไว้บนบอร์ดของ Load Center เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าลงดินของระบบไฟฟ้าในอาคารทั้งหมดหรือบางส่วน

นอกจากนี้ยังมี GFI หลายแบบสำหรับใช้แทนเครื่องปลดวงจรที่ติดตั้งอยู่เดิมตั้งแต่ระดับต่ำสุดจนถึงขนาด 100 แอมแปร์ และมี Interrupting Capacity ถึง 10 กิโลแอมแปร์ ดังนั้นอุปกรณ์เหล่านี้จึงใช้ได้ทั้งป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน (Overload) กระแสไฟรั่วหรือลัดวงจรลงดิน (Ground fault) GFI ไม่สามารถป้องกันการช็อคที่เกิดขึ้น เนื่องจากการสัมผัสถูกสายไฟ 2 เส้น (line to line contact) และไม่ได้มีไว้ใช้เพื่อแทนฟิวส์หรือสวิทช์อัตโนมัติ (Circuit Breaker)เข้าไว้ด้วยกันกับ GFI จึงเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยอุปกรณ์ความปลอดภัยอื่นๆเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้ามากขึ้น และจะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อแบบวงจรต่างๆได้กระทำอย่างถูกต้องตามมาตรฐานความปลอดภัยแล้วเท่านั้น

<u>ขนาดของกระแสไฟฟ้าและช่วงเวลาปลดวงจร</u>

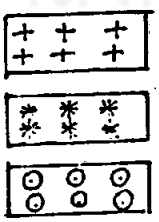
ขนาดของกระแสไฟฟ้ารั่วและช่วงเวลาของการปลดวงจรมีความสำคัญต่อชีวิตผู้ใช้ไฟฟ้า ตามที่กล่าวมาแล้ว ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่เป็นอันตรายมีค่าตั้งแต่ 20 มิลลิแอมแปร์ขึ้นไป ทำให้ไม่สามารถปล่อยมือออกได้และเสียชีวิตในเวลาเพียง 2-3 นาที ดังนั้นถ้าเราสามารถตัดกระแสไฟฟ้าออกได้ทันเวลาก็จะไม่เป็นอันตราย จากมาตรฐานการผลิตปรากฏว่า ผู้ผลิตสามารถผลิตเครื่อง GFI ให้มีประสิทธิภาพสูงถึงขั้นปลอดภัยจนสามารถวางใจได้ กล่าวคือสามารถตัดกระแสที่รั่วผ่านร่างกายได้แม้เพียงเล็กน้อยขนาด 15-30 มิลลิแอมแปร์ และมีความไวในการตัดกระแสไฟภายในระยะเวลาเพียง 0.01-0.03 วินาที เท่านั้น

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย




กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างเวลากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย

ที่มา Underwriters' laboratories, Inc. Standard UL,943



ทำให้เสียชีวิตได้ทันที

เป็นอันตราย

ปลอดภัย

จากกราฟเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสามารถตัดกระแสไฟฟ้าในเวลาปลอดภัย ซึ่งเป็นเวลาปลอดภัยที่เครื่องได้ผ่านการตรวจสอบโดยวิศวกรไฟฟ้าว่าเป็นไปตามกราฟนี้

<u>คุณสมบัติทั่วไปในการทำงานของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า</u>

คุณสมบัติโดยทั่วไปสามารถทำหน้าที่ใหญ่ๆได้ 4 ประการ แต่ใช่ว่าเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าจะสามารถทำงานได้ครบทุกหน้าที่ การทำหน้าที่ได้มากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้ผลิตจะผลิตมาเพื่อประสงค์ให้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างไรบ้าง แต่หน้าที่หลักหรือหน้าที่พื้นฐานของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าคือตัดวงจรให้ขาดจากกันเมื่อไฟฟ้าเดินลัดวงจรหรือไฟฟ้าสลับที่ใช้ประจำบ้านเกิดไม่เท่ากัน เครื่องตัดวงจรไฟฟ้าประเภทนี้เราเรียกว่า"เบรคเกอร์แบบธรรมดา" แต่เมื่อวิศวกรนำเครื่องตัดวงจรเหล่านี้มาประยุกต์เพื่อให้สามารถทำหน้าที่ให้มากกว่าเดิม เช่น สามารถป้องกันไฟฟ้าดูดจนเสียชีวิต ป้องกันไฟฟ้ารั่วไหล เป็นต้น เราก็เรียกเครื่องป้องกันอันตรายประเภทนี้ว่า"เซอร์กิตเบรคเกอร์แบบประยุกต์" หน้าที่โดยทั่วไปของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าสามารถทำหน้าที่ได้ดังนี้ คือ

1. เมื่อเกิดไฟฟ้าเดินลัดวงจรหรือไฟฟ้าช็อต เครื่องชนิดนี้จะตัดกระแสไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดอัคคีภัยขึ้นได้เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

2. เมื่อไฟฟ้ารั่วลงดินเป็นการเปลี่ยงค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช่เหตุ ยังเป็นอันตรายต่อชีวิตถ้าไปสัมผัสไฟฟ้าที่รั่วนี้ เครื่องจะตัดโดยอัตโนมัติทันทีที่เกิดไฟฟ้ารั่วไหล

3. ถ้ามีการใช้กระแสไฟฟ้าเกินกำลังสายไฟฟ้าที่สามารถจะทนทานได้ก็จะทำให้สายไฟฟ้าละลายเกิดอันตรายถึงเพลิงไหม้ได้หรือหม้อมิเตอร์มีขนาดแอมแปร์น้อยเมื่อใช้กระแสไฟฟ้ามากๆ อาจทำให้หม้อมิเตอร์เกิดการระเบิดได้ เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าจะตัดวงจรให้ขาดจากกันเสียก่อนเมื่อความร้อนถึงจุดที่ตั้งไว้

4. คนเป็นสื่อไฟฟ้าที่ไฟฟ้าจะเดินผ่านได้ง่าย เพราะฉะนั้นเมื่อมีคนถูกไฟฟ้าดูด เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าจะตัดวงจรโดยอัตโนมัติภายในเวลาเพียง 0.03 วินาที(สำหรับยี่ห้อที่มีคุณภาพดี) ซึ่งตามปกติแล้วคนธรรมดาที่ร่างกายแข็งแรงเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายเพียง 0.5 วินาที จะเสียชีวิต

บริษัทผู้ผลิตและผู้จำหน่ายจึงมีเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าที่มีหน้าที่แตกต่างกันไป จะสามารถทำงานได้มากน้อยหน้าที่อย่างไรขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้ประดิษฐ์และออกแบบเพื่อการใช้งาน แต่ปัจจุบันก็มีหลายยี่ห้อที่สามารถทำงานได้ทุกอย่าง เช่น ยี่ห้อ"เซฟ-ที-คัท" "เลมินคัน" "สเควร์ ดี" "อิเล็คโทรสตลท" เป็นต้น

การแบ่งประเภทเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าตามหน้าที่การทำงาน

การแบ่งโดยอีกหลักหน้าที่ในการทำงานนั้น ในปัจจุบันธุรกิจผู้ผลิตมักผลิตเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าตามหน้าที่ซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะธุรกิจผู้ผลิตในต่างประเทศคำนึงถึงหน้าที่ในการทำงานของเครื่องเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าธุรกิจดั้งเดิมที่ผลิตสินค้าประเภทนี้สามารถทำให้ผู้บริโภควางใจและเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ของตนแล้ว จึงพยายามรักษาลูกค้าส่วนนี้ไว้ แต่มีธุรกิจอีกประเภทหนึ่งมีความคิดที่จะพยายามดัดแปลงสินค้าของตนเพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้มีธุรกิจอยู่สองประเภทที่สามารถผลิตสินค้าเพื่อสนองตอบผู้บริโภคของตนทำให้สินค้าที่ผลิตออกมานั้นสามารถทำหน้าที่ได้ไม่เท่ากันดังนี้ คือ

เซอร์กิตเบรคเกอร์แบบธรรมดา

เป็นเครื่องตัดวงจรไฟฟ้าที่ผู้ผลิตพยายามอนุรักษ์ลูกค้าส่วนนี้ไว้ เพราะผลิตมาเป็นเวลานานจนสามารถทำให้ลูกค้าเกิดความเชื่อถือในผลิตภัณฑ์ของตน หน้าที่ในการทำงานเบื้องที่สามารถตัดวงจรไฟฟ้าให้ขาดจากกันเมื่อเกิดไฟฟ้าเกินลัดวงจรหรือเมื่อไฟฟ้าเกินเกินกำลังสายไฟฟ้าหรือหม้อมิเตอร์ซึ่งติดตั้งไว้ประจำที่อยู่อาศัยโดยอาศัยหลักการของกระแสความร้อนที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อถึงจุดสูงสุดที่ตั้งไว้เครื่องมือชนิดนี้จะสามารถตัดวงจรให้ขาดออกจากกันโดยอัตโนมัติ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เป็นที่นิยมในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกามานานแล้ว มีผู้สั่งมาจำหน่ายในประเทศไทยจำนวนมาก เช่น ห้างหุ้นส่วนจำกัด ตั้งง่วนฮูน สั่งยี่ห้อ"แครบทรี" จากประเทศอังกฤษมาจำหน่าย ห้างหุ้นส่วนจำกัด บี กริม แอนโก เป็นตัวแทนจำหน่ายยี่ห้อ"ซีเมนส์" จากประเทศเยอรมัน เป็นต้น สินค้าประเภทนี้จึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคกลุ่มหนึ่งซึ่งกลัวอันตรายเนื่องจากไฟฟ้าเกินลัดวงจร อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ การที่ผู้บริโภคนิยมซื้อชนิดที่ทำงานได้น้อยหน้าที่อาจเป็นเพราะมีความเชื่อถือว่าการทำงานตามหน้าที่โดยตรงคงจะมีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องที่ต้องทำหลายหน้าที่อันอาจจะมีการขัดข้องได้ง่าย ความเชื่อถือในผลิตภัณฑ์จึงเกิดขึ้น

เซอร์กิตเบรคเกอร์แบบประยุกต์

เป็นเครื่องตัดไฟฟ้าเหมือนเซอร์กิตเบรคเกอร์แบบธรรมดา คือใช้หลักการในการทำงานเช่นเดียวกัน แต่ประยุกต์ให้สามารถทำงานได้มากหน้าที่กว่า คือสามารถตัดวงจรได้เมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วไหลออกนอกวงจร อาจไหลออกไปถูกสื่อไฟฟ้า เช่น คนทำ

ทำให้เสียชีวิตได้เพียง 0.5 วินาที ด้วยเหตุนี้ทำให้วิศวกรไฟฟ้าอิเล็คโทรนิคพยายาม ป้องกันอันตรายจากสิ่งเหล่านี้ จึงประยุกต์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบธรรมดาเพื่อให้ สามารถทำงานได้มากหน้าที่ขึ้นและให้ทันตามความต้องการของผู้บริโภค เพราะลูกค้ากลุ่มนี้อาจเป็นกลุ่มที่ทันสมัยกว่ากลุ่มแรกชอบใช้ของที่ผลิตออกมาใหม่ๆและที่สำคัญสามารถป้องกันชีวิตและทรัพย์สินได้ ผลิตภัณฑ์ที่นำมาประยุกต์นี้จึงเป็นที่นิยมเช่นกัน ธุรกิจผู้ผลิตและผู้จำหน่ายก็เรียกผลิตภัณฑ์เหล่านี้แตกต่างกันไป เช่น บริษัท ทวีภัณฑ์อิเล็คทริค จำกัด เรียกยี่ห้อ"เซฟ-ที-กัท" ว่า"เครื่องตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ" ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซี แคนด์ ซี ซัพพลาย แอนด์ เอนจิเนียริง เรียกยี่ห้อ"อิเล็คโทรสตอพ" ว่า "เครื่องป้องกันไฟฟ้าดูด ไฟฟ้าช็อต" เป็นต้น

ไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตามผลิตภัณฑ์มีจุดประสงค์หลักเหมือนกันคือป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าทั้งสิ้น จึงทำให้ผู้เขียนสนใจในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ทุกชนิด

<u>คุณสมบัติในการทำงานของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า</u>

1. ตัดไฟฟ้าทุกครั้งเมื่อกระแสที่เดินสลับไปมาไม่เท่ากัน แม้แต่ผ่านสื่อประเภทของเหลวก็ตัดวงจรขาดจากกันทันทีเช่นกัน

2. ตัดกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 5 มิลลิแอมแปร์โดยอัตโนมัติ

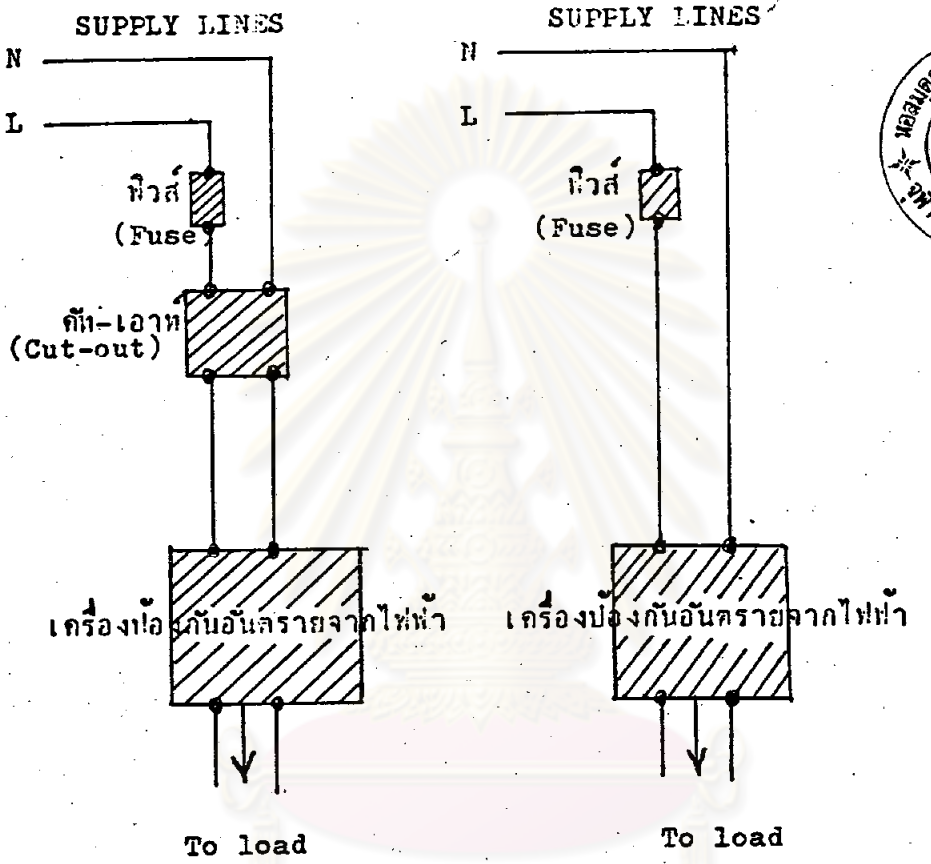
3. ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนตั้งแต่ 220 โวลท์ จนถึง 415 โวลท์ แม้แต่เมื่อโวลท์สูงขึ้นเครื่องก็สามารถใช้ได้

4. ติดตั้งได้ง่ายและให้ผลการทำงานแน่นอน เพราะการติดตั้งเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าเข้ากับสายเมนประจำบ้านนั้นจะสลับสายอย่างไรก็ได้ แต่เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ควรต่อสายไฟฟ้าเข้าที่ตัว L และต่อสายดินที่ตัว N ระบบการทำงานก็สมบูรณ์อย่างเต็มที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการติดตั้งเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

ติดตั้งขนานและเสมือนกับสวิทช์ในตู้คุมไฟ และติดตั้งหลังจากตรวจสอบไฟฟ้าตามหลักวิชาการแล้วว่าจ่ายไฟเข้าและสายไฟออกถูกต้องในกลาง




หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ คุณสมบัติของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า จะตัดไฟทุกครั้งที่เกิดไฟรั่ว ฉะนั้นจากไฟฟ้าในที่อยู่อาศัยรั่วอยู่ก่อนที่จะติดตั้งเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า เครื่องนี้ก็จะตัดวงจรทันทีที่ติดตั้งและเปิดสวิทช์ ฉะนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเจ้าหน้าที่ของบริษัทผู้จำหน่ายหรือนายช่างที่ได้รับมอบหมาย ต้องไปสำรวจระบบไฟในที่อยู่อาศัยเสียก่อน เมื่อแก้ไขไฟรั่วจนสำเร็จแล้ว จึงจะสามารถติดตั้งเครื่องได้

ที่มา จากจุลสารการโฆษณาเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า"เซฟ-ที-คัท" ของ บริษัท ทวีภัณฑ์อิเล็คทริค จำกัด เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

ลักษณะและรูปแบบของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

ลักษณะโดยทั่วไปเป็นอุปกรณ์คล้ายกล่องสามมิติ คือมีความกว้าง ความยาว และความหนา ความแตกต่างของขนาดขึ้นอยู่กับยี่ห้อที่แตกต่างกัน บางครั้งยี่ห้อเดียวกันอาจมีขนาดแตกต่างกันตามขนาดมิลลิแอมแปร์ของเครื่อง โดยเฉลี่ยทั่วไปกว้างประมาณ 5 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว หนา 3 นิ้ว มีขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 0.20-10.00 กิโลกรัม

ลักษณะการใช้มีทั้งใช้ติดตั้งเดี่ยว และใช้ติดตั้งต่อกันหลายตัวแบบอนุกรม ถ้ามีการติดตั้งต่อกันหลายเครื่องมักติดตั้งอยู่ในเครื่องรองรับหรือตู้ที่เรียกว่า"โหลดเซนเตอร์" แต่ส่วนใหญ่ถ้าเป็นบ้านขนาดธรรมดามักติดตั้งเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นหอพักหรืออพาร์ตเมนท์ที่มีการใช้กระแสไฟฟ้ามากมักติดตั้งหลายเครื่องต่อกันแบบอนุกรม

ขนาดการทำงานของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ามีขนาดเล็กตั้งแต่ 2.50 มิลลิแอมแปร์ จนถึง ขนาด 100.00 มิลลิแอมแปร์ ซึ่งเป็นขนาดสำหรับใช้กับที่อยู่อาศัยทั่วๆไป

สีของเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ามีสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิศวกรผู้ออกแบบต้องการเน้นผลิตภัณฑ์ทางด้านใด เช่น บริษัทที่ผลิตออกมาเป็นสีดำคงเน้นความคงทนถาวรของเครื่อง มีอายุใช้งานนาน ถ้าผู้ผลิตต้องการเน้นว่าเมื่อติดตั้งแล้วทำให้สะอาดตาและทำให้เน้นความสวยงามก็ผลิตสีขาวออกมา แต่ถ้าผลิตสีแดงออกมาคงต้องการให้ผู้บริโภคมีความรู้สึกว่าไฟฟ้าเป็นสิ่งอันตรายควรต้องระมัดระวังสีของเครื่องจึงเป็นสิ่งที่เตือนใจผู้บริโภคได้ทางหนึ่ง เป็นต้น

ตัวอย่างวิธีการใช้เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

เมื่อมีการติดตั้งเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าภายในที่อยู่อาศัยเรียบร้อยแล้ว เมื่อเปิดสวิทช์ให้ทำงาน สวิทช์จะตกทันทีถ้ามีเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น เช่น มีไฟฟ้าภายในบ้านรั่วไหล มีการเกิดไฟฟ้าเดินลัดวงจร เป็นต้น พร้อมกันนั้นเครื่องหมายสีแดงก็จะปรากฏบนสวิทช์ให้เห็นได้ชัด หลังจากมีการแก้ไขเหตุการณ์ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถเปิดสวิทช์ใช้ใหม่ได้โดยกดสวิทช์ลงข้างล่างก่อน แล้วจึงผลักขึ้นข้างบน ซีกแดงบนสวิทช์ก็จะหายไป แสดงว่าเหตุการณ์ปกติเครื่องก็จะทำงานต่อไป

ขั้นตอนในการใช้เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า

(1) ปุ่มสำหรับเปิด-ปิดสวิทช์ กันสวิทช์ขึ้นเพื่อเปิดใช้เครื่อง

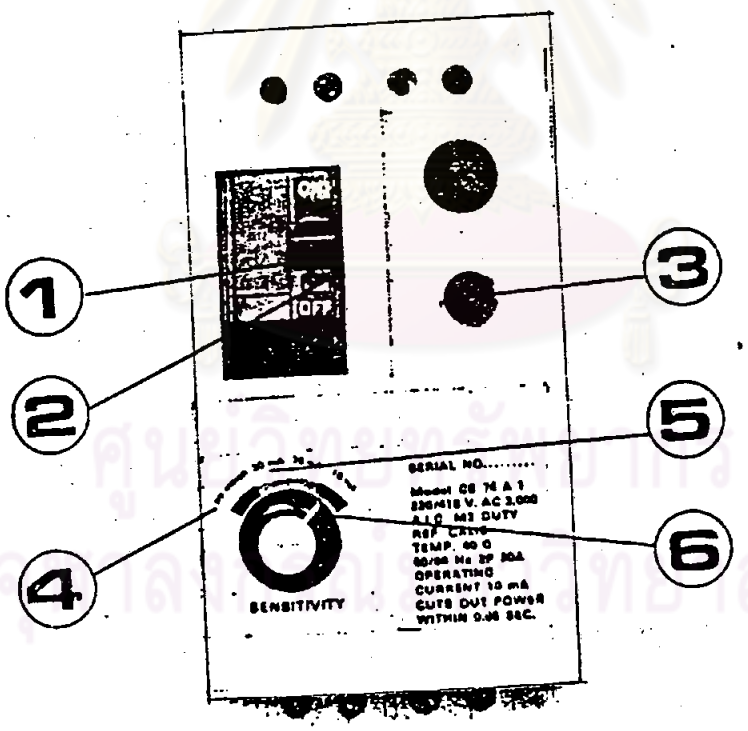
(2) เครื่องหมายสีแดงมีลักษณะเป็นชีกจะปรากฏขึ้น เมื่อเกิดอันตรายเนื่องจากไฟฟ้าเดินลัดวงจร ไฟฟ้ารั่วไหล เป็นต้น

(3) กดปุ่มเพื่อทดสอบว่าทำงานหรือไม่ ถ้าเครื่องทำงานสวิทช์ในข้อ (1) จะตกลงมาทันที

(4) เซท No Action ถ้าหมุนเข็มมาตรงนี้แสดงว่าไฟฟ้าเข้าสวิทช์โดยตรง สำหรับใช้ชั่วคราว

(5) เซท 25,20,15,10,5 มิลลิแอมแปร์ต้องการให้เครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าตัดที่ใด ก็หมุนให้ตรงกับเซทนั้น

(6) เป็นเข็มบนเครื่องป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า




ตัวอย่างของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบประยุกต์