

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาของปัญญานิพนธ์

ในสิ่งปลูกสร้างทั่วไป จำเป็นจะต้องมี การป้องกันระบบกระแสไฟฟ้ารั่วไหลหรือระบบต่อลงดิน ซึ่งปัจจุบันระบบการต่อลงดิน มีความจำเป็นและจะต้องมีความปลอดภัยทั้งต่อบุคคลและสิ่งปลูกสร้าง ดังนั้นการเรียนรู้ถึงระบบต่างๆของ ระบบต่อลงดิน จึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับวิศวกรไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความรู้และความชำนาญในการปฏิบัติงานในอนาคต โดย บริษัท ไทย วูรี เอ็นจิเนียริง เป็นบริษัทที่รับงานในด้าน น้ำมันก๊าด โรงงานปิโตรเคมี โครงสร้างและโครงการโรงไฟฟ้า โดยโครงการนี้ จะกล่าวถึงการป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินหรือรั่วไหล ด้วยระบบต่อลงดินในสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้จัดทำได้ปฏิบัติงาน

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของปัญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการและการติดตั้งของระบบการต่อลงดินเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน

1.2.2 เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงาน เกี่ยวกับการติดตั้งระบบต่อลงดิน

1.2.3 สามารถนำประสบการณ์ และความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อสำเร็จการศึกษาออกไป

#### 1.3 ขอบเขตของปัญญานิพนธ์

1.3.1 ศึกษาระบบการต่อลงดินของเครื่องจักรกลไฟฟ้าและของระบบไฟฟ้า

1.3.2 ติดตั้งระบบการป้องกันกระแสเกินหรือรั่วไหลหรือการต่อลงดินได้อย่างสมบูรณ์

1.3.3 ทดสอบระบบการต่อลงดินเพื่อความปลอดภัยและได้มาตรฐาน

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากปัญญานิพนธ์

1.4.1 ทำให้มีความรู้และได้เข้าใจเกี่ยวกับระบบการต่อลงดินได้ดีขึ้น

1.4.2 ทำให้มีความสามารถในการติดตั้งระบบต่อลงดินได้มากยิ่งขึ้น

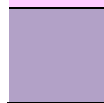
ตารางที่ 1.1 แผนผังแสดงการดำเนินงาน

ลำดับ ที่	หัวข้องาน	2555	2556							
		ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1	ศึกษาทฤษฎีสหกิจ									
2	ออกศึกษาภาค ปฏิบัติงาน									
3	ค้นหาข้อมูลและ จัดทำรายงาน									
4	ส่งรายงานสหกิจศึกษา									
5	ทำปฏิญานิพนธ์									

ระยะเวลาที่คาดไว้



ระยะเวลาที่ใช้จริง



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

ในระบบไฟฟ้าที่ใช้งานกันโดยทั่วไปนั้นมีโอกาสที่จะเกิดเหตุผิดปกติเนื่องจากไฟฟ้ารั่วได้จากเหตุหลายประการเช่น ฉนวนเสื่อมสภาพ การต่อสายฟ้าไม่ดีพอ รวมทั้งการสัมผัสสายไฟโดยไม่ได้ตั้งใจซึ่งเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุให้เป็นอันตรายต่อชีวิตได้หากมีการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วก็สามารถป้องกันได้ในระดับหนึ่งแต่เครื่องป้องกันไฟรั่วจะทำงานก็ต่อเมื่อไฟได้รั่วผ่านร่างกายเราก่อนดังนั้นความปลอดภัยจึงขึ้นอยู่กับความเร็วในการทำงานของเครื่องและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเราวิธีการหลักในการป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟรั่ว คือการใช้ระบบสายดินส่วนเครื่องตัดไฟรั่วนั้นเป็นเพียงตัวเสริมในระบบที่ไม่มีสายดินนั้นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์เมื่อเราไปสัมผัสตุ๊กเครื่องหรือส่วนที่เป็นโลหะก็จะไม่ส่งผลใดๆต่อร่างกายแต่หากเกิดไฟรั่วที่ตัวเครื่องเมื่อไปสัมผัสตุ๊กตัวเรา ก็จะเป็นทางเดินของกระแสไฟลงสู่ดินเนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าของการไฟฟ้าสายนิวทรัลจะถูกต่อลงดินไว้ทำให้กระแสไหลครบวงจรโดยผ่านตัวเรานั้นเองแต่หากเป็นระบบที่มีการต่อสายดินไว้ที่ตัวเครื่องใช้ไฟฟ้าทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้ากับดิน ไม่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าหรือเท่ากับศูนย์นั่นเองเมื่อเราไปสัมผัสความต้านทานของตัวคนเราจะมีค่ามากกว่าทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านตัวเราทำให้เราปลอดภัยแต่อย่างไรก็ตาม การที่เกิดไฟรั่วผ่านสายดินนั้นจะมีการรั่วอยู่ตลอดเวลาทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าโดยที่ เราไม่ทราบซึ่งหากมีการใช้เครื่องตัดไฟรั่วเครื่องจะทำงานทำให้สามารถทราบได้ว่ามีการเกิดไฟรั่วขึ้นการที่มีกระแสไฟรั่วอยู่นี้หากสายดินอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และถูกต้องระบบยังจะมีความปลอดภัยแต่หากสายดินต่อได้ไม่ถูกต้องหรือตัวเรามีความต้านทานต่ำเช่น ตัวเปียกชื้นก็จะเป็นอันตรายได้

#### 2.1 สายดินและการต่อลงดิน

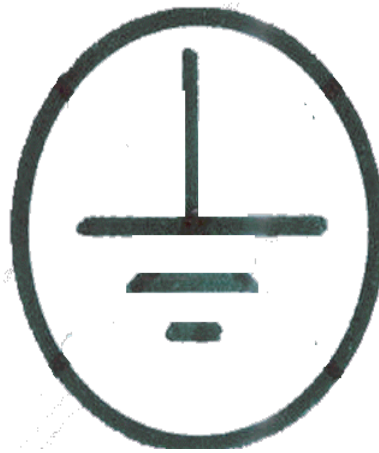
เป็นการต่อตัวนำระหว่างวงจรไฟฟ้ากับดินเพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่ว โดยมีสาเหตุมาจากการชำรุด หรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาโดยที่ไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้ อาจจะเข้าไปสัมผัสและถูกกระแสไฟฟ้าดูดโดยกระแสไฟฟ้าที่รั่วจะไหลลงดินแทนการไหลผ่านร่างกายของผู้ที่เข้าไปสัมผัส

## - ทำไมต้องมีสายดินและมีการต่อลงดิน

วัตถุประสงค์หลักของระบบต่อลงดิน เพื่อต้องการรักษาความปลอดภัยให้กับบุคคลและทรัพย์สิน เมื่อระบบงานหรือเครื่องมืออุปกรณ์ไฟฟ้ามีการทำงานที่ผิดปกติไป เพื่อป้องกันการทำความเข้าใจให้แคบหรือชัดเจนยิ่งขึ้นความผิดปกติในที่นี้จะอ้างอิงไฟฟ้าช็อต

## 2.2 สายดินคืออะไร

สายดิน หมายถึง ตัวนำหรือสายไฟที่ต่อจากส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้าหรือเปลือกโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ติดตั้งทางไฟฟ้าซึ่งปกติเป็นส่วนที่ไม่มีไฟและมักมีการจับต้องขณะใช้งานเพื่อให้เป็นเส้นทางที่สามารถนำกระแสไฟฟ้ากรณีที่มีไฟรั่วให้ไหลลงดิน โดยผู้ใช้ไฟฟ้าไม่เกิดอันตราย ขณะเดียวกันก็เป็นเส้นทางให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลย้อนกลับไปยังหม้อแปลงไฟฟ้าได้สะดวกเพื่อให้เครื่องตัดไฟอัตโนมัติทำงานและตัดไฟออกทันทีโดยทั่วไปสายไฟดังกล่าวมักเรียกสั้นๆว่าสายดิน ดังในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์สายดิน

คำว่าสายดินตามมาตรฐานหมายถึง สาย 2 ประเภทคือ สายต่อหลักดินและสายดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่เรียกว่า สายเขียว สำหรับสายนิวทรัลหรือสายศูนย์ที่หุ้มด้วยฉนวนสีขาว หรือ สีเทา ไม่ใช่สายดิน

### - สายดินเครื่องใช้ไฟฟ้า

มีหน้าที่ ทำให้สิ่งห่อหุ้มที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้า มีศักดาไฟฟ้าใกล้เคียงกับดิน เพื่อเป็นการลดอันตรายต่อผู้สัมผัสกับสิ่งห่อหุ้มนั้น เมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่ว และเป็นทางเดินที่มีความต้านทานต่ำของกระแสลัดวงจรลงดิน อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้ทันเวลาก่อนที่จะเกิดอันตราย

### - สายต่อหลักดิน

ทำหน้าที่ ต่อเชื่อมทางไฟฟ้าระหว่างสิ่งห่อหุ้มที่เป็น โลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าและสายนิวทรัลกับดิน ในการติดตั้งที่มีระบบสายดินกระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ จะไม่ไหลผ่านสายต่อหลักดิน

### - ประโยชน์ของสายดิน

ป้องกันไม่ให้มีผู้ถูกไฟฟ้าดูด กรณีมีกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าเนื่องจากกระแสไฟฟ้ารั่ว จากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินทางสายดิน โดยไม่ผ่านร่างกายผู้สัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น เป็นผลทำให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร หรือกระแสไฟฟ้ารั่วก็จะตัดกระแสไฟฟ้าออกทันทีที่เครื่องใช้ไฟฟ้าบาง

ประเภท เช่น คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์สื่อสารอาจทำงานได้ไม่สมบูรณ์ หรือชำรุดได้ง่ายหากไม่มีสายดิน

### - สายดินป้องกันไฟฟ้าดูดได้อย่างไร

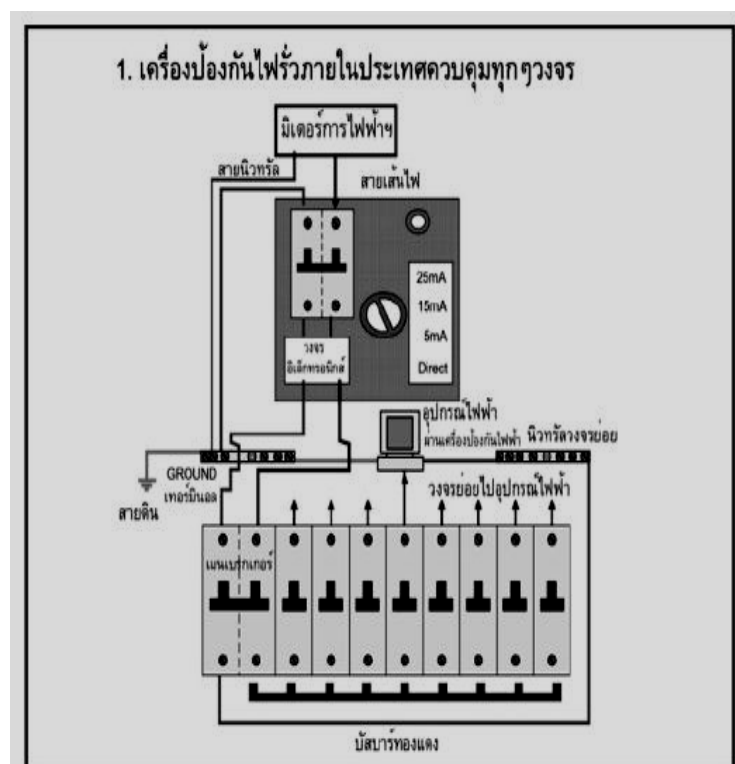
กระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินทางสายดิน โดยไม่ผ่านร่างกายผู้สัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าช็อต หรือไฟฟ้ารั่วจะตัดกระแสไฟฟ้าออกทันที

## 2.3 เครื่องตัดไฟรั่ว

เครื่องตัดไฟรั่วหรือที่รู้จักกันว่า “เครื่องกันไฟดูด” นั้น คือเครื่องตัดไฟฟ้าอัตโนมัติที่ทำหน้าที่ตัดไฟเมื่อมีกระแสไฟฟ้าบางส่วนรั่วหายไปคือไม่ไหลกลับไปตามสายไฟฟ้าแต่มีไฟรั่วลงไปในดิน โดยผ่านร่างกายมนุษย์ หรือผ่านฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าไฟฟ้ามีคุณสมบัติแต่มีโทษมหันต์ถึงแก่ชีวิตถ้าใช้ไม่ถูกวิธี กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ต้องอาศัยตัวนำทางไฟฟ้าโดยจะไหลจากจุดที่ศักย์สูง ไปสู่จุดที่ศักย์ต่ำกว่าเสมอจุดอ้างอิงทางไฟฟ้าที่มีศักย์ต่ำสุดเป็น 0 คือพื้น โลก(Ground)

ดังนั้นเมื่อมีเส้นทางที่จะเดินทางผ่านได้ กระแสไฟฟ้าจะเดินทางผ่านตัวนำสู่พื้นดินเสมอ ร่างกายของคนเราประกอบด้วย "น้ำ" เป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นตัวนำทางไฟฟ้าอย่างหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายของเรา เราก็จะต้องสร้างเส้นทางให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำอื่นที่มีความต้านต่ำกว่าความต้านของร่างกายเราแทน เส้นทางที่เราต่อเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลลงดินแทนนี้คือ "

ระบบสายดินขนาดของเครื่องตัดไฟรั่วชนิดที่ใช้สำหรับป้องกันไฟฟ้าดูด ควรมีคุณสมบัติ คือ ขนาดกระแสไฟรั่วที่กำหนด(IAN)ต้องไม่เกิน 30 ma(มิลลิแอมป์) ,ระยะเวลาในการตัดกระแสไฟรั่ว ต้องไม่เกิน 0.04 วินาทีที่ไฟรั่ว 5 เท่า(INA),เครื่องตัดไฟรั่ว ต้องไม่ตัดไฟฟ้าเมื่อมีการรั่วเพียงครั้งหนึ่ง(0.5IAN),ควรติดตั้งเพื่อใช้ป้องกันอันตรายเฉพาะจุด ไม่ควรติดตั้งไว้ที่เมนสวิตช์ เช่น ให้ติดตั้งในวงจรเด้ารับที่เดินสายไฟฟ้าไปใช้งานภายนอกวงจรเด้ารับที่ไซใน ห้องครัว ห้องน้ำ ห้องที่มีเด็กๆ วงจรย่อยที่ต้องการความปลอดภัยอื่นๆ เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดป้องกันอัคคีภัย ควรเลือกใช้ขนาด 100 ma หรือ 300 ma หากมีกระแสไฟรั่วโดยธรรมชาติมากอาจใช้ขนาด 500 ma ก็ได้ เครื่องตัดไฟ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เครื่องตัดไฟรั่ว

### - ประโยชน์ของเครื่องตัดไฟรั่ว

- ป้องกันอันตรายจากไฟดูด (ตัดไฟรั่วที่ไหลผ่านร่างกาย)
- ป้องกันอัคคีภัย (ตัดไฟรั่วที่ไหลลงดินที่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือสายไฟฟ้าในกรณีที่เครื่องป้องกันกระแสเกิน เช่น ฟิวส์ หรือเบรกเกอร์ไม่ทำงาน หรือทำงานช้า เนื่องจากปริมาณกระแสไฟรั่วมีค่าต่ำ แต่อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้)

### - ประเภทเครื่องตัดไฟรั่ว

จะมีอยู่หลายประเภทในที่นี่ขอแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ตัดกระแสลัดวงจรได้(RCBO)สามารถใช้ตัดได้ทั้งไฟรั่วและกระแสลัดวงจร
- เครื่องตัดไฟรั่วที่ไม่สามารถตัดกระแสลัดวงจร(RCCB)จึงต้องใช้ร่วมกับฟิวส์หรือเบรกเกอร์ด้วยทุกครั้ง
- การตัดไฟรั่ว กับสายดินแตกต่างกันตรงที่ว่า สายดินเป็นความจำเป็นอันดับแรกที่ใช้ไฟฟ้าจะต้องมีสำหรับ ป้องกันไฟฟ้าดูด เพื่อให้กระแสไฟรั่วไหลลงสายดินได้โดยสะดวก โดยไม่ผ่านร่างกายของคน(ไฟไม่ดูด)

### - การตรวจสอบว่าเกิดกระแสไฟรั่วหรือไม่

แม้ว่าจะมีระบบสายดินเพื่อความปลอดภัยแล้ว แต่เราจะไม่ทราบว่าเป็นระบบไฟฟ้านั้นเกิดรั่วหรือไม่ถ้าหากไม่มีการตรวจสอบ เมื่อพบว่ามีกระแสไฟรั่วจะต้องทำการแก้ไขเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน เพราะการที่เกิดไฟรั่วแสดงว่าเกิดเหตุผิดปกติและทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้าด้วย วิธีการตรวจสอบมีดังนี้

- การตรวจสอบที่ถูกต้องวิธี คือ วัดความต้านทานระหว่างสายไฟทุกเส้นและระหว่างสายเส้นไฟกับดินหรือจุดที่มีการต่อลงดิน ค่าความต้านทานที่วัดได้ต้องไม่น้อยกว่า 500 กิโลโอห์ม
- ใช้ไขควงลองไฟแต่ละส่วนที่เป็นโลหะหากไฟของไขควงไฟสว่างแดง แสดงว่าเกิดไฟรั่วที่บริเวณนั้น
- เมื่อปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด สังเกตว่ามีมิเตอร์ไฟหมุนหรือไม่

- กรณีที่ติดตั้งเครื่องตัดไฟฟ้ารั่วร่วมด้วย หากเครื่องตัดไฟฟ้ารั่วทำงานผิดปกติ ให้ทำการตรวจสอบหาสาเหตุและทำการแก้ไขให้ถูกต้องอย่าทำการต่อตรง

- เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่ว กับสายดิน อย่างไหนดีกว่ากัน

**เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่ว** ในระบบไฟที่ไม่มีสายดิน กระแสไฟฟ้าที่รั่วออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินไม่สะดวกทำให้เครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วจะไม่ทำงาน นอกเสียจากไฟที่รั่วนั้นไหลผ่านร่างกายผู้ใช้ไฟฟ้าลงดินในปริมาณที่มากพอเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่วที่ดีต้องมีความไวเพียงพอและ

สามารถตัดไฟฟ้าได้ภายในไม่เกิน 0.04 วินาที ขณะเดียวกันจะต้องไม่ไวมากเกินไปด้วย หากทำงานผิดพลาด ผู้ใช้ไฟฟ้าจะไม่ได้รับประโยชน์จากเครื่องดังกล่าว

## 2.4 สายดิน

สายดินจะช่วยให้กระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลลงดินโดยไม่ผ่านร่างกายผู้ใช้ไฟฟ้า และวงจรป้องกันจะตัดไฟฟ้าออกเช่นเดียวกันในกรณีที่เกิดวงจรไฟฟ้านั้นมีเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่ว และมีระบบสายดินอยู่ด้วยจะช่วยทำให้ระบบป้องกันไฟฟ้าดูดสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้นโดยจะทำงานเสริมซึ่งกันและกันไฟฟ้า และวงจรป้องกันจะตัดไฟฟ้าออกเช่นเดียวกันในกรณีที่เกิดวงจรไฟฟ้านั้นมีเครื่องตัดกระแสไฟฟ้ารั่ว และมีระบบสายดินอยู่ด้วยจะช่วยทำให้ระบบป้องกันไฟฟ้าดูดสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้นโดยจะทำงานเสริมซึ่งกันและกันป้องกันไม่ให้มีผู้ถูกไฟฟ้าดูด กรณีมีกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าเนื่องจากกระแสไฟฟ้ารั่ว จากเครื่องใช้ไฟฟ้าจะไหลลงดินทางสายดิน โดยไม่ผ่านร่างกายผู้สัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น เป็นผลทำให้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร หรือกระแสไฟฟ้ารั่วก็จะตัดกระแสไฟฟ้าออกทันทีเครื่องใช้ไฟฟ้าบาง

- เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ป้องกันไฟดูดต้องมีคุณสมบัติและการใช้งานอย่างไร

พิกัดขนาดกระแสไฟฟ้ารั่วต้องไม่เกิน 30 ma และตัดไฟได้ภายในระยะเวลา 0.04 วินาที เมื่อมีไฟรั่วขนาด 5 เท่าของพิกัด(=150ma)ควรติดตั้งใช้งานเฉพาะจุด เช่น วงจรเตารีดในห้องครัว, ห้องน้ำ, ห้องเด็ก ๆ หรือวงจรเตารีด/สายไฟที่ต่อไปใช้งานนอกอาคารทั้งชั่วคราวและถาวรถ้าจะติดตั้งรวมทั้งเมนสวิตช์จะต้องแยกวงจรที่มีค่าไฟรั่วตามธรรมชาติมากออกไป เช่น อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าเครื่องปรับอากาศ, อุปกรณ์ที่มีโอกาสเปียกชื้นเมื่อต้องการให้เครื่องตัดไฟรั่วสามารถป้องกันทุกวงจรที่เมนสวิตช์(ใช้ได้เฉพาะระบบที่มีสายดิน เป็นมาตรการเสริมป้องกันอัคคีภัย และไฟฟ้าดูด)ให้ใช้ขนาดตั้งแต่ 100 ma เป็นต้นไป โดยอาจเป็น 300 ma หรือ 500 ma ก็ได้ ขึ้นอยู่กับ



ปริมาณของกระแสไฟฟ้ตามธรรมชาติ สำหรับขนาด 30 ma นั้นก็ยังคงใช้ร่วมกันในวงจรย่อยซึ่งอาจใช้หลายตัวก็ได้ และหากมีปัญหาการทำงานพร้อมกันให้เลือกชนิดที่มีการหน่วงเวลา(Type s) สำหรับเครื่องตัดไฟฟ้ที่เมนสวิทช์

**- เราจะรู้ได้อย่างไรว่าเครื่องตัดไฟฟ้ที่มีอยู่ปลอดภัย**

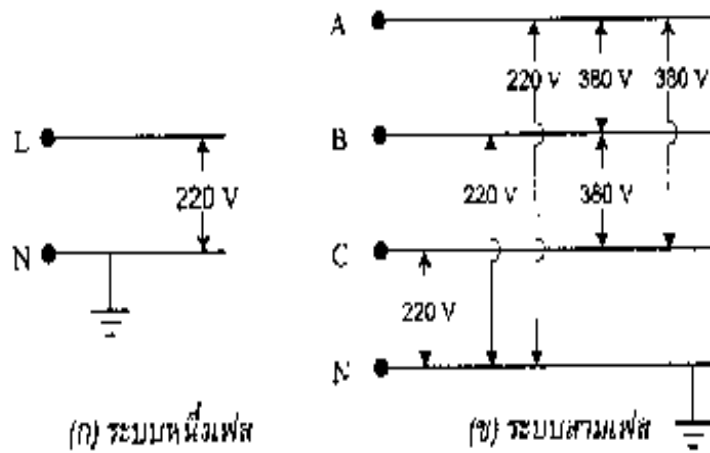
เราสามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องตัดไฟฟ้ได้ด้วยเครื่องตรวจสอบการทำงาน ของเครื่องตัดไฟฟ้ การกดปุ่มทดสอบเป็นประจำเป็นเพียงการบอกว่าการรับสัญญาณและกลไก สามารถทำงานได้เท่านั้น อย่างไรก็ตามความปลอดภัยยังขึ้นอยู่กับ การติดตั้งว่าถูกต้องหรือไม่ด้วย ระบบปัจจุบัน ขอแนะนำเพื่อความปลอดภัยถ้าไม่มีระบบสายดินหรือเครื่องตัดไฟฟ้ ต้องมีระบบสายดินถ้ามีเครื่องตัดไฟฟ้แล้วต้องมีระบบสายดินถ้ามีระบบสายดินอยู่แล้ว ควรมีเครื่องตัดไฟฟ้

## 2.5 การต่อสายลงดิน(Grounding)

เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะ เช่น เครื่องซักผ้า ตู้เย็น เตาไรด์ ป้มน้ำมัน สว่าน เป็นต้น อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้เมื่อเกิดมีการชำรุดของวงจรไฟฟ้า เช่น ฉนวนเสื่อมสภาพหรือมีการแตกหักของฉนวน ทำให้สายไฟไปสัมผัสกับโครงโลหะของเครื่องไฟฟ้า นั้นๆ กระแสไฟฟ้าก็สามารถรั่วไหลมายัง โครงสร้างนั้นได้ และเมื่อมีผู้นำอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นไปใช้งานหรือสัมผัสอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดนั้นๆ ในขณะที่ทำงานอยู่กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านตัวผู้ใช้งาน หรือผู้ที่สัมผัสอุปกรณ์นั้นลงสู่ดินทำให้ได้รับอันตรายได้วิธีการป้องกันอุบัติเหตุดังกล่าวคือ การต่อสายดินโดยใช้สายไฟฟ้าต่อกับ

**-การต่อสายลงดินของระบบไฟฟ้า(System grounding)**

เป็นการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่านเช่นจุดศูนย์(Neutral) ลงดินดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การต่อสายดินของระบบไฟฟ้าภายในบ้าน

การต่อสายดินที่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้าเป็นวิธีการทำต่อสายนิวทรัล ที่ระบบสายส่งไฟฟ้าลงดินโดยผ่านหลักสายดิน การต่อลงดินนี้สามารถทำได้ทั้งไฟฟ้าระบบ 1 เฟส และไฟฟ้าระบบ 3 เฟส วิธีการต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้าจะเป็นการต่อสายนิวทรัลลงดิน โดยการปฏิบัติจะต้องต่อสายนิวทรัลโดยใช้หลักสายดินเป็นตัวนำผ่านลงดิน หลักสายดินที่ใช้จะเป็นแท่งตัวนำที่ฝังลงไปดิน โดยหลักสายดินจะเป็นแท่งเหล็กชุบสังกะสียาว 8 ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว หรือแท่งทองแดงยาว 8 ฟุต และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ต่อกลงไปในดินลึกจากผิวหน้าดินอย่างน้อย 1 ฟุต

#### - จุดประสงค์ของการต่อลงดินที่ระบบไฟฟ้า

- จำกัดแรงดันเกินของระบบไฟฟ้าซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า, เสี่ยงในสายหรือสัมผัสกับสายแรงสูงโดยบังเอิญ

- ให้ค่าแรงดันเทียบกับดินขณะระบบทำงานปกติมีค่าคงตัว

- ช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้เร็วขึ้นเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน

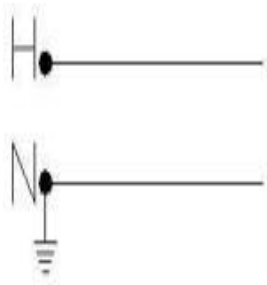
#### - การต่อลงดินในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- ระบบที่มีแรงดันต่ำกว่า 50 โวลต์

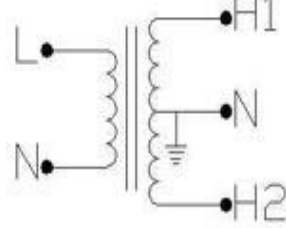
- ระบบที่มีแรงดันระหว่าง 50 - 1000 โวลต์

- ระบบที่มีแรงดัน 1000 โวลต์ขึ้นไป

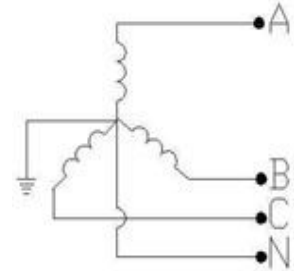
กรณีใช้ระบบแรงดันระหว่าง 50 – 1000 โวลต์ ซึ่งพบเห็นกันมากที่สุด มีรูปแบบการต่อลงดินดังรูปที่ 2.4



ระบบต่อลงดินแบบ 2 สาย



ระบบต่อลงดินแบบ 3 สาย



ระบบต่อลงดินแบบ 4 สาย

รูปที่ 2.4 การต่อระบบกราวด์

หน้าที่หลักของการต่อลงดิน คือเมื่อเกิดกระแสเกิน จะจำกัดแรงดันไฟฟ้าของวงจรไม่ให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเสียหาย และลดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นที่เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือส่วนประกอบเนื่องมาจากการรั่ว หรือการเหนี่ยวนำ เพื่อลดอันตรายจากบุคคลที่ไปสัมผัส

- ป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคลที่ไปสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยบังเอิญ
  - ป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าเมื่อมีกระแสลัดวงจรลงดิน
  - หากส่วนนั้นมีแรงดันไฟฟ้า หรือไฟฟ้าเหนี่ยวนำรั่วไหล
- ขนาดสายดินของระบบไฟฟ้า( System Grounding Conductor)

ให้พิจารณาตามขนาดสายเมน(ทองแดง)เข้าอาคารซึ่งเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าทั้ง กฟน. และ กฟภ.

ตารางที่ 2.1 การใช้ขนาดของสายไฟและขนาดของสายดิน

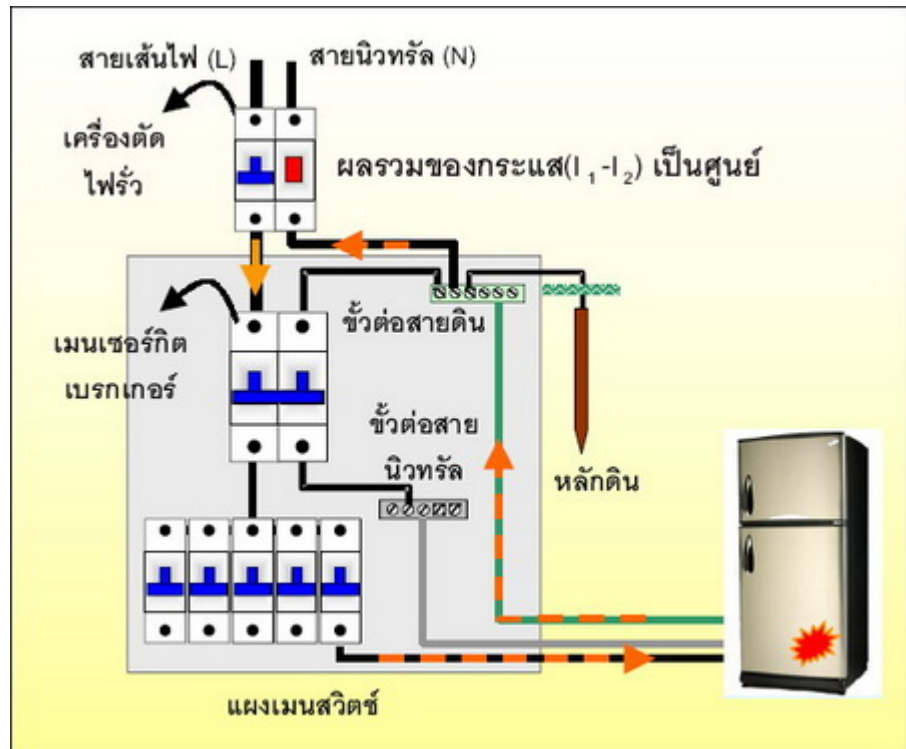
ขนาดใหญ่สุดของสายเมนทองแดง ( sq.mm )	ขนาดเล็กสุดของสายดินทองแดง ( sq.mm )
ไม่เกิน 35	10
35 - 50	16
70 - 95	25
120 - 185	35
240 - 300	50
400 - 500	70
เกิน 500	95

คำแนะนำ สำหรับสายดินขนาด 10 ตร.มม แนะนำให้ติดตั้งในท่ออาจเป็นท่อโลหะ หรือท่อโลหะ  
หนา, หนาปานกลาง หรือท่อโลหะบาง

- การต่อลงดินที่เมนสวิทช์(Service Equipment Grounding)

การต่อลงดินที่เมนสวิทช์ดังแสดงในรูป 5 เป็นการต่อโครงโลหะและสายศูนย์ที่เมนสวิทช์  
ลงดิน โดยเมนสวิทช์จะเป็นจุดรวมสายดินซึ่งประกอบด้วย

- สายดินอุปกรณ์(Equipment Grounding Conductor)
- สายที่มีการต่อลงดิน(Grounded Conductor)
- สายต่อฝากหลัก(Main Bonding Jumper)
- สายต่อหลักดิน(Grounding Electrode Conductors)



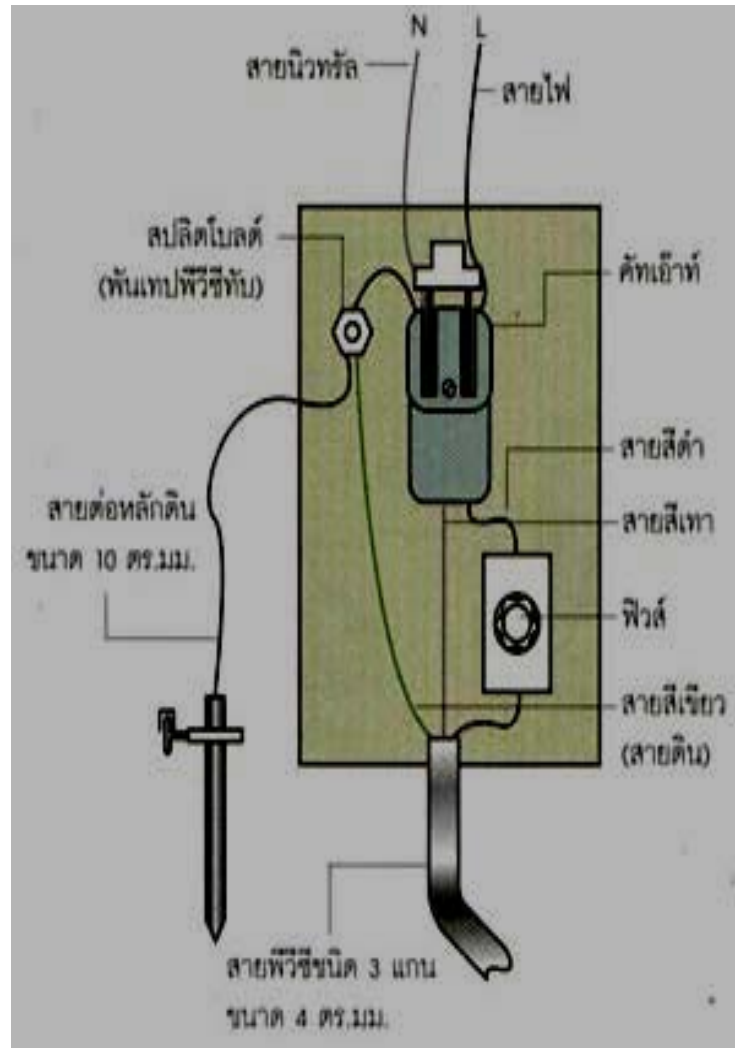
รูปที่ 2.5 การต่อลงดินของเมนสวิตช์

ถ้าหากสถานประกอบการนั้นรับไฟผ่านหม้อแปลงที่ติดตั้งนอกรอาคารซึ่งมีกำแพงกั้น จะต้องมีการต่อลงดิน 2 จุดคือ หม้อแปลง 1 จุดและที่เมนสวิตช์อีก 1 จุดในส่วนของ การต่อฝากหลักซึ่งเป็นการต่อโครงโลหะของเมนสวิตช์เข้ากับตัวนำที่มีการต่อลงดินที่อาจเป็นบัสบาร์สายดิน, บัสบาร์สายศูนย์ หรือสายศูนย์มีจุดประสงค์เพื่อนำกระแสรั่วไหลที่อาจเกิดจากการเหนี่ยวนำที่เมนสวิตช์ลงดินเพื่อป้องกันอันตรายแก่บุคคล ที่ไปสัมผัส กับส่วนที่เป็นโลหะของเมนสวิตช์นั้นอีกทั้งยังนำกระแสลัดวงจรไปยังแหล่งจ่ายไฟ เมื่อเกิดลัดวงจรขึ้นทางด้านโหลดอีกด้วยสำหรับการต่อลงดินของบ้านพักอาศัยทั่วไปสามารถทำได้ทั้งที่เป็นแผงคัทเอ๊าท์และแผงคอนซูมเมอร์ยูนิต

#### - กรณีที่เมนสวิตช์เป็นแผงคัทเอ๊าท์

ในกรณีที่เมนสวิตช์ให้ต่อสายดินออกจากสายนิวทรัลด้านไฟเข้าดังรูปสำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปที่ใช้สายเมนทองแดงขนาดไม่เกิน 35 ตร.มม. เดินเข้าแผงคัทเอ๊าท์ให้ใช้สายดินทองแดงขนาด 10 ตร.มม (สาย THW)

เมนสวิตช์ หรือสวิตช์ประธาน คือ อุปกรณ์ตัวหลักที่ใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้าของสายเมนเข้าอาคารกับสายภายในทั้งหมด จึงเป็นอุปกรณ์ลับ- ปลดวงจรไฟฟ้าตัวแรกถัดจากมิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้าเข้ามาในบ้าน เมนสวิตช์อาจเป็นอุปกรณ์ตัดไฟหลักตัวเดียว หรือจะอยู่ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆในตู้แผงสวิตช์



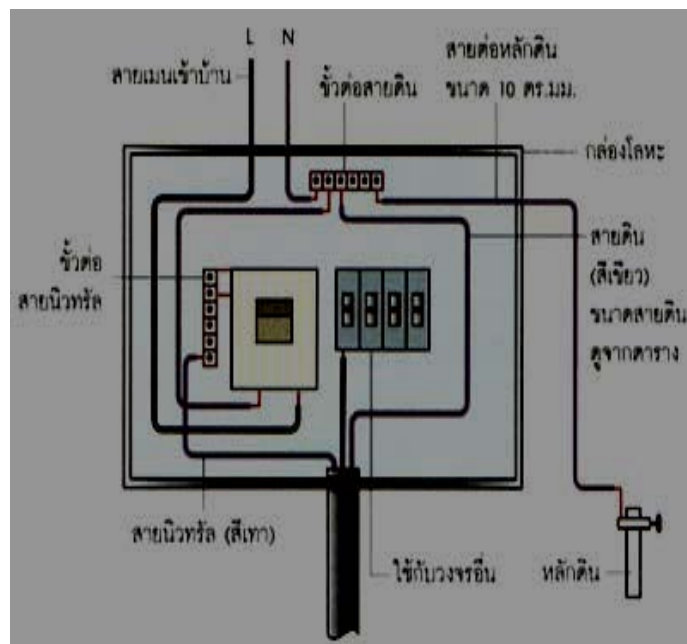
รูปที่ 2.6 กรณีที่เมนสวิตช์เป็นแผงคัทเอาต์

คัทเอาต์หรือสะพานไฟ คืออุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้าหรือเกิดจากการใช้ไฟฟ้ามากเกินไป ทำหน้าที่ในการตัดและต่อกระแสไฟฟ้า โดยใช้วิธีการโยกคัทเอาต์ขึ้น(ต่อวงจร)โยกคัทเอาต์ลง(ตัดวงจร)ภายในตัวคัทเอาต์จะมีฟิวส์ร่วมอยู่ด้วย เพื่อใช้ป้องกันความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า และอาคารบ้านเรือนเมื่อใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป ฟิวส์จะหลอมละลายจนขาดออกจากกัน สะพานไฟ 1 เฟสจะเป็นแบบชนิด 2 ขา

มีขนาดมาตรฐานใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 20,30,60,100 แอมแปร์ ส่วนขนาดที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส จะเป็นชนิดสามขา มีขนาดมาตรฐานใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กับกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ 30,60,100,150,200,300 แอมแปร์ หรืออาจมากกว่านี้ เมื่อนำสะพานไฟหรือ Cut Out มาใช้งานเพื่อตัดหรือต่อวงจรตามที่ต้องการจะต้องยึดหลักคือ จะต้องทราบว่าคุณสมบัติไฟฟ้าหรือวงจรนั้นใช้กับสะพานชนิด 2 ขา ระบบไฟ 3 เฟสใช้กับสะพานไฟฟ้าชนิด 3 ขาไม่ควรใช้ชนิด 3 ขากับระบบไฟ 1 เฟส

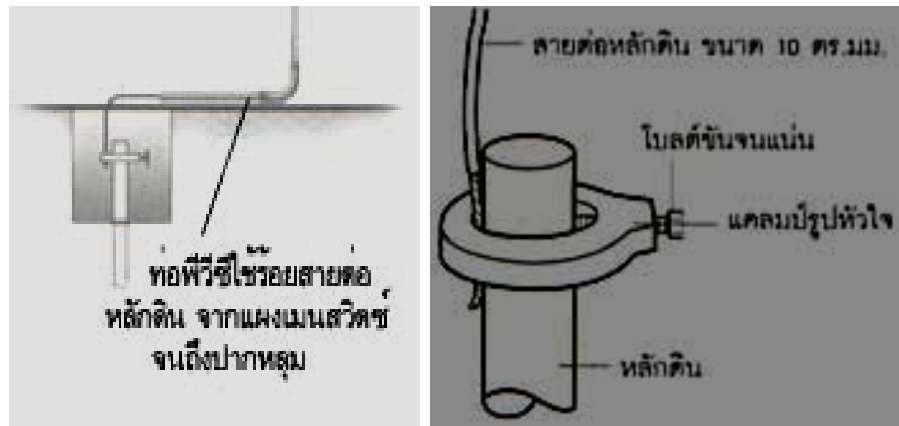
- กรณีที่แผงสวิตช์เป็นคอนซูมเมอร์ยูนิต(Consumer unit)

ให้เดินสายนิวทรัลไปพักไว้ที่ขั้วต่อสายดินแล้วจึงเดินสายจากขั้วต่อสายดินอีกเส้นหนึ่งไปยังขั้ว N ที่ระบุไว้ด้านล่างของเมนเบรกเกอร์ ส่วนสายที่ต่อกับหลักดิน(ground Rod)ให้เดินไปเชื่อมต่อกับสายนิวทรัลที่ขั้วต่อหลักดิน ดังรูป 2.7



รูปที่ 2.7 กรณีที่แผงสวิตช์เป็นคอนซูมเมอร์ยูนิต

ทั้ง 2 กรณีให้ใช้หลักดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8” ความยาว 2.40 เมตร ตอกลงไปในดิน (มีความชื้นและดินแน่นพอควร) โดยการขุดหลุมกว้างประมาณ 30 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร เอาหลักดินตอกลงไปให้ปลายด้านบนอยู่สูงจากพื้นหลุมประมาณ 15 เซนติเมตรแล้วต่อสายเข้ากับหลักดิน โดยการใช้แคลมป์รูปหัวใจ(Ground Clamp)ขันให้แน่นดังในรูปที่ 2.8 แล้วจึงใช้ดินกลบหลุมให้เรียบร้อย



รูปที่ 2.8 การยึดสายกราวด์กับแคล้มป์

#### - ขนาดของสายต่อฝากหลัก

- ให้ใช้ขนาดเดียวกับขนาดสายดินของระบบ(ตามตารางด้านบน)

- กรณีที่สายเฟสมีขนาดพื้นที่หน้าตัดโตกว่า 500 ตร.มม ให้ใช้ขนาดสายไม่ต่ำกว่า 12.5% ของพื้นที่หน้าตัดสายเฟส(สำหรับสายควบให้คิดพื้นที่หน้าตัดรวมของสายทุกเส้น)

#### - เมนสวิทช์ที่จ่ายไฟให้อาคาร 2 หลังขึ้นไป

สถานประกอบการที่มีอาคารหลายหลังแต่มีเมนสวิทช์จ่ายไฟชุดเดียว การต่อลงดินให้ เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้คือ

- อาคารเมน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการต่อลงดินที่เมนสวิทช์

- อาคารหลังอื่น ต้องมีหลักดินเป็นของตนเอง และต้องต่อลงดินเช่นเดียวกับเมนสวิทช์ ยกเว้นอาคารหลังอื่นมีวงจรรย่อย เพียงวงจรรเดียวไม่ต้องมีหลัง

## 2.6 การใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วลงดิน

เครื่องตัดไฟคืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดกระแสไฟเมื่อเกิดไฟฟ้าวและบุคคลไฟสัมผัสเมื่อ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายเครื่องตัดไฟรั่วสามารถตรวจได้ว่ามีกระแสรั่วไหลลงดินและจะปลด วงจรไฟฟ้าออก เครื่องตัดไฟรั่วจะปลดวงจรเฉพาะเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดินเท่านั้น กรณีนี้ ไฟดูดที่เกิดจากการที่บุคคลสัมผัสสายไฟฟ้าสองเส้นพร้อมกัน เครื่องจะไม่ปลดวงจร เครื่องตัดไฟ รั่วจะปลดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวคนแล้วเท่านั้น จึงต้องเลือกชนิดที่ปลดวงจรได้เร็ว เพื่อลดเวลาที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย ข้อดีของเครื่องตัดไฟรั่วมีวัตถุประสงค์เพื่อการป้องกัน



บุคคล และการป้องกันทรัพย์สิน การป้องกันบุคคลโดยทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อไม่ให้อุปกรณ์หรือสถานที่เสียหาย

เครื่องตัดไฟรั่วเป็นอุปกรณ์ป้องกันเสริมหรือเพิ่มเติมจากการป้องกันที่ต้องปฏิบัติในตอนต้นเท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นเครื่องป้องกันหลัก เนื่องจากเครื่องตัดไฟรั่วเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่นกันอาจชำรุดได้จากการใช้งาน กรณีชำรุดแล้วจะไม่สามารถป้องกันได้ใช้การใช้งานต้องทดสอบเป็นประจำตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตแนะนำ และที่สำคัญจะต้องทำการติดตั้งให้ถูกต้องด้วย

#### - การต่อลงดินในระบบไฟฟ้าแรงสูง

การต่อลงดิน ซึ่งระบบไฟฟ้ากำลังในปัจจุบันการต่อลงดิน(Grounding or Earthing)มีความจำเป็นที่สุด ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในแง่ของความปลอดภัย สำหรับบุคคลหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต่อร่วมอยู่ในระบบ รวมทั้งช่วยให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น รีเลย์ สามารถตรวจจับเหตุผิดปกติที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าและสามารถทำงานได้อย่างทันท่วงที นอกจากนั้นการต่อลงดินยังถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารสูงๆ หรือเสาโครงเหล็ก(The Metallic Tower or The Metallic Mast)สำหรับส่งสัญญาณสื่อสารต่างๆ ด้วย ดังนั้นจะเห็นว่าการต่อลงดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกระบบไฟฟ้า (For All Electrical Systems)ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้ากำลังหรือระบบไฟฟ้าสื่อสารก็ตาม ซึ่งแต่ละจุดที่จะติดตั้งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้ครับ

- ตัวถังหม้อแปลง มอเตอร์ คันโยกของแอร์เบรกหรือโหดเบรกสวิตช์ ตู้โลหะ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายไฟ เป็นต้น การต่อลงดินตามข้อนี้ก็เพื่อประโยชน์ในความปลอดภัย ของผู้จัดตั้งหรือสัมผัสกับตัวถังของอุปกรณ์ดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การต่อลงดินของตัวถังอุปกรณ์ไฟฟ้า

- การต่อลงดินของเสาโครงเหล็กสูงๆสำหรับส่งสัญญาณสื่อสารต่างๆ เช่น เสาส่งสัญญาณโทรทัศน์ โทรศัพท์ หรือคลื่นวิทยุเป็นต้น โดยการต่อส่วนของโครงเหล็กเชื่อมเข้ากับสายตัวนำลงดินและเชื่อมเข้ากับสายตัวนำต่อลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าเป็นช่วงๆ ทั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถถ่ายเทประจุไฟฟ้าลงดินได้สะดวก และเป็นการป้องกันการเกิดควาบไฟด้านข้าง(Side Flashing) ไฟตู้ส่วนโลหะที่ต่อลงดินใกล้เคียงในกรณีที่เกิดฟ้าผ่าลงสายล่อฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การต่อลงดินของเสาโครงเหล็ก

- การต่อลงดินของสายเหนือศีรษะหรือที่เรียกว่า Over Head Ground Wire (OHGW) ของระบบสายส่งและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อช่วยให้ระบบการต่อลงดินหรือระบบ Ground นั้นดีขึ้น เนื่องจากการต่อลงดินมีมากจุดขึ้นจะช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลกลับทางดินดีขึ้นด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.11



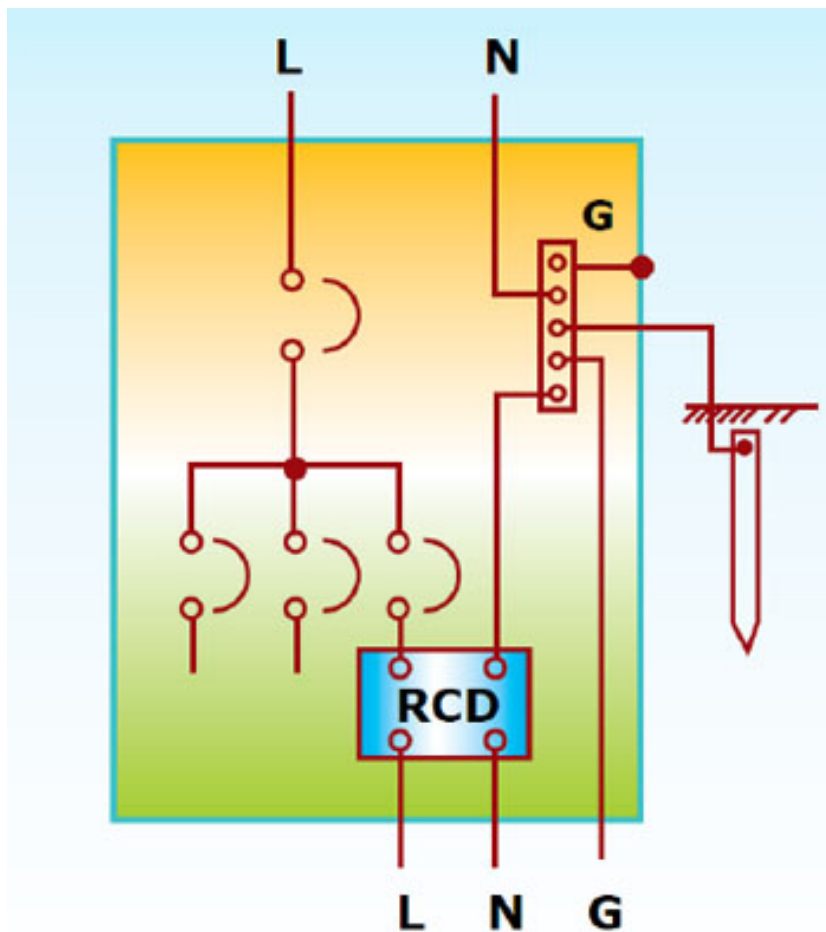
รูปที่ 2.11 การต่อลงดินของสาย OHGW

- การต่อลงดินที่หัวเสา เพื่อความปลอดภัยและให้ศักดาไฟฟ้าเกินเนื่องจากฟ้าผ่า (Lightning) หรือ (Switching) ไหลลงดินได้ดีและเร็วที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การต่อลงดินที่หัวเสา ระบบจำหน่าย

- การต่อลงดินที่จุดสายศูนย์(Neutral or Star Point)ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำให้ต่อสายดินที่ตำแหน่งต่างๆ ดังนี้
  - ที่ตำแหน่งติดตั้งกับดักเสิร์จแรงต่ำ
  - ที่ตำแหน่งเสาต้นถัดไปจากนั่งร้านหม้อแปลง ที่ระยะเท่ากับหรือมากกว่า 20 เมตร
  - ที่ตำแหน่งแยกสายระบบจำหน่ายแรงต่ำซึ่งห่างจากตำแหน่งของสายศูนย์ตำแหน่งอื่นๆเท่ากับหรือมากกว่า 200 เมตร



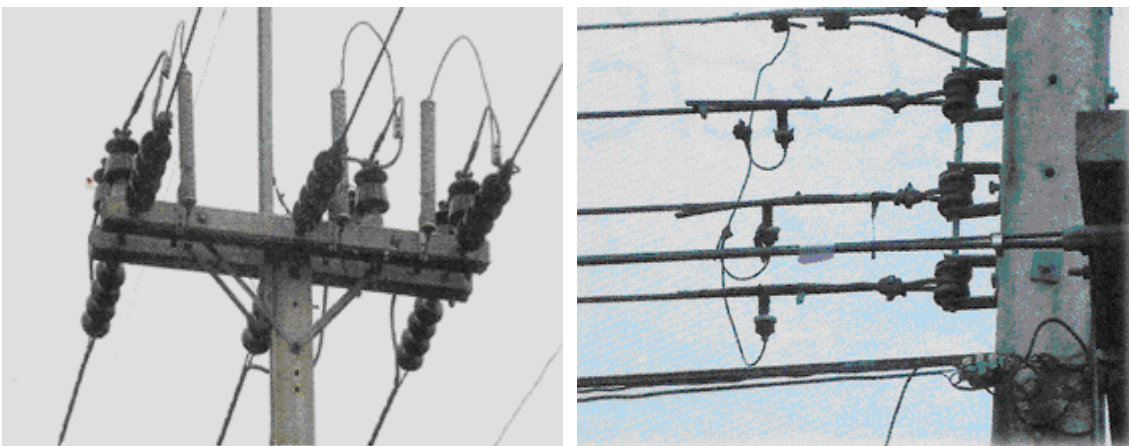
รูปที่ 2.13 การต่อลงดินที่จุดสายศูนย์ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงต่ำ

- การต่อลงดินของShield สายเคเบิลใต้ดิน(Underground Cable)เพื่อป้องกันความเสียหายของฉนวนสายเคเบิลหรือเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยจะช่วยลดแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายShield กับตัวนำของสายเคเบิลใต้ดินเมื่อมีฟ้าผ่าได้ แสดงรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การต่อลงดินของ(Shield)

- การต่อลงดินของกัปดักเสิร์จ(Surge Arrester)เพื่อลดแรงดันเกินที่เกิดขึ้นเนื่องจากฟ้าผ่า ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบของการไฟฟ้า และอุปกรณ์ของผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ได้รับความเสียหาย (Surge Arrester)แสดงรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงภาพ(Surge Arrester)

- การต่อลงดินในการทำ(Short Grounding)ดังแสดงในรูปที่ 2.16 เพื่อการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย



รูปที่ 2.16 แสดงภาพ(Short Grounding)

- การติดตั้งเครื่องมือต่อสายลงดิน

ให้ปลดสวิตช์ทั้งสองด้านของสายไฟที่จะทำงานออกให้หมด และแขวนป้าย “ห้ามสับสวิตช์” ด้วย สำหรับหม้อแปลงที่อยู่ในช่วงเสาที่ทำงานหากพิจารณาเห็นว่าอาจจะมีกระแสไฟฟ้าไหลย้อนทางมาได้ ก็ให้ปลดสวิตช์หรือฟิวส์ออกเสียด้วย

- ตรวจสอบสายไฟที่จะทำงานว่ามีกระแสไฟฟ้าหรือไม่ โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

- ใช้เครื่องมือไลน์โวลท์เดจเทสเตอร์ทดสอบ
- ใช้เศษสายไฟหรือเศษไทไวร์ติดที่ปลายขอตศติคแต่ละคร่อมสายไฟทุกเส้น
- โยนเศษสายไฟหรือเศษไทไวร์ให้คร่อมสายไฟทุกเส้น

- เลือกจุดที่จะต่อสายลงดินถัดจากช่วงเสาที่ทำงานไป 1 ต้น ทั้งสองด้านของช่วงเสาที่

ทำงาน

- ตอกหลักสายดินลงพื้นดิน และต่อสายที่ต่อลงดินของเครื่องมือให้ติดกับหลักสายดินอย่างแน่นสนิท

- ต่อหัวต่อสายของเครื่องมือต่อสายลงดินเข้ากับ สายไฟทุกเส้นอย่างแน่นสนิท เพื่อลดวงจรของสายไฟทุกเส้นลงดินและจะต้องหลีกเลี่ยงจากการสัมผัสกับสายไฟฟ้าหรือส่วนที่เป็น โลหะของเครื่องมือต่อสายลงดิน

- ตรวจสอบความเรียบร้อยในการต่อสายลงดิน อีกครั้งก่อนเริ่มลงมือปฏิบัติงาน

#### - การรื้อถอนเครื่องมือต่อสายลงดิน

- ให้ตรวจสอบให้แน่ใจว่าพนักงานหรือคนงาน ได้ลงมาจากเสาเรียบร้อยแล้ว

- ปลดหัวต่อสายของเครื่องมือต่อสายลงดินออกจากสายไฟให้เรียบร้อย

- ถอนหลักสายดินออก

- ตรวจสอบความเรียบร้อย นับจำนวนและทำความสะอาดชิ้นส่วนของเครื่องมือต่อสายลงดิน แล้วเก็บให้เรียบร้อย

### 2.6.1 การต่อสายลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า(Equipment Grounding)

เป็นการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของสถานประกอบการให้ถึงกันตลอดแล้วต่อลงดิน

#### -จุดประสงค์ของการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

- เพื่อให้ส่วน โลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ป้องกันไฟดูด

- เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้เร็วขึ้น เมื่อมีกระแสรั่วไหลลงโครงโลหะ

- เป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลลงดิน

#### อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน

- เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของสายไฟฟ้า แผงเมนสวิตช์ โครงและรางปั้นจั่นที่ใช้ไฟฟ้า  
โครงของตู้ลิฟต์ ลวดสลิงยกของที่ใช้ไฟฟ้า

- สิ่งกันที่เป็นโลหะ รวมทั้งเครื่องห่อหุ้มของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแรงสูง

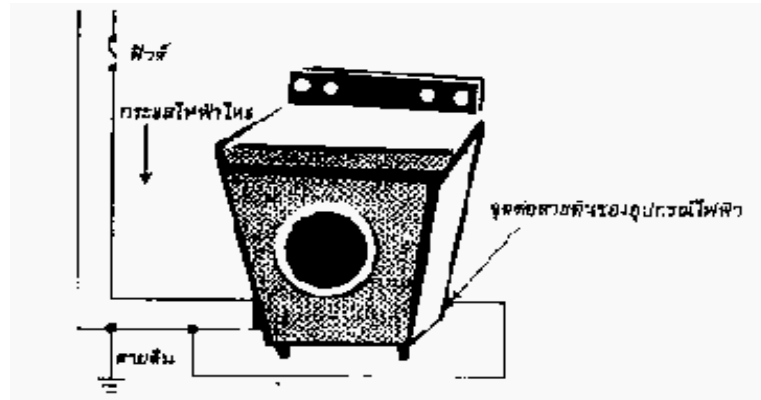
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยึดติดอยู่กับที่และที่ต่ออยู่กับสายไฟฟ้าที่เดินอย่างถาวร ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งซึ่งปกติไม่มีไฟฟ้า แต่อาจมีไฟรั่วได้ ต้องต่อลงดินถ้าอยู่ในสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้
  - อยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 8 ฟุตในแนวตั้ง หรือ 5 ฟุตในแนวนอนและบุคคลอาจสัมผัสได้(ถ้ามีวิธีป้องกันไม่ให้ บุคคลสัมผัสได้ก็ไม่จำเป็นต้องต่อลงดิน)
  - สัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะอื่นๆ และบุคคลอาจสัมผัสได้
  - อยู่ในสภาพเปียกชื้นและไม่ได้มีการแยกให้อยู่ต่างหาก
- อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับยึดติดอยู่กับที่ดังต่อไปนี้ ต้องต่อส่วนที่เป็น โลหะเปิดโล่งและปกติไม่มีกระแสรั่วลงดิน
  - โครงของแผงสวิตช์
  - โครงของมอเตอร์ชนิดยึดติดกับที่
  - ก่องเครื่องควบคุมมอเตอร์ ถ้าเป็นสวิตช์ธรรมดาและมีฉนวนรองที่ฝ้าด้านในก็ไม่จำเป็นต้องต่อลงดิน
  - อุปกรณ์ไฟฟ้าของลิฟต์และบันจัน
  - ป้ายโฆษณา เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องสูบน้ำ
  - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ผ้าเสียบ ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้
    - แรงดันเทียบกับดินเกิน 150 โวลต์ ยกเว้นมีการป้องกันอย่างอื่นหรือมีฉนวนอย่างดี
    - อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งที่ใช้ในที่อยู่อาศัยและที่อื่นๆ เช่น
      - ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง เครื่องปรับอากาศ
      - เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า เครื่องล้างจาน เครื่องสูบน้ำทิ้ง
      - เครื่องประมวลผลข้อมูล เครื่องใช้ไฟฟ้าในตู้เลี้ยงปลา
      - เครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ เช่น สว่านไฟฟ้า
      - เครื่องตัดหญ้า เครื่องขัตุ
      - เครื่องมือที่ใช้ในสถานที่เปียกชื้น เป็นพื้นดินหรือเป็น โลหะ
      - โคมไฟฟ้าชนิดหีบยกได้

#### - การต่อสายลงดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า

การต่อลงดินแบบนี้จะเป็นการต่อลงดินที่โครงของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยตรงซึ่งการต่อลงดิน

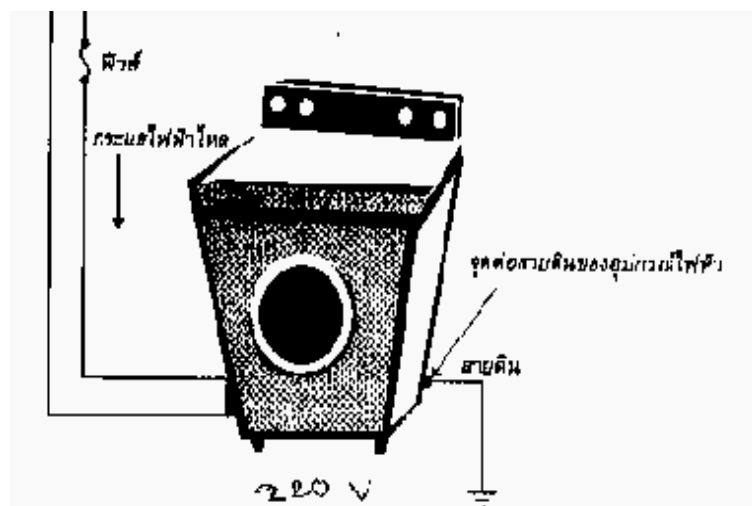


วิธีนี้โดยส่วนใหญ่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผู้ผลิตได้ติดตั้งจุดสำหรับการต่อลงดินไว้ให้แล้ว เช่น ตู้เย็น เต้าไมโครเวฟ หรือเครื่องซักผ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การต่อสายดินเข้ากับโครงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

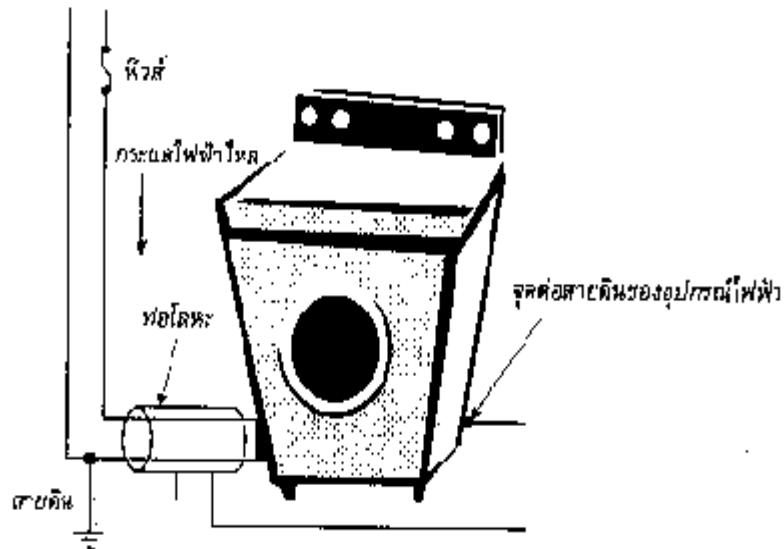
การต่อลงดินที่โครงอุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับสายนิวทรัล การต่อลงดินวิธีนี้คล้ายกับวิธีแรก เพียงแต่การต่อวงจรของสายดินจะต่อร่วมเข้ากับสายนิวทรัล หรือสายกลางของระบบไฟหลักที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟรั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะไหลลงดินโดยผ่านสายนิวทรัล ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การต่อสายดินเข้ากับโครงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และสายนิวทรัล

การต่อลงดินที่โครงอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านท่อโลหะและสายนิวทรัล การต่อลงดินวิธีนี้จะคล้ายกับวิธีที่สองเพียงแต่การต่อวงจรของสายดินจะต่อร่วมทั้งกับสายนิวทรัลหรือสายกลางโดย

ผ่านท่อดินสายที่เป็นโลหะเมื่อมีกระแสไฟรั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นก็ทำให้กระแสไฟที่รั่วไหลลงดิน โดยผ่านท่อโลหะไปสู่สายนิวทรัล ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 การต่อสายดินเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยผ่านท่อโลหะ

## 2.7 การเลือกใช้เครื่องตัดไฟรั่ว

โดยทั่วไปเครื่องตัดไฟรั่วที่ผลิต จะทำงานที่ค่ากระแสรั่วตั้งแต่ 5-500 มิลลิแอมแปร์ เช่น 30, 100, 300, และ 500 มิลลิแอมแปร์

สำหรับการป้องกันบุคคลให้เลือกค่ากระแสรั่วไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ และสำหรับการป้องกันทรัพย์สินให้เลือกค่ากระแสรั่วที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการป้องกัน เช่น 300 มิลลิแอมแปร์

### -ประเภทเครื่องตัดไฟรั่ว

เครื่องตัดไฟรั่วแบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือประเภทที่สามารถปลดวงจรได้ทั้งเมื่อเกิดไฟรั่วและเมื่อเกิดกระแสเกินใช้ชื่อเรียกว่า RCBO(Residual Current Circuit Breaker With Overload Protection)และแบบที่ปลดวงจรเฉพาะเมื่อเกิดไฟรั่วเท่านั้นเรียกว่า RCCB(Residual Current Circuit Breaker)สามารถตัดกระแสลัดวงจรได้ แต่ไม่ได้ออกแบบให้ตัดกระแสเกินพิกัดแบบหลังนี้จะไม่สามารถปลดวงจรเมื่อกระแสไฟเกินได้ ในการทำงานจะต้องมีเครื่องป้องกันกระแสไฟเกินเพิ่มอีกต่างหากในการใช้งานจะต้องดูให้ชัดเจนว่าเป็นแบบที่ต้องการหรือไม่ เครื่องตัดไฟรั่วอาจมีชื่อเรียกต่างกัน เช่น เครื่องตัดไฟเมื่อมีกระแสรั่วลงดิน ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker), GFCI(Ground Fault Circuit Interrupter) และ; RCD(Residual Current Device)

## 2.8 ขั้นตอนการพิจารณาออกแบบระบบต่อลงดิน

สามารถสรุปขั้นตอนการต่อลงดินได้พอประมาณดังนี้

1. การพิจารณาลักษณะของอาคาร จำนวนอาคารว่ามีหลังเดียวหรือมากกว่าหนึ่งหลัง และรูปแบบการจ่ายไฟให้กับอาคาร เพื่อเป็นแนวทางกำหนดรูปแบบการทำหลักดินของอาคาร
2. การออกแบบหลักดินหรือระบบหลักดินของอาคารทั่วไป ต้องพิจารณาว่าสิ่งใดที่มีอยู่แล้วหรือต้องสร้างเป็นส่วนหนึ่งของอาคารและใช้เป็นหลักดินได้ เช่น โครงโลหะของอาคารหรือโครงสร้างโลหะใต้ดิน ควรใช้สิ่งนั้นเป็นหลักดิน ถ้าสิ่งนั้นมีความต้านทานไม่เกิน 5 โอห์ม หรือใช้สิ่งนั้นเป็นหลักดินเสริม และกำหนดว่าจะใช้หลักดินสิ่งใด
3. การกำหนดจำนวนแท่งหลักดิน(กรณีที่ใช้หลักดินแบบแท่ง)เบื้องต้นให้สำรวจข้อมูลดินและหาความต้านทานจำเพาะของดิน
4. การกำหนดสายดินหลักดินให้พิจารณาจากขนาดสายประธาน และกำหนดขนาดสายต่อหลักดินไม่เล็กกว่าค่ามาตรฐาน
5. การกำหนดขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือวงจรรย่อยให้พิจารณาจากขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรรย่อย สำหรับมอเตอร์ให้พิจารณาจากขนาดเครื่องป้องกันโหลดเกินของมอเตอร์
6. การป้องกันเสริม โดยการใช้เครื่องตัดไฟรั่วให้ใช้กับวงจรตามที่กำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย และวงจรอื่นๆที่ต้องการความปลอดภัยสูง
7. การป้องกันเสริมโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วให้ใช้กับวงจรตามที่กำหนดให้มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า
8. บริภัณฑ์ประธานแรงดันต่ำที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 แอมแปร์ขึ้นไปต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินของบริภัณฑ์

ขนาดของสายต่อฝากหลักให้ใช้ขนาดเดียวกับขนาดสายดินของระบบ ตามตารางด้านบนกรณีที่สายเฟสมีขนาดพื้นที่หน้าตัดโตกว่า 500 ตร.มม ให้ใช้ขนาดสายไม่ต่ำกว่า 12.5% ของพื้นที่หน้าตัดสายเฟส สำหรับสายควบให้คิดพื้นที่หน้าตัดรวมของสายทุกเส้น

- เมนสวิทช์ที่จ่ายไฟให้อาคาร 2 หลังขึ้นไป

สถานประกอบการที่มีอาคารหลายหลังแต่มีเมนสวิตช์จ่ายไฟชุดเดียว การต่อลงดินให้  
 เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้คือ

- อาคารเมน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการต่อลงดินที่เมนสวิตช์
- อาคารหลังอื่น ต้องมีหลักดินเป็นของตนเอง และต้องต่อลงดินเช่นเดียวกับเมนสวิตช์  
 ยกเว้นอาคารหลังอื่นมีวงจรรย่อย เพียงวงจรเดียวไม่ต้องมีหลัง

#### - การต่อลงดินในระบบไฟฟ้าแรงสูงอีกรูปแบบ

การต่อลงดิน ซึ่งระบบไฟฟ้ากำลังในปัจจุบันการต่อลงดิน(Grounding or Earthing)มี  
 ความจำเป็นที่สุด ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในแง่ของความปลอดภัย สำหรับบุคคลหรือสิ่งมีชีวิต  
 อื่นๆ และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ต่อรวมอยู่ในระบบ รวมทั้งช่วยให้  
 อุปกรณ์ต่างๆ เช่น รีเลย์ สามารถตรวจจับเหตุผิดปกติที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าและสามารถทำงาน  
 ได้อย่างทันท่วงที นอกจากนั้นการต่อลงดินยังถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับ  
 อาคารสูงๆ หรือเสาโครงเหล็ก(The Metallic Tower or The Metallic Mast)สำหรับส่งสัญญาณ  
 สื่อสารต่างๆ ด้วย

ดังนั้นจะเห็นว่าการต่อลงดินมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกระบบไฟฟ้า  
 (For All Electrical Systems)ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้ากำลังหรือระบบไฟฟ้าสื่อสารก็ตาม ซึ่งแต่ละ  
 จุดที่จะติดตั้งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้จะรับหม้อ  
 แปลง มอเตอร์ คันโยกของแอร์เบรกหรือโพลดเบรกสวิตช์ ตู้โลหะ และอุปกรณ์ที่ตัวถังเกี่ยวกับ  
 การจ่ายไฟ เป็นต้น การต่อลงดินตามข้อนี้ก็เพื่อประโยชน์ในความปลอดภัย ของผู้จัดตั้งหรือ  
 สัมผัสกับตัวถังของอุปกรณ์ดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.20 การต่อลงดินของตัวถังอุปกรณ์ไฟฟ้า

#### -อุปกรณ์ป้องกันและการต่อลงดิน

อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีระบบไฟฟ้าใหญ่ขึ้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรก็จะสูงมาก ดังนั้นการที่มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเข้ามานั้นเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไหลเกินเพื่อไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นเกิดความเสียหายและยังเป็นการช่วยให้ผู้ที่ปฏิบัติงานนั้นได้รับอุบัติเหตุที่เกิดจากการถูกไฟฟ้าช็อตน้อยลง อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ามีหลายแบบคือ

เป็นตัวนำไฟฟ้าที่เป็นโลหะชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยเส้นลวดที่ทำมาจากวัสดุที่มีจุดหลอมละลายต่ำบรรจุอยู่ภายในภาชนะห่อหุ้ม เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสกระแสวิกและป้องกันการลัดวงจร ฟิวส์จะมีคุณสมบัติที่ตัดกระแสลัดวงจรได้ถึงพิกัดสูงสุด และมีคุณสมบัติสามารถจำกัดกระแสไหลผ่านฟิวส์ต่ำกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่ขึ้นสูงสุด ฟิวส์สามารถแบ่งออกได้หลายประเภท

ฟิวส์จะมีอัตราทนกระแสกำกับไว้ซึ่งจะแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่สูงสุดที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์ไปยังอุปกรณ์ใดๆก็ได้ ดังตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงฟิวส์ขนาด 2 แอมป์ ต่ออยู่เข้ากับเครื่องรับวิทยุ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะทำให้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนรูปเป็น

พลังงานความร้อน ซึ่งในกรณีที่ใช้ฟิวส์ที่มีอัตราทนกระแสต่ำและเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์นี้เกินกว่าอัตราทนกระแสที่สามารถรับได้ ความร้อนที่เกิดขึ้นก็จะหลอมละลายวัสดุที่นำมาใช้ทำฟิวส์ให้ขาดออกจากกัน ซึ่งจะเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับเครื่องรับวิทยุ

เมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ในระดับที่สามารถทำความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ ฟิวส์จะทำหน้าที่ตัดหรือเปิดวงจรเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเหตุการณ์เช่นนี้จะช่วยให้ทราบถึงผิดปกติเกิดขึ้นกับวงจรหรือกับอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ จึงทำให้เบตเตอร์ต้องจ่ายกระแสออกมามากเกินไปผิดปกติ การเสียหายของชิ้นส่วนภายในอาจทำให้ค่าความต้านทานรวมของอุปกรณ์นั้นๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลง การเพิ่มขึ้นของค่าความต้านทานโหลด จะทำให้เบตเตอร์เสมือนมองเห็นค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้นในเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้า

ดังนั้น จึงมีกระแสไฟฟ้าปริมาณเพียงเล็กน้อยที่จ่ายออกจากเบตเตอร์ ซึ่งส่งผลทำให้อุปกรณ์นั้นๆ ไม่ทำงาน แต่ถ้าการเสียหายของชิ้นส่วนภายใน ทำให้ค่าความต้านทานโหลดลดลง จะทำให้เบตเตอร์มองเห็นค่าความต้านทานน้อยในวงจร และจ่ายกระแสไฟฟ้าปริมาณมากๆ เข้าไป ส่งผลให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าชิ้นนั้นทันที ดังนั้น ฟิวส์จึงเป็นอุปกรณ์ป้องกันอัตโนมัติ ที่จะป้องกันความเสียหายไม่ให้เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

## 2.9 การต่อสายลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า(Equipment Grounding)

เป็นการต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของสถานประกอบการให้ถึงกันตลอดแล้วต่อลงดิน

### จุดประสงค์ของการต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

- เพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ ป้องกันไฟดูด
- เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้เร็วขึ้นเมื่อมีกระแสรั่วไหลลงโครงโลหะ
- เป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลลงดิน

## 2.10 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน

- เครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะของสายไฟฟ้า แผงเมนสวิตช์ โครงและรางปั้นจั่นที่ใช้ไฟฟ้า โครงของตู้ลิฟต์ ลวดสลิงยกของที่ใช้ไฟฟ้า
- สิ่งกันที่เป็นโลหะรวมทั้งเครื่องห่อหุ้มของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแรงสูงควรต่อลงดิน เพื่อความมั่นใจ

- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ยึดติดอยู่กับที่และที่ต่ออยู่กับสายไฟฟ้าที่เดินอย่างถาวร ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งซึ่งปกติไม่มีไฟฟ้า แต่อาจมีไฟรั่วได้ ต้องต่อลงดินถ้าอยู่ในสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้
  - อยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 8 ฟุตในแนวตั้ง หรือ 5 ฟุตในแนวนอนและบุคคลอาจสัมผัสได้(ถ้ามีวิธีป้องกันไม่ให้ บุคคลสัมผัสได้ก็ไม่จำเป็นต้องต่อลงดิน)
  - สัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะอื่นๆ และบุคคลอาจสัมผัสได้
  - อยู่ในสภาพเปื่อยขึ้นและไม่ได้มีการแยกให้อยู่ต่างหาก
- อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับยึดติดอยู่กับที่ดังต่อไปนี้ ต้องต่อส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและปกติไม่มีกระแสรั่วลงดิน
  - โครมของแผงสวิตช์
  - โครมของมอเตอร์ชนิดยึดติดกับที่
  - กล่องเครื่องควบคุมมอเตอร์ ถ้าเป็นสวิตช์ธรรมดาและมีฉนวนรองที่ฝ้าด้านในก็ไม่จำเป็นต้องต่อลงดิน
- อุปกรณ์ไฟฟ้าของลิฟต์และบันจัน
- ป้ายโฆษณา เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องสูบน้ำ
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ผ้าเสียบ ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้
  - แรงดันเทียบกับดินเกิน 150 โวลต์ ยกเว้นมีการป้องกันอย่างอื่นหรือมีฉนวนอย่างดี
  - อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งที่ใช้ในที่อยู่อาศัยและที่อื่นๆ เช่น
    - ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง เครื่องปรับอากาศ
    - เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า เครื่องล้างจาน เครื่องสูบน้ำทิ้ง
    - เครื่องประมวลผลข้อมูล เครื่องใช้ไฟฟ้าในตู้เลี้ยงปลา
    - เครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ เช่น สว่านไฟฟ้า
    - เครื่องตัดหญ้า เครื่องขัตุ
  - เครื่องทำน้ำอุ่น
  - เครื่องมือที่ใช้ในสถานที่เปื่อยขึ้น เป็นพื้นดินหรือเป็นโลหะ
  - โคมไฟฟ้าชนิดหีบขยได้

### - การต่อสายลงดินของเครื่องใช้ไฟฟ้า

การต่อลงดินแบบนี้จะเป็นการต่อลงดินที่โครงของเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยตรงซึ่งการต่อลงดินวิธีนี้โดยส่วนใหญ่จะใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผู้ผลิตได้ติดตั้งจุดสำหรับการต่อลงดินไว้ให้แล้ว เช่น ตู้เย็น เต้าไมโครเวฟ หรือเครื่องซักผ้า

การต่อลงดินที่โครงอุปกรณ์ไฟฟ้าร่วมกับสายนิวทรัล การต่อลงดินวิธีนี้คล้ายกับวิธีแรก เพียงแต่การต่อวงจรของสายดินจะต้องร่วมเข้ากับสายนิวทรัล หรือสายกลางของระบบไฟหลักที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟรั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะไหลลงดินโดยผ่านสายนิวทรัล

การต่อลงดินที่โครงอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยผ่านท่อโลหะและสายนิวทรัล การต่อลงดินวิธีนี้จะคล้ายกับวิธีที่สองเพียงแต่การต่อวงจรของสายดินจะต้องจรร่วมกับสายนิวทรัลหรือสายกลางโดยผ่านท่อดินสายที่เป็นโลหะเมื่อมีกระแสไฟรั่วที่อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นก็จะทำให้กระแสไฟที่รั่วไหลลงดินโดยผ่านท่อโลหะไปสู่สายนิวทรัล

การต่อลงดินประกอบด้วย การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และการต่อลงดินของระบบคอมพิวเตอร์ การต่อลงดินของส่วนที่เป็นโลหะที่เป็นเครื่องห่อหุ้มต้องระวังเรื่องสัญญาณรบกวน การต่อลงดินแบบหลายจุดเป็นการต่อที่ผิดเนื่องจากทำให้เกิดดวงดิน และกระแสไหลวน ซึ่งคือสัญญาณรบกวน

วิธีการต่อลงดินของเครื่องคอมพิวเตอร์ วิธีที่ถูกต้องก็คือสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องต่อแบบเรเดียลเข้าหาจุดกลาง กล่าวคืออุปกรณ์ทุกชิ้นจะมีสายดินของบริภัณฑ์ต่อไปยังบัสดินของคอมพิวเตอร์จุดนี้จะเป็นการต่อลงดินเพียงจุดเดียว ซึ่งจะไม่เกิดดวงดิน นอกจากนี้ส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ จะต้องต่อด้วยสายที่สั้นที่สุดไปยังกริดอ้างอิงสัญญาณ

### - สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

หมายถึงสายที่ต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของอุปกรณ์ไฟฟ้า ท่อสายไฟ และสิ่งห่อหุ้มอื่นๆ เข้ากับสายต่อหลักดินที่เมนสวิทช์ ขนาดสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

- เลือกขนาดสายดินตามขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินตาม



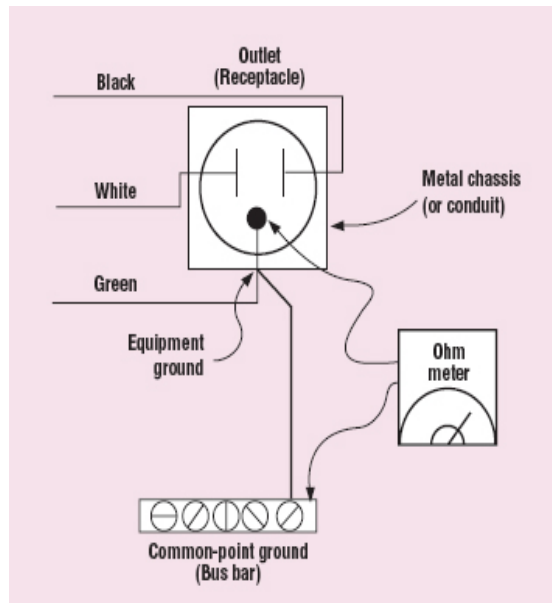
ตารางที่ 2.2 ขนาดสายดินตามขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

พิกัดหรือขนาดปรับตั้ง ของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดต่ำสุดของสายดิน (ทองแดง) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า (sq.mm)
16	1.5*
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ \* ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟ ที่อยู่ห่างจากหม้อแปลง ระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 100 เมตร

- เมื่อเดินสายควบ ถ้ามีสายดินของอุปกรณ์ให้เดินขนานกันไปในแต่ละท่อสาย และขนาดสายดินให้คิดตามพิกัด เครื่องป้องกันกระแสเกิน

- เมื่อมีมากกว่า 1 วงจรเดินในท่อสายอาจใช้สายดินร่วมกันได้และให้คิขนาดสายดินตาม พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวโตที่สุด
- สายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่จำเป็นต้องโตกว่าสายเฟส



รูปที่ 2.21 การต่อสายดิน

#### - แท่งดิน (Ground Rods)

เป็นแบบที่นิยมกันมากที่สุด เพราะราคาถูก ติดตั้งง่ายใช้ได้กับดินที่มีชั้นหินอยู่ลึกเกิน 10 ฟุต โดยขนาดแท่งดินต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 5/8" ยาวไม่น้อยกว่า 8 ฟุต การใช้แท่งดินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตขึ้น จะลดความต้านทานดินได้ไม่มากนักแต่จะมีผลด้านความแข็งแรงและทนการสึกกร่อนได้ดี การตอกแท่งดินที่มีความยาวลึกลงไปในดิน จะให้ผลดีกว่าการตอกแท่งดินสั้นๆ หลายแท่ง เพราะที่ระดับลึกๆ ความต้านทานดินจะยิ่งลดลง แท่งดินที่ทำด้วยทองแดง จะทนต่อการสึกกร่อนได้ดีที่สุดแต่อาจมีราคาแพงและอ่อนตัว อย่างไรก็ตามสามารถใช้แท่งดิน ที่ทำด้วยเหล็กหุ้มทองแดง(Copper clad)แทนได้

### 2.11 การต่ออุปกรณ์ลงดิน

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อสายดินป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วไหลผ่านร่างกายผู้ใช้ได้ ใครก็ตามที่ใช้ช่วงเวลาหนึ่งทำงานอยู่รอบๆ หรือใกล้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งเราทุกคน

หลีกเลี่ยงไม่ได้ จะต้องระมัดระวัง ที่อุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้า ปกติแล้ววงจรไฟฟ้าหนึ่งๆที่ไหลผ่านร่างกายผ่านลงดิน เพื่อป้องกันไม่ให้ร่างกายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรด้วย จึงได้สร้างให้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีตัวถังที่หุ้มเป็นโลหะ เมื่อไรก็ตามที่มีกระแสไฟฟ้าที่อันตรายมาแตะกับตัวถังก็ให้มีสายไฟฟ้าพิเศษที่ต่อลงดินไว้ เมื่อเกิดการรั่วไหลลัดวงจรมีกระแสไฟฟ้าจำนวนมากผ่านลงดิน และกระแสไฟฟ้าจำนวนนี้จะผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งจะตัดกระแสไฟฟ้า หรือทำให้ฟิวส์ขาด ตัดการเชื่อมต่อจากสายจ่ายกำลังไฟฟ้า และป้องกันไม่ให้ใครได้รับบาดเจ็บ ถ้าวงจรยังคงมีกระแสไฟฟ้าต่อไปแสดงว่ามีบางอย่างผิดปกติ อย่าเข้าไปใกล้เมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ ต้องทำการซ่อมแซมก่อนเสียก่อนที่จะมาใช้วงจรเครื่องใช้ไฟฟ้านี้อีกครั้ง

### 2.11.1 วงจรและระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องต่อลงดิน

วงจรและระบบไฟฟ้ากระแสสลับต้องต่อลงดินส่วนวงจรและระบบอื่นนอกจากนี้ อาจต่อลงดินก็ได้

1. ระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 50 โวลต์ แต่ไม่ถึง 1,000 โวลต์ ต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้
  - 1.1 เป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย และตัวนำนิวทรัลเป็นสายวงจรด้วย
  - 1.2 เป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย และจุดกึ่งกลางของเฟสใดเฟสหนึ่งใช้เป็นสายวงจรด้วย
  - 1.3 เป็นระบบ 3 เฟส 3 สาย
  - 1.4 เป็นระบบ 3 เฟส 3 สาย หรือ 1 เฟส 2 สาย
2. วงจรและระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 โวลต์ ขึ้นไป ถ้าจ่ายไฟให้บริษัทไฟฟ้าชนิดเคลื่อนที่ได้จะต้องต่อลงดิน แต่ถ้าจ่ายไฟให้บริษัทไฟฟ้าอื่นๆอนุญาตให้ต่อลงดินได้แต่ต้องไม่ขัดกับข้อกำหนดข้ออื่นๆ

ยกเว้น ระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก(Separately Derived System)โดยเฉพาะระบบไฟฟ้าที่รับพลังงานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า คอนเวอร์เตอร์ที่มีขดลวด ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อจ่ายไฟให้รับไฟฟ้าพิเศษและไม่มีดาร์ต่อทางไฟฟ้ากับระบบอื่น ไม่บังคับให้ต่อลงดิน

### 2.11.2 วงจรและระบบไฟฟ้าที่ห้ามต่อลงดิน

1. วงจรของปั้นจั่นที่ใช้งานเหนือวัสดุเส้นใยที่อาจลุกไหม้ได้ ซึ่งอยู่ในบริเวณอันตราย
2. วงจรที่กำหนดให้ใช้สำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรักษาสุขภาพ

### 2.11.3 การต่อลงดินของระบบประชน

1. ระบบไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต้องการต่อลงดินจะต้องต่อลงดินที่บริษัทประชนแต่ละจุด จุดต่อลงดินจะต้องอยู่ในจุดที่เข้าถึงสะดวกที่ปลายตัวนำประชน หรือบัส หรือขั้วต่อที่ต่อเข้ากับตัวนำนิวทรัลของตัวนำประชนภายในบริษัทประชน ในกรณีหม้อแปลงไฟฟ้าติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องต่อลงดินเพิ่มอีกอย่างน้อย 1 จุด ทางด้านไฟออกของหม้อแปลงไฟฟ้า ณ จุดที่ติดตั้งหม้อแปลงหรือจุดอื่นที่เหมาะสม ห้ามต่อลงดินที่จุดอื่นๆ อีกทางด้านไฟออกของบริษัทประชน

**ข้อยกเว้นที่ 1** ถ้าอาคารนั้นรับไฟจากตัวนำมากกว่า 1 ชุดซึ่งอยู่ภายในสิ่งห่อหุ้มเดียวกัน หรือติดตั้งแยกคนละสิ่งห่อหุ้มแต่อยู่ติดกันและต่อถึงกันทางด้านไฟออก ที่จุดต่อถึงกันนี้สามารถต่อตัวนำนิวทรัลหรือสายที่มีการต่อลงดินของตัวนำประชนลงหลักดินเพียงชุดเดียวก็ได้

**ข้อยกเว้นที่ 2** ในกรณีที่มีการต่อฝาก ระหว่างบัสบาร์นิวทรัลกับบัสบาร์ต่อลงดินของบริษัทไฟฟ้าสามารถต่อสายต่อหลักดินเข้ากับบัสบาร์ต่อลงดินของบริษัทไฟฟ้าที่มีการต่อหลักดินนั้นได้

2. ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1000 โวลต์ ที่มีการต่อลงดินที่จุดใดๆ จะต้องเดินสายที่มีการต่อลงดินนั้นไปยังบริษัทประชนทุกชุดและต้องต่อฝากเข้ากับสิ่งห่อหุ้มของบริษัทประชนทุกชุดและต้องต่อฝากเข้ากับสิ่งห่อหุ้มของบริษัทประชน สายดังกล่าวจะต้องเดินร่วมไปกับสายเส้นไฟด้วย

### 2.12 การต่อลงดินของวงจรที่มีบริษัทประชนชุดเดียวจ่ายไฟให้อาคาร 2 หลังหรือมากกว่า

1. แต่ละอาคารต้องมีหลักดินเพื่อต่อสายที่มีการต่อลงดินของวงจรและระบบไฟฟ้ากระแสสลับและเครื่องห่อหุ้มของเครื่องปลดวงจรลงดิน

2. ในอาคารมีวงจรย่อยชุดเดียวและไม่ได้จ่ายไฟให้แก่บริษัทที่ต้องการต่อลงดิน

3. มีการเดินสายดินของบริษัทไฟฟ้าร่วมกับตัวนำอื่นของวงจร เพื่อไปต่อส่วนที่ไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริษัทไฟฟ้าระบบท่อโลหะภายในและ โครงสร้างของ

อาคารที่ต้องการลงดินสายดินของบริษัทฯ ไฟฟ้า นั้นจะต้องมีการต่อฝากลงดินที่อาคารอีก หลังหนึ่ง

### 2.12.1 ตัวนำที่ต้องการต่อลงดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในภายในอาคาร สายตัวนำของระบบต้องมีการต่อลงดินตัวนำที่มีการต่อลงดินต้องมีการกำหนด สีหรือทำเครื่องหมาย การต่อลงดิน ต้องทำตามข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

1. ระบบ 1 เฟส 2 สาย กำหนดให้ตัวนำนิวทรัลเป็นสายต่อลงดิน
2. ระบบ 1 เฟส 3 สาย กำหนดให้ตัวนำนิวทรัลเป็นสายต่อลงดิน
3. ระบบ 3 เฟส 3 สาย กำหนดให้สายตัวนำเส้นใดเส้นหนึ่งต่อลงดิน
4. ระบบ 3 เฟส 4 สาย กำหนดให้ตัวนำนิวทรัลเป็นสายต่อลงดิน

### 2.12.2 การต่อลงดินสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. ต้องใช้สายต่อฝากลงดิน ซึ่งกำหนดขนาดจากสายเส้นไฟของระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก เชื่อมต่อสายดินของบริษัทฯ ไฟฟ้า (ของระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก) เข้ากับสายตัวนำที่มีการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า การต่อฝากให้ทำที่จุดใดก็ได้ระหว่างระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากกับเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวแรกเท่านั้น
2. สายต่อหลักดินที่เชื่อมต่อหลักดินเข้ากับสายตัวนำที่มีการต่อลงดินของระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหากให้ใช้ขนาด ซึ่งกำหนดขนาดจากสายเส้นไฟของระบบที่มีตัวจ่ายแยกต่างหาก
3. หลักดินต้องเป็นไปตาม และต้องอยู่ใกล้จุดต่อลงดินมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

### 2.13 การต่อลงดินของบริษัทฯ ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ หรือชนิดที่มีการต่อสายถาวร

บริษัทฯ ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร ส่วนที่เป็นโลหะที่เปิดโล่ง และไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริษัทฯ ไฟฟ้าดังกล่าวต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

1. ห่างจากพื้นหรือโลหะที่มีการต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตรในแนวดิ่ง หรือ 1.5 เมตรในแนวระดับ และบุคคลอาจสัมผัสได้โดยบังเอิญ
2. อยู่ในสภาพที่เปียกหรือชื้น และไม่ได้มีการแยกอยู่ต่างหาก
3. มีการสัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะ
4. อยู่ในบริเวณอันตราย
5. รับไฟฟ้าจากสายชนิดหุ้มส่วนนำกระแสไฟฟ้าด้วยโลหะ(Metal-clad, Metal-Sheath)หรือสายที่เดินในท่อสายโลหะ

### 2.13.1 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ทุกขนาดแรงดัน

บริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ทุกขนาดแรงดัน ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า บริภัณฑ์ไฟฟ้าต่อไปนี้ต้องต่อลงดิน

1. โครงของแผงสวิตช์
2. โครงของมอเตอร์ชนิดยึดติดกับที่
3. ก่อของเครื่องควบคุมมอเตอร์ ยกเว้นฝากรอบสวิตช์ ปิด-เปิดที่มีฉนวนรองด้านใน
4. บริภัณฑ์ไฟฟ้าของลิฟต์และบันได
5. บริภัณฑ์ไฟฟ้าในตู้จอร์รถ โรงมหรสพ โรงถ่ายภาพยนตร์ สถานีวิทยุและโทรทัศน์  
ยกเว้น โคมไฟแบบแขวน
6. เครื่องสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์