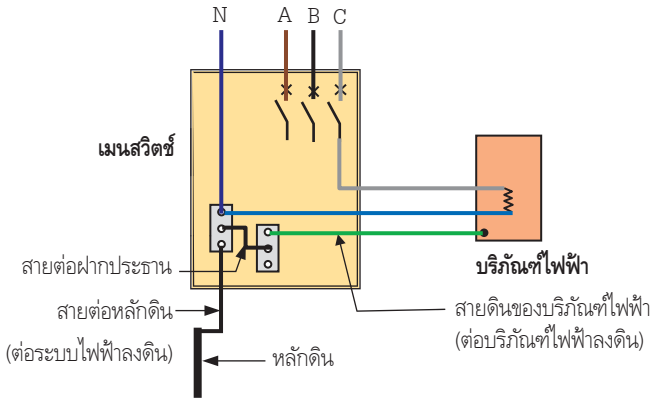
บทที่ 4 การต่อลงดิน

การต่อลงดินคือการใช้ตัวนำไฟฟ้าต่อวงจรไฟฟ้าหรือบริภัณฑ์ไฟฟ้า (อุปกรณ์ไฟฟ้า) ลงดินโดยการต่อเข้ากับหลักดิน การต่อนี้ต้องเป็นการต่อแบบถาวร มั่นคง แข็งแรง และมีความต้านทานต่ำ



รูปที่ 4.1 ระบบการต่อลงดินสำหรับสายภายในอาคาร

4.1 ชนิดของการต่อลงดิน

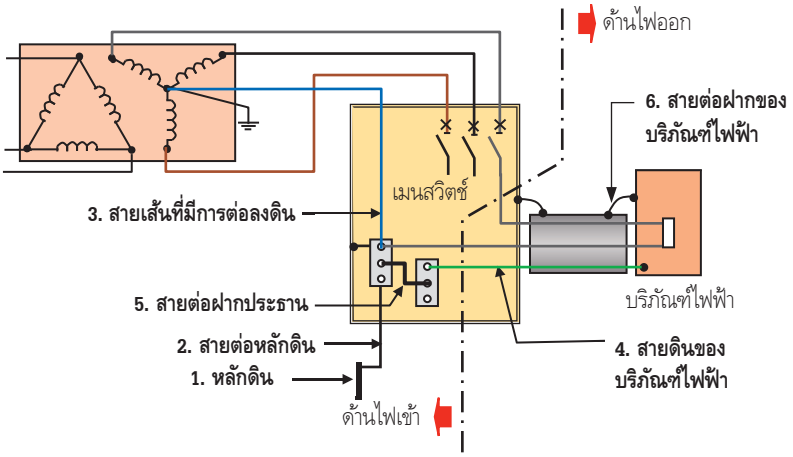
การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าภายในอาคารแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (system grounding) คือการต่อระบบหรือวงจรไฟฟ้าลงดิน โดยใช้สายต่อหลักดิน (ตัวนำไฟฟ้า) ต่อเข้ากับหลักดินหรือสิ่งที่ทำหน้าที่แทนหลักดิน

2. การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า (equipment grounding) คือการต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ต้องการต่อลงดิน ทำได้โดยการเดินสายดินจากบริภัณฑ์ไฟฟ้าไปต่อลงดินที่เมนสวิตช์โดยใช้หลักดินเดียวกันกับของระบบไฟฟ้า

4.2 ส่วนประกอบของระบบการต่อลงดิน

ระบบการต่อลงดินมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้



รูปที่ 4.2 ส่วนประกอบของระบบการต่อลงดิน

1. หลักดิน (grounding electrode)
2. สายต่อหลักดิน (grounding electrode conductor)
3. สายเส้นที่มีการต่อลงดิน (grounded conductor)
4. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (equipment grounding conductor)
5. สายต่อฝากประธาน (main bonding jumper)
6. สายต่อฝากของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (equipment bonding jumper) หรือสายต่อฝากด้านไฟออก

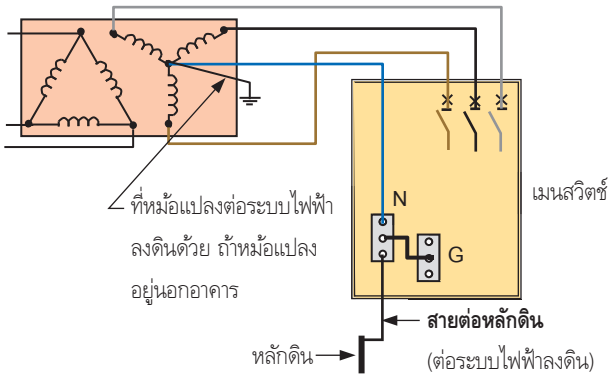
4.3 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ระบบการต่อลงดินจะต้องต่อลงดินทั้งระบบไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้า ดังนี้

4.3.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

1. วิธีการต่อลงดิน วงจรไฟฟ้าต้องต่อลงดินที่บริภัณฑ์ประธาน (เมนสวิตช์) โดยการต่อสายศูนย์หรือสายนิวทรัลของวงจรไฟฟ้าลงดินโดยต่อเข้ากับหลักดิน และวงจรไฟฟ้าหลังจากบริภัณฑ์ประธานนี้ห้ามต่อลงดินอีก สถานที่ใช้ไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าที่ภายนอกอาคาร ที่หม้อแปลงไฟฟ้าต้องต่อระบบไฟฟ้าลงดินด้วยอีกจุดหนึ่ง (รูปที่ 4.3)

ที่เมนสวิตช์จะต่อนิวทรัลบาร์ (N) ลงดิน (รูปที่ 4.2) แต่เนื่องจากระบบไฟฟ้าทั่วไปกราวด์บาร์ (G) จะต่อเข้ากับนิวทรัลบาร์อยู่แล้ว กรณีนี้จะต่อจาก G ลงดินก็ได้



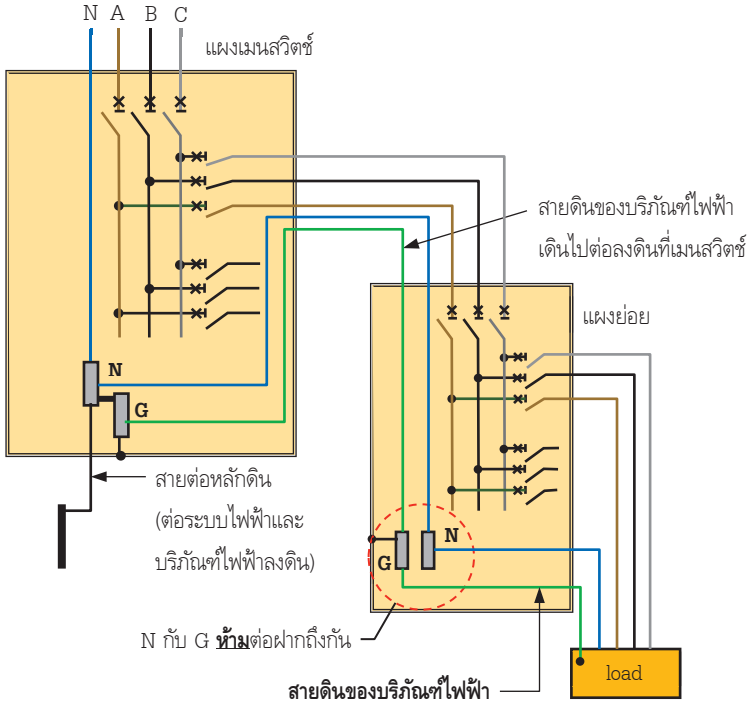
รูปที่ 4.3 วงจรการต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

2. ระบบไฟฟ้าที่ห้ามต่อลงดิน ระบบไฟฟ้าต่อไปนี้ห้ามต่อลงดิน

1. วงจรปั้นจั่นที่ใช้งานอยู่เหนือวัสดุเส้นใยที่อาจลุกไหม้ได้ ซึ่งอยู่ในบริเวณอันตราย
2. วงจรในสถานดูแลสุขภาพเช่น ในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล หรือ คลินิก

4.3.2 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

1. วิธีการต่อลงดิน การต่อลงดินทำได้โดยการเดินสายดิน (สายเขียว) ไปต่อลงดินที่บริภัณฑ์ประธานโดยใช้หลักดินเดียวกันกับของระบบไฟฟ้า (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 วงจรการต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

2. บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เมื่อเกิดไฟรั่วแล้วจะเป็นอันตรายต้องต่อลงดิน พอสรุปเป็นหลักการได้ดังนี้ (รายละเอียดเพิ่มเติมดูได้จากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย)

(1) เครื่องห่อหุ้มและ/หรือช่องเดินสายโลหะของสายตัวนำ

(2) บริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร ส่วนที่เป็นโลหะที่เปิดโล่งและไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้าดังกล่าวต้องต่อลงดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

- ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตรในแนวดิ่ง หรือ 1.5 เมตรในแนวระดับ และบุคคลอาจสัมผัสได้โดยบังเอิญ
- อยู่ในสถานที่เปียกหรือชื้น และไม่ได้มีการแยกอยู่ต่างหาก
- มีการสัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะ
- อยู่ในบริเวณอันตราย
- รับไฟฟ้าจากสายชนิดหุ้มส่วนนำกระแสไฟฟ้าด้วยโลหะ (metal-clad, metal-sheath) หรือสายที่เดินในท่อสายโลหะ
- บริภัณฑ์ไฟฟ้าประเภท I รับแรงดันเทียบกับดินเกิน 50 โวลต์

(3) บริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่ทุกขนาดแรงดัน ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า บริภัณฑ์ไฟฟ้าต่อไปนี้ต้องต่อลงดิน

- โครงของแผงสวิตช์
- โครงของมอเตอร์ชนิดยึดติดกับที่
- กล่องของเครื่องควบคุมมอเตอร์ ยกเว้นฝาครอบสวิตช์ ปิด-เปิดที่มีฉนวนรองด้านใน
- บริภัณฑ์ไฟฟ้าของลิฟต์และปั้นจั่น
- บริภัณฑ์ไฟฟ้าในอู่จอดรถ โรงมหรสพ โรงถ่ายภาพยนตร์ สถานีวิทยุและโทรทัศน์
- ป้ายที่ใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์ประกอบ
- เครื่องฉายภาพยนตร์
- เครื่องสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์

(4) บริภัณฑ์ซึ่งไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าโดยตรง ส่วนที่เป็นโลหะของบริภัณฑ์ต่อไปนี้ต้องต่อลงดิน

- โครงและรางของปั้นจั่นที่ใช้ไฟฟ้า
- โครงของตู้โดยสารลิฟต์ที่ไม่ได้ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าแต่มีสายไฟฟ้าติดอยู่
- ลวดสลิงซึ่งใช้ยกของด้วยแรงคนและลวดสลิงของลิฟต์ที่ใช้ไฟฟ้า
- สิ่งกั้นที่เป็นโลหะ รั้ว หรือสิ่งห่อหุ้มของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันระหว่างสายเส้นไฟเกิน 1,000 โวลต์
- โครงสร้างโลหะที่ใช้ติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้า

(5) บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีสายพร้อมเต้าเสียบ ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่งของบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะต้องต่อลงดินถ้ามีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

- ใช้ในบริเวณอันตราย
- ใช้แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดินเกิน 150 โวลต์

ข้อยกเว้นที่ 1 มอเตอร์ที่มีการกั้น

ข้อยกเว้นที่ 2 โครงโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าทางความร้อน ซึ่งมีฉนวนกั้นระหว่างโครงโลหะกับดินอย่างถาวร

ข้อยกเว้นที่ 3 บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ระบุว่าเป็นฉนวน 2 ชั้นหรือเทียบเท่า ซึ่งมีเครื่องหมายแสดงชัดเจนว่าไม่ต้องต่อลงดิน

(6) เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยระบุว่าต้องต่อลงดิน (เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท I) ยกเว้น เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท II และเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท III

(7) เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยระบุว่าต้องต่อลงดิน

ข้อยกเว้นที่ 1 *เครื่องมือและดวงโคมไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ ที่อาจนำไปใช้ในที่เปียกหรือใช้ในบริเวณที่นำไฟฟ้าได้ ไม่บังคับให้ต่อลงดินถ้ารับพลังไฟฟ้าจากหม้อแปลงนิรภัยที่ขดลวดด้านไฟออกมีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 50 โวลต์และไม่ต่อลงดิน*

ข้อยกเว้นที่ 2 *เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท II และเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท III*

4.4 ชนิดและขนาดสายดิน

4.4.1 สายต่อหลักดิน

1. ชนิด ต้องเป็นตัวนำทองแดง ชนิดตัวนำเดี่ยวหรือตีเกลียวหุ้มฉนวน และต้องเป็นตัวนำเส้นเดียวยาวตลอดโดยไม่มีการต่อระหว่างทาง แต่ถ้าเป็นจุดทดสอบตามที่กำหนดในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฯ สามารถต่อได้ และถ้าเป็นบัสบาร์อนุญาตให้ต่อได้

2. ขนาด กำหนดจากขนาดสายประธานเส้นไฟ (สายเมนเข้าอาคาร) ตามตารางที่ 4.1 ขนาดสายใหญ่สุดคือ 95 ตร.มม.

4.4.2 สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

1. ชนิด ต้องเป็นตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนหรือเปลือย หรือเป็นเปลือกโลหะของสายเคเบิลชนิด AC, MI และ MC หรือโครงของบัสเวย์ที่ระบุให้ใช้แทนสายดินได้

หากเป็นตัวนำหุ้มฉนวน ฉนวนต้องเป็นสีเขียวหรือเขียงแถบเหลือง แต่ถ้ามีขนาดใหญ่กว่า 16 ตร.มม. ให้ทำเครื่องหมายให้เห็นได้ชัดเจนแทนได้ ทุกบริเวณที่มีจุดต่อสายและทุกปลายสาย ดังนี้

(1) ทำให้ฉนวนหรือเปลือกส่วนที่มองเห็นเป็นสีเขียว หรือเขียวแถบเหลือง

(2) ระบุด้วยตัวอักษร PE, G หรือ E

2. ขนาด กำหนดจากตารางที่ 4.2 แต่ไม่จำเป็นต้องใหญ่กว่าสายไฟฟ้าของวงจรนั้นเช่น สายวงจรขนาด 1.5 ตร.มม. สายดินก็ไม่ต้องใหญ่กว่า 1.5 ตร.มม. ถึงแม้ว่าขนาดเล็กสุดในตารางที่ 4.2 จะเป็นขนาด 2.5 ตร.มม. ก็ตาม

(1) ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า กำหนดจากขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรนั้น ตามตารางที่ 4.2

(2) ขนาดสายดินของมอเตอร์ กำหนดจากขนาดเครื่องป้องกันโหลดเกิน (overload relay) และเลือกขนาดสายดินจากขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน ตามตารางที่ 4.2

4.4.3 สายต่อฝากประธาน

1. ชนิด เป็นสายทองแดงหรือบัสบาร์

2. ขนาด กรณีเป็นสายไฟฟ้าจะกำหนดจากขนาดสายเมนที่เดินเข้าแผงเมนสวิตช์ตามตารางที่ 4.1 เช่นเดียวกับขนาดสายต่อหลักดิน แต่มีข้อเพิ่มเติมคือ ขนาดสายต่อฝากที่กำหนดต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 12.5% ของขนาดสายเมนด้วย สายเมนที่เดินเฟสละหลายเส้นให้รวมพื้นที่หน้าตัดของสายทุกเส้นในเฟสเดียวกันเข้าด้วยกัน การต่อฝากอาจใช้อุปกรณ์การเดินสายหรือสายไฟฟ้าก็ได้

สายต่อฝากด้านไฟเข้ากรณีสายประธานเดินในช่องเดินสายเดียวกันหรือเป็นเคเบิลเดียวกัน ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดของสายต่อหลักดินที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4-1 ถ้าสายเส้นไฟของตัวนำประธานมีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4-1 ให้ใช้สายต่อฝากขนาดไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 ของตัวนำประธานขนาดใหญ่ที่สุด กรณีเป็นการเดินสายควบให้คิดพื้นที่หน้าตัดรวมของทุกสายเส้นไฟในเฟสเดียวกัน

สายต่อฝากด้านไฟเข้ากรณีตัวนำประธานเดินควบในช่องเดินสายมากกว่า 1 ช่องเดินสายหรือเป็นสายเคเบิลมากกว่า 1 เส้น ขนาดสายต่อฝากของแต่ละช่องเดินสายหรือสายเคเบิลต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนดในตารางที่ 4-1 แต่ต้องไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 โดยคำนวณจากผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายเส้นไฟทุกเส้นในเฟสเดียวกันของแต่ละช่องเดินสายหรือสายเคเบิล

ตารางที่ 4.1
ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดตัวนำประธาน (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ 4.2
ขนาดสายดินเล็กสุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตร.มม.)
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

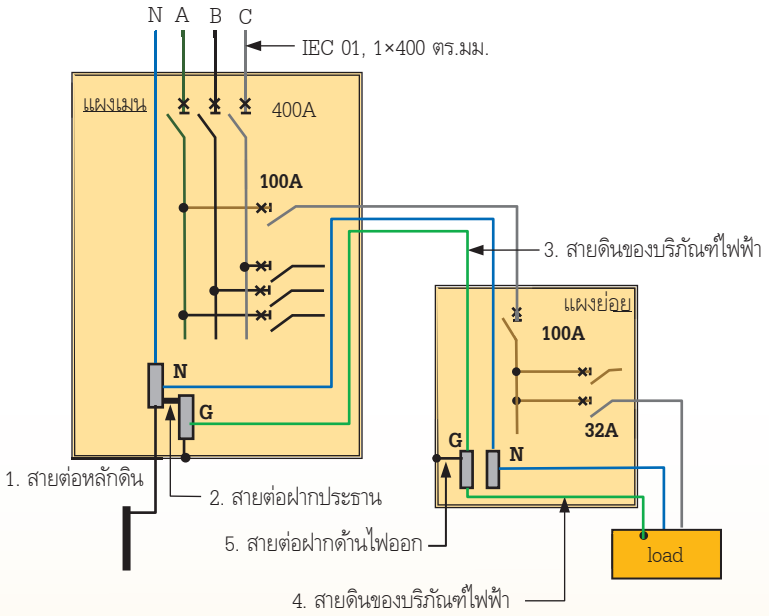
4.4.4 สายต่อฝากของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

1. ชนิด เป็นสายทองแดงหรือบัสบาร์

2. ขนาด กำหนดจากขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรนั้น ๆ ตามตารางที่ 4.2 การต่อฝากอาจใช้อุปกรณ์การเดินสายก็ได้

ตัวอย่างที่ 4.1 จากวงจรในรูปที่แสดง จงกำหนดขนาดสายดินต่อไปนี้

1. สายต่อหลักดิน
2. สายต่อฝากประธาน ระหว่าง N กับ G
3. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า จากแผงเมนถึงแผงย่อย
4. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า จากแผงย่อยถึงโหลด
5. สายต่อฝากของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ด้านไฟออก) ระหว่าง G กับตัวแผงย่อย



วิธีทำ

1. สายต่อหลักดิน

กำหนดจากตารางที่ 4. 1 ขนาดสายเมนต่อเฟสคือ 400 ตร.มม.

ได้สายต่อหลักดินขนาด 70 ตร.มม.

2. สายต่อฝากประธาน ระหว่าง N กับ G

กำหนดจากตารางที่ 4. 1 และต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่เล็กกว่า 12.5% ของขนาดสายเมน

ตารางที่ 4.1 ได้สายขนาด 70 ตร.มม.

12.5% ของสายเมน = 400×(12.5/100) = 50 ตร.มม.

เลือกใช้ขนาดที่ใหญ่กว่าคือขนาด 70 ตร.มม.

3. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า จากแผงเมนถึงแผงย่อย

กำหนดจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 100A ตามตารางที่ 4.2

ได้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าขนาด 10 ตร.มม.

4. สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า จากแผงย่อยถึงโหลด

กำหนดจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 32A ตามตารางที่ 4.2

ได้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าขนาด 4 ตร.มม.

5. สายต่อฝากด้านไฟออก ระหว่าง G กับตัวแผงย่อย

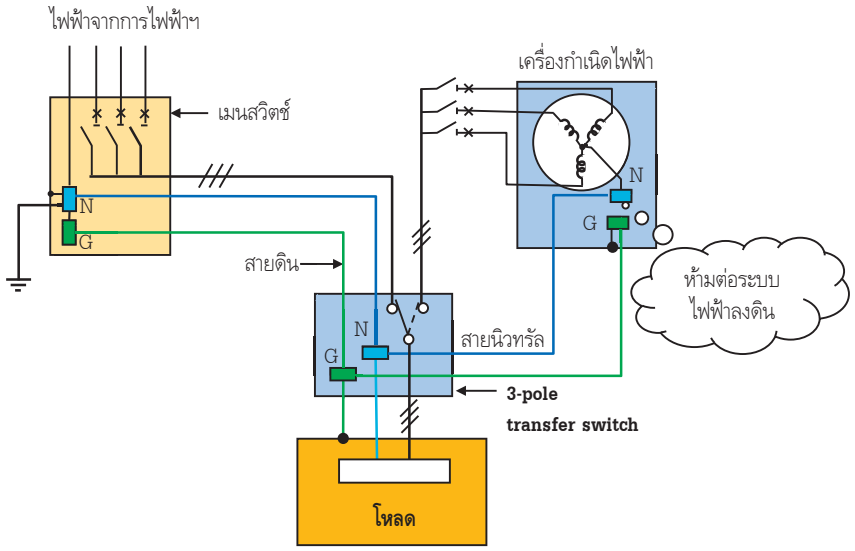
กำหนดจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 100A ตามตารางที่ 4.2

ได้สายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าขนาด 10 ตร.มม.

4.5 การต่อลงดินของระบบที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย

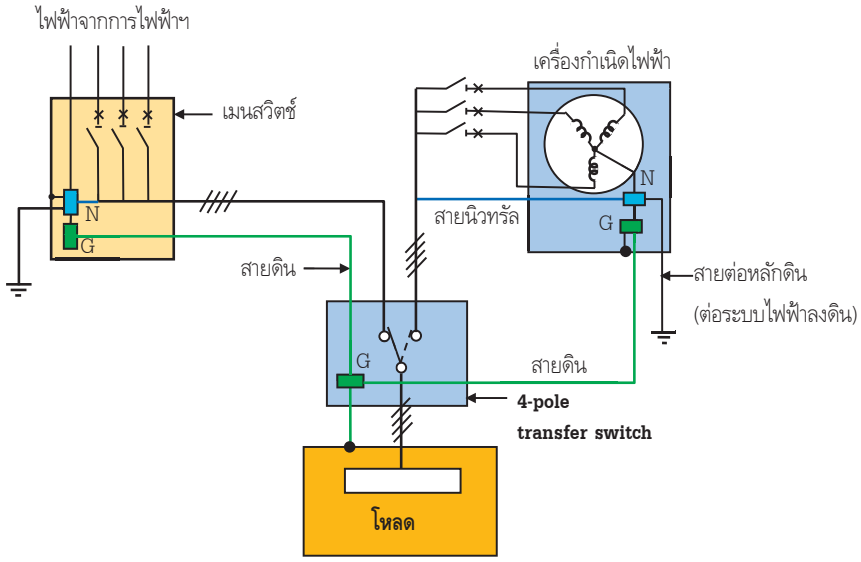
สถานที่ใช้ไฟที่มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องต่อลงดินด้วย วิธีการต่อลงดินแบ่งตามชนิดของ transfer switch ที่ใช้ว่าเป็นชนิดตัด 3 เส้น (3P หรือ 3 ขั้ว) หรือ 4 เส้น (4P หรือ 4 ขั้ว) ตามที่แสดงในรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6

ในรูปที่ 4.5 transfer switch เป็นชนิดตัด 3 เส้น ระบบไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต่อลงดินร่วมกับของการไฟฟ้าฯ โดยใช้หลักดินร่วมกัน และที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าห้ามต่อระบบไฟฟ้าลงดินอีก ระบบนี้ไม่ถือเป็นระบบจ่ายไฟแยกต่างหาก



รูปที่ 4.5 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าเมื่อใช้ Transfer switch ชนิด 3 ขั้ว

ในรูปที่ 4.6 transfer switch เป็นชนิดตัด 4 เส้น ระบบไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต่อลงดินโดยใช้สายไฟฟ้าต่อลงหลักดินที่ติดตั้งแยกต่างหากจากของการไฟฟ้าฯ ระบบนี้จัดเป็นระบบจ่ายไฟแยกต่างหาก



รูปที่ 4.6 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้าเมื่อใช้ Transfer switch ชนิด 4 ขั้ว

4.6 หลักดินและความต้านทานการต่อลงดิน

4.6.1 ชนิดของหลักดิน มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย กำหนดชนิดของหลักดินไว้ดังนี้

1. หลักดินแนวดิ่ง ถ้าเป็นหลักดินหุ้มทองแดงและชุบทองแดง ต้องเป็นไปตาม มอก.3024-2563 เล่ม 2 หรือตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ

2. หลักดินแบบแผ่น แผ่นตัวนำชนิดป้องกันการผุกร่อนที่มีพื้นผิวสัมผัสกับดินไม่น้อยกว่า 0.18 ตร.ม. ในกรณีที่เป็นเหล็กอาบโลหะชนิดกันการผุกร่อนต้องหนาไม่น้อยกว่า 6 มม. หากเป็นโลหะกันการผุกร่อนชนิดอื่นที่ไม่ใช่เหล็กต้องหนาไม่น้อยกว่า 1.50 มม.

3. หลักดินแบบวงแหวน หลักดินแบบวงแหวนที่ฝังอยู่รอบอาคารหรือโครงสร้างและสัมผัสดินโดยตรง ประกอบด้วยตัวนำทองแดงเปลือยยาวไม่น้อยกว่า 6.0 ม. ขนาดไม่เล็กกว่า 35 ตร.มม.

4. โครงสร้างโลหะในพื้นดิน โครงสร้างโลหะชุดเดียวหรือหลายชุดในพื้นดินที่สัมผัสโดยตรงกับดินตามแนวดิ่ง มีความยาวตั้งแต่ 3.0 ม. ขึ้นไป ซึ่งอาจมีคอนกรีตหุ้มหรือไม่หุ้มก็ได้ กรณีที่มีโครงสร้างอาคารที่เป็นโลหะในพื้นดินอยู่หลายชุด อนุญาตให้ต่อฝากโลหะเพียงชุดใดชุดหนึ่งเข้ากับระบบการต่อลงดินได้

5. หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต มีความยาวอย่างน้อย 6.0 ม. ตามข้อ (1) หรือ (2) ต่อไปนี้

(1) แท่งเหล็กชุบสังกะสี หรือหลักดินเสริมเหล็กเคลือบด้วยตัวนำทางไฟฟ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 13 มม. ติดตั้งที่ความยาวต่อเนื่อง 6.0 ม. หรือในชิ้นส่วนที่ต่อเข้าด้วยกันด้วยลวดผูกเหล็ก การเชื่อมติดด้วยความร้อน การเชื่อม หรือด้วยวิธีการอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดผลต่อความยาวตั้งแต่ 6.0 ม. ขึ้นไป

(2) ตัวนำทองแดงขนาดไม่น้อยกว่า 25 ตร.มม. ส่วนที่เป็นโลหะต้องห่อหุ้มด้วยคอนกรีตอย่างน้อย 50 มม. และต้องวางในแนวราบภายในส่วนของฐานรากที่เป็นส่วนสัมผัสกับดินโดยตรง หรืออยู่ในโครงสร้างแนวดิ่งของอาคารที่เป็นส่วนสัมผัสกับดินโดยตรง และถ้าหลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีตหลายแท่งอยู่ในอาคารหรือโครงสร้าง อนุญาตให้ต่อเพียงชุดหนึ่งเข้ากับระบบการต่อลงดินได้

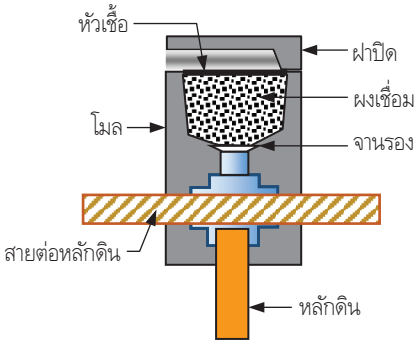
4.6.2 ความต้านทานการต่อลงดิน (Ground Resistance) ค่าความต้านทานการต่อลงดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม แต่สำหรับพื้นที่ที่ยากในการปฏิบัติและการไฟฟ้าฯ เห็นชอบ ยอมให้ค่าความต้านทานของหลักดินกับดินต้องไม่เกิน 25 โอห์ม หากทำการวัดแล้วยังมีค่าเกินให้ปักหลักดินเพิ่มอีก 1 แท่ง และต่อหลักดินทั้งหมดเข้าด้วยกัน

4.6.3 การต่อสายต่อหลักดินเข้ากับแท่งหลักดิน แบ่งวิธีการต่อได้เป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือการต่อด้วย clamp และเชื่อมด้วยความร้อน

1. การต่อด้วย clamp ใช้ตัวต่อที่ผลิตสำเร็จรูปซึ่งมีรูปร่างหลายแบบตามการออกแบบ วิธีนี้ทำงานสะดวกและรวดเร็วแต่มีข้อด้อยเรื่องความแข็งแรงและความคงทนในการใช้งาน

รูปที่ 4.7 ตัวอย่าง clamp สำหรับใช้ต่อสายต่อหลักดินกับหลักดิน

2. การต่อด้วยวิธีเชื่อมด้วยความร้อน (exothermic welding) วิธีนี้จะหลอมโลหะที่เป็นสายต่อหลักดินกับหลักดินให้ละลายติดเป็นเนื้อเดียวกัน มีความแข็งแรงและความคงทนในการใช้งานดีกว่าวิธีแรกมาก แต่ต้องใช้อุปกรณ์และเทคนิคในการเชื่อมบ้าง



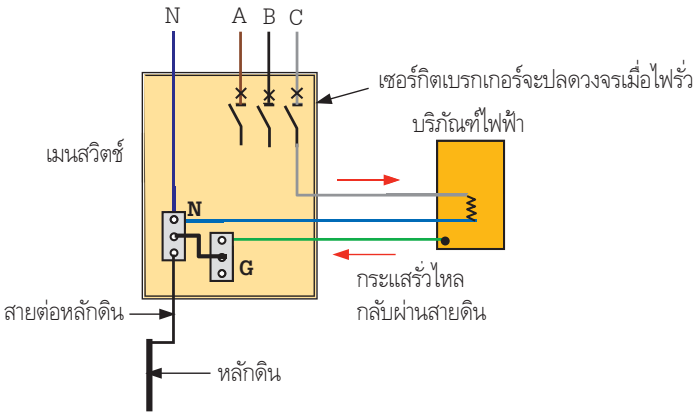
การประกอบโมลเพื่อทำการเชื่อม

ตัวอย่างที่เชื่อมเสร็จแล้ว

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการต่อสายต่อหลักดินเข้ากับหลักดินโดยเชื่อมด้วยความร้อน

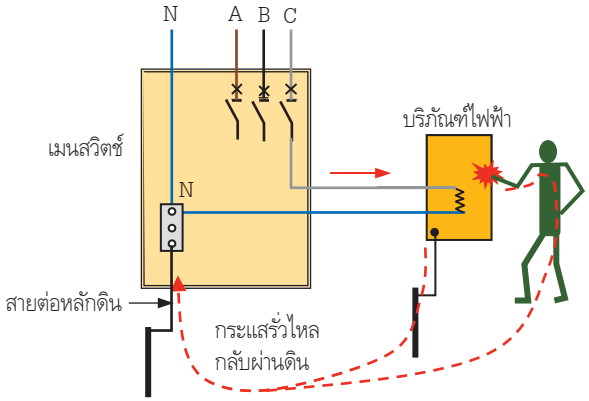
4.7 ข้อควรระวังเรื่องการต่อลงดิน

1. การต่อลงดินโดยไม่เดินสายดิน เป็นวิธีที่ผิด เนื่องจากมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฯ กำหนดให้การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องเดินสายดินไปต่อลงดินที่เมนสวิตช์ตามที่แสดงในรูปที่ 4.9 เมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้ามีไฟรั่วลงที่เปลือกหรือโครงของบริภัณฑ์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลกลับไปครบวงจรโดยผ่านทางสายดินซึ่งมีความต้านทานต่ำ กระแสจึงไหลสูงทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จ่ายไฟให้เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นปลดวงจรอย่างรวดเร็ว ผู้สัมผัสบริภัณฑ์ไฟฟ้าก็จะปลอดภัย ถ้ามีบุคคลพยายามจะสับเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะปลดวงจรอีก ระบบนี้จึงมีความปลอดภัย แต่ต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นประจำด้วย

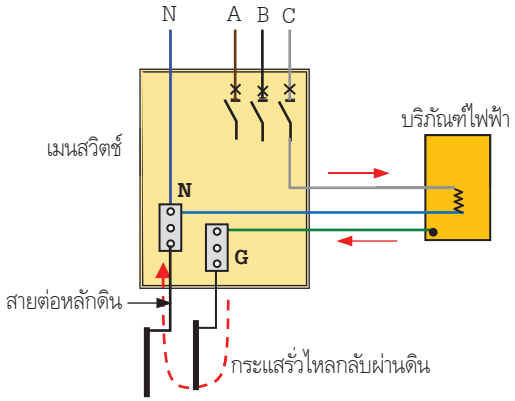


รูปที่ 4.9 วงจรการต่อลงดินที่ถูกต้อง

ในรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11 เป็นการต่อลงดินที่ไม่ถูกต้อง เมื่อมีไฟรั่วลงที่เปลือกหรือโครงของบริภัณฑ์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าจะไหลกลับไปครบวงจรโดยผ่านทางดินซึ่งมีความต้านทานสูง กระแสไฟฟ้าจะไหลน้อยเป็นผลให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่ปลดวงจรหรือปลดวงจรช้า ซึ่งเป็นอันตราย



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการต่อลงดินที่ไม่ถูกต้อง
(ต่อจากเครื่องใช้ไฟฟ้าลงหลักดินโดยตรง)



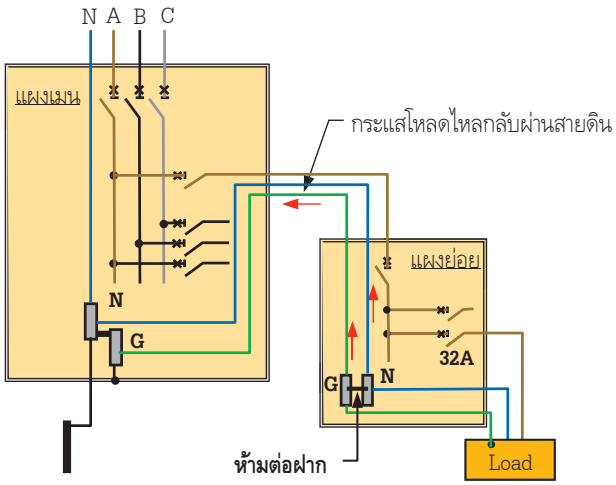
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการต่อลงดินที่ไม่ถูกต้อง
(ไม่มีการต่อฝาก N กับ G)

2. ต่อฝากบัสบาร์นิวทรัล (N) กับบัสบาร์กราวด์ (G) ที่แผงย่อย เป็นวิธีที่ผิด เพราะเป็นการเอาสายนิวทรัลต่อลงดินโดยผ่านทางสายดิน ตามที่แสดงในรูปที่ 4.12

ตามที่แสดงในรูปที่ 4.12 ที่แผงย่อยมีการต่อ N เข้ากับ G จะเป็นการต่อสายนิวทรัลควบกับสายดิน เนื่องจากที่แผงเมนสายทั้งคู่นี้ต่อกันอยู่แล้ว ผลคือกระแสที่ไหลในสายนิวทรัลจะไหลในสายดินด้วย ถ้าสายดินมีกระแสไหลผลที่ตามมาคือ

(1) กระแสที่ไหลในสายดินอาจมากจน overload และชำรุด เป็นผลให้ระบบการต่อลงดินล้มเหลว (เนื่องจากสายดินจะมีขนาดเล็กกว่าสายนิวทรัล)

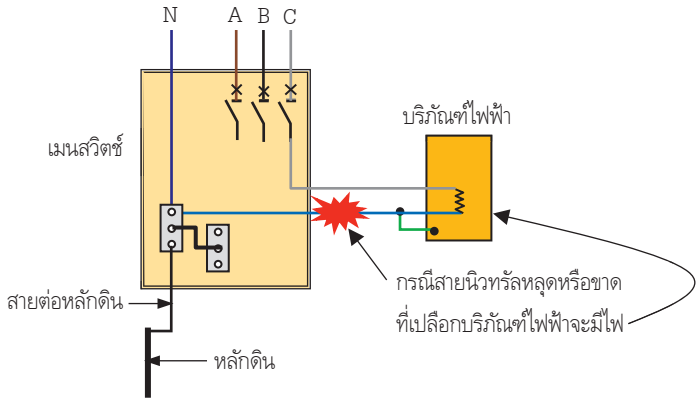
(2) กระแสที่ไหลในสายดินจะเป็นผลให้ในสายดินมีแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากค่า impedance ของสายไฟฟ้า และสายดินนี้ต่ออยู่กับเปลือกโลหะของบริภัณฑ์ไฟฟ้าจึงอาจเป็นอันตรายต่อผู้ที่สัมผัสบริภัณฑ์ไฟฟ้า ความรุนแรงของอันตรายขึ้นกับขนาดแรงดันไฟฟ้าที่เปลือกของบริภัณฑ์ไฟฟ้า



(วิธีที่ผิด)

รูปที่ 4.12 การต่อ N เข้ากับ G ที่แผงย่อย
(วิธีที่ผิด)

3. ใช้สายศูนย์แทนสายดิน เป็นวิธีที่ผิด เกิดจากความเข้าใจผิดที่ว่าสายนิวทรัลกับสายดินก็ต่อกันอยู่แล้วที่แผงเมน ดังนั้นที่แผงย่อยหรือที่อุปกรณ์ไฟฟ้าก็น่าจะใช้สายนิวทรัลแทนสายดินได้ด้วย ตามที่แสดงรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การใช้สายนิวทรัลแทนสายดิน
(เป็นวิธีที่ผิด)

ในสภาพการใช้งานปกติก็จะไม่มีปัญหาหรืออันตรายใด ๆ แต่ถ้าสายนิวทรัลที่ต้นทางหลุดหรือขาดระหว่างการใช้งาน ที่เปลือกโลหะของบริภัณฑ์ไฟฟ้าจะมีแรงดันโดยไม่ต้องมีไฟรั่วซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้สัมผัส

บทที่ 4 การต่อลงดิน