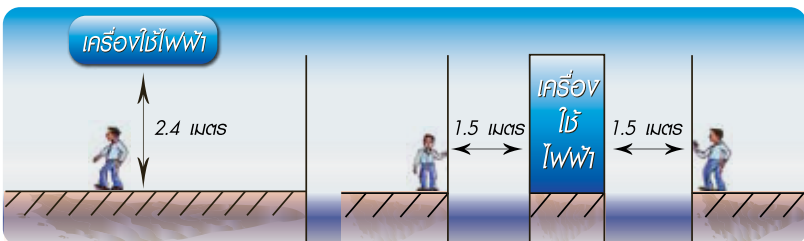
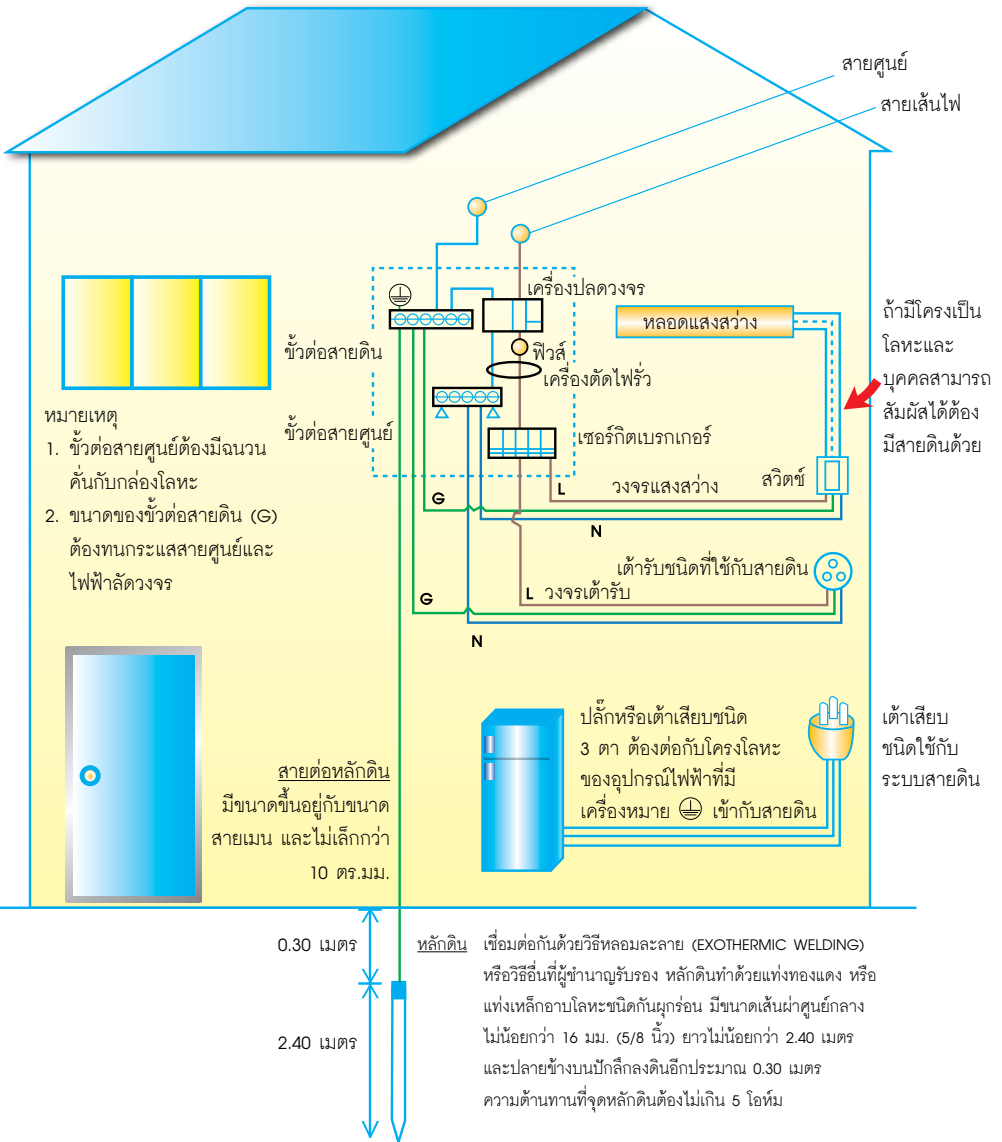


4.2.5. วิธีติดตั้งระบบสายดินที่ถูกต้อง

1. จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (จุดต่อลงดินของเส้นศูนย์หรือนิวทรัล) ต้องอยู่ด้านไฟเข้าของเครื่องตัดวงจรตัวแรก ของตู้เมนสวิตช์
2. ภายในอาคารหลังเดียวกันไม่ควรจะมีจุดต่อลงดินมากกว่า 1 จุด
3. **สายดินและสายเส้นศูนย์ต้องต่อร่วมกันที่จุดต่อลงดินภายในตู้เมนสวิตช์** (ดูข้อยกเว้นสำหรับห้องชุด อาคารชุด) และห้ามต่อร่วมกันในที่อื่นๆ อีก อาทิเช่น **ในแผงสวิตช์ย่อย** ขั้วสายศูนย์ต้องมีขนาดกันแยกจากตัวกล่อง ส่วนขั้วต่อสายดินกับตัวตู้จะต่อถึงกันและต่อลงสายดิน ซึ่งขั้วสายศูนย์และขั้วสายดินจะไม่มีการต่อถึงกัน
4. ตู้เมนสวิตช์สำหรับห้องชุดของอาคารชุดและตู้แผงสวิตช์ประจำชั้นของอาคารชุดให้ถือว่าเป็นแผงสวิตช์ย่อย ห้ามต่อสายเส้นศูนย์และสายดินร่วมกัน
5. ไม่ควรต่อโครงโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าลงดินโดยตรง แต่ถ้าได้ดำเนินการไปแล้วให้แก้ไขโดยมีการต่อลงดินที่เมนสวิตช์อย่างถูกต้องแล้วเดินสายดินจากเมนสวิตช์มาต่อร่วมกับสายดินที่ใช้อยู่เดิม
6. ไม่ควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด 120/240 V กับระบบไฟ 220 V เพราะพิกัด IC จะลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง
7. **การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว** จะเสริมการป้องกันไฟฟ้าดูดให้สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น เช่น กรณีที่มักจะมีน้ำท่วมขัง หรือกรณีสายดินขาด เป็นต้น และ**จุดต่อลงดินต้องอยู่ด้านไฟเข้าของเครื่องตัดไฟรั่วเสมอ**
8. ถ้าตู้เมนสวิตช์ไม่มีขั้วต่อสายดินและขั้วต่อสายเส้นศูนย์แยกออกจากกัน เครื่องตัดไฟรั่วจะต่อใช้ได้เฉพาะวงจรย่อยเท่านั้น จะไม่สามารถใช้ตัวเดียวป้องกันทั้งบ้านได้
9. วงจรสายดินที่ถูกต้องในสภาวะปกติจะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าจากการใช้ไฟปกติไหลอยู่
10. ถ้าเดินสายไฟในท่อโลหะ จะต้องเดินสายดินในท่อโลหะนั้นด้วย (ห้ามเดินสายดินนอกท่อโลหะ)
11. ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ติดตั้งที่เป็นโลหะควรต่อลงดิน มิฉะนั้นต้องอยู่เกินระยะที่บุคคลทั่วไปสัมผัสไม่ถึง (สูง 2.40 เมตร หรือห่าง 1.50 เมตร ในแนวราบ)

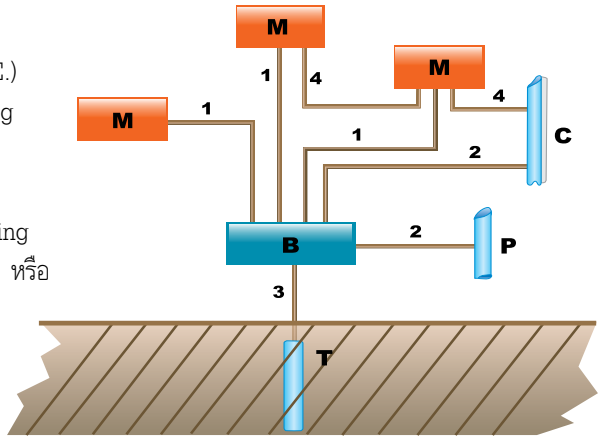


12. ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ระบบสายดินต้องเป็นไปตามมาตรฐานกฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง



4.2.6. ตัวอย่างผังแสดงการต่อลงดินและการต่อสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า

- 1 = protective conductor (P.E.)
หรือ equipment grounding
conductor (EGC) (สายดิน
อุปกรณ์ไฟฟ้า)
- 2 = main equipotential bonding
conductor (สายต่อฝากหลัก หรือ
สายต่อประสานหลัก)
- 3 = earthing conductor,
grounding electrode
conductor (สายต่อหลักดิน)



- 4 = supplementary equipotential bonding conductors, bonding jumper
(สายต่อฝาก หรือสายต่อประสาน)

B = main earthing terminal, main earthing bar, ground bus (ขั้วต่อลงดินหลัก)

**ต้องมีการต่อขั้วต่อลงดินหลัก (B) เข้ากับขั้วนิวทรัลที่เมนสวิตช์เสมอ (ยกเว้นในห้องชุดของอาคารชุด)

M = exposed-conductive-part (โลหะเปลือยนอกของเครื่องใช้ไฟฟ้า)

C = extraneous-conductive-part (ตัวนำหรือโลหะส่วนที่ไม่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า)

P = main metallic water pipe (ท่อน้ำโลหะ)

T = earth electrode (หลักดิน)

4.2.7. ทำไมจึงต้องมีการต่อสายดินเข้ากับสายเส้นศูนย์ (นิวทรัล) ที่ตู้เมนสวิตช์

เพื่อให้ระบบสายดินทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้กระแสลัดวงจรที่ไหลลงสายดินสามารถไหลย้อนกลับไปหม้อแปลงของการไฟฟ้าทางสายเส้นศูนย์ได้อีกทางหนึ่ง อีกทั้งเป็นเส้นทางที่ไหลได้สะดวกกว่าการไหลลงดินเส้นทางเดียว ทำให้กระแสลัดวงจรมีค่าสูง และเครื่องตัดกระแสลัดวงจร (เบรกเกอร์หรือฟิวส์) สามารถตัดไฟออกได้อย่างรวดเร็ว

4.2.8. หากต่อสายดินลงดินโดยตรงที่เครื่องใช้ หรือไม่ต่อสายดินเข้ากับสายเส้นศูนย์ที่เมนสวิตช์ จะมีผลเสียอย่างไร และควรทำอย่างไร

ผลเสียคือกระแสไฟรั่วจะไหลย้อนกลับลงทางหลักดินเส้นทางเดียว หากกระแสไฟรั่วมีปริมาณเล็กน้อย เช่น จากการเหนี่ยวนำ ก็จะไม่มีปัญหา แต่ในกรณีที่มีไฟรั่วค่าปานกลางถึงค่ามากในลักษณะของการลัดวงจรผ่านหรือไม่ผ่านความต้านทานนั้น กระแสไฟรั่วจะไหลลงดินได้ไม่สะดวก

ทำให้เครื่องตัดกระแสลัดวงจรจะทำงานช้าหรือไม่ทำงาน ทำให้มีกระแสเกินในวงจรไหลอยู่เป็นเวลานาน ซึ่งจะมีผลเสียดังนี้

- ❖ สายไฟและจุดต่อต่างๆจะเกิดความร้อน และเกิดอัคคีภัยได้ง่าย
- ❖ กระแสและความร้อนทำให้ดินรอบหลักดินเปลี่ยนสภาพและแข็งตัว ความต้านทานที่หลักดินจะเพิ่มสูงขึ้นมาก แรงดันสัมผัส (touch voltage) ที่สายดินขณะมีไฟรั่วจึงสูงขึ้นตามและเกิดอันตรายได้
- ❖ หน้าสัมผัสจุดต่อต่างๆ รวมทั้งความต้านทานที่หลักดินจะเสื่อมสภาพโดยถาวร

ข้อเสนอแนะในการแก้ไข

- แก้ไขโดยติดตั้งหลักดินที่ได้มาตรฐานเพิ่มที่ตู้เมนสวิตช์และต่อเข้ากับสายศูนย์ที่ตู้เมนสวิตช์ให้ถูกต้อง
- ติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วเพื่อเสริมการทำงาน

4.2.9. ทำไมจึงห้ามต่อสายดินเข้ากับสายเส้นศูนย์ที่ตู้แผงสวิตช์ย่อย

การต่อสายดินเข้ากับสายเส้นศูนย์ที่ตู้แผงสวิตช์ย่อย จะทำให้สายดินและสายเส้นศูนย์ทุกเส้นในบ้านต่อถึงกันหมด และเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าที่จ่ายไฟจากแผงย่อย จะมีกระแสไฟไหลกลับในเส้นศูนย์และในสายดินที่ต่อร่วมกันอยู่ มีผลทำให้สายดินทุกเส้นรวมทั้งตัวถังโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่เสียบใช้อยู่มีแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แรงดันไฟฟ้างี้จะสูงกว่าดินและมีขนาดขึ้นอยู่กับกระแสไฟ ขนาดสายดิน และความต้านทานการต่อลงดิน จึงถือว่าเป็นการต่อสายดินที่ไม่ปลอดภัย

กรณีนี้จะต่างจากการดำเนินการต่อร่วมกันที่ตู้เมนสวิตช์ที่เป็นจุดที่มีการต่อลงดิน ทำให้สายดินในบ้านมีแรงดันเท่ากับดิน ซึ่งในการใช้ไฟฟ้าปกติจะไม่มีการไหลของกระแสไฟฟ้าไหลในสายดิน

4.2.10. เครื่องตัดไฟรั่วกับสายดินอย่างไรจะดีกว่ากัน

- ❖ **สายดิน** เป็นความจำเป็นอันดับแรกที่ใช้ไฟฟ้าจะต้องมีสำหรับป้องกันไฟฟ้าดูด เพื่อให้กระแสไฟฟ้ารั่วไหลลงระบบสายดินได้โดยสะดวกโดยไม่ผ่านร่างกาย (ไฟไม่ดูด) และทำให้เครื่องตัดไฟอัตโนมัติตัดไฟออกได้ทันที
- ❖ **เครื่องตัดไฟรั่ว** เมื่อใช้กับระบบไฟที่มีสายดินจะเป็นมาตรการเสริมความปลอดภัยอีกชั้นหนึ่ง เพื่อให้มีการตัดไฟรั่วก่อนที่จะเป็นอันตรายกับระบบไฟฟ้า (ไฟไม่ดูด) หรือกับมนุษย์ (ไฟดูด)



- ❖ **เครื่องตัดไฟรั่วในระบบไฟที่ไม่มีสายดิน** เครื่องตัดไฟรั่วจะทำงานก็ต่อเมื่อมีไฟรั่วไหลผ่านร่างกายแล้ว (ต้องถูกไฟดูดก่อน) ดังนั้น ความปลอดภัยจึงขึ้นอยู่กับความไวในการตัดกระแสไฟฟ้าและสภาพความแข็งแรงของผู้ถูกไฟดูด

- ❖ **ระบบไฟฟ้าที่ดีจึงควรมีทั้งระบบสายดินและเครื่องตัดไฟรั่ว** เพื่อเสริมการทำงานซึ่งกันและกันให้เกิดความปลอดภัย ทั้งจากอัคคีภัยและการถูกไฟดูด

ระบบปัจจุบัน	ข้อแนะนำเพื่อความปลอดภัย
ถ้าไม่มีระบบสายดินหรือเครื่องตัดไฟรั่ว	ต้องมีระบบสายดิน + เครื่องตัดไฟรั่วในสถานที่จำเป็น*
ถ้ามีเครื่องตัดไฟรั่วอยู่แล้ว	ต้องมีระบบสายดิน
ถ้ามีระบบสายดินอยู่แล้ว	ต้องมีเครื่องตัดไฟรั่วในสถานที่จำเป็น*

หมายเหตุ * สถานที่จำเป็น ได้แก่

- บริเวณที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น ห้องน้ำ (เครื่องทำน้ำอุ่น) ห้องครัว อ่างล้างหน้าและมือ สระว่ายน้ำ บัมสูบน้ำบ่อเลี้ยงปลา เป็นต้น
- การใช้ไฟฟ้านอกอาคาร ทั้งชั่วคราวและถาวร เช่น ในสวน สนามหญ้า ไร่ โรงรถ กรังหน้าบ้าน การก่อสร้าง ซ่อมแซมต่างๆ เป็นต้น
- อื่นๆ เช่น สถานที่ที่มีเด็กเล็ก เป็นต้น



4.3) หลักดิน

4.3.1 ทำไมต้องมีหลักดิน

หลักดินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบสายดิน ดังนี้

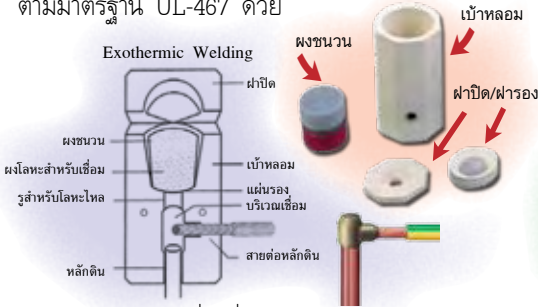
- ❖ เป็นอุปกรณ์ปลายทางที่จะทำหน้าที่สัมผัสกับพื้นดิน
- ❖ เป็นส่วนที่จะทำให้สายดินหรืออุปกรณ์ที่ต่อลงดินมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์เท่ากับดิน
- ❖ เป็นเส้นทางไหลของประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่จะไหลลงสู่ดิน
- ❖ เป็นตัวกำหนดคุณภาพ อายุความทนทาน และความปลอดภัยของระบบการต่อลงดินในระยะยาว

4.3.2 คุณสมบัติของหลักดิน และการติดตั้งที่ถูกต้อง

❖ หลักดินต้องทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการผุกร่อนและไม่เป็นสนิม เช่น แท่งทองแดง แท่งเหล็กชุบหรือหุ้มด้วยทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. (5/8 นิ้ว) และยาวไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ถ้าเป็นเหล็กหุ้มด้วยทองแดง ต้องมีความหนาของทองแดงไม่ต่ำกว่า 0.25 มม. และต้องหุ้มอย่างแนบสนิทยึดติดเป็นเนื้อเดียวกันโดยไม่หลุดออกจากกัน และไม่มีปลายเหล็กโผล่ออกมาสัมผัสกับเนื้อดิน เพื่อให้เหล็กเป็นสนิม และต้องไม่มีการเจาะรูเพื่อยึดทองแดงกับเหล็กให้ติดกัน มิฉะนั้นแท่งเหล็กจะเป็นสนิมตามรูที่เจาะนั้น

- ❖ ห้ามใช้อะลูมิเนียมหรือโลหะผสมของอะลูมิเนียมเป็นหลักดิน เนื่องจากผุกร่อนได้ง่าย
- ❖ หลักดินที่ดีควรผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UL-467
- ❖ การต่อสายดินเข้ากับหลักดินนั้น หัวต่อ, หลักดิน และสายต่อหลักดินควรใช้วัสดุชนิดเดียวกันเพื่อไม่ให้มีปัญหาการกัดกร่อน เช่น หลักดินทองแดงต่อกับสายต่อหลักดินทำด้วยทองแดง วิธีที่ดีที่สุดควรใช้วิธีเชื่อมต่อด้วยการเผาทองแดงให้หลอมละลาย (ต้องเทผงจุดชนวนให้อยู่ผิวด้านบนและจุดด้วยประกายไฟจากปืนจุดชนวนเท่านั้น เพราะไม่สามารถจุดด้วยวิธีอื่นได้) ถ้าใช้

หัวต้อที่ยึดด้วยแรงกลก็ต้อใช้หัวต้อที่มีส่วนผสมของทองแดง และต้อต้ออย่างมันคงแข็งแรงและทนต้อการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี ต้ออย่างของหัวต้อชนิดต้อต้อ ตามรูป ทั้งนี้หัวต้อแต่ละชนิดควรถต้อผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน UL-467 ด้วย



❖ หลักดินที่ดีเมื่อต้อกลงดินแล้วต้อมีความต้านทานการต้อลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง

❖ เนื้อดินบริเวณที่ต้อหลักดินที่ดีควรถเป็นดินแท้ๆ และต้อต้อไม่ต้อถูกกันหรือล้อมรอบด้วยหิน, กรวด, ทราย หรือแผ่นคอนกรีต เพราะเป็นอุปสรรคต้อการแพร่กระจายของประจุไฟฟ้าลงสู่ดิน ทำให้ความต้านทานการต้อลงดินมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐาน (ในกรณีที่ใช้หลักดินตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง และสภาพพื้นที่และเนื้อดินไม่ใช่อุปสรรคในดินแล้ว ความต้านทานการต้อลงดินในเขตบริการของการไฟฟ้านครหลวงจะไม่เกิน 5 โอห์มเสมอ โดยไม่ต้องตรวจวัด)

❖ ห้ามใช้ตะปูคอนกรีตต้อเข้าไปในผนังหรือพื้นคอนกรีตแทนหลักดิน เพราะตะปูคอนกรีตไม่สามารถกระจายกระแสไฟฟ้าลงดินเมื่อมีไฟรั่วได้ หลักดินสั้นๆ ขนาด 1 ฟุต ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์สื่อสารก็ไม่สามารถใช้เพื่อความปลอดภัยนี้ได้ ซึ่งยอมไม่สามารถเทียบได้กับหลักดินมาตรฐานยาว 2.40 เมตร เพื่อการต้อลงดินที่ดีได้ หลักดินที่ยาวจะต้อได้ลึกและยังให้ความต้านทานดินที่ต่ำ

❖ ตำแหน่งของหลักดินควรถอยู่ใกล้กับตู้เมนสวิตซ์

❖ ห้ามแช่หลักดินในน้ำ เพราะเมื่อมีไฟรั่วจะแพร่กระจายไปกับน้ำและเกิดอันตรายกับผู้ที่อยู่ในน้ำ ถ้าจำเป็นต้อต้อหลักดินในน้ำต้อต้อให้มิดดิน และสายต้อหลักดินก็ต้อต้อหุ้มฉนวนให้มิดชิดด้วย

❖ ขนาดของสายต้อหลักดินจะขึ้นอยู่กับขนาดของสายเมน และต้อต้อไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม. โดยควรมีท่อหรือฉนวนหุ้มอยู่ด้วย

❖ การต้อหลักดินควรถต้อให้ลึกที่สุด และถ้าเป็นหัวต้อหลักดินชนิดยึดด้วยแรงกลก็ควรถให้หัวต้อฝังพื้นดิน หรือระดับที่ต้อจมน้ำท่วมเพื่อหลีกเลี่ยงการผุกร่อนของหัวต้อ และสามารถตรวจต้อได้ง่าย

❖ หัวต้อชนิดหลอมละลายสามารถต้อให้จมดินได้ แต่ต้อต้อใช้สายต้อหลักดินที่มีเกลียวเส้นใหญ่ และหุ้มฉนวนมิดชิดเพื่อไม่ให้สายเกลียวผุกร่อน

