บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด

การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร

(Electrical Installation)

รหัสวิชา 20104-2005

โดย พุฒิพงศ์ ไชยราช

การติดตั้งสายดิน

สาระสำคัญ

การติดตั้งสายดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอันตราย ที่จะเกิดกับบุคคลที่ไปสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยบังเอิญ ถ้าหากส่วนที่ไปสัมผัสนั้นมีแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากมีกระแสไฟฟ้ารั่วไหล หรือการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า และเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าลัดวงจรลงดิน

สาระการเรียนรู้

- 1. การต่อลงดิน
- 2.ประโยชน์ของการต่อลงดิน
- 3.หลักดิน (Grounding Electrode)
- 4.การลดค่าความต้านทานของการต่อลงดิน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกจุดประสงค์ของการติดตั้งสายดิน และอธิบายวิธีการติดตั้งสายดินได้
2. บอกประโยชน์ของการต่อลงดินได้
3. บอกประเภทของหลักดินได้
4. อธิบายวิธีการลดค่าความต้านทานของการติดตั้งสายดินได้

1 การต่อลงดิน

การต่อลงดิน หมายถึง การต่อส่วนของระบบไฟฟ้า หรือส่วนที่เป็นโลหะลงดิน

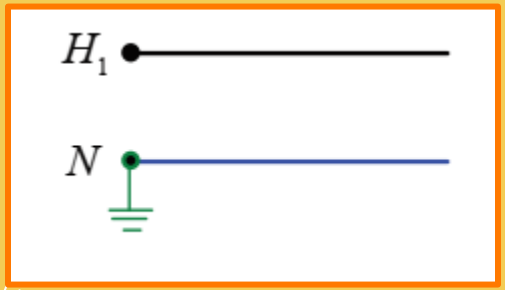
1.1 การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า

เป็นการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

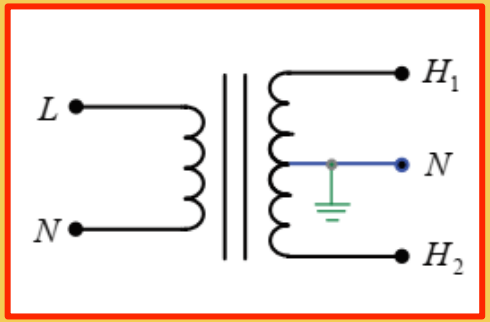
จุดประสงค์ของการต่อลงดิน

1. เพื่อจำกัดแรงดันไฟฟ้าเกินของระบบไฟฟ้า
2. เพื่อให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเทียบกับดิน
3. เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินทำงานได้เร็วขึ้น

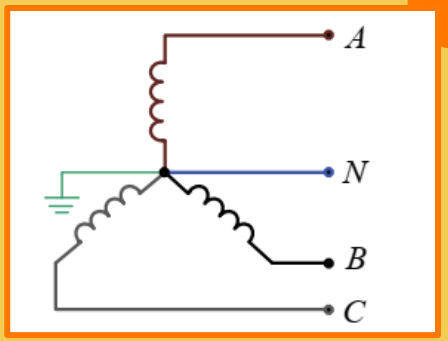
การต่อลงดินในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ



(ก) ระบบ 1 เฟส 2 สาย



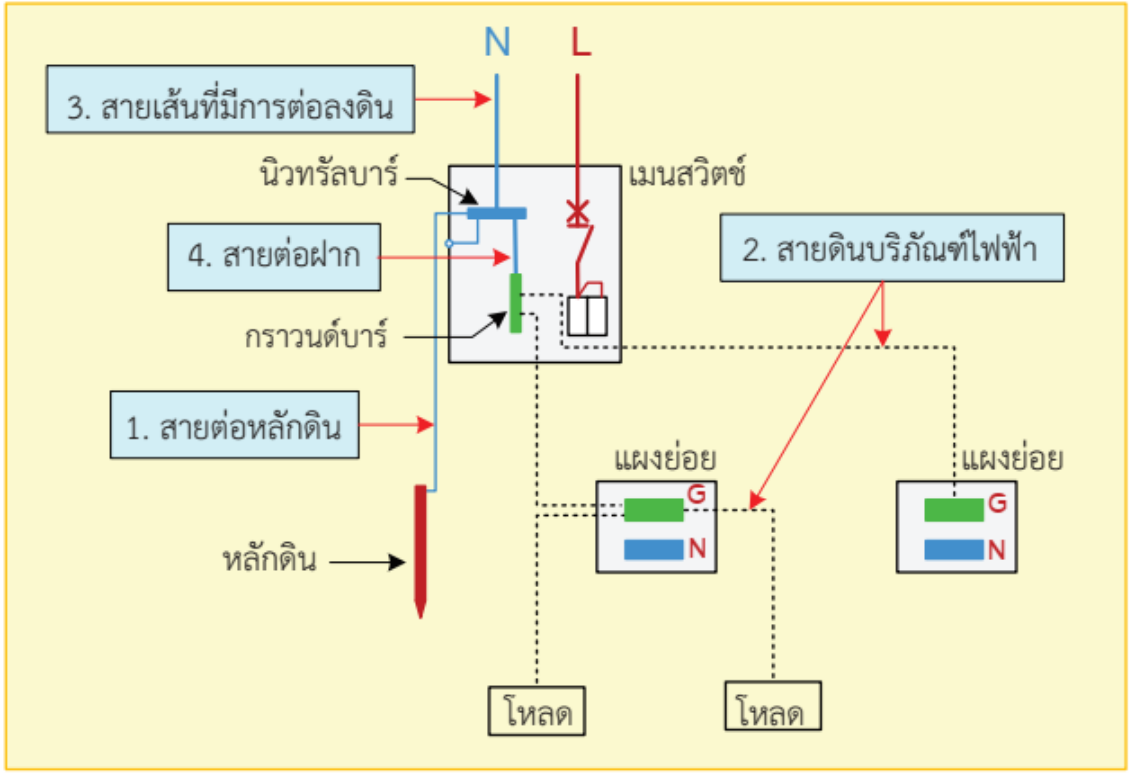
(ข) ระบบ 1 เฟส 3 สาย



(ค) ระบบ 3 เฟส 4 สาย

1.2 การกำหนดชนิดและขนาดของสายดิน

การกำหนดชนิดและขนาดของสายดินในวงจรไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน



ระบบสายดินของวงจรไฟฟ้า

สายต่อหลักดิน

1. ชนิดของสายต่อหลักดิน สายต่อหลักดินต้องเป็นสายทองแดงเท่านั้น

2. ขนาดของสายต่อหลักดินต้องมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนด

ตารางแสดงขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดสายเมนเข้าอาคาร (ตัวนำทองแดง) มม.^{2}	ขนาดสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) มม.^{2}
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

สายดินบริภัณฑ์ไฟฟ้า

1. ชนิดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องเป็นสายทองแดง
2. ขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าที่กำหนด

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดิน (ทองแดง) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า (ตารางมิลลิเมตร)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185
4,000	240
6,000	400

ตารางแสดงขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

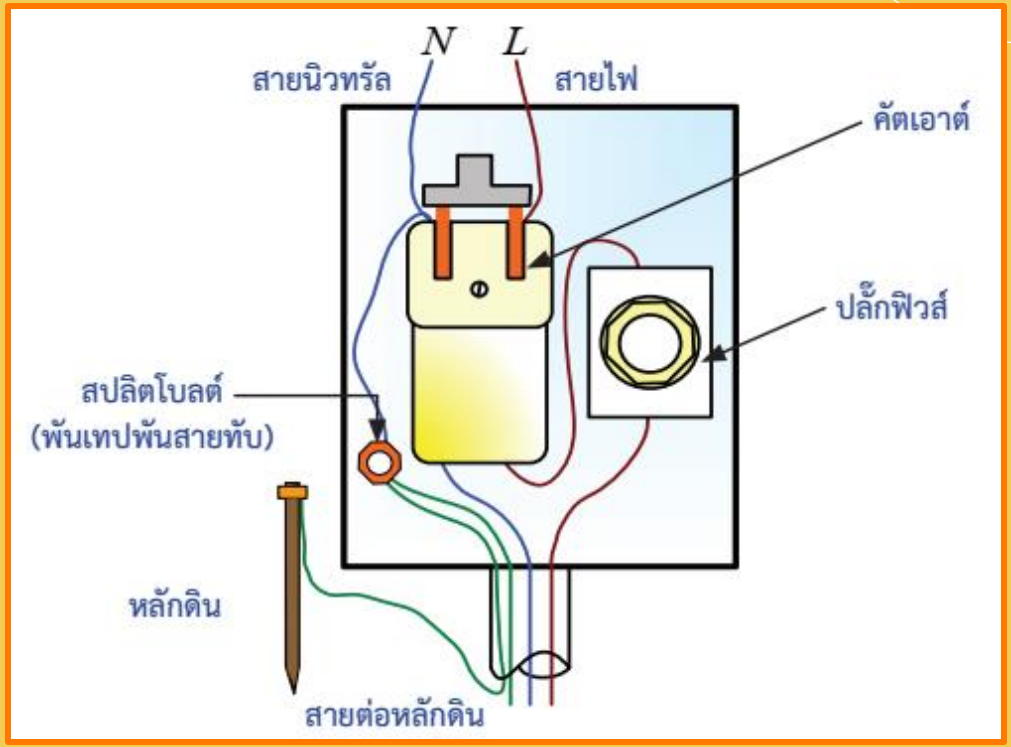
สายเส้นที่มีการต่อลงดิน

สายเส้นที่มีการต่อลงดินสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าแรงต่ำจากการไฟฟ้าฯ คือสายนิวทรัลเส้นที่ต่อมาจากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ หรือถ้าใช้สายไฟฟ้าแรงสูงสายเส้นที่มีการต่อลงดิน คือ สายนิวทรัล มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย กำหนดให้ขนาดสายนิวทรัลของวงจร 3 เฟส 4 สาย ต้องสอดคล้องกับที่กำหนดในเรื่องสายเมนเข้าอาคาร

สายต่อฝาก

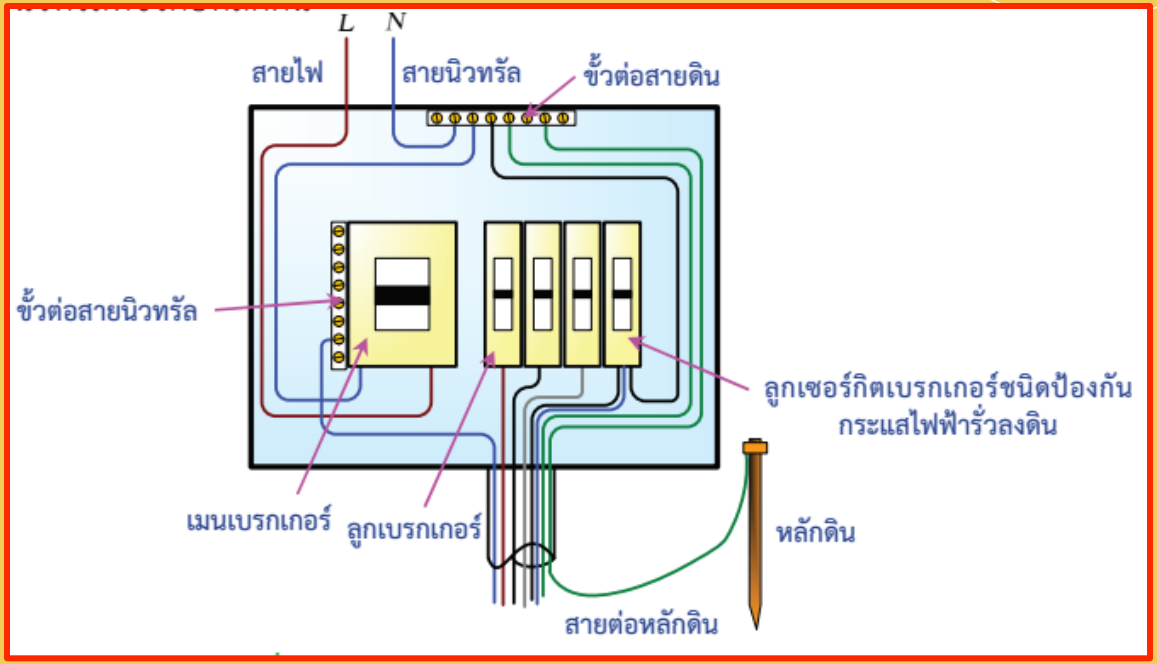
การต่อฝาก คือ การใช้ตัวนำต่อถึงกันทางไฟฟ้าระหว่างโลหะหรือตัวนำไฟฟ้า ซึ่งในสภาพปกติไม่ใช้เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า แต่เมื่อเกิดข้อผิดปกติและมีกระแสไหลผ่านต้องให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกเพื่อให้ระบบป้องกันทำงานได้ถูกต้อง

1.3 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์ กรณีที่แผงจ่ายไฟฟ้าเป็นคัตเอาต์



การต่อเมนสวิตช์แผงคัตเอาต์

1.4 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์ กรณีแผงจ่ายไฟฟ้าเป็นคอนซูมเมอร์



การต่อเมนสวิตช์คอนซูเมอร์

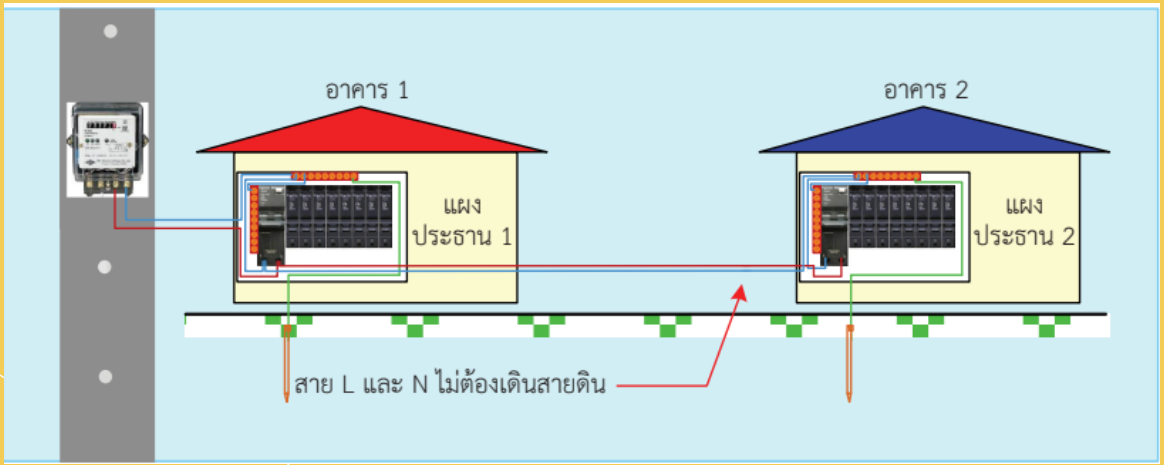
1.5 การต่อลงดินของบริภัณฑ์ประธานที่มีอาคารตั้งแต่ 2 หลังขึ้นไป

1. อาคารแต่ละหลังต้องมีหลักดินเพื่อต่อสายที่มีการต่อลงดินของวงจรและระบบไฟฟ้า กระแสสลับและเครื่องห่อหุ้มของเครื่องปลดวงจรลงดิน

2. อนุญาตให้ไม่ต้องทำหลักดินของแต่ละอาคารตามข้อ 1 ก็ได้ ถ้ามีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

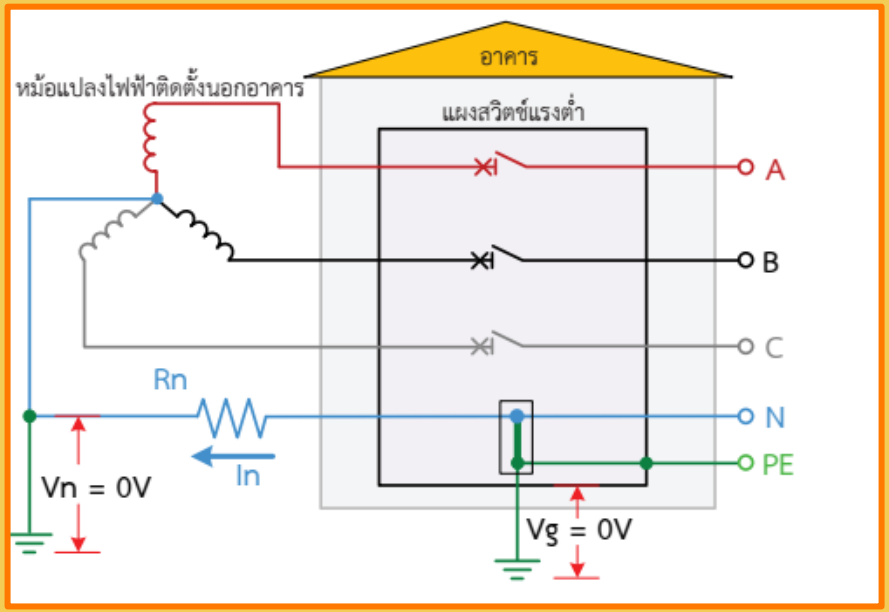
2.1 ในอาคารมีวงจรย่อยชุดเดียวและไม่ได้จ่ายไฟให้แก่บริภัณฑ์ที่ต้องต่อลงดิน และอาคารทั้งสองไม่ต่อถึงกันทางไฟฟ้า

2.2 มีการเดินสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าร่วมกับตัวอื่นของวงจร เพื่อไปต่อส่วนที่ไม่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ระบบท่อโลหะภายในและโครงสร้างของอาคาร ที่ต้องการต่อลงดิน



การต่อลงดินของบริภัณฑ์ประธานที่มีอาคารตั้งแต่ 2 หลังขึ้นไป

1.6 การต่อลงดินกรณีผู้ขอใช้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าแรงดันสูงจากการไฟฟ้าฯ

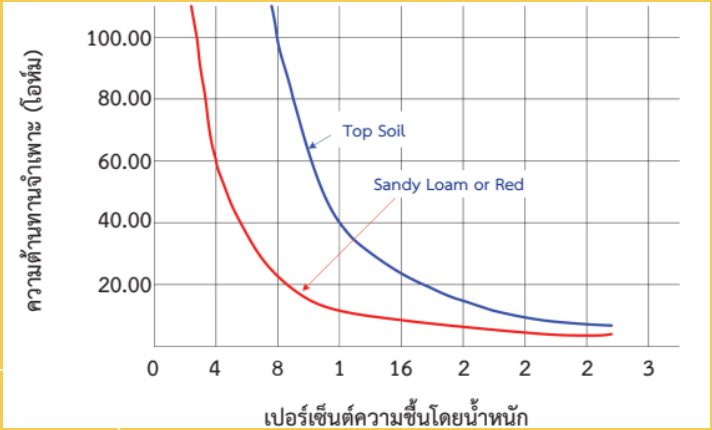


ระบบไฟฟ้าต่อลงดิน เมื่อมีหม้อแปลงไฟฟ้าอยู่นอกอาคาร

2 ประโยชน์ของการต่อลงดิน

2.1 ส่วนประกอบของดิน

1. ความชื้น (Moisture)
2. ความแน่นของดิน (Compactness)
3. อุณหภูมิ (Temperature)
4. ฤดูกาล (Weather Conditions)
5. ปริมาณเกลือแร่ที่ละลายในดิน (SalineWater)
6. องค์ประกอบของดิน (Compositions)
7. ขนาดของอนุภาคดิน (Size Particles)



แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความต้านทานจำเพาะของดิน

3 หลักดิน (Grounding Electrode)

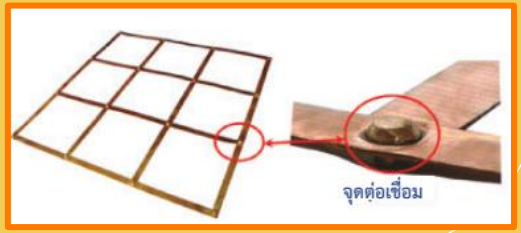
3.1 ประเภทของหลักดิน

1) หลักดิน (Grounding Electrode) เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะราคาถูก ติดตั้งง่าย

2) หลักดินที่หุ้มด้วยคอนกรีต (Concrete Encrased Electrode) คอนกรีตที่ฝังอยู่ในดินและมีความชื้นอยู่รอบ ๆ จะเป็นวัตถุกึ่งนำไฟฟ้า

3) แท่งหรือสายเคเบิลที่ฝังดิน (Buried Strip or Cable) กรณีที่บริเวณติดตั้งระบบสายดินมีทราย หรือมีชั้นหินอยู่ใกล้ผิวดิน

4) กริด (Grid) เป็นระบบที่นิยมใช้กับสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั่วสถานี

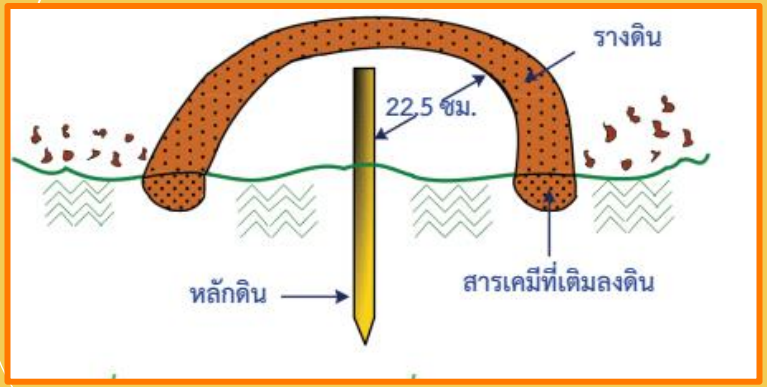


5) แผ่นฝัง (Buried Plate) หลักดินที่มีลักษณะเป็นแผ่นจะถูกนำมาใช้ เมื่อไม่ต้องการขุดดินลงไปลึก ๆการฝังแผ่นจะทำในแนวดิ่งหรือแนวนอนก็ได้

4 การลดค่าความต้านทานของการต่อลงดิน

4.1 การลดค่าความต้านทานโดยการปรับปรุงสภาพดิน

1) วิธีขุดราง โดยการขุดดินเป็นรางรอบๆ หลักดิน มีลักษณะเหมือนขนมโดนัท



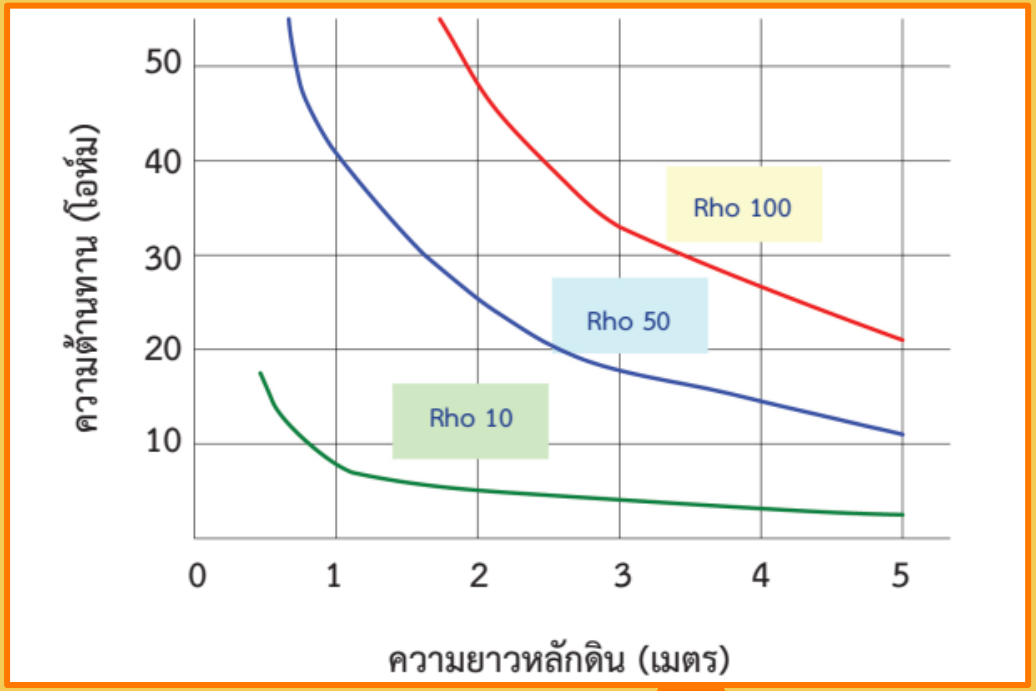
แสดงวิธีการเพิ่มสารเกลือลงในดิน

2) วิธีกลบทับ โดยการขุดหน้าดินบริเวณด้านบนของหลักดินออก แล้วเทสารเกลือลงไปทำให้เกลือสัมผัสกับหลักดินโดยตรงแล้วกลบดินทับ

3) วิธีใช้กระบอกบรรจุสารเคมี โดยการใช้กระบอกบรรจุสารเคมีฝังห่างจากหลักดินประมาณ 4-6 นิ้ว

4.2 การลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มความยาวหลักดิน

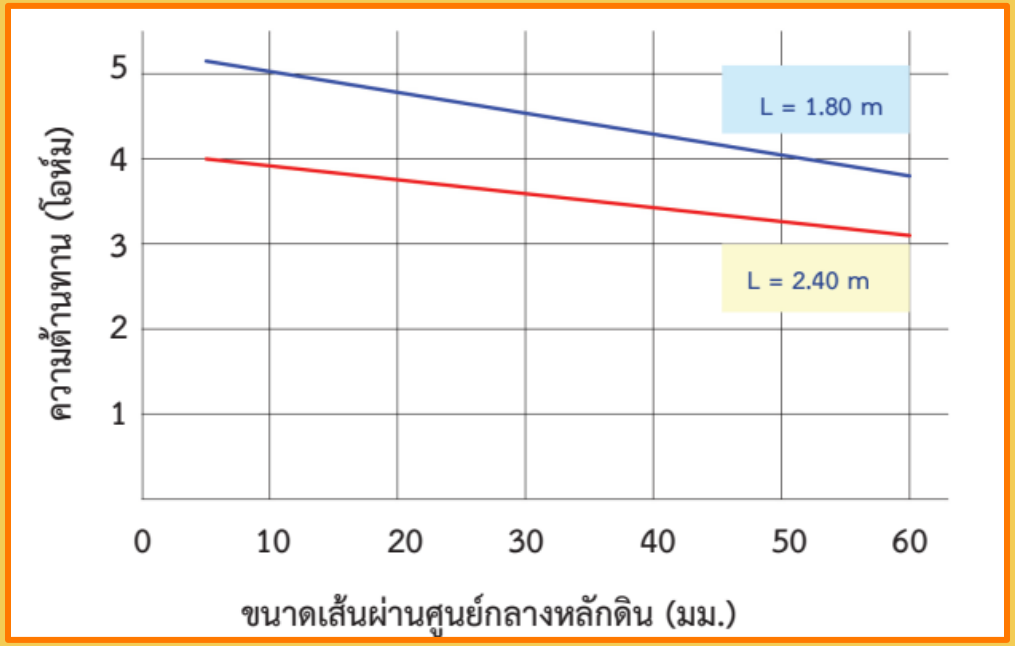
การลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มความยาวหลักดิน เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในทางปฏิบัติแต่ไม่สามารถใช้ได้ในทุกกรณี เพราะเมื่อหลักดินยาวมากๆ การติดตั้งจะทำได้ยาก



กราฟแสดงการลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มความยาวหลักดิน

4.3 การลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลักดิน

การลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลักดิน เป็นอีกวิธีหนึ่งในการเพิ่มพื้นที่สัมผัสดิน



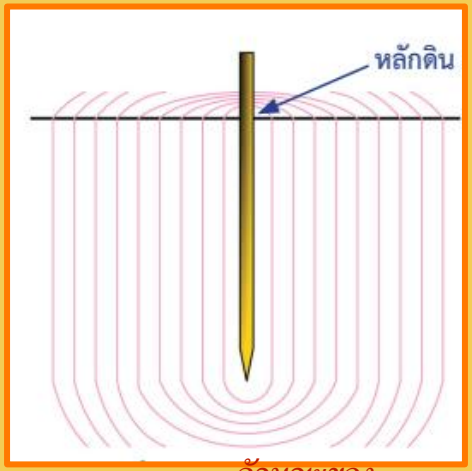
กราฟแสดงการลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลักดิน

4.4 การลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มจำนวนหลักดิน

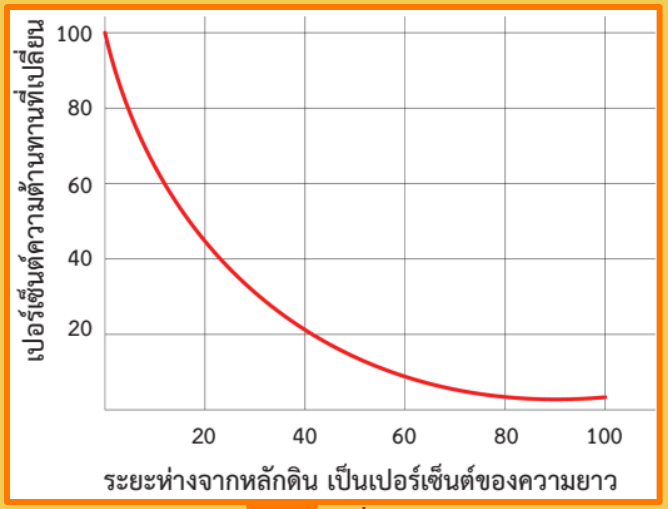
การลดค่าความต้านทานโดยการเพิ่มจำนวนหลักดิน ทำได้หลายแบบ เช่น การวางหลักดินให้เรียงกันเป็นแนวยาว วางเป็นรูปสามเหลี่ยม

Shell of Resistance

การต่อระหว่างหลักดินกับดิน เป็นการต่อระหว่างวัตถุตัวนำกับกึ่งตัวนำในลักษณะของการสัมผัสระหว่างตัวนำไฟฟ้ากับพื้นที่



ลักษณะของ Shell of Resistance



กราฟแสดงความต้านทานเปลี่ยนตามระยะทางที่ห่างออกไปจากหลักดิน

4.5 ระยะห่างระหว่างหลักดิน

ตารางแสดงระยะห่างระหว่างหลักดิน

ตัวคูณลดตามจำนวนหลักดิน (หลักดินขนาด 16 มิลลิเมตร ยาว 2.40 เมตร)		
จำนวน Rod	ระยะห่างระหว่าง Rod 2.4 เมตร	ระยะห่างระหว่าง Rod 4.8 เมตร
2	0.58	0.54
3	0.42	0.38
4	0.34	0.29
6	0.25	0.21
8	0.19	0.16
10	0.16	0.13

4.6 หลักดินหลายแท่งติดตั้งเป็นรูปสี่เหลี่ยม

การติดตั้งหลักดินเป็นรูปสี่เหลี่ยม

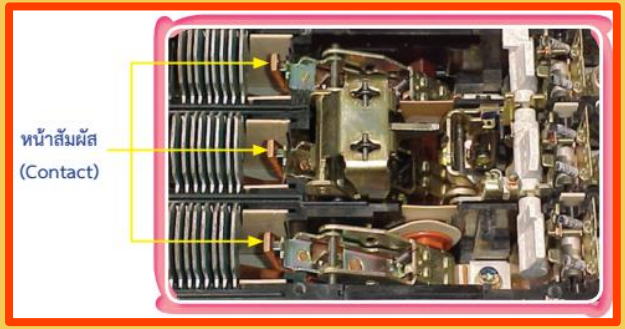
ตัวคูณลดตามจำนวนหลักดิน (หลักดินขนาด 16 มิลลิเมตร ยาว 2.40 เมตร)		
จำนวน Rod	ระยะห่างระหว่าง Rod 2.4 เมตร	ระยะห่างระหว่าง Rod 4.8 เมตร
4	0.7225	0.6112
8	0.5800	0.4567
12	0.4570	0.3625

หน่วยที่ 9 การติดตั้งสายดิน

หน่วยที่ 8การเดินสายไฟด้วยท่อร้อยสาย

หน่วยที่ 10 รตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ป้องกัน

3) หน้าสัมผัส (Contact) ทำด้วยทองแดง เคลือบผิวหน้าด้วยเงินเพื่อให้ทนต่อเปลวอาร์กได้ดี



หน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์

4) กลไกตัดวงจร สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กทั่วไป

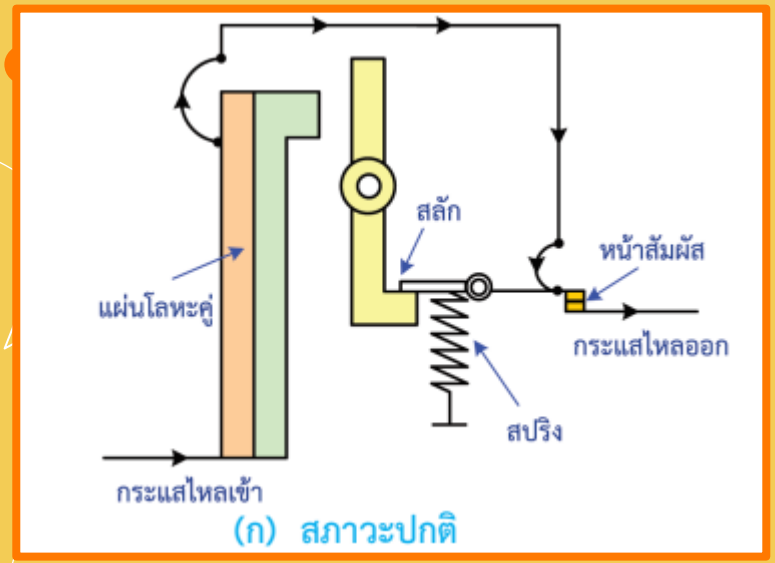
(ก) แบบความร้อน

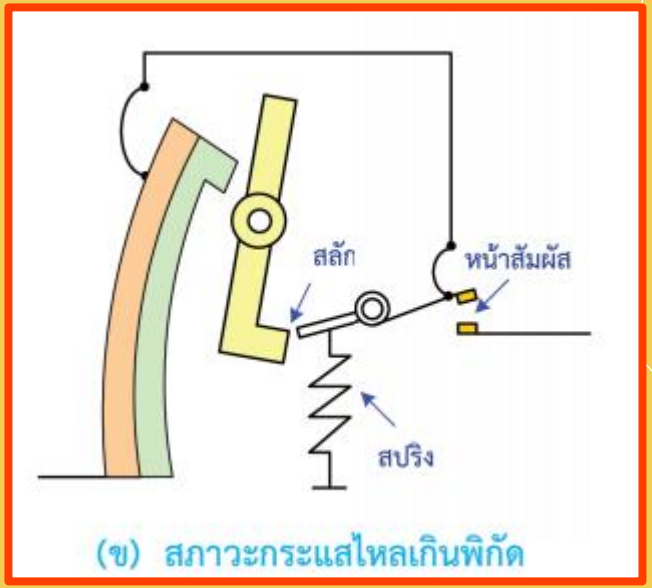
(ข) แบบอำนาจแม่เหล็ก

กลไกตัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์

1) Thermal Magnetic เมื่อกระแสไหลเกินพิกัด (Overload) ประมาณ 125%

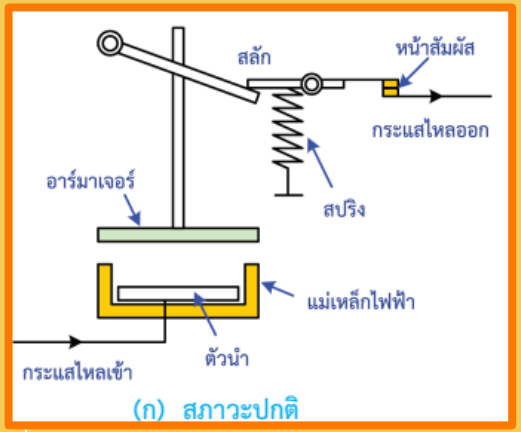
Thermal Unit ใช้สำหรับตัดวงจรเมื่อกระแสไหลเกินพิกัด อันเนื่องมาจากการใช้โหลดมากเกินไป



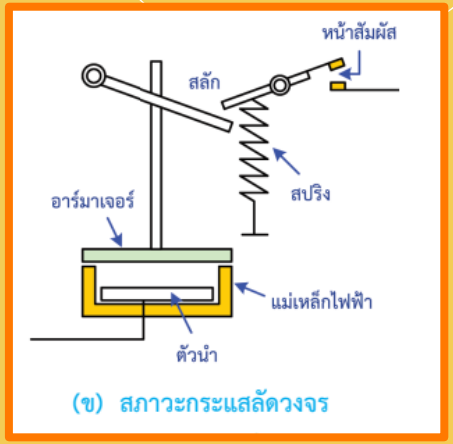


แสดงเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแบบความร้อน

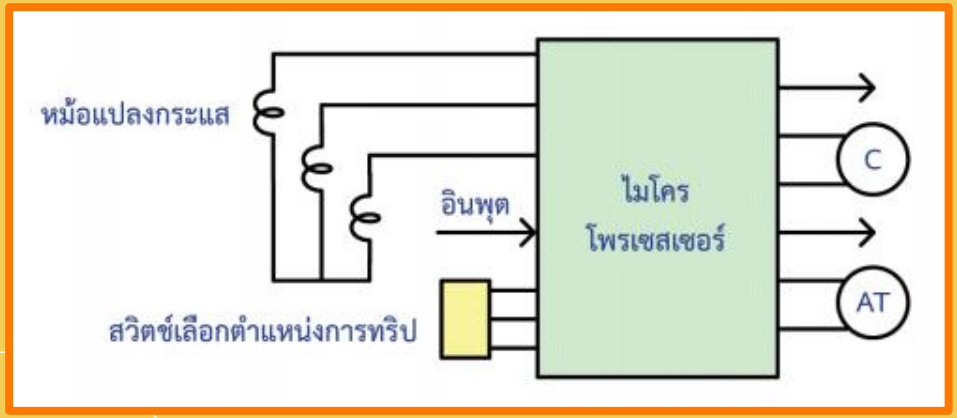
Magnetic Unit ใช้สำหรับตัดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร หรือมีกระแสประมาณ 8-10 เท่าขึ้นไปไหลผ่าน



แสดงเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแบบอำนาจแม่เหล็ก



2) Solid State Trip เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่วิเคราะห์กระแส



Solid State Trip

2.4 Miniature Circuit Breaker

มินิเอเจอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898 การใช้งานเหมาะสำหรับบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ด้านไฟฟ้า

Miniature Circuit Breaker

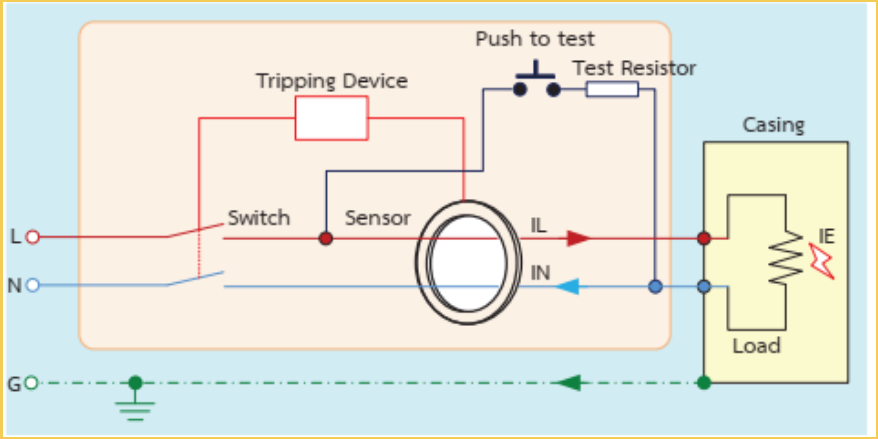
2.5 อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด (Residual Current Device : RCD)

อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าอัตโนมัติ เมื่อเกิดไฟรั่ว

(ก) แบบ 2 ขั้ว

โครงสร้างและส่วนประกอบของ
อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด RCCB

(ข) แบบ 4 ขั้ว



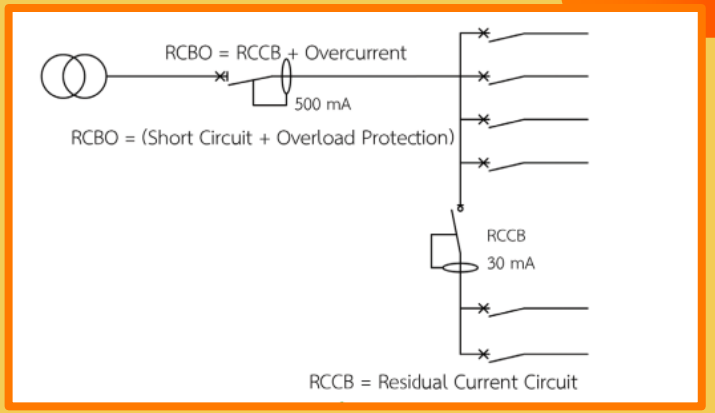
แสดงวงจรการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด RCCB

2) อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด กระแสไฟฟ้าเกินพิกัด และกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Residual Current Circuit Breaker with Over Current Protection : RCBO) ตามมาตรฐาน IEC 61009 / มอก. 909-2548 เป็นอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด

(ก) แบบ 1 ขั้ว

(ข) แบบ 2 ขั้ว

(ค) แบบ 4 ขั้ว



แสดงวงจรของอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว ไฟดูด กระแสเกินพิกัด และกระแสลัดวงจร

2.6 แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์

แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (ACB) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้กับแรงดันต่ำกว่า 1,000 โวลต์มีขนาดใหญ่ ใช้เป็นเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ มี2

1) แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Type) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดยึดติดกับที่

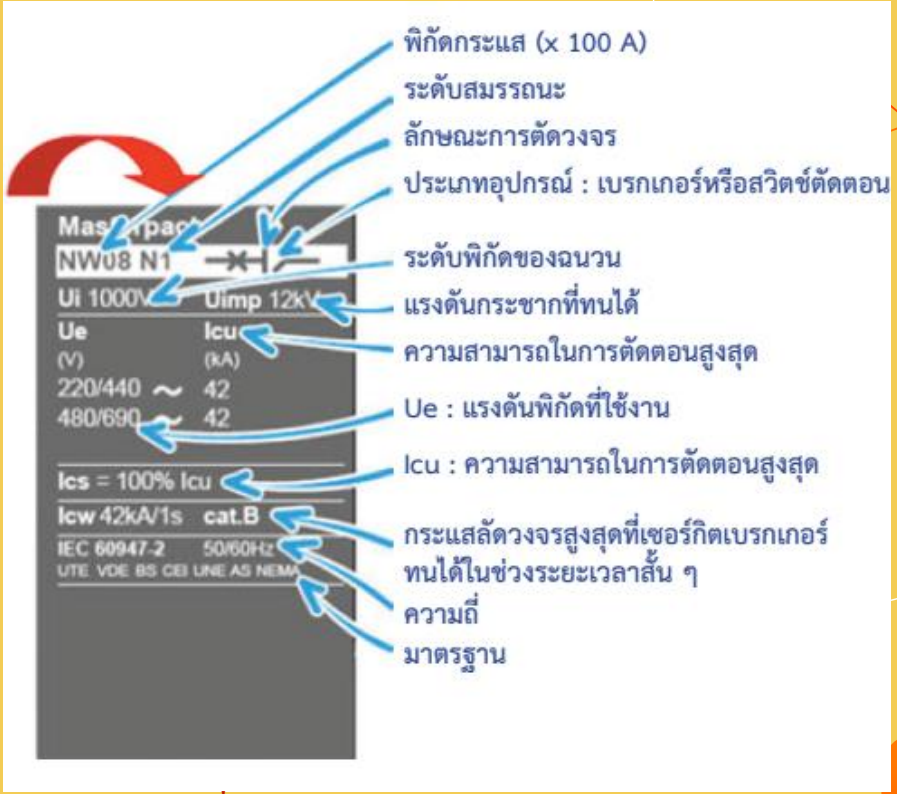
(ก) ตัวอย่างแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ แบบติดตั้งอยู่กับที่

(ข) ตัวอย่างการใช้งานแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ แบบติดตั้งอยู่กับที่

แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ แบบติดตั้งอยู่กับที่

2) แบบดึงออกได้ (Drawout Type) เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ติดตั้งบนโครงล้อเลื่อนที่สามารถเลื่อนไปตามรางที่เตรียมไว้

(ก) โครงสร้างของแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบดึงออกได้



(ข) แผ่นป้ายชื่อแอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบดึงออกได้

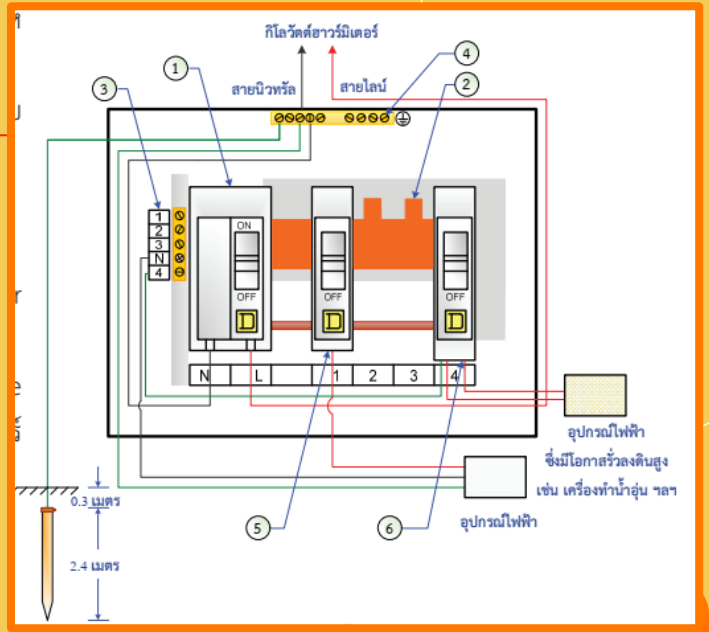
3 คอนซูเมอร์ยูนิต (Consumer Unit)

คอนซูเมอร์ยูนิต เป็นแผงจ่ายไฟฟ้าสำเร็จรูป นิยมใช้ในบ้านพักอาศัย หรือสำนักงานขนาดเล็กที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 1 เฟส2 สาย

คอนซูเมอร์

รายละเอียดภายในและการต่อสายของคอนซูเมอร์

1. เมนเบรกเกอร์ 2 ขั้ว ให้เลือกตามขนาดมิเตอร์ของการไฟฟ้า
2. บัสบาร์สำหรับต่อเข้ากับเบรกเกอร์
3. Neutral Lug (N)
4. Ground Bar (G)
5. Miniature Circuit Breaker แบบ 1 ขั้ว สำหรับวงจรย่อย
6. Earth Leakage Miniature Circuit Breaker แบบ 1 ขั้ว (เป็นเบรกเกอร์ชนิดป้องกันไฟดูด)



การติดตั้งคอนซูเมอร์ยูนิต

4 โหลดเซ็นเตอร์ (Load Center)

4.1 โหลดเซ็นเตอร์ แบบเมนลัก

จะมีขั้วต่อสาย (Terminal) ซึ่งใช้ต่อกับสายเมนทั้ง 3 เฟส และขั้วต่อ สำหรับต่อสายนิวทรัลโดยไม่มีเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์

โหลดเซ็นเตอร์ แบบเมนลัก(Main Lug)

เซฟตีสวิตช์

4.2 โหลดเซ็นเตอร์ แบบเมนเบรกเกอร์

มีลักษณะคล้ายกับแบบเมนลัก แต่จะมีเมนเบรกเกอร์แบบ 3 ขั้ว ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมหลักในการจ่ายกระแสผ่านบัสบาร์ไปยัง Miniature Circuit Breaker

โหลดเซ็นเตอร์
แบบเมนเบรกเกอร์

5 สวิตช์บอร์ด (Switch Board)

สวิตช์บอร์ด เป็นแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ นิยมใช้ในอาคารขนาดกลาง-ขนาดใหญ่ ไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก

5.1 การติดตั้งสวิตช์บอร์ด

1) พื้นที่การติดตั้ง แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ การติดตั้งภายในอาคาร (Indoor) และการติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor)

(ก) การติดตั้งภายในอาคาร

(ข) การติดตั้งภายนอกอาคาร

2) ลักษณะการติดตั้ง แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบติดตั้งประจำกับที่ (Stationary Type) และแบบเคลื่อนที่ (Movable Type)

(ก) แบบติดตั้งประจำกับที่

(ข) แบบเคลื่อนที่

3) รูปแบบการติดตั้ง แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบตั้งพื้น (Floor Standing) และแบบติดผนัง(Wall Mount)

(ก) แบบตั้งพื้น

(ข) แบบติดผนัง

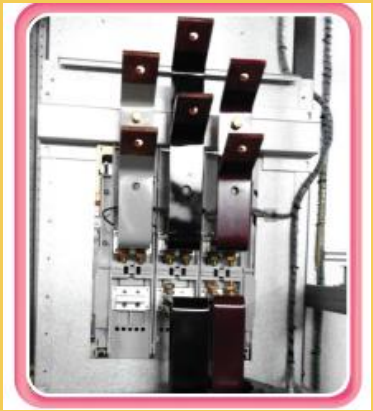
5.2 อุปกรณ์ภายในตู้สวิตช์บอร์ด

1) โครง (Frame) ทำจากเหล็กอลูซิงก์(Aluzinc)

โครงตู้สวิตช์บอร์ด

2) บัสบาร์ (Bus Bar) มีทั้งชนิดที่ตัวนำทำด้วยทองแดงและอะลูมิเนียม

(ก) บัสบาร์แบบเปลือย



(ข) บัสบาร์แบบพ่นสี

3) เซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับสวิตช์บอร์ดแรงดันต่ำ (แรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์) เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ทั่วไปมี 2 แบบ คือ แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ และโมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์

4) เครื่องวัดไฟฟ้า เครื่องวัดพื้นฐานที่ใช้ในตู้สวิตช์บอร์ดทั่วไป คือ โวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์

(ก) แบบแอนะล็อก

(ข) แบบดิจิทัล

5) อุปกรณ์ประกอบ

(1) หม้อแปลงกระแส เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการวัดกระแสไฟฟ้า ต่อร่วมกับแอมป์มิเตอร์

หม้อแปลงกระแสแบบต่าง ๆ

หน่วยที่ 9
การติดตั้งสายดิน

หน่วยที่ 8
การเดินสายไฟฟ้าด้วยท่อร้อยสาย

หน่วยที่ 10
การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ป้องกัน