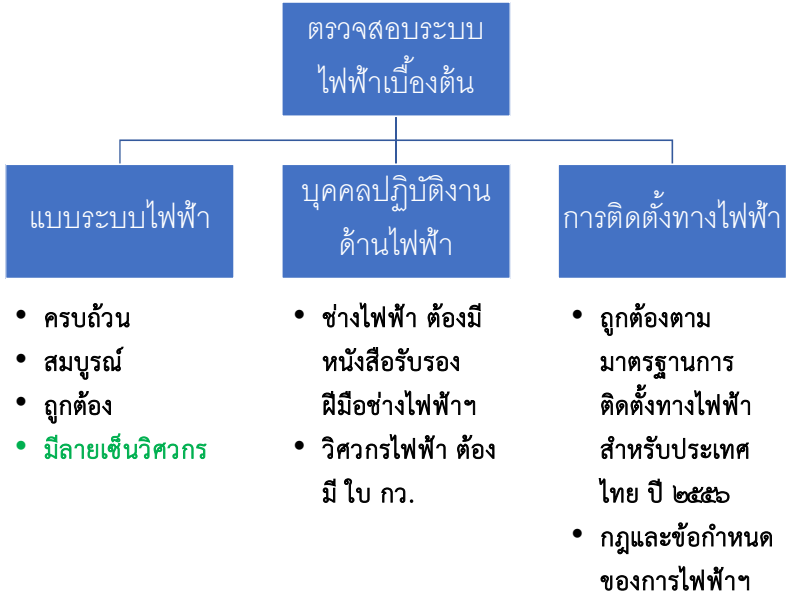
การตรวจสอบระบบไฟฟ้าเบื้องต้น ในโครงการก่อสร้าง

อาจารย์มนตรี เงาเดช

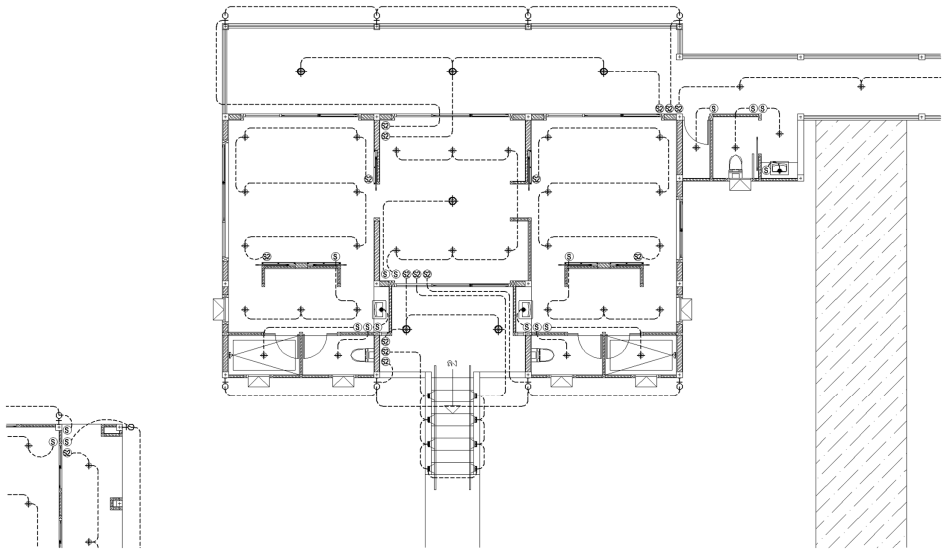
สฟก.๓๕๘๙



แบบระบบไฟฟ้า

แบบไฟฟ้า ต้องประกอบด้วย

- สารบัญแบบ
- สัญลักษณ์ประกอบแบบ
- รายการประกอบแบบ
- ตารางโหลด
- Single line diagram (ถ้ามี)
- แบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- แบบระบบไฟฟ้ากำลัง
- แบบผังเมนระบบไฟฟ้า ตำแหน่งหม้อแปลง , ตำแหน่งติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า
- รายละเอียดการติดตั้ง



บุคลที่ปฏิบัติงานด้านไฟฟ้า

ช่างไฟฟ้าฝ่าฝืนไม่มีบัตรประจำตัว จะมีความผิด ปรับไม่เกิน ๕,๐๐๐ บาท

นายจ้างที่จ้างแรงงานที่ไม่มีบัตรประจำตัวช่างไฟฟ้า มีความผิด ปรับไม่เกิน ๓๐,๐๐๐ บาท

ซึ่งกฎหมายฉบับนี้ดังกล่าว ควบคุมผู้ประกอบอาชีพช่างไฟฟ้าทุกคน (ยกเว้นผู้ที่จบวิศวะฯ และมีใบ กว. ช่างไฟฟ้ากำลัง)

นักศึกษาที่จบ ปวช. ปวส. ปริญญาตรี ช่างไฟฟ้า จะมีแค่คุณวุฒิทางการศึกษา รับรองว่าจบการศึกษาระดับนั้น ๆ เท่านั้น ไม่ได้มีเอกสารหลักฐานที่ยืนยันว่าบุคคลนั้น ๆ สามารถปฏิบัติหน้าที่ช่างไฟฟ้าได้ถูกต้อง ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยจึงได้ออกมากฎหมายมาบังคับใช้ดังกล่าว

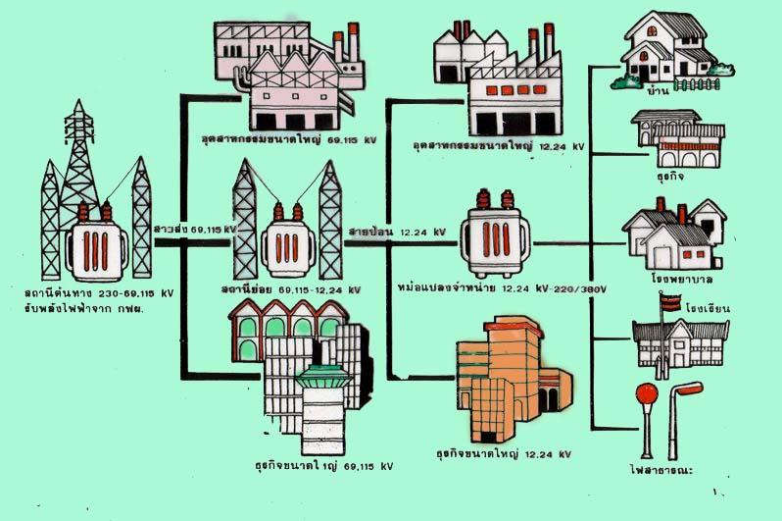
การติดตั้งทางไฟฟ้า

- ติดตั้งท่อร้อยสายวงจรย่อย
- ติดตั้งเดินสายไฟฟ้าสายวงจรย่อย
- ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า สวิตช์ เต้ารับ โคมไฟฟ้า
- ติดตั้งท่อร้อยสายระบบสายป้อน
- ติดตั้งสายไฟฟ้าระบบสายป้อน
- ติดตั้งแผงจ่ายไฟฟ้า (Load center , Consumer unit , MDB)
- ติดตั้งระบบสายประธาน , หม้อแปลงไฟฟ้า

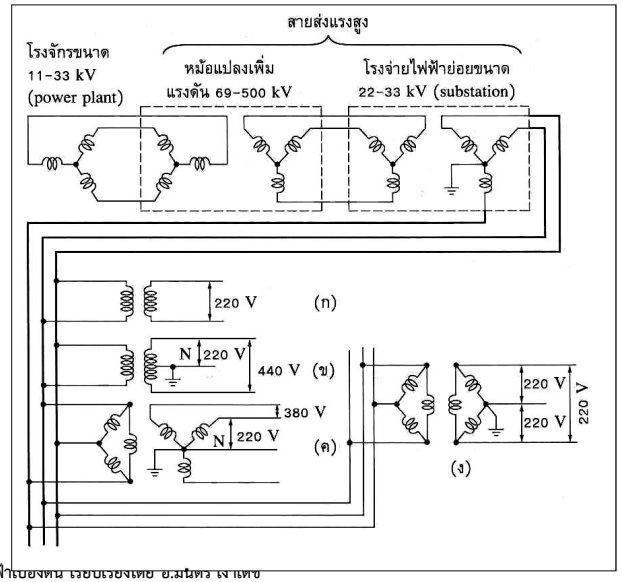
พื้นฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า

Basic of Power System Design

แผนภาพการจ่ายไฟ



ระบบไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบัน



ระบบไฟฟ้าต่างๆ ที่ส่งจ่ายไปยังผู้ใช้ไฟ

- **ระบบ 1 เฟส 2 สาย**
  - โดยมากใช้ส่งจ่ายให้กับที่อยู่อาศัยขนาดเล็กๆ และใช้กับเขตที่ไม่ใช่เขตชุมชน
- **ระบบ 1 เฟส 3 สาย**
  - โดยมากใช้สำหรับระบบไฟแสงสว่างของถนน
- **ระบบ 3 เฟส 4 สาย**
  - ระบบไฟฟ้าสำหรับโรงงานที่มีเครื่องจักรมาก อาคารพาณิชย์ หรืออาคารที่ทำการ

มาตรฐานระดับแรงดันไฟฟ้า

ระดับแรงดันไฟฟ้า	มาตรฐานเยอรมัน (DIN)	มาตรฐานสหรัฐอเมริกา (ANSI)
แรงดันไฟฟ้าต่ำ (low voltage)	1 kV	1 kV
แรงดันไฟฟ้ากลาง (medium voltage)	1-36 kV	1-72.5 kV
แรงดันไฟฟ้าสูง (high voltage)	69-765 kV	72.5-242 kV
แรงดันไฟฟ้าสูงพิเศษ (extra high voltage)	-	242-800 kV

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าในประเทศไทย

• ระบบจำหน่ายในประเทศไทย ดำเนินการโดยรัฐวิสาหกิจ 2 แห่ง

1. การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

กทม., นนทบุรี, สมุทรปราการ

2. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

จังหวัดอื่นๆ ที่เหลือ

การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

จำหน่ายกำลังไฟฟ้าในระดับแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

ระดับแรงสูง (3 เฟส) – 12 kV หรือ 24 kV

ระดับแรงต่ำ (3 เฟส 4 สาย) – 416 / 240 V (มาตรฐานอเมริกา)

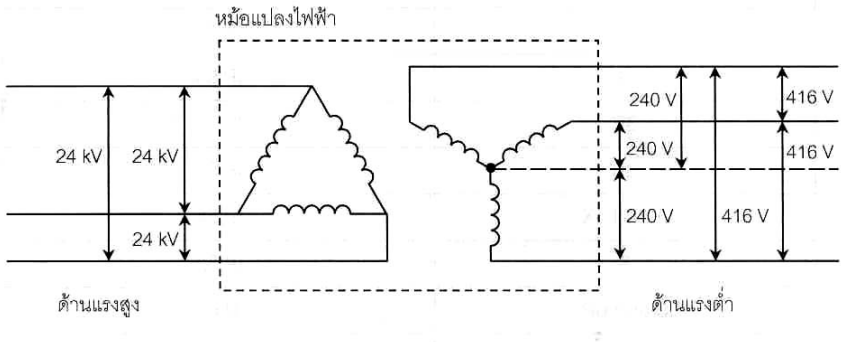
หมายเหตุ

- การคำนวนโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า จะใช้แรงดัน 380/220 V

- การคำนวนเกี่ยวกับหม้อแปลง ด้านแรงต่ำ จะใช้แรงดัน 416/240 V

ด้านแรงสูง จะใช้แรงดัน 24 kV

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

จำหน่ายกำลังไฟฟ้าในระดับแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

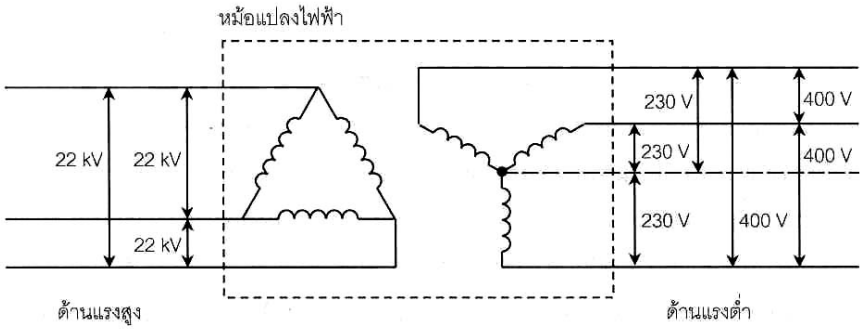
ระดับแรงสูง (3 เฟส) — 22 kV หรือ 33 kV

ระดับแรงต่ำ (3 เฟส 4 สาย) — 400 / 230 V (มาตรฐานยุโรป)

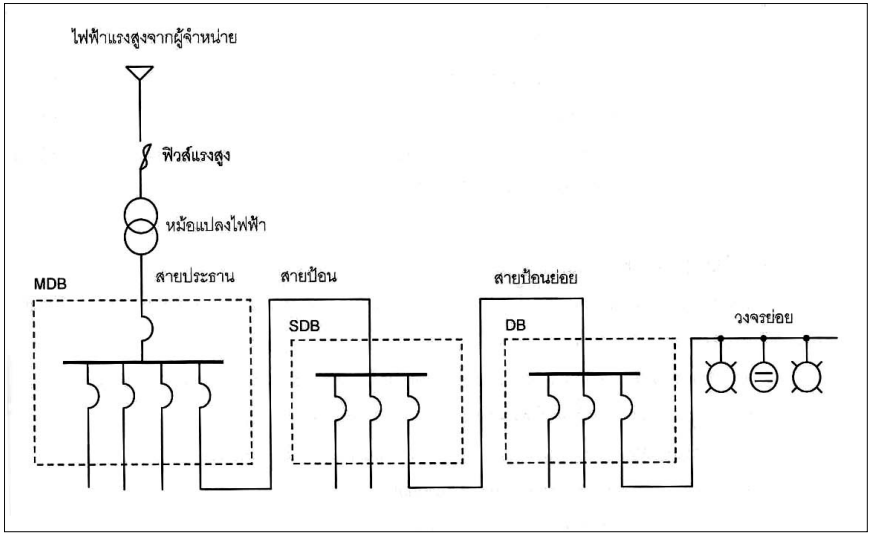
หมายเหตุ

- การคำนวนโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า จะใช้แรงดัน 400/230 V
- การคำนวนเกี่ยวกับหม้อแปลง ด้านแรงต่ำ จะใช้แรงดัน 400/230 V
  ด้านแรงสูง จะใช้แรงดัน 22 kV

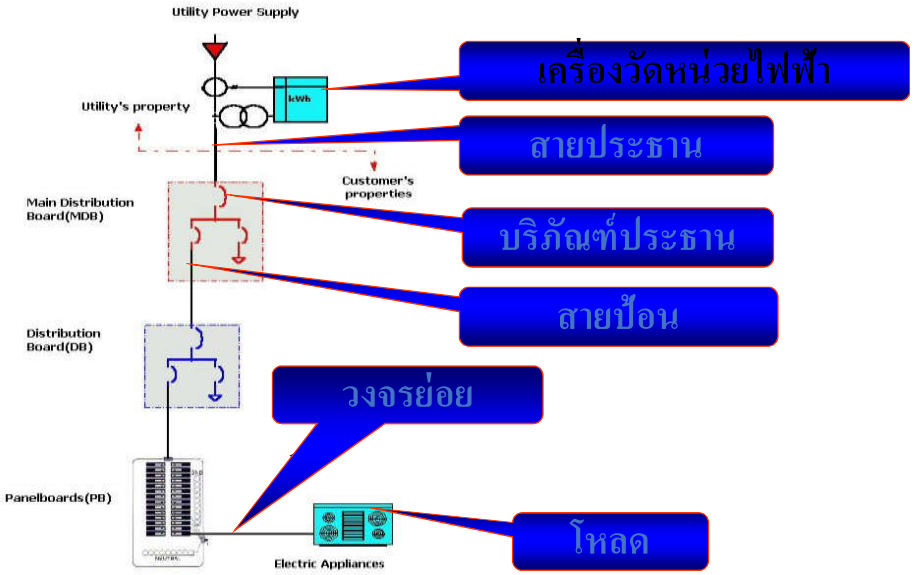
ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

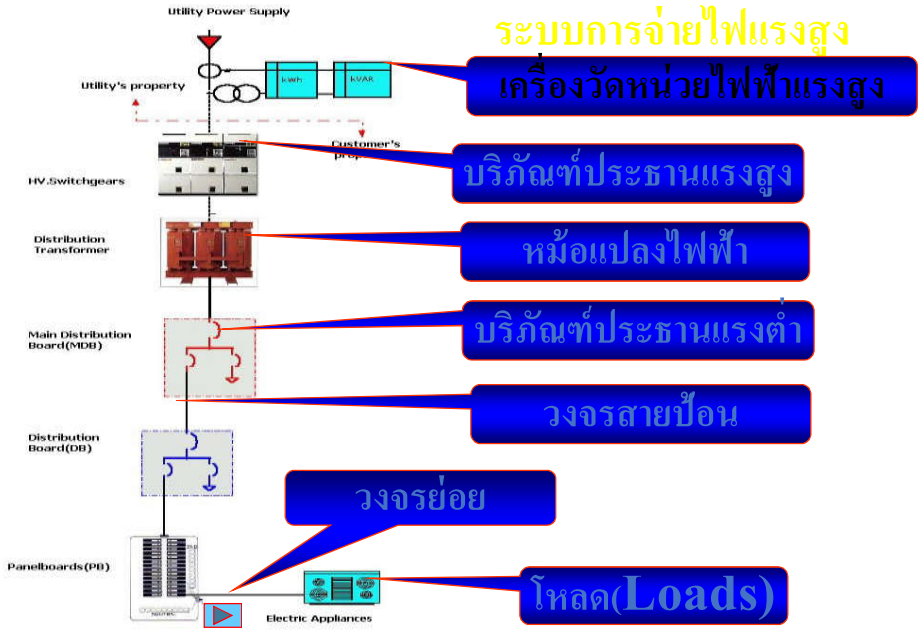


รูปแบบการออกแบบระบบไฟฟ้า



ระบบการจ่ายไฟแรงต่ำ





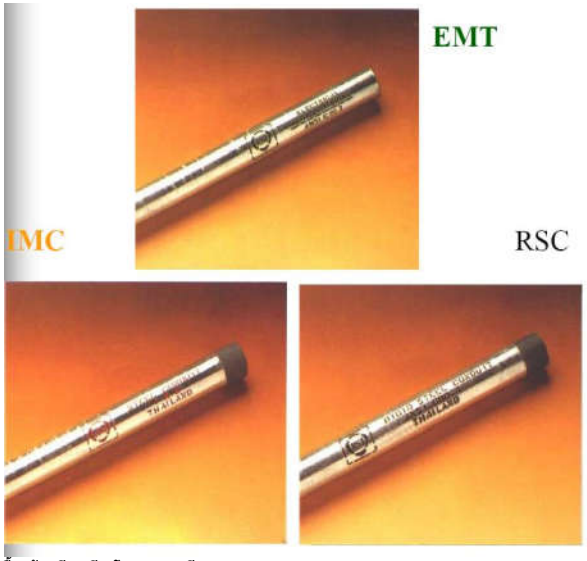
เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

อุปกรณ์ในการออกระบบไฟฟ้า

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ (โหลด)
2. ตัวนำไฟฟ้า (สายไฟฟ้า, บัสบาร์)
3. ท่อและราง สำหรับวางสายไฟฟ้า
4. อุปกรณ์ป้องกัน - เซอร์กิตเบรกเกอร์
   - ฟิวส์
5. หม้อแปลงไฟฟ้า

สายไฟฟ้า

ท่อสำหรับใส่สายไฟฟ้า



ท่อสำหรับใส่สายไฟฟ้า

ท่อ HDPE ใช้ติดตั้งสายใต้ดิน
(ห้ามนำมาติดตั้งในอาคาร)

ท่อสำหรับใส่สายไฟฟ้า

ท่อ PVC เหลือง ติดตั้งซ่อนในเพดาน
ซ่อนในผนัง

ท่อ PVC ขาว ติดตั้งบนผนัง (เดินลอยเกาะผนัง)

รางสำหรับวางสายไฟฟ้า

Wire way

Cable Tray

รางสำหรับวางสายไฟฟ้า

Cable Tray

Ladder Type

Perforated Type

Solid -Bottom Type

ฟิวส์

เซอร์กิตเบรกเกอร์

ตัวอย่าง MCB RCBO RCCB

เบรกเกอร์ลูกย่อย MCB (Miniature Circuit Breaker), RCCB (ELCB), RCBO

ตัวอย่าง MCCB

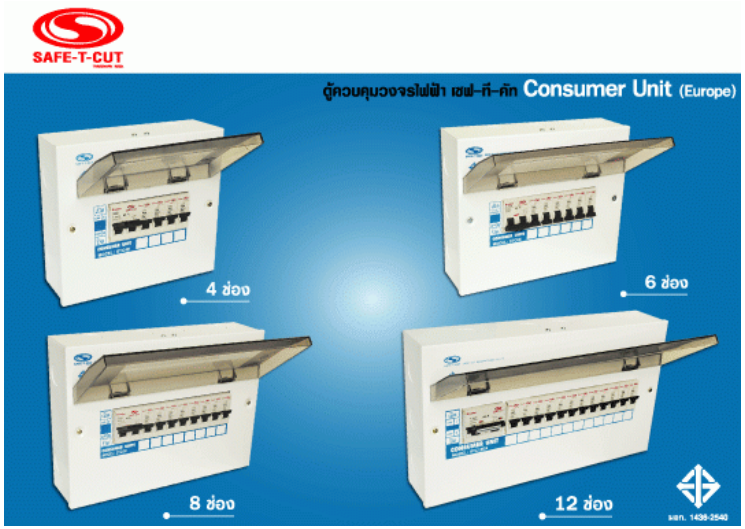
MCCB (Molded Case Circuit Breaker)

ตัวอย่าง ACB

ACB (Air Circuit Breaker)

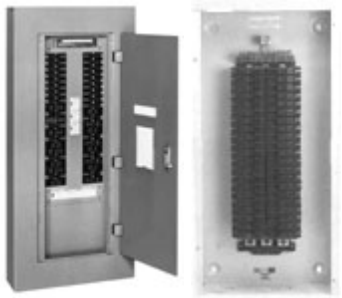
เซอร์กิตเบรกเกอร์

Consumer Unit



Load Center

Load Center



Main Lugs

Main Breaker

Main Distribution Board (ตู้ MDB)

Main Distribution Board (ตู้ MDB)

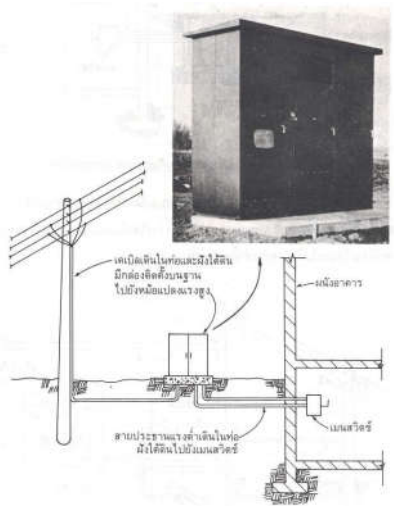
หม้อแปลงไฟฟ้า

1,000 kVA

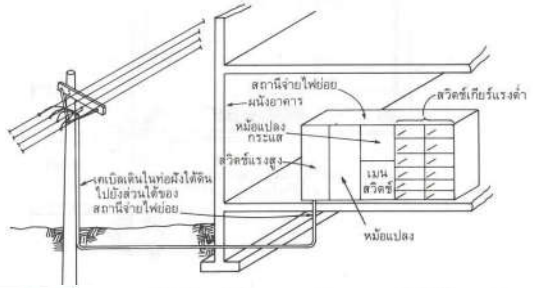
2,000 kVA

ก) ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า

ข) ติดตั้งบนพื้นดิน



ค) ติดตั้งในอาคาร



งานออกแบบ ที่ต้องมีใบกว.

1) ระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า
- ขนาดตั้งแต่ **300 kVA** ขึ้นไป
- ขนาดแรงดันระหว่างสายในระบบตั้งแต่ **3.3 kV**

2) ระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารสาธารณะ
- ขนาดการใช้ไฟฟ้ารวมกันตั้งแต่ **200 kVA** ขึ้นไป

3) ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย และระบบป้องกันฟ้าผ่า
- สำหรับอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารชุด

มาตรฐานสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า

Standard of Power System Design

มาตรฐานการออกระบบไฟฟ้า

แบ่งมาตรฐานการออกแบบเป็น 2 ประเภท คือ

- **มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ (Product Standard)**
- **มาตรฐานการติดตั้ง (Installation Standard)**

มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ (Product Standard)

- หน่วยงานที่ตรวจสอบต้องมีความน่าเชื่อถือ
- สินค้าที่มีมาตรฐานจะเป็นที่ยอมรับ
- สินค้า หรือ อุปกรณ์ที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบตามมาตรฐาน จะได้รับอนุญาตให้นำตราหรือสัญลักษณ์ของหน่วยงานที่ทำการทดสอบมาติดไว้บนตัวผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้
- หน่วยงานทดสอบมาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ของประเทศไทยคือ

“สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)”

มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ (Product Standard)

• มาตรฐานต่างประเทศ

• UL
• NEMA
• CSA
• IEC

• มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์สำหรับประเทศไทย

• TIS

Code	Country	Standardisation body	Abbreviation
ANSI	USA	American National Standards Institute	ANSI
BS	United-Kingdom	British Standards Institution	BSI
CEI	Italy	Comitatio Electtrotechnico Italiano	CEI
DIN/VDE	Germany	Verband Deutscher Electrotechniker	VDE
EN	Europe	Comité Européen De Normalisationelectrotechnique	CENELEC
GOST	Russia	Gosudarstvenne Komitet Standartov	GOST
IEC	Whole world	International Electrotechnical Commision	IEC
JIS	Japan	Japanese Industrial Standard	JISC
NBN	Belgium	Institut Belge De Normalisation	IBN
NEN	Holland	Nederlands Normalisatie Institut	NNI
NFC	France	Union Technique De l'Electricité	UTE
SAA	Australia	Standards Association Of Australia	SAA
UNE	Spain	Nacional De Racionalizacion Y Normalizacion	IRANOR

มาตรฐานการป้องกันทางกลของอุปกรณ์ไฟฟ้า

• วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากจะมีการผลิตได้มาตรฐานแล้ว ยังกำหนดความสามารถในการป้องกันทางกลของเครื่องห่อหุ้มด้วยของอุปกรณ์ด้วย

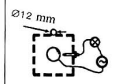
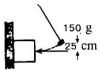
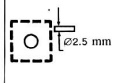
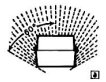
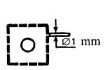
• ป้องกันอันตรายจากของแข็งหรือของเหลว

• มาตรฐานที่ใช้คือ ดัชนีแสดงค่ามาตรฐานการป้องกัน (IP) กำหนดโดย IEC 529 และ NEMA

ลักษณะเครื่องห่อหุ้ม ที่ต้องพิจารณาการป้องกันทางกล

SPECIFICATIONS

รุ่น	CO4E-R/32	CO4E-R/45	CO4E-R/50	CO4E-R/65	CO6E-R/32	CO6E-R/45	CO6E-R/50	CO6E-R/63	CO8E-R/45	CO8E-R/50	CO8E-R/63	CO10E-R/45	CO10E-R/50	CO10E-R/63
จำนวนช่อง	4				6				8			10		
ขนาดกระแสไฟฟ้า ที่กำหนด(A)	32	45	50	63	32	45	50	63	45	50	63	45	50	63
แรงดันไฟฟ้า(V)	220/240													
ความถี่(Hz)	50/60													
ความทนต่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (KA)	10													
กระแสไฟฟ้าผิดพร่องตัดวงจร (mA)	5/15/30													
ความไวในการตัดวงจรไฟฟ้า (Sec)	0.03+-0.02													
ระดับชั้นการป้องกัน	IP 30													
แรงดันไฟฟ้าฉนวนที่กำหนด(V)	240													
อุณหภูมิใช้งาน(°C)	10-40													
น้ำหนัก(Kg.)	3				3.6				3.9			4.5		
ขนาดมิติ(mm)กว้าง x ยาว x สูง	238x290x93				238x325x93				238x390x93			238x470x93		

รหัสหมายเลข	รหัสตัวที่หนึ่งเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัสและอันตราย อันอาจจะเกิดกับอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายใน		รหัสตัวที่สองเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากพวกของเหลวต่าง ๆ		รหัสตัวที่สามเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล	
	รายละเอียด		รายละเอียด		รายละเอียด	
0	ไม่มีการป้องกัน	-	ไม่มีการป้องกัน	-	ไม่มีการป้องกัน	-
1	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 50 mm ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้		สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาในแนวดิ่งได้		สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 150 g ที่ปล่อยมาจากที่สูง 15 cm	
2	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 12 mm ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้		สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาในแนวดิ่ง และในแนวที่ทำมุม 15° กับแนวดิ่ง		สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 150 g ที่ปล่อยมาจากที่สูง 25 cm	
3	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.5 mm ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้		สามารถป้องกันน้ำฝนที่ตกลงมาได้ โดยน้ำฝนนี้อาจตกลงมาในแนวทำมุม 60° กับแนวดิ่ง		สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 250 g ที่ปล่อยมาจากที่สูง 20 cm	
4	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 mm ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้		สามารถป้องกันหยดน้ำหรือน้ำสาดที่มาจากทุกทิศทางได้		-	-

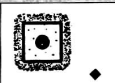
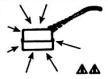
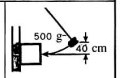
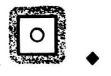
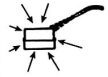
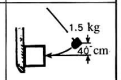
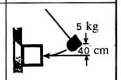
ดัชนีแสดงมาตรฐานระดับการป้องกันสิ่งห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้า (Index of Protection, IP)

เป็นมาตรฐานของ IEC แสดงด้วยตัวเลขรหัส 2 ตัว หรือ 3 ตัว ตามหลังตัวอักษร IP

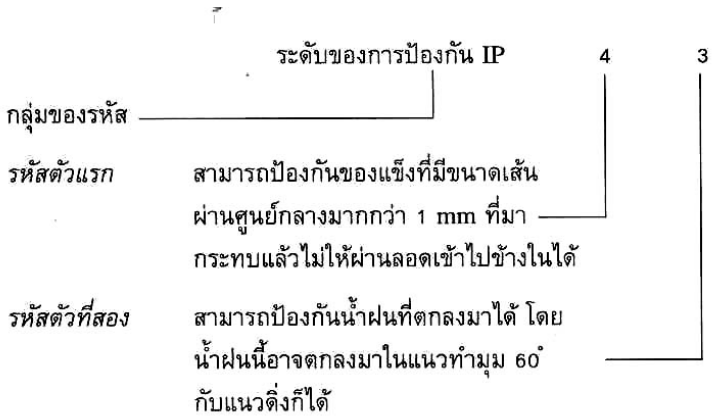
ตัวเลขรหัสตัวที่ 1 - ความสามารถในการป้องกันวัตถุ (ของแข็ง)

ตัวเลขรหัสตัวที่ 2 - ความสามารถในการป้องกันของเหลว

ตัวเลขรหัสตัวที่ 3 - ความสามารถในการป้องกันการกระแทกทางกลจากวัตถุ

รหัสหมายเลข	รหัสตัวที่หนึ่งเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัสและอันตราย อันอาจจะเกิดกับอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายใน		รหัสตัวที่สองเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากพวกของเหลวต่าง ๆ		รหัสตัวที่สามเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล	
	รายละเอียด		รายละเอียด		รายละเอียด	
5	สามารถป้องกันฝุ่นได้		สามารถป้องกันน้ำที่ถูกฉีดมาตกกระทบได้ในทุกทิศทาง		สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 500 g ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 cm	
6	สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์		สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากคลื่นของน้ำทะเล หรือสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ชั่วคราว		-	-
7	-	-	สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วม		สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 1.5 kg ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 cm	
8	-	-	สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วมอย่างถาวรได้		-	-
9	-	-	-	-	สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 5 kg ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 cm	
	เป็นการกำหนดคุณสมบัติตามมาตรฐาน CEI 70-1 - IEC 529 - IEC 144 - UTE C 20 - 010 - DIN 40050		เป็นการกำหนดคุณสมบัติตามมาตรฐาน CEI 70-1 - IEC 529 - IEC 144 - UTE C 20 - 010 - DIN 40050 Standards		เป็นการกำหนดคุณสมบัติตามมาตรฐาน UTE C 20-010 ของประเทศฝรั่งเศส	

ตัวอย่าง การใช้ดัชนีป้องกัน IP



ระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA

จะใช้ รหัสตัวเลข หรือ รหัสตัวเลขและตัวอักษร เป็นตัวบอกความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

ข้อกำหนด	การนำไปใช้งาน	NEMA
ไม่มีเครื่องห่อหุ้ม	ไม่มีการป้องกัน	0
วัตถุประสงค์ทั่วไป	ใช้ติดตั้งในอาคาร	1 1 **
ทนหยดน้ำ	บริเวณที่มีของเหลวจำนวนเล็กน้อยตกเหนือเครื่องห่อหุ้ม และยอมให้ความชื้นเข้าไปภายในได้	2 2 **
กันฝุ่น, กันฝน, ด้านทานลูกเห็บ	บริเวณที่มีทั้งฝุ่นและฝน อาจใช้นอกอาคารเช่นอู่ต่อเรือหรือในอุโมงค์	3
ทนฝน, ด้านทานลูกเห็บ	ติดตั้งนอกอาคารใช้งานภายใต้ฝน และลูกเห็บ	3R 3R **
กันฝุ่น, กันฝน, ทนลูกเห็บ	ใช้นอกอาคารในสภาวะที่มีลูกเห็บตก	3S
กันน้ำ, กันฝุ่น	ใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องล้างทำความสะอาด ทำด้วยสแตนเลส	4
กันน้ำ, กันฝุ่น, ด้านทานการกัดกร่อน	ทำด้วยวัสดุทนการกัดกร่อนสูงใช้ในอุตสาหกรรมเคมี โรงปุ๋ย โรงงานกระดาษ	4X
กันฝุ่น, กันน้ำ, อยู่ใต้น้ำ	ใช้กับอุปกรณ์ที่อยู่ใต้น้ำ	6
กันฝุ่น, กันหยดน้ำ	ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่เปื้อนน้ำมัน	12
กันน้ำมัน, กันฝุ่น	ป้องกันน้ำมันและฝุ่น ซึ่งจะทำลายอุปกรณ์ขณะทำงาน	13

* **การป้องกันลูกเห็บ ตามมาตรฐาน IEC144 ไม่ได้กำหนดไว้**

** **ระบายความร้อน**

ตารางเปรียบเทียบระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA กับ IP

NEMA EnClosure Type Number	IEC Enclosure Classification Designation
1	IP10
2	IP11
3	IP54
3R	IP14
3S	IP54
4 and 4X	IP56
5	IP52
6 and 6P	IP67
12 and 12K	IP52
13	IP54

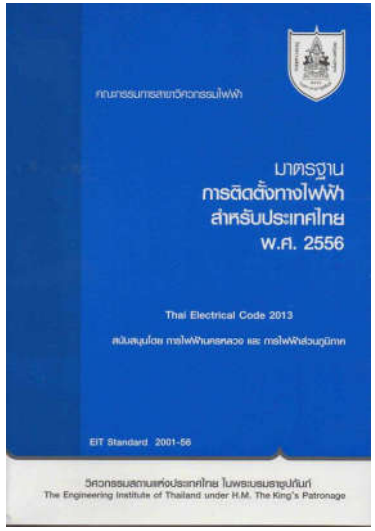
หมายเหตุ ใช้เปลี่ยนได้เฉพาะจาก NEMA → IP

ไม่สามารถใช้เปลี่ยนจาก IP → NEMA ได้

มาตรฐานการติดตั้ง (Installation Standard)

- มาตรฐานต่างประเทศ
  - National Electrical Code (NEC)
  - **International Electromechanical Commission (IEC)**
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
  - การไฟฟ้านครหลวง (กฟน., MEA)
  - การไฟฟ้าภูมิภาค (กฟภ., PEA)
  - วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)
  - สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ
  - กรมโยธาธิการ

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย



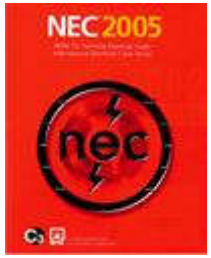
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

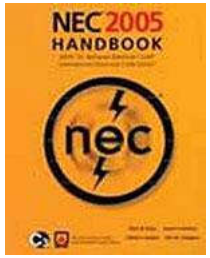
- ใช้ฉบับปัจจุบันของ ว.ส.ท. (ปี 2556)
- ผลักดันให้วิศวกรทั่วทั้งประเทศหันมาใช้มาตรฐานฉบับเดียวกัน
- ทำให้มีมาตรฐานเดียวกัน ทั่วทั้งประเทศ
- ง่ายต่อการตรวจสอบและบำรุงรักษา
- ลดข้อต่อเถียงกัน เนื่องจากอ้างอิงคนละมาตรฐาน

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

- บังคับใช้โดยหน่วยงานที่มีอำนาจดำเนินการ เช่น กฟน. กฟภ. (มีอำนาจเพียงการจ่ายไฟให้หรือไม่จ่ายไฟให้ เท่านั้น) โดยที่วิศวกรผู้ออกแบบและผู้ควบคุมการติดตังจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่องานที่ดำเนินการอยู่
- การปฏิบัติตามมาตรฐานอย่างถูกต้อง จะทำให้มั่นใจได้ว่ามีความปลอดภัยเพียงพอในระดับหนึ่ง
- ผู้ออกแบบและติดตั้งยังคงต้องใช้ความรู้ทางวิศวกรรมอื่นๆ ประกอบด้วย และจะต้องเข้าใจมาตรฐานอย่างถูกต้องด้วย

มาตรฐานการติดตั้งของประเทศสหรัฐอเมริกา





อ้างอิงจาก

- National Fire Protection Association (NFPA) → งานระบบทั้งหมด
  - NFPA 70 ─ National Electrical Code (NEC)

National Electrical Code (NEC)

- เป็นมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าที่มีมาเป็นเวลานานมาก
- มีความทันสมัย เนื่องจากมีการปรับปรุงทุกๆ 3 ปี
- มีเอกสารที่อธิบาย Code ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่เป็นจำนวนมาก และหาได้ง่าย เช่น NEC Handbook
- ครอบคลุมการแก้ปัญหาการติดตั้งระบบไฟฟ้า
- มีหลายประเทศนำมาตรฐานนี้ไปใช้ (รวมทั้งไทย) ถึงแม้ปัจจุบันจะมีการผลักดันให้ใช้มาตรฐานของกลุ่มยุโรป (Euro) แทน

มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ของกลุ่มประเทศยุโรป

- วัสดุอุปกรณ์ที่จะนำไปขายให้กับประเทศกลุ่มยุโรป ต้องผ่านมาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ของกลุ่มประเทศยุโรป
- สินค้าตามมาตรฐานยุโรป ไม่ได้หมายความว่าดีกว่า สินค้าที่ผ่านมาตรฐานอื่น
- มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์ในมาตรฐาน ว.ส.ท. สอดคล้องกับ IEC
  - มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์
  - มาตรฐานเครื่องตัดไฟรั่ว

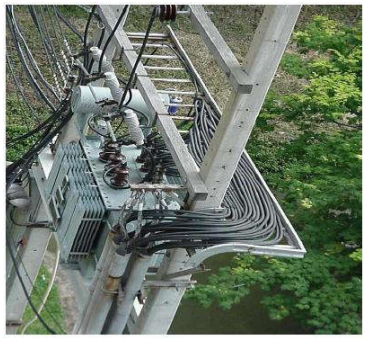
อุปกรณ์การติดตั้งงานระบบไฟฟ้า

(Installation Equipment)

การติดตั้งระบบไฟฟ้า

• ภายในอาคาร

• ภายนอกอาคาร



การเดินสายไฟฟ้า

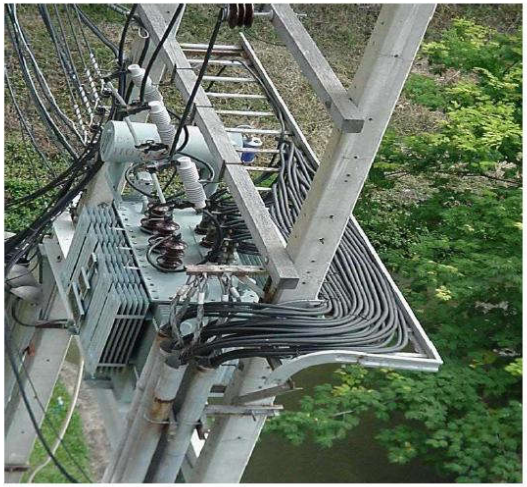
- เดินลอย
- ใส่ท่อร้อยสายไฟฟ้า
- เดินในรางเดินสายไฟ
- เดินในรางเคเบิล
- ร้อยท่อฝังดิน / ฝังดินโดยตรง

เดินลอย

เดินร้อยท่อสายไฟฟ้า

เดินในรางเดินสาย (WireWays)

เดินในรางเคเบิ้ล



ร้อยท่อฝังดิน / ฝังดินโดยตรง

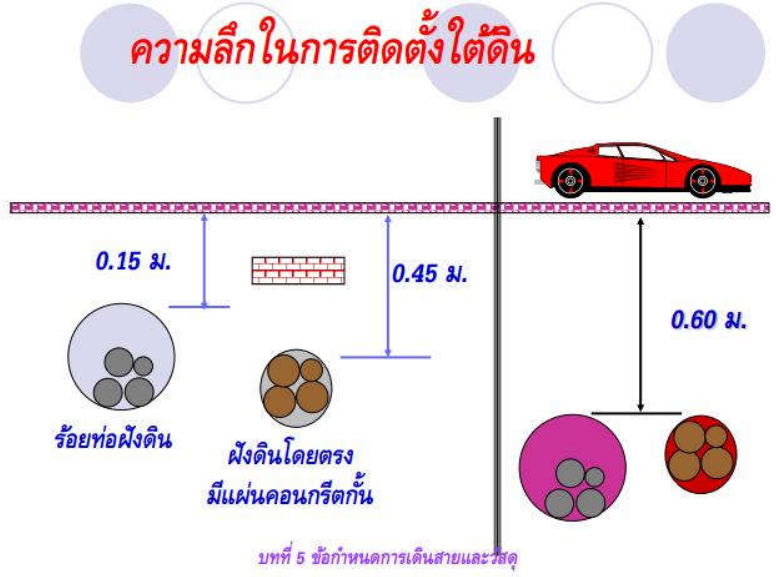
การติดตั้งสายไฟใต้ดิน ในท่อโลหะ

อุดปลายท่อ เพื่อกันวัสดุเข้าภายในท่อ

ตาราง 5-1

ตารางที่ 5-1
ความลึกในการติดตั้งใต้ดิน สำหรับระบบแรงต่ำ

วิธีที่	วิธีการเดินสาย	ความลึกน้อยสุด (เมตร)
1	สายเคเบิลฝังดินโดยตรง	0.60
2	สายเคเบิลฝังดินโดยตรงและมีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.วางอยู่เหนือสาย	0.45
3	ท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง	0.15
4	ท่ออโลหะซึ่งได้รับการรับรองให้ฝังดินโดยตรงได้โดยไม่ต้องมีคอนกรีตหุ้ม (เช่น ท่อเอชดีพีอี และ ท่อพีวีซี)	0.45
5	ท่อใยหิน หุ้มคอนกรีตเสริมเหล็ก	0.45
6	ท่อร้อยสายอื่นๆ ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ	0.45



ข้อยกเว้น ตาราง 5-1

- ท่อร้อยสายที่ได้รับการรับรองให้ฝังดินได้โดยมีคอนกรีตหุ้ม ต้องหุ้มด้วยคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม.

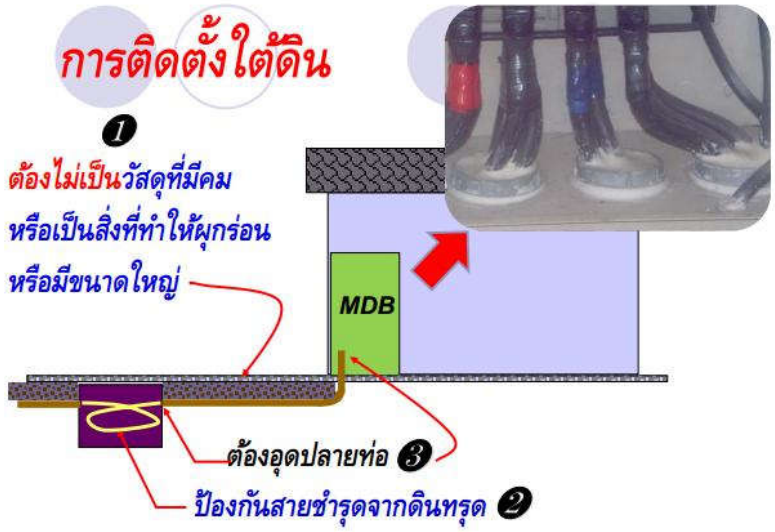
- สำหรับวิธีที่ 4, 5 และ 6 หาก มีแผ่นคอนกรีตหนาไม่น้อยกว่า 50 มม. วางอยู่เหนือสาย ยอมให้ความลึกลดลงเหลือ 0.30 เมตรได้

ข้อยกเว้น ตาราง 5-1

- ข้อกำหนดสำหรับความลึกนี้ไม่ใช้บังคับสำหรับการติดตั้งใต้อาคารหรือใต้พื้นคอนกรีตซึ่งหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. และยื่นเลยออกไปจากแนวติดตั้งไม่น้อยกว่า 150 มม.

- บริเวณที่มีรถยนต์วิ่งผ่าน ความลึกต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

การติดตั้งใต้ดิน



การติดตั้งใต้ดิน

ข้อกำหนดทั่วไป (ต่อ)

- อุปกรณ์การเดินสายทุกชนิดต้องเลือกให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง และมีการป้องกันการผุกร่อนที่เหมาะสม
- ช่องเดินสายและอุปกรณ์ ต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง และมีความต่อเนื่องทั้งทางกลและทางไฟฟ้า

ข้อควรระวัง

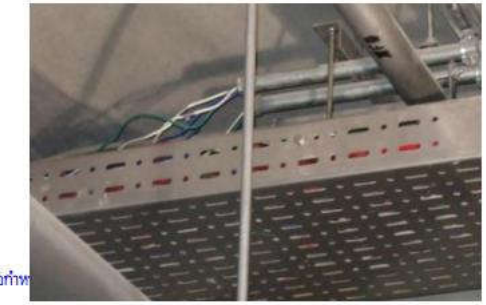
การป้องกันน้ำเข้าแผงสวิตช์

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

จุดเปลี่ยนวิธีการเดินสาย...

- เมื่อเปลี่ยนจากเดินสายจากร้อยท่อเป็นวิธีอื่น ที่จุดเปลี่ยนการเดินสายต้องใช้เครื่องประกอบการเดินท่อเช่น กล่องบุชชิ่ง หัวงูเห่า

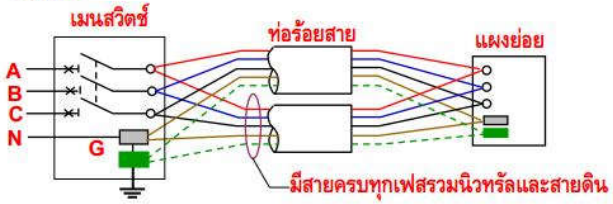
- เมื่อปลายท่อเดินล้ำเข้าในแผงสวิตช์แบบเปิดได้ อนุญาตให้ใช้บุชชิ่งแทนกล่องต่อสายได้



บทที่ 5 ข้อกำห

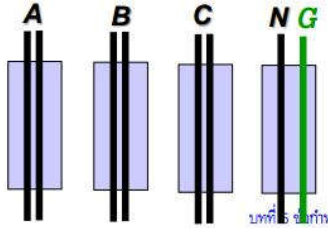
การป้องกันความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

- เมื่อติดตั้งสายไฟฟ้ากระแสสลับในเครื่องห่อหุ้มโลหะ ต้องจัดทำไม่ให้เกิดความร้อนเนื่องจากการเหนี่ยวนำ...ดังนี้
  - รวมสายทุกเส้นของวงจรเดียวกันและสายดิน ในเครื่องห่อหุ้มเดียวกัน
  - การเดินสายควบ ในแต่ละท่อต้องมีสายของวงจรเดียวกันครบทุกเส้น รวมทั้งสายดิน

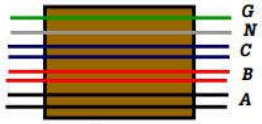


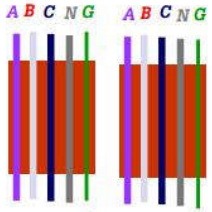
บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำในท่อโลหะ



แนวทางการป้องกัน

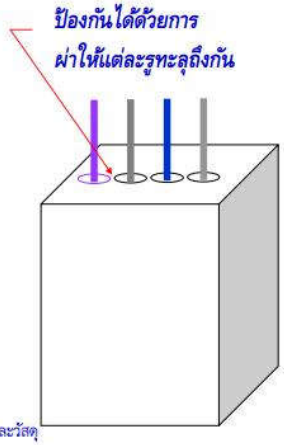




ท่อโลหะ

ความร้อนจากกระแสเหนี่ยวนำ

เมื่อเดินผ่านโลหะที่เป็นสารแม่เหล็ก

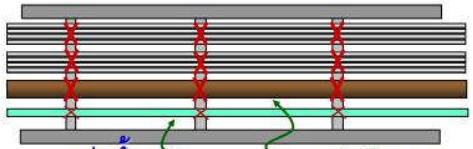


ข้อกำหนดทั่วไป...ต่อ

- สายแกนเดียวของวงจรเดียวกันทุกเส้นรวมทั้งสายดิน หากร้อยท่อต้องอยู่ในท่อเดียวกัน ในรางเดียวกัน หรือวางบนรางเคเบิลต้องวางเป็นกลุ่มเดียวกัน (ป้องกันกระแสเหนี่ยวนำ)
- ช่องเดินสาย กล่อง ตู้ เครื่องประกอบ และเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ ต้องต่อลงดิน

ห้ามมีอุปกรณ์อื่นมารวมด้วย

- ในท่อร้อยสาย รางเคเบิล ช่อง Shaft ห้ามมีท่อสำหรับงานอื่นเดินร่วมอยู่ด้วย



การป้องกันไฟลุกลาม

การเดินสายผ่านผนัง ฉากกั้น พื้น เพดาน หรือช่อง shaft ต้องมีการป้องกันไฟลุกลาม ตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ วสท.

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ไม่มีการป้องกันไฟลุกลามที่เหมาะสม

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ข้อกำหนดทั่วไป...

การเดินสายใต้ดิน

- ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรงก็ได้
- ต้องเลือกชนิดของสายให้เหมาะสม
- ระวังความเสียหายภายหลังการติดตั้ง
  - จากการกลบสายด้วยวัตถุแหลมคม หรือ
  - จากการกดทับ
  - ความลึกเป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันสายหรือท่อร้อยสายชำรุด

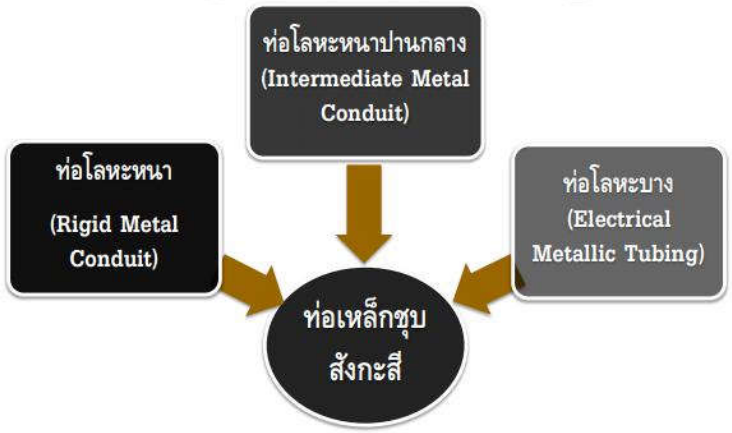
บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ 79

ท่อร้อยสาย

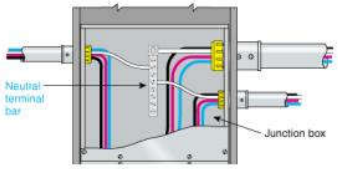
- ท่อ RSC IMC และ EMT
- ท่อโลหะอ่อน
- ท่อโลหะอ่อนกันของเหลว
- ท่ออโลหะอ่อน
- ท่ออโลหะอ่อน
- ท่ออโลหะแข็ง
- ท่ออโลหะอ่อนกันของเหลว
- ช่องเดินสายอื่น

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

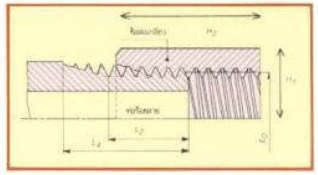
ท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง



ท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลาง และท่อโลหะบาง

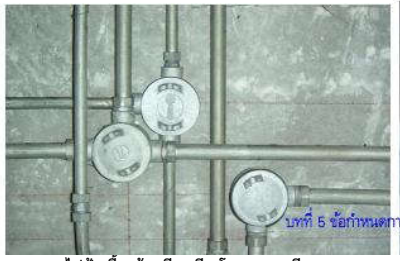


- **การใช้งาน**
  - ใช้กับงานเดินสายทั่วไป
- **การติดตั้ง**
  - ปลายท่อที่ตัดออก ต้องลบคม
  - เดินเข้ากล่องต่อสายต้องมีบุชชิง
  - การทำเกลียว ต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

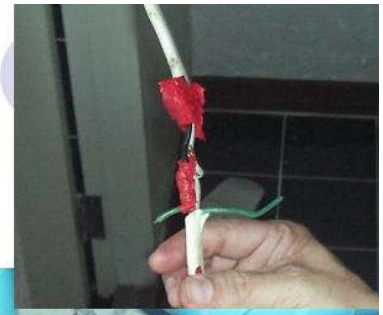


การติดตั้ง

- ข้อต่อต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมเช่น เมื่อฝังในคอนกรีต ใช้ชนิดฝังในคอนกรีต
- การต่อสายให้ต่อในกล่องต่อสาย หรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่เปิดออกได้สะดวก



ห้าม...ต่อสายในท่อ เป็นอันตรายจากไฟดูด



การติดตั้ง ....

- ท่อโลหะบาง ห้ามทำเกลียว
- มุมดัดโค้งไม่เกิน 360 องศา
- ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.
- จำนวนสาย ตามตารางที่ 5-3 หรือ ตามภาคผนวก ฎ
- ต้องติดตั้งระบบท่อเสร็จก่อน จึงเดินสาย
- ห้าม ใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำต่อลงดิน
- ขนาดกระแส ใช้ตารางที่ 5-20, 5-23, 5-27, 5-29 และ 5-37

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ท่อโลหะหนา (RMC, RSC, GRC)

ตัวอักษรสีดำ

ท่อโลหะหนา (RMC, RSC, GRC)

- ทำจากเหล็กกล้ารีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ถึง 6 นิ้ว
- ยาวท่อนละ 10 ฟุต (ประมาณ 3 เมตร)
- สามารถใช้ได้ทั้งงานภายในและภายนอกอาคาร
- ใช้กับงานที่มีแรงกระแทกทางกลสูง เช่นท่อผังดินเดินใต้ถนน งานในที่เสี่ยงต่อการเกิดระเบิด

ท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC)

ตัวอักษรสีแดง

ท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC)

- ทำจากเหล็กกล้ารีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ภายในเคลือบอีนาเมล
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ถึง 4 นิ้ว
- ยาวท่อนละ 10 ฟุต (ประมาณ 3 เมตร)
- สามารถใช้ได้ทั้งงานภายในและภายนอกอาคาร
- ใช้งานได้เหมือนท่อโลหะหนา แต่จะทนแรงกระแทกทางกลได้น้อยกว่า เหมาะกับงานที่ไม่มีการกระทบกระเทือนมากนัก

ท่อโลหะบาง (EMT)

ตัวอักษร สีเขียว

ท่อโลหะบาง (EMT)

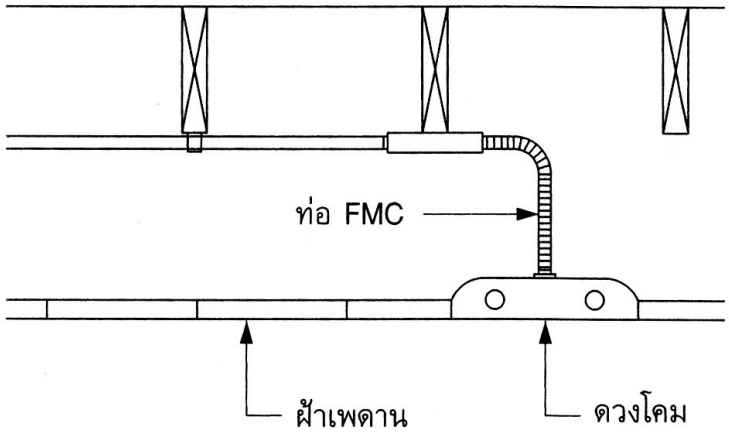
- ทำจากเหล็กกล้ารีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ภายในเคลือบอีนาเมล
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ถึง 2 นิ้ว
- ยาวท่อนละ 10 ฟุต (ประมาณ 3 เมตร)
- สามารถใช้ได้ทั้งงานภายในและภายนอกอาคาร
- ใช้งานทั่วไป ทั้งการเดินลอยเกาะไปผนัง การะเดินซ่อนในผนัง กำแพง และ การเดินบนเพดานเหนือฝ้า

ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal conduit)

ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)

- ทำจากเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีทั้งผิวภายนอกและภายใน
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ถึง 3 นิ้ว
- มีความอ่อนตัวสูง สามารถโค้งงอไปมาได้
- มีทั้งชนิดธรรมดา และ ชนิดกันของเหลว
- ใช้งานที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เครื่องจักร หรืองานที่ต้องการความโค้งงอของการเข้าสาย เช่น จุดต่อดวงโคมบนฝ้าเพดาน

การติดตั้งท่อโลหะอ่อนเข้ากับดวงโคมบนฝ้าเพดาน



การเดินสายในท่อโลหะอ่อน

- ใช้ในสถานที่แห้ง
- ในสถานที่เข้าถึงได้ และเพื่อป้องกันสายทางกายภาพ หรือเพื่อการเดินซ่อนสาย
- ใช้เดินเข้าบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือกล่องต่อสายและความยาวไม่เกิน 2.0 ม.

ทุกข้อ

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ห้ามใช้

- *ในปล่องลิฟต์หรือปล่องขนของ*
- *ในห้องแบตเตอรี่*
- *ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น*
- *ฝังดินหรือฝังในคอนกรีต*
- *ในสถานที่เปียก นอกจากจะใช้สายไฟชนิดที่เหมาะสมและป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสายที่ท่อโลหะอ่อนต่ออยู่*
- *ท่อโลหะอ่อนที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มม. ยกเว้น ท่อโลหะอ่อนที่ประกอบมากับขั้วหลอดไฟและยาวไม่เกิน 1.80 ม.*

การเดินสายในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว

การใช้งาน

- ในสถานที่ต้องการความอ่อนตัว หรือเพื่อป้องกันสายจากของแข็ง ของเหลว หรือในบริเวณอันตราย

ห้ามใช้

- ในสถานที่อาจเกิดความเสียหาย
- อุณหภูมิสายและอุณหภูมิโดยรอบเกินอุณหภูมิท่อ
- ท่อเล็กกว่า ½ นิ้ว และเป็นสายดิน

ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit,)

- ท่อ และอุปกรณ์ทำมาจาก

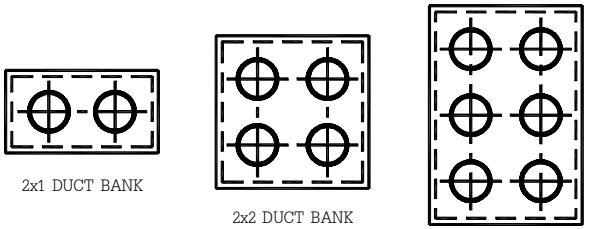
  อโลหะ,ไฟเบอร์, ใยหิน, ซีเมนต์, PVC อย่างแข็ง

  อีพอคซี่เสริมใยแก้ว โพลีเอทธิลีนความหนาแน่นสูง
- มีความทนต่อการกัดกร่อน และกระทบกระแทกได้ดี
- ทนทานต่อความชื้น และการกัดกร่อนของสารเคมี

สถานที่ใช้งาน - ในที่เปิดโล่ง (Exposed) ที่ป้องกันการเสียหายทางกายภาพ

- ในที่ซ่อน (Conceal) เช่น เดินซ่อนในผนัง พื้น และเพดาน
- สามารถฝังใต้ดิน เพราะมีความทนต่อความชื้นและการผุกร่อน เพื่อความแข็งแรงจะหุ้มด้วยคอนกรีต เรียกว่า

Duct Bank

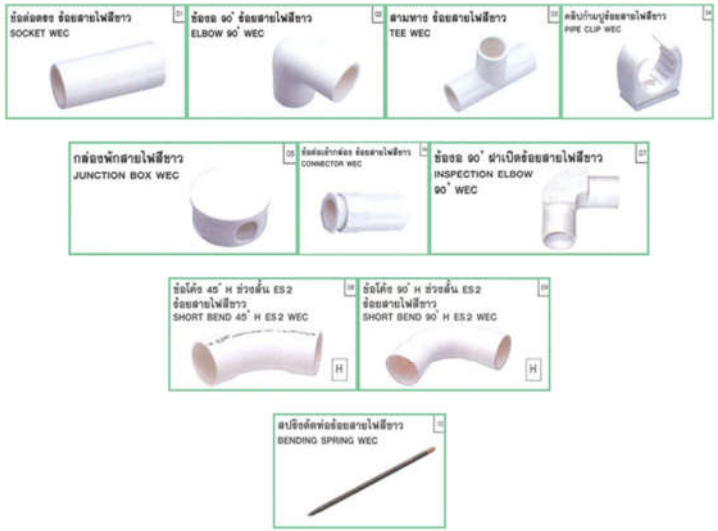


รูปDuct Bank

ท่อ PVC เหลือง

ขนาด ๓/๘" , ½" , ¾" , ๑" , ๑-๑/๔" , ๑-๑/๒" , ๒" , ๒-๑/๒" , ๓" , ๔"

ความยาว ๔ เมตร (ขนาด ๓" และ ๔" ยาว ๖ เมตร)



ท่อ PVC ขาว (uPVC)

ขนาด ๓/๘" , ½" , ¾" , ๑" , ๑-๑/๔" , ๑-๑/๒" , ๒"

ความยาว ๒.๙๐ เมตร

อุปกรณ์ประกอบท่อ uPVC ขาว

ท่อร้อยสายไฟสีขาว

- นิยมใช้ในงานต่อเติมและงานดีไซน์แบบเดินลอยบนผนัง ด้วยสีที่ดูกลมกลืนกับผนัง
- สามารถดัดโค้งงอได้ถึง ๙๐ องศา โดยใช้สปริงดัดท่อแทนความร้อนได้สะดวกและประหยัดข้อต่อ
- มาตรฐานสากล JIS C ๘๔๓๐ (มาตรฐานญี่ปุ่น) และ BS หรือ IEC ๖๐๓๘๐ (มาตรฐานอังกฤษ)

ท่อร้อยสายไฟสีเหลือง

- เหมาะกับระบบไฟฟ้าที่ฝังในผนัง โดยติดตั้งก่อนการฉาบปูนปกปิดผิว

- การดัดโค้งมีข้อจำกัดด้านความสวยงาม เพราะจะเห็นเนื้อสีขาวของท่อบริเวณที่ดัด
- มาตรฐานการผลิตอุตสาหกรรม (มอก.) ๒๑๖-๒๕๒๔

ท่อ HDPE (คาดแถบสีส้ม) PN๖

ขนาด ½" , ¾" , ๑" , ๑-๑/๔" , ๑-๑/๒" , ๒", ๒-๑/๒" , ๓" , ๔" , ๔-๑/๒" , ๕" , ๖" , ๗" , ๘"

ความยาวท่อนละ ๖ , ๑๒ เมตร หรือ ยาวเป็นขด ขดละ ๕๐ เมตร , ๑๐๐ เมตร

ตารางที่ ๔๑ ท่อร้อยสาย ที่มีใช้มากของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า ของ วสท.

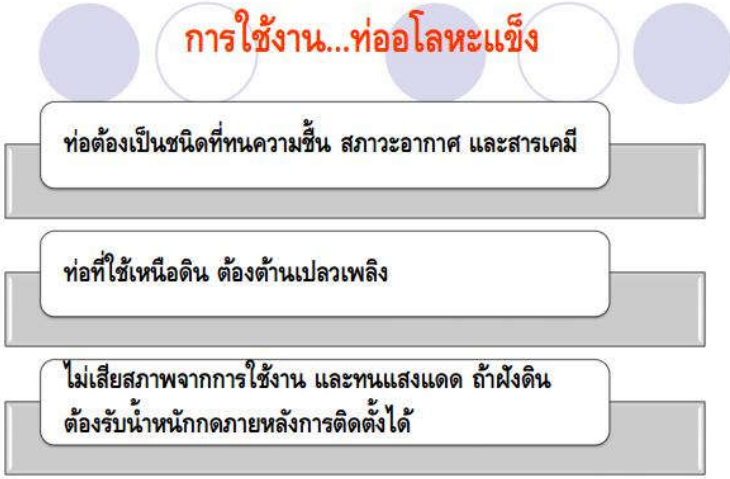
รหัสชนิดท่อร้อย / ชื่อเรียก	ขนาดท่อ (มม./ นิ้ว)	ความยาวต่อท่อน	การใช้งาน
PVC สีเหลือง	๑๕ – ๑๐๐mm. (๑/๒" – ๔")	๔ เมตร	• ใช้เดินลอยในอากาศ • ใช้เดินฝังในผนัง ซ่อนบนฝ้าเพดาน • ห้ามฝังดิน
uPVC สีขาว	๑๕ – ๕๐mm. (๑/๒" – ๒")	๒.๙ เมตร	• ใช้เดินลอยในอากาศ • ใช้เดินซ่อนบนฝ้าเพดาน • ห้ามฝังดิน
EMT	๑๕ – ๕๐mm. (๑/๒" – ๒")	๓ เมตร	• ใช้งานในอาคารเท่านั้น • ใช้เดินลอยตามผนัง • ใช้เดินซ่อนบนฝ้าเพดาน • ใช้เดินฝังในผนัง • ห้ามฝังดิน

รหัสชนิดท่อร้อย / ชื่อเรียก	ขนาดท่อ (มม./ นิ้ว)	ความยาวต่อท่อน	การใช้งาน
IMC	๑๕ – ๑๐๐mm. (๑/๒" – ๔")	๓ เมตร	• ใช้งานได้ทุกสถานที่และสภาพอากาศ • ใช้งานในสถานที่เปียก • ใช้ในสถานที่ทนต่อการผุกร่อน • ใช้ฝังดิน
RSC	๑๕ – ๑๕๐mm. (๑/๒" – ๖")	๓ เมตร	• ใช้งานได้ทุกสถานที่และสภาพอากาศ • ใช้งานในสถานที่เปียก • ใช้ในสถานที่ทนต่อการผุกร่อน • ใช้ฝังดิน
FRC	๑๕ – ๘๐mm. (๑/๒" – ๓")	ขดละ ๕๐ เมตร ขดละ ๑๐๐ เมตร	• ใช้กับงานที่มีการสั่นสะเทือน • ใช้เดินเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า • ห้ามใช้ในสถานที่อันตราย • ห้ามฝังดิน

รหัสชนิดท่อร้อย / ชื่อเรียก	ขนาดท่อ (มม./ นิ้ว)	ความยาวต่อท่อน	การใช้งาน
HDPE	๒๐ – ๑๖๐mm. (๑/๒" – ๖")	ท่อนละ ๖ เมตร ขด ๕๐ , ๑๐๐เมตร	• ใช้งานในสถานที่เปียก • ใช้ฝังดิน • ถ้าหุ้มคอนกรีต เรียก Duct Bank

ตารางที่ ๔๒ ขนาดความยาวของท่อร้อยสายแต่ละชนิด

ขนาดท่อ (นิ้ว)	½"	¾"	๑"	๑-๑/๔"	๑-๑/๒"	๒"	๒-๑/๒"	๓"	๓-๑/๒"	๔"	๕"	๖"
PVC	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒
uPVC	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒
EMT	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒
IMC	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒
RSC	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
FRC	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☑	☒	☒
HDPE	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑



ห้ามใช้

- ในบริเวณอันตราย นอกจากจะระบุไว้
- ใช้เป็นเครื่องจับยึดดวงโคม
- อุณหภูมิสายและอุณหภูมิโดยรอบเกินอุณหภูมิใช้งานของท่อ
- ในโรงมหรสพ เฉพาะส่วนที่อยู่ภายในอาคาร
- อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ
- สถานบริการเฉพาะส่วนที่อยู่ภายในอาคาร นอกจากจะฝังในผนังปูน
- ห้ามใช้ท่อขนาดเล็กกว่า 15 มม.

จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

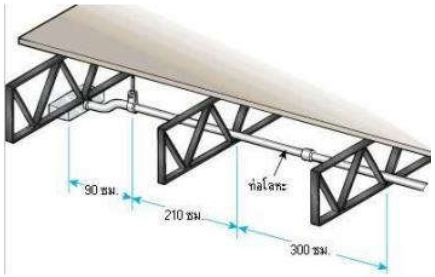
- จำนวนสายในท่อร้อยสาย
- การคำนวณพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าจะคิดสายทุกเส้นที่เดินในช่องเดินสาย

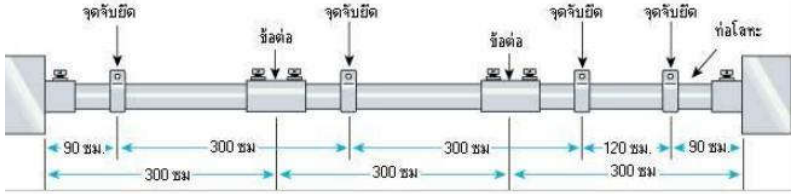
ตารางที่ 5-3

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิด ยกเว้น สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

ระยะระหว่างจุดจับยึดไม่เกิน 3.0 ม. และห่างจากกล่องไม่เกิน 0.9 ม





บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

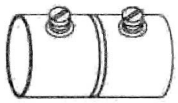
อุปกรณ์ประกอบงานติดตั้งท่อร้อยสาย

อุปกรณ์ประกอบงานติดตั้งท่อร้อยสาย (ต่อ)

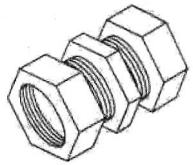
ข้อต่อ, คุปปิ้ง (Coulpings)

- เป็นตัวต่อ สำหรับเพิ่มความยาวท่อให้ยาวขึ้น

คุปปิ้ง (Coulpings)



ชนิดสกรู (Screw Type)

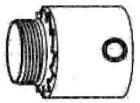


ชนิดกันน้ำ (Compression Type)

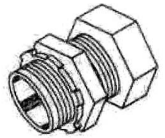
ข้อต่อยึด, คอนเนกเตอร์ (Connector)

- เป็นตัวต่อ สำหรับต่อสายเข้ากับกล่องต่อสาย

คอนเนกเตอร์ (Connectors)



ชนิดสกรู (Screw Type)



ชนิดกันน้ำ (Compression Type)

ล็อกนัท (Locknut)

- อุปกรณ์ต่อท่อกับกล่องต่อสายให้แน่น ใช้ร่วมกับตัวคอนเนกเตอร์

บุชชิ่ง (Bushing)

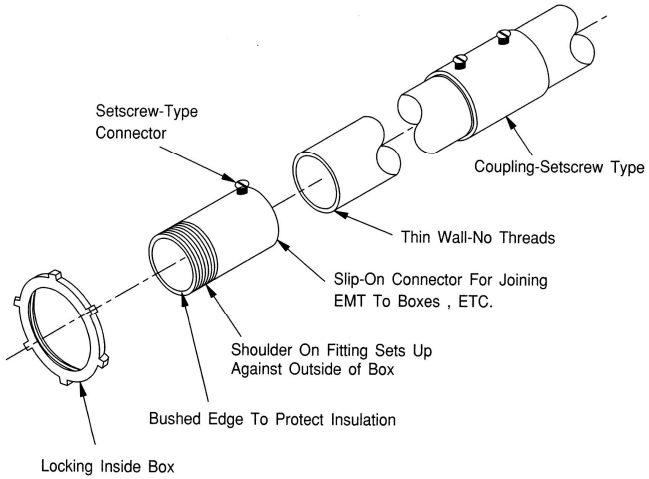
- ใช้ร่วมกับตัวคอนเนกเตอร์ โดยสวมทับล็อกนัท ป้องกันคมท่อ

ข้อต่องอ และ ข้องอ

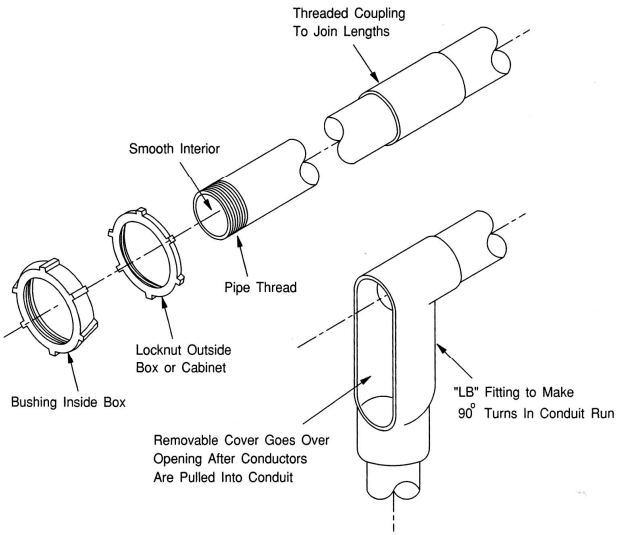
90^{O} angel connector

90^{O} angel elbow

รูปแบบการต่อท่อโลหะบาง (EMT)



รูปแบบการต่อท่อโลหะหนาและหนาปานกลาง (RMC&IMC)



ตัวอย่าง รายการราคาอุปกรณ์ติดตั้ง

ยาว ท่อนละ 10 ฟุต ขนาด	EMT	IMC	RSC	ELBOW ท่อโค้ง บาท/ตัว			COUPLING ข้อต่อ
	บาท/ท่อน	บาท/ท่อน	บาท/ท่อน	EMT	IMC	RSC	บาท/ตัว
1/2"	78.00	145.00	212.00	15.00	25.00	35.00	15.00
3/4"	112.00	199.00	272.00	17.00	30.00	40.00	18.00
1"	162.00	279.00	399.00	30.00	50.00	64.0	25.00
1-1/4"	245.00	345.00	515.00	50.00	65.00	77.00	33.00
1-1/2"	285.00	445.00	612.00	65.0	90.00	119.00	38.00
2"	355.00	565.00	820.00	90.00	125.00	182.00	52.00
2-1/2"	-	999.00	1,258.00	-	335.00	392.00	100.00
3"	-	1,115.00	1,617.00	-	535.00	602.00	149.00
3-1/2"	-	1,325.00	2,030.00	-	868.00	980.00	195.00
4"	-	1,445.00	2,379.00	-	1,050.00	1,190.00	202.00
5"	-	-	3,434.00	-	-	3,780.00	275.00
6"	-	-	4,343.00	-	-	5,115.00	380.00

http://www.cvacontrol.com/P-RSI.htm

ข้อกำหนดการติดตั้งท่อสาย (วสท. 5.4.2)

1. ในสถานที่เปียก ท่อโลหะและส่วนประกอบที่ใช้ยึดโลหะ เช่น สลักเกลียว (Bolt) สแตรป (Strap) สกรู (Screw) ฯลฯ ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อน

2. ปลายท่อที่ถูกตัดออกต้องลบคมเพื่อป้องกันไม่ให้บาดฉนวนของสาย การทำเกลียวท่อต้องใช้เครื่องทำเกลียวชนิดปลายเรียว

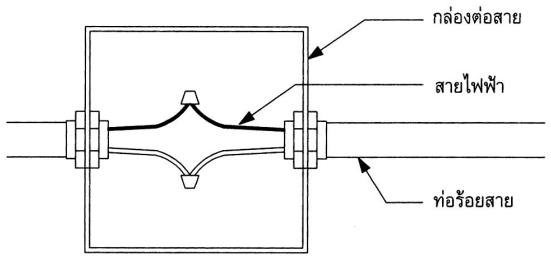
ข้อกำหนดการติดตั้งท่อสาย (วสท. 5.4.2)

3. ข้อต่อ (Coulping) และข้อต่อยึด (Connector) ชนิดไม่มีเกลียวต้องต่อให้แน่น เมื่อฝังในอิฐก่อหรือคอนกรีตต้องใช้ชนิดฝังในคอนกรีต (Concretetight) เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกต้องใช้ชนิดกันฝน (Raintight)

4. การต่อสาย ให้ต่อได้เฉพาะในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้าที่สามารถเปิดออกได้สะดวก ปริมาตรของสายและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน ร้อยละ 75 ของปริมาตรภายในกล่องต่อสายหรือกล่องจุดต่อไฟฟ้า

X

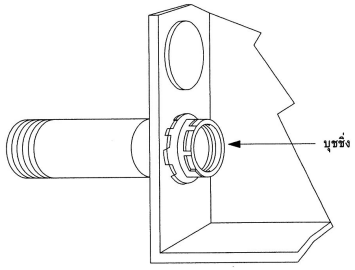
ห้ามต่อความยาวสายในท่อ ให้ทำเฉพาะที่กล่องต่อสาย



✓.

ข้อกำหนดการติดตั้งท่อสาย (วสท. 5.4.2)

5. การติดตั้งท่อร้อยสายเข้ากับกล่องต่อสาย หรือ เครื่องประกอบการเดินท่อต้องจัดให้มีบุชชิ่งเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนหุ้มสายชำรุด

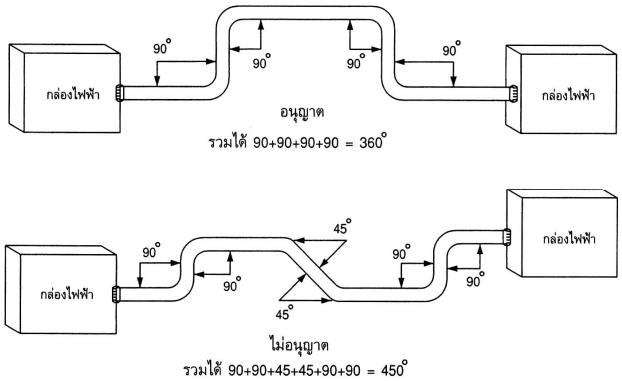


ยกเว้น กล่องต่อสายและเครื่องประกอบการเดินท่อที่ได้ออกแบบเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนไว้แล้ว

ข้อกำหนดการติดตั้งท่อสาย (วสท. 5.4.2)

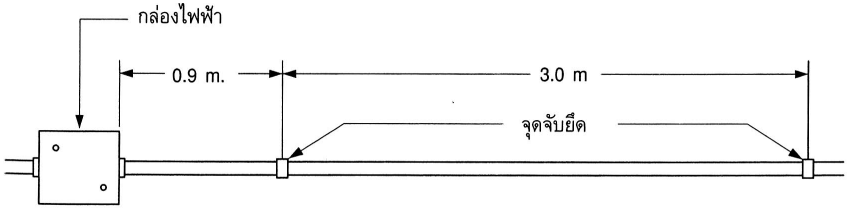
6. ห้ามทำเกลียวกับท่อโลหะบาง

7. มุมดัดโค้งระหว่างจุดดึงสายรวมกันแล้ว ต้องไม่เกิน 360 องศา



ข้อกำหนดการติดตั้งท่อสาย (วสท. 5.4.2)

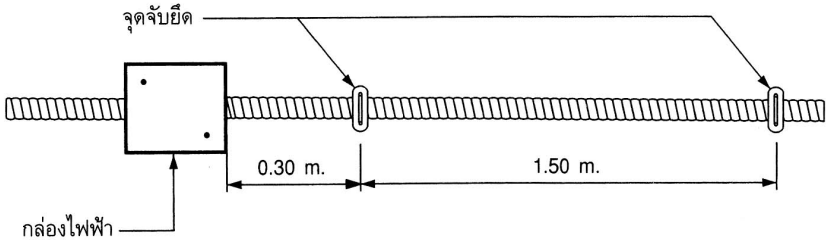
8. การเดินท่อจะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 3.0 m และห่างจากกล่องไฟฟ้าหรือจุดต่อไฟ ไม่เกิน 0.9 m



การติดตั้งท่อ RMC

ข้อกำหนดการติดตั้งท่อสาย (วสท. 5.4.2)

9. การเดินท่อโลหะอ่อนจะต้องมีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรงทุกระยะ ไม่เกิน 1.5 m และห่างจากกล่องไฟฟ้าหรือจุดต่อไฟ ไม่เกิน 0.3 m



การติดตั้งท่อโลหะอ่อน (FMC)

จำนวนสายสูงสุดในท่อร้อยสาย

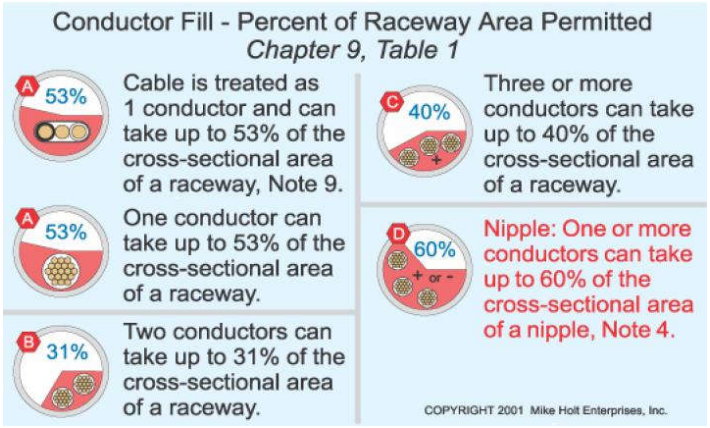
พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้น คิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ → ใช้หาขนาดท่อได้

ตารางที่ 5-3

พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิด ***ยกเว้น*** *สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม*	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

พื้นที่หน้าตัดสายไฟทุกเส้น เทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ



การหาจำนวนสายสูงสุดภายในท่อร้อยสาย

- เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อแต่ละชนิดที่มีขนาดทางการค้าเท่ากัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางจริงไม่เท่ากัน
- ต้องพิจารณาโดยคำนึงถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ภายใน) ที่แท้จริงของท่อชนิดนั้นๆ ด้วย

รางเดินสาย (WireWay)

รางเดินสาย (wireway)

รางเดินสาย (wireway)

- นิยมใช้แทนการเดินสายในท่อร้อยสายไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการเดินสายจำนวนมากๆ
- ประหยัดและสวยงามกว่าการใช้ท่อขนาดใหญ่หรือท่อจำนวนหลายเส้นติดตั้ง
- สามารถสั่งให้โรงงานผลิตตามขนาดที่ผู้ออกแบบต้องการใช้ได้

วัสดุสำหรับทำรางเดินสาย

ว.ส.ท. ได้กำหนดวัสดุที่ใช้ทำรางเดินสายไว้ 4 ชนิด คือ

ว.ส.ท.ภาคผนวก จ.1

1. แผ่นเหล็กผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิม และพ่นสีทับ
2. แผ่นเหล็กชุบสังกะสีโดยวิธีการไฟฟ้า
3. แผ่นเหล็กชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน
4. แผ่นเหล็กชุบอะลูซิงค์ (Aruzinc)

มาตรฐาน ขนาดและความยาวของรางเดินสาย

จาก ว.ส.ท. ภาคผนวก จ.

- ความยาวแนะนำในการผลิตมีขนาด 2.4 เมตร หรือ 3.0 เมตร
- ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิตมีขนาดตาม ตาราง ว.ส.ท.ที่ จ. 1- 1

ตาราง จ.1-1

ตารางที่ จ.1-1

ขนาดรางเดินสายโลหะที่แนะนำในการผลิต

ขนาดความสูงxกว้าง (มม.)	ความหนาต่ำสุด (มม.)
50 x 50	1.00
50 x 100	1.00
100 x 100	1.20
100 x 150	1.20
100 x 200 หรือ 150 x 200	1.60
100 x 300 หรือ 150 x 300	1.60
100 x 400 หรือ 150 x 400	1.60

ข้อกำหนดการใช้งานและการติดตั้งตาม ว.ส.ท. 5.12

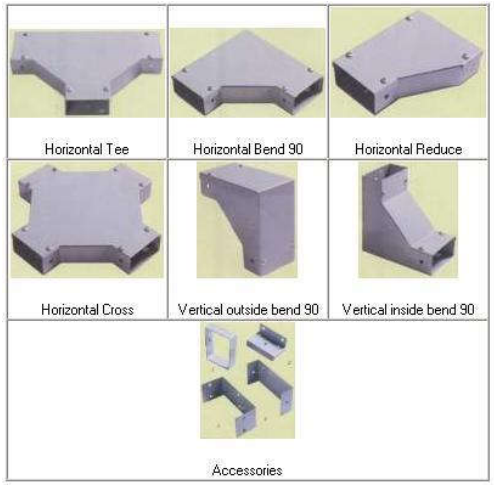
- อนุญาตให้ใช้รางเดินสายได้เฉพาะการติดตั้งในที่เปิดโล่ง

ยกเว้น

การติดตั้งในพื้นที่ปิดที่สามารถเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดความยาวของรางเดินสาย

- ถ้าติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (Raintight)
- ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เสียรูปภายหลังการติดตั้ง และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

อุปกรณ์ประกอบรางเดินสายไฟฟ้า



1. ห้ามใช้รางเดินสายในบริเวณที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพในบริเวณที่มีไอที่ทำให้ผุกร่อน หรือในสถานที่อันตราย นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น

2. พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

3. ขนาดกระแสของสายในรางเดินสาย ให้ใช้ค่ากระแสตามตารางที่ 5-11 (ค) กรณีท่อโลหะ หรือ 5-12 (ข)

โดยที่

- ไม่ต้องใช้ตัวคูณลดกระแสเรื่องจำนวนสาย ตามตารางที่ 5-10

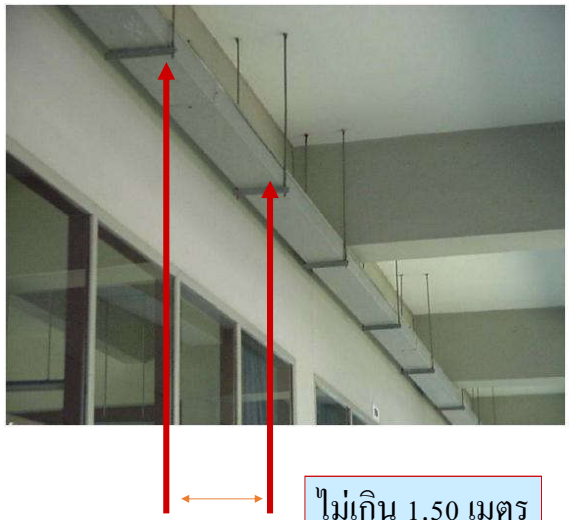
หากตัวนำที่มีกระแสไหลรวมกันไม่เกิน 30 เส้น

- ตัวนำในวงจรสัญญาณ หรือวงจรควบคุมที่อาจมีกระแสไหลในช่วงระยะเวลาสั้น ไม่ถือเป็นตัวนำที่มีกระแสไหล

4. จุดปลายรางเดินสายต้องปิด

5. รางเดินสายต้องจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 1.50 เมตร แต่ยอมให้จุดจับยึดห่างมากกว่า 1.50 เมตร ได้ในกรณีที่จำเป็น แต่ต้องต้องไม่เกิน 3.00 เมตร

6. รางเดินสายในแนวดิ่งต้องจับยึดอย่างมั่นคงแข็งแรงทุกระยะไม่เกิน 4.50 เมตร ห้ามมีจุดต่อเกิน 1 จุดในแต่ละระยะจับยึด และจุดจับยึดต้องห่างจากปลายรางเดินสายไม่เกิน 1.50 เมตร ด้วย



7. ห้ามต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่านผนังหรือพื้น

8. อนุญาตให้ต่อสายเฉพาะส่วนที่สามารถเปิดออกและเข้าถึงได้สะดวกตลอดเวลาเท่านั้น และ
พื้นที่หน้าตัดของตัวนำและฉนวนรวมทั้งหัวต่อสายรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 75 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในของรางเดินสาย ณ จุดต่อสาย

9. ห้ามใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

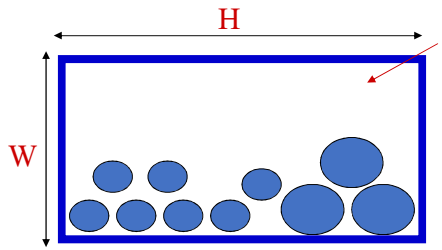
10. ในรางเดินสายตรงตำแหน่งที่ต้องมีการดัด งอสาย เช่นปลายทาง ตำแหน่งที่มีท่อร้อยสาย เข้า-ออก รางเดินสาย ต้องจัดให้มีที่ว่างสำหรับดัดงอสายอย่างเพียงพอ และมีการป้องกันไม่ให้มีส่วนคมที่อาจบาดสายได้

จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในรางเดินสาย

- หาขนาดของรางเดินสายที่เหมาะสมกับจำนวนสายไฟฟ้าที่จะติดตั้งภายในราง

- ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้ารวมฉนวนทั้งหมดในรางจะต้องรวมกันไม่เกิน 20 % ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในรางเดินสาย



พื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้ารวมฉนวนทั้งหมดในรางจะต้องรวมกันไม่เกินร้อยละ 20 ของพื้นที่ภายในรางเดินสาย

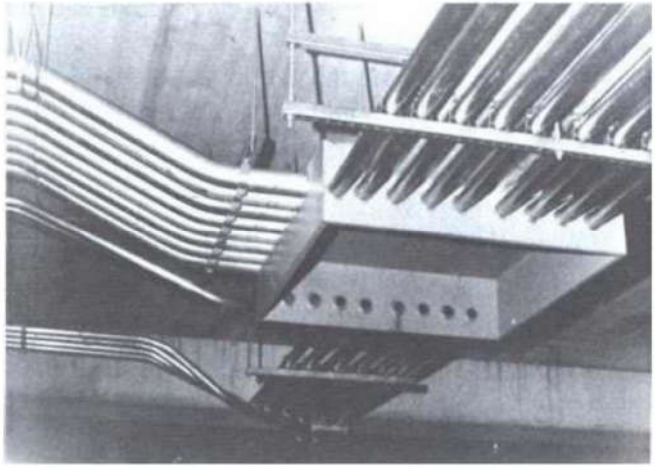
พื้นที่หน้าตัดของรางเดินสาย

$A = W \times H$

กล่องดึงสาย

(Pull Box, Junction Box)

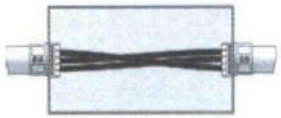
กล่องดึงสาย (Pull Box)



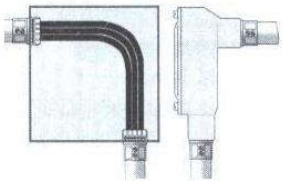
ลักษณะของกล่องดึงสาย ที่ใช้ในงานติดตั้ง

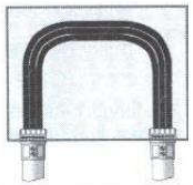
ประเภทของกล่องดึงสาย

- แบบดึงตรง (Straight pull)

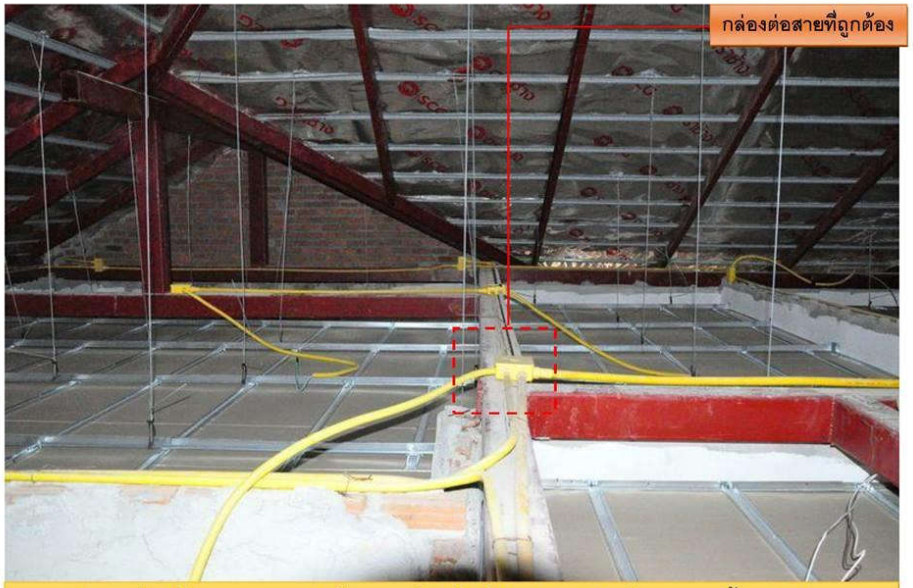


- แบบดึงเป็นมุม (Angle pull)

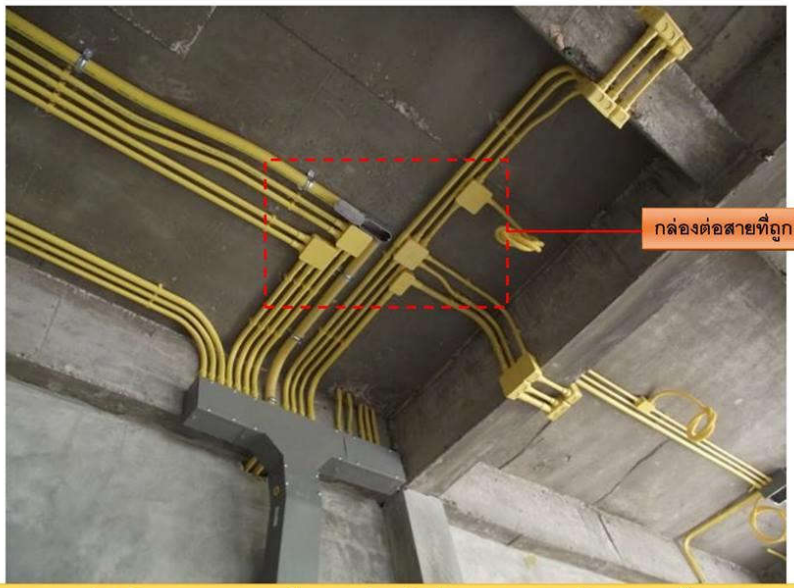




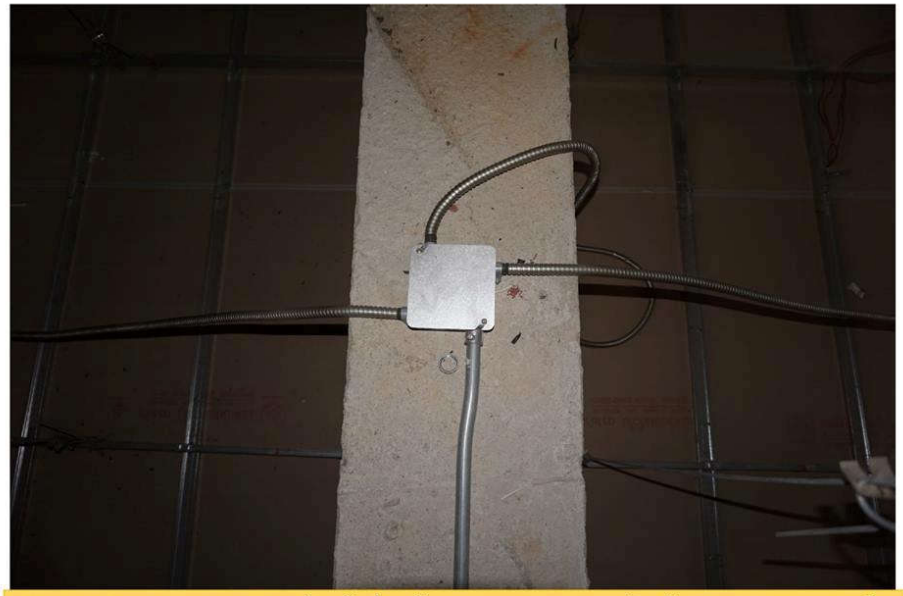
การต่อสายไฟฟ้า และระบบท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ซ่อนฝังอยู่ในฝ้าเพดานนั้นสำคัญมาก



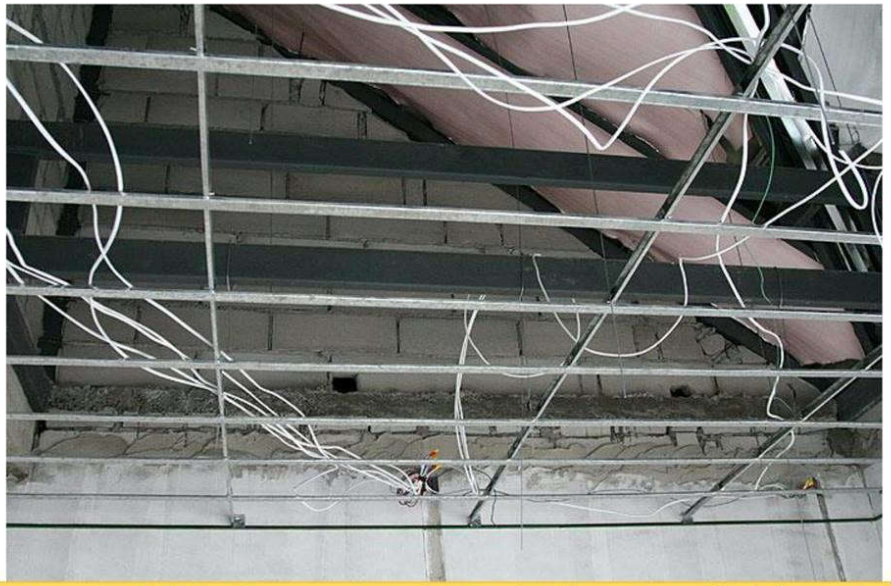
การต่อสายไฟฟ้า และระบบท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ซ่อนฝังอยู่ในฝ้าเพดานนั้น สำคัญมาก



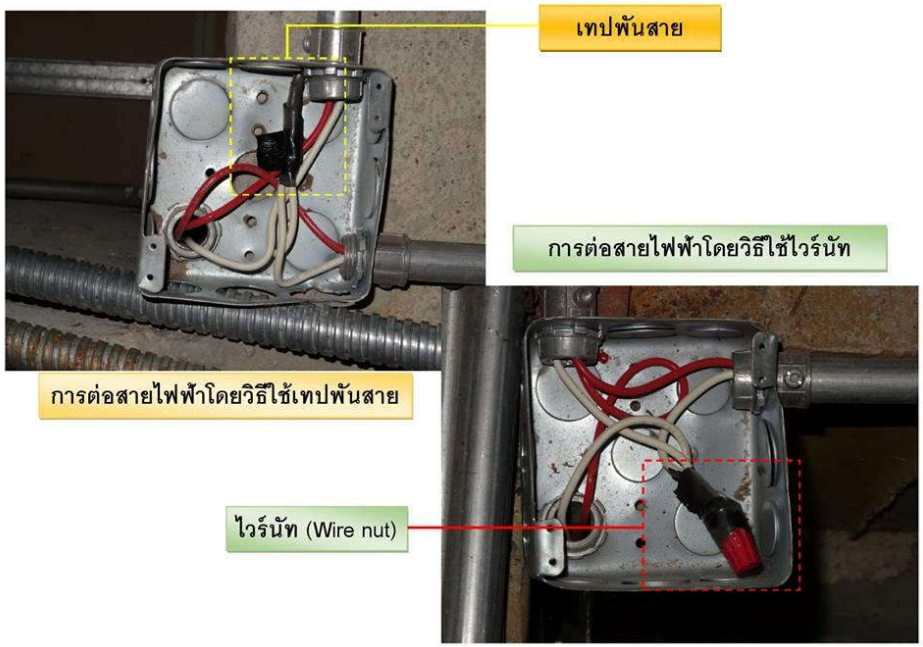
การต่อสายไฟฟ้า และระบบท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ซ่อนฝังอยู่ในฝ้าเพดานนั้นสำคัญมาก

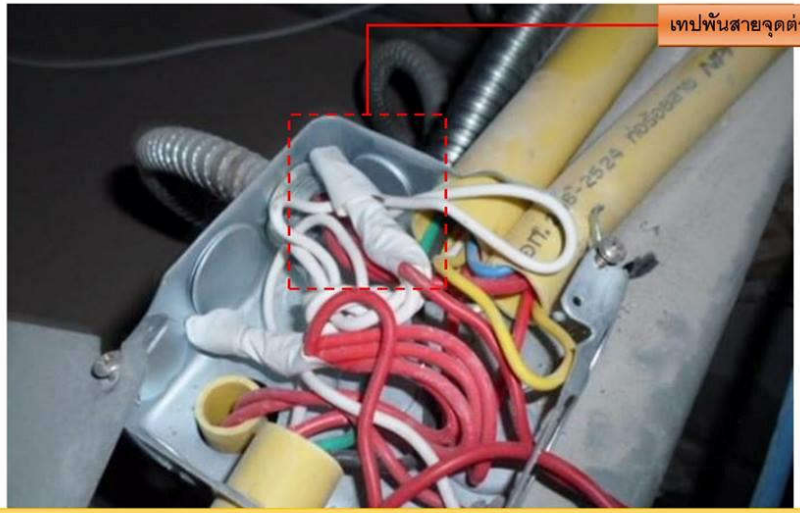


ลักษณะตัวอย่างกล่องต่อสายไฟฟ้าที่ถูกต้องตามมาตรฐานการไฟฟ้ากำหนด ต่อสายเสร็จ



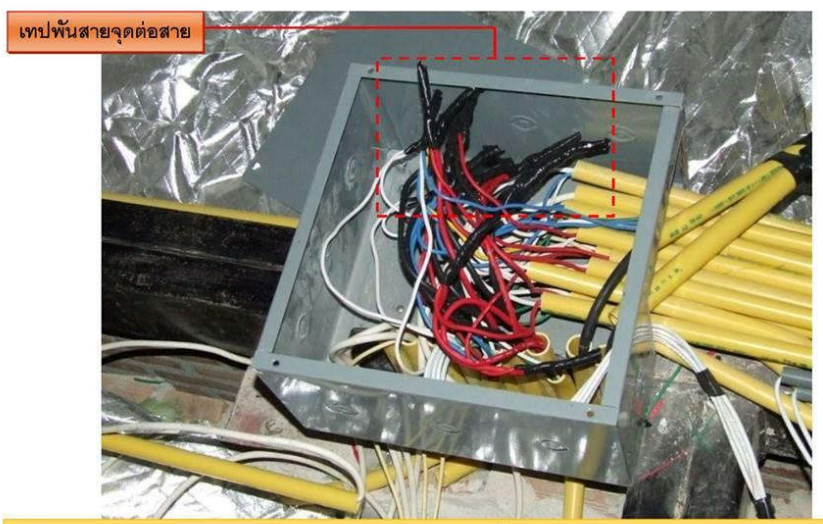
เดินระบบไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องและการต่อสายไฟฟ้าโดยไม่ใช้กล่องต่อสายเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง





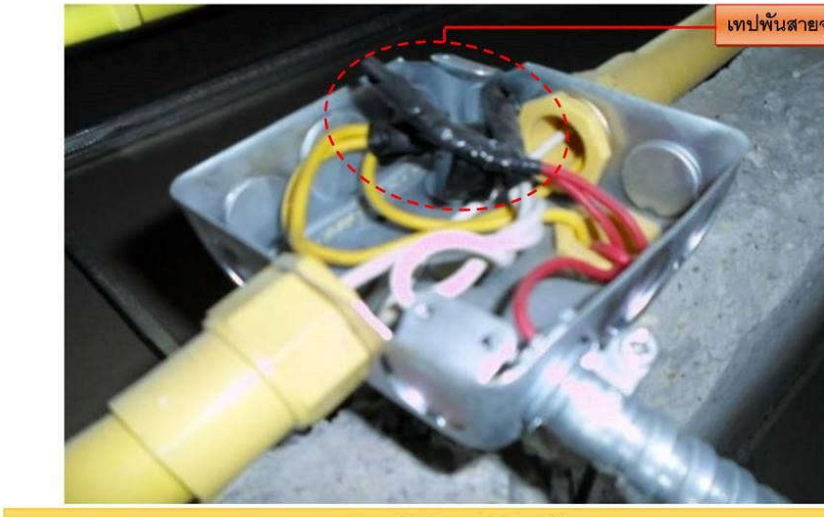
การต่อสายไฟโดยการใช้เทปพันสาย

เทปพันสายเป็นวัสดุฉนวนไฟฟ้าที่นิยมใช้ พันปิดทับรอยต่อต่าง ๆ โดยเริ่มจากพันเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งจนสุดรอยต่อจากนั้นจึงพันวกกลับมาที่จุดเริ่มต้น ปฏิบัติเช่นนี้จนกระทั่งแน่ใจว่ามีความปลอดภัยแต่จะต้องไม่หนาจนเกินไป จนเป็นการสิ้นเปลืองเทปพันสายโดยใช้เหตุข้อควรคำนึงคือ ในขณะที่พันจะต้องดึงเทปพันสายให้ยืดออกเล็กน้อย เพื่อให้เทปรัดรอยต่อแน่มากยิ่งขึ้น กรณีพันสายไม่ดีเมื่อเกิดความร้อนเทปพันสายจะยืดออก



การต่อสายไฟโดยการใช้เทปพันสาย

เทปพันสายเป็นวัสดุฉนวนไฟฟ้าที่นิยมใช้ พันปิดทับรอยต่อต่าง ๆ โดยเริ่มจากพันเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งจนสุดรอยต่อจากนั้นจึงพันวกกลับมาที่จุดเริ่มต้น ปฏิบัติเช่นนี้จนกระทั่งแน่ใจว่ามีความปลอดภัยแต่จะต้องไม่หนาจนเกินไป จนเป็นการสิ้นเปลืองเทปพันสายโดยใช้เหตุข้อควรคำนึงคือ ในขณะที่พันจะต้องดึงเทปพันสายให้ยืดออกเล็กน้อย เพื่อให้เทปรัดรอยต่อแน่มากยิ่งขึ้น กรณีพันสายไม่ดีเมื่อเกิดความร้อนเทปพันสายจะยืดออก



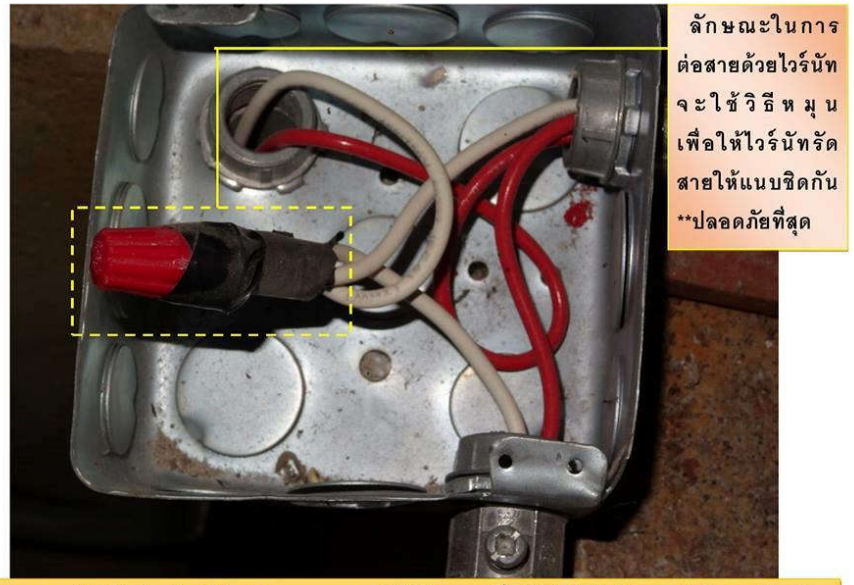
การต่อสายไฟโดยการใช้เทปพันสาย

เทปพันสายเป็นวัสดุฉนวนไฟฟ้าที่นิยมใช้ พันปิดทับรอยต่อต่าง ๆ โดยเริ่มจากพันเอียงไปด้านใดด้านหนึ่งจนสุดรอยต่อจากนั้นจึงพันวกกลับมาที่จุดเริ่มต้น ปฏิบัติเช่นนี้จนกระทั่งแน่ใจว่ามีความปลอดภัยแต่จะต้องไม่หนาจนเกินไป จนเป็นการสิ้นเปลืองเทปพันสายโดยใช้เหตุข้อควรคำนึงคือ ในขณะที่พันจะต้องดึงเทปพันสายให้ยืดออกเล็กน้อย เพื่อให้เทปรัดรอยต่อแน่มากยิ่งขึ้น กรณีพันสายไม่ดีเมื่อเกิดความร้อนเทปพันสายจะยืดออก

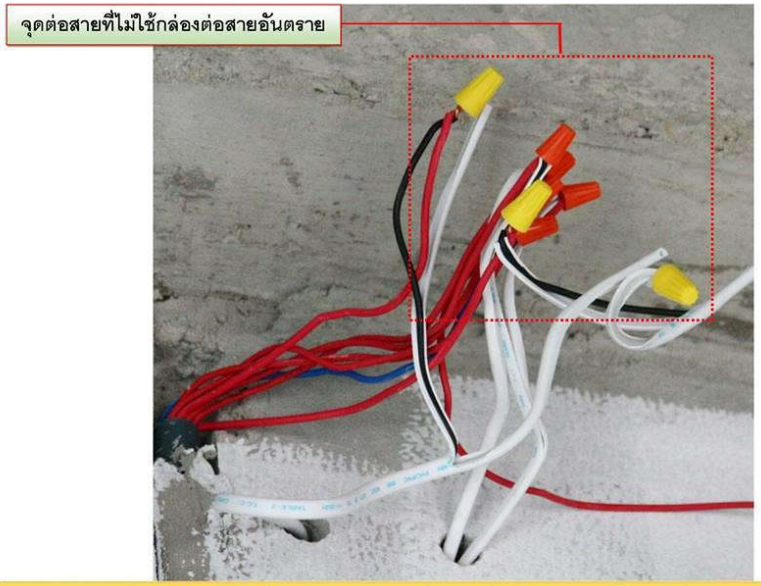
การต่อสายไฟฟ้าด้วยไวร์นัท (Wire nut)

ในการต่อสายด้วยไวร์นัท จะใช้วิธีหมุนเพื่อให้ไวร์นัทรัดสายให้แนบชิดกัน เมื่อต่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไม่ต้องใช้เทปพันสาย เนื่องจากปลอกของไวร์นัทเป็นฉนวนอยู่แล้ว แต่มีข้อควรระวังคือ อย่าปอกสายยาวเกินไป จะทำให้ตัวนำทองแดงโผล่ออกมาจากใต้โคนของไวร์นัท ซึ่งจะทำให้จุดต่อสายดังกล่าวลงกราวด์ได้ การต่อสายไฟฟ้าด้วยไวร์นัทจะนิยมต่อในกล่องต่อสาย (Junction box) โดยเฉพาะการเดินสายในท่อร้อยสายจะนิยมใช้กันมาก ไม่ควรใช้เทปพันสายเมื่อเทปพันสายรับความร้อนเทปพันสายจะยืดออก

ลักษณะวายนัทจับสาย (Wire Nut) การต่อสายไฟฟ้าต้องด้วยไวร์นัท (Wire nut)

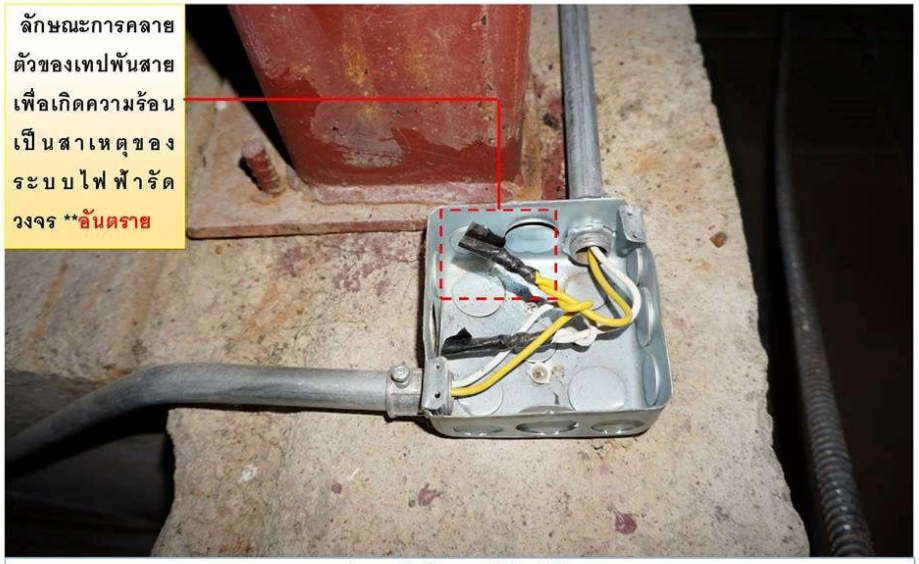


การต่อสายไฟฟ้าด้วยไวร์นัท (Wire nut) จะใช้วิธีหมุนเพื่อให้ไวร์นัทรัดสายให้แนบชิดกัน



การต่อสายไฟฟ้าโดยไม่ใช้กล่องต่อสาย เมื่อสายไฟเกิดความร้อน เป็นสาเหตุการรัดวงจร

ลักษณะการคลายตัวของเทปพันสายเพื่อเกิดความร้อนเป็นสาเหตุของระบบไฟฟ้ารัดวงจร **อันตราย



การต่อสายไฟโดยการใช้เทปพันสาย

ในขณะที่พันจะต้องดึงเทปพันสายให้ยืดออกเล็กน้อย เพื่อให้เทปรัดรอยต่อแน่นมากยิ่งขึ้น กรณีพันสายไม่ดีเมื่อเกิดความร้อนเทปพันสายจะยืดออก

CPN PROPERTY DEVELOPMENT & INVESTMENT

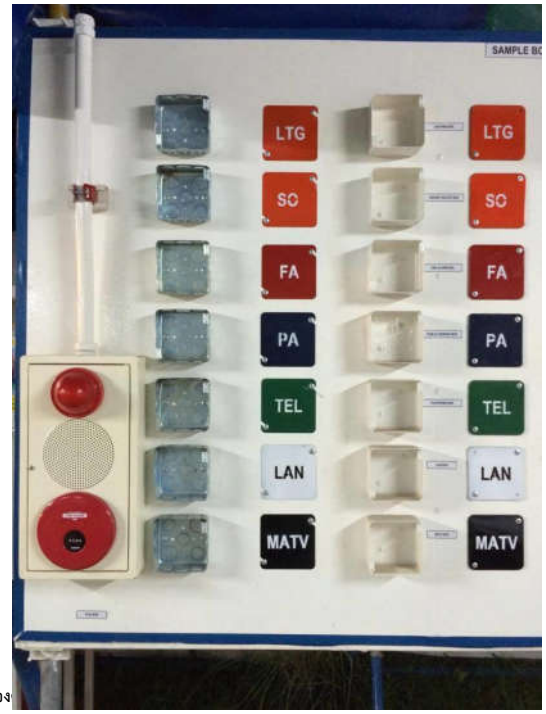
centralplaza LAMPANG

รหัส สี สัญลักษณ์งานระบบ (ส่วนร้านค้า)

รหัส สี สัญลักษณ์ งานเดินท่อและฝา Box

ลำดับ	ชื่อระบบ		อักษรย่อ/สี	สีฝา BOX
1	LIGHTING	วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	LTG	ชมพู
2	EMERGENCY LINE	วงจรไฟฟ้าฉุกเฉิน	E	ส้ม
3	RECEPTACLE	วงจรไฟฟ้าเต้ารับ	P	เขียว
4	FIRE ALARM SYSTEM	วงจรระบบ Fire Alarm System	F	แดง
5	SOUND SYSTEM	วงจรระบบเสียง	S	ขาว
6	MASTER ANTENA TELEVISION	วงจรทีวีรวม	MATV	ม่วง
7	BUILDING AUTOMATIC SYSTEM	วงจรควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ	BAS	น้ำตาล
8	SECURITY / FIRE DOOR	วงจรระบบป้องกันภัย	SE	น้ำเงิน
9	TELEPHONE	วงจรโทรศัพท์	TEL	เหลืองอ่อน
10	COMPUTER NETWORK	วงจรสายสัญญาณคอมพิวเตอร์	LAN	ขาว
11	AIR CONDITION SYSTEM	วงจรระบบปรับอากาศ	A/C	เทา
12	CCTV	วงจรทีวีวงจรปิด	CCTV	ฟ้าอ่อน
13	SANITARY SYSTEM	ระบบท่อประปา	SAN	เงิน
14	GAS SYSTEM	ระบบท่อแก๊ส	GAS	เหลือง

พื้นที่รวมสายและหัวต่อสาย ต้องไม่เกิน ๗๕% ของพื้นที่กล่องและปิดฝาให้เรียบร้อย



รางเคเบิ้ล

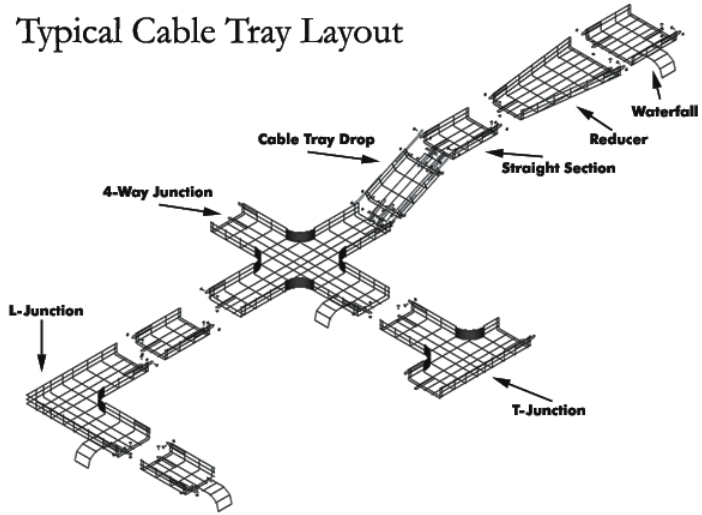
(Cable Tray)

รางเคเบิล (Cable Tray)

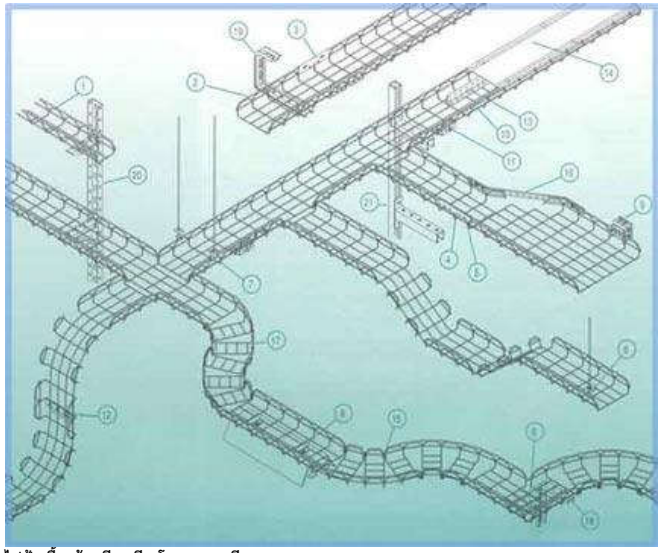
- ช่องเดินสายแบบเปิด
- สำหรับการเดินสายขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก
- ทำด้วยโลหะเชื่อมต่อเป็นตะแกรงสำหรับวางสาย

รางเคเบิล (Cable Tray) ในท้องตลาด

รูปแบบของรางเคเบิล



ลักษณะการเชื่อมต่อรางเคเบิล



ชนิดของรางเคเบิล

- รางเคเบิลแบบบันได
- รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ
- รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ

รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)

- ทำด้วยเหล็กแผ่นบางเคลือบผิวแบบสังกะสีจุ่มร้อน
- เหมาะสำหรับวางสายเมนขนาดใหญ่
- งานนอกอาคารทุกสภาวะแวดล้อม

นิยมติดตั้งเดินสายจากหม้อแปลงมายัง MDB

รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ

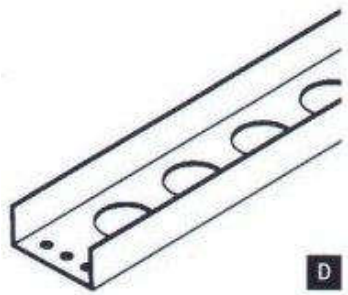
- ชนิดแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก (Trough Type)
- ชนิดรางพับเจาะร่องระบายอากาศ (Channel Type)

ชนิดแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูก (Trough Type)

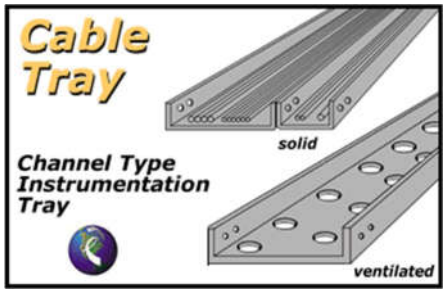
- ทำด้วยเหล็กแผ่นบางเคลือบผิวแบบสังกะสีจุ่มร้อน
- วางสายได้ทั้งสายเมนขนาดใหญ่และสายสัญญาณขนาดเล็ก
- ปกติใช้ติดตั้งภายในอาคาร

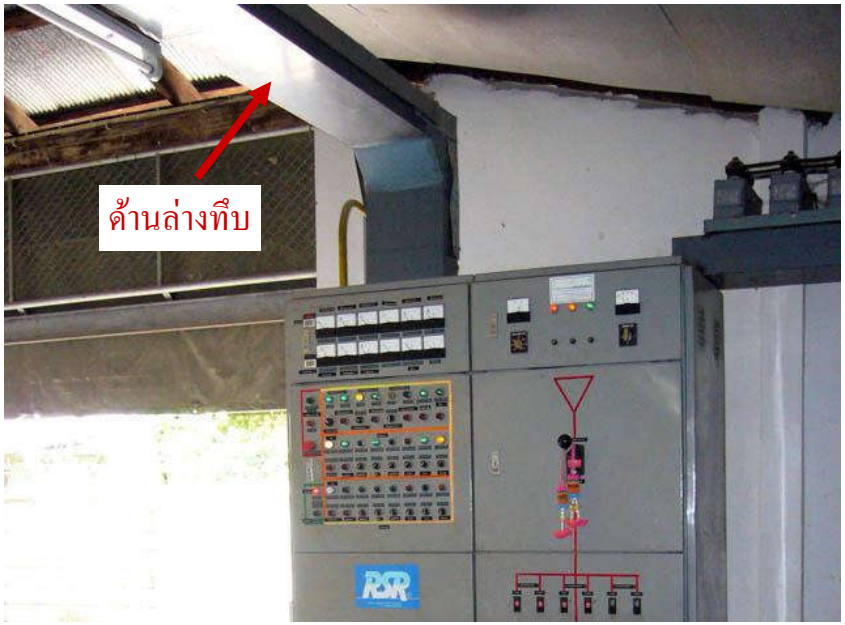
ชนิดรางพับเจาะร่องระบายอากาศ (Channel Type)

- ทำด้วย Aluzinc sheet และ Galvanized sheet
- ใช้วางสายเมนและสายไฟขนาดเล็ก มักใช้ภายในอาคาร



รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid Bottom Type)





ขนาดของรางเคเบิลแบบบันไดที่แนะนำในการผลิต

ตาราง วสท. ที่ จ.3-1

ขนาดความสูง x กว้าง (มม.)	ความแข็งแรงของรางเคเบิล
ขนาดความสูงแนะนำ - **100** หรือ **150** มม. ขนาดความกว้างแนะนำ - **150, 300, 450, 600, 750, 900** มม.	การขึ้นรูปของแผ่นเหล็กทำรางเคเบิลแบบบันไดต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ

ข้อกำหนดการใช้งานและการติดตั้ง

ทาง วสท. ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการใช้งานรางเคเบิล ดังนี้

หัวข้อ 5.15

5.15.1.1 วิธีการเดินสาย

สายและอุปกรณ์ต่อไปนี้อนุญาตให้ติดตั้งในรางเคเบิลได้แต่ต้องเป็นไปตามวิธีการที่กำหนดของการเดินสายหรือของอุปกรณ์นั้นๆ

5.15.1.1 วิธีการเดินสาย

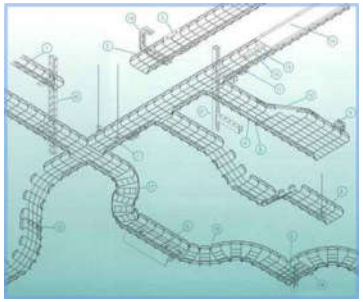
1. สายเคเบิลชนิด MI (Mineral – insulated, Metal – Sheathed Cable), ชนิด MC (Metal – clad Cable) และชนิด AC (Armored Cable)
2. สายเคเบิลแกนเดียวชนิดมีเปลือกนอกและขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. รวมทั้งสายเคเบิลหลายแกนในระบบแรงสูงและระบบแรงต่ำทุกชนิด (NYY , CV)
3. สายชนิดหลายแกนสำหรับควบคุมสัญญาณและไฟฟ้ากำลัง
4. ท่อร้อยสายต่างๆ

2. ยอมให้ติดตั้ง สายเคเบิลแกนเดียวชนิดไม่มีเปลือกนอก ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตร.มม. ได้ในรางเคเบิลแบบบันไดหรือรางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ เฉพาะในงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง (Qualified Person) ทำการดูแลและบำรุงรักษา ระยะห่างระหว่างขั้นบันไดต้องไม่เกิน 230 มม. (9 นิ้ว)
3. ในสถานที่อันตราย ต้องใช้สายเฉพาะที่อนุญาตให้ใช้ในเรื่องบริเวณอันตราย

4. ห้ามใช้รางเคเบิลในปล่องลิฟต์ หรือสถานที่ที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ
5. ในสถานที่ใช้งานซึ่งมีโอกาสถูกแสงแดดโดยตรง ต้องใช้สายชนิดทนแสงแดด (NYY)
6. ห้ามใช้รางเคเบิลเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน
7. ห้ามติดตั้งท่อสำหรับงานอื่นที่ไม่ใช่งานไฟฟ้า เช่น ท่อไอน้ำ ท่อประปา ท่าแก๊ส เป็นต้น อยู่บนรางเคเบิล

ข้อห้ามและคำแนะนำ [วสท. 5.15.3]

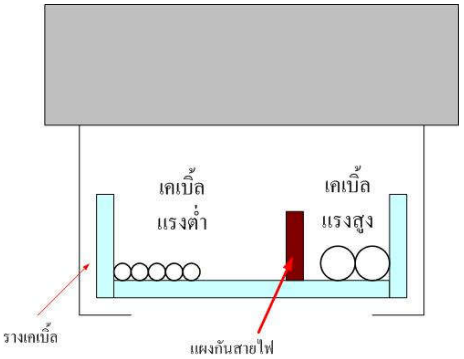
1. รางเคเบิลต้องต่อเนื่องโดยตลอดทั้งทางกลและทางไฟฟ้า
2. สายที่ติดตั้งบนรางเคเบิล เมื่อเดินแยกเข้าช่องร้อยสายอื่นต้องมีการจับยึดให้มั่นคง



ข้อห้ามและคำแนะนำ (2)

3. ห้ามติดตั้งสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิลเดียวกันกับสายเคเบิลระบบแรงสูง

ยกเว้น มีแผ่นกั้นที่แข็งแรงและไม่ติดไฟ

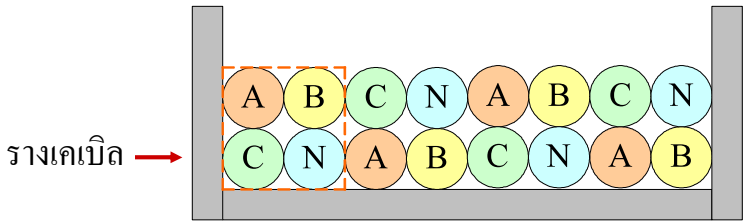


ข้อห้ามและคำแนะนำ (3)

4. รางเคเบิลต้องติดตั้งในที่เปิดเผยและเข้าถึงได้ และมีที่ว่างพอเพียงที่จะปฏิบัติงานบำรุงรักษาสายเคเบิลได้สะดวก

5. เมื่อใช้สายเคเบิลแกนเดียว สายเส้นไฟและเส้นศูนย์ของแต่ละวงจรต้องเดินรวมกันเป็นกลุ่ม (ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสายเส้นศูนย์ 1 เส้น และสายเส้นไฟเฟสละ 1 เส้น) และสายต้องมัดเข้าด้วยกันเพื่อป้องกันการเกิดกระแสไม่สมดุล เนื่องจากการเหนี่ยวนำและป้องกันสายเคเบิลเคลื่อนตัวอย่างรุนแรงเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร

แต่ละกลุ่ม มีสายไฟ 4 เส้น
ประกอบด้วยสายเฟส A, B, C และ N



ป้องกัน Induction Heating ได้ !!!

ข้อห้ามและคำแนะนำ (4)

6. การต่อสายในรางเคเบิล ต้องทำให้ถูกต้องตามวิธีการต่อสาย แต่จุดต่อสายต้องอยู่ภายในรางเคเบิล และต้องไม่สูงเลยขอบด้านข้างของรางเคเบิล

สายไฟฟ้าและเคเบิ้ล

Electrical Wiring & Cable

ชนิดของสายไฟฟ้าแรงต่ำ...แบ่งได้หลายวิธี

ชนิดของตัวนำ
- ทองแดง
- อะลูมิเนียม

ฉนวน
- PVC (อุณหภูมิใช้งาน 70°C และ 90°C)
- XLPE (อุณหภูมิใช้งาน 90°C)

มาตรฐานการผลิต
- มอก 11-2553
- สากลอื่น เช่น IEC 60502, BS หรือ AS

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำเป็นสายไฟฟ้าที่ใช้ได้กับ
แรงดันไม่เกิน ๑๐๐๐ V มีลักษณะ
เป็นสายไฟฟ้าหุ้มด้วยฉนวน โดยที่
ตัวนำสำหรับสายไฟฟ้าชนิดนี้
อาจจะใช้ ทองแดงหรืออะลูมิเนียม

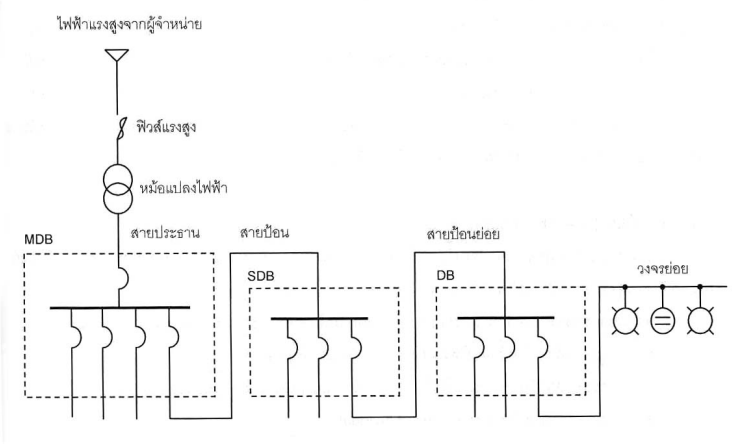
แต่ที่นิยมใช้สำหรับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ คือสายทองแดง
สายไฟฟ้าขนาดใหญ่ มีลักษณะเป็นตัวนำตีเกลียว
แต่ถ้าเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็ก ตัวนำก็จะเป็นตัวนำเดี่ยว
วัสดุฉนวนที่นิยมใช้กับสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ
ได้แก่ Polyvinyl Chloride (PVC)
และ Cross-linked Polyethylene (XLPE)

มาตรฐานสายไฟฟ้า (ที่กำหนดใน วสท.)

- **สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน**
  - สายทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มอก.11-2553
  - สายอลูมิเนียมหุ้มฉนวนพีวีซี มอก.293-2541
  - สายทองแดงหุ้มฉนวน XLPE (CV)

- **สายไฟฟ้าเปลือย**
  - สายทองแดงรีดแข็งสำหรับสายไฟฟ้าเหนือดิน มอก.64-2517
  - สายอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย มอก.85-2523
  - สายอลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก มอก.86-2523

สายไฟฟ้าสำหรับงานติดตั้ง



- ลักษณะงานเป็นแบบติดตั้งถาวร (Fixed Wiring)
- นิยมใช้สายทองแดงตามมาตรฐาน มอก.11-2553

ประเภทและข้อกำหนด การใช้งานสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2553 (อุณหภูมิใช้งาน 70 °C)

ตารางที่ 5-48
ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิลชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 01	1.5-400	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 02	1.5-240	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 05	0.5-1.0	เดี่ยวแข็ง (Solid)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 06	0.5-1.0	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	70°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 07	0.5-2.5	เดี่ยวแข็ง (Solid)	แกนเดียว	90°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ตารางที่ 5-48 (ต่อ)
ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิลชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 08	0.5-2.5	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว	90°C	ไม่มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 10	1.5-35	ตีเกลียว (Stranded)	หลายแกน (มีไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/500	• ใช้งานทั่วไป • เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย • วางบนรางเคเบิล • ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
60227 IEC 41	0.8	ตีเกลียว (Stranded)	2 แกน	70°C	ไม่มี	300/300	• ใช้งานภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
60227 IEC 43	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	1 แกน	70°C	มี	300/300	• ใช้ต่อไฟประดับตกแต่งภายในยานพาหนะ
60227 IEC 52	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มีไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/300	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ • ใช้งานภายในเครื่องใช้ไฟฟ้า
60227 IEC 53	0.75-2.5	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มีไม่มีสายดิน)	70°C	มี	300/500	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก) • ใช้ต่อเข้าดวงโคม
60227 IEC 56	0.5-0.75	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มีไม่มีสายดิน)	90°C	มี	300/300	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก)

ตารางที่ 5-48 (ต่อ)
ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าตัวนำทองแดง หุ้มฉนวนพีวีซี ตาม มอก.11-2553

รหัสชนิดเคเบิลชื่อเรียก	ขนาดสาย (ตร.มม.)	ลักษณะตัวนำ	จำนวนแกน	อุณหภูมิตัวนำ	เปลือกนอก	แรงดันไฟฟ้า Uo/U (โวลต์)	การใช้งาน
60227 IEC 57	0.75-2.5	ฝอย (Flexible)	หลายแกน (มีไม่มีสายดิน)	90°C	มี	300/500	• ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้ (ใช้งานหนัก) • ใช้ในดวงโคมไฟฟ้าที่มีไม่มีบัลลาสต์ • ใช้ในป้ายโฆษณาป้ายไฟฟ้า
NYY	1-500	ตีเกลียว (Stranded)	แกนเดียว	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • วางบนรางเคเบิล • ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
	50-300		หลายแกน				
NYY-G	25-300		หลายแกนมีสายดิน				
VAF VAF-G	1-16	เดี่ยวแข็ง (Solid) หรือตีเกลียว (Stranded)	2 แกน 2 แกนมีสายดิน	70°C	มี	300/500	• เดินแกะผนัง • เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ • ห้ามฝังดิน
VCT VCT-G	4-35	ฝอย (Flexible)	แกนเดียว หลายแกน และหลายแกนมีสายดิน	70°C	มี	450/750	• ใช้งานทั่วไป • ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า • วางบนรางเคเบิล

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-48)
การใช้งานต้องสอดคล้องกับวิธีการเดินสายด้วย

ชนิดสายไฟฟ้าตาม มอก.11-2553

มอก 11-2553

- เป็นมาตรฐานบังคับใช้กับสายทองแดงหุ้มฉนวน PVC
- อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60227 แต่ยังคงสายตามมาตรฐานเดิมอยู่บ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- แรงดันไฟฟ้าใช้งานเป็นค่า U_0/U ไม่เกิน 450/750 โวลต์
- อุณหภูมิใช้งานของสายไว้ 2 ค่าคือ $70^{o}C$ และ $90^{o}C$

มอก. 11-2553 เล่ม 1 ข้อกำหนดทั่วไป (IEC 60227-1) (ต่อ)

แรงดันไฟฟ้า

กำหนดให้ เป็น Uo /U

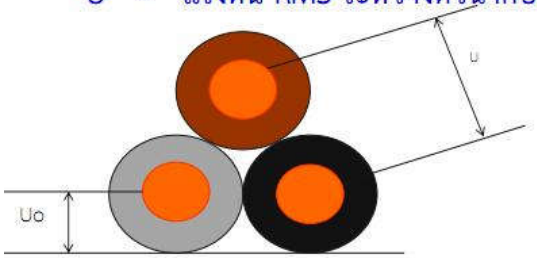
สายPVC ตามมอก. 11-2553

แรงดัน 450/750 V

แรงดัน 300/500 V

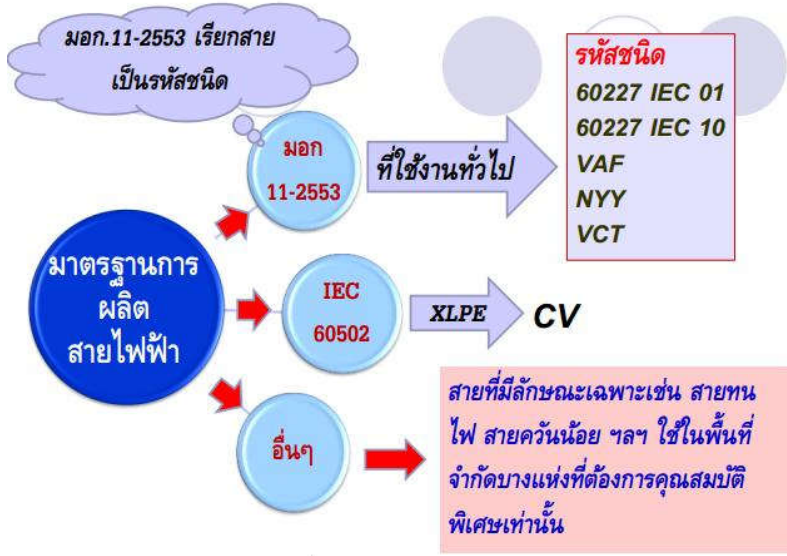
Uo = แรงดัน RMS ระหว่าง ตัวนำ กับ ดิน

U = แรงดัน RMS ระหว่างตัวนำกับตัวนำ



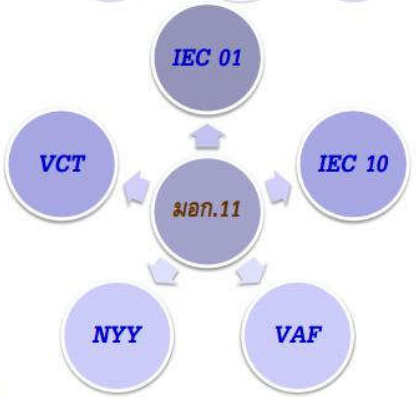
แรงดัน 600/1000 V

XLPE ตาม IEC



สายแรงต่ำที่มีการใช้งานทั่วไป

- 60227 IEC 01
- 60227 IEC 10
- VAF
- NYY
- VCT
- XLPE (IEC 60502-1)
- MI Cable และสายทนไฟอื่น



สาย มอก.11-2553, 60227 IEC 01

- ขนาด	1.5-400 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดียว
- สายดิน	ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70 °C
- เปลือก	ไม่มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V

การใช้งาน
- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

นิยมใช้งานติดตั้งในอาคารมากที่สุด

สาย มอก.11-2553,
60227 IEC 10

- ขนาด	1.5-35 ตร.มม.
- จำนวนแกน	หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	300/500 V

การใช้งาน
- ใช้งานทั่วไป
- เดินในช่องเดินสายและต้องป้องกันน้ำเข้าช่องเดินสาย
- วางบนรางเคเบิล
- ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

สาย มอก.11-2553, VAF

- ขนาด	1.0-16 ตร.มม.
- จำนวนแกน	2 และ 2 แกนมีสายดิน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	300/500 V

การใช้งาน
- เดินเกาะผนัง
- เดินในช่องเดินสาย ห้ามร้อยท่อ
- ห้ามฝังดิน

สาย มอก.11-2553, NYY

- ขนาด	แกนเดียว 1.0-500 ตร.มม.
	หลายแกน 50-300 ตร.มม.
	หลายแกนมีสายดิน 25-300 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดียว และ หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V

การใช้งาน

- *ใช้งานทั่วไป*
- *วางบนรางเคเบิล*
- *ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง*

สาย มอก.11-2553, VCT

ตัวนำมีลักษณะเป็นสายฝอย

- ขนาด	4-35 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดียว และ หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	70°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	450/750 V

การใช้งาน

- *ใช้งานทั่วไป*
- *ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า*
- *วางบนรางเคเบิล*
- *ร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง*

สายไฟฟ้าตามมาตรฐานอื่น, XLPE

โดยทั่วไปผลิตตาม IEC 60502

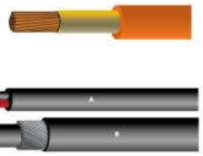
- ขนาด	แกนเดียว 2.5-1,000 ตร.มม.
	หลายแกน 2.5-400 ตร.มม.
- จำนวนแกน	แกนเดียว และ หลายแกน
- สายดิน	มี/ไม่มี
- อุณหภูมิตัวนำ	90°C
- เปลือก	มี
- แรงดัน U_0/U	0.6/1 kV

การใช้งาน...ตามที่กำหนดในมาตรฐานฯ

- ใช้งานทั่วไป
- วางบนรางเคเบิล เดินร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
- การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้น เปลือกและฉนวนของสายมีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิงตามมาตรฐาน IEC 60332-3 category C และ
- *การใช้งาน ต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่ต่อด้วย*

สายที่มีลักษณะเฉพาะ

- สายต้านเปลวเพลิงและทนไฟ ขนาดกระแสเป็นไปตามอุณหภูมิใช้งานของสายไฟฟ้าเหมือนสายไฟฟ้าทั่วไป

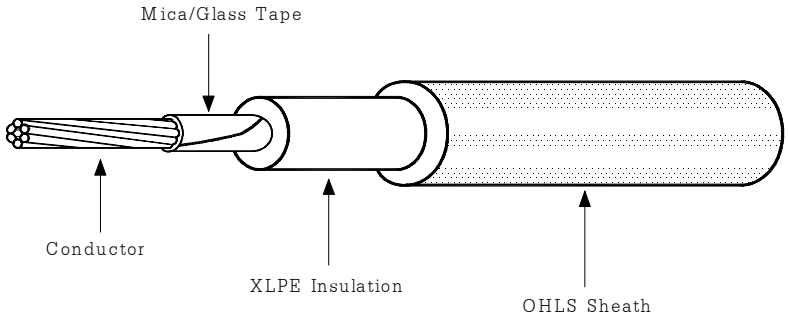


- MI Cable ขนาดกระแส ใช้ตามตารางที่ 5-34 & 5-35

บทที่ 5 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

สายไฟฟ้าทนไฟ (Fire Resistant Cable:FRC)

ส่วนประกอบของสายทนไฟ (FRC)

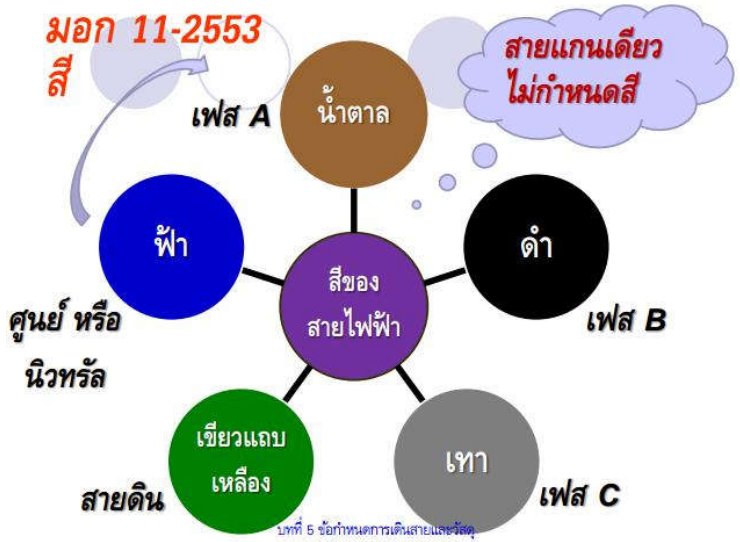


รูป สายทนไฟ (FRC)

สถานที่ ที่กำหนดให้ใช้สายที่มีลักษณะเฉพาะ

- อาคารชุด อาคาสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ
- อาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดิน
- โรงมหรสพ
- สถานบริการ
- โรงแรม

เฉพาะบางพื้นที่และบางวงจร เท่านั้น



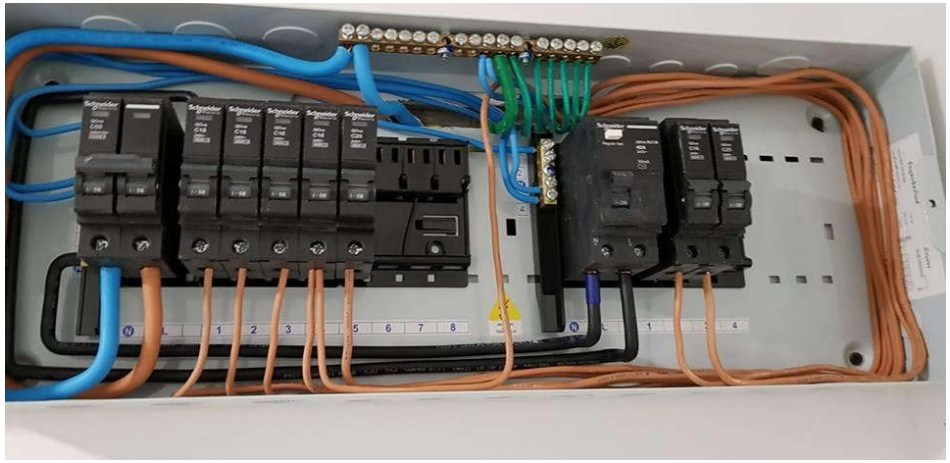
เปรียบเทียบสีของสายไฟฟ้า

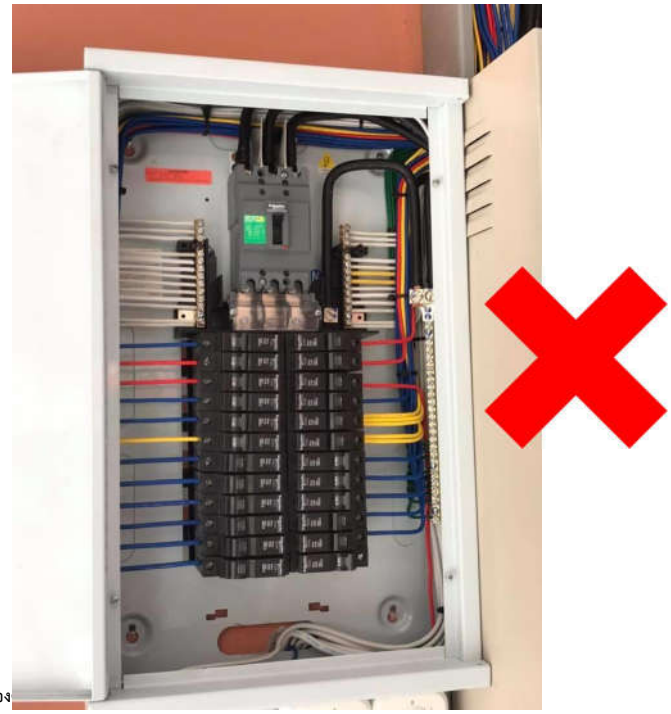
มอก.11-2531		มอก.11-2553
เทาอ่อน	ขาว	ฟ้า
ดำ		น้ำตาล
แดง		ดำ
น้ำเงิน		เทา
เขียวแถบเหลือง	เขียว	เขียวแถบเหลือง

สีของสายไฟฟ้า ระบบแรงต่ำ

เป็นไปตาม มอก.11-2553

- นิวทรัล ฟ้า
- เส้นไฟ
  - ระบบ 1 เฟส เส้นไฟใช้สีต่างจากสายศูนย์ และ สายดิน
  - ระบบ 3 เฟส เส้นเฟสใช้สี (หรือทำเครื่องหมายเป็นสี) น้ำตาล ดำ เทา
- สายดิน เขียว หรือ เขียวแถบเหลือง หรือเป็นสายเปลือย
  - ข้อยกเว้น 1 สายไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 16 ตร.มม. ขึ้นไป ให้ทำเครื่องหมายที่ปลายสายแทนการกำหนดสีได้ (ถ้าการบำรุงรักษาทำโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง ให้ทำเครื่องหมายที่ปลายสายแทนได้ ทุกขนาดสาย...ตามข้อ 4.14.4 ยกเว้นที่ 2)
  - ข้อยกเว้น 2 สายที่ออกจากเครื่องวัดไปถึงเมนสวิตช์ ไม่กำหนดสี





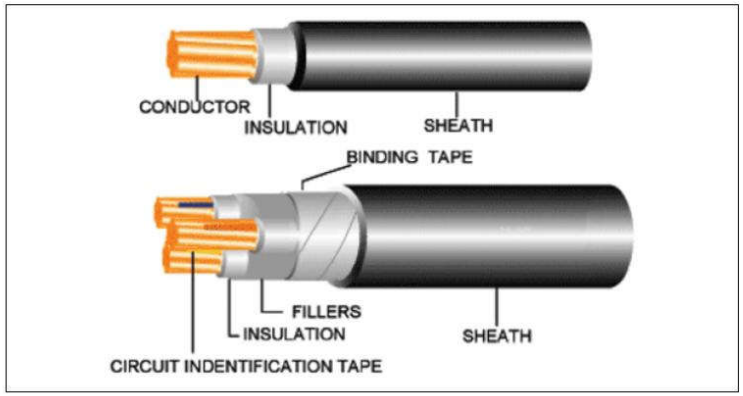
สายทองแดงหุ้มฉนวน XLPE

- ชื่อเรียกทางการค้า คือ “CV”
- **ไม่อยู่**ในมาตรฐาน มอก. แต่ผลิตตาม IEC 502 หรือ JIS C-3606
- ตัวนำเป็นทองแดง และหุ้มด้วยฉนวนคลอสลิ้งค์โพลีเอททีลีน
- ใช้งานได้เหมือนสาย NYY มักนิยมใช้เป็นสายป้อนหรือสายเมน
- สามารถทนแรงดันได้สูง และ มีอุณหภูมิใช้งานได้สูง
- นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น งานติดตั้งมอเตอร์แรงดันสูง

สายทองแดงหุ้มฉนวน XLPE

0.6 /1 KV-CV ⟶ ใช้ในงานแรงดันสูงได้

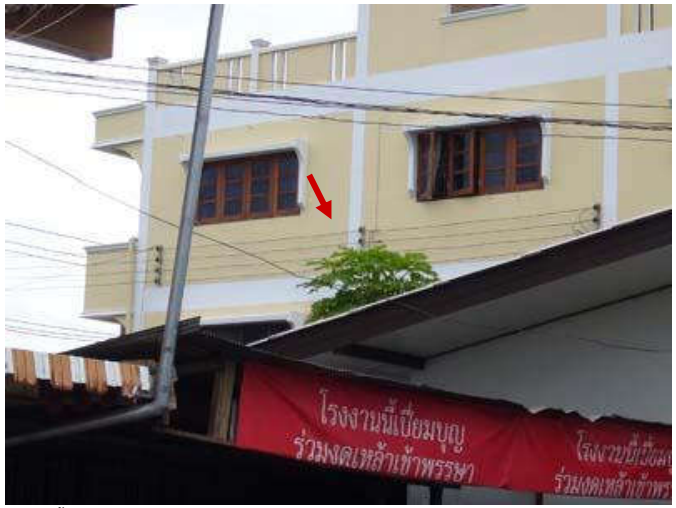
0.6/1 kV. 90 ° C CROSS- LINKED POLYETHYLENE INSULATED PVC SHEATED POWERABLE



รายละเอียด และ ราคา สายไฟฟ้า (Specification & Price List)

- ดูได้จากคู่มือการใช้งานสายไฟฟ้า และ รายการราคา
- สามารถขอได้จากบริษัทผู้จำหน่าย มีลักษณะคล้ายๆกันทุกบริษัท
- eg. บ.บางกอกเคเบิล www.bangkokcable.com
  บ.ไทยยาซากิ www.**thaiyazaki**-electricwire.co.th

สายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ



พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

บริภัณฑ์ไฟฟ้า (Electrical Equipment)

อุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งหรือใช้ในการต่อเข้ากับการติดตั้งทางไฟฟ้า (มีลักษณะเป็นกล่อง หรือ ตู้)

- **เมนสวิตช์ (ตู้ MDB)****
- **แผงสวิตช์ และ แผงย่อย**
- **เครื่องควบคุมมอเตอร์**
- **UPS**
- **เซิร์ฟเวอร์ระบบคอมพิวเตอร์**
- **หม้อแปลงชนิด Dry Type**

พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานสำหรับบริภัณฑ์ไฟฟ้า

- เป็นพื้นที่ใช้ปฏิบัติการ ซ่อมแซม บำรุงรักษา ตัวบริภัณฑ์ไฟฟ้า
- มีขนาดเพียงพอสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ ที่จะทำงานได้สะดวกและปลอดภัย
- มีทางเข้า – ออก ได้อย่างสะดวก โดยเฉพาะเวลาเกิดอุบัติเหตุ เช่น ไฟไหม้ตู้บริภัณฑ์

ข้อกำหนดของพื้นที่ว่าง

- ส่วนของพื้นที่ว่าง
- ส่วนของทางเข้าออกไปยังบริภัณฑ์
- ความสูง ความกว้างของพื้นที่ว่าง
- แสงสว่าง
- ความลึกของพื้นที่ว่าง

พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน แบ่งเป็น

1. ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงต่ำ (แรงดันวัดเทียบกับดินไม่เกิน 600V)
2. ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานระบบแรงสูง (แรงดันวัดเทียบกับดินเกิน 600 V)

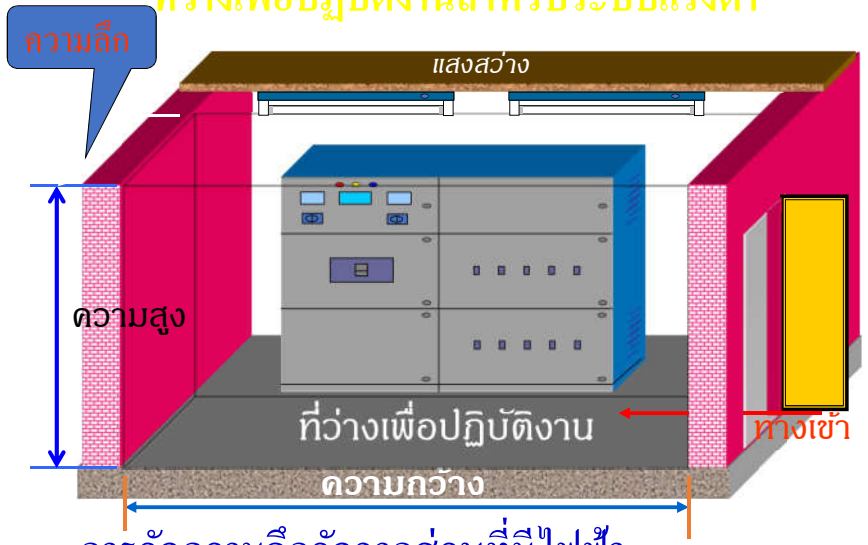
พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

พื้นที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานแรงต่ำ

พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

- ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร และไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบริภัณฑ์ไฟฟ้า
- ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานต้องเพียงพอสำหรับการเปิดประตูตู้ หรือ ฝาตู้ได้อย่างน้อย 90° ในทุกกรณี
- ความลึกเป็นไปตามตารางที่ 1.1 ของ ว.ส.ท (หน้า 1-18)

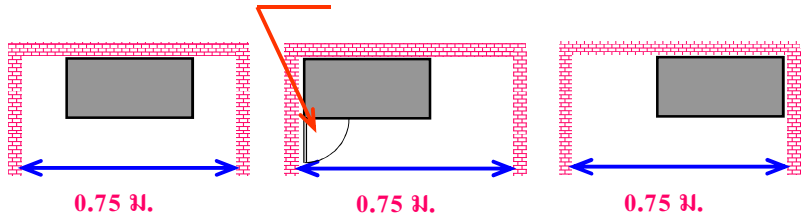
ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับระบบแรงต่ำ



การวัดความลึกวัดจากส่วนที่มีไฟฟ้า
หรือจากด้านหน้าเครื่องห่อหุ้ม

ข้อ 1.102 หน้า 1-17

ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำ

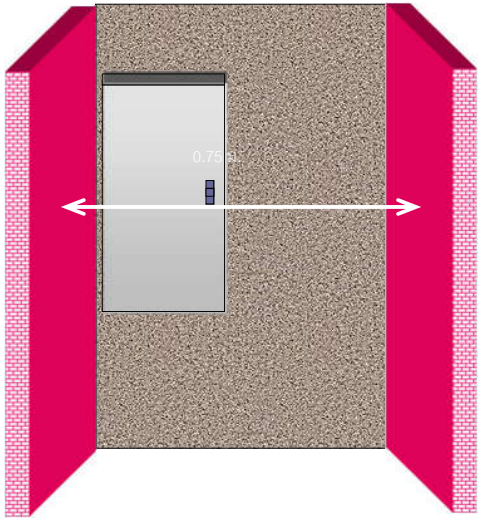


☑ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75ม.และไม่น้อยกว่าความกว้างบริภัณฑ์ไฟฟ้า

บริภัณฑ์ไฟฟ้า

ข้อ 1.102.1 หน้า 1-17

ความกว้างของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำ

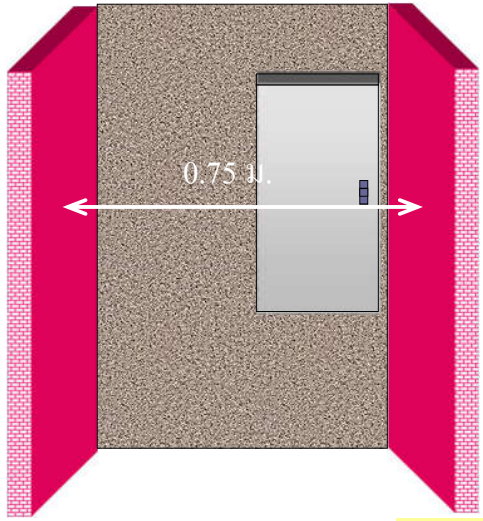


ข้อ 1.102.1 หน้า 1-17

ความกว้างของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำ

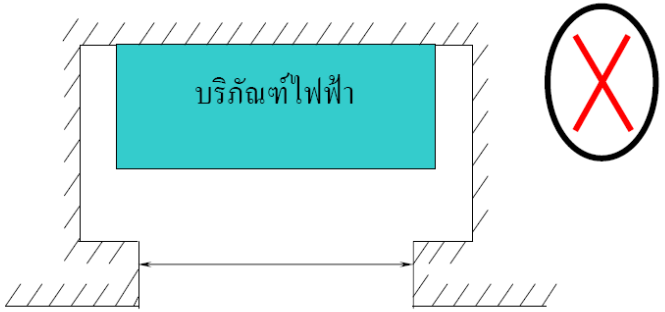
ข้อ 1.102.1 หน้า 1-17

ความกว้างของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในระบบแรงต่ำ



ข้อ 1.102.1 หน้า 1-17

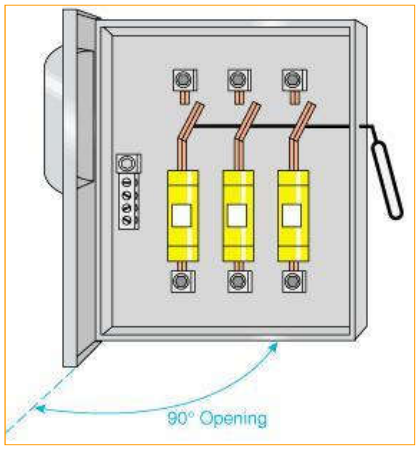
ความกว้างที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ



ความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร

**** ความกว้างมีขนาดน้อยกว่าความกว้างของบริภัณฑ์ไฟฟ้า****

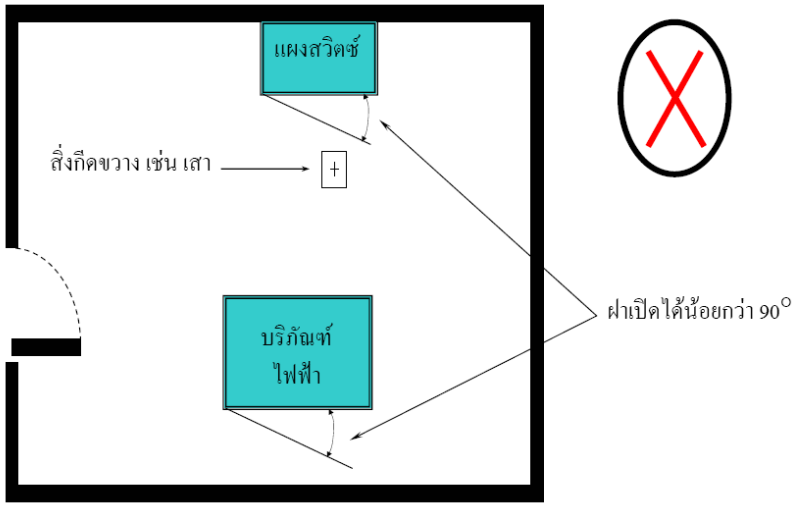
การเปิดประตูตู้ หรือ ฝาตู้



ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องเพียงพอสำหรับการเปิดประตูตู้หรือฝาตู้ ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกกรณี

44

การเปิดประตูตู้ หรือ ฝาตู้



ความลึกของที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

ตารางที่ 1.1 ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้าระบบแรงต่ำ

แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน(โวลต์)	ความลึกต่ำสุด (เมตร)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
0 - 150	0.90	0.90	0.90
151 - 600	0.90	1.05	1.20

กรณีที่ 1 (จากตาราง 1.1)

มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน และอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานไม่มีทั้งส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งและส่วนที่ต่อลงดิน **หรือ** มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ทั้งสองด้านของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน แต่ได้มีการกั้นด้วยวัสดุที่เหมาะสม เช่น ไม้ หรือ วัสดุฉนวนอื่น

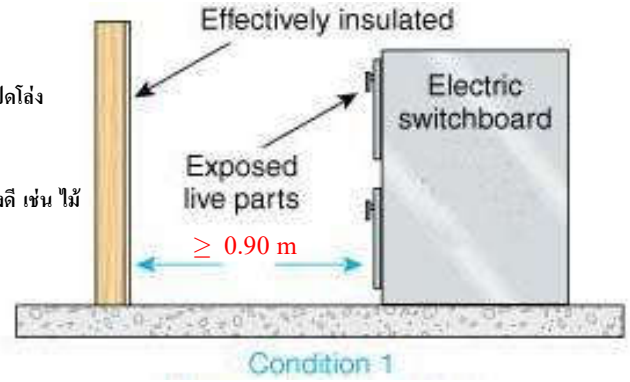
สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนหรือบัสบาร์หุ้มฉนวนที่มีแรงดันไฟฟ้า **ไม่เกิน 300 V** ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ไม่มีไฟฟ้า

กรณีที่ 1 (จากตาราง 1.1)

- ไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่ง
- ไม่มีส่วนที่ต่อลงดิน

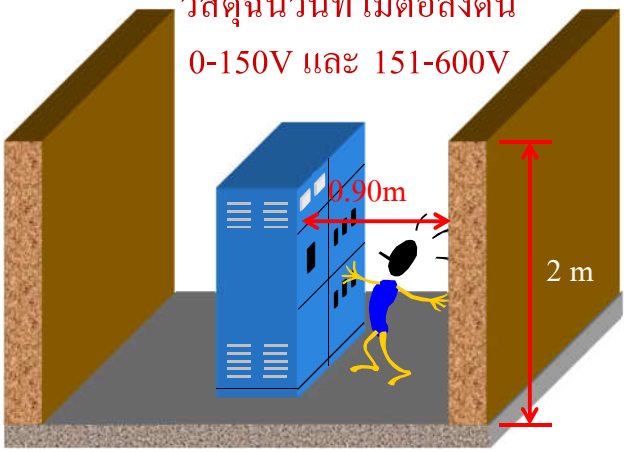
หรือ

- ส่วนที่เป็นฉนวนกั้นอย่างดี เช่น ไม้



กรณีที่ 1 : ที่ว่างอยู่ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าและวัสดุฉนวนที่ไม่ต่อลงดิน

0-150V และ 151-600V



ไม้, วัสดุฉนวน, สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

บริภัณฑ์ไฟฟ้า

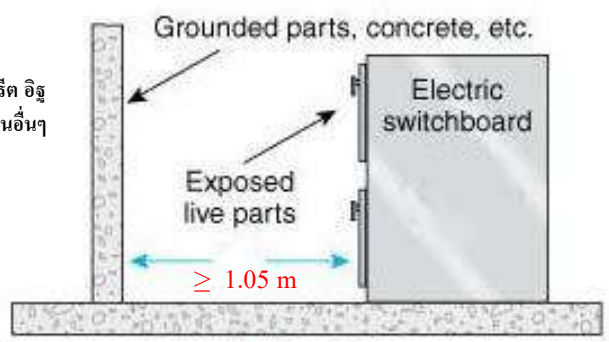
ตารางที่ 1-1 หน้า 1-18

กรณีที่ 2 (จากตาราง 1.1)

มีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่ง อยู่ทางด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานและอีกด้านหนึ่งของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานเป็นส่วนที่ต่อลงดิน

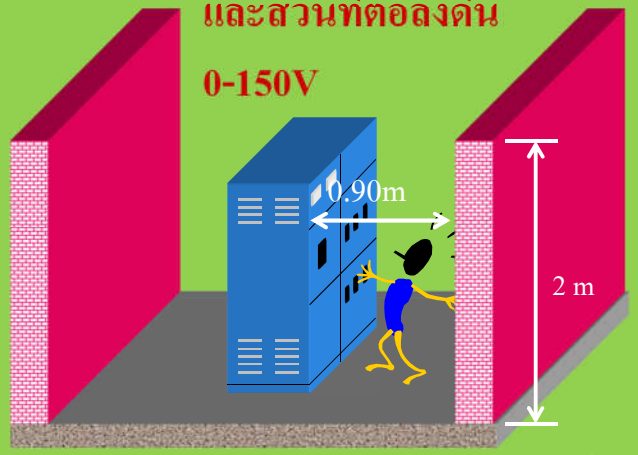
กรณีที่ 2 (จากตาราง 1.1)

- ส่วนที่ต่อลงดิน เช่น คอนกรีต อิฐ กระเบื้อง หรือ ส่วนที่ต่อลงดินอื่นๆ



กรณีที่ 2 : ที่ว่างอยู่ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าและส่วนที่ต่อลงดิน

0-150V



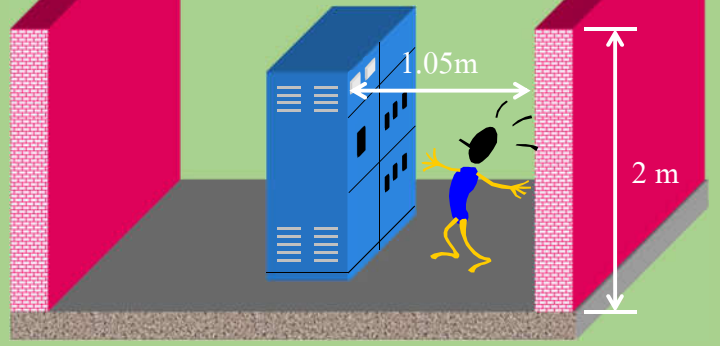
ส่วนที่ต่อลงดิน เช่น คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง

บริภัณฑ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1-1 หน้า 1-18

กรณีที่ 2 : ที่ว่างอยู่ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าและส่วนที่ต่อลงดิน

151- 600V



ส่วนที่ต่อลงดิน เช่น คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง

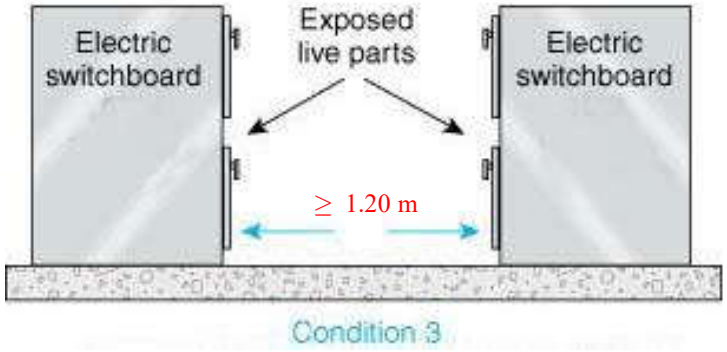
บริภัณฑ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1-1 หน้า 1-18

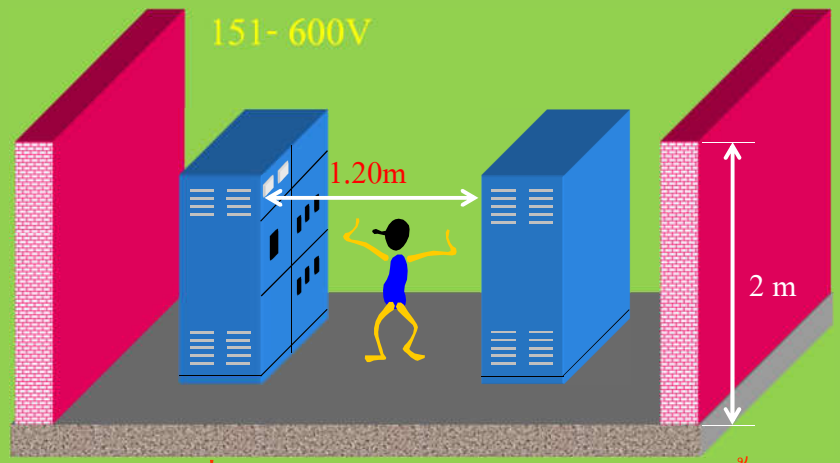
กรณีที่ 3 (จากตาราง 1.1)

ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่ง อยู่ทั้ง 2 ด้านของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (ไม่มีการกั้นตามกรณีที่ 1) โดยผู้ปฏิบัติงานจะอยู่ระหว่างนั้น

กรณีที่ 3 (จากตาราง 1.1)



กรณีที่ 3 : ส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ทั้ง 2 ด้านของที่ว่าง

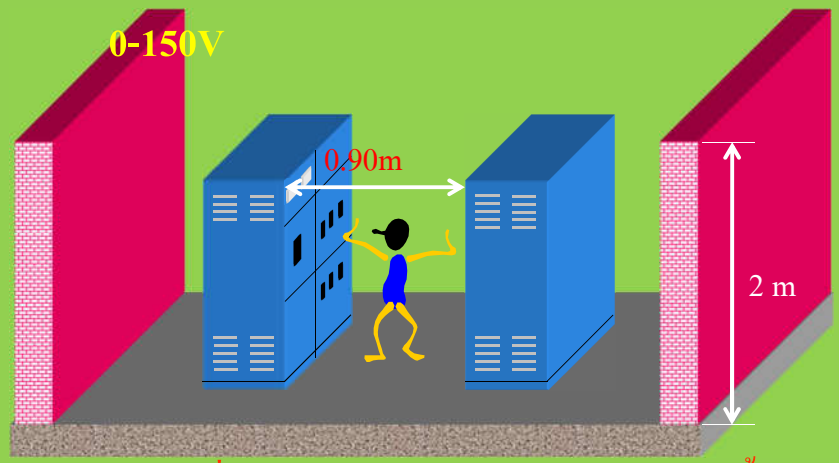


ส่วนที่ต่อลงดิน เช่น คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง

บริภัณฑ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1-1 หน้า 1-18

กรณีที่ 3 : ส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ทั้ง 2 ด้านของที่ว่าง



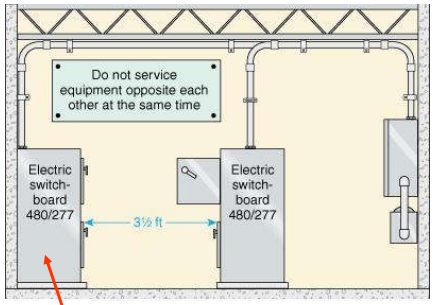
ส่วนที่ต่อลงดิน เช่น คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง

บริภัณฑ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1-1 หน้า 1-18

ข้อยกเว้น สำหรับ ตารางที่ 1.1

1. บริภัณฑ์ที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงานได้จากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลัง ไม่ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหลังของบริภัณฑ์ก็ได้



สามารถปฏิบัติได้จากด้านหน้า ไม่ต้องมีที่ว่างด้านหลังบริภัณฑ์

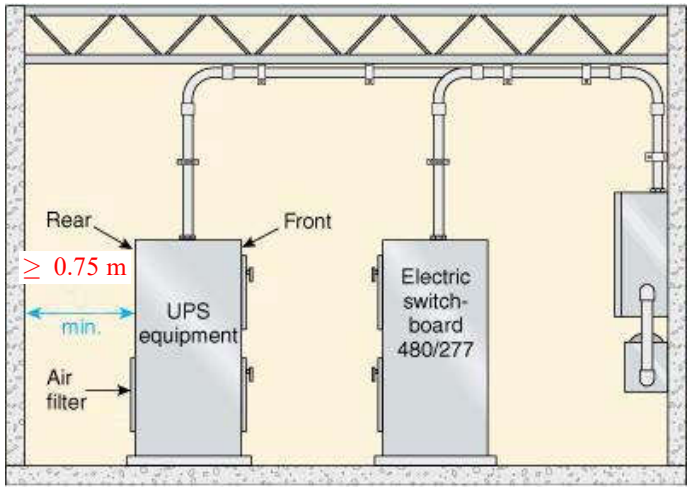
ข้อยกเว้น สำหรับ ตารางที่ 1.1

2. ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่ง มีแรงดันไม่เกิน 30 VAC. หรือ 60 VDC. (สำหรับบางโรงงานที่หม้อแปลงระดับนี้ใช้เอง) และสามารถเข้าถึงได้ ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอาจเล็กกว่าที่กำหนดได้ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน

ข้อยกเว้น สำหรับ ตารางที่ 1.1

3. บริภัณฑ์ที่เข้าถึงเพื่อปฏิบัติงาน จากด้านอื่นที่ไม่ใช่ด้านหลัง ไม่ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหลังของบริภัณฑ์ก็ได้ ในที่ซึ่งต้องเข้าถึงด้านหลังเพื่อทำงานในส่วนที่ได้ปลดวงจรไฟฟ้าออกแล้ว ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในแนวนอนไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร ตลอดแนวของบริภัณฑ์

ข้อยกเว้น สำหรับ ตารางที่ 1.1 (ข้อ 3)



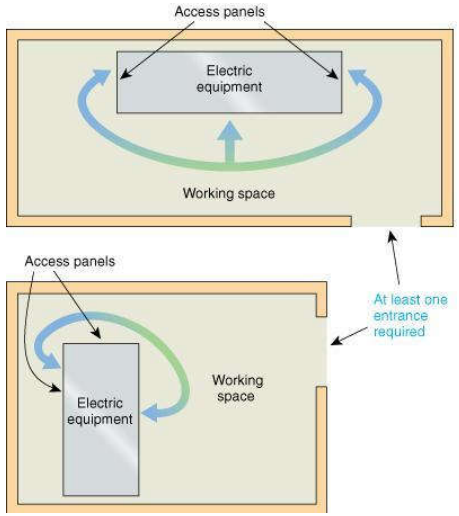
ทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน (ว.ส.ท. – 1.102.3)

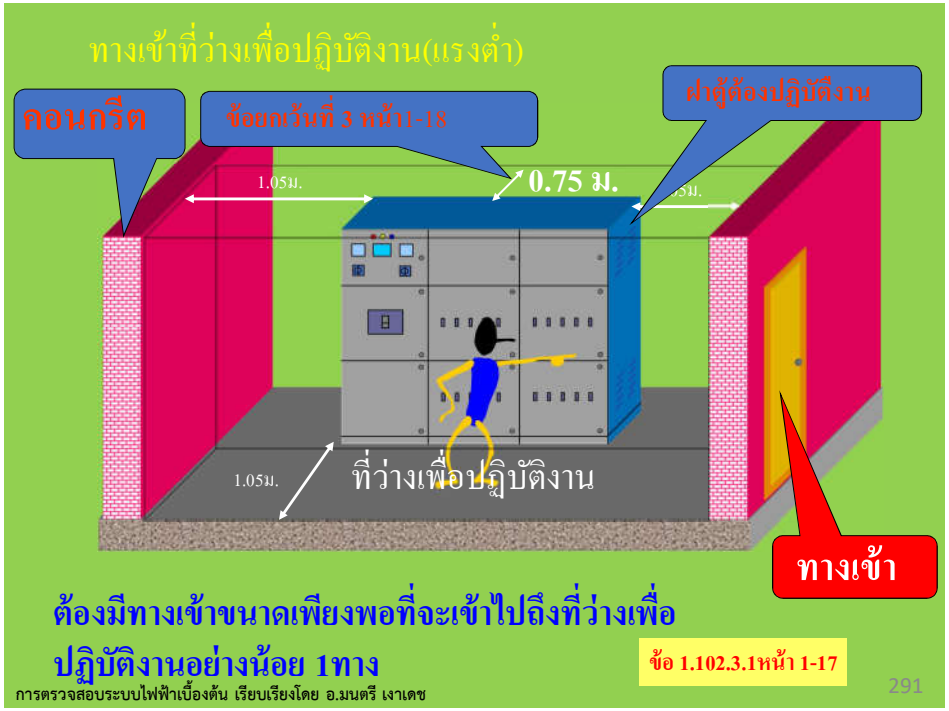
1. ต้องมีทางเข้าขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ที่จะเข้าไปถึงที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้าได้อย่างน้อย 1 ทาง

2. สำหรับแผงสวิตช์และแผงควบคุม ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 1,200 A ขึ้นไปและกว้างเกิน 1.80 เมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผงที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และ ความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

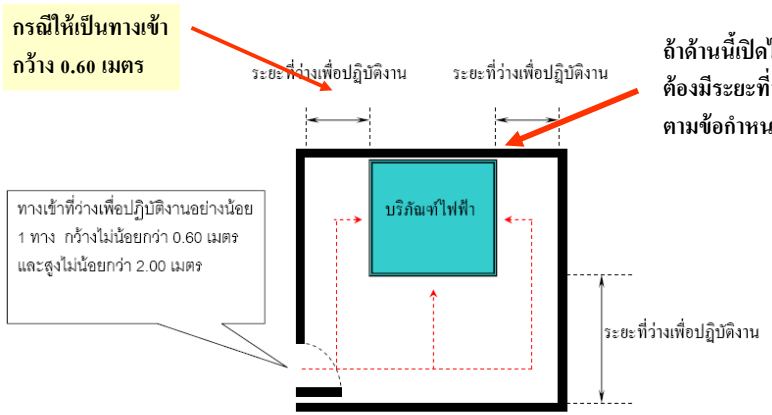
**** ทางเข้า ไม่จำเป็นต้องหมายถึงประตูเสมอไป****

ทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน (กรณี 1)

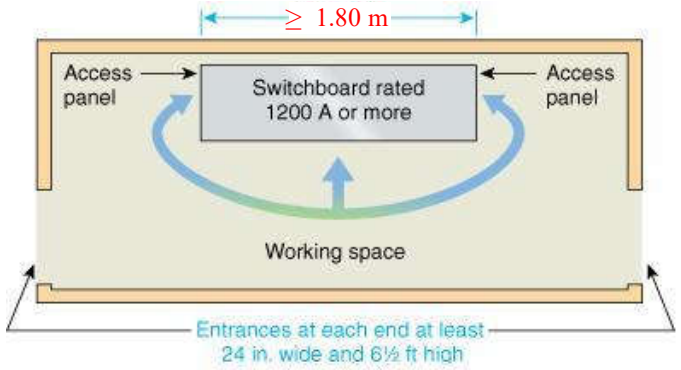




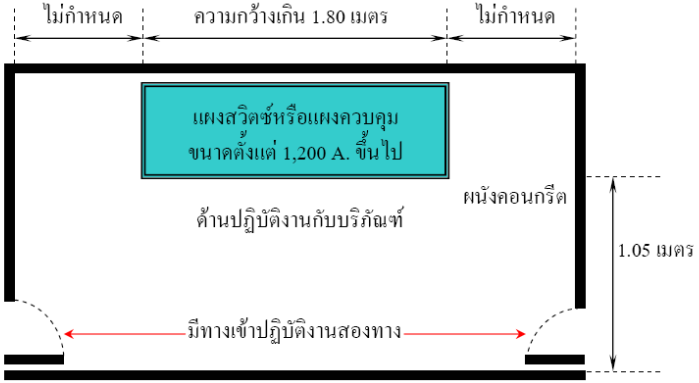
ทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน (กรณี 1)



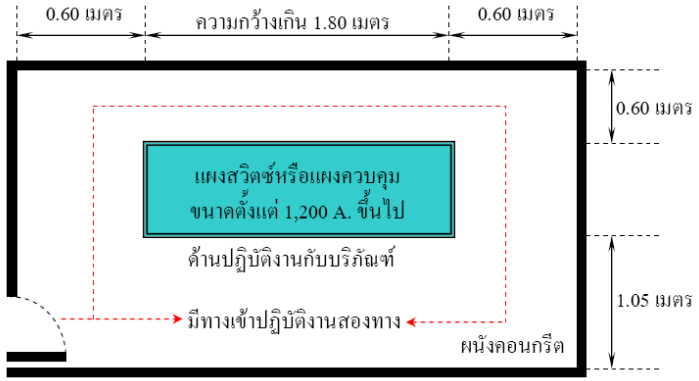
ทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน (กรณี 2)



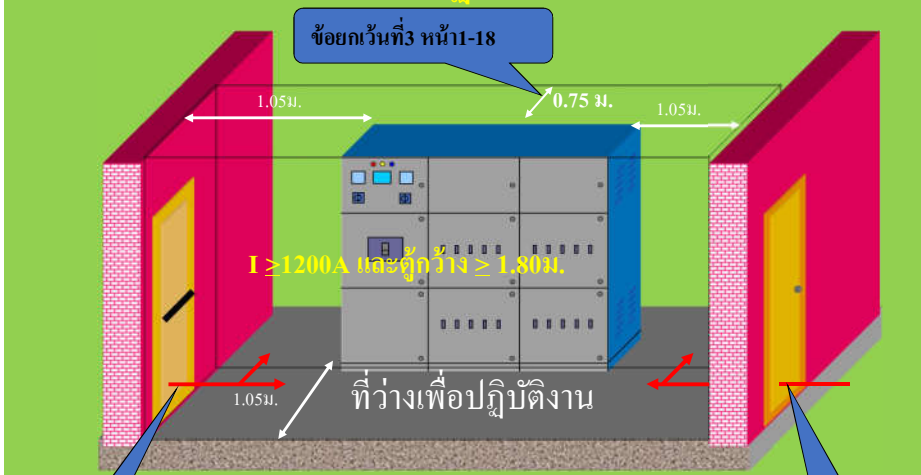
ทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน (กรณี 2)



ทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน (กรณี 2)



ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (แรงต่ำ)



ต้องมีทางเข้าอย่างน้อย 2 ทาง
กว้าง ≥ 0.60ม. สูง ≥ 2.00 ม.

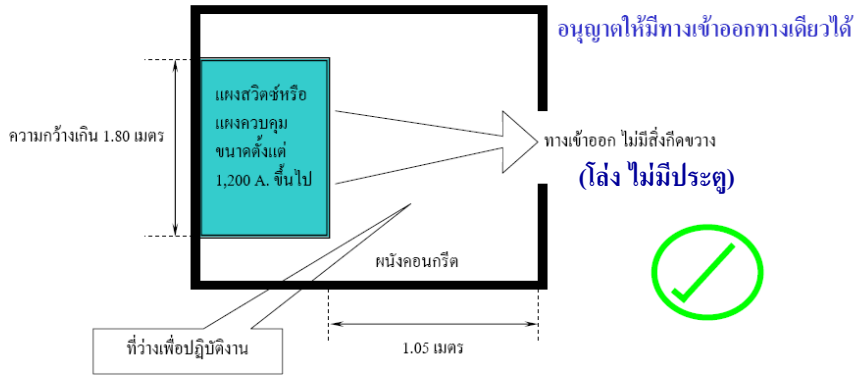
ข้อ 1.102.3.2หน้า 1-17

ข้อยกเว้น สำหรับทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

1. ถ้าด้านหน้าของแผงสวิตช์หรือแผงย่อยเป็นที่ว่าง สามารถออกไปยังทางเข้าได้โดยตรงและไม่มีสิ่งกีดขวาง อนุญาตให้มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้

↓ ใช้สำหรับ กรณี ดังนี้

- กรณีอุปกรณ์พิกัดกระแสมากกว่า 1,200 A และกว้างเกิน 1.80 เมตร
- ไม่มีสิ่งกีดขวาง → เป็นทางโล่ง ไม่มีแม้แต่ประตู



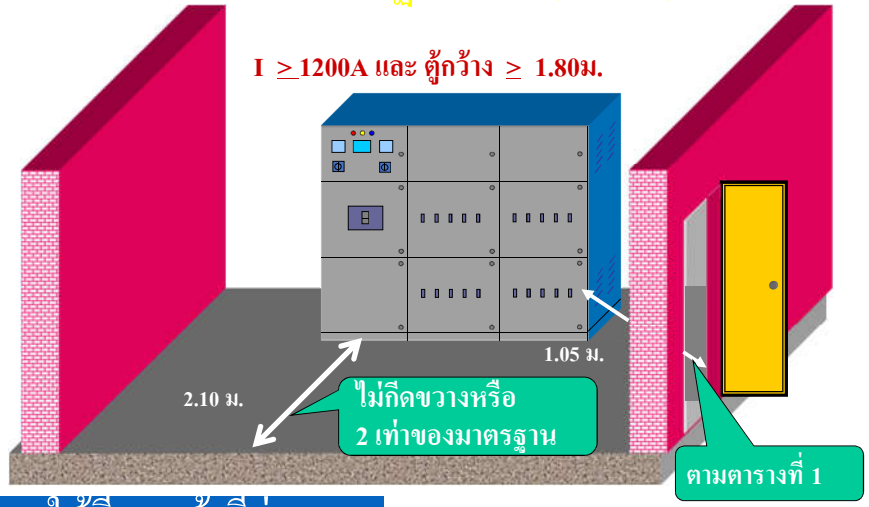
ข้อยกเว้นที่ 1 กรณีมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านเดียวแต่ด้านหน้าของแผงสวิตซ์หรือแผงย่อยเป็นที่ว่าง สามารถออกไปยังทางเข้าได้โดยตรงและไม่มีสิ่งกีดขวาง

อนุญาตให้มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้

ข้อยกเว้น สำหรับทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

2. ในกรณีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานมีความลึกเป็น 2 เท่าที่กำหนดไว้ มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้ ทางเข้าต้องอยู่ห่างจากแผงสวิตช์ หรือ แผงย่อย ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1.1 ด้วย

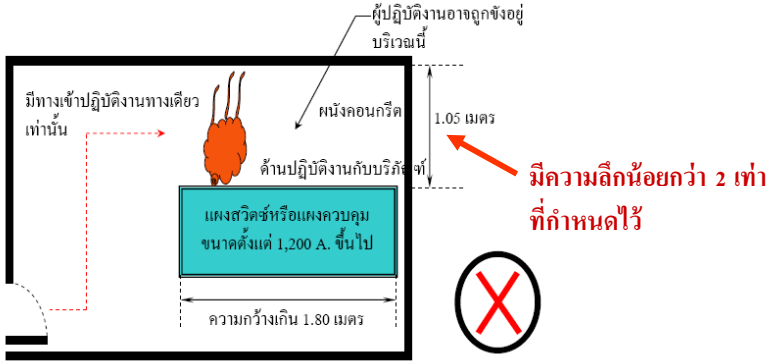
ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (แรงต่ำ)



ยอมให้มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้

ข้อ 1.102.3.2 ข้อยกเว้น 1, 2 หน้า 1-17

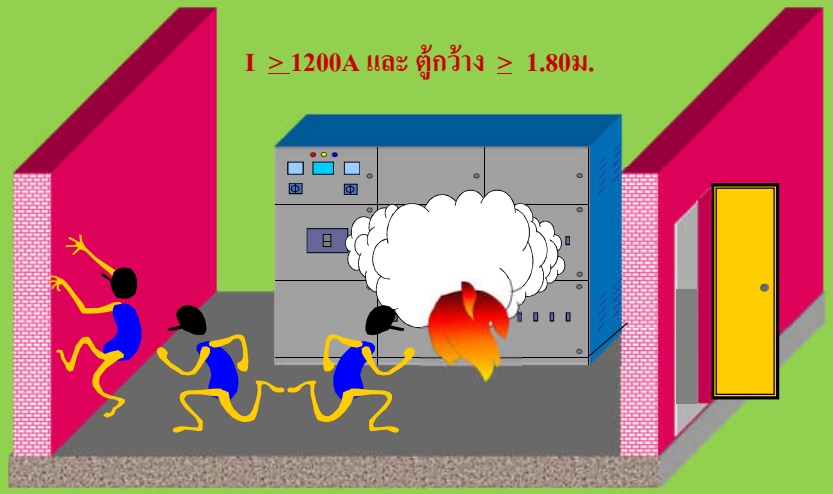
ข้อยกเว้นที่ 2 สำหรับทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน



กรณีมีทางเข้าออกที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านเดียว ประกายไฟออกปิดทางหนีได้

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (แรงต่ำ)

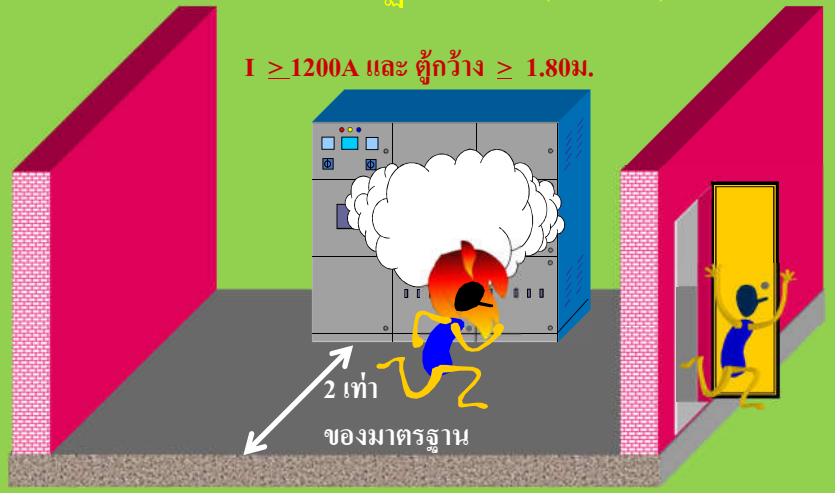
I ≥ 1200A และ ตู้กว้าง ≥ 1.80ม.



มีทางเข้าออกทางเดียว ถ้าแผงบริภัณฑ์ระเบิด อาจไม่มีทางหนีไฟ

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (แรงต่ำ)

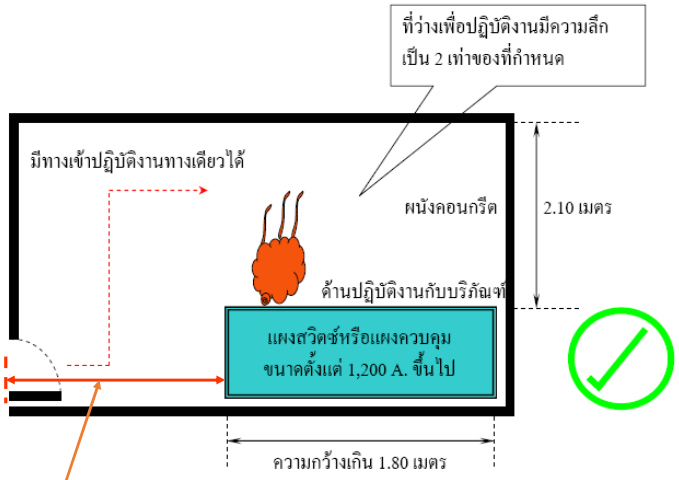
I ≥ 1200A และ ตู้กว้าง ≥ 1.80ม.



ด้านหน้าแผงบริภัณฑ์เป็นที่ว่างไม่มีสิ่งกีดขวาง และขนาดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของมาตรฐาน

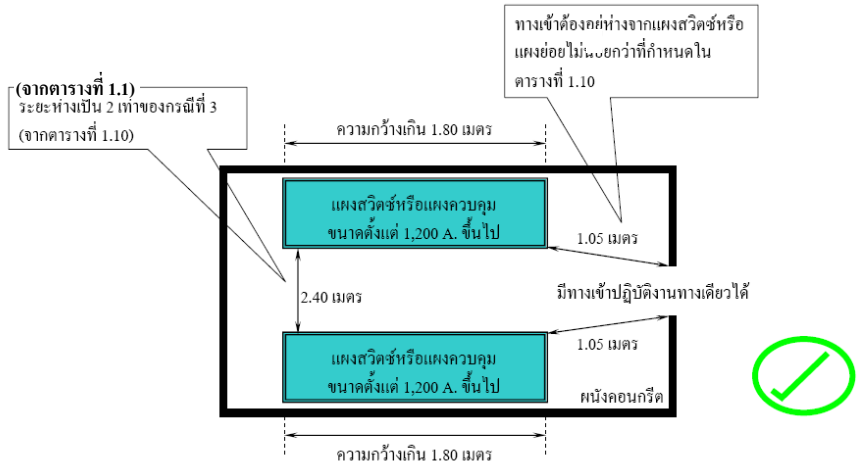
ข้อ 1.102.3.2 ข้อยกเว้น1, 2 หน้า 1-17

ข้อยกเว้นที่ 2 สำหรับทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน

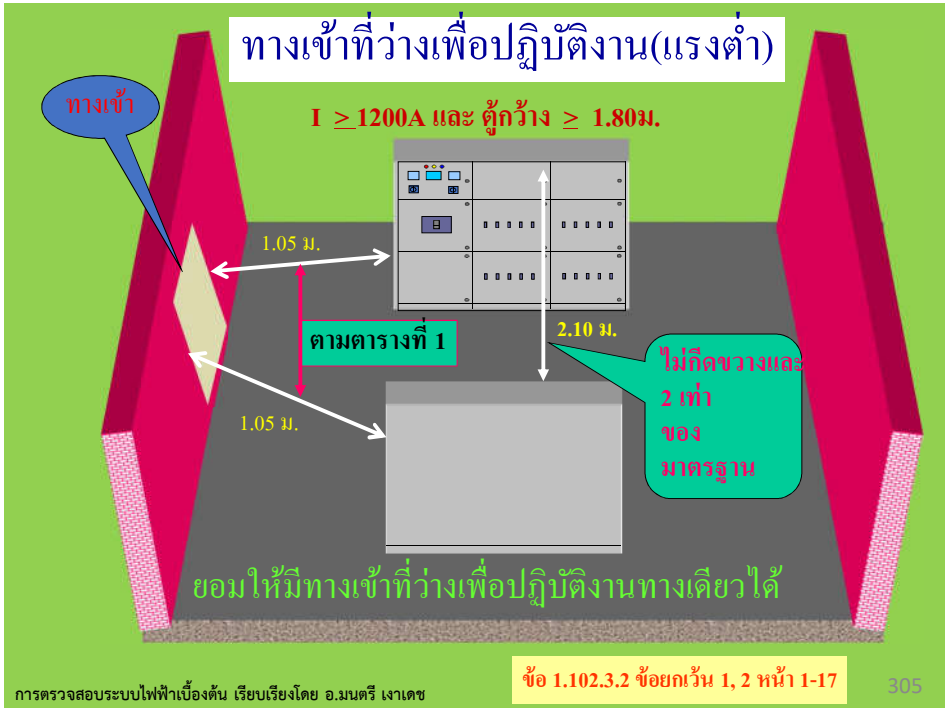


ทางเข้าต้องอยู่ห่างแผงสวิตช์หรือแผงย่อย ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1.10

ข้อยกเว้นที่ 2 สำหรับทางเข้าที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน



ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน(แรงต่ำ)



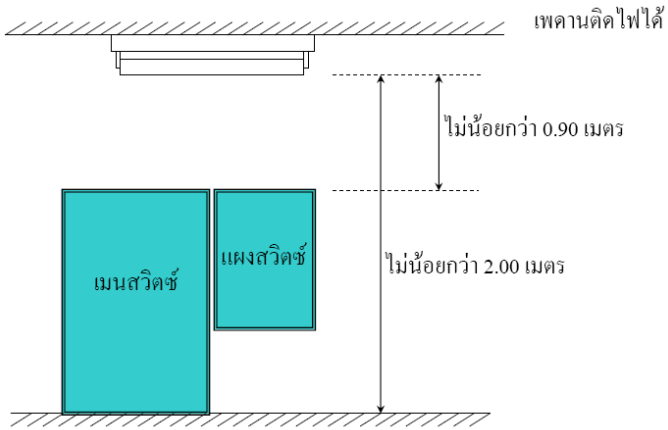
ข้อ 1.102.3.2 ข้อยกเว้น 1, 2 หน้า 1-17

ที่ว่างเหนือพื้นที่ปฏิบัติงาน (ว.ส.ท. 1.102.5)

บริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับ เมนสวิตช์ แผงสวิตช์ และ แผงย่อย หรือ เครื่องควบคุมมอเตอร์ ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร และส่วนบนของแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจาก**เพดานติดไฟได้** ไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร

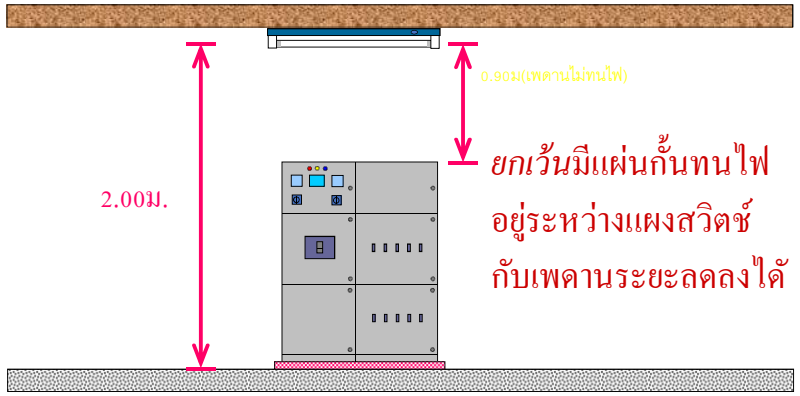
ยกเว้น *เมนสวิตช์ หรือ แผงย่อย ในสถานที่อยู่อาศัยที่มีขนาดรวมกันไม่เกิน 200 A*

ที่ว่างเหนือพื้นที่ปฏิบัติงาน



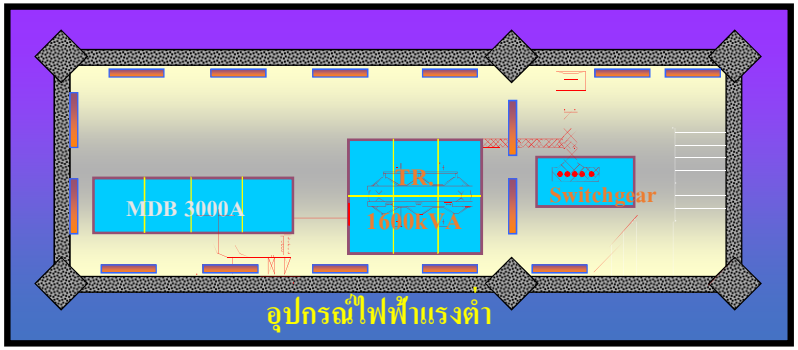
ระยะห่างระหว่างแผงสวิตช์แรงต่ำกับเพดาน

(เมนสวิตช์ แผงสวิตช์ แผงย่อย เครื่องควบคุม)



ข้อ 1.102.5 หน้า 1-19

ค่าความส่องสว่างไม่น้อยกว่า 200ลักซ์



ต้องมีแสงสว่างบริเวณที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน
อย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้ทันที

ข้อ 1.102.4 หน้า1-18

❖ พิจารณาข้อกำหนดจากมาตรฐาน ว.ส.ท. พบว่า

- อุปกรณ์ มีพิกัดกระแสมากกว่า 1,200 A และมีขนาดยาวมากกว่า 1.80 เมตร → สามารถมีทางเข้าได้ 2 ทาง และ 1 ทาง

- ผนังเป็นคอนกรีต → ตารางที่ 1.1 ใช้ กรณีที่ 2 (ความลึก 1.05 m)

ตัวอย่างที่ 1

จงหาขนาดของห้องไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับติดตั้งแผงเมนสวิตช์แรงต่ำ ขนาด 1,500 A 380/220 V ซึ่งมีขนาดกว้าง 0.80 เมตร ยาว 3.00 เมตร และสูง 2.00 เมตร ในกรณีที่

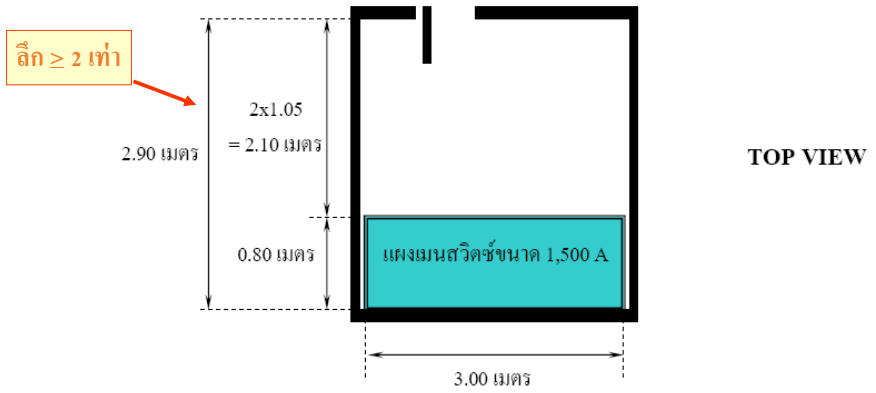
1. แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

2. แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานทั้งด้านหน้าและด้านหลัง

** เมื่อคิดในกรณีห้องทำด้วยคอนกรีต**

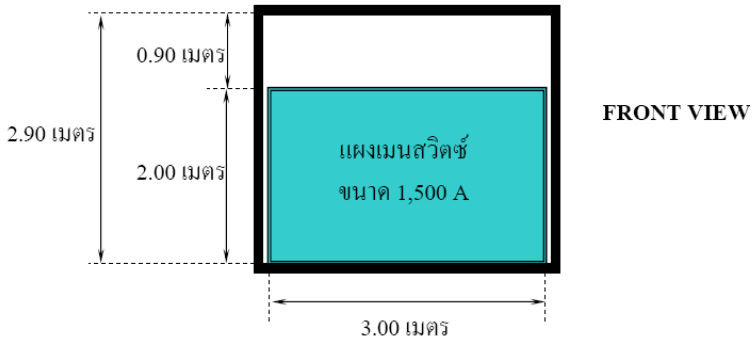
กรณี 1 แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

1. ทางออก 1 ทาง



กรณี 1 แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

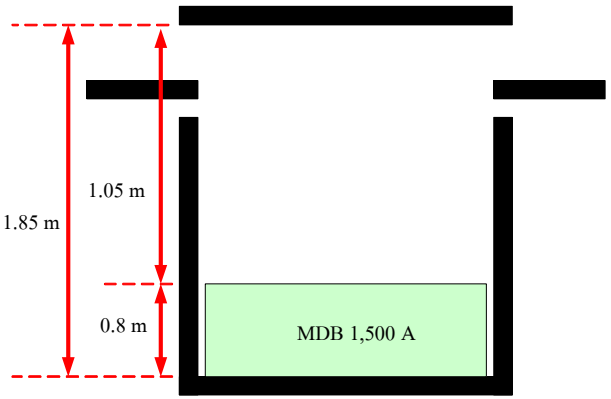
1. ทางออก 1 ทาง



FRONT VIEW

กรณี 1 แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

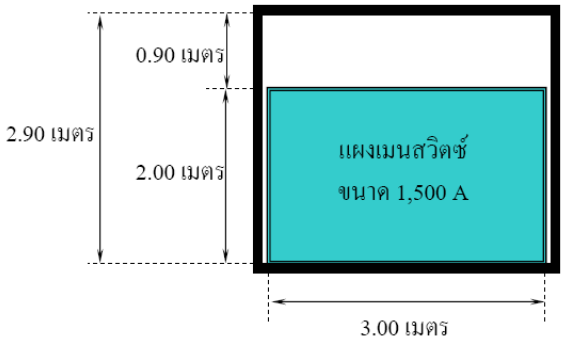
2. ทางออก 2 ทาง



Top View

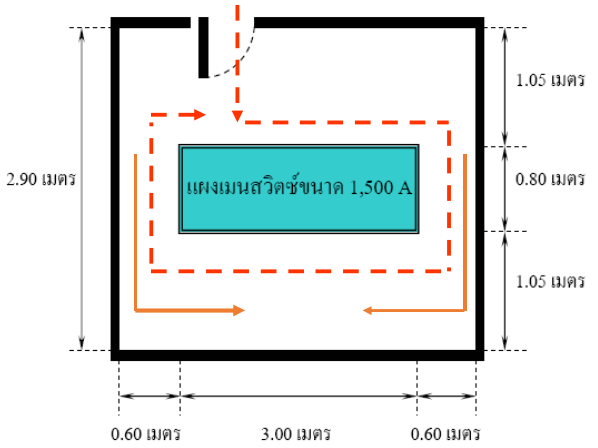
กรณี 1 แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น

2. ทางออก 2 ทาง



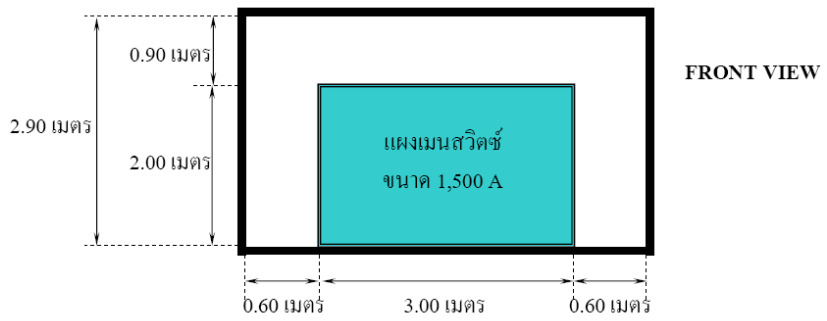
FRONT VIEW

กรณี 2 แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานทั้งด้านหน้าและด้านหลัง



TOP VIEW

กรณี 2 แผงเมนสวิตช์แรงต่ำมีด้านที่ต้องปฏิบัติงานทั้งด้านหน้าและด้านหลัง



พื้นที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงสูง

ที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงานระบบไฟฟ้าแรงสูง

ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานอย่างเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและปลอดภัยในการบำรุงรักษาบริภัณฑ์ในที่ซึ่งมีส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ **ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร กว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร** และ **ความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1.2 (ว.ส.ท.)** และที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูตู้หรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกกรณี

การวัดความลึกให้วัดจากส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งอยู่ หรือ วัดจากด้านหน้าของเครื่องห่อหุ้ม ถ้าส่วนที่มีไฟฟ้ามีการห่อหุ้ม
(คอนกรีต อิฐ ผนังกระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน)

ตารางที่ 1.2 ความลึก (Depth) ต่ำสุดของที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริภัณฑ์ไฟฟ้าระบบแรงสูง

แรงดันไฟฟ้าวัดเทียบกับดิน(โวลต์)	ความลึกต่ำสุด (เมตร)		
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
601 – 2,500	0.90	1.20	1.50
2,501 – 9,000	1.20	1.50	1.80
9,001 – 25,000	1.50	1.80	2.70
25,001 - 75,000	1.80	2.40	3.00

กรณีต่างๆ และข้อยกเว้น เหมือนของตารางที่ 1.1 (ระบบแรงต่ำ)

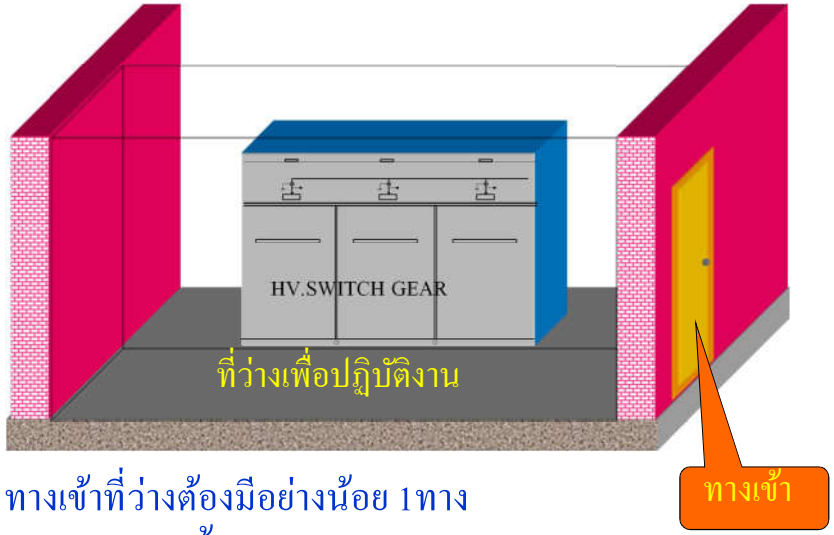
ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อการปฏิบัติงาน ระบบไฟฟ้าแรงสูง

ทางเข้าถึงที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน ต้องมี**อย่างน้อย 1 ทาง** ที่มี**ความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร** และ **ความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร**

ก. เมื่อมีตัวนำเปลือยไม่ว่าระดับแรงดันใด หรือ ตัวนำหุ้มฉนวนที่มีแรงดันมากกว่า 600 โวลต์ อยู่ใกล้เคียงกับทางเข้า ต้องมี **การกั้น** ตามหัวข้อ **1.103 (ว.ส.ท.)**

ข. ต้องมีบันไดถาวรที่เหมาะสมในการไปยังที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานในกรณีที่บริภัณฑ์ติดตั้งแบบยกพื้น

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับระบบแรงสูง



ทางเข้าที่ว่างต้องมีอย่างน้อย 1ทาง
สูง ≥ 2.00ม.กว้าง ≥ 0.60ม.

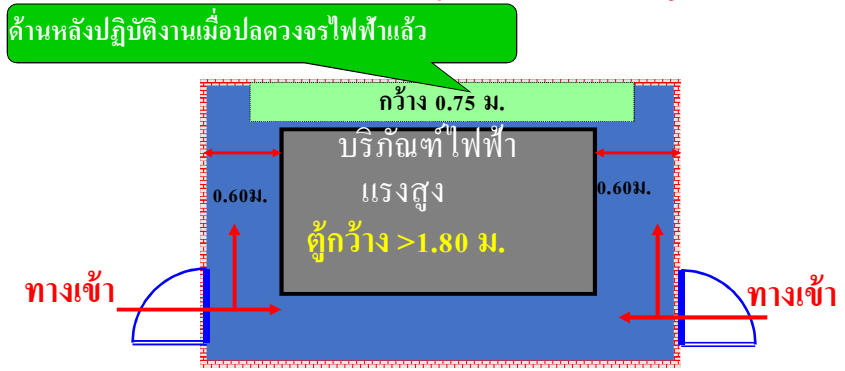
ข้อ1.102.8 หน้า 1-19

กรณี แผงสวิตช์และแผงควบคุม *ระบบไฟฟ้าแรงสูง*

สวิตช์และแผงควบคุมที่มีความกว้างเกิน 1.80 เมตร ต้องมีทางเข้าทั้ง 2 ข้างของแผงสวิตช์

ยกเว้น เมื่อด้านหน้าของตู้อุปกรณ์ ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน **เป็น 2 เท่า**ของที่กำหนดไว้ใน **ตารางที่ 1.2** (ว.ส.ท.) ยอมให้มีทางเข้าทางเดียว ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งและอยู่ใกล้กับทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องมี**การกั้น**อย่างเหมาะสม

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (แรงสูง)

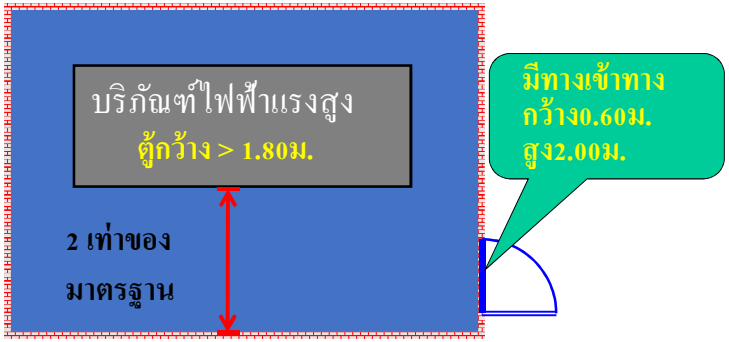


ตู้กว้างเกิน 1.80 ม.ต้องมีทางเข้าอย่างน้อย 2 ทาง
กว้าง ≥ 0.60ม. สูง ≥ 2 .00ม.

ข้อ 1.102.9หน้า 1-19

ข้อยกเว้น หน้า 1-19

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน (แรงสูง)

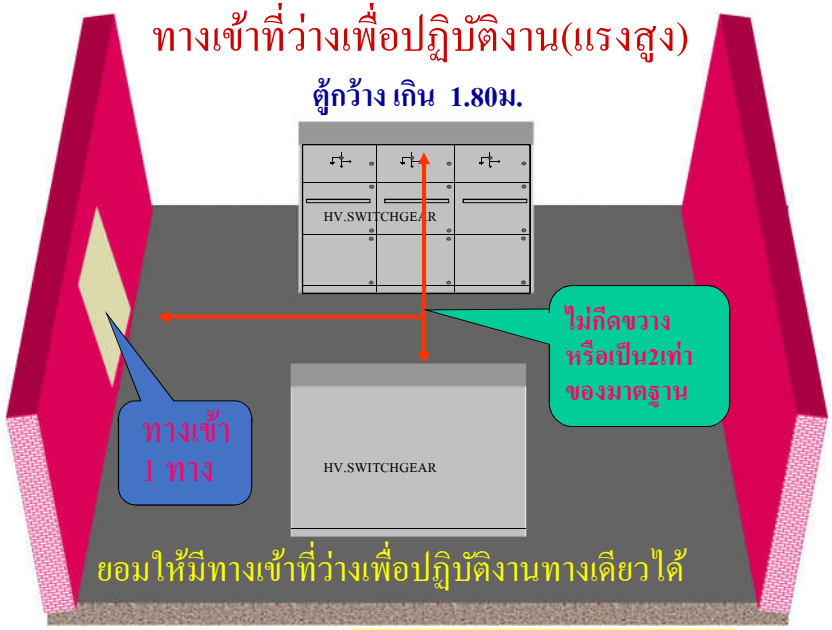


ยอมให้มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้
ถ้าหน้าตู้ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือที่ว่างเป็น 2 เท่า

ข้อ 1.102.9 ข้อยกเว้น หน้า 1-19

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน(แรงสูง)

ตู้กว้าง เกิน 1.80ม.



ข้อ 1.102.3.2 ข้อยกเว้น 1, 2 หน้า 1-17

ยอมให้มีทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานทางเดียวได้

ข้อ 1.102.3.2 ข้อยกเว้น 1, 2 หน้า 1-17

แสงสว่างเหนือที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน *ระบบไฟฟ้าแรงสูง*

ต้องมีแสงสว่างอย่างพอเพียงเหนือพื้นที่ปฏิบัติงาน และ จัดให้สามารถซ่อมหรือเปลี่ยนดวงโคมได้โดยไม่เกิดอันตรายจากส่วนที่มีไฟฟ้า

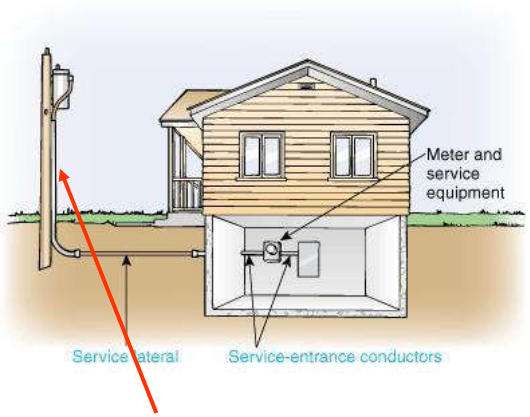
ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่ง *ระบบไฟฟ้าแรงสูง*

ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งซึ่งไม่มีการกั้น ถ้าอยู่เหนือพื้นที่ปฏิบัติงาน ต้องติดตั้งอยู่ในระดับสูงไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 1.3 (ว.ส.ท.)

ตารางที่ 1.3 ระดับความสูงของส่วนที่มีไฟฟ้าและไม่มีที่กั้น

แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเส้นไฟ (โวลต์)	ระดับความสูง (เมตร)
1,000 – 7,500	2.60
7,501 – 35,000	2.75
>35,000	2.75 + 0.01(เมตร / กิโลโวลต์)

ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่ง (*ระบบไฟฟ้าแรงสูง*)

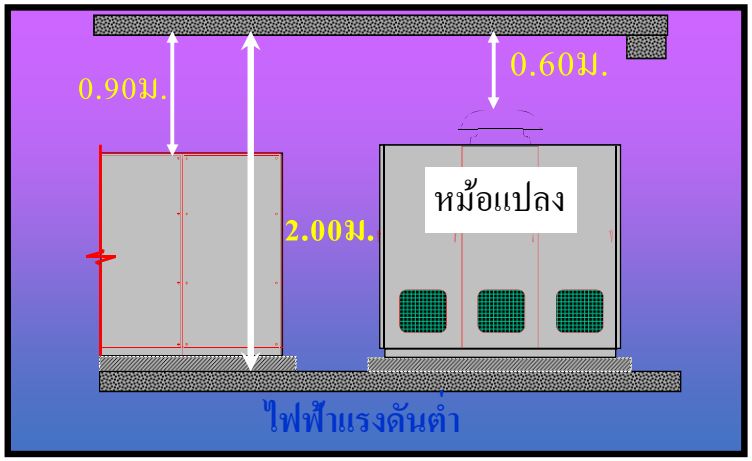


ระบบ 22 kV, 24 kV ต้องสูง **2.75** เมตรขึ้นไป

ขนาดห้องหม้อแปลงไฟฟ้า (วสท. 6.4.12)

สำหรับหม้อแปลงฉนวนของเหลวติดไฟได้และฉนวนของเหลวติดไฟยาก

- ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงกับผนังหรือประตูห้องหม้อแปลง ต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
- ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงอีกตัว ต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
- บริเวณที่ตั้งหม้อแปลงต้องมีที่ว่างเหนือหม้อแปลง หรือเครื่องห่อหุ้มหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร



ที่ว่างเหนือพื้นที่ปฏิบัติงานสำหรับเมนสวิตช์ แผงสวิตช์ ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2 ม. เมื่อติดตั้งแล้วต้องมีที่ว่างเหนือแผงสวิตช์ ไม่น้อยกว่า 0.90 ม.

ข้อ 1.102.5 หน้า 1-19

เครื่องห่อหุ้มและการกั้นส่วนที่มีไฟฟ้า

เครื่องห่อหุ้มและการกั้นส่วนที่มีไฟฟ้า

ส่วนที่มีไฟฟ้าของบริภัณฑ์ที่มี***แรงดันตั้งแต่ 50 โวลต์ขึ้นไป*** ต้องมีการกั้นเพื่อป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ การกั้นอาจใช้เครื่องห่อหุ้ม หรือ วิธีการใดวิธีการหนึ่งที่เหมาะสม

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

การกั้นอาจใช้วิธีการหนึ่งวิธีการใดดังต่อไปนี้

1. อยู่ในห้องหรือเครื่องห่อหุ้มที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งอนุญาตให้เข้าได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น
2. อยู่ในสถานที่ซึ่งมีแผงหรือรั้วตาข่ายกั้นที่ถาวรและเหมาะสม และการเข้าไปยังที่ว่างซึ่งอาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้นั้นทำได้เฉพาะบุคคลที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ช่องเปิดใดๆของที่กั้นหรือที่ปิดบังต้องมีขนาดหรืออยู่ในตำแหน่งที่บุคคลอื่นไม่อาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้โดยบังเอิญ หรือไม่อาจนำวัตถุซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าไปสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้านั้นได้โดยบังเอิญ

เครื่องห่อหุ้มหรือที่ล้อม(Enclosure)

แผงสวิตช์ หม้อแปลง

Unit Substation

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

3. ติดตั้งแยกส่วนในพื้นที่หรือบริเวณ เพื่อไม่ให้บุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปได้ เช่น ติดตั้งบนระเบียง, กันสาด หรือนั่งร้าน

4. ติดตั้งยกขึ้นเหนือพื้นหรือพื้นที่ทำงาน ไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร

5. ในที่ซึ่งมีการติดตั้งสวิตช์ หรือ บริภัณฑ์อื่นในระบบแรงต่ำ ต้องมีการกั้นแยกออกจากระบบแรงสูงด้วยแผ่นกั้น รั้ว หรือตาข่ายที่เหมาะสม

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ การติดตั้งทางไฟฟ้าในห้องที่ปิดล้อม

การติดตั้งทางไฟฟ้าในห้องที่ปิดล้อม หรือ บริเวณที่ล้อมรอบด้วย **กำแพง ผนัง หรือรั้ว** โดยมีการ**ปิดกั้นทางเข้าด้วยกุญแจ หรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้ว** ให้ถือว่าเป็นสถานที่เข้าได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ชนิดของเครื่องห่อหุ้มต้องออกแบบและสร้างให้สอดคล้องกับประเภทและระดับของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง **โดยที่กำแพง ผนัง หรือรั้วที่มีความสูงน้อยกว่า 2.00 เมตร** ไม่ถือว่าเป็นการป้องกันการเข้าถึง นอกจากจะมีสิ่งอื่นเพิ่มเติมที่ทำให้การกั้นนั้นมีคุณสมบัติในการกั้นเทียบเท่า กำแพง ผนัง หรือรั้วที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ การติดตั้งทางไฟฟ้าในห้องที่ปิดล้อม

อดีต

ปัจจุบัน

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ การติดตั้งภายในอาคาร

ในสถานที่ที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ การติดตั้งไฟฟ้าต้องเป็นดังนี้

- เป็นบริภัณฑ์ที่อยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ หรืออยู่ในห้อง หรือบริเวณที่ใส่กุญแจได้
- สวิตช์เกียร์ที่อยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่เป็นโลหะ หน่วนสถานีย่อย (unit substation) หม้อแปลง กล่องดึงสาย และบริภัณฑ์อื่นที่คล้ายกัน ต้องทำป้ายหรือเครื่องหมายเตือนภัยที่เหมาะสม

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ **การติดตั้งภายในอาคาร**

• ช่องระบายอากาศของหม้อแปลงแบบแห้ง หรือ ช่องของบริภัณฑ์อื่นที่คล้ายกัน ต้องออกแบบให้วัตถุจากภายนอกที่อาจลอดเข้าไปให้เบี่ยงเบนพ้นไปจากส่วนที่มีไฟฟ้า

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ **การติดตั้งภายในอาคาร**

Indoor Switch Gear

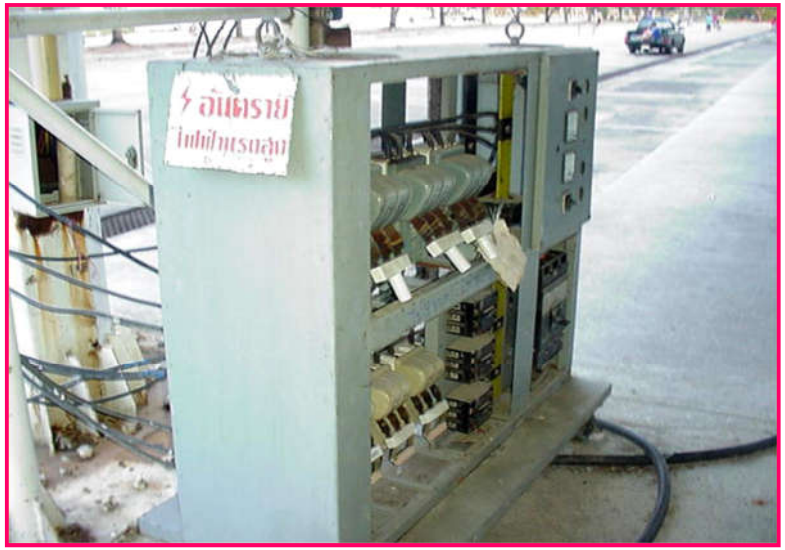
การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ **การติดตั้งภายนอกอาคาร**

ในสถานที่ที่บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องอยู่ในเครื่องห่อหุ้มหรือวิธีการอื่นที่ได้รับการรับรองแล้วว่าปลอดภัย

ดูไม่ปลอดภัย แต่อาจผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าฯ แล้ว

เครื่องห่อหุ้ม (Enclosure)



การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

- **สถานที่ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพได้**

ในสถานที่ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพได้ ต้องกั้นด้วยที่กั้น หรือ เครื่องห่อหุ้มที่มีความแข็งแรง ที่จะป้องกันความเสียหายได้

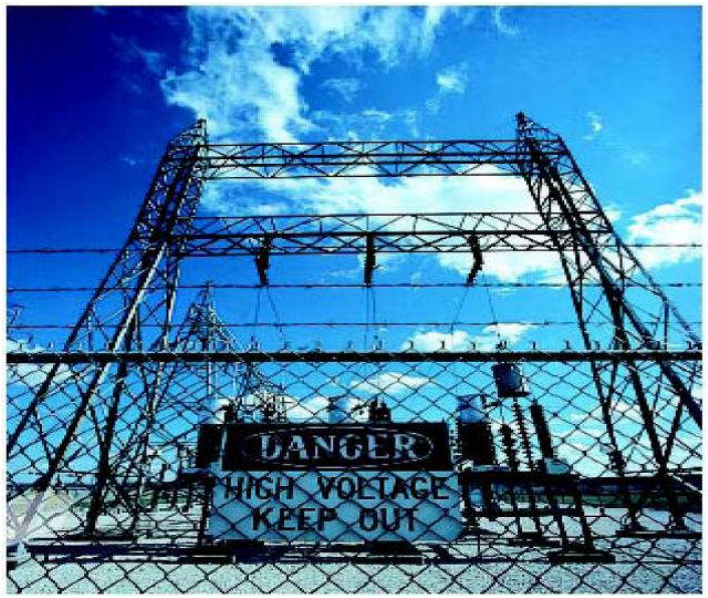
การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

- **สถานที่ซึ่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าอาจได้รับความเสียหายทางกายภาพได้**

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

- **เครื่องหมายเตือนภัย**

ทางเข้าห้องหรือที่กั้นที่มีส่วนที่มีไฟฟ้าอยู่ภายในและเปิดโล่ง ต้องมีเครื่องหมายเตือนภัยที่ชัดเจนและเห็นได้ง่าย เพื่อห้ามบุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไป



การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ **ส่วนที่มีประกายไฟ**

ส่วนของบริภัณฑ์ซึ่งในขณะใช้งานปกติทำให้เกิดอาร์ก ประกายไฟ เปลวไฟ หรือโลหะหลอมเหลว **ต้องมีการหุ้มหรือปิดกั้นและแยกจากวัสดุที่ติดไฟได้**

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ **การทำเครื่องหมายระบุเครื่องปลดวงจร**

เครื่องปลดวงจรที่ใช้สำหรับ **มอเตอร์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, สายเมน, สายป้อน** หรือ**วงจรย่อย** ทุกเครื่อง ต้องทำเครื่องหมายระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนติดไว้ที่เครื่องปลดวงจรหรือใกล้กับเครื่องปลดวงจรนั้น นอกจากว่าตำแหน่งและการจัดเครื่องปลดวงจรนั้นชัดเจนอยู่แล้ว เครื่องหมายต้องชัดเจนและทนต่อสภาพแวดล้อม

การกั้น สำหรับระบบไฟฟ้าแรงสูง

➢ **การทำเครื่องหมายระบุเครื่องปลดวงจร**

ตัวอย่าง การออกแบบที่ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้ง (ว.ส.ท.)

ตัวอย่างการติดตั้งอื่นๆ

ที่ว่างหน้าบริภัณฑ์ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 ม.

ข้อ 1.102.1หน้า 1-17

แผงสวิตช์
ติดตั้งชิดประตู
ทางเข้า

ทางเข้าต้องอยู่ห่างจากแผงสวิตช์ไม่น้อยกว่ามาตรฐาน

ข้อยกเว้นที่ 2 หน้า 1-17

ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงานห้ามใช้เก็บของ

ข้อ 1.102 หน้า 1-17

ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงานห้ามใช้เก็บของ

ข้อ 1.102 หน้า 1-17

ส่วนบนแผงสวิตช์ต้องอยู่ห่างจากเพดานที่ติดไฟได้ **0.90** ม.

ห้ามมีท่อลม ท่องานอื่น ติดตั้งเหนือหรือใต้แผงสวิตช์หรืออยู่ในห้อง

ข้อ 1.102.5 หน้า 1-17 ข้อ 5.17.1.2 หน้า 5-30

ที่ว่างเหนือพื้นที่ปฏิบัติงานสำหรับเมนสวิตช์ แผงสวิตช์ แผงย่อย ต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 2 ม.

ข้อ 1.102.5 หน้า 1-19

ห้ามมีท่อลม ท่องานอื่น ติดตั้งเหนือหรือใต้แผงสวิตช์หรืออยู่ในห้อง

ข้อ5.17.1.2 หน้า5-30

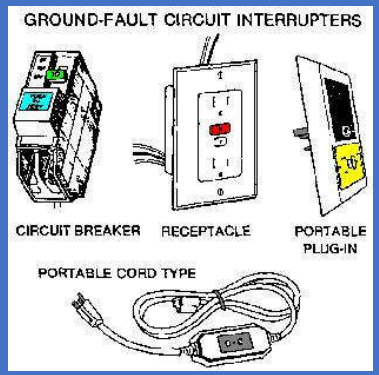
ห้ามมีท่อลม ท่องานอื่น ติดตั้งเหนือหรือใต้แผงสวิตช์หรืออยู่ในห้อง

ข้อ5.17.1.2 หน้า5-30

ระบบท่ออื่นๆที่ไม่เกี่ยวกับไฟฟ้า ไม่อนุญาต
ให้เดินท่อผ่านเข้าไปในห้องหม้อแปลง

ข้อ6.4.12.13 หน้า 6-33

เครื่องตัดไฟรั่ว



ที่ว่างเหนือหม้อแปลงหรือเครื่องห่อหุ้ม
ต้องไม่น้อยกว่า 0.60 ม.

ข้อ 6.4.12.2 หน้า 6-31

ชื่อเรียกต่างๆ ของเครื่องตัดไฟรั่ว

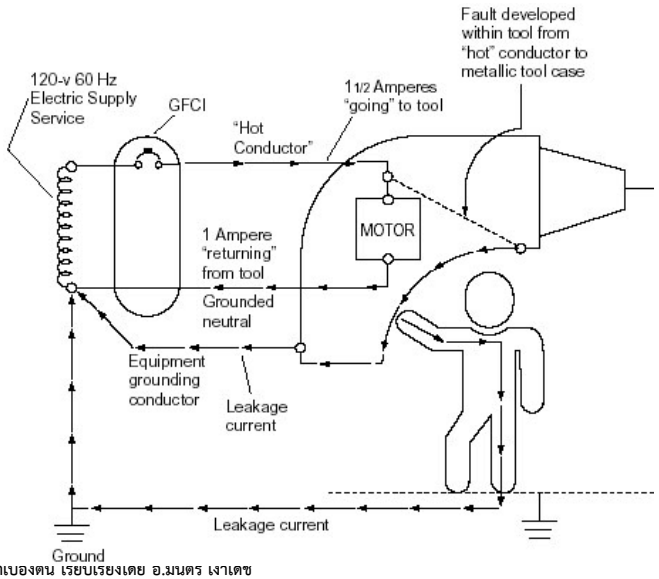
- เครื่องตัดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน
- Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI)
- Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)
- **Residual Current Device (RCD)**
  - Residual Current Operation Circuit Breaker without Integral Overcurrent Protection (RCCB)
  - Residual Current Operation Circuit Breaker with Integral Overcurrent Protection (RCBO)

ทำไมต้องมีเครื่องตัดไฟรั่ว ??

• ใช้ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ในกรณีที่ไม่ได้มีการติดตั้งสายดินในระบบ เนื่องจากสมัยก่อนไม่มีการบังคับในเรื่องสายดิน

• ใช้ร่วมกับระบบสายดินเพื่อช่วยให้ระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัยมากขึ้น (ติดตั้งเป็นอุปกรณ์เสริม) เนื่องจากในบางครั้งกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินมีค่าต่ำ

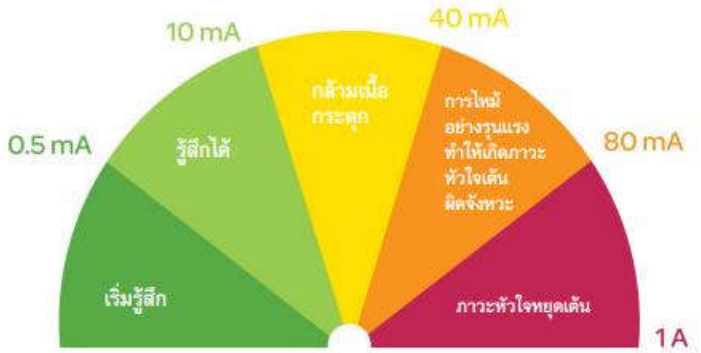
การเกิดลัดวงจรเนื่องจากปัญหาไฟฟ้ารั่ว



คุณสมบัติของเครื่องตัดไฟรั่ว

ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ระบุคุณสมบัติของเครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูดสำหรับแรงดันไม่เกิน 400 V สำหรับบ้านอยู่อาศัยและงานที่คล้ายคลึงกันตามมาตรฐาน IEC 60755, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61540 และ IEC 61543 ว่า

- เครื่องตัดไฟรั่วควรมีค่ากระแสรั่วที่กำหนด (Rated residual operating current, I_{Δ_n}) ไม่เกิน 30 mA และ
- มีช่วงระยะเวลาในการตัด (Breaking time หรือ Operating Time) ไม่เกิน 0.04 วินาที เมื่อกระแสรั่วมีค่า $5I_{\Delta_n}$ (อาจใช้ 0.25 A แทนค่า $5I_{\Delta_n}$ ก็ได้)



มีผลวิจัยทั่วโลกที่บ่งชี้ว่ากำลังของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าสู่ร่างกาย คือสิ่งกำหนดระดับและความรุนแรงของอุบัติเหตุไฟฟ้าช็อต

คุณสมบัติของเครื่องตัดไฟรั่ว (ต่อ)

- เครื่องตัดไฟรั่วไม่ทำงานเมื่อกระแสรั่วมีค่า $0.5I_{\Delta_n}$
- เครื่องตัดไฟรั่วจะต้องเป็นชนิดที่ปลดสายไฟเส้นที่มีไฟทุกเส้นออกจากวงจรรวมทั้งสายนิวทรัลด้วย ยกเว้น สายนิวทรัลนั้นจะแน่ใจได้ว่าปลอดภัยและมีแรงดันเท่ากับดิน

มาตรฐานเครื่องตัดไฟรั่วตาม IEC

IEC 60755 General requirements for residual Current operated protective device

IEC 61008 Residual current operated circuit breakers Without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)

มาตรฐานเครื่องตัดไฟรั่วตาม IEC

IEC 61009 Residual Current operated circuit breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)

IEC 61540 Portable current device without intergral overcurrent protection for household and similar uses (PRCDs)

มาตรฐานเครื่องตัดไฟรั่วตาม IEC

IEC 60543 Residual current operated protective devices (RCDs) for household and similar uses — Electromagnetic compatibility

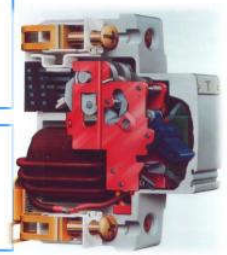
ขนาดกระแสรั่วตามมาตรฐาน IEC

6, 10, 30, 100, 300, 500 mA

2.3.8 เครื่องตัดไฟรั่ว(Residual Current Device :RCD)

มีชื่อเรียกหลายชื่อ

- Residual Current Device (RCD) หรือ
- Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) หรือ
- Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI)



มาตรฐาน

- มาตรฐาน IEC 60755, IEC 61008,IEC61009 IEC61540 และ IEC 61543 หรือ มอก.909-2548 (เรียก "เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ") RCBO

กรณีใช้เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูด

- Rated residual operating current $\leq$ 30 mA
- Breaking time or perating time $\leq$ 0.04 s
- 5 Rated residual operating current ($5I\Delta n$)

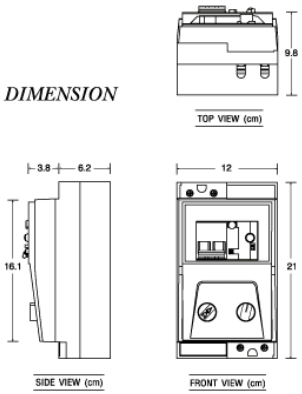
RCCB

(มาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-56 บทที่ 2.ข้อ 2.3.8 หน้า 2-3)

52

เครื่องตัดวงจรกระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ
เซฟ-ที-คัท รุ่น CONTROLLER

DIMENSION



APPLICATION

SAFE-T-CUT รุ่น CONTROLLER เป็นเครื่องตัดวงจร กระแสไฟฟ้ารั่วลงดินอัตโนมัติ ที่ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 909-2532 จากกระทรวงอุตสาหกรรม ปกป้อง ชีวิตและทรัพย์สินของท่านจากอันตรายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า โดยทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดไฟฟ้ารั่ว, ไฟฟ้าดูด, ไฟฟ้าลัดวงจร หรือการใช้ไฟฟ้าเกินขนาด รวมถึงการป้องกันแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาเกิน อีกทั้งมีไฟฉุกเฉินเมื่อเครื่องตัด ไฟฉุกเฉินจะสว่างทันทีเพื่อความสะดวกในการเดินไปยังเครื่องที่ติดตั้งในที่มืด (สามารถยกเลิกการทำงานได้) มีให้เลือกหลายขนาด 16, 20, 25, 32, 50, 60, 63 แอมแปร์ ปรับค่าระดับความไวได้ 4 ระดับ 5, 15, 25, 30 มิลลิแอมแปร์

SPECIFICATIONS Model: CN-Tis02

แรงดันไฟฟ้า	220/240 โวลท์
ความถี่	50/60 เฮิร์ตซ์
ขนาดกระแสไฟฟ้าที่กำหนด	16, 20, 32, 50, 60, 63 แอมแปร์
ความทนต่อกระแสไฟฟ้าฉับพลัน	10 กิโลแอมแปร์
ค่ากระแสไฟฟ้าผิดพร่องตัดวงจร	5, 15, 25, 30 มิลลิแอมแปร์
ความไวในการตัดวงจรไฟฟ้า	0.03 + 0.02 วินาที
การป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินขนาด	300-350 โวลท์
อุณหภูมิใช้งาน	10-40 องศาเซลเซียส
ขนาด (ก x ย x ส)	12 x 21 x 9.8 เซนติเมตร
น้ำหนัก	1.33 กิโลกรัม

RCD : Residual Current Device

1. เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน :RCBOs : IEC 61009 , มอก.909-2548 (residual current operated circuit-breaker with integral over-current protection for Household and similar uses- RCBO)

หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกินและ/หรือลัดสำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

(มาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-56 บทที่ 2.ข้อ 2.3.8 หน้า 2-3)

54

2. เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือแบบไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน RCCBs : IEC 61008 ,มอก.2425-2552(residual current operated circuit-breaker without integral over-current protection for Household and similar uses - RCCB)

หมายถึง เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือที่ไม่ได้ออกแบบมาให้ทำหน้าที่ป้องกันโหลดเกิน และ/หรือลัดวงจร สำหรับใช้ในที่อยู่อาศัยและใช้ในลักษณะที่คล้ายกัน

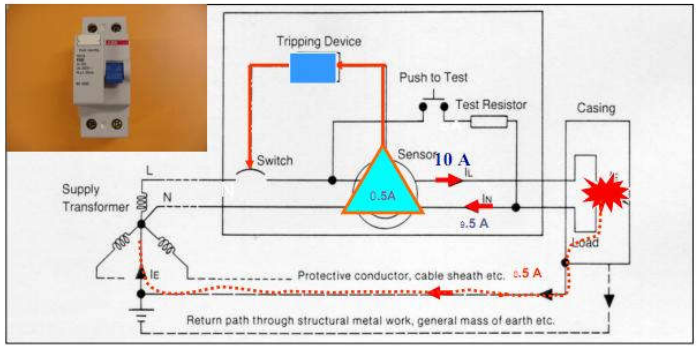
(มาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-56 บทที่ 2.ข้อ 2.3.8 หน้า 2-3)

55

หลักการทำงาน

ผลรวมทางเวคเตอร์ของกระแสที่ไหลในสายไฟทุกเส้น **ต้องมีค่าเป็นศูนย์** ถ้าผลรวมไม่เป็นศูนย์แสดงว่าเกิดกระแสรั่วไหลในระบบขึ้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจะต้องทำการปลดวงจรออกทันที

เครื่องตัดไฟรั่วทำงานอย่างไร



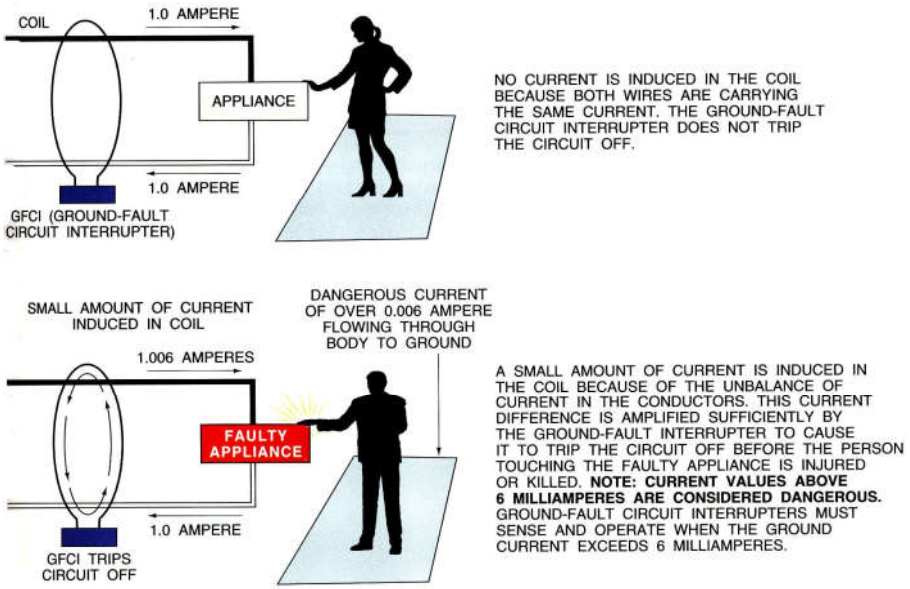
(มาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-56 บทที่ 2.ข้อ 2.3.8 หน้า 2-3)

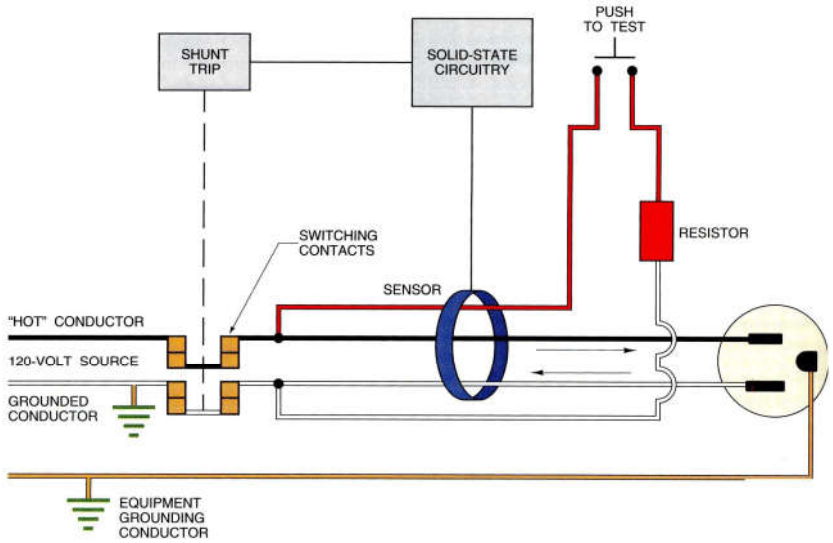
ระบบ 1 เฟส 2 สาย

ตรวจสอบในสภาวะปรกติกระแสในสายเส้นไฟและกระแสในสายนิวทรัลที่ผ่านตัวมันมีค่าเท่ากันหรือไม่

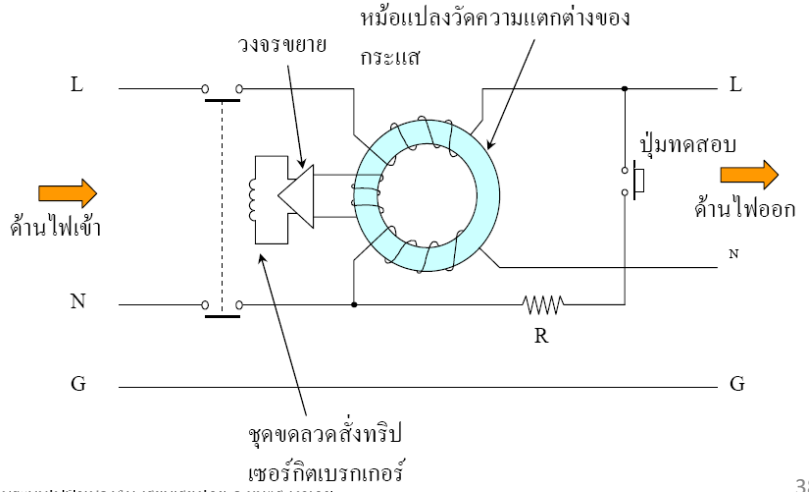
ระบบ 3 เฟส 4 สาย

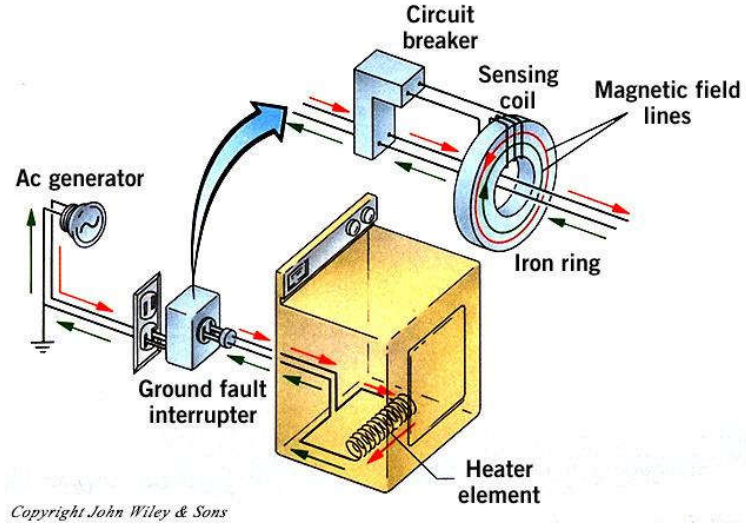
ตรวจสอบในสภาวะปรกติว่าผลรวมของกระแสทั้ง 3 เฟสจะมีค่าเป็นศูนย์เสมอ ถ้ามีกระแสรั่วในเฟสใดๆ ผลรวมจะมีค่ามากกว่าศูนย์

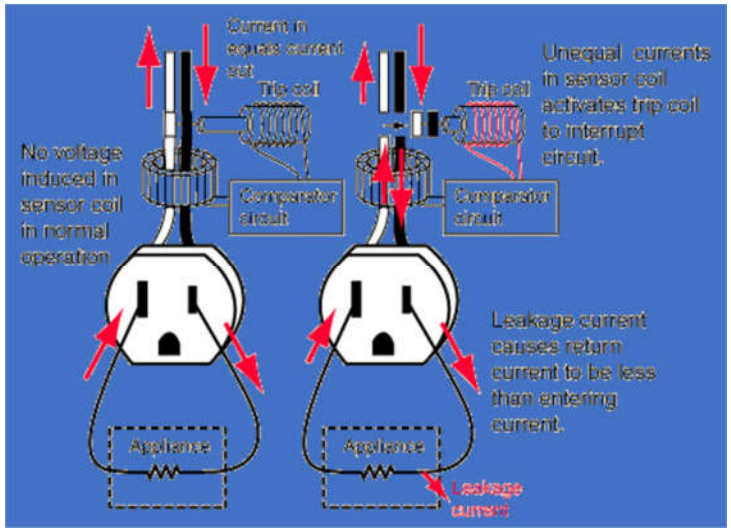




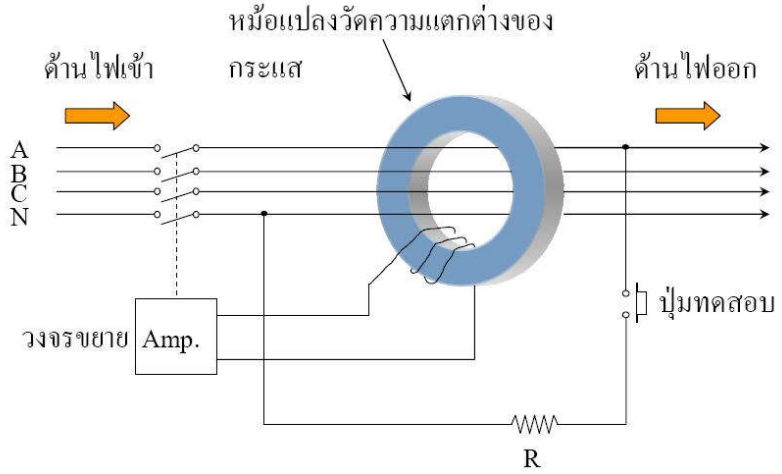
วงจรภายในเครื่องตัดไฟรั่ว
(ระบบ 1 เฟส 2 สาย)







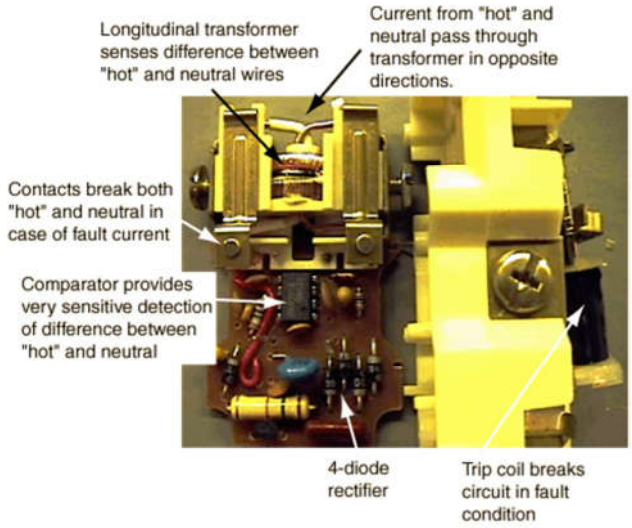
วงจรภายในเครื่องตัดไฟรั่ว (ระบบ 3 เฟส 4 สาย)

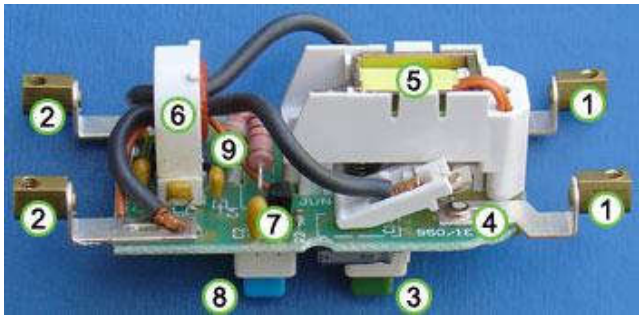


1 เฟส 2 สาย

3 เฟส 4 สาย

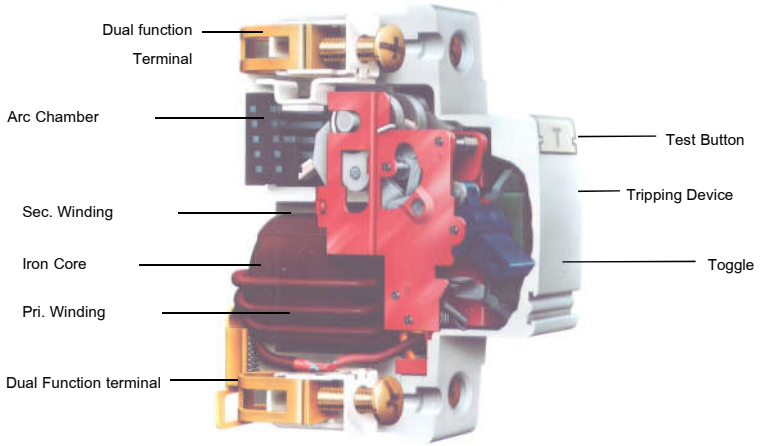
โครงสร้างภายในเครื่องตัดไฟรั่ว





1. สายเส้นไฟและนิวทรัลขาเข้า (Incoming)
2. สายเส้นไฟและนิวทรัลขาออก (Outgoing)
3. ปุ่ม Reset
4. หน้า contact
5. ขดลวด solenoid
6. Current Transformer
7. Sense Circuitry
8. ปุ่ม Test
9. สายวงจร Test (สายสีส้ม)

Residual Current Operated Circuit Breaker



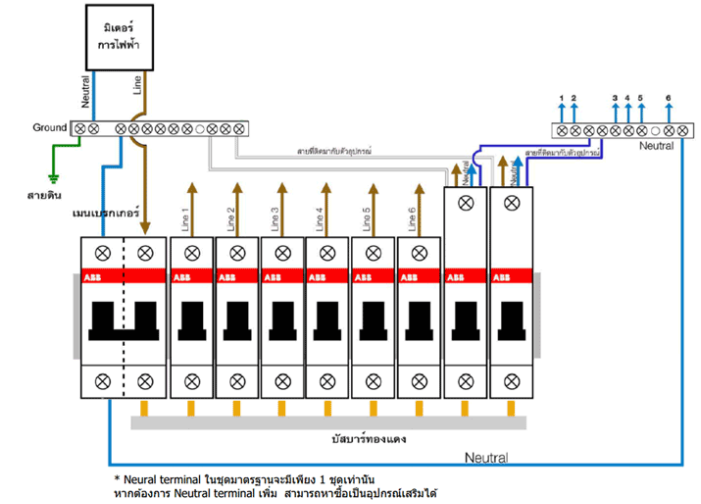
ประเภทของเครื่องตัดไฟรั่ว

แบ่งตามการใช้งาน

- **RCCB** — ไม่มีเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- **RCBO** — มีเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- **PRCD** — แบบเต้าเสียบ + เต้ารับ (ไม่มีป้องกันกระแสเกิน)

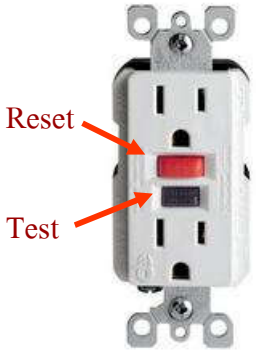
RCCB

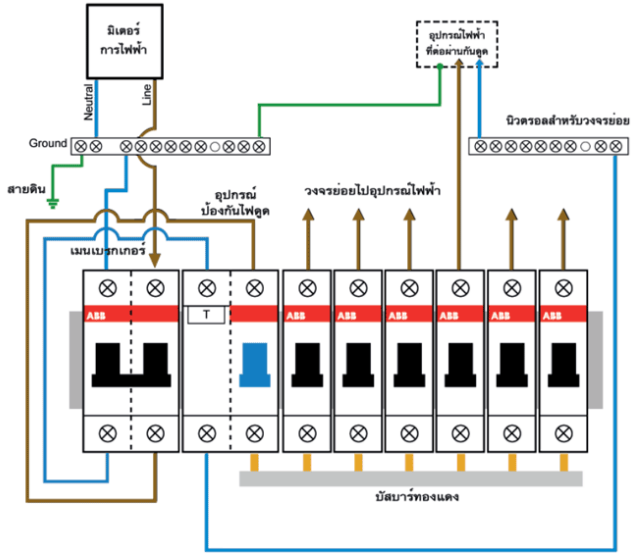
RCBO



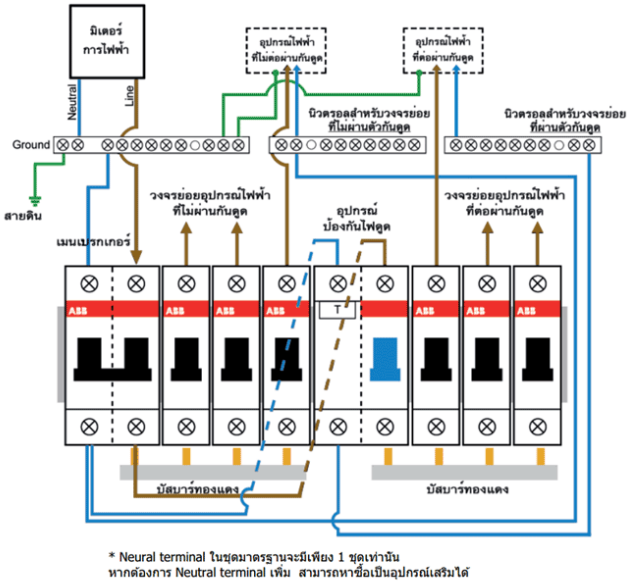
การต่อแบบมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำหน้าที่เป็นเมน โดยมีอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วไฟดูด ชนิด RCBO แยกคุมวงจร สำหรับไฟ 1 เฟส (MCB + RCBO)

PRCD





การต่อแบบมีเซอร์กิตเบรกเกอร์และอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วไฟดูด ทำหน้าที่เป็นเมนสำหรับไฟ 1 เฟส (MCB + RCCB)



* Neural terminal ในชุดมาตรฐานจะมีเพียง 1 ชุดเท่านั้น
หากต้องการ Neutral terminal เพิ่ม สามารถหาซื้อเป็นอุปกรณ์เสริมได้

การต่อแบบมีเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำหน้าที่เป็นเมน โดยมีอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วไฟดูดแยกคุมวงจร สำหรับไฟ 1 เฟส (MCB + RCCB)

- เครื่องตัดไฟรั่วต้องเป็นชนิดที่ปลดสายไฟเส้นที่มีไฟทุกเส้นออกจากวงจรรวมทั้งสายนิวทรัล ยกเว้น สายนิวทรัลมีการต่อลงดินโดยตรงตามบทที่4 แล้ว
- ห้ามต่อวงจรลัดคร่อมผ่าน(by pass)เพื่อป้องกันเครื่องตัดไฟรั่วตัดวงจรเมื่อไฟรั่ว

ตัดก่อนตาย เตือนก่อนวายวอด เมื่อเครื่องทำงานปกติ

(มาตรฐาน ว.ส.ท. 2001-56 บทที่ 2.ข้อ 2.3.8 หน้า 2-3)

การบังคับใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ตาม ว.ส.ท.

การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัยและที่คล้ายคลึงกัน

วงจรย่อยต่อไปนี้นอกจากมีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด In ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ เพิ่มเติมด้วย คือ

ก) วงจรเต้ารับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ ำ โรงจอดรถยนต์ ห้องครัว ห้องใต้ดิน

ข) วงจรเต้ารับในบริเวณ อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ ที่มีการติดตั้งเต้ารับภายในระยะ 1.5 เมตร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง)

ค) วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ทุกวงจร

ง) วงจรเต้ารับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น 1) รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน ที่อยู่ในพื้นที่ปรากฏว่าเคยมีน้ำท่วมถึงหรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง

จ) วงจรย่อยสำหรับ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน อ่างอาบน้ำ

หมายเหตุ ตำแหน่งที่สัมผัสได้ หมายถึงอยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตรในแนวดิ่ง , หรือ 1.5 เมตรในแนวระดับและบุคคลสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ตั้งใจ

การบังคับใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ตาม ว.ส.ท.

การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในสถานประกอบการที่ไม่ใช่อยู่อาศัย

วงจรย่อยต่อไปนี้นอกจากมีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด In ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ เพิ่มเติมด้วย คือ

ก) วงจรสำหรับสระหรืออ่างกายภาพบำบัด ธาราบำบัด อ่างน้ำแร่ (spa) อ่างน้ำร้อน(hot tub) อ่างนวดตัว

ข) เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน และเครื่องทำน้ำเย็น

ค) วงจรย่อยเต้ารับ ในบริเวณต่อไปนี้

1) ห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ ห้องครัว

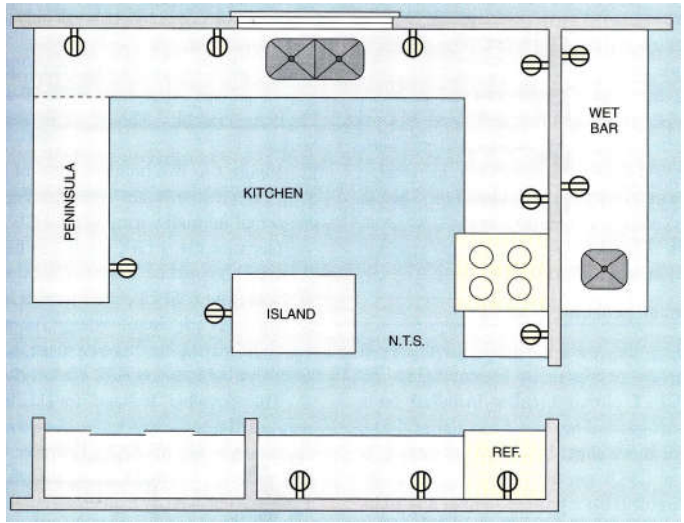
2) สถานที่ทำงานก่อสร้าง ซ่อมบำรุง บนดาดฟ้า อู่ซ่อมรถ

3) ท่าจอดเรือ โป๊ะจอดเรือ ที่ทำการเกษตร พืชสวนและปศุสัตว์

4) การแสดงเพื่อการพักผ่อนในที่สาธารณะกลางแจ้ง

5) งานแสดงหรือขายสินค้าและที่คล้ายคลึงกัน

6) วงจรเต้ารับที่อยู่ชั้นล่าง (ชั้น 1) ชั้นใต้ดิน รวมถึงวงจรเต้ารับที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน ที่อยู่ในพื้นที่ปรากฏว่าเคยมีน้ำท่วมถึงหรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง ยกเว้น มีระบบป้องกันน้ำท่วม



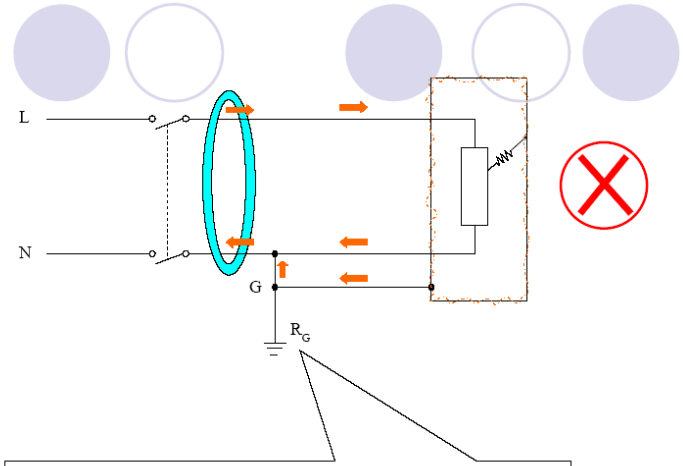
วิธีการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว

การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วจะต้องติดตั้งให้ถูกต้อง โดย

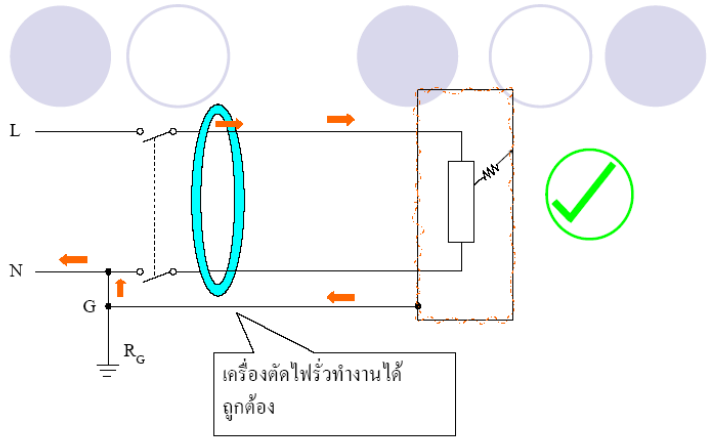
- จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้าอยู่ด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าก่อนเข้าเครื่องตัดไฟรั่ว

- ถ้าจุดต่อลงดินอยู่ด้านโหลดหรือหลังเครื่องตัดไฟรั่วจะทำให้เครื่องตัดไฟรั่วไม่ทำงานได้ ถ้าความต้านทานดินมีค่าสูง

ไม่ถูกต้อง !!



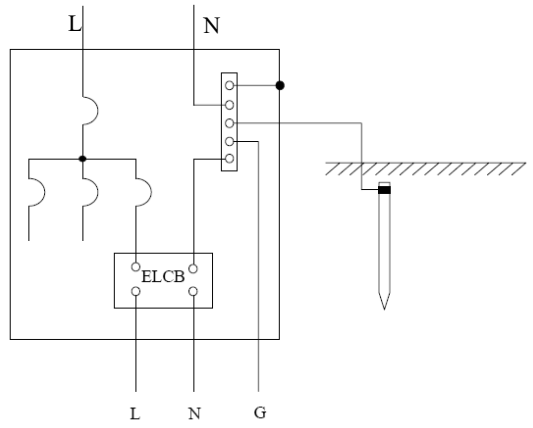
ถ้าความต้านทานหลักดิน R_G มีค่าสูง เครื่องจะไม่ตัด **อันตราย !!!**
ถ้าความต้านทานหลักดิน R_G มีค่าต่ำ เครื่องจะตัดตลอดเวลาทำให้สับไฟไม่เข้า



ลักษณะการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว

ผังการติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วที่เมนสวิตช์

1. กรณีใช้ขั้วต่อสายนิวทรัลและขั้วต่อสายดินร่วมกัน

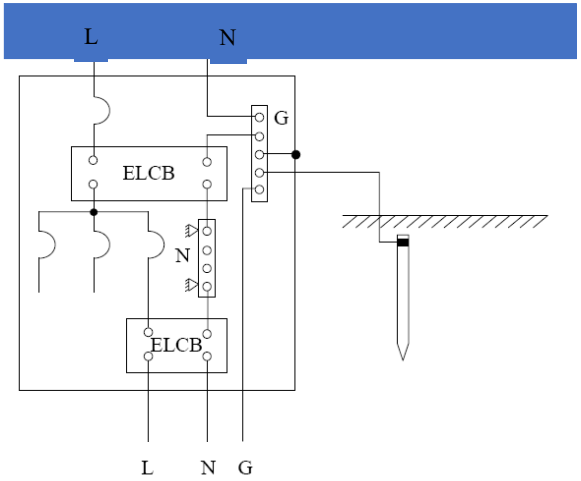


1. กรณีใช้ขั้วต่อสายนิวทรัลและขั้วต่อสายดินร่วมกัน

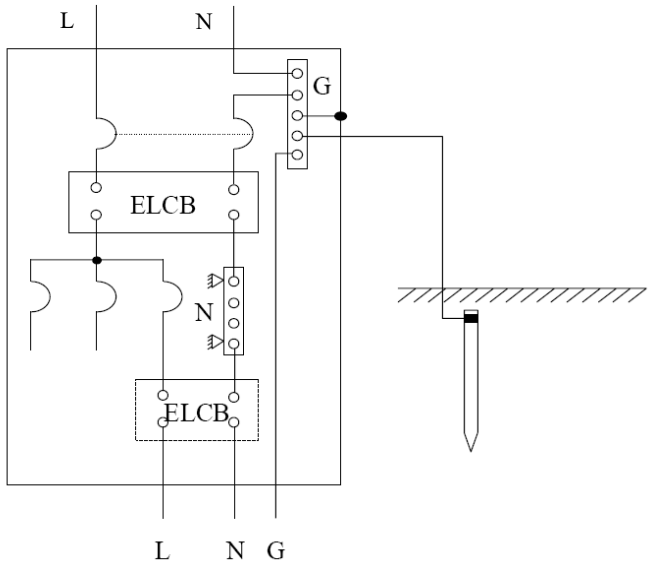
ข้อกำหนด

1. มีเครื่องตัดไฟรั่วด้วยหรือไม่ก็ได้
2. กรณีที่มีขั้วต่อสายนิวทรัลเพียงชุดเดียว (ใช้ร่วมกันกับขั้วต่อสายดิน) จะต้องต่อเครื่องตัดไฟรั่วได้เฉพาะในวงจรย่อยเท่านั้น
3. จะใช้เครื่องตัดไฟรั่วในวงจรหลักได้ต้องมีขั้วต่อสายนิวทรัลและขั้วต่อสายดินแยกออกจากกัน
4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรหลักต้องมีคุณสมบัติของเครื่องปลดวงจรด้วย

2. กรณีมีขั้วต่อสายดิน (บัสบาร์สายดิน)ด้วย



3. กรณีเมนสวิตช์ใช้เครื่องตัดวงจรกระแสเกินชนิดมี 2 ขั้ว



2. กรณีมีขั้วต่อสายดิน (บัสบาร์สายดิน)ด้วย

ข้อกำหนด

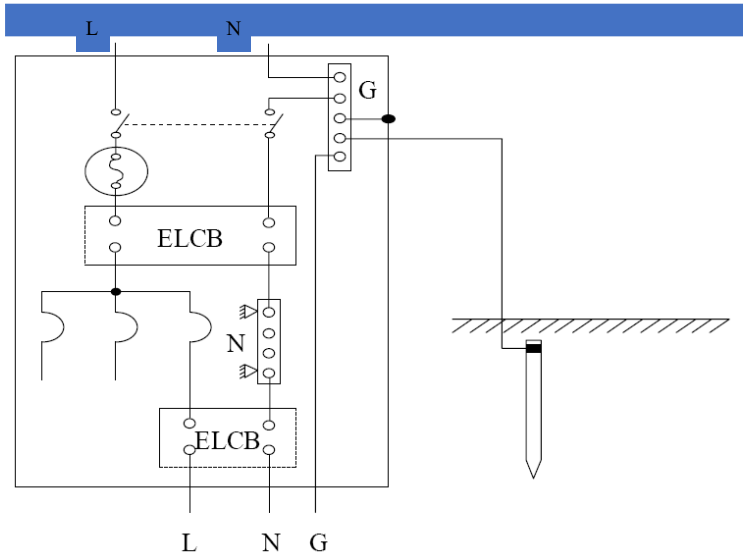
1. มีเครื่องตัดไฟรั่วด้วยหรือไม่ก็ได้
2. เครื่องตัดไฟรั่วสามารถใช้ได้ทั้งในวงจรหลักและวงจรย่อย
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรหลักต้องมีคุณสมบัติของเครื่องปลดวงจรด้วย
4. ขั้วต่อสายดิน ต้องไม่เล็กกว่าขั้วต่อสายนิวทรัล
5. ขั้วต่อสายนิวทรัลต้องมีฉนวนคั่นกับตัวตู้ที่เป็นโลหะ
6. กรณีไม่ใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ต้องมีการต่อฝากระหว่างขั้วต่อสายนิวทรัลและขั้วต่อสายดิน

3. กรณีเมนสวิตช์ใช้เครื่องตัดวงจรกระแสเกินชนิดมี 2 ขั้ว

ข้อกำหนด

1. มีเครื่องตัดไฟรั่วด้วยหรือไม่ก็ได้
2. เครื่องตัดไฟรั่วสามารถใช้ได้ทั้งในวงจรหลักและวงจรย่อย
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรหลักต้องมีคุณสมบัติของเครื่องปลดวงจรด้วยและต้องตัดพร้อมกัน 2 ขั้ว
4. ขั้วต่อสายดิน ต้องไม่เล็กกว่าขั้วต่อสายนิวทรัล
5. ขั้วต่อสายนิวทรัลต้องมีฉนวนคั่นกับตัวตู้ที่เป็นโลหะ

4. กรณีเมนสวิตช์ใช้เครื่องปลดวงจรชนิด 2 ขั้วพร้อมฟิวส์

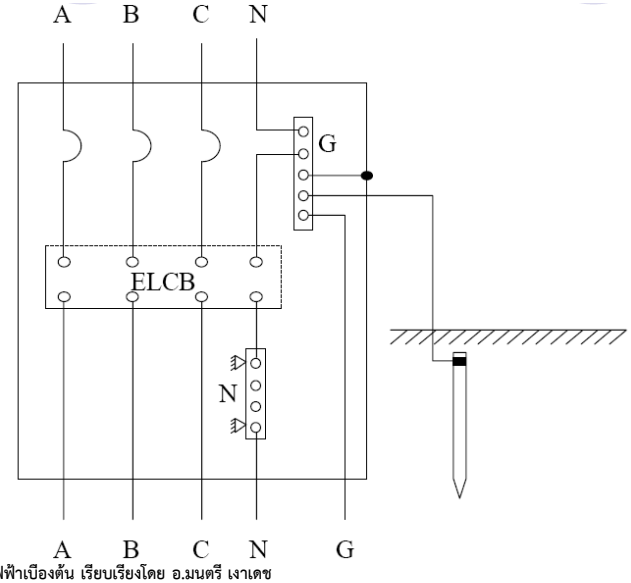


4. กรณีเมนสวิตช์ใช้เครื่องปลดวงจรชนิด 2 ขั้วพร้อมฟิวส์

ข้อกำหนด

1. มีเครื่องตัดไฟรั่วด้วยหรือไม่ก็ได้
2. เครื่องตัดไฟรั่วสามารถใช้ได้ทั้งในวงจรหลักและวงจรย่อย
3. ขั้วต่อสายดิน ต้องไม่เล็กกว่าขั้วต่อสายนิวทรัล
4. ขั้วต่อสายนิวทรัลต้องมีฉนวนคั่นกับตัวตู้ที่เป็นโลหะ
5. เครื่องปลดวงจรต้องเป็นชนิดปลดโหลดได้และต้องปลดพร้อมกันทั้ง 2 ขั้ว กรณีใช้คัทเอาท์แบบมีฟิวส์ตะกั่ว ให้ใส่สายทองแดงแทนฟิวส์ และใช้คาร์ดทริดฟิวส์ หรือ CB ป้องกันกระแสเกิน
6. ห้ามต่อฟิวส์ในวงจรสายนิวทรัล

5. กรณีเมนสวิตช์ใช้เครื่องตัดวงจรกระแสเกินชนิดมี 3 ขั้ว



5. กรณีเมนสวิตช์ใช้เครื่องตัดวงจรกระแสเกินชนิดมี 3 ขั้ว

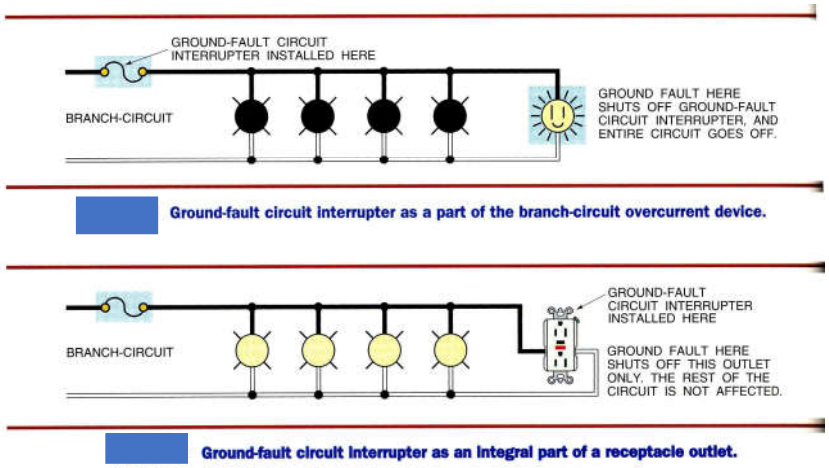
ข้อกำหนด

1. มีเครื่องตัดไฟรั่วด้วยหรือไม่ก็ได้

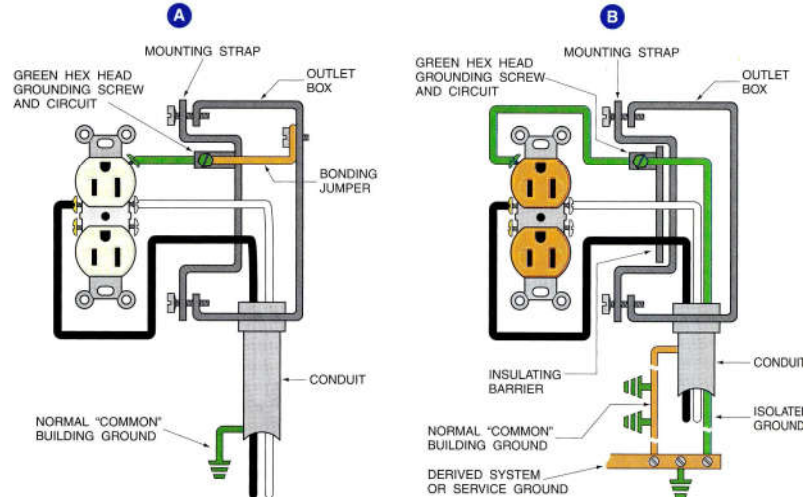
   ยกเว้น เมนสวิตช์ขนาดเกิน 1000 A ต้องมีเครื่องตัดไฟรั่ว

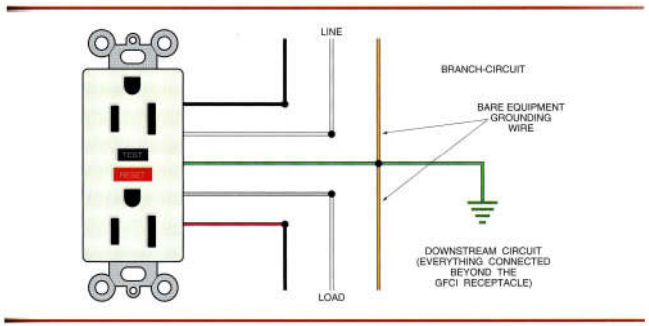
2. CB ของวงจรหลักต้องมีคุณสมบัติของเครื่องปลดวงจรด้วย
3. ขั้วต่อสายดิน ต้องไม่เล็กกว่าขั้วต่อสายนิวทรัล
4. ขั้วต่อสายนิวทรัลต้องมีฉนวนคั่นกับตัวตู้ที่เป็นโลหะ
5. กรณีที่ไม่ใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ต้องมีสายต่อฝากระหว่างขั้วต่อสายนิวทรัลและขั้วต่อสายดินตามขนาดที่กำหนด

การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วที่วงจรย่อย



รูปแบบการเชื่อมต่อกับระบบสายดิน





การทำงานของเครื่องตัดไฟรั่ว

- ไม่สามารถป้องกันไฟดูดได้โดยตรง
- ต้องทำงานร่วมกับระบบการติดตั้งสายดิน
- เป็นเพียงอุปกรณ์เสริม
- เป็นเครื่องลดอันตรายจากไฟดูด (ลดระยะเวลาที่กระแสไฟไหลผ่านร่างกาย)
- ไม่ได้ลดขนาดกระแสที่ไหลผ่านร่างกาย
- ไม่สามารถป้องกันได้ ถ้าสัมผัสสาย Line กับ Line หรือ Line กับ Neutral พร้อมกัน

ข้อจำกัดของเครื่องตัดไฟรั่ว

• เครื่องจะไม่ตัดถ้ามีการสัมผัสสายเส้นไฟและสายนิวทรัลพร้อมกัน

มีสายดินแล้ว ทำไมต้องติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว

• บางครั้งกระแสไฟรั่วลงสายดินมีค่าต่ำ (ความต้านทาน Loop Impedance มีค่าสูง)

• ทำให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานช้า หรือ ไม่ทำงาน

• การติดตั้งระบบสายดินไม่ถูกต้อง

- ขนาดสายดินเล็กเกินไป
- ระบบสายดินเสื่อมสภาพ

• เสริมการทำงานของระบบสายดินให้ดียิ่งขึ้น

มีเครื่องตัดไฟรั่วแล้ว ไม่ต้องมีสายดินได้หรือไม่ ?

• เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิดมีไฟรั่ว (รู้สึก) แต่ไม่เป็นอันตราย (สายดินช่วยแก้ไขได้)

• ถ้ามีไฟฟ้ารั่วที่เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยไม่มีสายดิน ผู้ใช้ต้องถูกไฟดูดก่อน เครื่องตัดไฟรั่วจึงจะทำงาน (เหมือนฝากชีวิตไว้กับความไวของเครื่อง)

ตารางเปรียบเทียบ RCD กับ สายดิน

กรณี	สายดิน	RCD	RCD + สายดิน
ไฟรั่วปกติ ไม่อันตราย	รู้สึกมีไฟดูด RCD ไม่ตัดวงจร	ไฟไม่ดูด CB ไม่ตัดวงจร	ไฟไม่ดูด RCD , CB ไม่ตัดวงจร
ไฟรั่วปกติ อันตราย	RCD ไม่ตัด (ไม่สัมผัส) CB ตัดขณะสัมผัส (ถูกไฟดูดแรง)	ไฟไม่ดูด CB ตัดก่อนสัมผัส (หรือขณะสัมผัส)	ไฟไม่ดูด RCD ตัดก่อนสัมผัส (หรือขณะสัมผัส)

สรุป ประโยชน์ของเครื่องตัดไฟรั่ว

ป้องกันอันตรายจากไฟดูด

- ถ้าถูกไฟดูดจะตัดวงจรเพื่อลดระยะเวลาที่ไฟรั่วไหลผ่านร่างกายผู้สัมผัส

ป้องกันอัคคีภัย

- ช่วยตัดวงจรในกรณีที่กระแสรั่วมีค่าต่ำ แล้วอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัดวงจรไม่ทัน

มนตรี เงาเดช
http://blog.rmutl.ac.th/montri
FB "อ.มนตรี เงาเดช"
www.facebook.com/montri.ngaodet/

2.5 การวัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน

กรณีที่ต้องการทราบค่าความต้านทานการต่อลงดิน ต้องวัดด้วยเครื่องมือวัด เรียกว่าเครื่องวัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน

เครื่องมือวัดความต้านทานการต่อลงดินมีหลายแบบ ส่วนใหญ่ในการวัดจะมีการปักหลักดินเพิ่มอีกจำนวน 2 หรือ 3 หลัก ระยะห่างระหว่างหลักดินเปลี่ยนไปตามชนิดของเครื่องซึ่งดูได้จากข้อแนะนำของผู้ผลิต และการแสดงขั้วก็อาจแตกต่างกันไปด้วย ผู้จะใช้งานจึงควรศึกษารายละเอียดการใช้งานให้ชัดเจนก่อน เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

รูปที่ 2.48 ตัวอย่างเครื่องวัดค่าความต้านทานการต่อลงดิน

ค่าความต้านทานของดินต้องไม่เกิน 5 โอห์ม