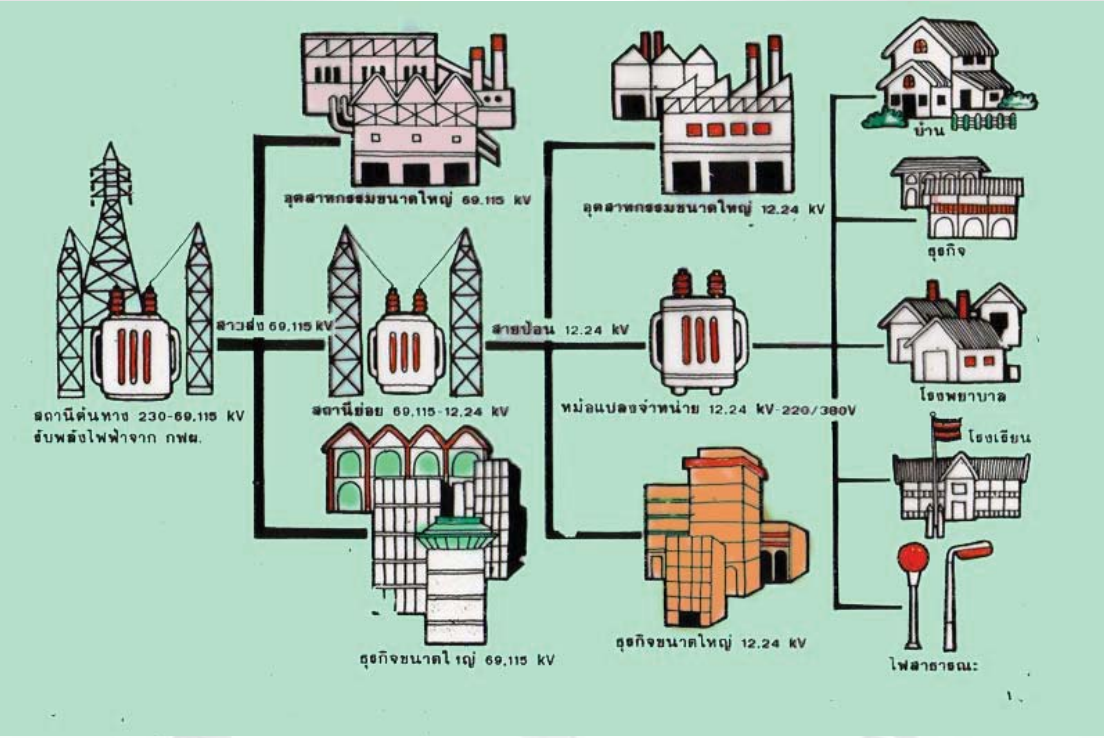
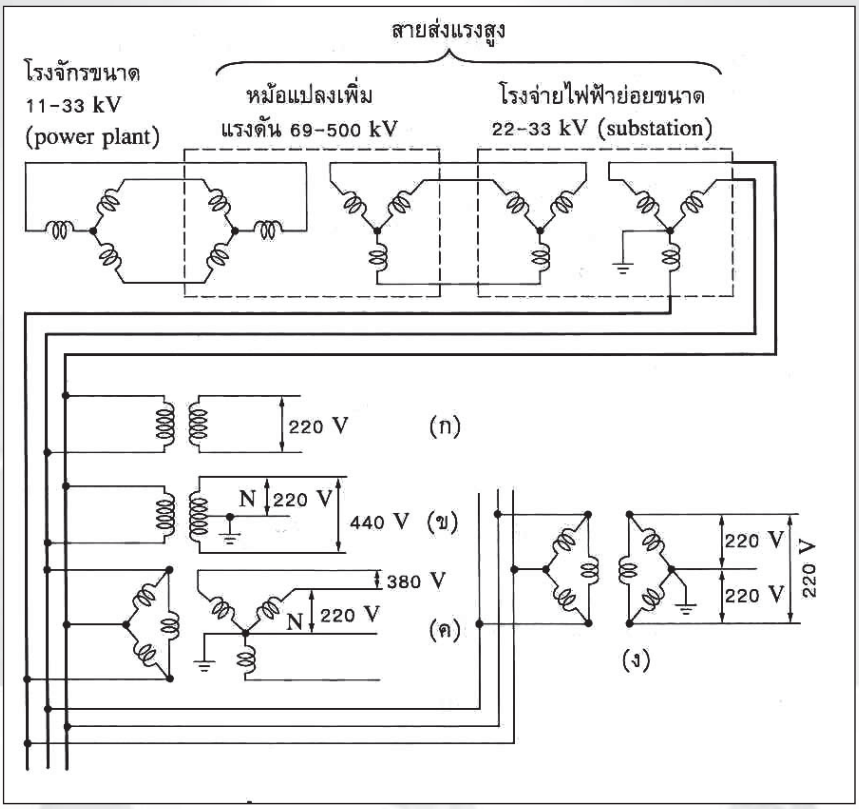
พื้นฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า

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)

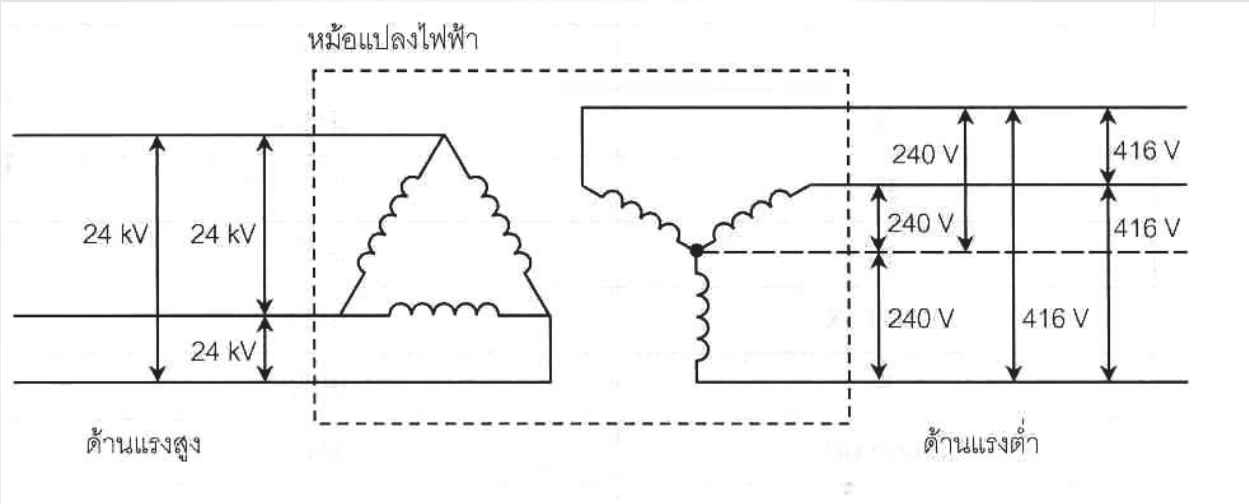
หมายเหตุ

- 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

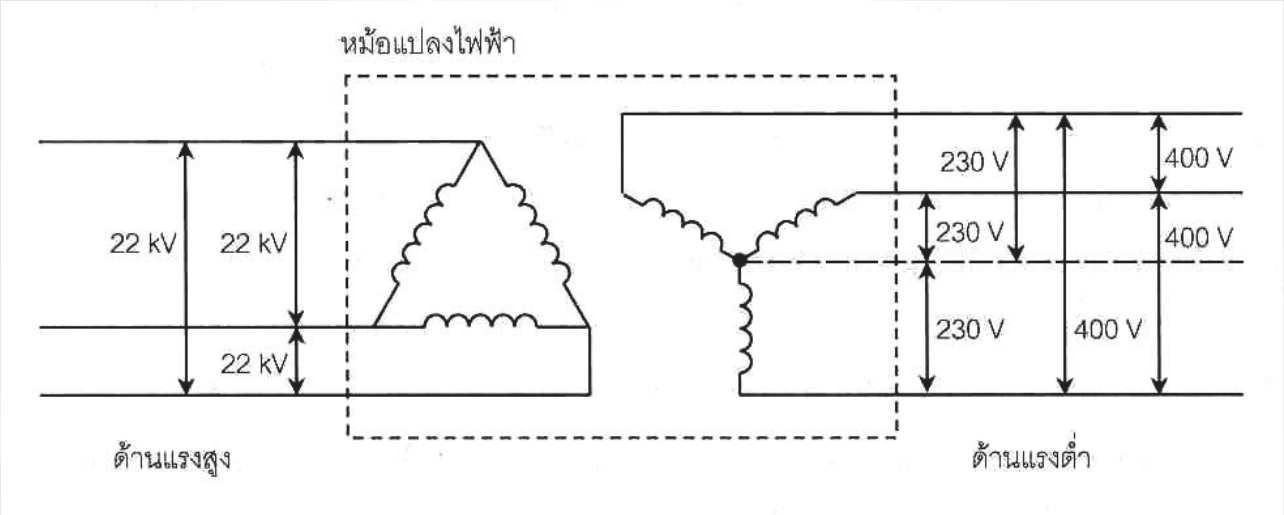
ระดับแรงต่ำ (3 เฟส 4 สาย) – 400 / 230 V (มาตรฐานยุโรป)

หมายเหตุ

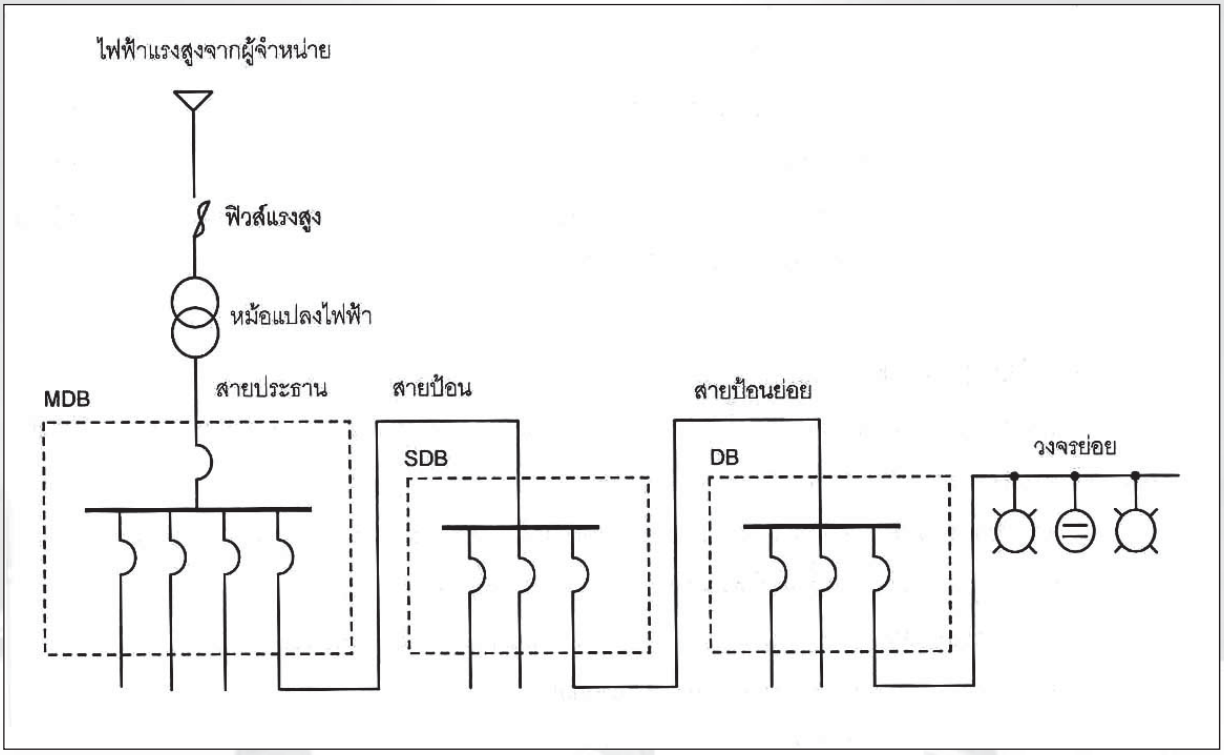
- การคำนวนโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า จะใช้แรงดัน 400/230 V
- การคำนวนเกี่ยวกับหม้อแปลง ด้านแรงต่ำ จะใช้แรงดัน 400/230 V

ด้านแรงสูง จะใช้แรงดัน 22 kV

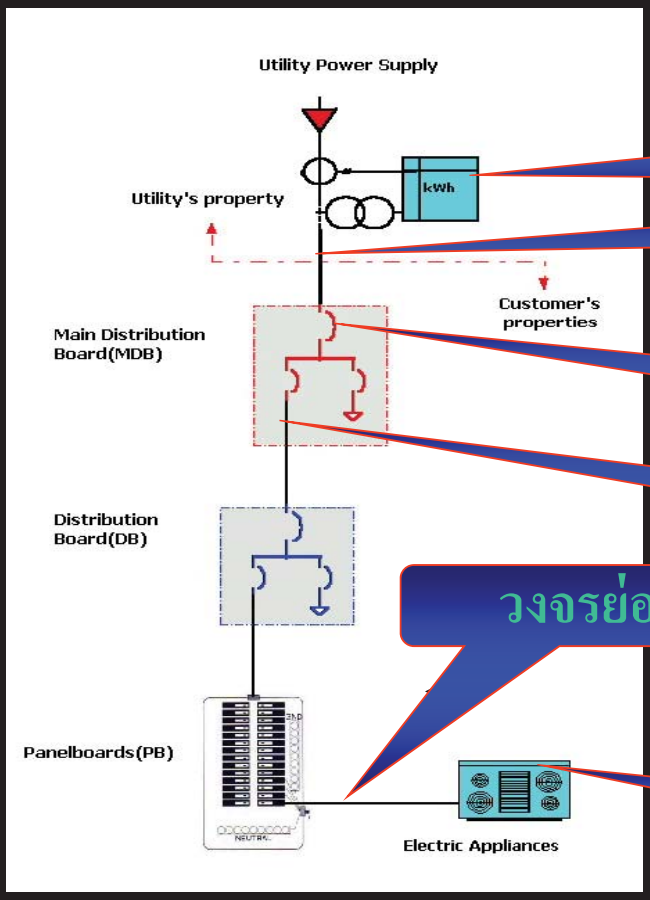
ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค



รูปแบบการออกแบบระบบไฟฟ้า



ระบบการจ่ายไฟแรงต่ำ



เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

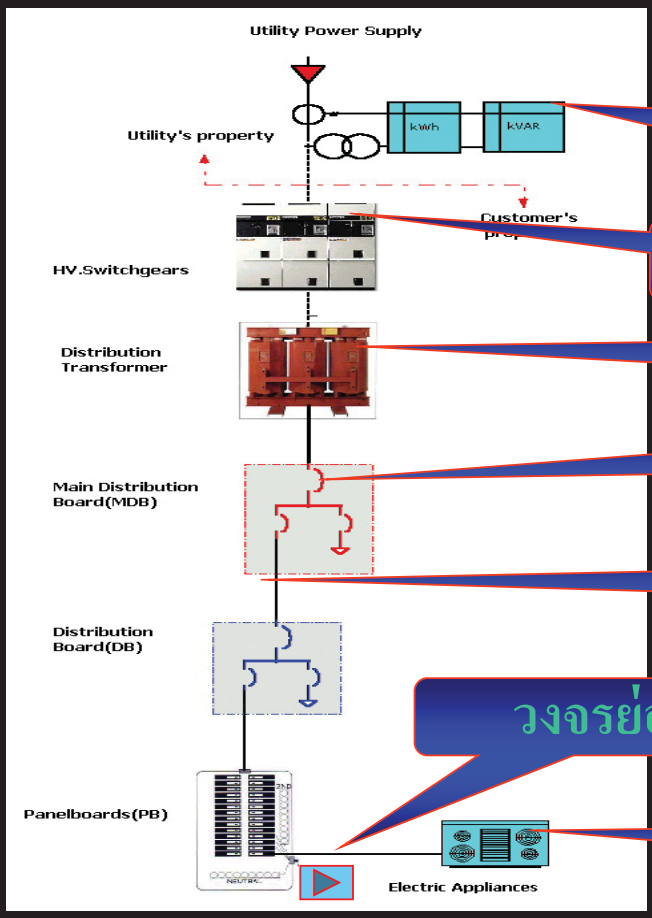
สายประธาน

บริภัณฑ์ประธาน

สายป้อน

วงจรย่อย

โหลด



ระบบการจ่ายไฟแรงสูง

- เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงสูง
- บริภัณฑ์ประธานแรงสูง
- หม้อแปลงไฟฟ้า
- บริภัณฑ์ประธานแรงต่ำ
- วงจรสายป้อน
- วงจรย่อย
- โหลด(Loads)

อุปกรณ์ในการออกระบบไฟฟ้า

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

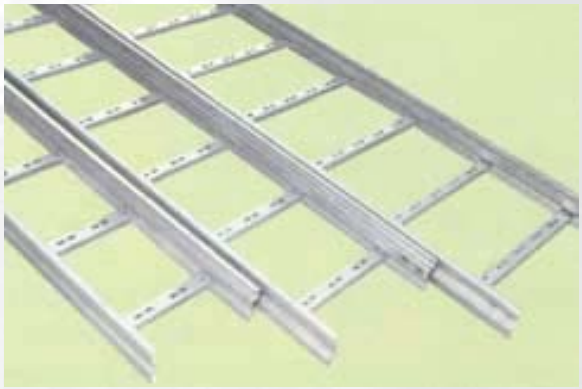
เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

สายไฟฟ้า

ท่อสำหรับใส่สายไฟฟ้า

รางสำหรับวางสายไฟฟ้า

Wire way

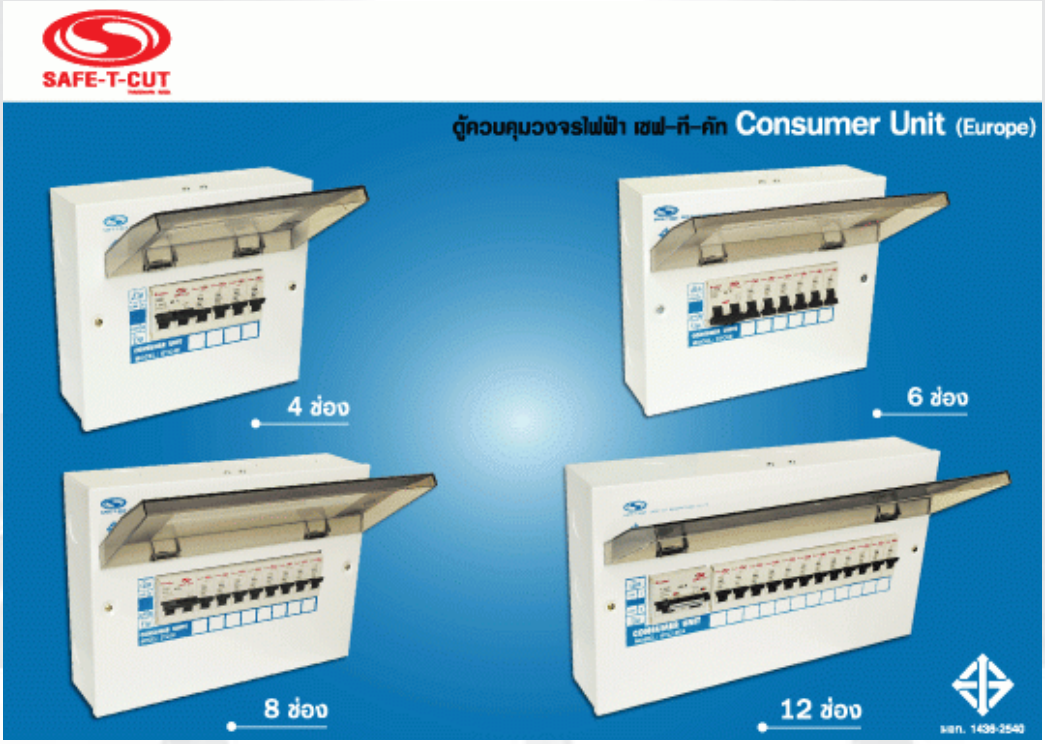


Cable Tray

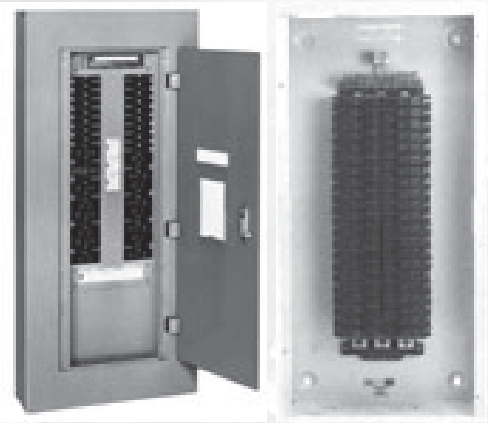
ฟิวส์

เซอร์กิตเบรกเกอร์

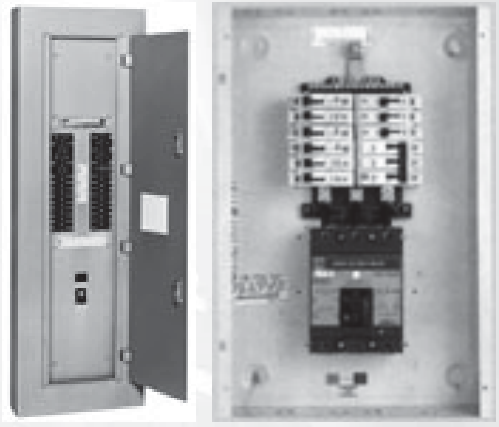
Consumer Unit



Load Center



Main Lugs



Main Breaker

Main Distribution Board (ตู้ MDB)

หม้อแปลงไฟฟ้า

1,000 kVA

2,000 kVA

งานออกแบบ ที่ต้องมีใบกว.

1) <u>ระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า</u>

- ขนาดตั้งแต่ **300 kVA** ขึ้นไป
- ขนาดแรงดันระหว่างสายในระบบตั้งแต่ **3.3 kV**

2) <u>ระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารสาธารณะ</u>

- ขนาดการใช้ไฟฟ้ารวมกัน<u>ตั้งแต่</u> **200 kVA** ขึ้นไป

3) <u>ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย และระบบป้องกันฟ้าผ่า</u>

- สำหรับอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารชุด

มาตรฐานสำหรับการออกแบบ ระบบไฟฟ้า

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													
ความทนต่อกระแสไฟฟ้าฉับพลัน (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		

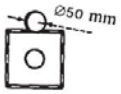
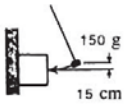
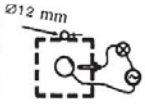
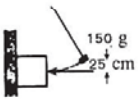
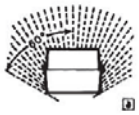
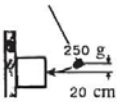
ดัชนีแสดงมาตรฐานระดับการป้องกันสิ่งห่อหุ้มอุปกรณ์ไฟฟ้า (Index of Protection, IP)

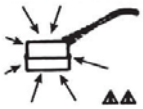
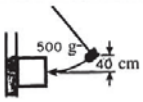
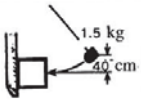
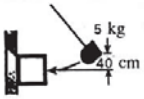
เป็นมาตรฐานของ IEC แสดงด้วยตัวเลขรหัส 2 ตัว หรือ 3 ตัว ตามหลังตัวอักษร IP

ตัวเลขรหัสตัวที่ 1 - ความสามารถในการป้องกันวัตถุ (ของแข็ง)

ตัวเลขรหัสตัวที่ 2 - ความสามารถในการป้องกันของเหลว

ตัวเลขรหัสตัวที่ 3 - ความสามารถในการป้องกันการกระแทกทางกลจากวัตถุ

รหัสหมายเลข	รหัสตัวที่หนึ่งเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัสและอันตราย อันอาจจะเกิดกับอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายใน		รหัสตัวที่สองเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากพวกของเหลวต่าง ๆ		รหัสตัวที่สามเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล	
	รายละเอียด		รายละเอียด		รายละเอียด	
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		-	-

รหัสหมายเลข	รหัสตัวที่หนึ่งเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันการสัมผัสและอันตราย อันอาจจะเกิดกับอุปกรณ์ที่บรรจุอยู่ภายใน		รหัสตัวที่สองเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากพวกของเหลวต่าง ๆ		รหัสตัวที่สามเป็นการแสดงถึงลักษณะการป้องกันอุปกรณ์ตัวที่บรรจุอยู่ภายใน อันอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล	
	รายละเอียด		รายละเอียด		รายละเอียด	
5	สามารถป้องกันฝุ่นได้		สามารถป้องกันน้ำที่ถูกฉีดมาตกกระทบได้ในทุกทิศทาง		สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 500 g ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 cm	
6	สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์		สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากคลื่นของน้ำทะเลหรือสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ชั่วคราว		-	-
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

ระดับของการป้องกัน IP 4 3

กลุ่มของรหัส

รหัสตัวแรก สามารถป้องกันของแข็งที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 mm ที่มากระทบแล้วไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้

รหัสตัวที่สอง สามารถป้องกันน้ำฝนที่ตกลงมาได้ โดยน้ำฝนนี้อาจตกลงมาในแนวทำมุม 60° กับแนวดิ่งก็ได้

ระดับการป้องกันตามมาตรฐาน NEMA

จะใช้ รหัสตัวเลข หรือ รหัสตัวเลขและตัวอักษร เป็นตัวบอกความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน

ข้อกำหนด	การนำไปใช้งาน	NEMA
ไม่มีเครื่องห่อหุ้ม	ไม่มีการป้องกัน	0
วัตถุประสงค์ทั่วไป	ใช้ติดตั้งในอาคาร	1 1 **
ทนหยดน้ำ	บริเวณที่มีของเหลวจำนวนเล็กน้อยตกเหนือเครื่องห่อหุ้ม และยอมให้ความชื้นเข้าไปภายในได้	2 2 **
กันฝุ่น, กันฝน, ต้านทานลูกเห็บ	บริเวณที่มีทั้งฝุ่นและฝน อาจใช้นอกอาคารเช่นอู่ต่อเรือ หรือในอุโมงค์	3
ทนฝน, ต้านทานลูกเห็บ	ติดตั้งนอกอาคารใช้งานภายใต้ฝน และลูกเห็บ	3R 3R **
กันฝุ่น, กันฝน, ทนลูกเห็บ	ใช้นอกอาคารในสภาวะที่มีลูกเห็บตก	3S
กันน้ำ, กันฝุ่น	ใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องล้างทำความสะอาด ทำด้วยสแตนเลส	4
กันน้ำ, กันฝุ่น, ต้านทานการกัดกร่อน	ทำด้วยวัสดุทนการกัดกร่อนสูงใช้ในอุตสาหกรรมเคมี โรงปุ๋ย โรงงานกระดาษ	4X
กันฝุ่น, กันน้ำ, อยู่ใต้น้ำ	ใช้กับอุปกรณ์ที่อยู่ใต้น้ำ	6
กันฝุ่น, กันหยดน้ำ	ใช้ในงานอุตสาหกรรมที่เปื้อนน้ำมัน	12
กันน้ำมัน, กันฝุ่น	ป้องกันน้ำมันและฝุ่นเข้าซึ่งจะทำลายอุปกรณ์ขณะทำงาน	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

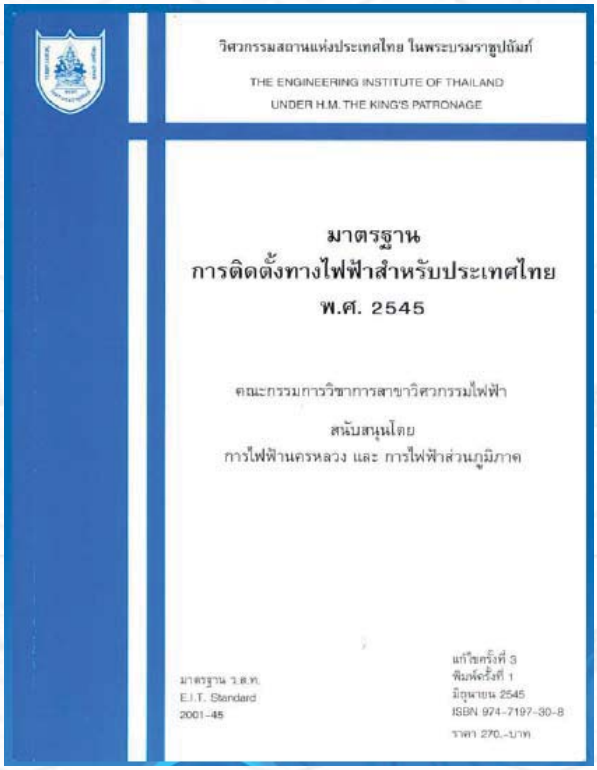
ไม่สามารถใช้เปลี่ยนจาก IP → NEMA ได้

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

สภาวิศวกร
COUNCIL OF ENGINEERS


วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

THE ENGINEERING INSTITUTE OF THAILAND
UNDER H.M. THE KING'S PATRONAGE

มาตรฐาน
การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย
พ.ศ. 2545

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
สนับสนุนโดย
การไฟฟ้านครหลวง และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มาตรฐาน ว.ส.ท.
E.I.T. Standard
2001-45

แก้ไขครั้งที่ 3
พิมพ์ครั้งที่ 1
มิถุนายน 2545
ISBN 974-7197-30-8
ราคา 270.-บาท

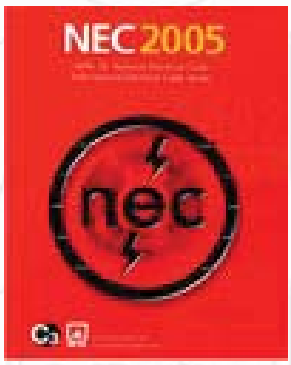
มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

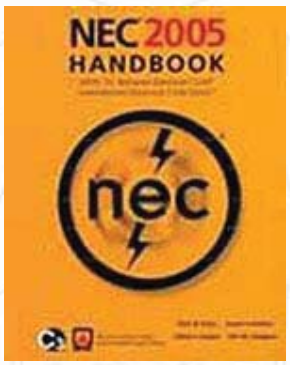
- ใช้ฉบับปัจจุบันของ ว.ส.ท. (ปี 2552)
- ผลักดันให้วิศวกรทั่วทั้งประเทศหันมาใช้มาตรฐานฉบับเดียวกัน
- ทำให้มีมาตรฐานเดียวกัน ทั่วทั้งประเทศ
- ง่ายต่อการตรวจสอบและบำรุงรักษา
- ลดข้อต่อเถียงกัน เนื่องจากอ้างอิงคนละมาตรฐาน

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

- บังคับใช้โดยหน่วยงานที่มีอำนาจดำเนินการ เช่น กฟน. กฟภ. (มีอำนาจเพียงการจ่ายไฟให้หรือไม่จ่ายไฟให้ เท่านั้น) โดยที่วิศวกรผู้ออกแบบและผู้ควบคุมการติดตั้งจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่องานที่ดำเนินการอยู่
- 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

สัญลักษณ์และแบบทางระบบไฟฟ้า

Electrical Symbols & Electrical Diagram

สัญลักษณ์และแบบทางไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้า จะต้องใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ เพื่อสื่อให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจตรงกับผู้ออกแบบ เพื่อให้งานเป็นไปอย่างถูกต้องตรงกับที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้

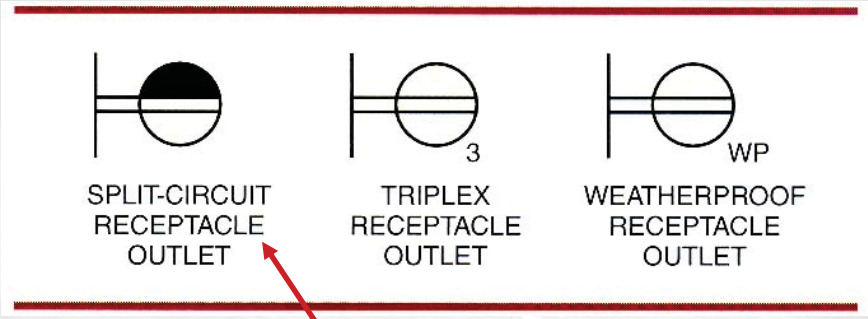
สัญลักษณ์ของดวงโคม ในระบบแสงสว่าง

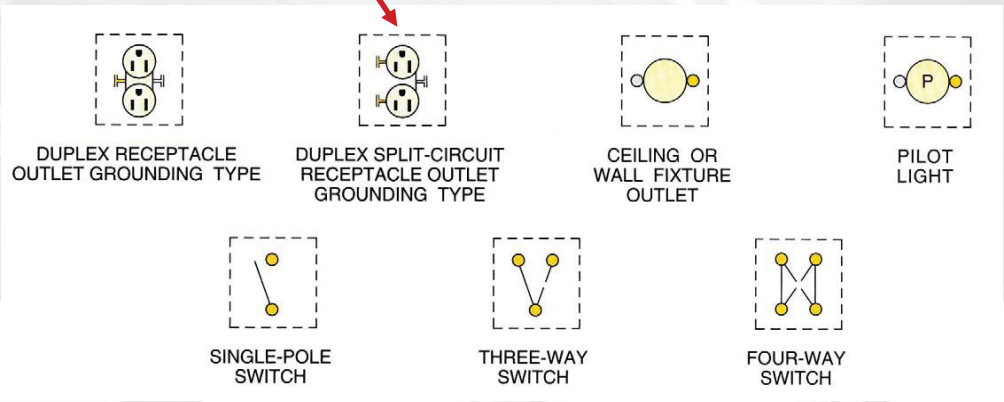
OUTLETS	CEILING	WALL
INCANDESCENT		
LAMPHOLDER WITH PULL SWITCH	PS S	PS S
RECESSED INCANDESCENT	R	R
SURFACE FLUORESCENT		
RECESSED FLUORESCENT	R	R
SURFACE OR PENDANT CONTINUOUS ROW FLUORESCENT		
RECESSED CONTINUOUS ROW FLUORESCENT	R	
BARE LAMP FLUORESCENT STRIP		
SURFACE OR PENDANT EXIT	X	X
RECESSED CEILING EXIT	RX	RX
BLANKED OUTLET	B	B
OUTLET CONTROLLED BY LOW-VOLTAGE SWITCHING WHEN RELAY IS INSTALLED IN OUTLET BOX	L	L
JUNCTION BOX	J	J

สัญลักษณ์ของเต้ารับ

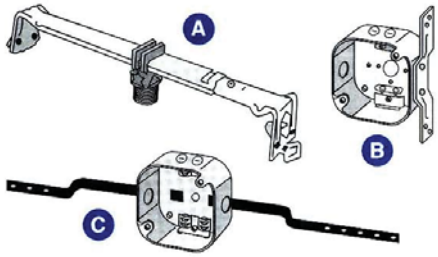
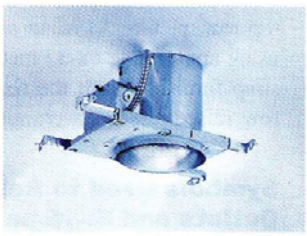
RECEPTACLE OUTLETS	
SINGLE RECEPTACLE OUTLET	R RANGE OUTLET
DUPLEX RECEPTACLE OUTLET	D CLOTHES DRYER OUTLET
IG INSULATED (ISOLATED) GROUND RECEPTACLE OUTLET	F FAN OUTLET
TRIPLEX RECEPTACLE OUTLET	C CLOCK OUTLET
DUPLEX RECEPTACLE OUTLET, SPLIT-CIRCUIT	FLOOR OUTLET
TRIPLEX RECEPTACLE OUTLET, SPLIT-CIRCUIT	X" MULTIOUTLET ASSEMBLY; ARROW SHOWS LIMIT OF INSTALLATION. APPROPRIATE SYMBOL INDICATES TYPE OF OUTLET. SPACING OF OUTLETS INDICATED BY "X" INCHES.
WP WEATHERPROOF RECEPTACLE OUTLET	FLOOR SINGLE RECEPTACLE OUTLET
GFCI GROUND-FAULT CIRCUIT INTERRUPTER RECEPTACLE OUTLET	FLOOR DUPLEX RECEPTACLE OUTLET
DW SPECIAL-PURPOSE OUTLET (SUBSCRIPT LETTERS INDICATE SPECIAL VARIATIONS: DW = DISHWASHER. ALSO a, b, c, d, ETC. ARE LETTERS KEYED TO EXPLANATION ON DRAWINGS OR IN SPECIFICATIONS).	FLOOR SPECIAL-PURPOSE OUTLET

สัญลักษณ์ของเต้ารับพิเศษ

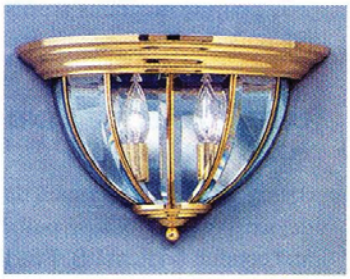
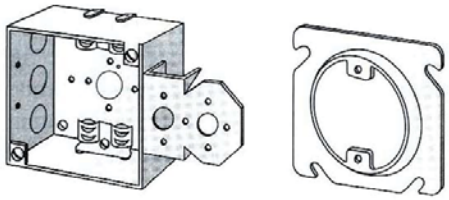
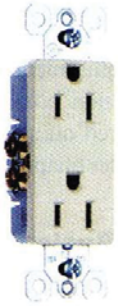
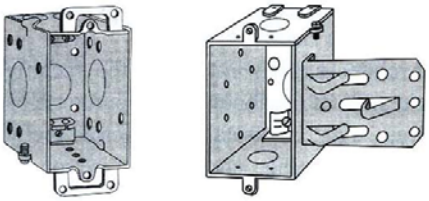




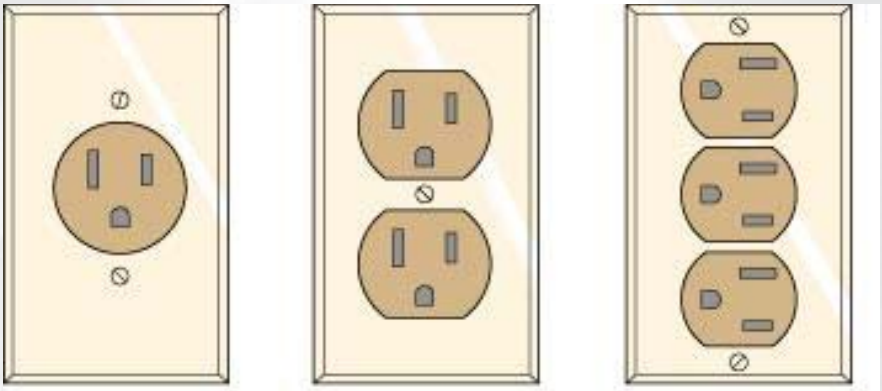
ตัวอย่าง สัญลักษณ์เทียบกับอุปกรณ์จริง (1)

SYMBOL	TYPE OF FIXTURE OR OUTLET	OUTLET BOXES THAT MAY BE USED
OR OR CEILING LIGHTING OUTLET	 SURFACE-MOUNTED LIGHTING FIXTURE	 (A) ADJUSTABLE BAR HANGER WITH FIXTURE STUD (B) OCTAGON BOX ON BRACKET (C) OCTAGON BOX AND OFFSET BAR HANGER BOXES ARE AVAILABLE WITH EITHER INTERNAL OR EXTERNAL CABLE CLAMPS.
RECESSED CEILING LIGHTING OUTLET	 RECESSED LIGHTING FIXTURE	CABLE TERMINATES IN BOX THAT IS FURNISHED WITH FIXTURE. SPECIAL CODE RULES GOVERNING THE INSTALLATION ARE FOUND IN *SECTIONS 410-64* THROUGH *410-72* OF THE *NATIONAL ELECTRICAL CODE*® SEE UNIT 7.

ตัวอย่าง สัญลักษณ์เทียบกับอุปกรณ์จริง (2)

WALL LIGHTING OUTLET	 WALL-MOUNTED LIGHTING FIXTURE	 4"-SQUARE BOX WITH SIDE BRACKET AND PROPER RAISED PLASTER COVER. A 4"-OCTAGON BOX COULD ALSO BE USED.
DUPLEX RECEPTACLE OUTLET		 SECTIONAL SWITCH DEVICE BOXES

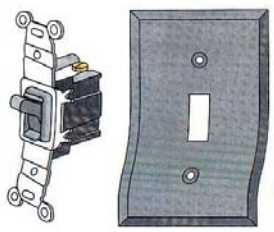
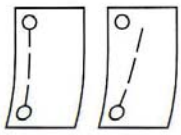
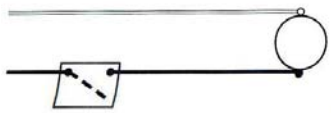
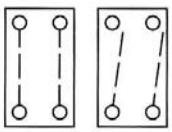
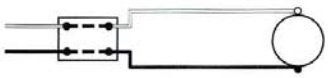
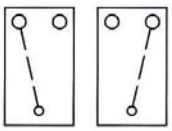
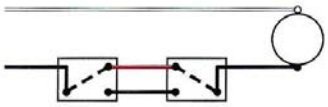
ชนิดของเต้ารับที่ใช้งานจริง



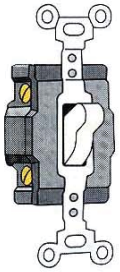
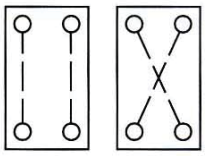
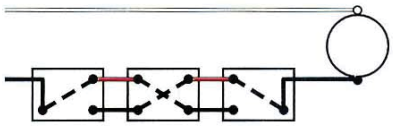
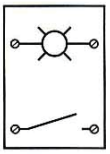
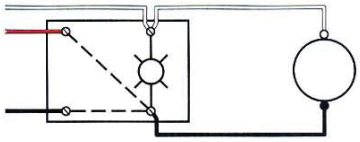
สัญลักษณ์ของสวิตช์

SWITCH SYMBOLS	
S	SINGLE-POLE SWITCH
S_2	DOUBLE-POLE SWITCH
S_3	THREE-WAY SWITCH
S_4	FOUR-WAY SWITCH
S_D	DOOR SWITCH
S_{DS}	DIMMER SWITCH
S_K	KEY SWITCH
S_L	LOW-VOLTAGE SWITCH
S_{LM}	LOW-VOLTAGE MASTER SWITCH
S_P	SWITCH WITH PILOT LAMP
S_R	VARIABLE-SPEED SWITCH
S_T	TIME SWITCH
S_{WP}	WEATHERPROOF SWITCH

ตัวอย่างการทำงานของสวิตช์ (1)

SYMBOL	FLUSH TOGGLE SWITCH	OPERATION	CONNECTIONS
S SINGLE-POLE		 ON OFF	
S_2 DOUBLE-POLE		 ON OFF	
S_3 THREE-WAY		 POSITION 1 POSITION 2	

ตัวอย่างการทำงานของสวิตช์ (2)

S_4 FOUR-WAY		 1 2	
S_p SWITCH AND PILOT LIGHT		 FOR CONTROLLING LIGHTS FROM ONE POINT WITH PILOT LIGHT INDICATION	 ALSO AVAILABLE IN THREE-WAY TYPE OF CONTROLLING LIGHT FROM TWO POINTS WITH PILOT LIGHT INDICATION

สัญลักษณ์การเดินสายไฟฟ้า

CIRCUITING

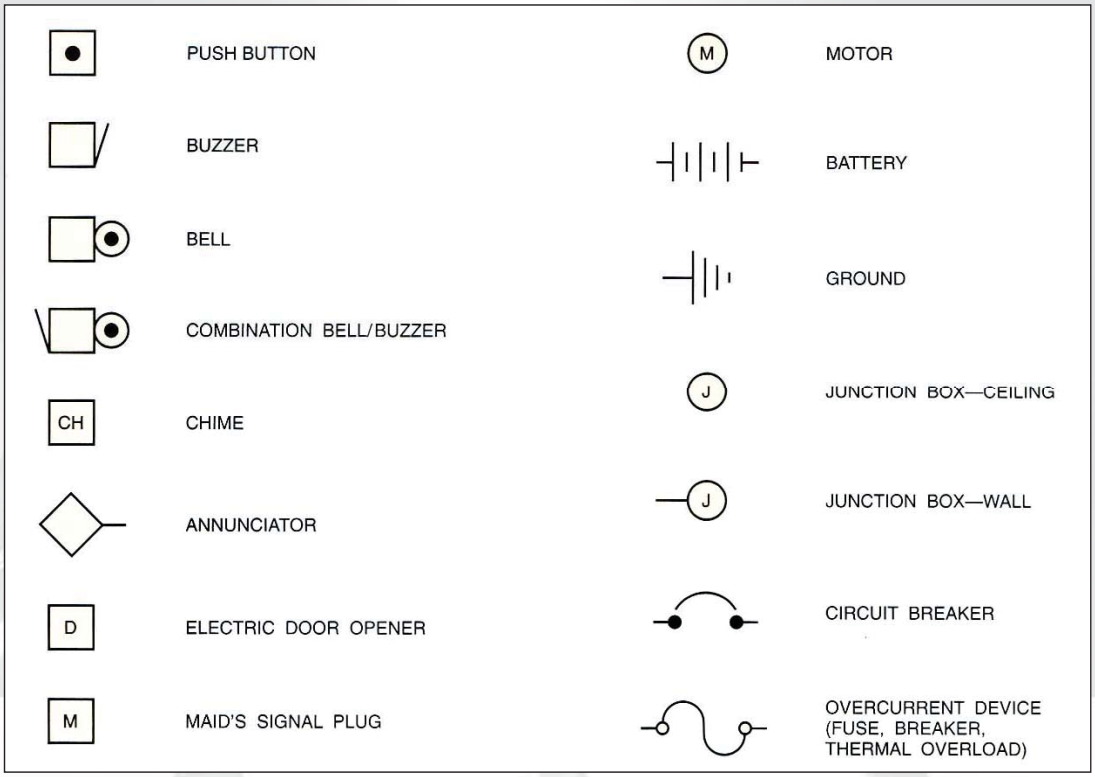
- 1 2 — BRANCH-CIRCUIT HOME RUN TO PANEL*
- THREE WIRES IN CABLE OR RACEWAY
- FOUR WIRES IN CABLE OR RACEWAY, ETC.
- SOME DRAWINGS SHOW THIS METHOD OF CONDUCTOR IDENTIFICATION:
  - EQUIPMENT GROUNDING CONDUCTOR: LONG LINE WITH DOT.
  - NEUTRAL CONDUCTOR: LONG LINE.
  - PHASE CONDUCTOR WITH SWITCH LEGS: SHORT LINE.
- WIRING CONCEALED IN CEILING OR WALL
- WIRING CONCEALED IN FLOOR
- WIRING EXPOSED
- WIRING TURNED UP
- WIRING TURNED DOWN
- CO — CONDUIT ONLY (EMPTY)
- SWITCH LEG INDICATION. CONNECTS OUTLETS WITH CONTROL POINTS.

* AN ARROW INDICATES A BRANCH-CIRCUIT HOME RUN TO PANEL.

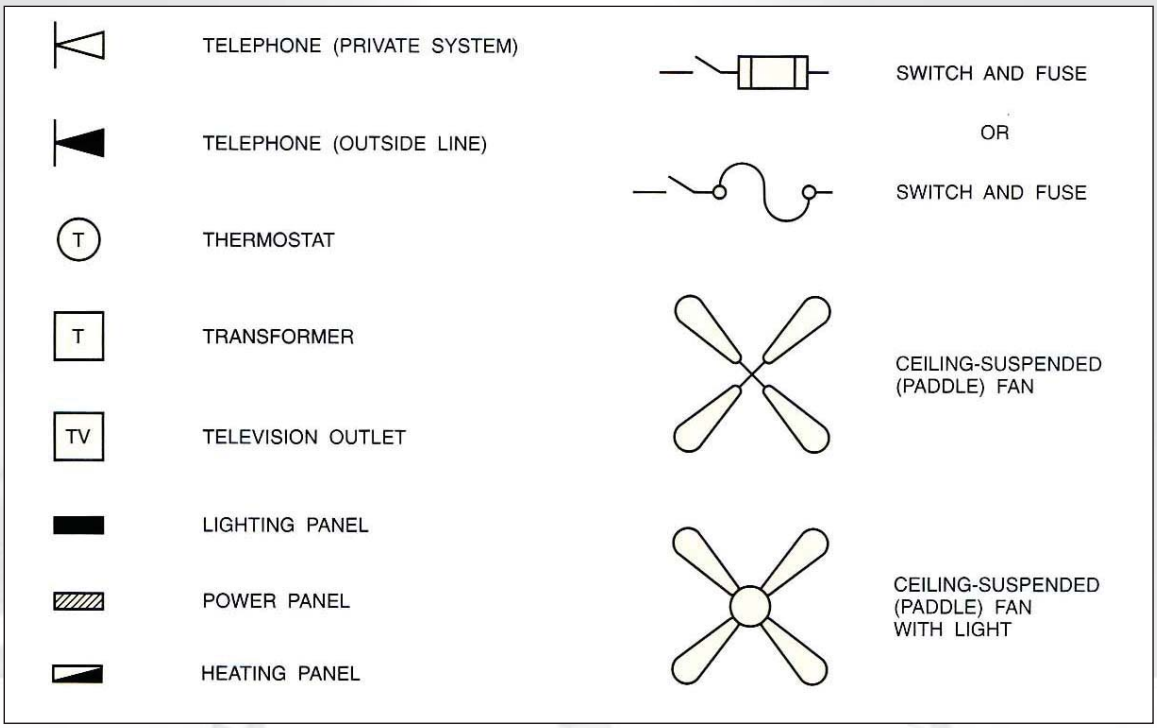
THE NUMBER OF ARROWS INDICATES THE NUMBER OF CIRCUITS.

IF THERE ARE NO CROSSHATCHES, THEN IT IS ASSUMED THAT THE RACEWAY CONTAINS TWO WIRES.

สัญลักษณ์อื่นๆ (1)



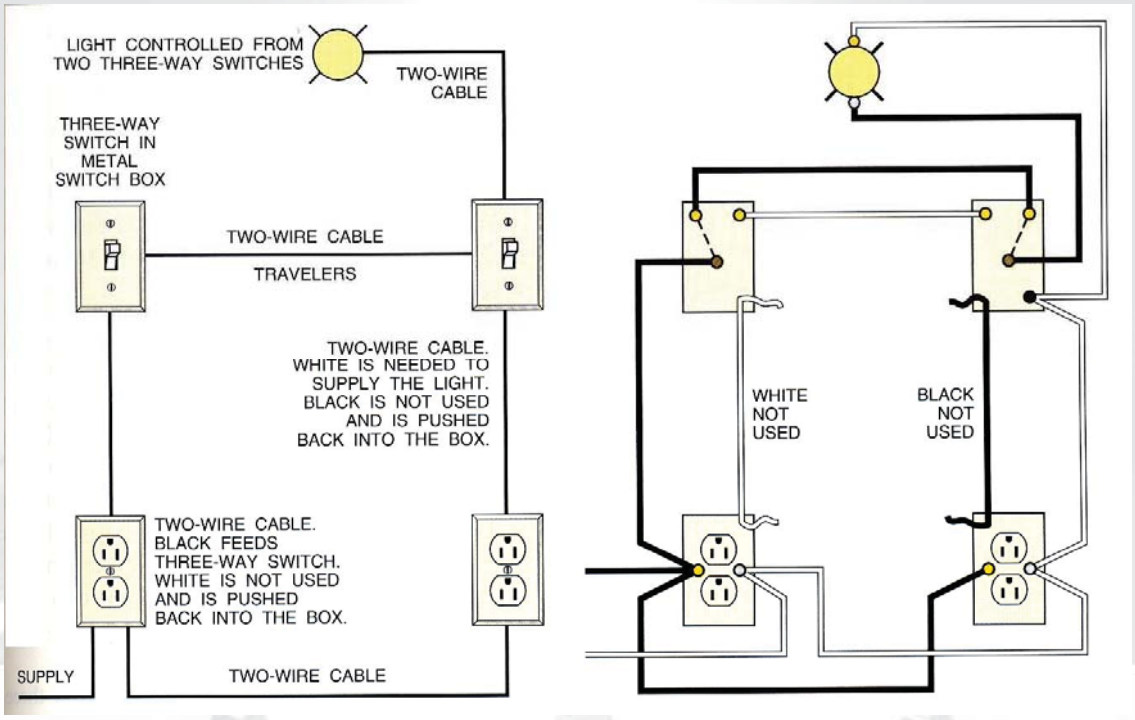
สัญลักษณ์อื่นๆ (2)

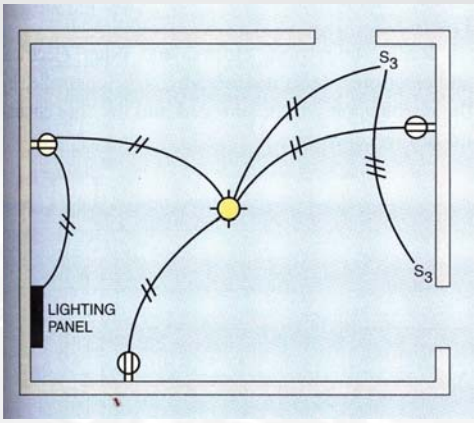


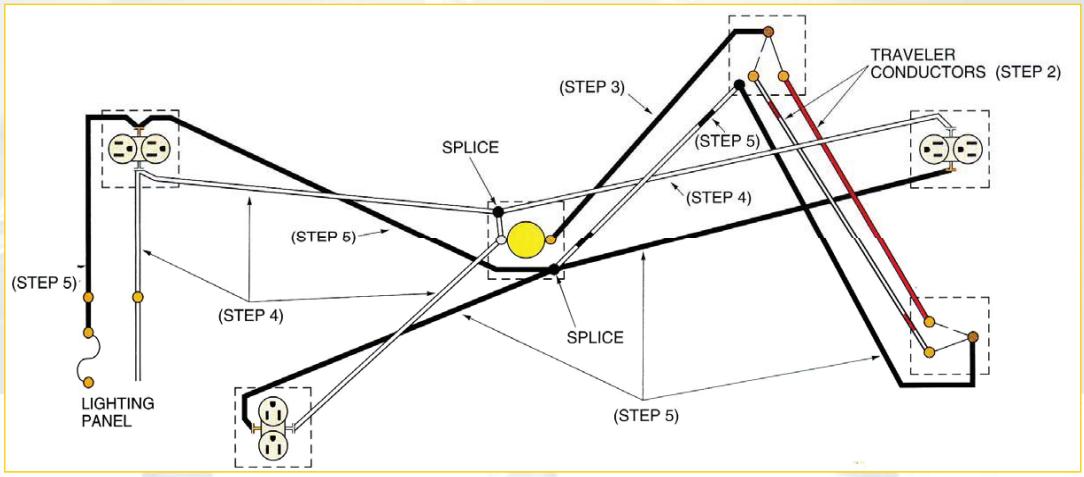
❖ สามารสัญลักษณ์อื่นๆ เพิ่มเติมได้ แต่ต้องมีการอธิบายไว้ให้เข้าใจอย่างละเอียด

SYMBOL	NOTATION
1	PLUGMOLD ENTIRE LENGTH OF WORKBENCH. OUTLETS 18" (457 mm) O.C. INSTALL 48" (1.2 m) TO CENTER FROM FLOOR. GFCI PROTECTED.
2	TRACK LIGHTING. PROVIDE 5 LAMPHOLDERS.
3	TWO 40-WATT RAPID START FLUORESCENT LAMPS IN VALANCE. CONTROL WITH DIMMER SWITCH.

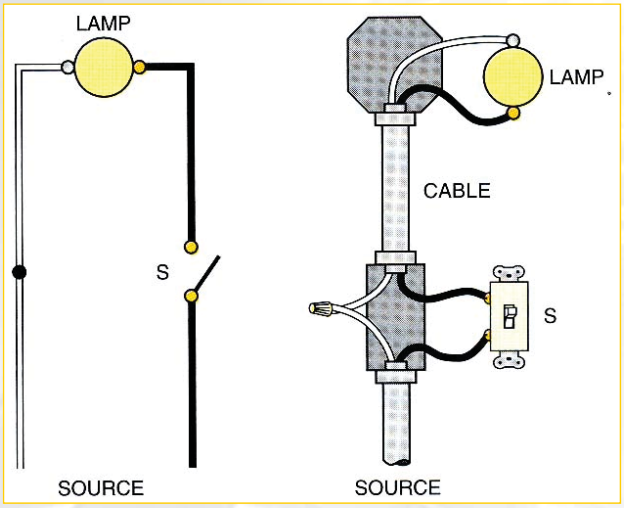
การแปลงแบบไฟฟ้า → ไดอะแกรมการต่อวงจร → ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้ง

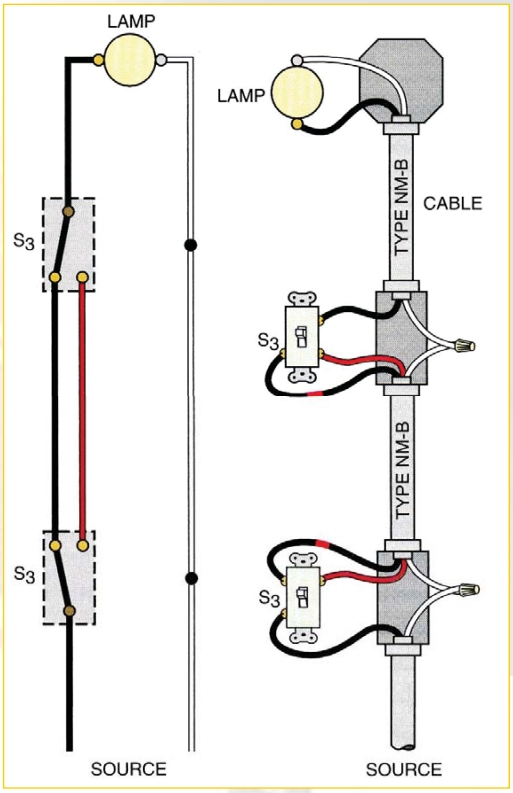




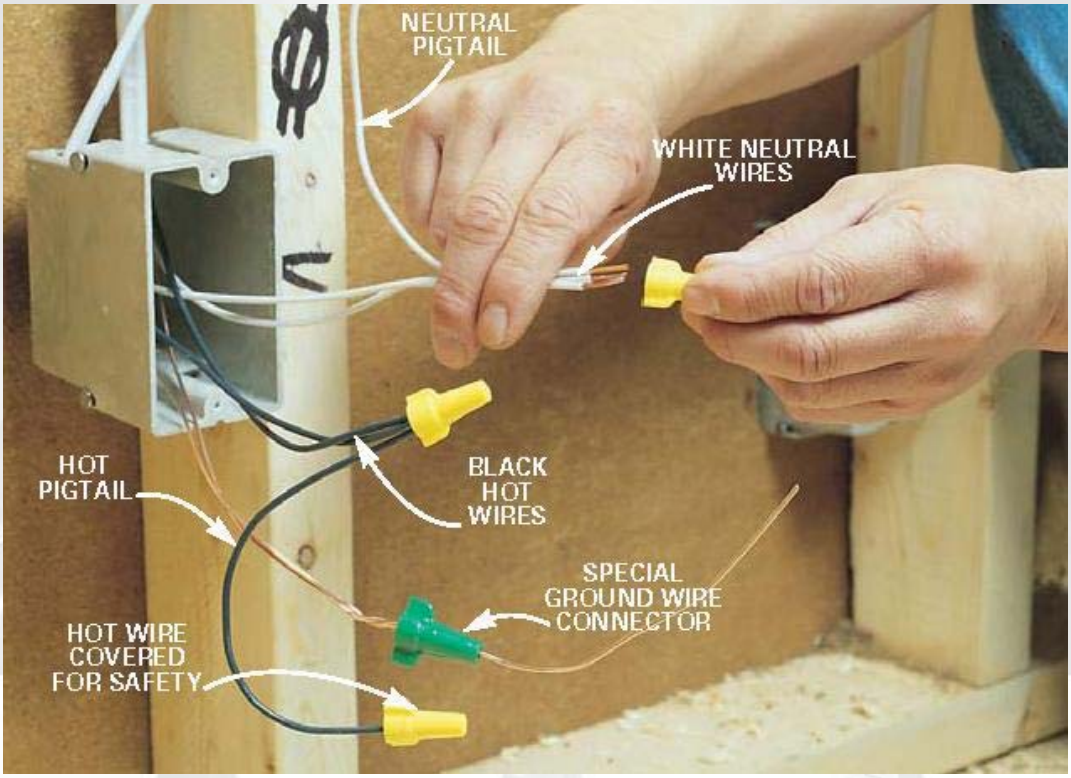


ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้ง → การเดินสายติดตั้งจริง

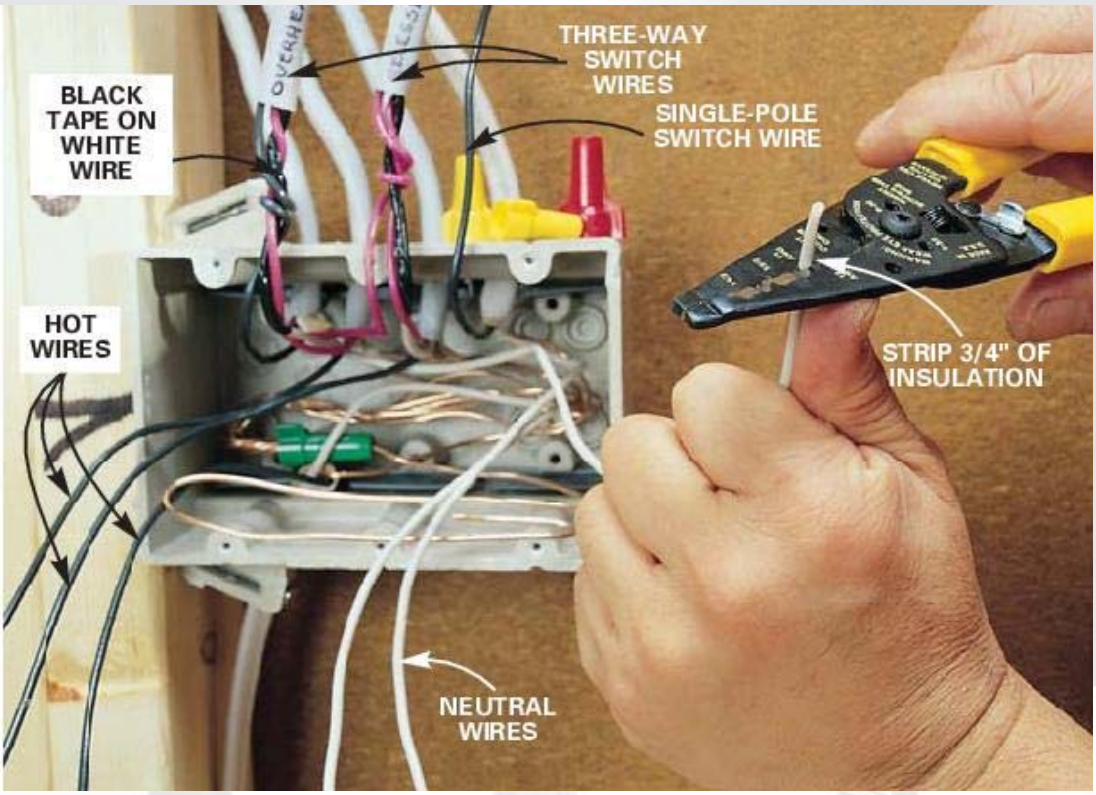




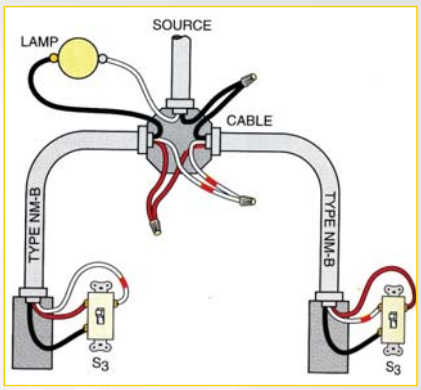
ตัวอย่างการติดตั้งสวิตช์

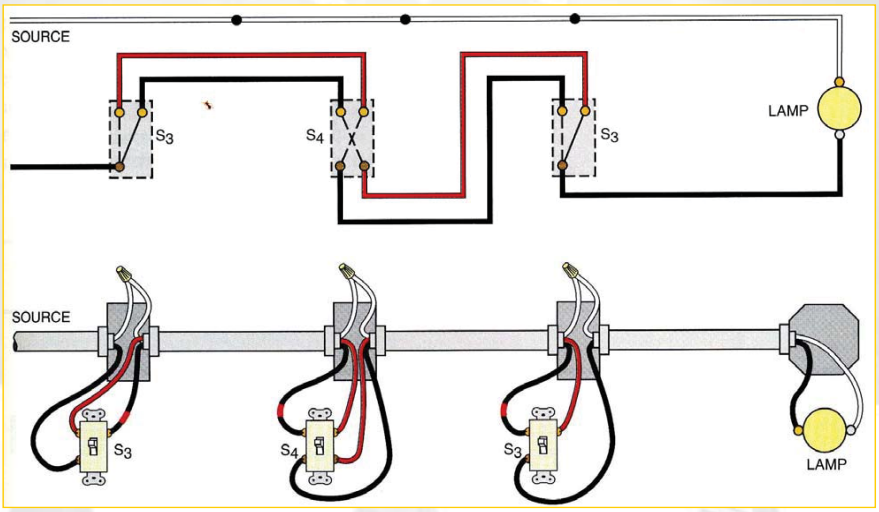


ตัวอย่างการติดตั้งสวิตช์ (3 Ways Switch)



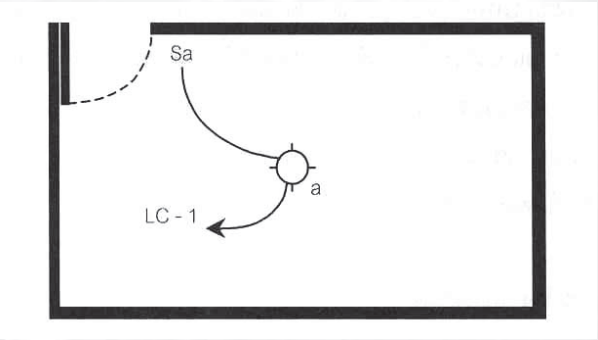
ตัวอย่างการติดตั้ง
อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า





ตัวอย่าง 1

จงแสดงไดอะแกรมการต่อวงจร และ ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของระบบในรูป

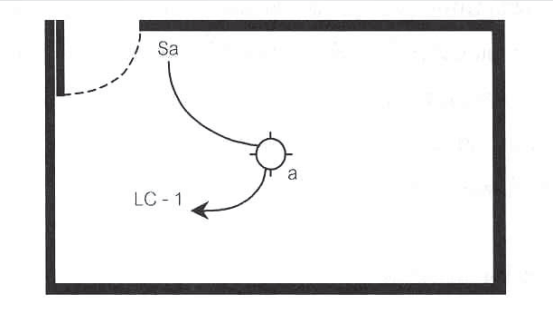


วิธีทำ •ระบบประกอบด้วย สวิตช์ทางเดียว (Sa) 1 ตัว

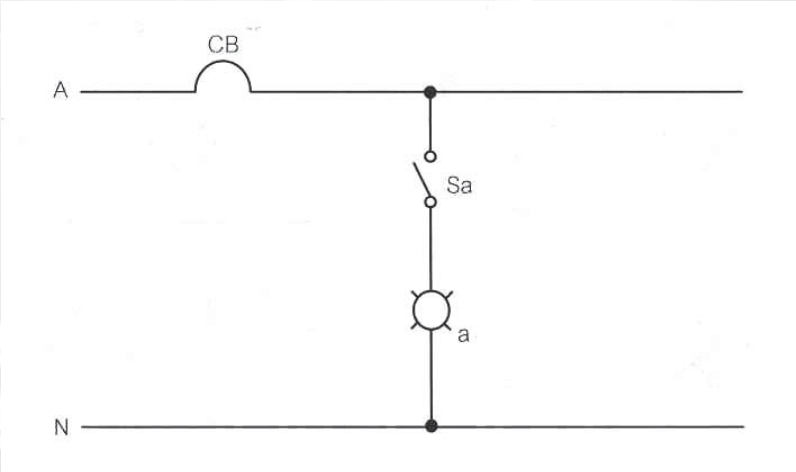
ดวงโคมติดเพดาน 1 ดวง

•เดินสายจากแผงไฟย่อย LC 1 วงจร แบบ 1 เฟส

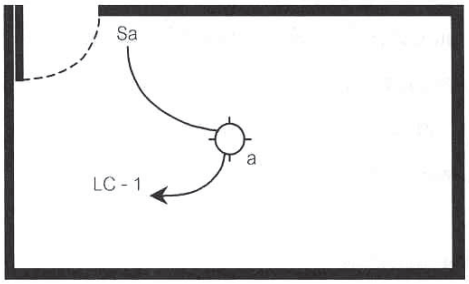
•สัญลักษณ์สายไม่มีขีด แสดงว่ามีสาย 2 เส้นในท่อเดินสาย

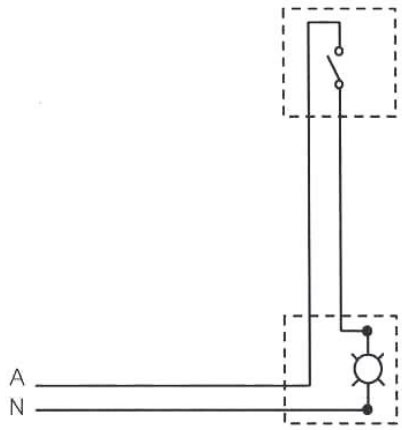


เขียนไดอะแกรมการต่อวงจรได้เป็น



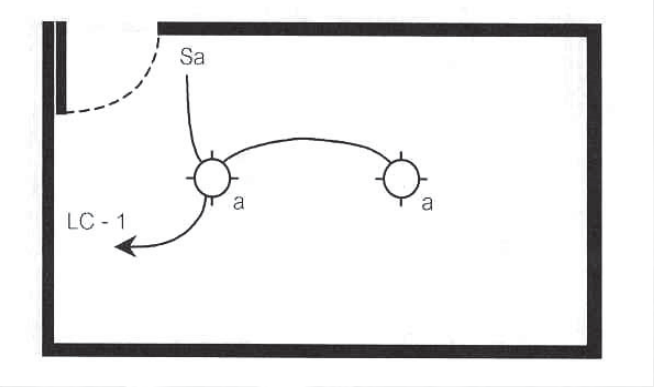
เขียนไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงได้เป็น





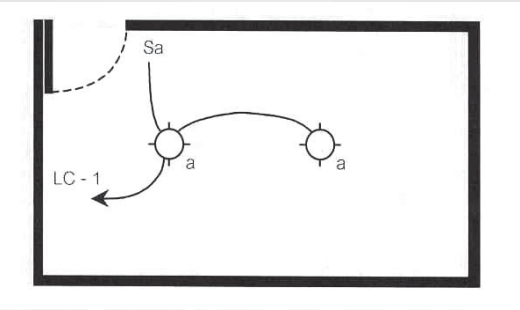
ตัวอย่าง 2

จงแสดงไดอะแกรมการต่อวงจร และ ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของระบบในรูป

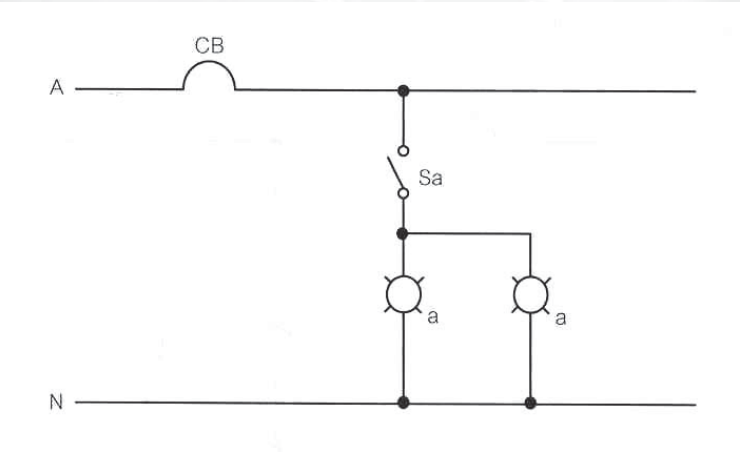


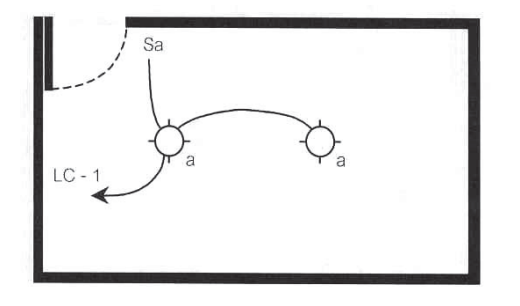
วิธีทำ

- ระบบประกอบด้วยสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมการเปิด – ปิด โคมไฟ 2 ดวงพร้อมกัน

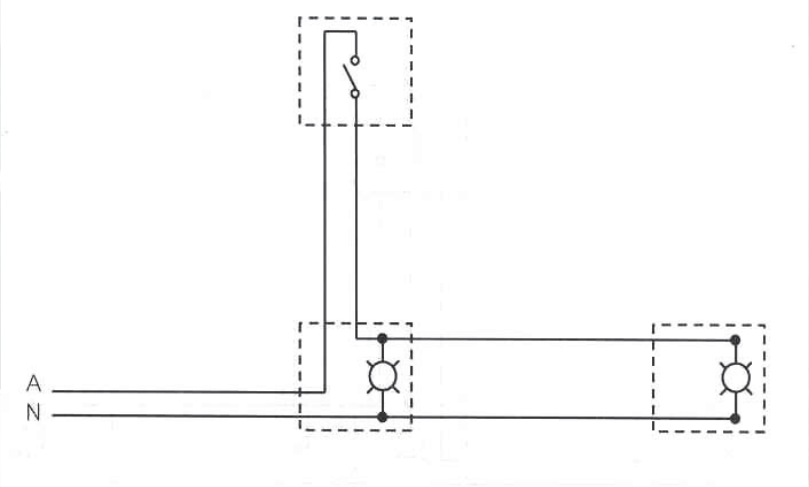


ไดอะแกรมการต่อวงจรของตัวอย่างที่ 2



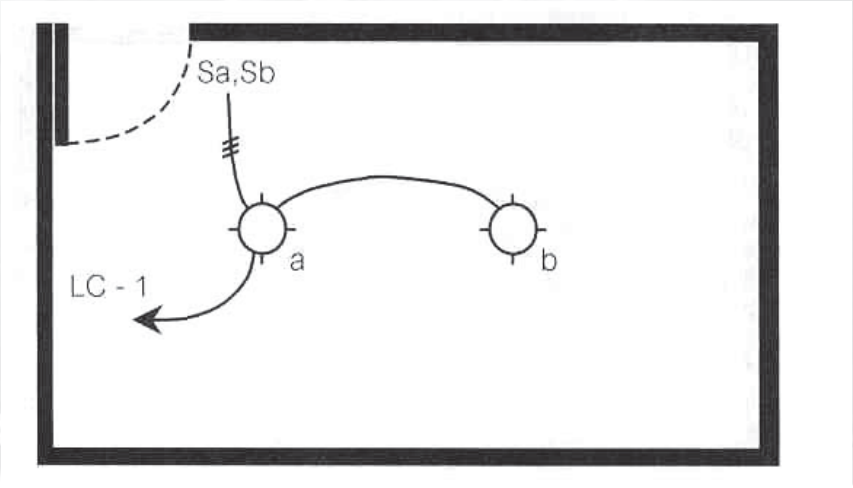


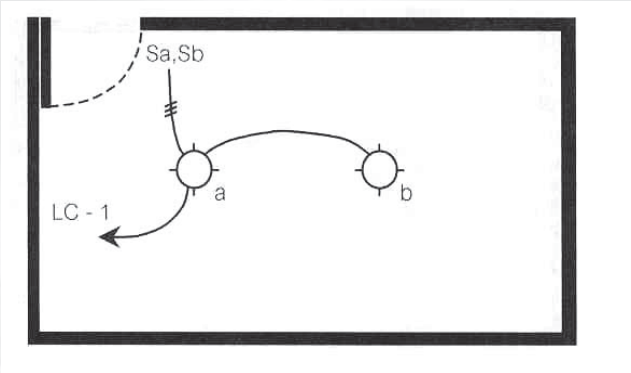
ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของตัวอย่างที่ 2



ตัวอย่าง 3

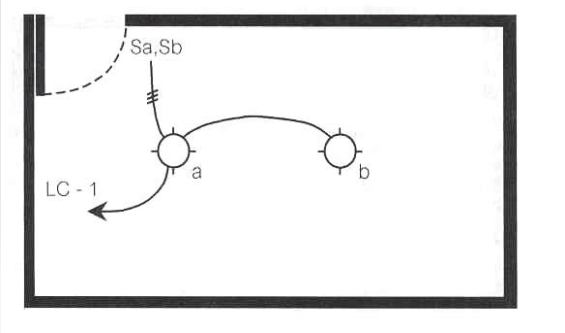
จงแสดงไดอะแกรมการต่อวงจร และ ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของระบบในรูป



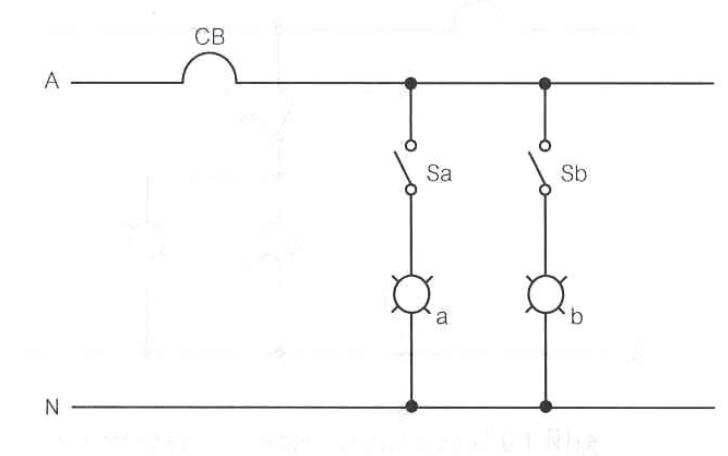


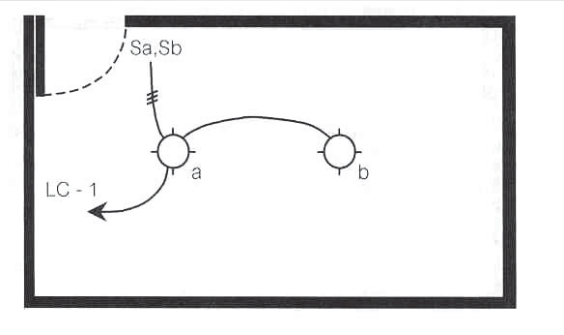
วิธีทำ

- สวิตช์ทางเดียว (Sa) ต่อกับดวงโคม a
- สวิตช์ทางเดียว (Sb) ต่อกับดวงโคม b
- มีการเดินสายไฟจากแผงจ่ายไฟย่อย (LC) 1 วงจร คือ วงจรที่ 1 (เฟส A)

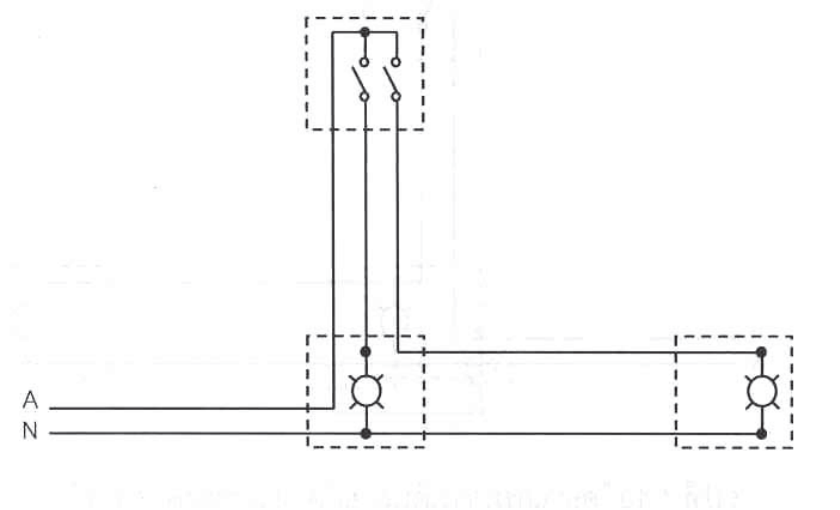


ไดอะแกรมการต่อวงจรของตัวอย่างที่ 3



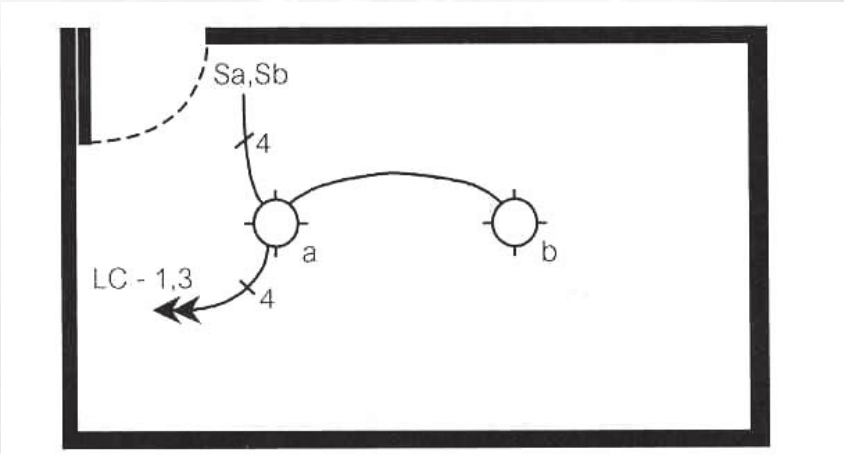


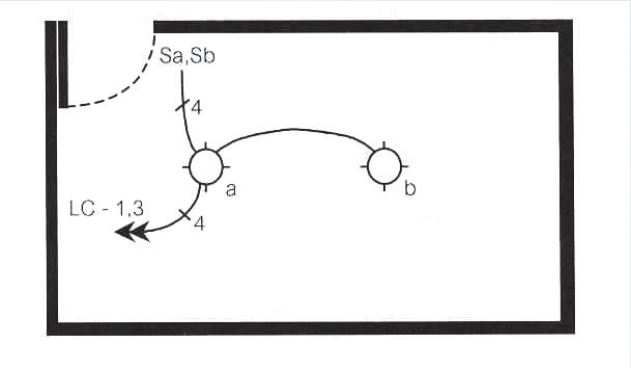
ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของตัวอย่างที่ 3



ตัวอย่าง 4

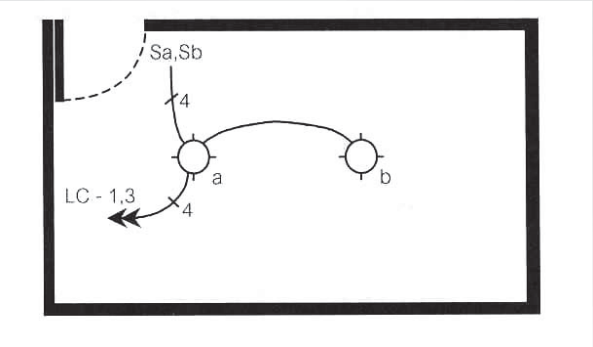
จงแสดงไดอะแกรมการต่อวงจร และ ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของระบบในรูป



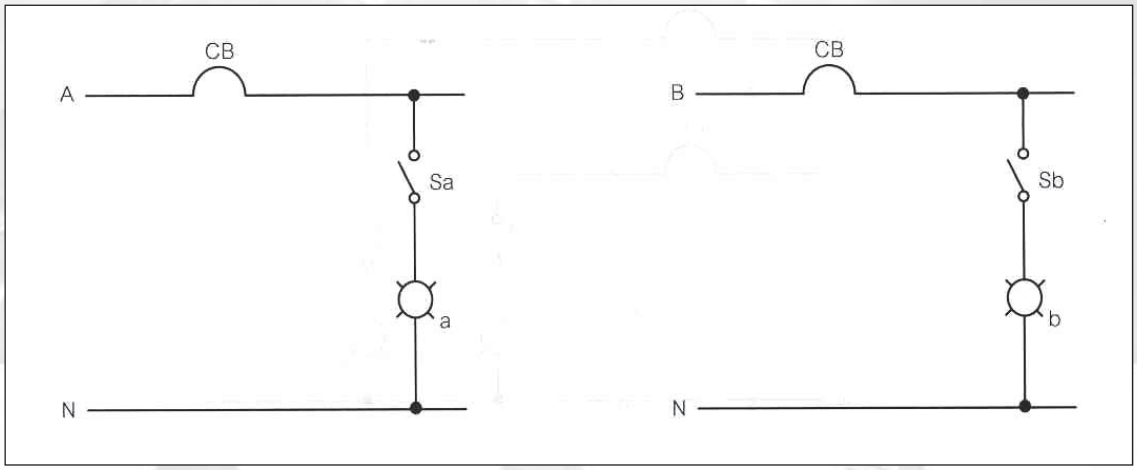


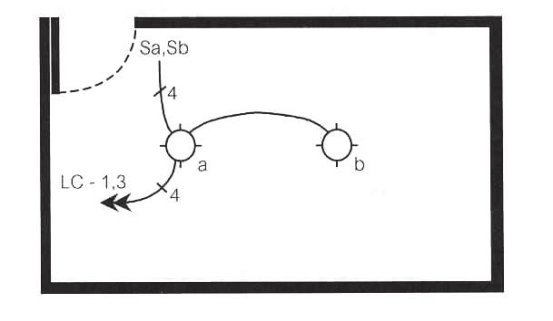
วิธีทำ

- สวิตช์ทางเดียว (Sa) ต่อกับดวงโคม a
- สวิตช์ทางเดียว (Sb) ต่อกับดวงโคม b
- มีการเดินสายไฟจากแผงจ่ายไฟย่อย (LC) 2 วงจร คือ วงจรที่ 1 (เฟส A) และ วงจรที่ 3 (เฟส B)
- มีการแยกสายนิวทรอล (ดูจากแผงจ่ายไฟย่อยใช้ 4 สาย)

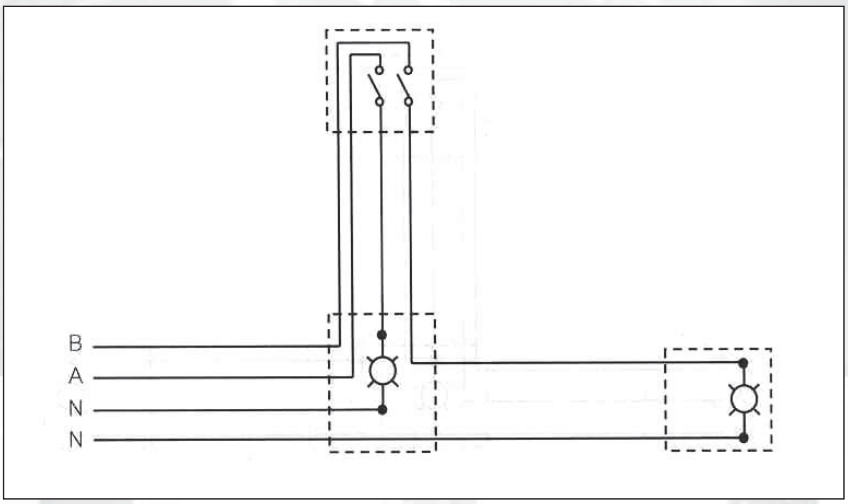


ไดอะแกรมการต่อวงจรของตัวอย่างที่ 4



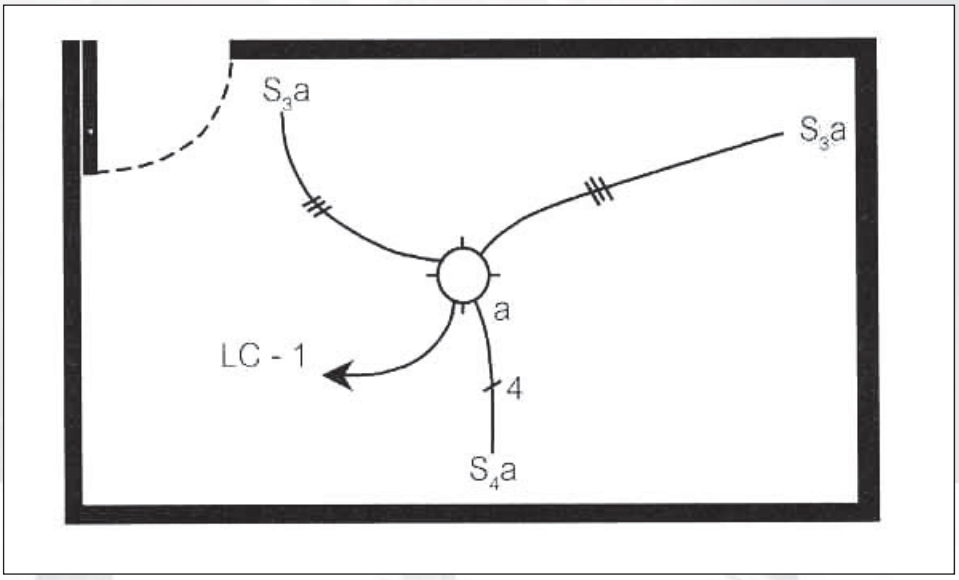


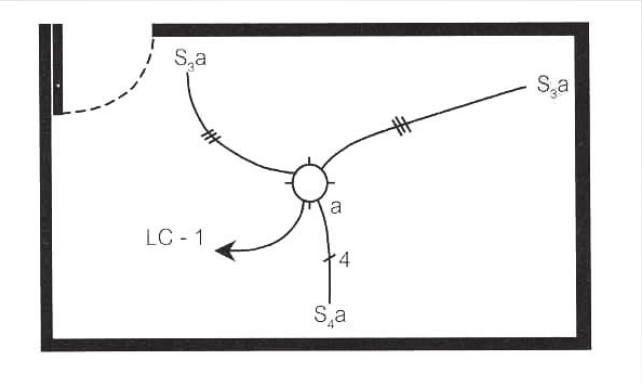
ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของตัวอย่างที่ 4



ตัวอย่าง 5

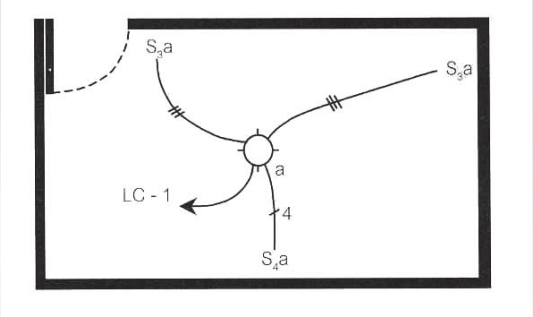
จงแสดงไดอะแกรมการต่อวงจร และ ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของระบบในรูป



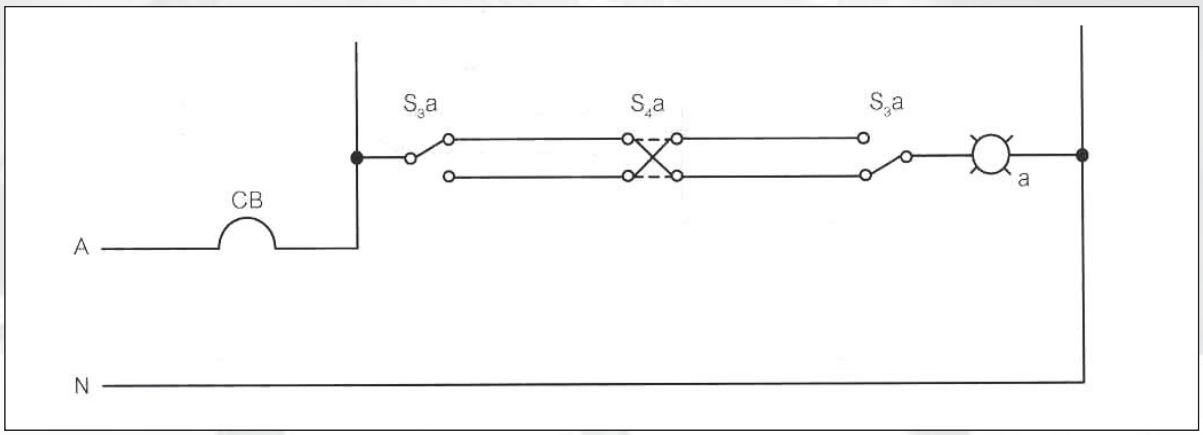


วิธีทำ

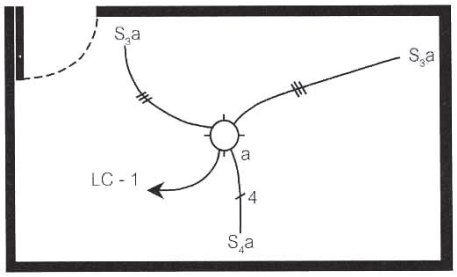
- สวิตช์ 3 ทาง (S_3a) จำนวน 2 ตัว
- สวิตช์ 4 ทาง (S_4a) จำนวน 1 ตัว
- มีการเดินสายไฟจากแผงจ่ายไฟย่อย (LC) 1 วงจร คือ วงจรที่ 1 (เฟส A)

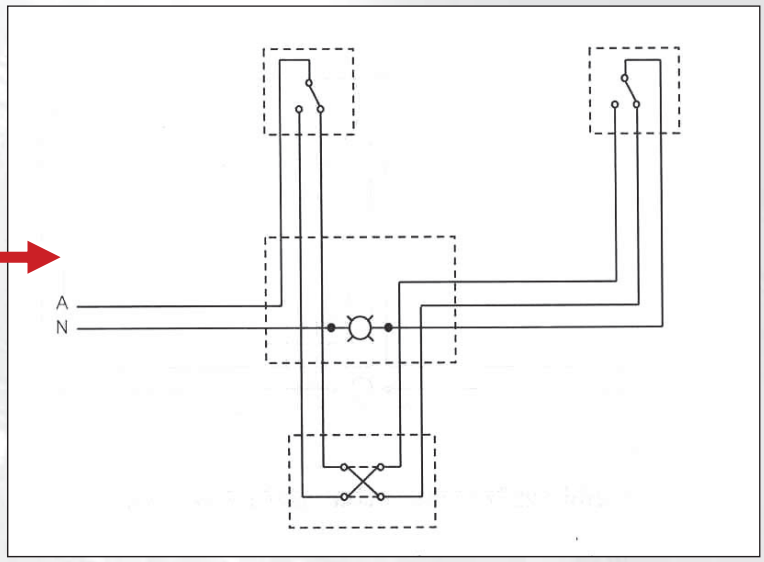


ไดอะแกรมการต่อวงจรของตัวอย่างที่ 5



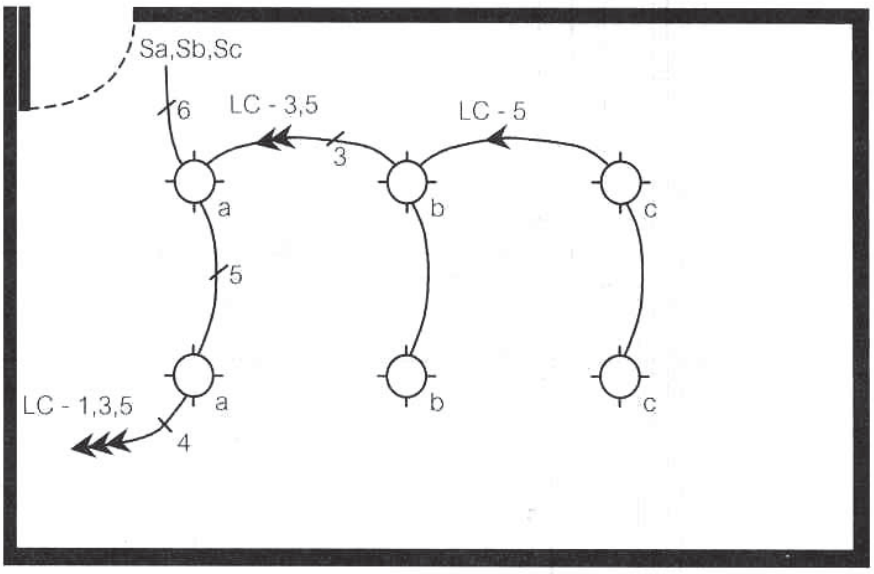
ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของตัวอย่างที่ 5

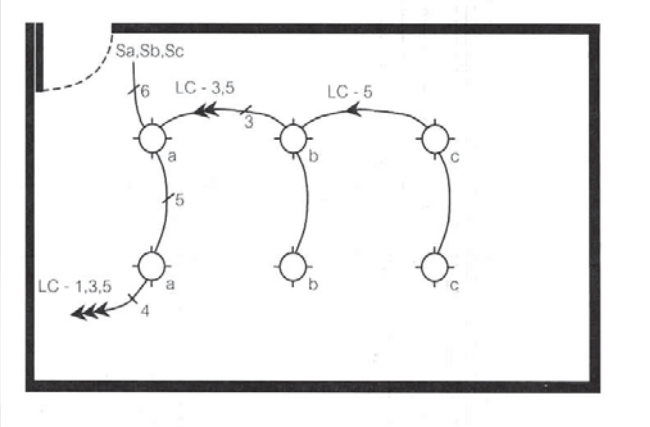




ตัวอย่าง 6

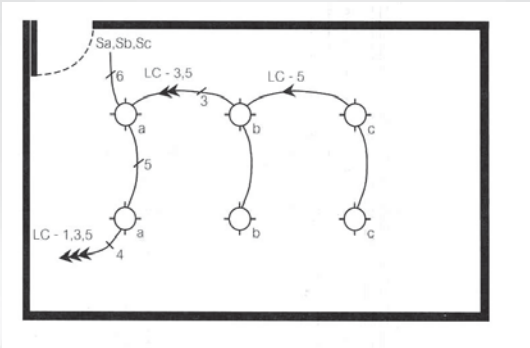
จงแสดงไดอะแกรมการต่อวงจร และ ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของระบบในรูป



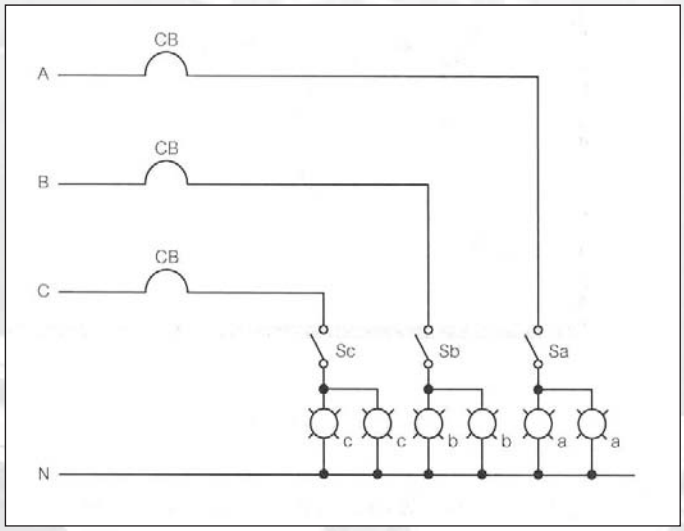


วิธีทำ

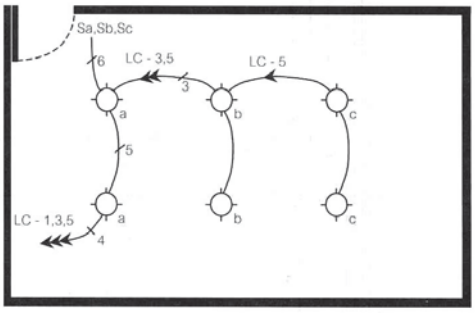
- สวิตช์ทางเดียว (Sa) ต่อกับดวงโคม a จำนวน **2 ดวง**
- สวิตช์ทางเดียว (Sb) ต่อกับดวงโคม b จำนวน **2 ดวง**
- สวิตช์ทางเดียว (Sc) ต่อกับดวงโคม c จำนวน **2 ดวง**
- มีการเดินสายไฟจากแผงจ่ายไฟย่อย (LC) **3 วงจร** คือ วงจรที่ **1** (เฟส **A**) วงจรที่ **3** (เฟส **B**) วงจรที่ **5** (เฟส **C**)
- ใช้สายนิวทรอลร่วมกัน (ดูจากแผงจ่ายไฟย่อยใช้ 4 สาย)

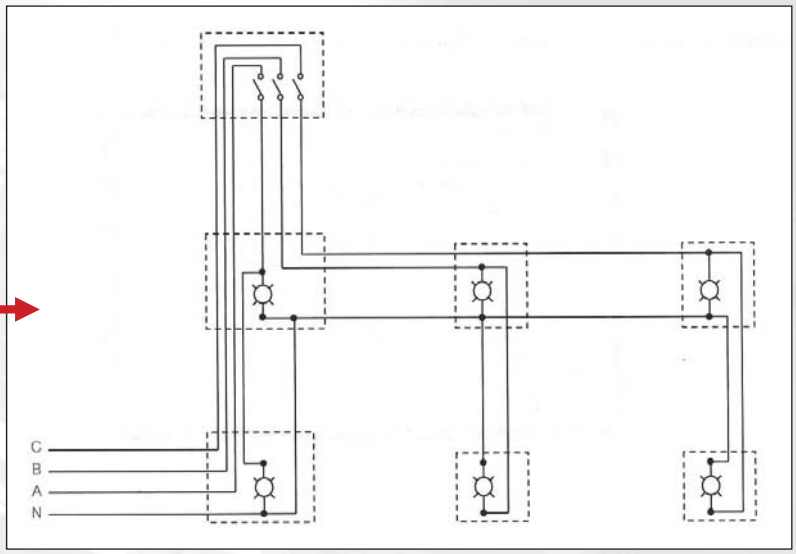


ไดอะแกรมการต่อวงจรของตัวอย่างที่ 6



ไดอะแกรมการเดินสายติดตั้งจริงของตัวอย่างที่ 6





Home Work

- เขียนแบบห้องพัก / บ้าน ของนักศึกษา พร้อมสัญลักษณ์ไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- เขียนไดอะแกรมการต่อและเดินสาย จากแบบที่วาด

ส่งวันเสาร์ที่ 29 มิถุนายน 2556

End Of Section