## แบบฝึกหัด

1. ระบบไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนเป็นระบบแบบไหน และมีลักษณะอย่างไร ?
2. การแบ่งวงจรไฟฟ้าออกเป็นหลายวงจร จะกระทำเมื่อใด บอกมาเป็นข้อ ๆ
3. จงเขียนไดอะแกรม วงจรควบคุมกระแสไฟฟ้าของอาคาร 2 ชั้น โดยแยกวงจรเต้าเสียบ และวงจรแสงสว่างทั้งสองชั้น

**หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent)** ภาษาตลาดมักจะเรียกว่า **"หลอดนีออน"** แต่ความเป็นจริงแล้ว หลอดนีออน เป็นหลอดเล็ก ๆ สีต่าง ๆ ใช้ทำเป็นตัวอักษรเพื่อการโฆษณา ใช้แรงดันสูงประมาณ 500-15,000 โวลต์ แต่กินกระแสน้อย แล้วแต่ความยาวของหลอดที่บรรจุแก๊สนีออนที่ดัดไว้แต่ละวงจรที่แบ่งไว้เป็นชุด ๆ ส่วนหลอดฟลูออเรสเซนต์ นั้น เป็นหลอดที่ให้ความสว่างกว่าหลอดธรรมดาประมาณ 3-4 เท่า ไม่มีความร้อนที่ตัวหลอด เหมาะที่จะติดใกล้ม่าน ใกล้ร่างกาย หรือสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้ ทั้งให้ความสวยงาม อายุทน 3-4 เท่า ของหลอดธรรมดา

## ลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ประกอบด้วยหลอดแก้วรูปทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ $\frac{1}{2}$ นิ้ว ถึง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ดัดเป็นรูปต่าง ๆ กัน เช่น รูปยาวตรง รูปวงกลม รูปเกือกม้า เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้สร้างจะผลิตขึ้นมา ผิวของหลอดด้านในฉาบด้วยวัตถุเคมี เรียกว่า ผงฟอสเฟอร์หรือผงฟลูออเรสเซนต์ วัตถุที่ฉาบผิวนี้ทำหน้าที่เปลี่ยนแสงคลื่นสั้นอัลตราไวโอเลตที่เกิดขึ้นจากแก๊สภายในหลอดกลับให้เป็นคลื่นแสงธรรมดาที่เรามองเห็นได้ ที่ปลายหัวท้ายทั้งสองของหลอดมีขั้วต่อใส่บรรจุไว้ภายในเรียกว่าอิเล็กโทรด ในแต่ละอิเล็กโทรดมีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว คือ คาโทด และแอโนด อิเล็กโทรดทำด้วยโลหะทังสเตน เส้นเล็กๆ แล้วเคลือบด้วยวัตถุเคมีที่เรียกว่า Active Material ซึ่งทำมาจากแร่แบเรียม และสตอนเตียมคาร์โบเนต ทำหน้าที่กระจายอิเล็กตรอนจากคาโทดไปยัง แอโนด และยังช่วยให้อิเล็กโทรดทนทาน ไม่เปราะหรือขาดง่ายเมื่อร้อนจัด นอกจากนี้ภายในหลอดยังบรรจุ ก๊าซอาร์กอน (Argon Gas) และหยดเม็ดเล็ก ๆ ของปรอทด้วย

## คุณสมบัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์

### 1) ให้แสงสว่างนวลงาม และสีสันเป็นที่ต้องใจแก่ผู้ใช้

1.1) **สีขาว (White)** เหมาะสำหรับให้แสงสว่างเพื่อประโยชน์ทั่วไป และเข้ากันได้ดี

กับการใช้ร่วมกับหลอดธรรมดาใช้ในที่ทำงาน โรงงานและโรงเรียน มีเครื่องหมายเบอร์ “33” เป็นที่สังเกตที่ขั้วหลอด

1.2) **สีแสงธรรมชาติ (Day light)** สีฟ้าอ่อน มีแสงสีใกล้เคียงกับแสงธรรมชาติเหมาะสำหรับห้องโชว์สินค้า มีเครื่องหมายเบอร์ “55” เป็นที่สังเกตที่ขั้วหลอด

1.3) **สีขาวชมพูอ่อน (Warm White)** เป็นลักษณะสีของแสง ซึ่งมีสีแดงปนเล็กน้อย เหมาะสำหรับบรรยากาศเป็นกันเองในห้องนั่งเล่น ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสโมสร เป็นต้น มีเครื่องหมายเบอร์ “29” เป็นที่สังเกตที่ขั้วหลอด

2) หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดยาว ให้แสงสว่างสม่ำเสมอแผ่ไปทั่วทั้งหลอด ซึ่งหลอดธรรมดานั้นจะมีแสงสว่างจ้าออกมาจากไส้จนทำให้รู้สึกแสบตาเมื่อมองหลอดไฟ

3) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่ทำให้เกิดเงาเด่นชัด

4) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดธรรมดาในขนาดจำนวนวัตต์ เท่า ๆ กัน ประมาณ 3-4 เท่า

5) หลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดธรรมดา (5-7 พันชั่วโมง)

6) ราคาของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ไม่สูงเกินไป ผู้มีรายได้ปานกลางก็พอจะจัดหาซื้อไว้ใช้ได้

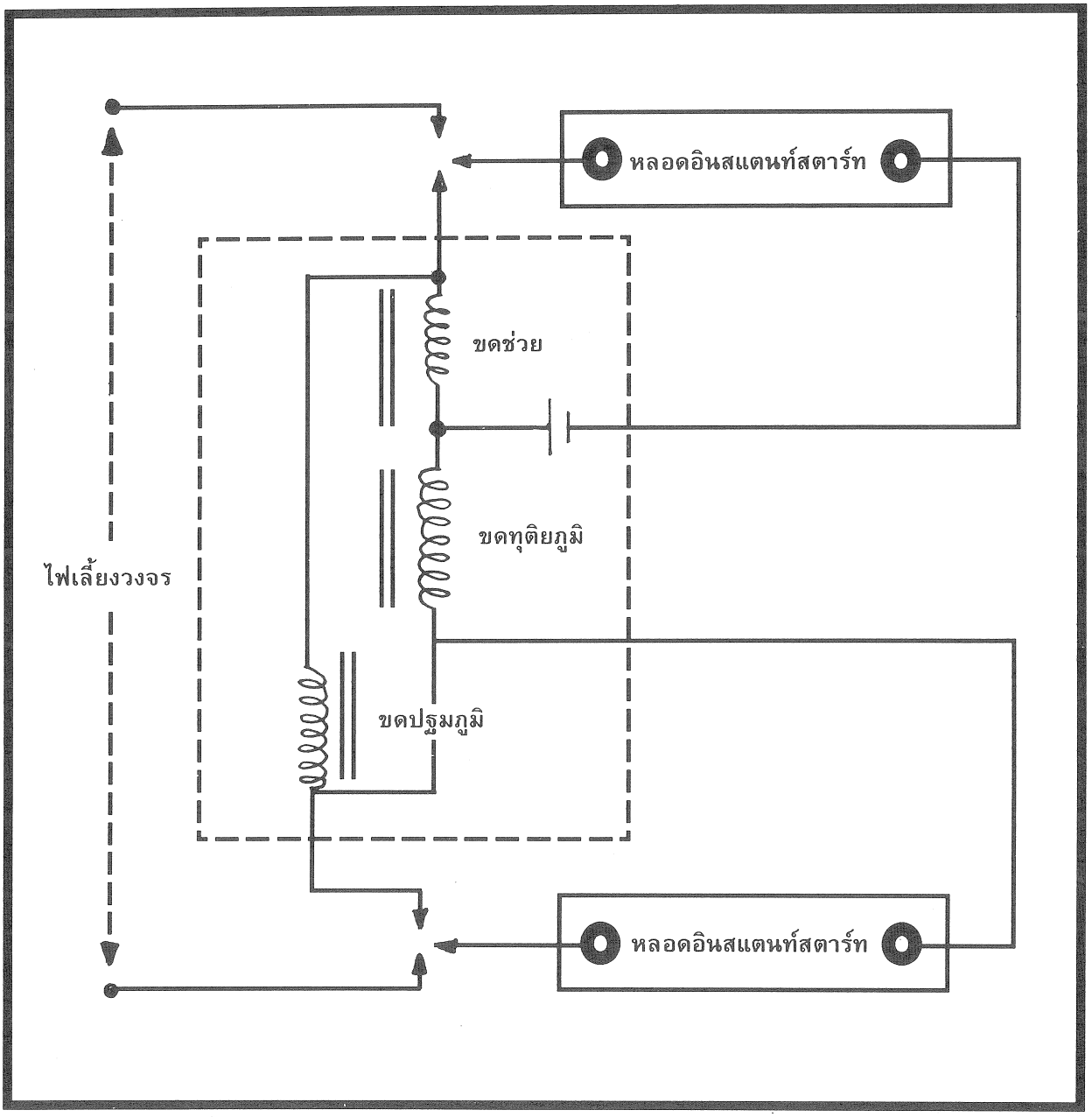
7) หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดที่ไม่มีความร้อนที่ตัวหลอด จึงเหมาะแก่การติดประดับประดาใกล้ ๆ ผ้าม่าน ใกล้ร่างกาย หรือสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงได้

## ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

### 1) หลอดแบบแคโทดเย็น

เรียกอีกอย่างว่าหลอดอินสแตนท์สตาร์ท (Instantstar Lamp) หลอดแบบนี้ไม่ค่อยนิยมใช้เพราะใช้ลำบาก เป็นแบบที่ไม่ต้องมีสตาร์ทเตอร์ ใช้แรงดันสูง ๆ เป็นต้นสตาร์ท เช่น 400-1,000 โวลต์ เมื่อหลอดจุดติดแล้ว แรงดันก็จะลดลงตามปกติได้ เพราะกระแสที่ไหลเป็นเพียงการอุ่นไส้หลอดเท่านั้น

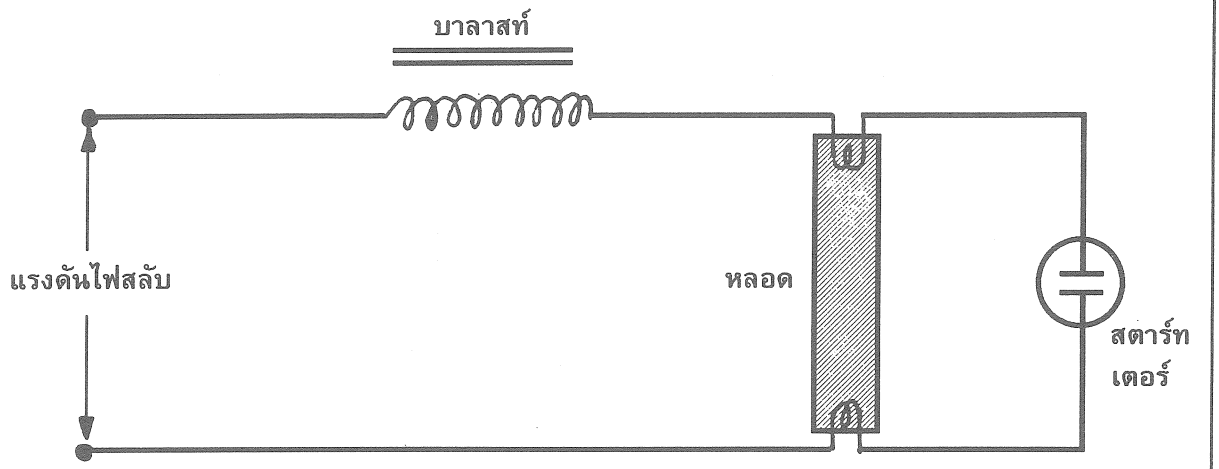


## 2) หลอดแบบแคโทดร้อน

มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบปรีฮีท (Preheat Lamp) กับ หลอดแบบแรปิดสตาร์ท (Rapid-start Lamp)

### 2.1) หลอดแบบปรีฮีท

เป็นหลอดที่เราใช้กันทั่วไป ซึ่งมีส่วนประกอบเพิ่มเติม คือ บาลาสท์ และสตาร์ทเตอร์ มีหลักการทำงาน ดังนี้



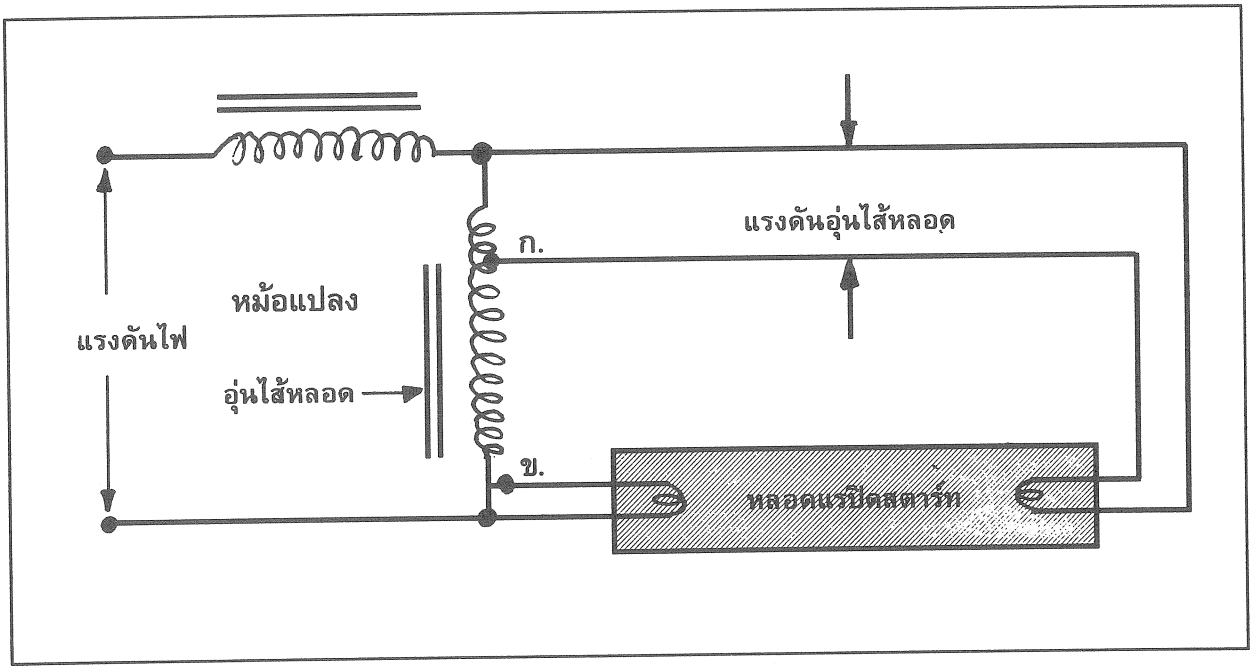

**วงจรฟลูออเรสเซนต์แบบปรีฮีท**

ปกติสตาร์ทเตอร์จะเปิดวงจรอยู่ คือกระแสไหลไม่ได้ (ภายในตัวสตาร์ทเตอร์บรรจุก๊าซเฉื่อยเอาไว้) เมื่อเราป้อนแรงดันเข้าไปในวงจรแรงดันทั้งหมดนี้จะคร่อมอยู่ที่สตาร์ทเตอร์ จะทำให้สตาร์ทเตอร์เริ่มสว่างแบบเดียวกับการสว่างของหลอดนีออน เมื่อสตาร์ทเตอร์สว่างก็จะเกิดความร้อนขึ้นความร้อนจะทำให้โลหะไบมีตัล(Bi-metal) ซึ่งอยู่ภายในสตาร์ทเตอร์ขยายตัวบิดงอมาแตะกับอิเล็กโทรดตัวที่อยู่กับที่ ขณะนี้สตาร์ทเตอร์ก็เหมือนลัดวงจร ฉนั้น กระแสจึงไหลผ่านบาลาสท์ และไส้หลอดทั้งสองข้างเป็นการจุดไส้หลอด(preheat) กำเนิดอิเล็กตรอนจากไส้หลอดขณะที่สตาร์ทเตอร์ปิดวงจรลงนี้เอง ความร้อนที่เกิดภายในสตาร์ทเตอร์ก็ค่อย ๆ เย็นลง พอเย็นได้ที่ หน้าสัมผัสก็จะแยกออกจากกัน จังหวะนี้เองที่ทุกๆ อย่างพร้อม จะจุดหลอด

ฟลูออเรสเซนต์ คือ ไส้หลอดก็ร้อนได้ดี และการเปิดวงจรของสตาร์ทเตอร์กระทันหันนี้ จะทำให้เกิดแรงดันสูงมาก คร่อมหลอด หลอดก็จะติดสว่างขึ้นมาทันที ถ้าจังหวะแรกนี้หลอดไม่ติด สตาร์ทเตอร์ก็พร้อมที่จะทำงาน จังหวะ 2, 3 และ 4 จนกว่าหลอดจะติด และเมื่อหลอดติดแล้วแรงดันคร่อมหลอดจะต่ำลงมาก จนสตาร์ทเตอร์ไม่สามารถ ทำงานได้อีกต่อไป เราสามารถที่จะถอดสตาร์ทเตอร์ออกได้ หลังจากหลอดไฟติดสว่างแล้ว

2.2) หลอดแบบแรปิดสตาร์ท (Rapid Start Lamp)

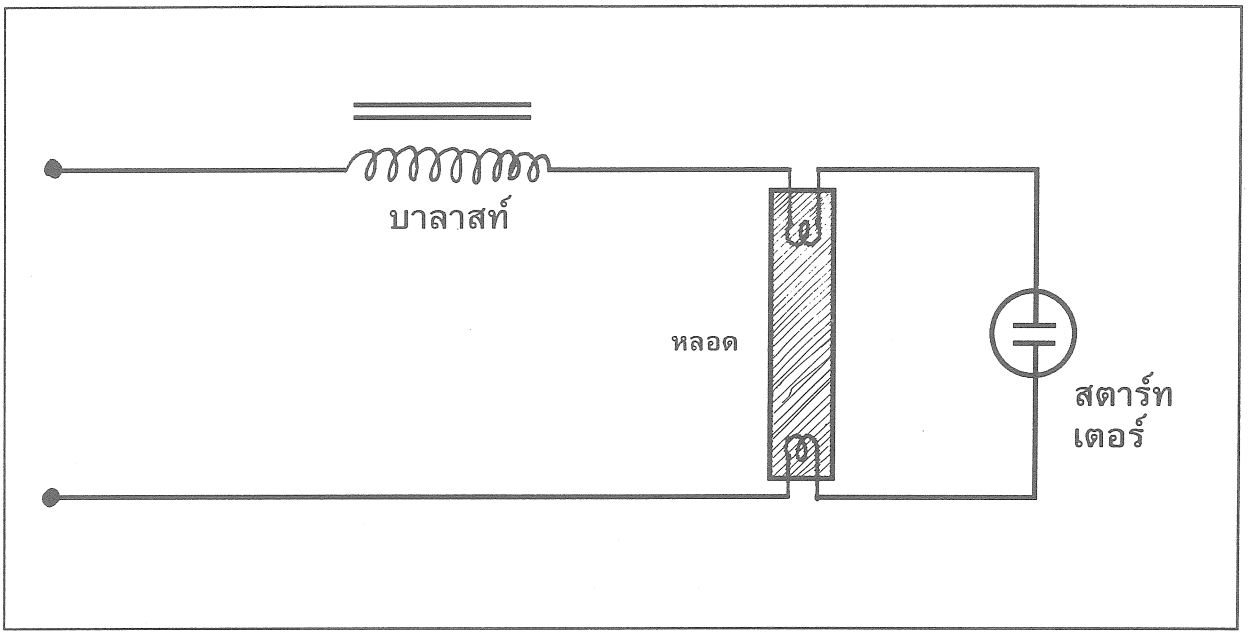
เป็นหลอดที่นิยมใช้กันมาก เพราะมีอายุการใช้งานมาก จังหวะสตาร์ทก็รวดเร็ว สามารถใช้งานในที่ชื้น ๆ ได้ดีกว่าหลอดปรีฮีทธรรมดา รวมทั้งสามารถใช้ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ๆ ถึง 18° C ได้




## อุปกรณ์ประกอบสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์นี้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเริ่มจุดไส้หลอดให้หลอดสว่าง ได้แก่

1. บาลาสท์ (Ballast)
2. สตาร์ทเตอร์ (Starter)




## 1) บาลาสท์ (Ballast)

หน้าที่ของบาลาสท์ มีดังนี้

### 1.1) ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง

คือ เนื่องจากตัวมันเองมี Inductive Reactance ซึ่งสามารถจำกัดขนาดของแรงดันไฟฟ้าลดลงให้เหลือเท่ากับความต้องการของหลอดฟลูออเรสเซนต์

### 1.2) ทำหน้าที่กำจัดค่ากระแสไฟฟ้า

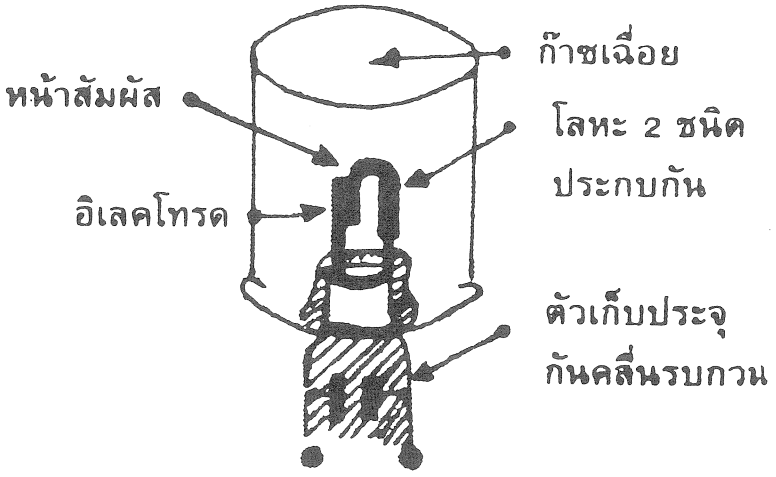
ในขณะที่หลอดติดแล้ว กล่าวคือ เมื่อหลอดสว่างแล้วแก๊สภายในหลอดจะกลายเป็นสื่อไฟฟ้า ถ้าให้อุณหภูมิของแก๊สสูงขึ้นค่าความต้านทานของหลอดจะต่ำลง ค่ากระแสในหลอดก็จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนไส้หลอดไม่สามารถที่จะทนได้ทำให้ขาด แต่ถ้ามีบาลาสท์ต่อรวมอยู่ภายในวงจร มันจะทำหน้าที่จำกัดค่ากระแสไม่ให้ไหลผ่านหลอดมากเกินไป

### 1.3) บาลาสท์ บางอย่างทำหน้าที่เพิ่มแรงดันให้สูงขึ้น

เช่น หลอด 40 วัตต์ 110 โวลต์ บาลาสท์จะทำหน้าที่เพิ่มแรงดันตอนเริ่ม Start ให้สูงจาก 110 เป็น 170-180 โวลต์ เพื่อช่วยให้หลอดติดเร็วขึ้น

## 2) สตาร์ทเตอร์ (Starter)

สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่เริ่มต้นจุดหลอด ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติ ต่ออันดับหรือพ่วงไว้กับวงจรของไส้หลอด เพื่อให้กระแสไฟฟ้าเข้าจุดไส้หลอด กระแสไฟจำนวนนี้ก็จะไหลผ่านสตาร์ทเตอร์ด้วย พอไส้หลอดทั้งสองร้อนสตาร์ทเตอร์จะทำหน้าที่ตัดวงจรของมันโดยอัตโนมัติ ทำให้หลอดที่จุดตัดแล้วสว่างได้ตลอดไป




ลักษณะภายในของสตาร์ทเตอร์ทั่ว ๆ ไป

## อาการเสียและการแก้ไขหลอดฟลูออเรสเซนต์

| อาการ | สาเหตุ | การแก้ไข |
|---|---|---|
| หลอดไม่สว่าง | - หลอดเสีย<br>- ขาจับหลอดไม่แน่น<br>- วงจรขาด<br>- สตาร์ทเตอร์เสีย<br>- บาลาสท์เสีย<br>- อุณหภูมิแวดล้อมต่ำเกินไป | - เปลี่ยนหลอดใหม่<br>- ลองขยับตัวหลอดหมุนไปมาให้กระชับแน่นยิ่งขึ้น<br>- ตรวจสอบสายไฟว่ามีตรงไหนขาดบ้าง ให้ต่อใหม่<br>- เปลี่ยนสตาร์ทเตอร์<br>- เปลี่ยนบาลาสท์ใหม่<br>- ให้เลือกใช้ดวงโคมชนิดพิเศษที่ใช้กับอุณหภูมิต่ำกว่า 50° F |
| อายุหลอดสั้น | - ระดับแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของหลอด<br>- การปิดเปิดวงจรหลอดบ่อย<br>- บาลาสท์ไม่ดี<br>- สตาร์ทเตอร์ไม่ดี | - แก้ไขแรงดันไฟฟ้าให้ตรงตามข้อกำหนดของหลอด<br>- ควรปิดเปิดในเวลาที่จำเป็นเท่านั้น<br>- เปลี่ยนบาลาสท์ใหม่<br>- เปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ใหม่ |
| แสงหลอดสั่น ๆ พร่า ๆ | - หลอดใหม่<br>- อุณหภูมิแวดล้อมต่ำเกินไป<br>- แรงดันไฟฟ้าไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของหลอด<br>- บาลาสท์เสีย | - ปล่อยให้ทำงานไปเรื่อย ๆ อาการก็จะหายไปเอง<br>- ให้เลือกใช้ดวงโคมชนิดพิเศษที่สามารถใช้กับอุณหภูมิต่ำ ๆ ได้ หรือเปลี่ยนสถานที่ติดตั้งใหม่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่านี้<br>- แก้ไขแรงดันไฟฟ้าให้ตรงตามข้อกำหนดของหลอด<br>- เปลี่ยนบาลาสท์ใหม่ |

| อาการ | สาเหตุ | การแก้ไข |
|---|---|---|
| เปิดแล้วตั้งนานกว่าหลอดจะสว่าง | - แรงดันต่ำเกินไป<br>- หลอดเสื่อม<br>- หน้าสัมผัสขายึดหลอดไม่แน่น<br>- สตาร์ทเตอร์เสื่อม | - เพิ่มแรงดันโดยการใช้หม้อแปลง<br>- เปลี่ยนหลอดใหญ่<br>- ขยับหลอดให้แน่นหรือแก้ไขขาสัมผัสใหม่<br>- เปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ใหม่ |
| เสียงดังหึ่ง ๆ | - สกรูยึดบาลาสท์หลอม<br>- บาลาสท์เสื่อม | - ขันสกรูให้แน่น<br>- เปลี่ยนบาลาสท์ใหม่ |
| สีของหลอดเปลี่ยนไปโดยเฉพาะขั้วหลอด | - สตาร์ทเตอร์เสีย<br>- บาลาสท์เสีย<br>- หลอดหมดอายุ | - เปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ใหม่<br>- เปลี่ยนบาลาสท์ใหม่<br>- เปลี่ยนหลอดใหม่ |
| บาลาสท์ร้อนผิดปกติ | - แรงดันสูงเกินไป<br>- หลอดเสื่อม<br>- บาลาสท์เสื่อม | - ใช้หม้อแปลงลดแรงดันไฟฟ้า<br>- เปลี่ยนหลอดใหม่<br>- เปลี่ยนบาลาสท์ใหม่ |
| หลอดกระพริบ | - หลอดหมดอายุ<br>- สตาร์ทเตอร์เสื่อม<br>- แรงดันไฟฟ้าต่ำเกินไป | - เปลี่ยนหลอดใหม่<br>- เปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ใหม่<br>- ใช้หม้อแปลงเพิ่มแรงดันไฟฟ้า |

| อาการ | สาเหตุ | การแก้ไข |
|---|---|---|
| ที่ขั้วหลอดมีไฟสีแดงติดแต่หลอดไม่สว่าง | - ถ้าเป็นหลอดใหม่แสดงว่าต่อวงจรผิด<br>- ถ้าเป็นหลอดเก่า แสดงว่าสตาร์ทเตอร์เสีย | - แก้ไขวงจรใหม่ให้ถูกต้อง<br>- เปลี่ยนสตาร์ทเตอร์ใหม่ |

## ข้อควรระวังในการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

1. อย่าเปิดปิดบ่อย ๆ อาจจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลง เพราะวัตถุเคมีที่ทาไว้ที่คาโทดจะเสื่อมคุณภาพเร็ว
2. อย่าใช้บาลาสท์ผิดขนาด เพราะจะทำให้หลอดเสียเร็ว หรือจุดไม่ติด
3. หากพบหลอดไฟกระพริบไม่ติดสว่าง อย่าปล่อยให้หลอดกระพริบนานเพราะจะทำให้บาลาสท์ไหม้ได้ ควรตรวจสอบและแก้ไข
4. การรบกวนคลื่นวิทยุ หลอดใช้ไฟฟ้ากระแสสลับมีบ้างเล็กน้อย แต่หลอดที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงจะรบกวนมากเพราะหลอดฟลูออเรสเซนต์จะส่งคลื่นวิทยุออกมาภายนอก วิธีแก้ไขควรใช้คอนเดนเซอร์ต่อคร่อมสตาร์ทอีกทีหนึ่ง
5. ไม่ควรติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ใกล้เครื่องปรับอากาศเพราะใกล้ ๆ เครื่องปรับอากาศจะมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์เกิดอาการหลอดไม่สว่าง,แสงหลอดสั่น ๆ พร่า ๆ เป็นต้น
6. การติดตั้งบาลาสท์ ควรจะกระทำในที่ ๆ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่ควรซ่อนอยู่ในเพดานจะเป็นเหตุให้บาลาสท์ร้อนจัด ทำให้เกิดอัคคีภัยได้ หลอดจะมีประสิทธิภาพดีถ้าติดบาลาสท์ไว้ใกล้ ๆ กับหลอด

## แบบฝึกหัด

1. ให้อธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ดังนี้
   ก) หลอดฟลูออเรสเซนต์
   ข) บาลาสท์
   ค) สตาร์ทเตอร์

2. จงบอกข้อดีและข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์

3. ให้เขียนวงจรการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงานของวงจรด้วย 1 วงจร

4. หากท่านพบว่าหลอดไฟฟ้าเปิดอยู่กระพริบเป็นเวลานาน ๆ หลอดไม่สว่างสักที ท่านคิดว่าเกิดจากสาเหตุอะไร และมีวิธีแก้ไขอย่างไร ?

5. จงบอกข้อควรระวังในการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์

# ปฏิบัติการต่อวงจรสวิทช์

**สวิตช์ (SWITCH)** คือ อุปกรณ์สำหรับตัดตอนกระแสไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไหลอยู่ตลอดเวลา ถ้าหากสวิตช์เปิดวงจรอยู่ ไฟจะดับซึ่งแสดงว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร สวิตช์โดยทั่วไปมีหลายลักษณะ เช่น

## *สวิตช์ธรรมดา*

ใช้ปิด-เปิดประจำดวงโคมไฟฟ้า ตามบ้านเรือนทั่ว ๆ ไป โดยมากจะใช้กับไฟฟ้าไม่เกิน 5 แอมแปร์ ซึ่งถ้าหากใช้เกินจะทำให้เกิดการอาร์คของหน้าคอนแทกสวิตช์ และเกิดความร้อนขึ้น ทำให้เกิดเพลิงเผาไหม้อาคารได้ด้วย

## *สวิตช์ 2 หรือ 3 จังหวะ*

หรือเรียกอีกอย่างว่า สวิตช์พัดลม มีขนาดใช้กับไฟฟ้าได้ 5-6 แอมป์ นำมาใช้เป็นสวิตช์ไฟกิ่ง ไฟซ่อ ไฟเฟืองประดับกลางห้องโถง เปิดใช้ทีละดวง หรือทีละหมู่

## *สวิตช์โคมระย้า*

เป็นสวิตช์ปิด-เปิดไฟฟ้าได้เป็นหมู่ ๆ เมื่อเปิดหมู่ที่หนึ่งแล้วครั้งแรก จะเปิดใช้หมู่ที่ 2 ได้อีก โดยหมู่ที่ 1 ไม่ดับ เมื่อต้องการจะเปิดหมู่ที่ 3 เพิ่ม หมู่ที่ 1 จะดับ แต่หมู่ที่ 2 ยังติดอยู่ พอปิดอีกครั้งไฟจะดับทั้งหมด

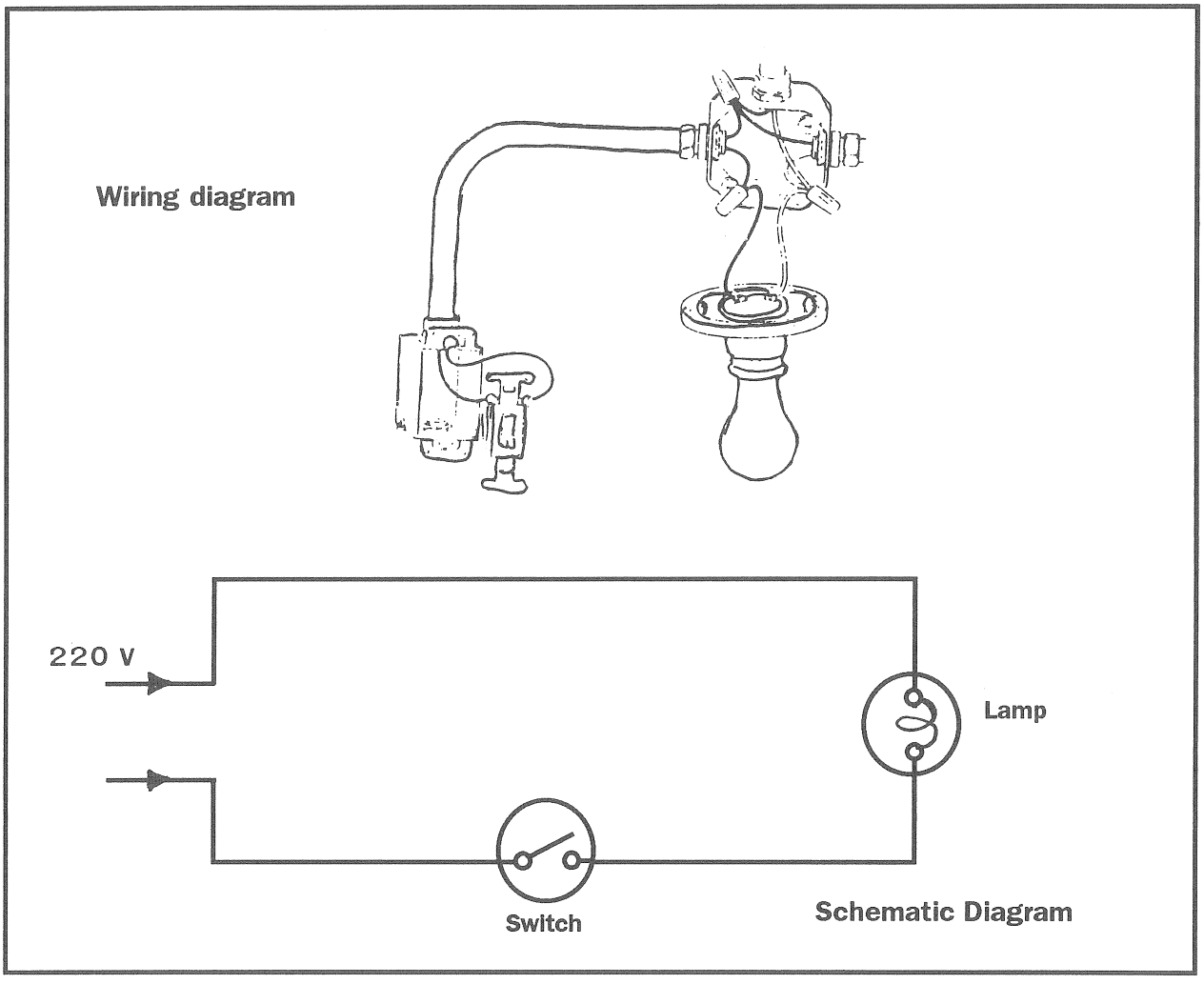
## สวิทช์ 3 ทาง

หรือเรียกอีกอย่างว่า สวิทช์บันได จะใช้สำหรับปิดเปิดโคมไฟดวงเดียวในสถานที่แตกต่างกัน 2 แห่ง ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้กันมาก โดยเฉพาะสวิทช์ของไฟบันได ไฟห้องนอน เป็นต้น

## สวิตช์เล็ก ๆ

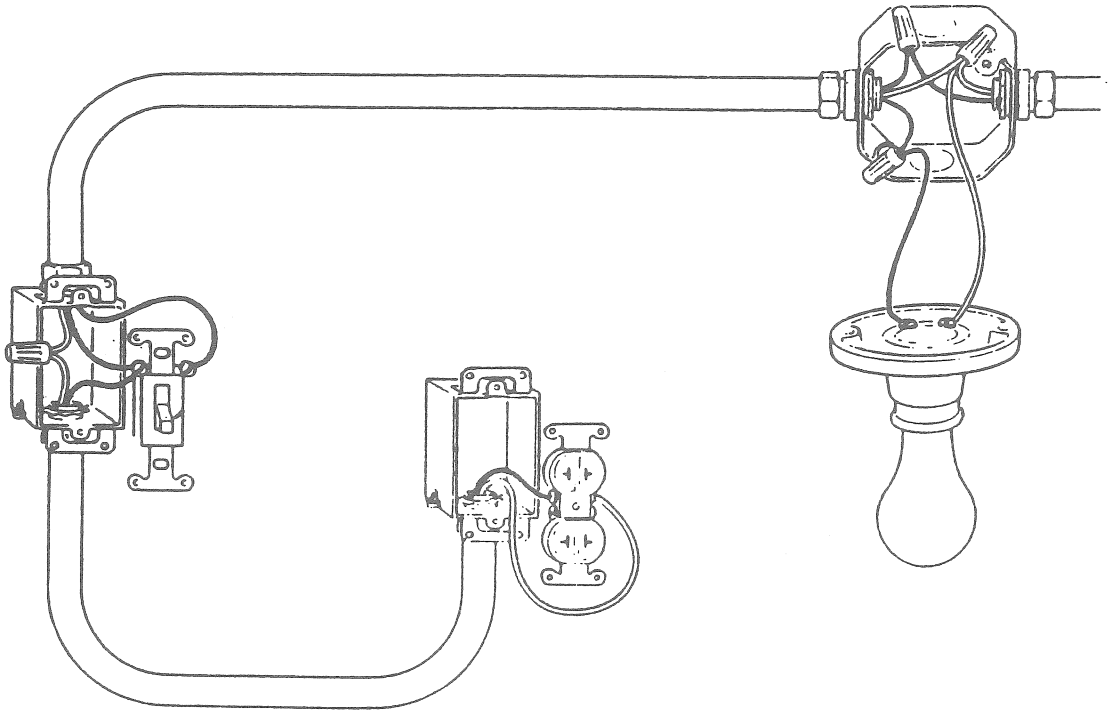
เป็นสวิตช์แบบปุ่มกด แบบดึง ที่มีใช้ในอาคาร ได้แก่ สวิทช์โคมไฟหัวเตียงนอน ซึ่งมีทั้งแบบปุ่มกดและแบบดึง

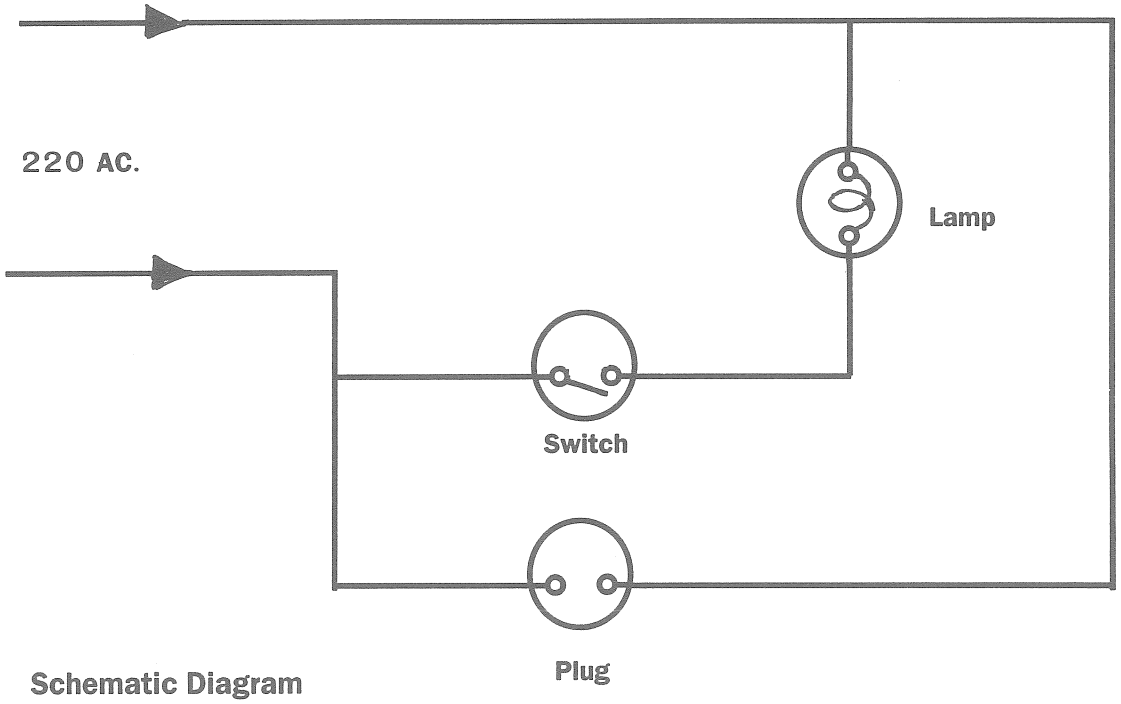
**วงจรที่ 1** แสดงสวิตช์ 1 อัน ควบคุมหลอดไฟ 1 ดวง



**วงจรที่ 2** แสดงสวิตช์ทางเดียว 1 อัน ควบคุมหลอดไฟ 1 ดวง และเต้ารับ 1 อัน

Wiring diagram

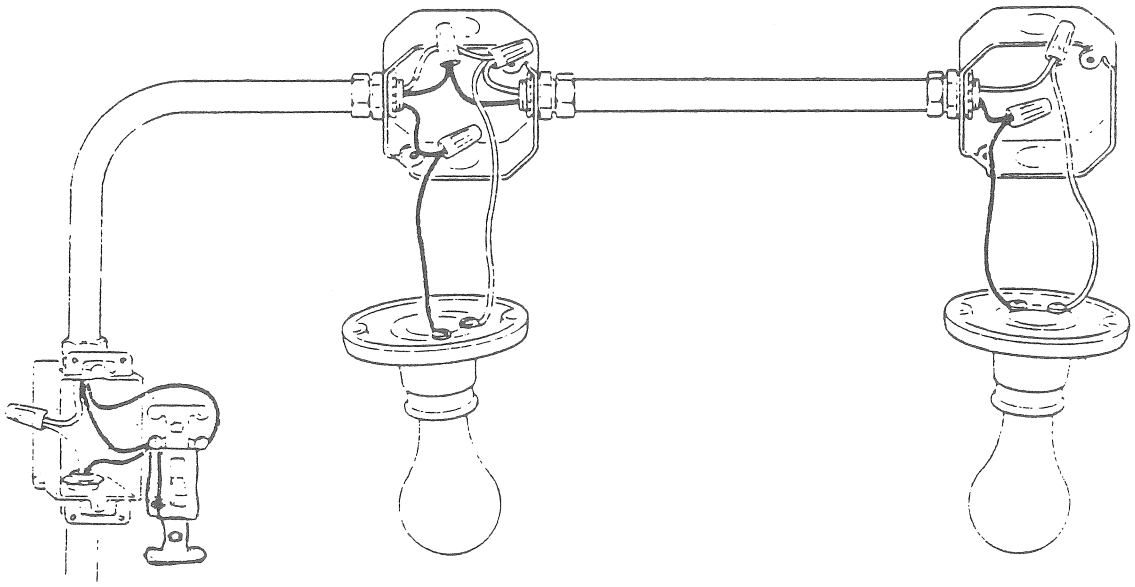


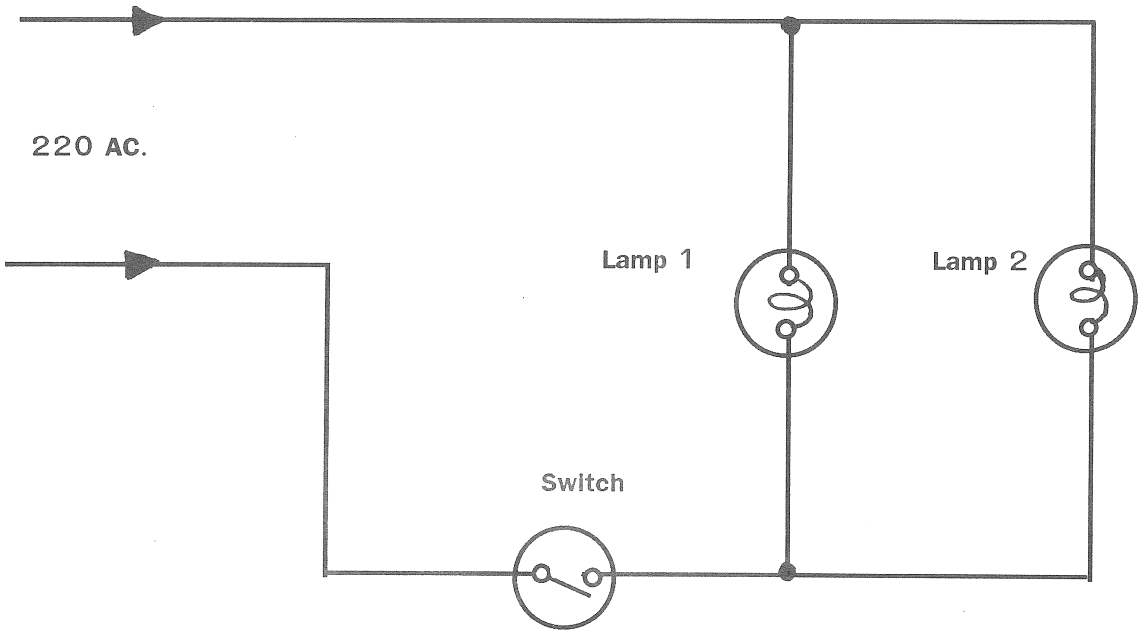



Schematic Diagram

## วงจรที่ 3 แสดงสวิตช์ทางเดียว 1 อัน ควบคุมหลอดไฟ 2 ดวง

**Wiring diagram**

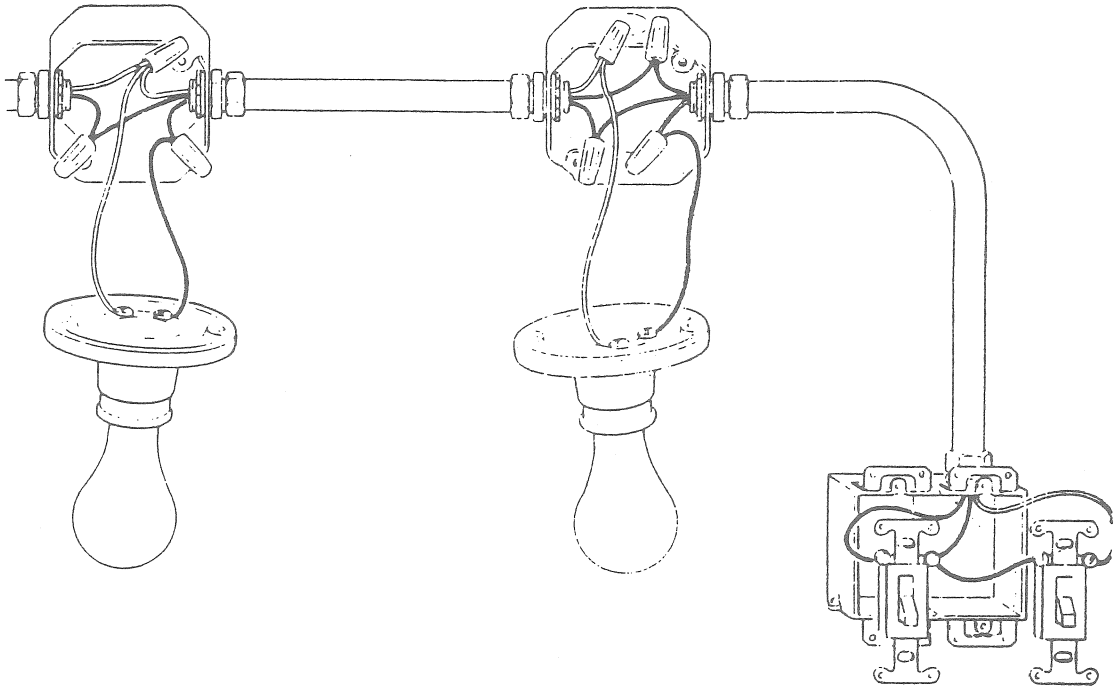


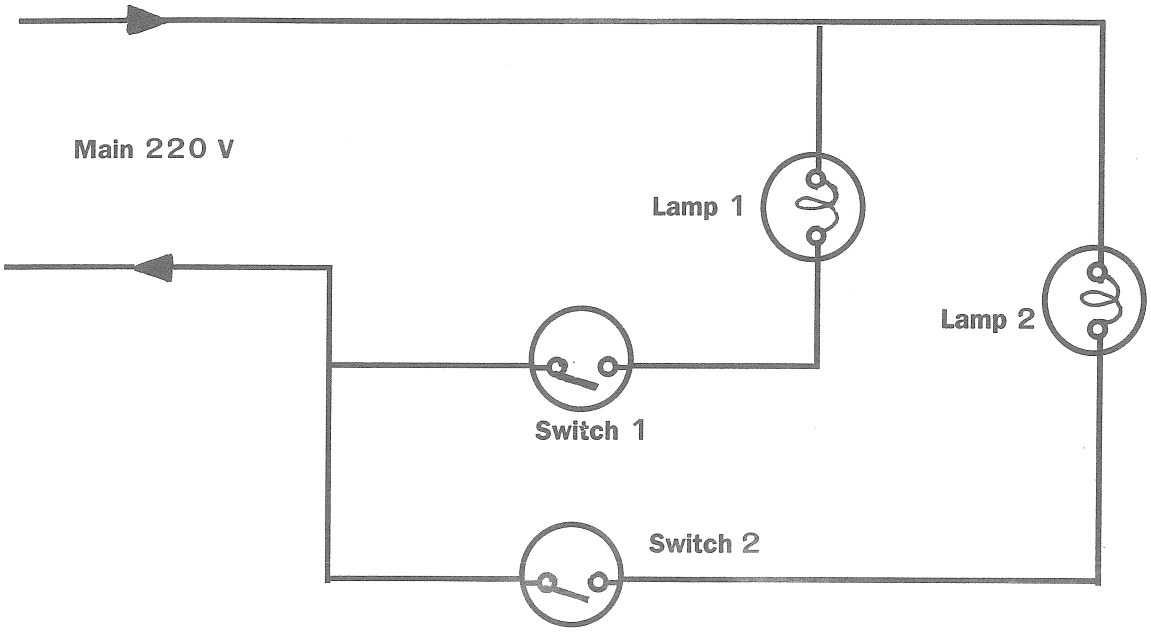



**Schematic Diagram**

วงจรที่ 4 แสดงสวิตช์ทางเดียวแยกควบคุมแต่ละหลอด

Wiring diagram

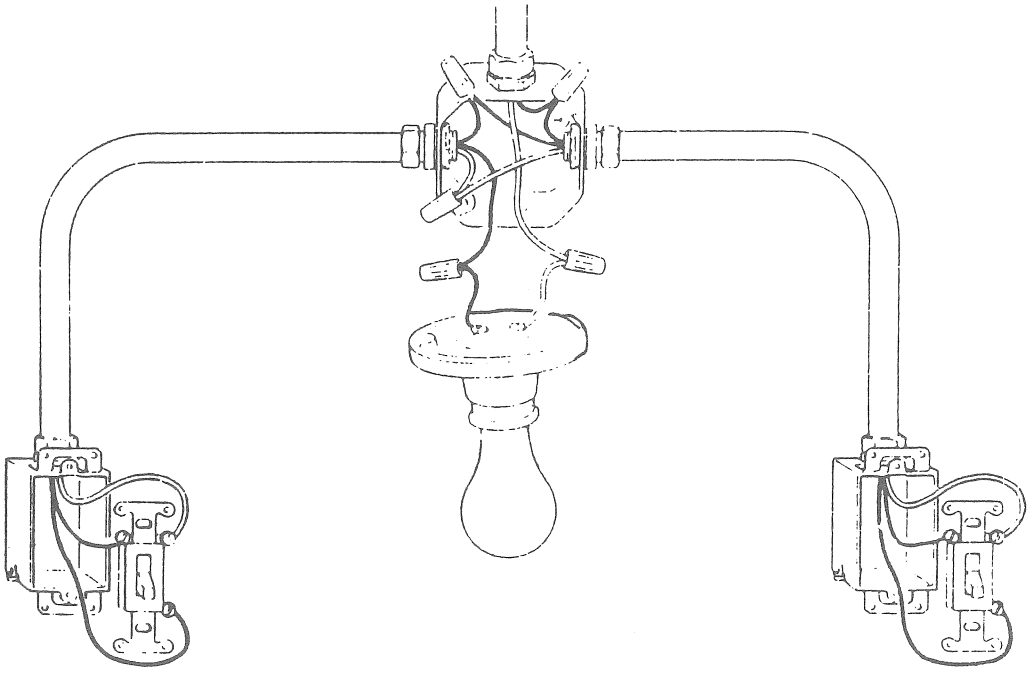


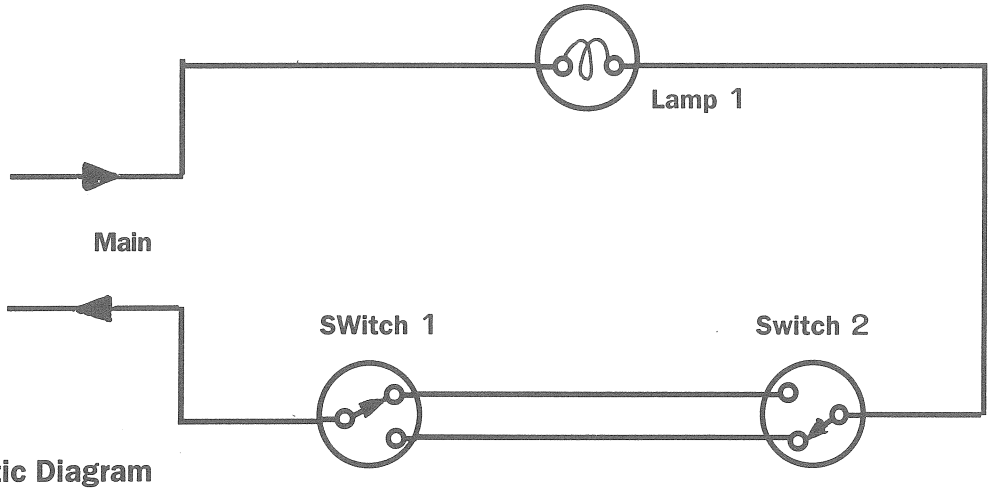



Schematic Diagram

## วงจรที่ 5 แสดงสวิตช์สองทาง 2 อัน ควบคุมหลอดไฟ 1 ดวง (วงจรสวิตช์สัมพันธ์)

**Wiring diagram**





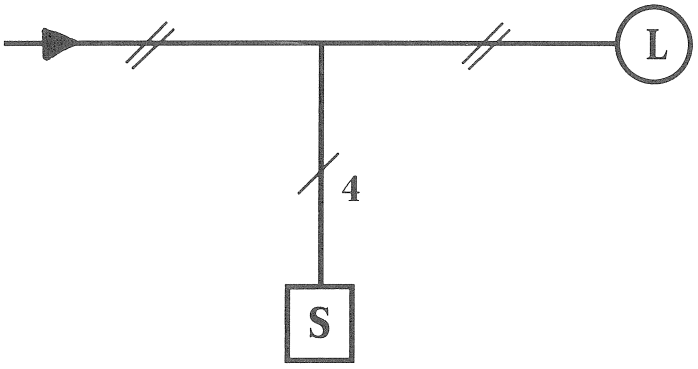

**Schematic Diagram**

## ข้อควรระวัง

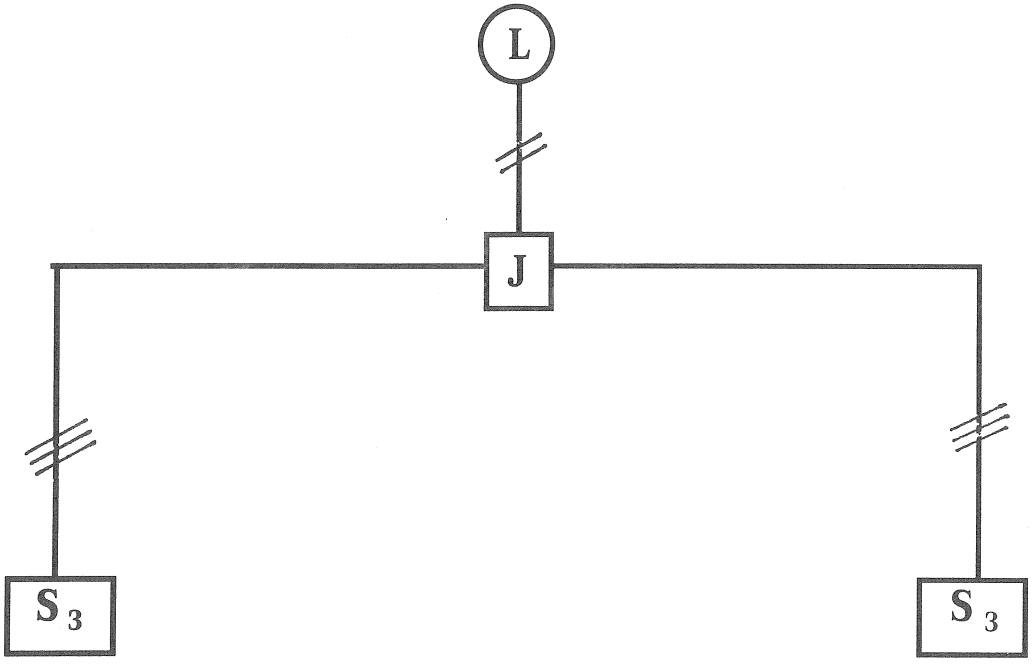
1. การต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งใช้ระบบสายดินนั้นสวิตช์ ซึ่งต่อเพื่อใช้ควบคุมดวงไฟนั้นต่ออยู่กับสายไฟเสมอ
2. อย่าใช้สวิตช์ปิด-เปิดไฟฟ้าบนเตียงนอน เพราะท่านอาจพลิกนอนทับสวิตช์แตกจะทำให้ไฟฟ้าดูดได้
3. ฉนวนครอบสวิตช์แตกชำรุด ควรซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้เรียบร้อย มิฉะนั้นอาจมีคนไปถูกเข้าและได้รับอันตราย
4. อย่าใช้มือที่เปียกน้ำ เปิดปิดสวิตช์ไฟฟ้าเพราะน้ำเป็นสื่อไฟฟ้า เมื่อมีการไหลซึมเข้าไปถูกหน้าคอนแทกของสวิตช์ทำให้เป็นสะพานไฟไหลเข้าสู่ร่างกาย เป็นอันตรายต่อชีวิตได้
5. ไม่ควรใช้สวิตช์เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูง ๆ เพราะจะทำให้เกิดความร้อนที่หน้าคอนแทกของสวิตช์อันเป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ได้
6. การติดตั้งสวิตช์ ต้องติดตั้งไว้ในบริเวณที่สะดวกต่อการปิด-เปิดได้ง่าย

# แบบฝึกหัด

1. ให้ผู้เข้ารับการฝึก ฝึกปฏิบัติการเดินสายโดยใช้สวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด ดังวงจร




2. ให้ผู้เข้ารับการฝึก ฝึกปฏิบัติการเดินสายโดยใช้สวิตช์สามทางควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด ดังวงจร



## หลักปฏิบัติในการเดินสาย

ในการปฏิบัติการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ควรยึดหลักดังต่อไปนี้

### 1) ความปลอดภัย

หมายถึง รู้จักใช้ขนาดของสายที่ถูกต้อง รู้จักการรวมสาย รู้จักอุปกรณ์การเดินสาย รู้จักการใช้ฟิวส์ สวิทช์ และเครื่องตัดตอนได้ถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น

### 2) การประหยัด

หมายถึง การรู้จักกะระยะวางวงจรต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ไม่เดินสายอ้อมไป-มา จนทำให้เปลืองสายรู้จักทำงานได้รู้รวดเร็วรู้จักค่าของอุปกรณ์ไฟฟ้า

### 3) ความสวยงาม

หมายถึง การรู้จักวางตำแหน่งของสายได้เรียบร้อยไม่เกะกะหรือรุงรัง ตลอดทั้งการวางตำแหน่งเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เหมาะสมและรัดกุม

### 4) ความเหมาะสมกับตำแหน่งของอุปกรณ์ที่จะติดตั้ง

เป็นไปตามความประสงค์ของเจ้าของบ้านและเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

### 5) รู้จักวางแผนเพื่ออนาคต

หมายถึง ในกาลข้างหน้า อาจจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเพิ่มเติม จึงต้องรู้จักเผื่อสาย (สายเมน) ให้มีขนาดใหญ่กว่าที่คำนวณในปัจจุบันประมาณครึ่งหนึ่งหรือหนึ่งเท่าตัว

## การดำเนินงานขั้นแรกในการเดินสายไฟ

1. **สำรวจให้ละเอียด** ตั้งแต่จุดที่ต่อไฟเข้าอาคาร คือ เริ่มจากจุดที่ต่อจากสายของการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เข้าอาคารนั้น ๆ

2. **สำรวจเครื่องใช้และอุปกรณ์** โดยต้องรู้จำนวนห้องที่ต้องเดินสายเข้าไปและจำนวนจุดที่ต้องแยกออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตลอดจนเครื่องใช้ที่มีอยู่ในบ้าน เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น พัดลม วิทยุ เป็นต้น

3. **เขียนแผนผังการเดินสายไฟฟ้าอย่างละเอียด** เพื่อประมวลการเดินสายได้ถูกต้อง รวมทั้งกะประมาณขนาดสาย สายเมนจะใช้ขนาดเท่าใด สายที่แยกจากสายเมนไปยังจุดต่าง ๆ จะใช้ยาวเท่าไร

4. **ประมาณราคาสิ่งของอุปกรณ์ทุกอย่างที่ติดตั้ง** รวมทั้งสายไฟฟ้าด้วย

## การเดินสาย

**1) <u>วิธีการเดินสาย</u>** แบ่งออกได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

**1.1) การเดินสายแบบเปิด (Open Wiring)**

หมายถึง การเดินสายไฟไปตามผนังอาคารโดยการใช้ตุ้ม พุกประกัน เข็มขัดรัดสาย สายไฟฟ้าที่เดินไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเห็นได้ชัดเจน สายที่ใช้เป็นสายหุ้มยางหรือ หุ้ม PVC มีทั้งสายคู่และสายเดี่ยวตามข้อบังคับของการไฟฟ้าฯ ยึดด้วยเข็มขัดรัดสายทุก ๆ ระยะ 10-12 ซม.

1.2) **การเดินสายแบบปิด (Concealed Wiring)**

คือ การเดินสายที่ซ่อนสายมิดชิดไม่ให้เห็นสาย ใช้เดินในเพดาน เดินในท่อเหล็ก หรือท่อเอสลอน

## 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเดินสาย

ความสำคัญของการใช้เครื่องมือ ที่ใช้ในการเดินสาย ต้องคำนึงถึงงานให้ถูกประเภทของเครื่องมือ และอยู่ในสภาพที่พร้อมจะปฏิบัติได้ เพราะไฟฟ้ามีอันตรายมาก เครื่องมือที่ใช้งานควรมีฉนวนหุ้มอย่างดี เวลาใช้งานควรระวังอย่าประมาทเป็นอันขาด ควรคำนึงอยู่เสมอว่ามีกระแสไฟฟ้าตลอดเวลา

## 3) ขนาดของสายที่ใช้เดินภายในอาคาร

สายไฟฟ้าที่ใช้เดินภายในอาคารที่ใช้เข็มขัดรัดสายเป็นสายฉนวนชนิด VAF ที่มีแกนสองแกนขึ้นไป อยู่ภายใต้ห่อหุ้มฉนวนเดียวกันเป็นสายคู่

## 4) ขนาดของสายไฟฟ้าและการใช้งาน

| ขนาดของสาย ($มม.^2$) | จำนวนกระแสสูงสุดเดินสายภายในอาคาร | ลักษณะงานที่ใช้ |
|---|---|---|
| 2 x 1.0 | 6 | ดวงโคม, สวิตช์ |
| 2 x 1.5 | 8 | ดวงโคม, สวิตช์ |
| 2 x 2.5 | 12 | วงจรย่อย, เต้ารับ |
| 2 x 4 | 27 | สายเมน, อุปกรณ์ |
| 2 x 6 | 36 | สายเมน, เครื่องปรับอากาศ |
| 2 x 10 | 51 | สายเมน, เครื่องปรับอากาศ |
| 2 x 16 | 78 | สายเมน |

ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายนั้นจะต้องมาจากการคำนวณขนาดของโหลดทำเป็นขั้นตอนตามลำดับ โดยเริ่มจากการคำนวณหาขนาดวงจรย่อย แล้วจึงคำนวณหาขนาดของสายป้อน หลังจากนั้นจึงค่อยหาขนาดของสายเมนเข้าอาคาร ตามลำดับ

# การเดินสายด้วยเข็มขัดรัดสาย

## 1) เข็มขัดรัดสาย

ทำด้วยอะลูมิเนียมแผ่นบาง ๆ มีรูตรงกลาง สำหรับใส่ตะปู ต้องการวัดสายหลาย ๆ สายให้ใช้เข็มขัดชนิด 2 รู เข็มขัดรัดสาย มีหลายขนาด เช่น เบอร์ 3/4, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ตามลำดับ และขนาดของตะปูที่ใช้ ได้แก่ขนาด 1/4", 3/8", 1/2" เป็นต้น

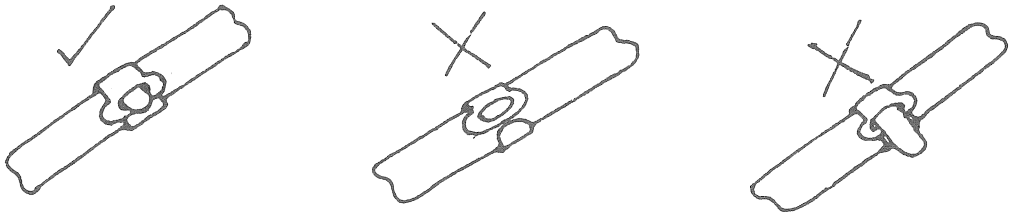
## 2) การเลือกขนาดเข็มขัดรัดสาย

ขนาดของเข็มขัดรัดสายจะต้องพอเหมาะกับขนาดสายไฟในงานจริงจะต้องรัดดูก่อนเพื่อความถูกต้อง ก่อนจะตอกตามแนวที่จะเดินสาย

| | | | |
|---|---|---|---|
| เบอร์ 3/4 | ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด | .5 | มม.$^2$ |
| เบอร์ 0 | ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด | 1 | มม.$^2$ |
| เบอร์ 1 | ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด | 1.5 | มม.$^2$ |
| เบอร์ 2 | ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด | 4 | มม.$^2$ |

ส่วนเบอร์อื่นใช้รัดสายหลาย ๆ เส้นรวมกัน

**การรัดสายด้วยเข็มขัด**

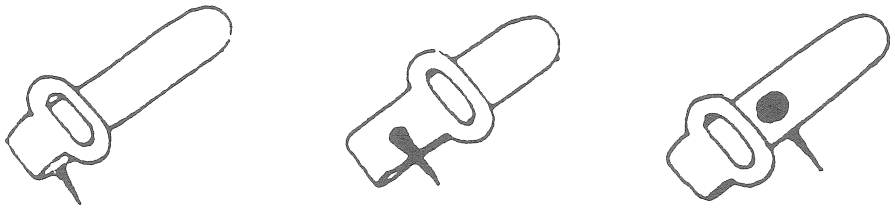


เหมาะสม　　สั้นไป　　ยาวไป

## 3) การใส่ตะปู

เข็มขัดรัดสายจะมีอยู่สองด้าน ด้านหนึ่งจะมีขอบเรียบ ส่วนอีกด้านหนึ่งจะมีขอบคม ซึ่งเกิดจากการผลิต ให้หงายด้านนี้ขึ้น เพราะทำให้ง่ายในการรัด คือ ตบแต่งสายไฟให้สวยงามและแน่นหนา นำตะปูใส่ลงในรูเข็มขัดรัดสาย ทับหัวเข็มขัด ทับหัวตะปู ทั้งนี้เพื่อง่ายในการจับตอกเมื่อตอกตะปูได้ระยะหนึ่ง จะเปิดหัวเข็มขัดรัดสายออก และทำการตอกตะปูต่อจนมิด ตามรูปที่แสดง

**แสดงวิธีการนำตะปูใส่รูเข็มขัด**

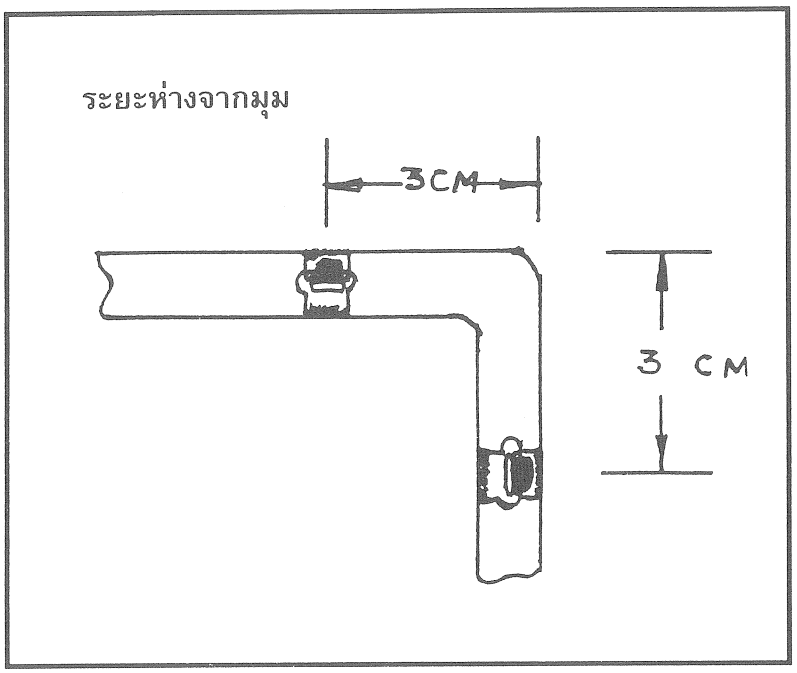


**ตะปูร้อยรูเข็มขัดได้เหมาะสม** **พับลึกไป** **พับน้อยไป**

**หมายเหตุ** ถ้าใช้เข็มขัดรัดสาย สำหรับสายหลายเส้นรัดรวมกัน ที่เข็มขัดจะมีรูใส่ตะปู 2 ตัว ให้ใส่หนึ่งตัว ตอกให้เรียบร้อย แล้วจึงใส่และตอกอีกตัวหนึ่งตาม

## 4) การวัดระยะ

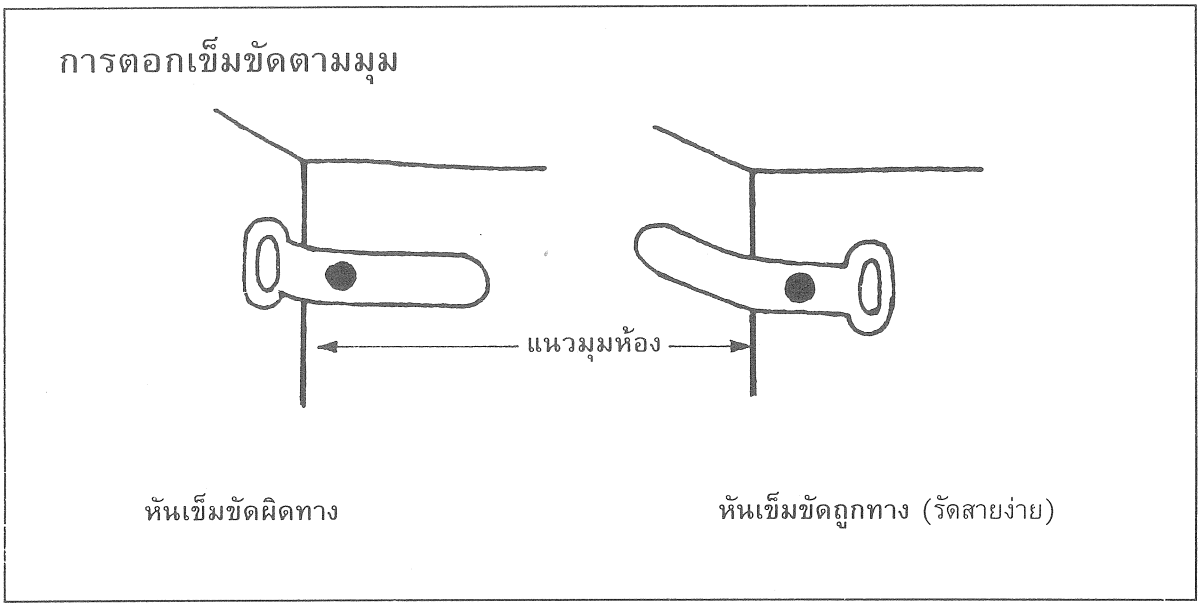
เข็มขัดรัดสายจะมีส่วนทำให้การเดินสายไฟสวยงามได้ ถ้ามีระยะที่เท่ากันตลอดและเป็นเส้นตรง ระยะของสายยังสำคัญมากในการรัดสายไม่ให้หลุดหลวมเคลื่อนที่ได้ การตอกเข็มขัดรัดสาย สำหรับผนังไม้ระยะห่างจะประมาณ 10-12 ซม. ตึกที่ฉาบปูนระยะสายจะห่างน้อยลงประมาณ 8-10 ซม. ระยะเข็มขัดรัดสายตรงช่วงงอสายประมาณ 2-3 ซม.



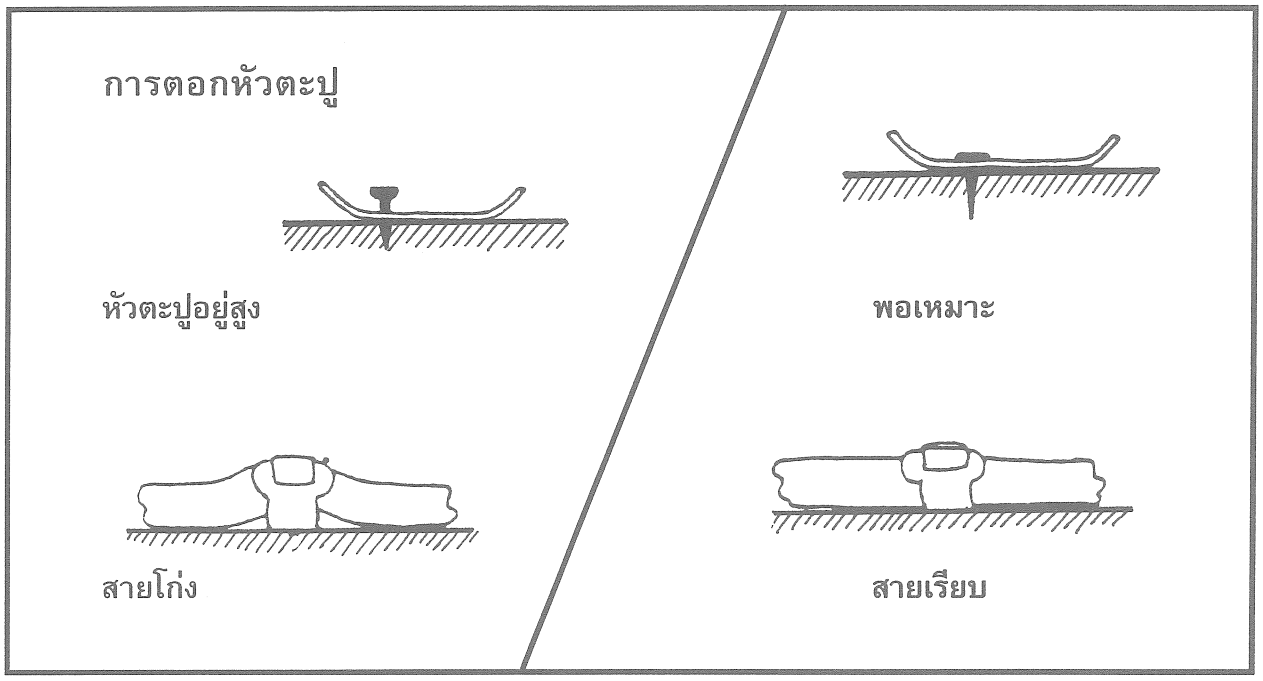

## 5) การตอกเข็มขัดรัดสาย

ใช้ค้อนที่ตอกเข็มขัดรัดสายขนาด 250 กรัม ตอกเข็มขัดรัดสายตามระยะที่ทำเครื่องหมายไว้ พอตอกตะปูจนมิด

ถ้าเป็นการเดินสายตามมุมหรือขอบควรเดินให้ชิดที่สุดไปตามมุมหรือขอบนั้น เพื่อความสวยงาม แต่การตอกจะทำด้วยความลำบาก ในขณะเปิดหัวเข็มขัดรัดสายเข้าหาขอบหรือมุมเพื่อง่ายในการรัดสาย



การตอกตะปู หัวตะปูควรแนบพอดีกับพื้น การเดินสายจะแนบ ไม่โก่งตัว และไม่เป็นอันตรายในการตอกใส่สายต่อไป




หมายเหตุ ถ้าตอกตะปูไม่มิดให้ใช้แท่งเหล็กส่งวางที่หัวตะปูและใช้ค้อนตอกตาม

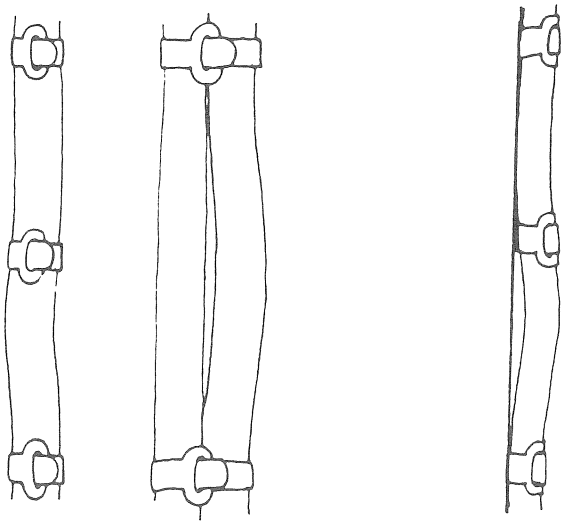
## 1) การรัดสาย

หลังจากที่ตอกเข็มขัดรัดสายแล้วก็นำสายมาเดินตามเข็มขัดรัดสาย ถ้าสายบิดให้ใช้หัวแม่มือรีดให้ตรง หรือใช้เศษผ้ารีดให้ตรง

การรัดสายรัดให้แน่น แล้วจึงพับเข็มขัดรัดสาย ใช้มือดึงสายให้ตรงก่อนรัดเข็มขัดตัวต่อไป

ถ้าสายไม่ตรงให้ใช้มือ ค่อย ๆ ดัดเบา ๆ และใช้ค้อนตอกไล่สายเบา ๆ ทั้งด้านบนสายและด้านข้างของสาย เมื่อเดินสายได้ความยาวพอสมควร

**ลักษณะของสายที่เดินไม่สวยงาม**

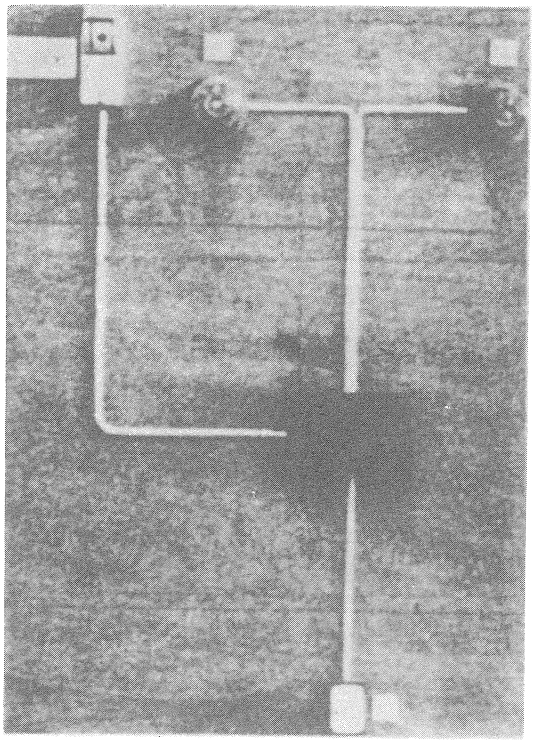


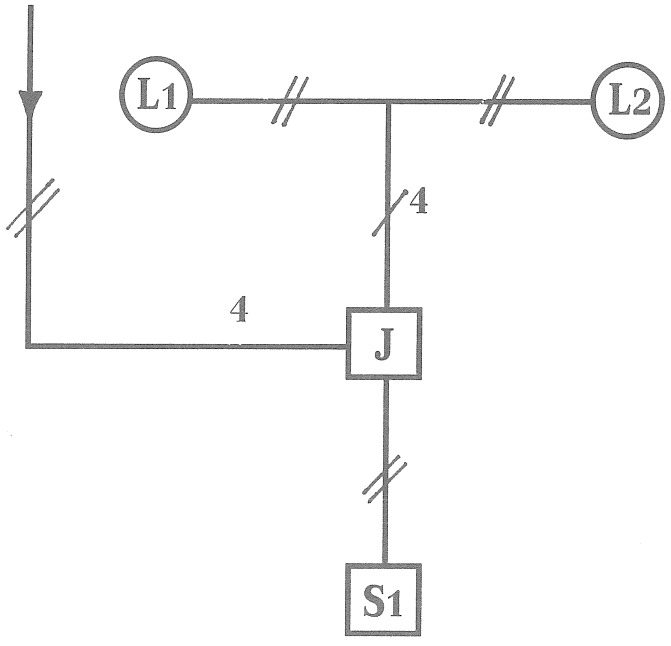
สายคด สายโก่ง

**หมายเหตุ**

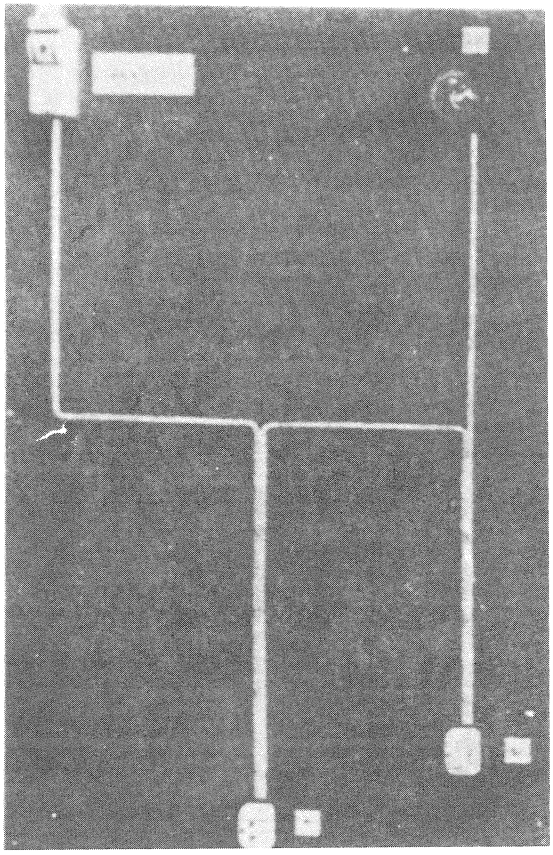
- พยายามดูสายทั้งด้านหน้าและด้านข้างให้แนบกับพื้น
- การเดินสายหลายเส้นด้วยกัน พยายามให้สายทั้งหมดอยู่ชิดกัน
- การใช้สายจากม้วนสาย ควรใช้มือทั้งสองสอดกลางม้วน แล้วทำการหมุนสายออก สายจะออกมาเป็นแนวตรงไม่บิดไปมา

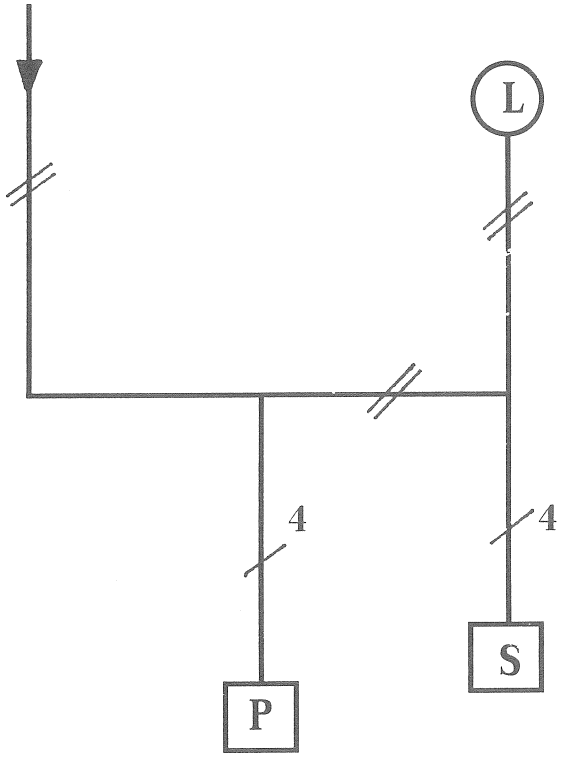
1. ให้ผู้รับการฝึกเดินสาย สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมหลอด 2 หลอด โดยใช้กล่องแยกสาย (ดูรูป)



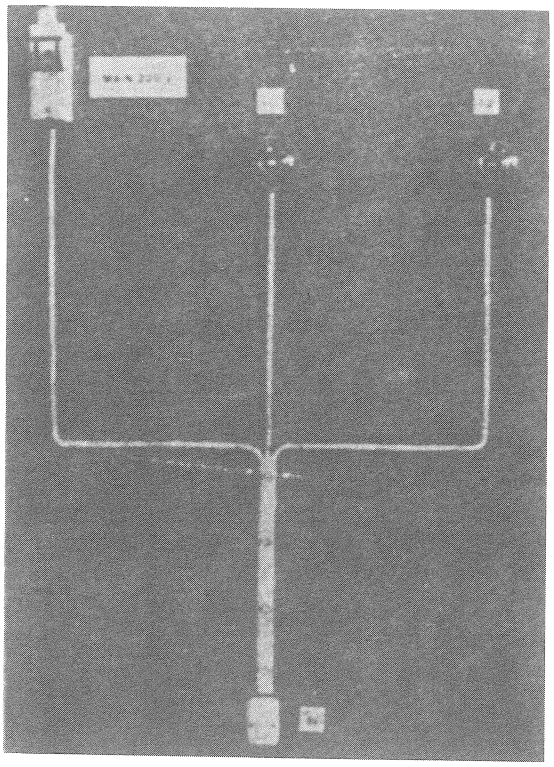


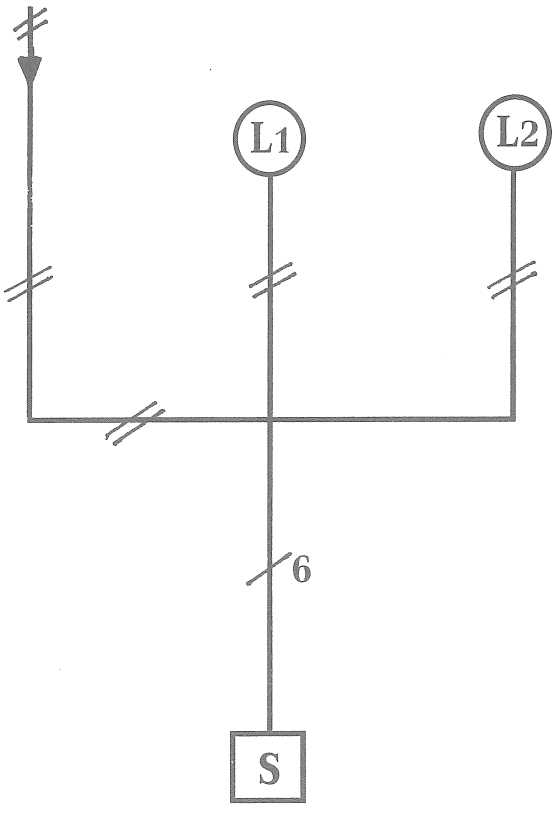
2. ให้ผู้รับการฝึกเดินสายสวิตช์ 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอดแล้วติดตั้งปลั๊กไฟ 1 ตัว (ดูรูป)



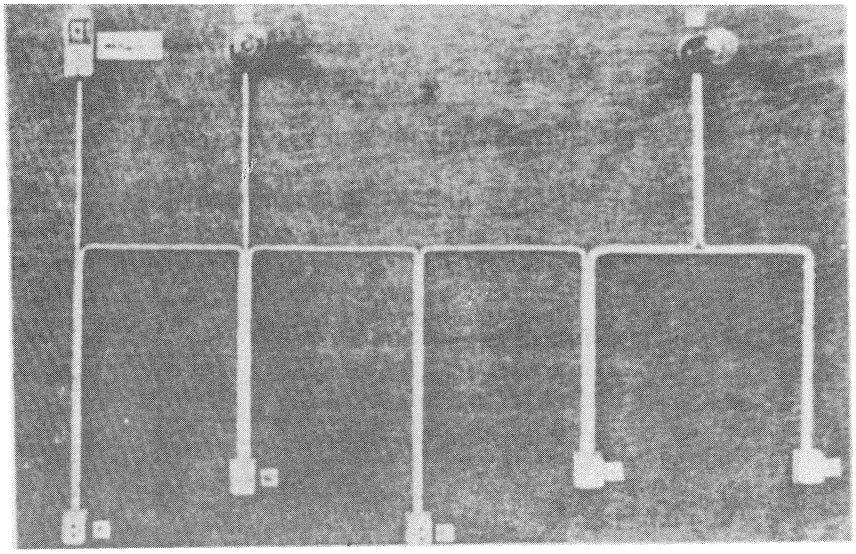


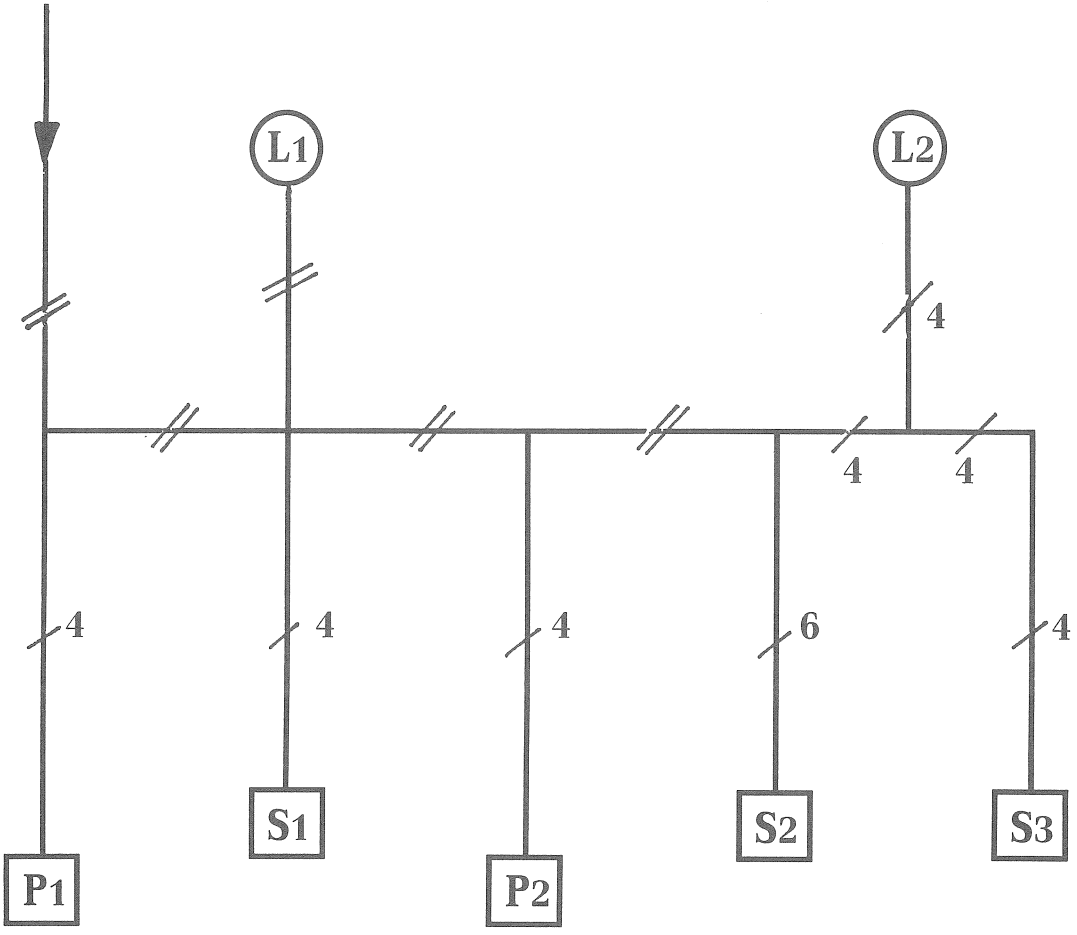
3. ให้ผู้รับการฝึกเดินสายสวิตช์ 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 2 หลอด (ดูรูป)





4. ให้ผู้รับการฝึกติดตั้งสวิตช์ 2 ทาง ,ปลั๊กและหลอดไฟ (ดูรูป)

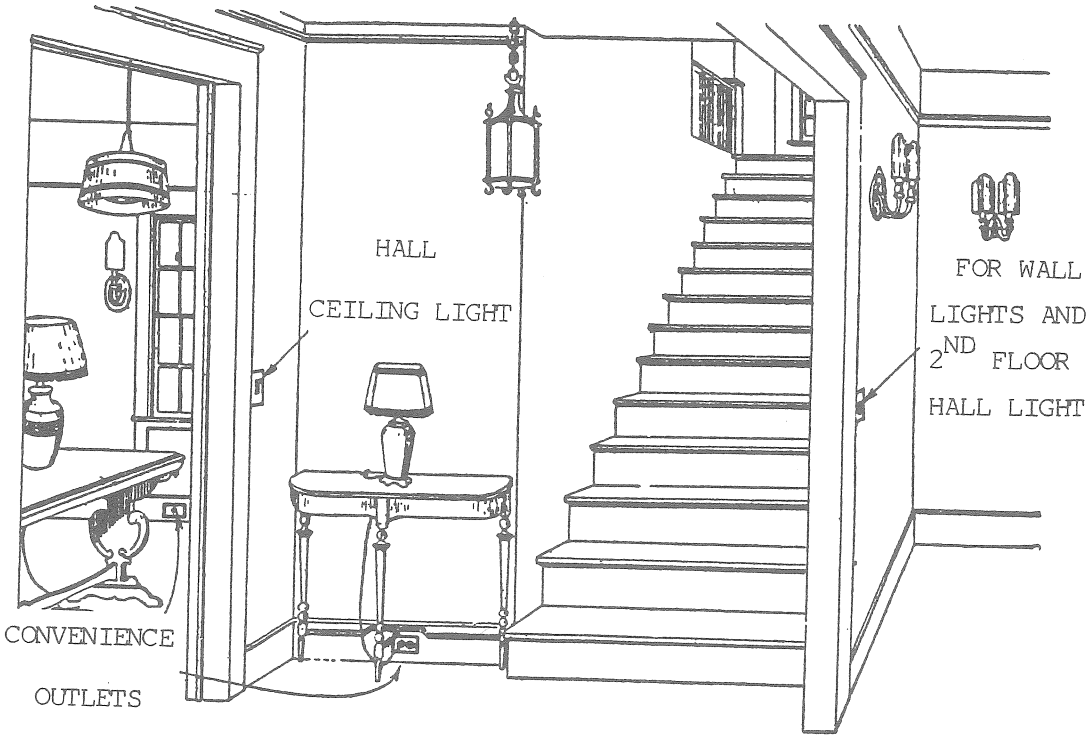




## การเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์แบบผนังปูน

ปัจจุบันอาคารที่อยู่อาศัยมีโครงสร้างและตบแต่งภายในบ้าน ที่ใช้วัดสุก่อสร้างด้วยซีเมนต์ ซึ่งเป็นปูนก่อและปูนฉาบ ทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย

การเดินสายต้องวางสายไปบนผนังปูน ตลอดไปจนถึงการติดตั้ง กล่องสวิตช์ควบคุมโคมไฟแสงสว่าง เต้ารับใช้งาน นิยมความสวยงาม ใช้ฝังในผนังปูน การติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้จะแสดงวิธีที่จะนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและถาวรตลอดไป




การติดตั้งสวิตช์ภายในบ้าน

# วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ฝังผนังปูน

## 1) เครื่องมือที่ใช้งานการติดตั้ง

### 1.1) กระบะไม้แบ่งปูน

คือ กระบะถือปูนใช้เป็นที่พักปูนก่อนที่จะนำขึ้นฉาบกับผนัง หรือใช้รวมปูนและผสมปูนให้เข้ากันดีเวลาทำงานถือปูน จะต้องถือกระบะถือปูนนี้ร่วมกับเครื่องมือประกอบอื่น ๆ จึงมีความจำเป็นอยู่มากที่กระบะจะต้องเบา

### 1.2) เกรียงไม้ปาดปูน

ลักษณะทั่วไปเป็นไม้เนื้ออ่อนที่มีความยืดหดตัวน้อย ส่วนมากทำด้วยไม้สัก มีความเบาและเหนียวไม่แตกง่าย เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเอาไว้สำหรับปาดปูน ในการทำผิวหน้าใช้เป็นเครื่องมือตบกระทุ้งปูนให้เข้าไปผนังและยังไล้ผิวหน้าให้ได้ที่

**ข้อควรระวัง** เกรียงไม้จะต้องชุบน้ำ เพื่อไม่ให้ปูนติดไม้

### 1.3) แปรง

นับว่าแปรงเป็นเครื่องมือประกอบการที่สำคัญอย่างหนึ่งใช้สลัดน้ำสงบนผนัง กล่าวคือ เมื่อเวลาจะซ่อมผนังปูนที่จะติดตั้งแป้นไม้รองรับ ผนังปูนแห้งจะต้องใช้แปรงสลัดน้ำลงไป

### 1.4) เกรียงเหล็ก

เกรียงชนิดนี้มีลักษณะทำด้วยเหล็ก ยาวประมาณ 15 ซม. มีความกว้างของหน้าเกรียง ขนาดนิ้วมือหรือ 1-1.5 ซม. ปลายมนเป็นรูปครึ่งวงกลม มีด้ามไม้ต่อออกมา สำหรับช่างไฟฟ้าใช้สำหรับตักเศษปูนที่ไม่ต่องการออกที่ไม่ต้องการออก หรือใช้ตบแต่งงานให้ได้สวยงาม

### 1.5) ไม้กวาดดอกหญ้าขนาดเล็ก

ซึ่งเป็นไม้กวาดมีขนาดด้ามยาวประมาณ 1 ฟุต เมื่อฉาบปูนไปบนผนังแล้ว ผิวหน้าของปูนอาจจะไม่เรียบเข้าแนวเก่าของผนังเดิม ใช้ไม้กวาดปัดบนผิวหน้าที่ฉาบปูนอีกครั้งหนึ่งหลังจากการใช้งานด้วยเครื่องมือประเภทเกรียงแล้ว