| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถอธิบายสาเหตุที่เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้า
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถอธิบายการช่วยเหลือผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูดได้

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม คู่มือการใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกอบรม ประกอบการฝึกอบรม

**วิธีสอน**

สอนแบบบรรยาย จำนวน 4 ชั่วโมง

**หัวเรื่อง**

1. สาเหตุของอุบัติเหตุจากไฟฟ้า
2. อันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วของอุปกรณ์
3. การช่วยเหลือและการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

**การมอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

**การวัดผลและประเมินผล**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบใบทดสอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่ให้คุณประโยชน์แก่มนุษย์มากมายนานับประการ หรืออาจจะกล่าวได้ว่าทุกวันนี้ ถ้าไม่มีไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้านับล้านๆ ชิ้น ก็จะไร้ความหมาย ถึงอย่างไรก็ดีสรรพสิ่งทั้งหลาย เมื่อให้คุณอนันต์ก็ย่อมให้โทษมหันต์ด้วย เช่นเดียวกัน แต่ถ้าผู้นำไปใช้มีความรู้ ความเข้าใจ และการใช้งานให้ถูกวิธีก็จะได้รับประโยชน์อย่างมากมายจากไฟฟ้าทั้งมีความปลอดภัยในการใช้งานอีกด้วย

**สาเหตุของอุบัติเหตุจากไฟฟ้า**

อุบัติเหตุจากไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย และการกระทำที่ไม่ปลอดภัย หรือทั้งสองประการรวมกัน ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 3 สาเหตุใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. ความบกพร่องของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้
2. การปฏิบัติและขั้นตอนของการทำงานที่ไม่ปลอดภัย
3. การขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายของไฟฟ้า

จากทั้ง 3 สาเหตุที่กล่าวมายังมีอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าถึงแก่ความตายไม่น้อยก็คือ การเกิดกระแสรั่วบนตัวอุปกรณ์

**อันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วของอุปกรณ์**

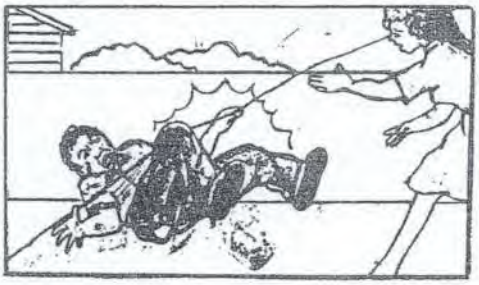
กระแสไฟฟ้ารั่วในอุปกรณ์นับว่าเป็นอันตรายที่ร้ายแรงมากอีกประการหนึ่ง เพราะไม่มีสิ่งบอกเหตุแจ้งให้ทราบล่วงหน้าเลย เมื่อใดก็ตามที่เราไปสัมผัสกับผิวโลหะของอุปกรณ์ดังกล่าวที่มีกระแสไฟฟ้ารั่ว กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านร่างกายและทำให้เกิดการบาดเจ็บหรืออาจถึงแก่เสียชีวิตได้ ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนที่จะมีโอกาสจะเกิดไฟฟ้ารั่วได้ง่าย เช่น ตู้เย็น สว่านไฟฟ้า กระติกน้ำร้อนไฟฟ้า เครื่องเป่าผมไฟฟ้าที่ตัวโครงเป็นโลหะ หม้อหุงข้าวไฟฟ้าและอื่นๆ อีกเป็นต้น ดังนั้นในทางป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุจากกระแสไฟฟ้ารั่วได้ก็คือ

1. ควรเลือกซื้ออุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มีการรับรองมาตรฐานแล้วหรือจากบริษัทที่เชื่อถือได้
2. อุปกรณ์ไฟฟ้าจำพวก ตู้เย็น ตู้แช่ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า ควรมีการต่อสายดินไว้เช่นเดียวกันกับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ที่มีโครงภายนอกเป็นโลหะ

**การช่วยเหลือผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูด**

ในการช่วยเหลือผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูดนั้น ควรจะปฏิบัติดังนี้

1. อย่าใช้มือเปล่าแตะต้องตัวผู้ที่กำลังติดอยู่กับกระแสไฟฟ้าหรือตัวนำไฟฟ้าที่เป็นต้นเหตุให้เกิดอันตรายนั้นเป็นอันขาด เพื่อป้องกันมิให้ถูกกระแสไฟฟ้าจนได้รับอันตรายไปด้วยอีกผู้หนึ่ง



2. รีบหาทางตัดกระแสไฟฟ้าโดยฉับไว จะด้วยการถอดปลั๊กหรืออ้าสวิทช์ออกก็ได้

3. ใช้วัตถุที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น ไม้ เชือก สายยาง หรือพลาสติก ถุงมือยาง หรือผ้าแห้งพันมือให้หนา แล้วถึงผลักหรือฉุดตัวผู้ประสบอันตรายให้หลุดออกมาโดยเร็ว

4. ใช้วัตถุที่ไม่ใช่เป็นสื่อไฟฟ้าเขี่ยสายไฟฟ้าให้หลุดออก หรือมีฉนวนหุ้มพันสายไฟฟ้าให้ขาดหลุดจากผู้เคราะห์ร้ายโดยเร็วที่สุด แต่กระทำด้วยวิธีดังกล่าวจะต้องมั่นใจว่าสามารถทำได้ด้วยความปลอดภัย

5. อย่าลงไปในน้ำกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่ในบริเวณที่มีน้ำขัง ต้องหาทางเขี่ยสายไฟฟ้าออกให้พ้นหรือตัดกระแสไฟฟ้าก่อน จึงค่อยลงไปช่วยผู้ประสบอันตราย

การช่วยผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้าดังที่กล่าวมาแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกระทำด้วยความรวดเร็ว รอบคอบและระมัดระวังเป็นพิเศษด้วย

<u>การปฐมพยาบาล</u>

เมื่อได้ทำการช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายมาได้แล้วจะโดยวิธีใดก็ตาม หากปรากฏว่าผู้เคราะห์ร้ายที่ช่วยออกมานั้นหมดสติไม่รู้สึกตัว หัวใจหยุดเต้น.และไม่หายใจ ซึ่งสังเกตได้จากอาการที่เกิดขึ้นดังนี้ คือ ริมฝีปากเขียว สีหน้าซีดเขียวคล้ำ ทรวงอกเคลื่อนไหวน้อยมากหรือไม่เคลื่อนไหว ชีพจรบริเวณคอเต้นช้าและเบามาก ถ้าหัวใจหยุดเต้นจะคลำชีพจรไม่พบม่านตาขยายค้างไม่หดเล็กลงหมดสติไม่รู้สึกตัว ต้องรีบทำการปฐมพยาบาลทันที เพื่อให้ปอดและหัวใจทำงาน โดยวิธีการผายปอดด้วยการให้ลมทางปาก หรือเรียกว่า "เป่าปาก" ร่วมกับการนวดหัวใจก่อนนำผู้ป่วยส่งแพทย์

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

ขั้นตอนการปฐมพยาบาล

1. การผายปอดโดยวิธีให้ลมทางปาก

1.1 ให้ผู้ป่วยนอนราบจัดท่าให้เหมาะสมเพื่อเปิดทางอากาศเข้าสู่ปอด โดยผู้ปฐมพยาบาลอยู่ทางด้านข้างขวาหรือซ้ายบริเวณศีรษะของผู้ป่วย ใช้มือข้างหนึ่งดึงคางผู้ป่วยมาข้างหน้าพร้อมกับใช้มืออีกข้างหนึ่งดันหน้าผากไปทางหลังเป็นวิธีป้องกันไม่ให้ลิ้นตกไปอุดปิดทางเดินหายใจ แต่ต้องระวังไม่ให้นิ้วที่ดึงคางนั้นกดลงไปในส่วนของเนื้อใต้คางเพราะจะทำให้อุดกั้นทางเดินหายใจได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กเล็กๆ สำหรับเด็กแรกเกิดไม่ควรหงายคอมากเกินไป เพราะแทนที่จะเปิดทางเดินหายใจอาจจะทำให้หลอดลมแฟบและอุดตันทางเดินหายใจได้

1.2 สอดนิ้วหัวแม่มือเข้าไปในปากจับขากรรไกรล่างยกขึ้นจนปากอ้า ล้วงสิ่งของในปากที่จะขวางทางเดินหายใจออกให้หมด เช่น ฟันปลอม เศษอาหาร เป็นต้น

รูป การล้วงสิ่งอื่นที่ค้างในปากและลำคอออก

1.3 ผู้ปฐมพยาบาลอ้าปากให้กว้าง หายใจเข้าเต็มที่ มือข้างหนึ่งบีบจมูกให้แน่นสนิท ในขณะที่มีมืออีกข้างหนึ่งยังคงดึงคางผู้ป่วยมาข้างหน้า แล้วจึงประกบปากปิดปากผู้ป่วยพร้อมกับเป่าลมเข้าไปทำในลักษณะนี้เป็นจังหวะ 12 - 15 ครั้ง ต่อนาที

1.4 ขณะทำการเป่าปาก ตาต้องเหลือบดูด้วยว่าหน้าอกผู้ป่วยมีการขยายขึ้นลงหรือไม่ หากไม่มีการกระเพื่อมขึ้นลง อาจเป็นเพราะท่านอนไม่ดี หรือมีสิ่งกีดขวางทางเดินหายใจ ซึ่งต้องรีบทำการแก้ไขจัดทำใหม่ และอย่าให้มีสิ่งกีดขวางทางเดินหายใจ

ในรายที่ผู้ป่วยอ้าปากไม่ได้ หรือด้วยสาเหตุใดที่ไม่สามารถเป่าปากได้ ให้เป่าลมเข้าทางจมูกแทน โดยวิธีปฏิบัติทำนองเดียวกันกับการเป่าปาก

ในรายเด็กแรกเกิด หรือเด็กเล็กใช้วิธีเป่าลมเข้าทางปากและจมูกไปพร้อมกัน

2. <u>การให้โลหิตไหลเวียนโดยวิธีนวดหัวใจ</u>

เมื่อพบว่าหัวใจผู้ป่วยหยุดเต้น โดยทราบได้จากฟังเสียงหัวใจเต้นและการจับชีพจรดูการเต้นของหลอดเลือดแดงที่คอ ที่ขาหนีบ ที่ข้อพับแขน หรือที่ข้อมือ ต้องรีบทำการช่วยให้หัวใจกลับเต้นทันทีด้วยการนวดหัวใจดังวิธีการต่อไปนี้

2.1 ให้ผู้ป่วยนอนราบกับพื้นแข็งๆ หรือใช้ไม้กระดานรองที่หลังของผู้ป่วย ผู้ปฐมพยาบาล หรือผู้ปฏิบัติคุกเข่าลงข้างขวาหรือข้างซ้ายบริเวณหน้าอกผู้ป่วย คลำหาส่วนล่างสุดของกระดูกอกที่ต่อกับกระดูกซี่โครง โดยใช้นิ้วมือสัมผัสชายโครงไล่ขึ้นมา

(หากคุกเข่าข้างขวา ใช้มือขวาคลำหากระดูกอก หากคุกเข่าข้างซ้ายใช้มือซ้าย)

2.2 วางนิ้วชี้และนิ้วกลางตรงตำแหน่งที่กระดูกซี่โครงต่อกับกระดูกส่วนล่างสุด วางสันมืออีกข้างบนตำแหน่งถัดจากนิ้วชี้และนิ้วกลางนั้น ซึ่งตำแหน่งของสันมือที่วางอยู่บนกระดูกหน้าอกนี้จะเป็นตำแหน่งที่ถูกต้องในการนวดหัวใจต่อไป

2.3 วางมือข้างทับบนหลังมือที่วางในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว เหยียดนิ้วมือตรงแล้วเกี่ยวมือ 2 ข้างเข้าด้วยกัน แล้วเหยียดแขนตรงโน้มตัว ตั้งฉากหน้าอกผู้ป่วย ทิ้งน้ำหนักลงบนแขนขณะกดหน้าอกผู้ป่วยให้กระดูกอกลดระดับลง 1.5 - 2 นิ้ว เมื่อกดสุดให้ผ่อนมือขึ้นทันที โดยที่ตำแหน่งมือต้องไม่เลื่อนจากจุดที่กำหนด ขณะกดหน้าอกนวดหัวใจห้ามใช้

นิ้วมือกดลงบนกระดูกซี่โครงผู้ป่วย

2.4 เพื่อให้ช่วงเวลาการกดแต่ละครั้งคงที่และจังหวะสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจพอเหมาะกับที่ร่างกายต้องการ ให้ใช้วิธีนับจำนวนครั้งที่กด ดังนี้ 'หนึ่งและสองและสาม และสี่ และห้า...' โดยกดทุกครั้งที่นับเลขและปล่อยตอนคำว่า และสลับกันไป ให้ได้อัตราการกดประมาณ 80 - 100 ครั้งต่อนาที

ขั้นที่ 1

ขั้นที่ 2

2.5 ถ้าผู้ปฏิบัติมีคนเดียว ให้นวดหัวใจ 15 ครั้ง สลับกับการเป่าปาก 2 ครั้ง ทำสลับกันเช่นนี้จนครบ 4 รอบ แล้วให้ตรวจชีพจร และการหายใจ หากคลำชีพจรไม่ได้ต้องนวดหัวใจต่อ แต่ถ้าคลำชีพจรได้และยิ่งไม่หายใจต้องเป่าปากต่อไปอย่างเดียว

2.6 ถ้าผู้ปฏิบัติ 2 คน ให้นวดหัวใจ 5 ครั้ง สลับกับการเป่าปาก 1 ครั้ง โดยขณะที่เป่าปากอีกคนคนหนึ่งต้องหยุดนวดหัวใจ

2.7 ในเด็กแรกเกิดหรือเด็กอ่อน การนวดหัวใจใช้เพียงนิ้วหัวแม่มือกดลงกลางกระดูกหน้าอกให้ได้อัตราเร็ว 100 - 120 ครั้งต่อนาที โดยใช้นิ้วมือโอบรอบทรวงอกสองข้างแล้วใช้หัวแม่มือกด

ในการนวดหัวใจตามที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ต้องทำอย่างระมัดระวัง และถูกวิธีถ้าทำไม่ถูกวิธีหรือรุนแรงอาจเกิดอันตรายได้ เช่น กระดูกซี่โครงหัก ตับและม้ามแตกได้ โดยเฉพาะในเด็กเล็กยิ่งต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

การเป่าปาก เพื่อช่วยหายใจและการนวดหัวใจเพื่อช่วยในการไหลเวียนเลือดนี้ต้องทำให้สัมพันธ์กัน แต่อย่าทำพร้อมกันในขณะเดียวกัน เพราะจะไม่ได้ผลทั้งสองอย่าง

เมื่อช่วยหายใจและนวดหัวใจอย่างได้ผลแล้ว 1 - 2 นาที ให้สังเกตดูว่า ผู้ป่วยมีหัวใจเต้นได้เองอย่างต่อเนื่องหรือไม่ สีผิว การหายใจ และความรู้สึกตัวดีขึ้นหรือไม่ หากผู้ป่วยมีอาการดังกล่าว แสดงว่าการปฐมพยาบาลได้ผลแต่ถึงกระนั้นก็ไม่ควรเลิกช่วยเหลือจนกว่าจะส่งผู้ป่วยให้อยู่ในความดูแลของแพทย์แล้ว

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

<u>ข้อแนะนำบางประการเมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า</u>

1. ก่อนลงมือปฏิบัติงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ตรวจหรือวัดเครื่องมือว่ามีกระแสไฟฟ้าในสายไฟหรือในอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ หรือไม่
2. จะต้องต่อสายดินของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ลงดินตลอดเวลาที่ทำงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ
3. การต่อสายดินให้ต่อปลายทาง "ดิน" ก่อนเสมอ จากนั้นจึงต่อปลายอีกข้างหนึ่งของสายดินเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น
4. การสัมผัสกับอุปกรณ์ไฟฟ้าทางด้านแรงดันต่ำใดๆ หากไม่แน่ใจให้ใช้หลังมือสัมผัสก่อน
5. การจับต้องอุปกรณ์ที่มีไฟฟ้าไหลอยู่จะต้องทำโดยอาศัยเครื่องมือ หรืออุปกรณ์และวิธีการที่ถูกต้องเท่านั้น
6. เครื่องมือหรือเครื่องใช้ที่ทำงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไขควง คีม ต้องเป็นแบบที่มีฉนวนหุ้มอย่างดีและถูกออกแบบมาให้ใช้กับงานไฟฟ้า
7. ขณะทำงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมั่นใจว่าไม่มีส่วนใดของร่างกายหรือเครื่องมือที่ใช้อยู่สัมผัสกับส่วนอื่นของอุปกรณ์ที่มีไฟด้วยความพลั้งเผลอ
8. การใช้กุญแจล็อคสวิทซ์ไฟฟ้า การแขวนหรือปลดป้ายเตือนต้องทำโดยบุคคลคนเดียวกันเสมอ
9. การขึ้นที่สูงเพื่อทำงานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต้องใช้เข็มขัดนิรภัย หากไม่มีก็อาจใช้เชือกขนาดใหญ่ทุกครั้งคล้องเอาไว้กับโครงสร้างส่วนใดของอาคาร
10. การทำงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า หากเป็นไปได้ควรมีผู้คอยช่วยเหลือ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520802 |
| | เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

**คำสั่ง** จงใช้ข้อมูลจากใบข้อมูล ตอบคำถามให้ได้ความสมบูรณ์

1. อธิบายสาเหตุที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

.....

2. การป้องกันเบื้องต้นจากอันตรายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้ารั่วบนตัวอุปกรณ์มีวิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.

3. การช่วยเหลือผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูดควรจะปฏิบัติอย่างไร ๆ ข้อ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **เฉลยใบทดสอบ** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถพื้นฐาน | |
| | เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน | หัวข้อวิชา ความปลอดภัยในการทำงาน | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.7 : ป.0 - ชั่วโมง |

**<u>เฉลย</u>**

1. อธิบายสาเหตุที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้า
   1). ความบกพร่องของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้
   2). การปฏิบัติและขั้นตอนของการทำงานที่ไม่ปลอดภัย
   3). การขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายของไฟฟ้า

2. การป้องกันเบื้องต้นจากอันตรายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้ารั่วบนตัวอุปกรณ์มีวิธีการอย่างไร
   1) ควรเลือกซื้ออุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มีการรับรองมาตรฐานแล้วหรือจากบริษัทที่เชื่อถือได้
   2) อุปกรณ์ฟฟ้าจำพวก ตู้เย็น ตู้แช่ หม้อหุงข้าวไฟฟ้า ควรมีการต่อสายดินไว้เช่นเดียวกันกับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ที่มีโครงภายนอกเป็นโลหะ

3. การช่วยเหลือผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูดควรปฏิบัติอย่างไร
   1) อย่าใช้มือเปล่าแตะต้องตัวผู้ที่กำลังติดอยู่กับกระแสไฟฟ้าหรือตัวนำไฟฟ้าที่เป็นต้นเหตุให้เกิดอันตรายนั้นเป็นอันขาด เพื่อป้องกันมิให้ถูกกระแสไฟฟ้าจนได้รับอันตรายไปด้วยอีกผู้หนึ่ง
   2) รีบหาทางตัดกระแลไฟฟ้าโดยฉับไว้ จะด้วยการถอดปลั๊กหรืออ้าสวิทช์ออกก็ใช้
   3) ใช้วัตถุที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น ไม้ เชือก ลายยาง หรือพลาสติก ถุงมือยาง หรือผ้าแห้งพันมือให้หนา แล้วถึงผลักหรือฉุดตัวผู้ประสบอันตรายให้หลุดออกมาโดยเร็ว
   4) ใช้วัตถุที่ไมใช่เป็นสื่อไฟฟ้าเขี่ยลายไฟฟ้าให้หลุดออก เรือมีดนวนหุ้มพันสายไฟฟ้าให้ขาดหลุดจากผู้เคราะห์โดยเร็วที่สุด แต่กระทำด้วยวิชีดังกล่าวจะต้องมั่นใจว่าสามารถทำได้ด้วยความปลอดภัย
   5) อย่าลงไปในน้ำกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่ในบริเวณที่มีน้ำขัง ต้องหาทางเขี่ยสายไฟฟ้าออกให้พ้นหรือตัดกระแสไฟฟ้าก่อน จึงค่อยลงไปช่วยผู้ประสบอันตราย

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง คณิตศาสตร์ช่าง | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถบวกลบเศษส่วนได้
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถอธิบายหน่วยของทางไฟฟ้าได้

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม คู่มือการใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกอบรม ประกอบการฝึกอบรม

**วิธีสอน**

สอนแบบบรรยาย จำนวน 21 ชั่วโมง

**หัวเรื่อง**

1. เศษส่วน
2. ระบบทศนิยม
3. น้ำหนัก ความยาว พื้นที่ ปริมาตร

**การมอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

**การวัดผลและประเมินผล**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบใบทดสอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง คณิตศาสตร์ช่าง | งานย่อย ที่ 1 |

1. ความหมายของเศษส่วน

เมื่อสิ่งของใด ๆ ก็ตามถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วนโดยมิได้ถูกกำหนดให้เป็นเลขจำนวนเต็มเพียงคำเดียว เราเรียกค่านั้นว่าเศษส่วน เช่น $\frac{2}{3}$ , $\frac{6}{7}$ , $\frac{5}{8}$ ..... เป็นต้น

การอ่านค่าเศษส่วน เช่น $\frac{2}{3}$ เราอ่านว่า เศษสองส่วนสาม

ความหมาย คือ สองถูกหารด้วยสาม

2. การบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนเหมือนกัน

ให้หาเศษทุกตัวมาบวกหรือลบกันตามเครื่องหมายที่กำหนดแล้วหารด้วยส่วนที่เหมือนกันเพียงตัวเดียว เช่น

$$\frac{1}{8} + \frac{5}{8} = \frac{1 + 5}{8} = \frac{6}{8}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{1 + 2}{5} = \frac{3}{5}$$

$$\frac{3}{5} - \frac{2}{5} = \frac{3 - 2}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{4}{5} + \frac{1}{5} - \frac{2}{5} = \frac{4 + 1 - 2}{5} = \frac{3}{5}$$

3. <u>การบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนต่างกัน</u>

ให้นำส่วนทุกตัวนั้นมา ค.ร.น. เพื่อใช้เป็นส่วนร่วมของทุกตัว

วิธีหา ค.ร.น. ทำได้โดย

ก. เขียนส่วนทุกตัวลงในแถวเดียวกัน

ข. หาตัวหารค่าต่าง ๆ ที่สามารถหารส่วนได้ทุกตัวไปเรื่อย ๆ จนส่วนทุกตัวไปเรื่อย ๆ จนส่วนทุกตัวเป็น 1 หมด

ค. นำตัวหารทุกตัวมาคูณกันก็จะได้เป็น ค.ร.น.

เช่น $\frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{8}$ ส่วนคือ 4, 5, 8

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 4 | 5 | 8 |
| 5 | 1 | 5 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 2 |
| | 1 | 1 | 1 |

ค.ร.น. คือ 4 x 5 x 2 = 40

เมื่อได้ ค.ร.น. แล้ว เอามาเป็นตัวล่วนร่วม แล้วนำล่วนของแต่ละค่ามาหาร ค.ร.น. ได้เท่าไร เอาไปคูณเศษของมัน

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{8} = \frac{(10 \times 1) + (8 \times 1) + (5 \times 1)}{40}$$

$$= \frac{10 + 8 + 5}{40} = \frac{23}{40}$$

ดูอีกตัวอย่างหนึ่ง $\frac{2}{3} + \frac{5}{6} + \frac{7}{9}$

ค.ร.น. =

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 6 | 9 |
| 3 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1 | 2 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 |

$= 3 \times 3 \times 2 = 18$

$$\frac{2}{3} + \frac{5}{6} + \frac{7}{9} = \frac{(6 \times 2) + (3 \times 5) + (2 \times 7)}{18}$$

$$= \frac{12 + 15 + 14}{18} = \frac{41}{18}$$

ล่วนการลบก็จะเป็นเช่นเดียวกัน

4. วิธีทอนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ในบางครั้งเศษส่วนที่เราหาได้ ยังไม่สมบูรณ์ จำเป็นจะต้องทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เพื่อให้ตัวเลขดูง่ายขึ้น

เช่น $\frac{8}{4} = 2$, $\frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ , $\frac{2}{8} = \frac{1}{4}$ , $\frac{6}{9} = \frac{2}{3}$

ทำได้โดยหาตัวเลขที่มากที่สุด ซึ่งสามารถหารได้ทั้งเศษและส่วนมาหารค่าทั้งสอง

เช่น $\frac{8}{4}$ ตัวที่หารได้มากที่สุด คือ 4

$\frac{2}{8}$ " " 2

$\frac{6}{9}$ " " 3

5. การทำเศษส่วนเกินให้เป็นจำนวนเต็ม

เช่น $\frac{31}{18} = 1\frac{13}{18}$ อ่านว่าหนึ่งเศษสิบสามส่วนสิบแปด

$\frac{8}{4} = 2$, $\frac{9}{6} = 1\frac{3}{6} = 1\frac{1}{2}$

ทำได้โดยเอาส่วนไปหารเศษจนกระทั่งเหลือเศษที่น้อยกว่าส่วน

6. <u>การคูณหารเศษส่วน</u>

การคูณนั้นให้ทำโดยเอาเศษคูณกับเศษและส่วนคูณกับส่วน

เช่น $\frac{4}{5} \times \frac{1}{3} = \frac{4 \times 1}{5 \times 3} = \frac{4}{15}$ หรือ $\frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{3 \times 2}{4 \times 3} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$

ในบางกรณีเศษส่วนที่นำมาคูณกันนั้น อาจตัดกันได้ก็ให้ตัดกันก่อน แล้วจึงนำมาคูณกันอีกครั้งหนึ่ง

เช่น $\frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{1 \times 1}{2 \times 1} = \frac{1}{2}$ หรือ $\frac{5}{8} \times \frac{2}{3} = \frac{5 \times 1}{4 \times 3} = \frac{5}{12}$

ส่วนการหารนั้นก็ทำเช่นเดียวกับการคูณ แต่ให้กลับเศษส่วนของตัวหารใหม่ โดยกลับตัวเศษไปเป็นส่วน และกลับตัวส่วนมาเป็นเศษ

เช่น $\frac{2}{5} \div \frac{2}{3} = \frac{2}{5} \times \frac{3}{2} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

$\frac{1}{3} \div \frac{3}{5} = \frac{1}{3} \times \frac{5}{3} = \frac{5}{9}$

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง คณิตศาสตร์ช่าง | งานย่อย ที่ 1 |

ทศนิยม

ทศนิยม คือ จำนวนเศษส่วนที่มีส่วนเป็น 10 หรือเลขยกกำลังของ 10 เช่น 100, 1000, 100000 และอื่น ๆ อีก เช่น

$$\frac{1}{10} \quad , \quad \frac{25}{100} \quad , \quad \frac{125}{1000}$$

$\frac{1}{10} = 0.1$

$\frac{25}{100} = 0.25$

$\frac{125}{1000} = 0.125$

นั่นเป็นที่สังเกตุได้ว่า ตัวเลขของเศษนั้นก็คือ ตัวเลขที่เขียนไว้หลังจุดทศนิยม โดยทศนิยมนั้นจะมีกี่ตำแหน่งก็ดูได้จากจำนวนเลขศูนย์ของส่วน

การเปลี่ยนทศนิยมให้เป็นเศษส่วน

ตัวอย่าง ก. จงเปลี่ยน 0.005 ให้เป็นเศษส่วน

วิธีทำ

$0.005 = \frac{5}{1000}$

$\frac{5}{1000} = \frac{1}{200}$

ตัวเลขที่อยู่หลังจุดทศนิยมก็คือ ตัวเลขที่เป็นเศษของจำนวนเศษส่วน แต่ทศนิยมมี 3 ตำแหน่ง เพราะฉะนั้นจำนวนส่วนก็ต้องมีเลขศูนย์อยู่ 3 ตัว ก็คือ 1000 นั่นเอง เสร็จแล้วก็ทำจำนวนเศษส่วนนั้นให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

$0.005 \quad \frac{1}{200}$

$\frac{1}{200}$ เป็นเทอมของเศษส่วนอย่างต่ำ

ตัวอย่าง ข. จงเปลี่ยน 0.96875 ให้เป็นเศษส่วน

วิธีทำ

$0.96875 = \frac{96875}{100000}$

$= \frac{96875 \div 125}{100000 \div 125}$

$= \frac{775 \div 25}{800 \div 25} = \frac{31}{32}$

$\therefore 0.96875 = \frac{31}{32}$

ตัวเศษของจำนวนเศษส่วนก็คือ ตัวเลขที่ได้มาจากหลังจุดทศนิยมและจำนวนส่วนที่มีเลขศูนย์ 5 ตัว ก็เพราะตัวเลขนั้นอยู่หลังจุดทศนิยม 5 ตำแหน่ง เศษส่วนที่ได้มานั้นเราไม่สามารถทอนให้เป็นอย่างต่ำได้ทันทีที่มองเห็น เราจึงหาเลขตัวหนึ่งที่ตัดได้ทั้งเศษและส่วนลงตัว คือ 125 เสร็จแล้วก็ทำให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

$\frac{31}{32}$ เป็นเทอมของเศษส่วนอย่างต่ำ

การบวกและลบทศนิยม

ตัวอย่าง จงบวก 1.728 0.0084 และ 6.52

1.728
0.0084 ตัวรวม
6.52
8.2564

เขียนตัวรวมของแต่ละจำนวนโดยให้จุดทศนิยมตรงกันทั้งตัวเลขที่อยู่ก่อนหน้าจุดทศนิยมและหลังทศนิยม เสร็จแล้วก็บวกแบบบวกเลขธรรมดา

ตัวอย่าง จงลบ 82.875 ออกจาก 125.68

125.680 ตัวตั้ง
82.875 ตัวลบ
42.805 ผลต่าง

ก็ทำเช่นเดียวกับการบวก คือ เขียนหลักทศนิยมให้ตรงกัน ถ้าตัวตั้งมีจำนวนเลขหลังจุดทศนิยมน้อยกว่าตัวเลขก็ให้ใส่เลขศูนย์เพิ่มเข้าไป จนมีจำนวนเท่ากัน เสร็จแล้วก็ลบกันเหมือนการลบเลขธรรมดา

การคูณและหารทศนิยม

ตัวอย่าง จงคูณ 27.6 ด้วย 8.322

27.63 ตัวตั้ง
8.322 ตัวคูณ
5526
5526
8289
22104
229.93686 ผลลัพธ์

การคูณทศนิยมก็ใช้วิธีคูณเหมือนการคูณเลขธรรมดา พอได้ผลลัพธ์ออกมาแล้ว จึงนับจุดทศนิยมโดยเริ่มจากทางขวามือว่ามีกี่ตำแหน่ง ตำแหน่งของจุดทศนิยมหาได้โดยหาผลรวมของจำนวนจุดทศนิยมของตัวตั้งและตัวคูณ

จากตัวอย่างข้างบน จะเห็นได้ว่า ตัวตั้งมีทศนิยม 2 ตำแหน่งและตัวคูณมี 3 ตำแหน่ง ดังนั้นผลรวมของจุดทศนิยมทั้งหมดมี 5 ตำแหน่ง แล้วเราก็นำใส่จุดทศนิยมที่ผลลัพธ์โดยเริ่มนับจากทางด้านขวามือไป จากผลลัพธ์ที่ได้ คือ 229.93868 จะเห็นว่าตัวเลขหลังจุดทศนิยมนั้นมีถึง 5 ตำแหน่ง ซึ่งบางครั้งในทางปฏิบัติงานทางด้านช่างนั้นไม่มีความจำเป็น ดังนั้นการตัดสินใจว่าจะเอาทศนิยมกี่ตำแหน่งนั้นก็ขึ้นอยู่กับชนิดของงาน จากตัวอย่างที่แล้วมา ถ้าเราต้องการจุดทศนิยมเพียง 3 ตำแหน่ง เราต้องทำการ

ตัวอย่าง ค) จงทำ 2.6365 และ 2.6375 ให้มีทศนิยม 3 ตำแหน่ง

วิธีทำ

ตัวเลขตัวสุดท้ายยังคงเหลืออยู่

A. 2.6365 = 2.636

ตัวเลขตัวแรกของจำนวนที่ปัดทิ้งไป

B. 2.6375 = 2.638

ถ้าตัวเลขตัวแรกของจำนวนที่ปัดทิ้งไปมีค่าเท่ากับ 5 พอดี ให้พิจารณาดังนี้ ถ้าตัวเลขตัวสุดท้ายที่ยังคงเหลืออยู่เป็นเลขคู่ ก็ให้คงอยู่เหมือนเดิมไม่มีการปัดขึ้น ดังตัวอย่าง A แต่ถ้าตัวเลขตัวสุดท้ายของจำนวนที่เหลืออยู่เป็นเลขคี่ก็ให้ปัดขึ้น โดยเพิ่มไปอีก 1 ดังตัวอย่าง B

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง คณิตศาสตร์ช่าง | งานย่อย ที่ 1 |

หัวข้อเรื่อง น้ำหนัก, ความยาว, พื้นที่, ปริมาตร

## เครื่องหมาย

| สัญญลักษณ์ | อ่านว่า |
|---|---|
| " | นิ้ว |
| ' | ฟุต |
| o | องศา |
| ม$^2$ | ตารางเมตร |
| ม$^3$ | ลูกบาศก์เมตร |
| Ø dia | เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม |
| ฟ$^3$ | ลูกบาศก์ฟุต |
| lbs | ปอนด์ |
| kgs | กิโลกรัม (ก.ก) |
| $\pi$ | พาย $\frac{22}{7}$ หรือ 3.1416 |

มาตราน้ำหนักอังกฤษ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27.244 | เกรน | เท่ากับ | 1 | แดรม |
| 36 | แดรม | = | 1 | เอาส์ |
| 16 | เอาส์ | = | 1 | ปอนด์ |
| 14 | ปอนด์ | = | 1 | สะโตน |
| 28 | ปอนด์ | = | 1 | ควอเตอร์ |
| 4 | ควอเตอร์ | = | 1 | อันเดทเวท (112 ปอนด์) |
| 20 | อันเดรทเวท | = | 1 | ตัน (2240 ปอนด์) |

มาตราชั่งเมตริก

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | มิลลิกรัม | (ม.ก.) | = | 1 | เซนติกรัม |
| 10 | เซนติกรัม | (ซ.ก.) | = | 1 | เดซิกรัม |
| 10 | เดซิกรัม | (ด.ก.) | = | 1 | กรัม |
| 10 | เดคากรัม | (เด.ก.) | = | 1 | เฮกโตกรัม |
| 10 | เฮกโตกรัม | (ฮ.ก.) | = | 1 | กิโลกรัม |
| 10 | กิโลกรัม | (ก.ฏ.) | = | 1 | มิเรียกรัม |
| 1000 | กิโลกรัม | | = | 1 | ตัน |

มาตราเมตริก

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | มิลลิเมตร | (ม.ม.) | = | 1 | เซนติเมตร |
| 10 | เซนติเมตร | (ซ.ม.) | = | 1 | เดซิเมตร |
| 10 | เดซิเมตร | (ด.ม.) | = | 1 | เมตร |
| 10 | เมตร | (ม.) | = | 1 | เดคาเมตร |
| 10 | เดคาเมตร | (เด.ม.) | = | 1 | เฮกโตเมตร |
| 10 | เฮกโตเมตร | (ฮ.ม.) | = | 1 | กิโลเมตร |
| 10 | กิโลเมตร | (ก.ม.) | = | 1 | มิลิอาเมตร |

เทียบมาตราวัดระยะ

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| อังกฤษ | 1 | นิ้วฟุต | = | 2.54 | ซม. | | | |
| | 1 | ฟุต | = | 12 | นิ้วฟุต | = | 30.48 | ซ.ม. |
| | 1 | หลา | = | 3 | ฟุต | = | 91.44 | ซ.ม. |
| | 1 | ไมล์ | = | 1760 | หลา | = | 1.6093 | ก.ม. |
| เมตริก | 1 | เซนติเมตร | = | 10 | มิลลิเมตร | = | 0.3937 | นิ้วฟุต |
| | 1 | เมตร | = | 100 | เซนติเมตร | = | 1.0936 | หลา |
| | 1 | ก.ม. | = | 1000 | เมตร | = | 0.621 | ไมล์ |

สูตรหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยม

เมื่อให้ A = พื้นที่ของเสี่เหลี่ยม

A = กว้าง X ยาว ตารางหน่วย

และสูตรการหาพื้นที่ของวงกลม

$= \pi r^2$ (เมื่อให้ r = รัศมีของวงกลม)

ปริมาตร

กำหนดให้ ด้านทั้งสี่ ความสูง และหนา = 1

จากสูตร การหาปริมาตร(V) = กว้าง . ยาว . สูง

= 1 . 1 . 1

สี่เหลี่ยม

ลูกบาศก์ $V = 1^3$ ลูกบาศก์หน่วย

แท่ง

สี่เหลี่ยมคัน กำหนดให้ ความสูง = h ความกว้าง = $l_1$

และความลึก = $l_2$

จากสูตรหาปริมาตร (V) = กว้าง. ลึก . สูง

$= l_1 . l_2 . h$

$V = l_1 . l_2 . h$ ลูกบาศก์หน่วย

กำหนดให้ ความสูง = h

เส้นผ่าศูนย์กลาง = d

จากสูตรหาปริมาตร (V) = $\pi$ l dh

V = $\pi$ l dh ลูกบาศ์กหน่วย

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบทดสอบและเฉลย** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า 2 |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง คณิตศาสตร์ช่าง | หัวข้อวิชา คณิตศาสตร์ช่าง | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.4 : ป.0 - ชั่วโมง |

**<u>จงหาคำตอบต่อไปนี้</u>**

1. $\frac{1}{5}+\frac{2}{5}+\frac{3}{5}$

2. $\frac{4}{5}-\frac{2}{5}-\frac{1}{5}$

3. $\frac{7}{12}+\frac{3}{10}+\frac{8}{15}$

4. $\frac{7}{10}-\frac{2}{5}-\frac{1}{4}$

**<u>เฉลย</u>**

1. $\frac{1+2+3}{5}=\frac{6}{5}=1.2$

2. $\frac{4-2-1}{5}=\frac{1}{5}=0.2$

3. $\frac{(7x10)+(12x3)+(7x8)}{37}=\frac{70+36+56}{37}=\frac{162}{37}=4.38$

4. $\frac{(7x5)-(2x10)-(1x7)}{1}=\frac{32-20-7}{1}=\frac{8}{1}=8$

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถมีความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถมีความรู้เกี่ยวกับกำลังในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างถูกต้อง

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม คู่มือการใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกอบรม ประกอบการฝึกอบรม

**วิธีสอน**

สอนแบบบรรยาย จำนวน 21 ชั่วโมง

**หัวเรื่อง**

1. ระบบไฟฟ้ากระแสตรงและระบบไฟฟ้ากระแสสลับ
2. การต่อวงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม
3. กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ความถี่ไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า
4. ฉนวนและตัวนำไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า

**การมอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

**การวัดผลและประเมินผล**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติตามแบบใบงานทดสอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในวัตถุธาตุทุกชนิด ตามข้อพิสูจน์ทางวิยาศาสตร์ย่อมเป็นที่ทราบกันแล้วว่า วัตถุธาตุชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโลกประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ที่เรียกว่า **"อะตอม"** ในแต่ละอะตอมประกอบด้วยโปรตรอน นิวตรอน และอิเลคตรอนอยู่มากมาย สำหรับโปรตรอนและนิวตรอนนั้น อยู่นิ่งไม่เคลื่อนไหว ส่วนอิเลคตรอนนั้นสามารถที่จะ "เคลื่อนไหว" จากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งได้ การเคลื่อนไหวจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งของอิเลคตรอนนี้เอง คือสิ่งที่เราเรียกว่า ไฟฟ้า

## *การไหลของไฟฟ้า*

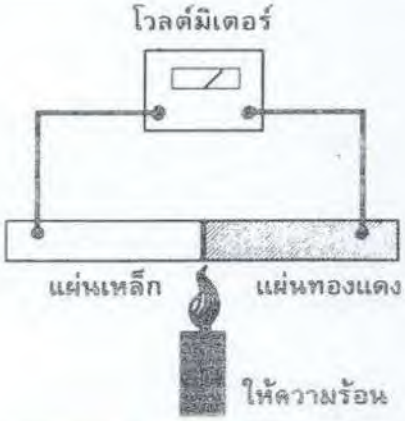
ตามปกติไฟฟ้าจะไหลไปตามเส้นลวดที่เรียกว่า **"ตัวนำไฟฟ้า"** และไหล่ติดต่อครบรอบหรือครบวงจร เริ่มต้นจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วไหลไปตามสายจนถึงหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งจะแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือลดลงแล้วแต่กรณี และไฟฟ้าจะไหลจากหม้อแปลงเข้าไปถึงอาคารบ้านเรือนซึ่งไฟฟ้าให้ประโยชน์ต่าง ๆ แล้วไฟฟ้าจะไหลกลับไปตามสายอีกเส้นหนึ่งที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลงจะมีการต่อสายลงดินไว้สำหรับเป็นทางให้ไฟฟ้าไหลกลับ ได้ครบวงจรในกรณีที่สายเส้นใดเส้นหนึ่งขาด

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

# แหล่งกำเนิดของไฟฟ้ากระแส

## 1) โดยเอาของ 2 สิ่งต่างชนิดกัน

ซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้า เช่น เอาโลหะสองชนิดมาสัมผัสกันทำให้เกิดความร้อนขึ้นตรงหน้าสัมผัส จะเกิดมีกระแสไหลสังเกตให้เห็นได้โดยใช้โวลต์มิเตอร์วัดดังรูป



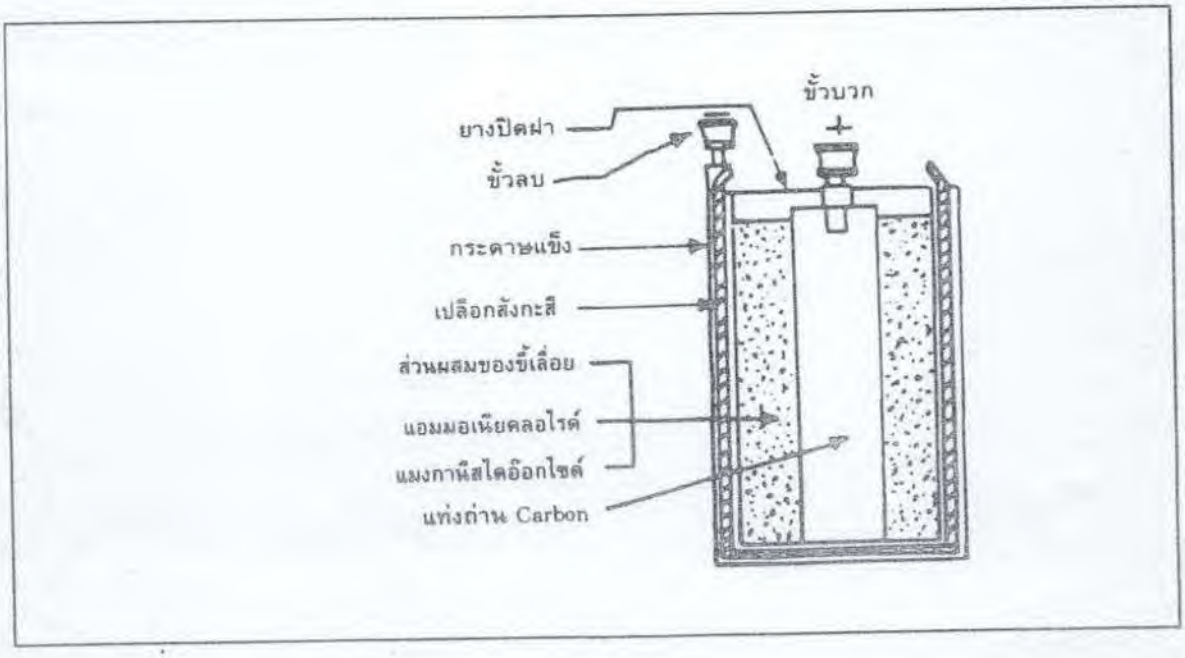

## 2) โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมี

ได้แก่ เซลไฟฟ้า เซลไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดหนึ่งซึ่งให้กำลังไฟฟ้าด้วยปฏิกิริยาภายในเซลไฟฟ้า ที่ได้จากเซลไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ถ้าต้องการแรงดัน หรือกระแสจำนวนสูง จะต้องทำเซลไฟฟ้าหลาย ๆ เซล ต่อกันเข้าเป็นแบบอนุกรม ขนาน หรือผสม เรียก เซลไฟฟ้าหลาย ๆ เซลที่ต่อกันนี้ว่า "แบตเตอรี่" (Bailery) บางคนเข้าใจผิดเรียกเซลไฟฟ้าเดียวว่า แบตเตอรี่ ซึ่งไม่ถูกต้อง แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์เป็นตัวอย่างอย่างหนึ่งที่นำเซลไฟฟ้าหลาย ๆ เซลมาต่ออนุกรมกัน เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น (เซลต่ออนุกรมกันได้แรงดันสูง เซลต่อขนานกันได้กระแสไฟฟ้าสูง)

เซลไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ

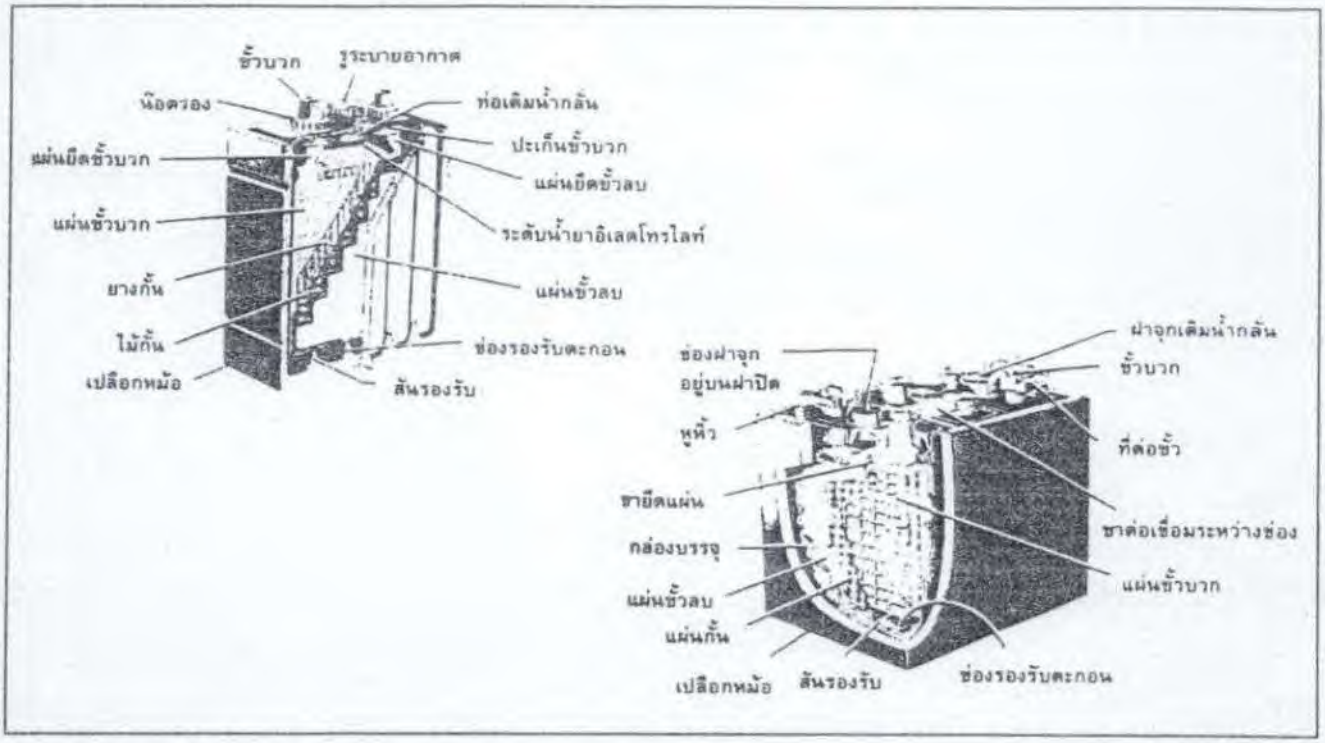
ก.) เซลปฐมภูมิ (Primary cell)

ได้แก่ ถ่านไฟฉาย เมื่อใช้หมดแล้วก็ทิ้งไปเลย นำก้อนใหม่มาใช้แทน เซลไฟฟ้าแบบปฐมภูมิ มีอยู่อีก 2 ชนิด คือ ชนิดเปียกและชนิดแห้งทั้งสองชนิดต่างกันตรงสภาพอิเลคโทรไลท์ เซลเปียก (Wet cells) ใช้อิเลคโทรไลท์ที่อยู่ในสภาพของเหลว ส่วนเซลแห้ง(Dry cells) ใช้สารที่ดูดเอาอิเลคโทรไลท์ไว้แล้วนำสารนั้นไปจัดใช้ระหว่างอิเลคโทรดทั้งสอง เซลแห้งดีกว่าเซลเปียกตรงที่ไม่มีอิเลคโทรไลท์หกออกมา โปรดจำไว้ว่าเซลแห้งไม่ได้แห้งจริง ๆ เพราะถ้าแห้งจริงๆ แล้วย่อมจะไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เป็นผลให้ไม่ได้พลังงานจากเซล



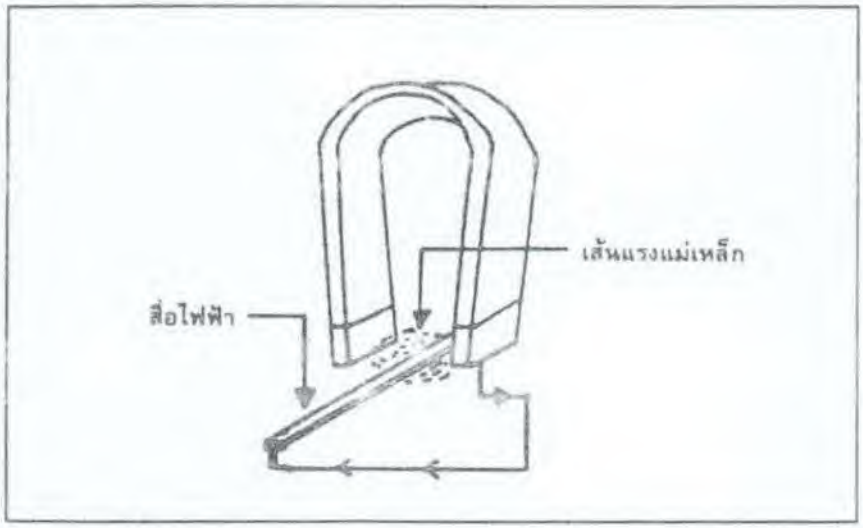
ข.) เซลทุติยภูมิ (Secondary Cell)

เซลชนิดนี้เมื่อใช้หมดแล้วนำมาประจุ (Charge) ใหม่ได้ ได้แก่ แบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งสามารถรับประจุและถ่ายประจุได้หลายครั้งจนกว่าจะหมดอายุไป



## 3) โดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก

คือ เอาสื่อไฟฟ้ามาทำปฏิกิริยา ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก หรือเอาเส้นแรงแม่เหล็กทำปฏิกิริยาตัดสื่อไฟฟ้า ดังรูป




วิธีการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบนี้ เป็นหลักวิธีการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ได้ผลและมีประสิทธิภาพกว่าวิธีอื่น ๆ

## ชนิดของไฟฟ้า

*โดยทั่วไป ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ*

### 1) ไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic)

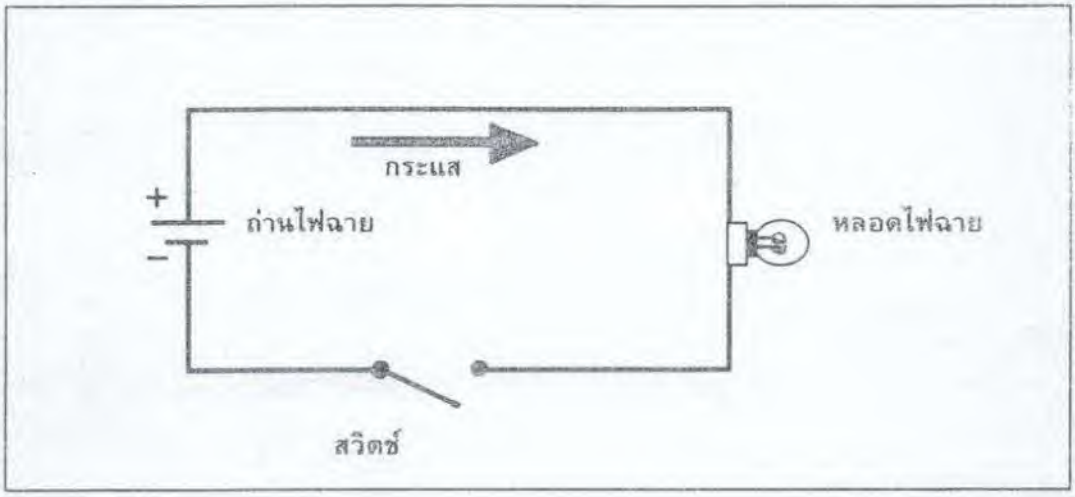
หมายถึง ไฟฟ้าที่อยู่กับที่ทำการทดลองโดยเอาแท่งยางแข็งถูกับผ้าขนสัตว์ แท่งยางแข็งจะได้รับอิเล็กตรอนเกินจำนวนปกติ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบ แต่เนื่องจากแท่งยางแข็งไม่ได้ต่อกับสารอื่น ดังนั้นจึงไม่มีการเคลื่อนไหวของอิเล็กตรอน ไฟฟ้าจึงยังอยู่กับที่ในแท่งยางแข็งนั้นไม่ไปไหน แต่มักจะอยู่ตามผิวของแท่ง

## 2) ไฟฟ้ากระแส (Current Electric)

หมายถึง ไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอย่างต่อเนื่อง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

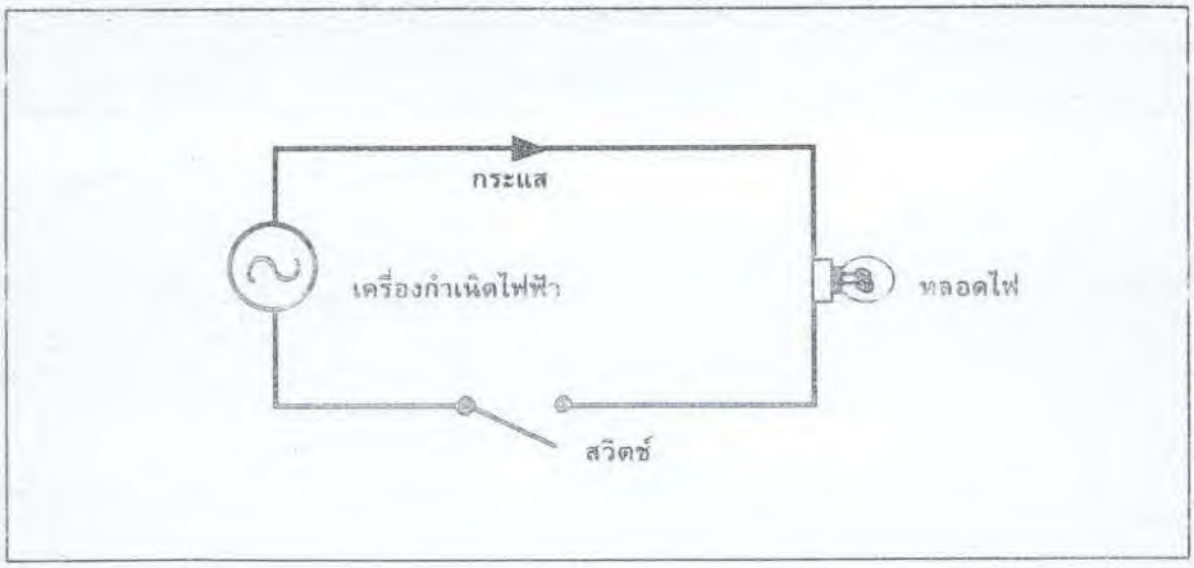
**2.1) ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current)** หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่มีอิเล็กตรอนไหลไปทางเดียวเสมอ เช่น เมื่อเราใช้สายไฟต่อขั้วลบของถ่านไฟฉายกับหลอดไฟแบบมีไส้เล็ก ๆ ก็จะเกิดการถ่ายเทประจุขึ้น คือ อิเล็กตรอนจะไหลออกจากขั้วลบของถ่านไฟฉายไปตามสายไฟ ผ่านไส้หลอดและกลับมายังขั้วบวกของถ่านไฟฉายครบวงจร

แต่ในทางเทคนิค เรากำหนดให้ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับทิศทางการไหลของอิเลคตรอน กล่าวคือกระแสไฟฟ้าไหลออกจากขั้วบวกของถ่านไฟฉายไปตามสายผ่านหลอดไฟและกลับมายังขั้วลบของถ่านไฟฉาย ครบวงจร แต่เนื่องจากขั้วลบและขั้วบวกของถ่านไฟฉาย อยู่ประจำที่เสมอไม่กลับขั้วกันไปมา ดังนั้น อิเลคตรอนก็จะไหลไปทางเดียวตลอดไปจากถ่านไฟฉายและแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ ซึ่งเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรง



2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current) คือ ไฟฟ้าที่ขั้วบวกและขั้วลบไม่อยู่กับที่ แต่เปลี่ยนตำแหน่ง โดยการกลับขั้วไปมาอย่างสม่ำเสมอในเวลาที่กำหนด ทิศทางการไหลของอิเลคตรอนจะเปลี่ยนกลับไป-กลับมาด้วย เราเรียกกระแสไฟฟ้าชนิดนี้ว่า **"กระแสไฟฟ้าสลับ"** เช่น ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนหรือตามที่พักอาศัย เป็นต้น การไหลของกระแสจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ และจากขั้วลบไปยังขั้วบวก สลับ 1 ครั้ง เรียกว่า 1 ไซเกิ้ล (Cycle)

ไฟฟ้ากระแสสลับในประเทศไทย ใช้ความถี่ 50 ไซเกิ้ลต่อวินาที

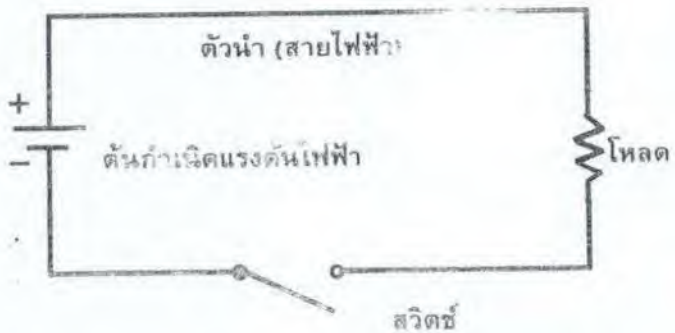


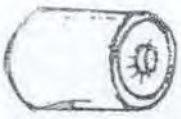
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า หมายถึง ทางเดินของกระแสไฟฟ้าเป็นวงรอบ เริ่มจากขั้วบวกของต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้าไปตามตัวนำ (สายไฟฟ้า) ผ่านโหลด และจากโหลดไปตามตัวนำ กลับไปยังขั้วลบของต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อกันเพื่อทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเป็นวงครบรอบได้ วงรอบนี้เรียกว่า "วงจรไฟฟ้า" เพื่อที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลไปมาได้ครบวงจร ตามรูป



ถ่านไฟฉาย

หลอดไฟฉาย

*ตามรูปที่แสดง* จะเห็นว่าการทำงานของวงจรไฟฟ้า จะเริ่มตั้งแต่การสับสวิตช์ก่อนจึงจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรนี้ตลอดเวลา โดยทั่ว ๆ ไปทุกทุกวงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วย

1. ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า (Voltage Source )
2. โหลด (Load)
3. ตัวนำไฟฟ้า (Conductor)
4. สวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ป้องกัน (Switch and Protective Equipment)

## 1) ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ในวงจรไฟฟ้า ซึ่งจะทำหน้าที่ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับโหลด (Load) ตัวอย่าง เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดใหญ่ตามโรงเครื่องจักรต่าง ๆ (จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าสลับ) หรือแบตเตอรี่ และถ่านไฟฉาย (จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าตรง) เป็นต้น

## 2) โหลด

หมายถึง อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่ใช้แรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะทำงานได้ต่อเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่านั้น ถ้ามีกระแสไหลผ่านมาก เราจะเรียกว่ามีปริมาณโหลดมาก

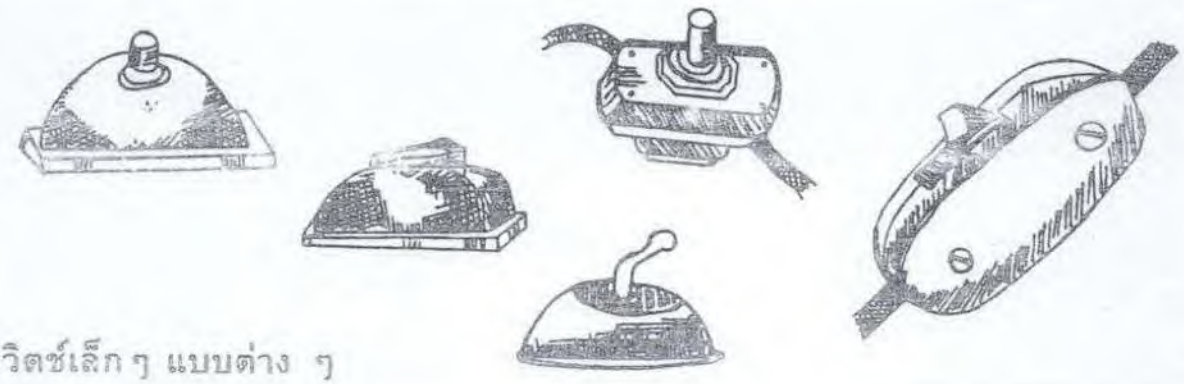
## 3) ตัวนำไฟฟ้า

ทำหน้าที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไหลผ่านได้สะดวกต่ออยู่ระหว่างต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากับโหลด ตัวนำไฟฟ้าที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ สายไฟ ซึ่งทำด้วยโลหะทองแดงหรืออะลูมิเนียม เป็นต้น สำหรับบริเวณรอยต่อระหว่างสายไฟกับสายไฟหรือสายไฟกับอุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งต้องการให้หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าดี อาจจะใช้ตัวต่อทำด้วยโลหะเงิน ทองแดง อะลูมิเนียม หรือเคลือบด้วยโลหะเงินตามผิวโลหะทั้งสองดังกล่าว เพราะโลหะเงินจะนำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุด แต่ราคาแพงกว่าทองแดงและอะลูมิเนียมมาก

## 4) สวิตช์

คือ เครื่องมือสำหรับตัดตอนกระแสไฟฟ้าเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าไหลอยู่ตลอดเวลา ถ้าหากสวิตช์ปิดไฟฟ้าจะดับ ซึ่งแสดงว่า ไม่มีกระแสไหลในวงจรอีกต่อไป

หมายเหตุ กระแสจะไหลได้ในวงจรปิดเท่านั้น



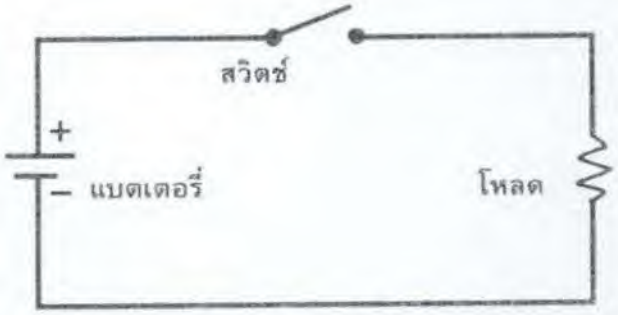
สวิตช์เล็ก ๆ แบบต่าง ๆ

## ลักษณะของวงจรไฟฟ้า

แบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

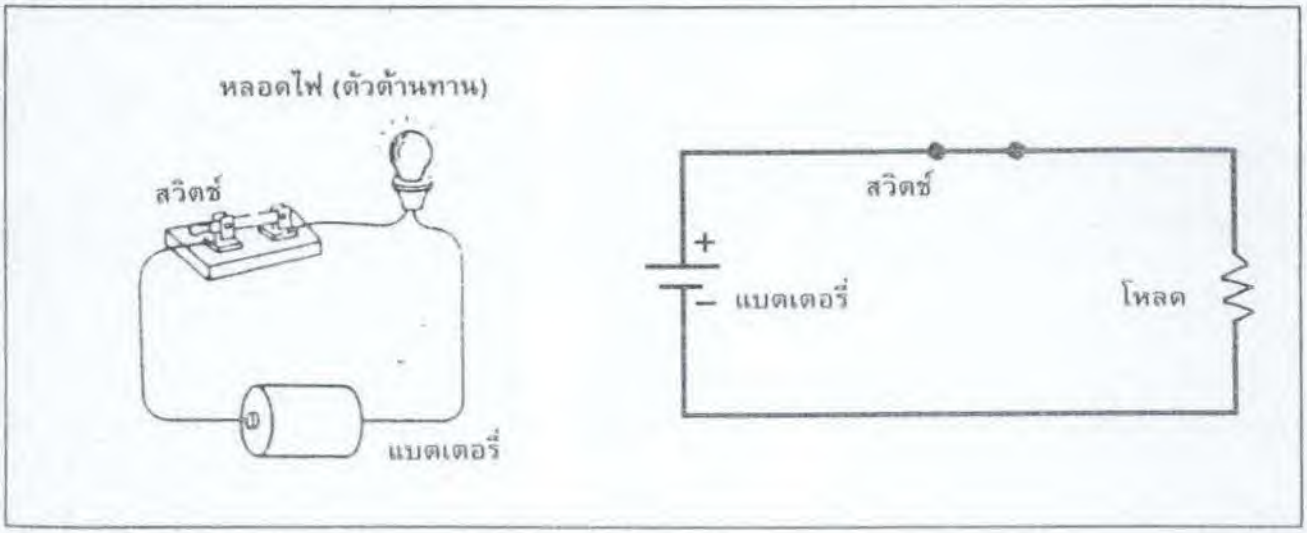
### 1) วงจรเปิด (open circuit)

หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ไหลจากจุดหนึ่งไปยังจุดเดียวหรือจุดหลายจุด แต่ไม่ไหลกลับสู่ที่เดิมได้ ซึ่งหมายถึงวงจรนี้เป็นวงจรเปิด คือไม่มีกระแสไหลในวงจรนั่นเอง ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือหลอดแสงสว่างที่อยู่ในวงจรนี้จะไม่ทำงานหรือไม่ติดนั่นเอง



## 2) วงจรปิด (Closed circuit)

หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ไหลจากจุดจุดหนึ่งไปยังจุดจุดเดียวหรือหลายจุด แล้วกลับมาสู่ที่เดิม วงจรนี้เราเรียกว่า วงจรปิดหรือครบวงจร วงจรนี้จะมีกระแสไหลในวงจร อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือหลอดแสงสว่างที่อยู่ในวงจรนี้จะทำงานและติดสว่าง




## การลัดวงจร

การลัดวงจรจะเกิดขึ้นได้ เมื่อความต้านทานของวงจรหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจรมีค่าลดต่ำลงจากค่าปกติ จนมีความต้านทานเป็นศูนย์ ลักษณะนี้จะเกิดขึ้นได้ ถ้าปลายทั้งสองของความต้านทานในวงจรต่อกันโดยตรง หรือปลายสายของตันกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามาแตะกันหรือสายไฟที่มีไฟสองสายที่ไม่มีฉนวนหุ้มมาแตะกันหรือต่อสายในวงจรไม่ถูกต้อง

## *กฎของโอห์ม (Ohm's law)*

*"กระแสไฟที่ไหลในวงจรจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า และเป็นปฏิภาคส่วนกลับกับความต้านทาน"* นั่นคือ

$$\text{กระแสไฟฟ้า} = \frac{\text{แรงดันไฟฟ้า}}{\text{ความต้านทาน}}$$

$$\text{หรือ} \quad \text{แอมแปร์} = \frac{\text{โวลต์}}{\text{โอห์ม}}$$

$$\text{หรือ} \quad I = \frac{E}{R}$$

เมื่อ I = จำนวนกระแสเป็นแอมแปร์

E = แรงดันไฟฟ้าเป็นโวลต์

R = ความต้านทานเป็นโอห์ม

จะได้สูตรซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม คือ

$$I = E/R$$

$$R = E/I$$

$$E = IR$$

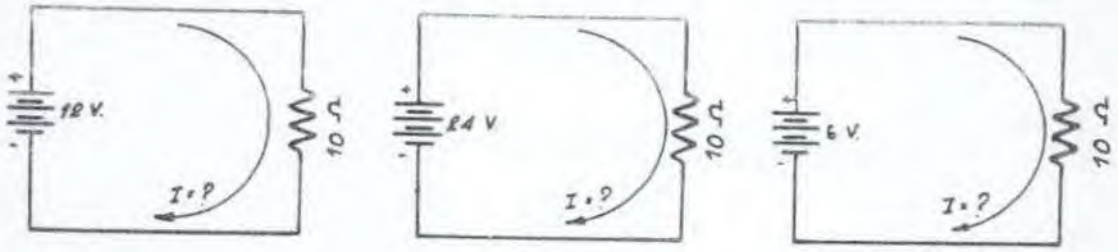
## จากกฎของโอห์ม

(1) กระแสไฟฟ้าในวงจรหาได้จากแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้ หารด้วย ความต้านทานของวงจร

(2) ความต้านทานของวงจรหาได้จากแรงดันไฟฟ้า หารด้วย กระแสไฟฟ้าในวงจร

(3) แรงดันไฟฟ้าหาได้จากการเอากระแสในวงจร คูณกับ ความต้านทานของวงจร

**ตัวอย่าง** **จากรูป (ก), (ข) และ (ค) จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร**




(ก) (ข) (ค)

<u>วิธีทำ</u> กระแสไฟฟ้าในวงจร $I = E/R$

จากรูป (ก) $E = 12V,\ R = 10,\ I = ?$

แทนค่า E และ R จะได้

$$I = \frac{12}{10}$$

$$= 1.2 \text{ แอมแปร์}$$

จากรูป (ข) $E = 24V,\ R = 10,\ I = ?$

แทนค่า E และ R จะได้

$$I = \frac{24}{10}$$

$$= 2.4 \text{ แอมแปร์}$$

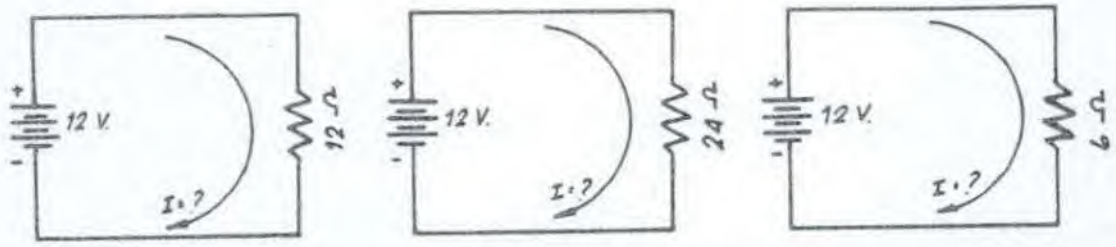
จากรูป (ค) E = 6V, R = 10, I = ?

แทนค่า E และ R จะได้

$$I = \frac{6}{10}$$

$$= 0.6 \text{ แอมแปร์}$$

**ตัวอย่าง** จากรูป (ก), (ข) และ (ค) จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร




(ก) (ข) (ค)

<u>วิธีทำ</u> กระแสไฟฟ้าในวงจร I = E/R

จากรูป (ก) E = 12V, R = 12, I = ?

แทนค่า E และ R จะได้

$$I = \frac{12}{12}$$

$$= 1 \text{ แอมแปร์}$$

จากรูป (ข) E = 12V, R = 24, I = ?

แทนค่า E และ R จะได้

$$I = \frac{12}{24}$$

$$= 0.5 \text{ แอมแปร์}$$

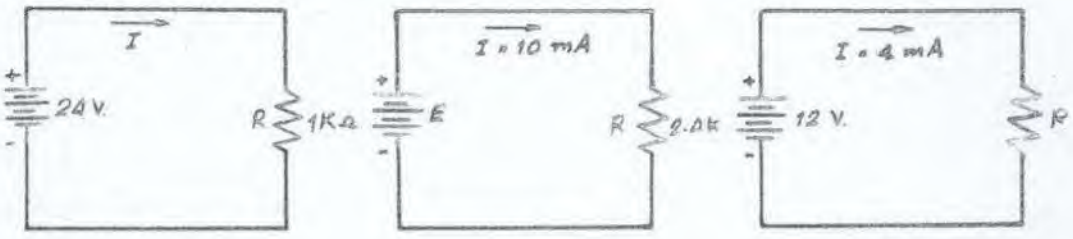
จากรูป (ค) E = 12V, R = 6, I = ?

แทนค่า E และ R จะได้

$$I = \frac{12}{6}$$

$$= 2 \text{ แอมแปร์}$$

**ตัวอย่าง** จากรูป (ก), (ข) และ (ค) จงหาค่าที่ยังไม่ทราบ




(ก) (ข) (ค)

วิธีทำ จากรูป (ก) E = 24 โวลต์

R = 1K = 1,000 โอห์ม

I = ?

แทนค่า I = E/R

$= \frac{24}{1000}$

= 0.024 แอมแปร์

= $24 \times 10^{-3}$ แอมแปร์

= 24 มิลลิแอมแปร์

จากรูป (ข) E = ?

R = 2.4K = $2.4 \times 10^{3}$ = 2,400 โอห์ม

I = 10 mA = $10 \times 10^{-3}$ = 0.010 แอมแปร์

แทนค่า E = IR

= $(10 \times 10^{-3}) \times (2.4 \times 10^{3})$

= 24 โวลต์

จากรูป ค E = 12 โวลต์

R = ?

I = 4mA = $4 \times 10^{-3}$ แอมแปร์

แทนค่า R = E/I

$= \frac{12}{4 \times 10^{-3}}$

$= \frac{12 \times 10^{3}}{4}$

= 3,000 โอห์ม

= 3K

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

ตัวอย่าง จากรูป จงหากระแสที่ไหลผ่านหลอดไฟ และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอด

วิธีทำ จากกฎของโอห์ม $I = E/R$

$I = ?$

$E = 12$ โวลต์

$R = 100$ โอห์ม

แทนค่า $I = \frac{12}{100}$

$= 0.12$ แอมแปร์

แรงดันตกคร่อมหลอดไฟ $= V_L$

$V_L = I \times R_L$

$= 0.12 \times 100$

$= 12$ โวลต์

**ตัวอย่าง** มอเตอร์ตัวหนึ่งกินกระแสไฟฟ้า 11 แอมแปร์ วัดความต้านทานได้ 20 โอห์ม อยากทราบว่าจะต้องนำมอเตอร์ตัวนี้ไปใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาดเท่าไร ?

วิธีทำ

$I = 11$ แอมแปร์

$R = 20$ โอห์ม

$E = ?$

$E = IR$

$= 11 \times 20$

$= 220$ โวลต์

## *กำลังไฟฟ้า*

**กำลังไฟฟ้า** หมายถึง อัตราการทำงานหรือความสามารถในการเปลี่ยนแปลง พลังงานจากลักษณะหนึ่งไปสู่อีกลักษณะหนึ่ง

กำลังไฟฟ้า ใช้ตัวย่อ P มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt)

กำลังไฟฟ้า หาได้จาก การนำแรงดันไฟฟ้าคูณกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

$$P = EI$$

กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ คือ กำลังที่เกิดจากการใช้แรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ ดันให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ไหลผ่านความต้านทาน 1 โอห์ม

1 วัตต์ = 1 โวลต์ x 1 แอมแปร์

หรือ $P = EI$

จากกฎของโอห์ม

$I = E/R$ และ $E = IR$

$\therefore P = E \times E/R$

$$= \frac{E^2}{R}$$

และ $P = IR \times I$

$$= I^2R$$

นั่นคือ

$$P = EI = \frac{E^2}{R} = I^2R$$

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**ตัวอย่าง** หลอดไฟฟ้ามีความต้านทานของไส้หลอด 60 โอห์ม นำไปใช้กับแรงดันไฟฟ้า 200 โวลต์ จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในหลอด

วิธีทำ จากโจทย์ $E = 220$ โวลต์

$R = 60$ โอห์ม

$P = ?$

แทนค่า $P = \frac{E^2}{R}$

$= \frac{(220)^2}{60}$

$= 80.5$

$\therefore$ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ $= 80.5$ วัตต์

**ตัวอย่าง** เตารีดไฟฟ้าขนาด 700 วัตต์ ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ อยากทราบว่าเตารีดจะกินกระแสเท่าใด ?

วิธีทำ จากโจทย์ $P = 700$ วัตต์

$E = 220$ โวลต์

$I = ?$

แทนค่า $I = \frac{P}{E}$

$= \frac{700}{220}$

$= 3.4$ แอมแปร์

$\therefore$ เตารีดกินกระแส $= 3.4$ แอมแปร์

| ลำดับ | ชนิด | วัตต์ |
|---|---|---|
| 12 | เครื่องทำให้อากาศชื้น | 50 |
| 13 | พัดลมเพดาน | 370 |
| 14 | พัดลมตั้งโต๊ะ | 75 |
| 15 | เครื่องดูดฝุ่น | 375 |
| 16 | เครื่องขัดพื้น | 245 |
| 17 | เครื่องโกนหนวดไฟฟ้า | 15 |
| 18 | เครื่องอบผม | 245 |
| 19 | จักรเย็บผ้า | 75 |
| 20 | ตู้เย็น | 205 |
| 21 | ตู้แช่ | 270 |
| 22 | เครื่องทำไอศกรีม | 155 |
| 23 | เครื่องนวดไฟฟ้า | 45 |
| 24 | หลอดไฟใช้แทนแสงแดด | 275 |
| 25 | หลอดไฟให้ความร้อน (อินฟราเรด) | 245 |
| 26 | หลอดไฟฆ่าเชื้อโรค | 20 |
| 27 | เตาชุด 4 เตา พร้อมเตาอบไฟฟ้า | 10,910 |
| 28 | เตาไฟฟ้า | 1,200 |
| 29 | กระทะไฟฟ้า | 1,315 |
| 30 | เครื่องย่างไฟฟ้า | 1,335 |
| 31 | ที่ปิ้งขนมปัง | 1,000 |
| 32 | เครื่องคั่วข้าวโพด | 550 |
| 33 | หม้อต้มกาแฟ | 830 |

# พลังงานไฟฟ้า

**พลังงานไฟฟ้า** หมายถึง อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน หรืออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าไปในหนึ่งหน่วยเวลา

พลังงานไฟฟ้า 1 หน่วย คือ พลังงานที่สิ้นไปจากการใช้กำลังไฟฟ้า 1,000 วัตต์ ในเวลา 1ชั่วโมง

**1 หน่วย (Unit) = 1,000 Watt-hour**

**= 1 KW-h**

เครื่องมือวัดค่าพลังงานไฟฟ้า คือ ***กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์ (Kilowatt hour meter = Kwh)***

## สูตรการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า (วัตต์)} \times \text{เวลา (ชั่วโมง)}}{1,000}$$

$$W = \frac{P \times t}{1,000}$$

เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วย ยูนิต

P = กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์

t = เวลา หน่วย ชั่วโมง

ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดและขนาดเดียวกันหลายชิ้น จะได้

$$W = \frac{N \times P \times t}{1,000}$$

เมื่อ N = จำนวนของอุปกรณ์ชนิดและขนาดเดียวกัน

**ตัวอย่าง** บ้านหลังหนึ่งใช้หลอดไฟขนาด 40 วัตต์ จำนวน 5 หลอด เปิดใช้พร้อมกันวันละ 3 ชั่วโมง จงหาว่าในเวลา 1 เดือน จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไปเท่าใด และถ้าหากค่าไฟฟ้ายูนิตละ 0.75 บาท จะต้องเสียค่าไฟเท่าใด

วิธีทำ หลอด 40 วัตต์ จำนวน 5 หลอด 3 ชั่วโมง/วัน

∴ พลังงานไฟฟ้า/วัน $= \frac{5 \times 40 \times 3}{1,000}$

$= 0.6$ ยูนิต

ในเวลา 1 เดือน พลังงานที่ถูกใช้ไป

$= 0.6 \times 30$

$= 18$ ยูนิต

ค่าไฟฟ้ายูนิตละ 0.75 บาท

∴ ค่าไฟฟ้าเป็นเงิน $= 18 \times 0.75$ บาท/เดือน

$= 13.50$ บาท/เดือน

∴ จะต้องเสียค่าไฟฟ้า $= 13.50$ บาท/เดือน

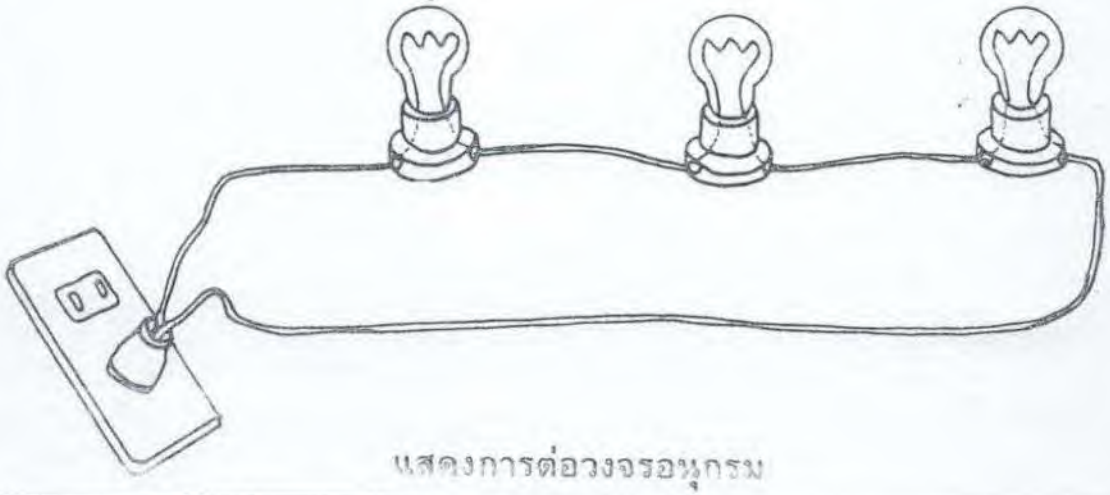
# การต่อวงจรไฟฟ้า

**การต่อวงจรไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ**

1. การต่อวงจรแบบอนุกรม (Series circuits)
2. การต่อวงจรแบบขนาน (Parallel cireuits)
3. การต่อวงจรแบบผสม (Series and Parallel circuits)

## 1) การต่อวงจรแบบอนุกรม

วงจรอนุกรม คือ วงจรที่มีการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในลักษณะเป็นลูกโซ่ กล่าวคือ นำเอาปลายสายของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวที่หนึ่งต่อเข้ากันต้นสายของอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวถัดไป วงจรอนุกรมนี้บางครั้งเรียกว่า วงจรอันดับ



แสดงการต่อวงจรอนุกรม

## คุณสมบัติการต่อวงจรอนุกรม

1) ความต้านทานรวมของ Load ที่ต่อกันแบบอนุกรม คร่อมอยู่กับต้นกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับ ผลบวกของความต้านทานของ Load ทุกตัวรวมกัน

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots + R_n$$

2) กระแสของวงจรอนุกรมจะมีเส้นทางการไหลเพียงเส้นทางเดียว กระแสที่ไหลผ่าน Load ทุกตัวมีค่าเท่ากัน หากวงจรเกิดขาดขึ้นที่จุดใดจุดหนึ่ง กระแสจะหยุดไหลทันที

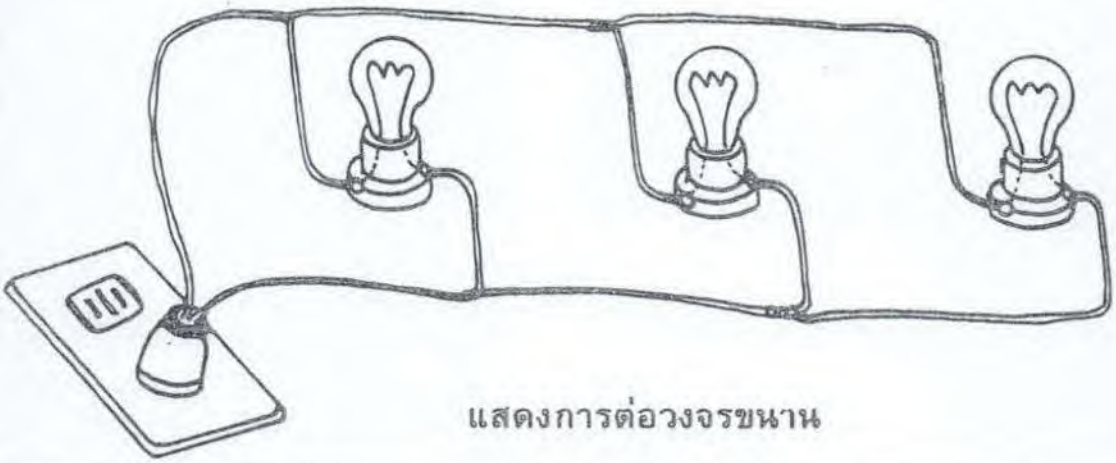
$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

3) แรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับวงจรจะตกคร่อมในวงจรทั้งหมด โดยจะตกคร่อมที่ Loadทุกตัว กล่าวคือ แรงดันตกคร่อม Load แต่ละตัวรวมกัน มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไป

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + \ldots\ldots E_n$$

## 2) การต่อวงจรแบบขนาน

วงจรขนาน คือ วงจรที่มีการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการนำเอาต้นสายของอุปกรณ์ทั้งหมดต่อเข้าที่จุดเดียวกัน ส่วนปลายสายอีกข้างหนึ่งก็ต่อเข้ากับปลายสายด้วยกันแล้วป้อนไฟฟ้าเข้าที่จุดต่อทั้งสองนั้น



แสดงการต่อวงจรขนาน

### คุณสมบัติของการต่อขนาน

**1) ความต้านทาน** ความต้านทานรวมทั้งหมดของวงจร คือ ความต้านทานที่รัดที่จุดโหลดทั้งหมดต่อร่วมกันอยู่

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$$

2) **กระแสไฟฟ้า** วงจรแบบขนานจะมีเส้นทางให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ ตั้งแต่สองเส้นทางขึ้นไป กระแสไฟฟ้าในสาขาใดจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความต้านทานของโหลดในสาขานั้น กระแสไหลในแต่ละสาขารวมกันมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าจาก แหล่งจ่ายไฟ

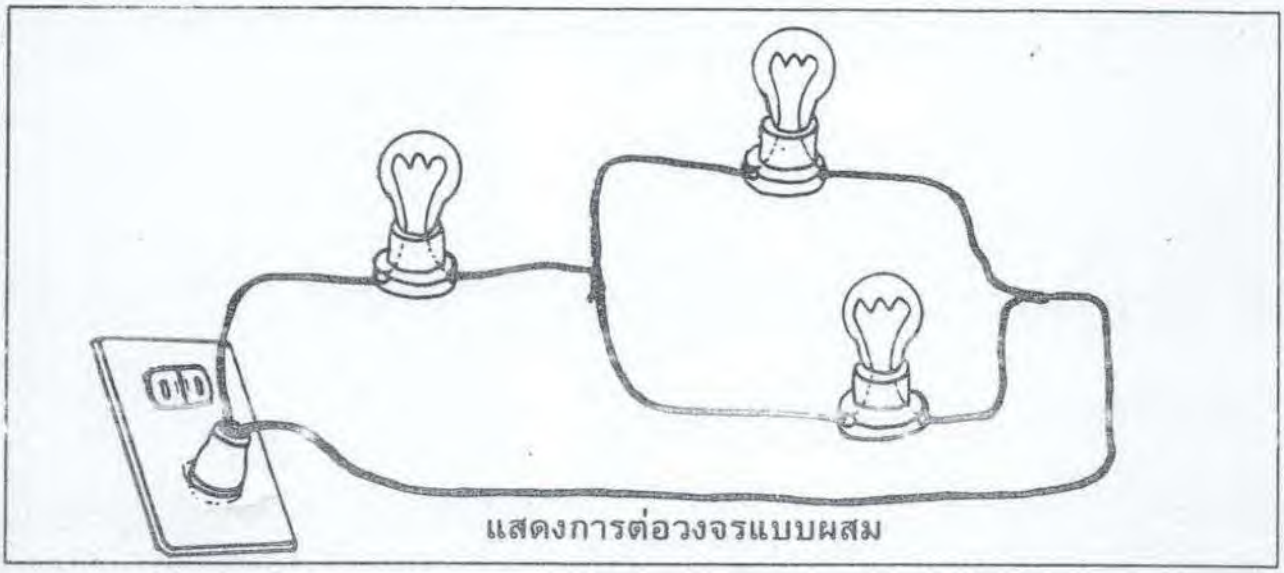
$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots I_n$$

3) **แรงดันไฟฟ้า** โหลดที่ต่อขนานกัน จะได้รับแรงดันไฟฟ้าเท่ากัน เพราะต่อที่จุดเดียวกัน และจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไป

$$E_t = E_1 = E_2 = E_3$$

## 3) การต่อวงจรแบบผสม

วงจรแบบผสม คือ วงจรที่มีการต่อทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานอยู่ในวงจรเดียวกัน วิธีการคำนวณต้องอาศัยหลักการของวงจรอนุกรมและขนาน ซึ่งจะต้องพิจารณาดูว่าวงจรช่วงใดต่อแบบอนุกรม ช่วงใดต่อแบบขนาน



แสดงการต่อวงจรแบบผสม

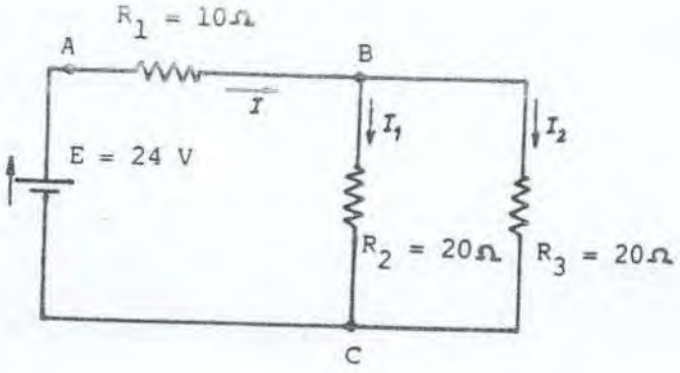
### วิธีคำนวณเพื่อหาค่ากระแสไฟ

แรงดันตกคร่อมวงจรแต่ละจุดและความต้านทานของวงจรแบบผสม มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ยุบวงจรแต่ละจุดเพื่อหาความต้านทานของวงจร
ขั้นที่ 2 หาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรทั้งหมด
ขั้นที่ 3 หาค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขา
ขั้นที่ 4 หาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมวงจรแต่ละจุด

ตัวอย่าง

นำตัวต้านทานขนาด 10 โอห์ม 1 ตัว และขนาด 20 โอห์ม 2 ตัวมาต่อกันแบบผสม แล้วต่อกับไฟ 24 โวลท์ ดังรูป จงคำนวณหาค่าความต้านทานของวงจร กระแสไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวและแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน




วิธีทำ

ความต้านทานระหว่างจุด A-B คือ $R_1 = 10$ โอห์ม

ความต้านทานระหว่างจุด B - C คือ $R_2 = R_3 = R_{t1}$

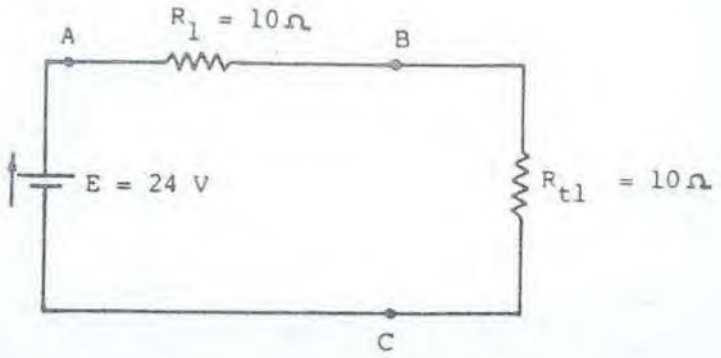
$$\frac{1}{R_{t1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_{II} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3}$$

$$= \frac{20 \times 20}{20 + 20}$$

$$= 10 \text{ โอห์ม}$$

เขียนวงจรใหม่จะได้ดังรูป



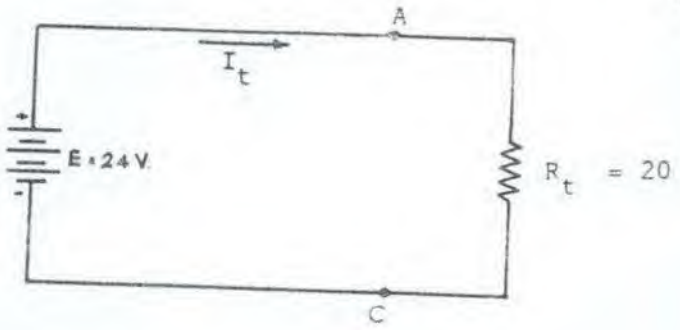

ความต้านทานระหว่างจุด A - C คือ ความต้านทานของวงจร = $R_t$

$$R_t = R_1 + R_{t1} \text{ (อนุกรม)}$$

$$= 10 + 10$$

∴ ความต้านทานวงจร = 20 โอห์ม

เขียนวงจรใหม่ จะได้ดังรูป




กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร = $I_t$

$$I_t = \frac{E}{R_t}$$

$$= \frac{24}{20}$$

= 1.2 แอมแปร์

กระแสไฟไหลผ่าน $R_1 = I_t =$ 1.2 แอมแปร์

แรงดันตกคร่อม $R_1 = V_{R1}$

$V_{R1} = I_t \times R_1$

= 1.2 x 10

= 12 โวลต์

หรือแรงดันตกคร่อมระหว่างจุด A - B = $V_{AB}$ = 12 โวลต์

ดังนั้นแรงดันตกคร่อมระหว่างจุด B - C = $V_{B-C}$

$V_{B-C} = E - V_{AB}$

$= 24 - 12$

$= 12$ โวลต์

เพราะว่า $R_2$ และ $R_3$ ต่อระหว่างจุด B-C

ดังนั้น แรงดันตกคร่อม $R_2$ กับ $R_3$ มีค่าเท่ากันและเท่ากับ $V_{B-C}$

$$V_{B-C} = V_{R2} = V_{R3} = 12 \text{ โวลต์}$$

กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน $R_2 = I_1$

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_2}$$

$$= \frac{12}{20}$$

$= 0.6$ แอมแปร์

หรือ $I_1 = I_t \times \frac{R_3}{R_2 + R_3}$

$= 1.2 \times \frac{20}{20 + 20}$

$= 1.2 \times \frac{20}{40}$

$= 0.6$ แอมแปร์

กระแสไหลผ่าน $R_3 = I_2$

$I_2 = \frac{V_{AB}}{R_3}$

$= \frac{12}{20}$

$= 0.6$ แอมแปร์

หรือ $I_2 = I_t \times \frac{R_2}{R_2 + R_3}$

$= 1.2 \times \frac{20}{20 + 20}$

$= 1.2 \times \frac{20}{40}$

$= 0.6$ แอมแปร์

# หน่วยพื้นฐานทางไฟฟ้า

## 1) แรงดันไฟฟ้า

มีหน่วยเป็น
- โวลต์ (V)
- กิโลโวลต์ (KV)
- เมกกะโวลต์ (MV)
- มิลลิโวลต์ (mV) และ
- ไมโครโวลต์ (uVX

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,000 | ไมโครโวลต์ (uV) | = | 1 | มิลลิโวลต์ (mV) |
| 1,000 | มิลลิโวลต์ (mV) | = | 1 | โวลต์ (V) |
| 1,000 | โวลต์ (V) | = | 1 | กิโลโวลต์ (KV) |
| 1,000 | กิโลโวลต์ (kV) | = | 1 | เมกกะโวลต์ (MV) |
| 1 | มิลลิโวลต์ (mV) | = | $\frac{1}{1,000}$ | โวลต์ (V) |
| 1 | ไมโครโวลต์ (uV) | = | $\frac{1}{1,000,000}$ | โวลต์ (V) |

## 2) กระแสไฟฟ้า

มีหน่วยเป็น
- แอมแปร์ (A)
- กิโลแอมแปร์ (KA)
- เมกกะแอมแปร์ (MA)
- มิลลิแอมแปร์ (mA) และ
- ไมโครแอมแปร์ (uA)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1,000 ไมโครแอมป์ (uA) | = | 1 | มิลลิแอมป์ (mA) |
| 1,000 มิลลิแอมป์ (mA) | = | 1 | แอมป์ (A) |
| 1,000 แอมป์ (A) | = | 1 | กิโลแอมป์ (KA) |
| 1,000 กิโลแอมป์ (KA) | = | 1 | เมกกะแอมป์ (MA) |
| 1 มิลลิแอมป์ (mA) | = | $\frac{1}{1,000}$ | แอมป์ (A) |
| 1 ไมโครแอมป์ (uA) | = | $\frac{1}{1,000,000}$ | แอมป์ (A) |

## 3) ความต้านทานไฟฟ้า

มีหน่วยเป็น
- โอห์ม ( Ω )
- กิโลโอห์ม (KΩ)
- เมกกะโอห์ม (MΩ)
- มิลลิโอห์ม (mΩ) และ
- ไมโครโอห์ม (uΩ)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1,000 ไมโครโอห์ม (uΩ) | = | 1 | มิลลิโอห์ม (mΩ) |
| 1,000 มิลลิโอห์ม (mΩ) | = | 1 | โอห์ม ( Ω ) |
| 1,000 โอห์ม ( Ω ) | = | 1 | กิโลโอห์ม (KΩ) |
| 1,000 กิโลโอห์ม (KΩ) | = | 1 | เมกกะโอห์ม (MΩ) |
| 1 มิลลิโอห์ม (mΩ) | = | $\frac{1}{1,000}$ | โอห์ม ( Ω ) |
| 1 ไมโครโอห์ม (uΩ) | = | $\frac{1}{1,000,000}$ | โอห์ม ( Ω ) |

## 1) กำลังไฟฟ้า

มีหน่วยเป็น
- วัตต์ (W)
- กิโลวัตต์ (KW)
- เมกกะวัตต์ (MW)
- มิลลิวัตต์ (mW) และ
- ไมโครวัตต์ (uW)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1,000 ไมโครวัตต์ (uW) | = | 1 | มิลลิวัตต์ (mW) |
| 1,000 มิลลิวัตต์ (mW) | = | 1 | วัตต์ (W) |
| 1,000 วัตต์ (W) | = | 1 | กิโลวัตต์ (KW) |
| 1,000 กิโลวัตต์ (KW) | = | 1 | เมกกะวัตต์ (MW) |
| 1 มิลลิวัตต์ (mW) | = | $\frac{1}{1,000}$ | วัตต์ (W) |
| 1 ไมโครวัตต์ (uW) | = | $\frac{1}{1,000,000}$ | วัตต์ (W) |

หมายเหตุ

กิโลและเมกกะ เป็นหน่วยใหญ่
มิลลิและไมโคร เป็นหน่วยเล็ก

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510201 |
| | เรื่อง ทฤษฎีไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

1. ไฟฟ้าสถิตย์กับไฟฟ้ากระแสแตกต่างกันอย่างไร
2. ไฟฟ้ากระแสตรงกับไฟฟ้ากระแสสลับ แตกต่างกันอย่างไร
3. จงบอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า พร้อมทั้งอธิบายให้ละเอียด
4. การต่อวงจรไฟฟ้ามีกี่แบบอะไรบ้างจงอธิบาย
5. หลอดไฟหลอดหนึ่งมีความต้านทานของไส้หลอด 40 โอห์ม นำไปใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ **อยากทราบว่า** หลอดไฟจะกินกระแสไฟฟ้าเท่าใด
6. เครื่องทำน้ำอุ่นขนาดแรงดัน 220 โวลต์ กินกระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ **อยากทราบว่า** เครื่องทำน้ำอุ่นมีความต้านทานเท่าไร
7. มอเตอร์ไฟฟ้า ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ กินกระแสไฟฟ้า 0.84 แอมแปร์ **จงหาว่า** มอเตอร์ไฟฟ้าตัวนี้มีขนาดกี่แรงม้า ถ้า 1 แรงม้าเท่า 746 วัตต์
8. มอเตอร์ไฟฟ้าตัวหนึ่งกินกระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ วัดความต้านทานนานได้ 38 โอห์ม **อยากทราบว่า** มอเตอร์ตัวนี้ใช้กับแรงดันไฟฟ้าเท่าไร และมีกำลังไฟฟ้าเท่าไร

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **เฉลยใบทดสอบ** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถพื้นฐาน | |
| | เรื่อง<br>ทฤษฎีไฟฟ้า | หัวข้อวิชา ทฤษฎีไฟฟ้า | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.7 : ป.0 - ชั่วโมง |

**<u>เฉลย</u>**

1. ไปทำที่อยู่กับที่ทำการเอาแท่งยางแข็งถูกับผ้าขนสัตว์แต่ ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าเดินทางเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอลอย่างต่อเนื่อง
2. ตรงที่ทิศทางการไหลไฟฟ้าในทางเดียวกันเสมอ แต่ไฟฟ้ากระแสสลับจะมีขั้วบวกและลบไม่อยู่กับที่ แต่จะเปลี่ยนตำแหน่งตลอดเวลา
3. 1) ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า
   2) โหลด
   3) ตัวนำไฟฟ้า
   4) สวิตช์ตัดตอน
4. มี 3 แบบ 1) การต่อวงจรแบบอนุกรม
   2) การต่อแบบขนาน
   3) การต่อแบบผสม
5. ค่ากระแสไฟฟ้า 5.5 A
6. มีความต้านทาน 44 Ω
7. มีขนาด 0 - 25 แรงม้า
8. แรงดันไฟฟ้า 380 V. และกระแสไฟฟ้า 3,800 V.

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่อง การอ่านแบบและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ในการวางแผนผังไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถอ่านและเขียนแบบสัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

**วิธีสอน**

แบบบรรยาย ประกอบการสาธิตและมอบหมายงาน ( ทฤษฎี 7 ชั่วโมงและปฏิบัติ 14 ชั่วโมง )

**หัวข้อสำคัญ**

1. เขียนแบบสัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้า
2. แบบวงจรไฟฟ้าภายในอาคาร
3. แบบวงจรไฟฟ้าอุตสาหกรรม
4. แบบวงจรไฟฟ้าการควบคุมมอเตอร์

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม อุปกรณ์ช่วยการฝึกอบรม ใช้ประกอบการฝึกอบรม

**การมอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

**การวัดผล**

ให้คะแนนผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากผลปฏิบัติงานและทำใบทดสอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

# การอ่านแบบวงจรไฟฟ้า

ในการเขียน-อ่านแบบวงจรไฟฟ้า เราจะพบเห็นว่าในแบบแต่ละแบบนั้น ๆ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ ซึ่งอาจจะเป็นตัวหนังสือหรือเป็นในลักษณะรูปภาพเต็มไปหมด

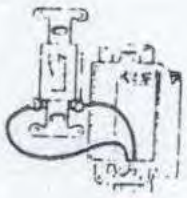
ผู้ที่ไม่เคยเรียนเขียนแบบเกี่ยวกับแบบในทางไฟฟ้าจะดูไม่รู้เรื่องว่าอะไรเป็นอะไร นั่นคือไม่สามารถจะอ่านแบบได้ ดังนั้นผู้ที่จะเรียน อ่าน-เขียนแบบ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความรู้จักกับสัญลักษณ์ต่าง ๆ เหล่านั้นว่าจะใช้แทนอะไร มีความหมายอย่างไร

สาเหตุที่ต้องมีการกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นใช้แทนรูปภาพของจริงก็เพราะว่า ในการเขียนแบบโดยการเขียนรูปร่างลักษณะจริงของอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในแบบนั้นเป็นสิ่งซึ่งไม่อาจทำได้ เหตุผลก็คือ ถ้าทำได้เช่นนั้นตัวแบบจะต้องมีขนาดใหญ่มากและจะต้องใช้เวลาในการเขียนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นแบบยุ่งยากจะต้องใช้เวลาและความละเอียดมาก

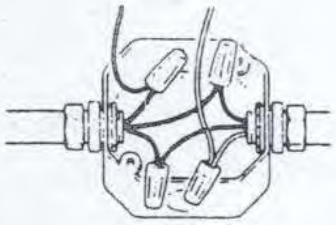
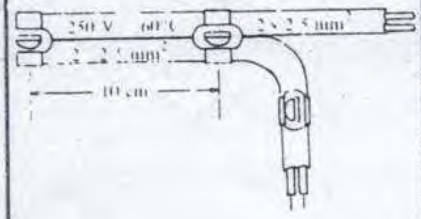
**ตัวอย่างเช่น** แบบการเดินสายไฟฟ้าอาคารที่มีวงจรซับซ้อน เราไม่สามารถจะเขียนรูปร่างของจริงลงไปในแบบได้เลย ดังนั้น จึงได้มีการคิดค้นหาวิธีการที่จะย่อของจริงให้เล็กลงและสามารถจะเขียนให้เสร็จในเวลาอันรวดเร็ว

จึงได้ค้นพบว่าการกำหนดเป็นสัญลักษณ์แทนรูปร่างของอุปกรณ์จริง ๆ จะสามารถแก้ไขปัญหาอันนี้ได้เป็นอย่างดี จึงได้มีการกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ใช้ในงานเดินสายภายในอาคาร ดังนี้

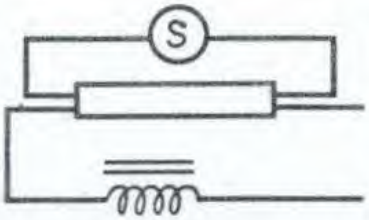
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

| สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานจริง<br>(Wiring Diagram) | สัญลักษณ์<br>วงจรไฟฟ้า<br>(Schematic Diagram) | สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานร่าง<br>(One Line Diagram) |
|---|---|---|
| | | <br>หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ (Lamp) |
| | | <br>เต้ารับชนิดเดี่ยว |
|  | | S<br>สวิตช์ทางเดียว<br>(Single pole switch) |

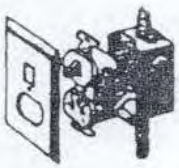
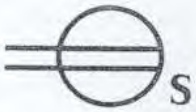
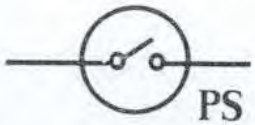
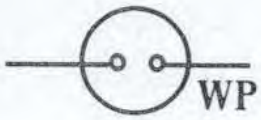
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

| สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานจริง<br>(Wiring Diagram) | สัญลักษณ์<br>วงจรไฟฟ้า<br>(Schematic Diagram) | สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานร่าง<br>(One Line Diagram) |
|---|---|---|
|  | | <br>สายต่อกันผ่านที่พักสาย |
| |  | <br>สายจำนวน 2 เส้น |
|  |  | <br>4<br>สายจำนวน 4 เส้น |

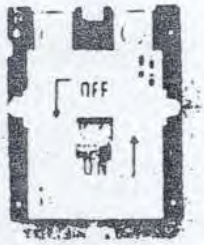
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

| สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานจริง<br>(Wiring Diagram) | สัญลักษณ์<br>วงจรไฟฟ้า<br>(Schematic Diagram) | สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานร่าง<br>(One Line Diagram) |
|---|---|---|
| | | <br>ฟิวส์ |
| |  | <br>หลอดฟลูออเรสเซนต์ |
| | | <br>เซอร์กิตเบรคเกอร์ |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

| สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานจริง<br>(Wiring Diagram) | สัญลักษณ์<br>วงจรไฟฟ้า<br>(Schematic Diagram) | สัญลักษณ์<br>ลักษณะงานร่าง<br>(One Line Diagram) |
|---|---|---|
|  | |  <br>สวิตช์และเต้าเสียบ |
| |  | <br>สวิตช์แบบดึง |
| |  | <br>เต้าเสียบป้องกันน้ำ |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

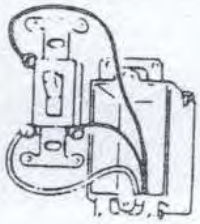



L ——————————
220 V
N ——————————

L = สายที่มีไฟ
N = สายศูนย์

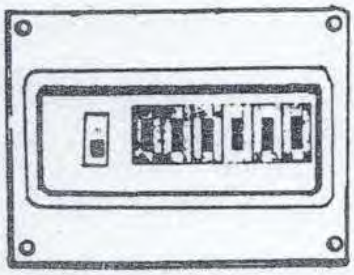


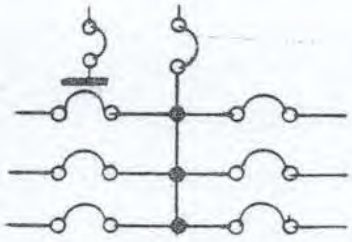
เมนที่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า



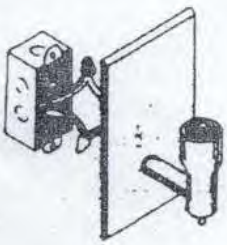
$S_2$

สวิตช์สองทาง
( Two way switch)





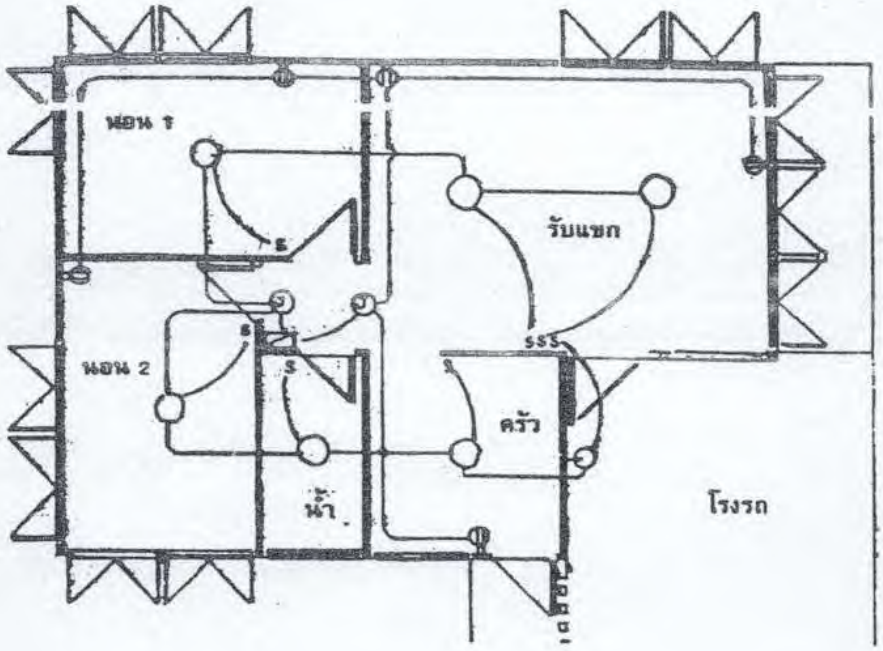
โหลดเซ็นเตอร์
6 วงจรย่อย



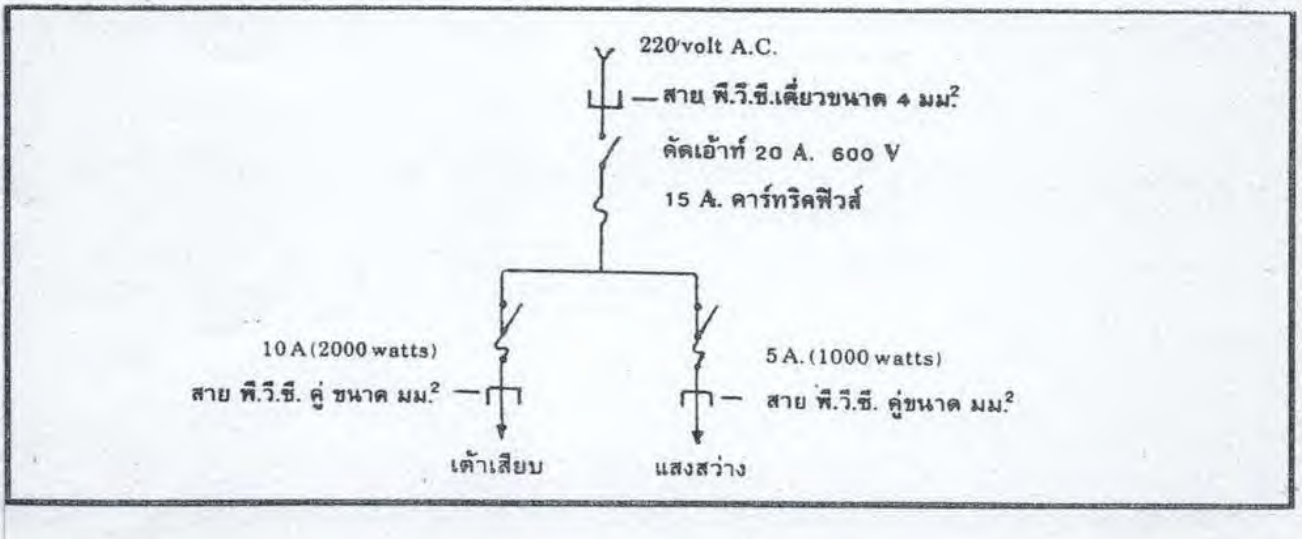
จุดต่อไฟติดฝาผนัง

| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**ตัวอย่าง** **การเดินสายไฟในบ้านอยู่อาศัยขนาดเล็ก (แบบบ้านชั้นเดียว)**
**ใช้เครื่องวัดฯ ขนาด 5 (15) แอมแปร์ 220 โวลต์ 1 ยก**



| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

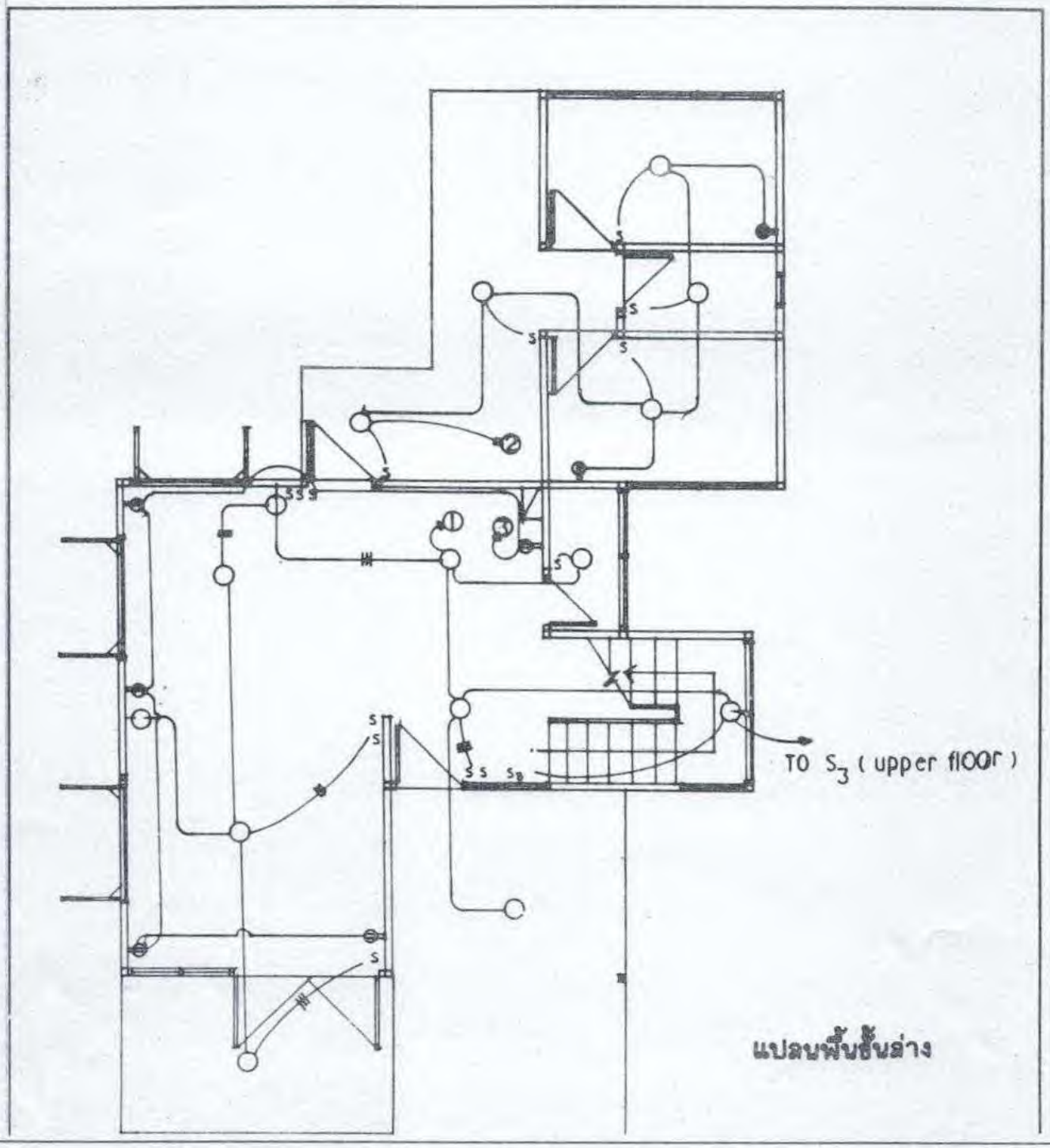



**รายละเอียด**

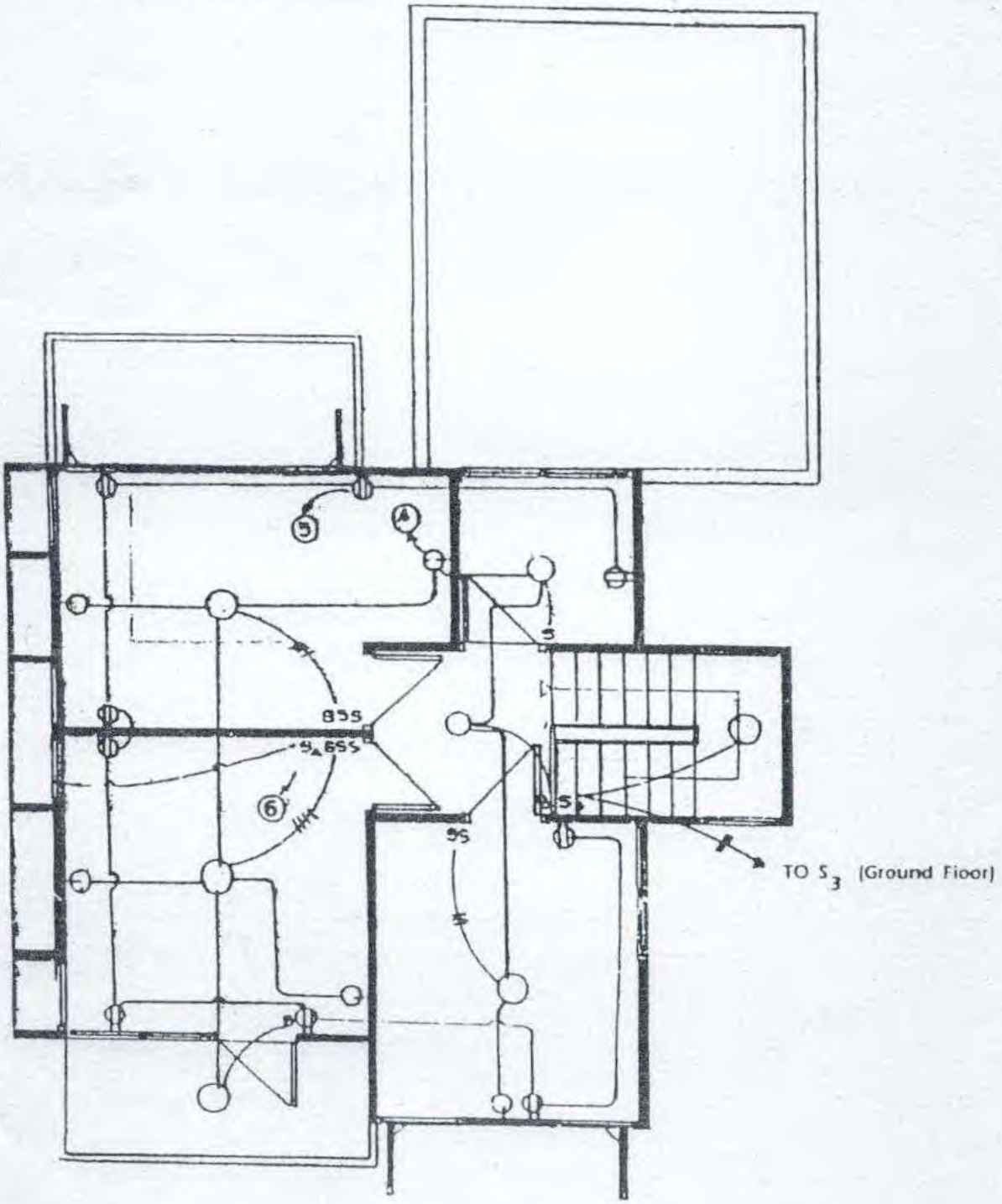
1. ชนิดและขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้เดินดวงโคมใช้สาย PVC ขนาด 2x1 มม.$^2$ ตีคลิปรัดสาย เดินลอยใต้เพดานหรือฝาผนัง
2. ชนิดและขนาดของสายไฟที่ใช้เดินเต้าเสียบ ใช้สอย PVC ขนาด 2x2.5 มม.$^2$ ตีคลิปรัดสาย เดินลอยใต้เพดาน หรือฝาผนัง
3. ให้เดินแยกวงจรแสงสว่างและวงจรเต้าเสียบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**ตัวอย่าง** การเดินสายไฟในบ้านอยู่อาศัยขนาดกลาง (แบบบ้าน 2 ชั้น)
ใช้เครื่องวัดฯ ขนาด 5 (45) แอมแปร์ 220 โวลต์ 1 ยก 2 สาย



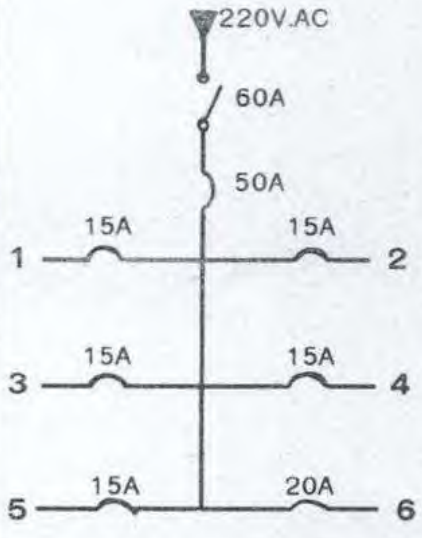
| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |



| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## บ้านขนาดกลาง

**ตารางแสดงรายละเอียดในแผงสวิตช์**

| วงจรที่ | ขนาด, ชนิด ของสาย | ลักษณะการใช้งาน | ไดอาแกรม |
|---|---|---|---|
| 1 | # 12 AGW.TW | ใช้สำหรับแสงสว่าง ชั้นล่าง |  |
| 2 | # 12 AGW.TW | ใช้สำหรับแสงสว่าง และเต้าเสียบ ชั้นล่าง | |
| 3 | # 12 AGW.TW | ใช้สำหรับเต้าเสียบ ชั้นล่าง | |
| 4 | # 12 AGW.TW | ใช้สำหรับแสงสว่าง ชั้นบน | |
| 5 | # 10 AGW.TW | ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ 17,000 BTU. | |



**รายละเอียด**

1. การเดินสายให้ตีคลิปวัดสาย เดินลอยใต้เพดานหรือฝาผนัง
2. ให้เดินสายแยกวงจรเป็น จำนวน 6 วงจร ดังตาราง
3. ชนิดของดวงโคมที่ใช้เป็นหลอดธรรมดา 100 W
4. ขนาดสายของวงจรย่อย ให้ใช้สายขนาดเบอร์ 12 AWG ชนิด TW. ยกเว้นสายสำหรับเครื่องปรับอากาศ ให้ใช้สายขนาดเบอร์ 10 AWG ชนิด TW
5. แนวการเดินสายในแบบ อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะอาคาร เพื่อความเป็นระเบียบและสวยงาม ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของผู้ความคุมงานและเจ้าของอาคาร

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

# หลักการประมาณราคา

1. ศึกษารายละเอียดในผังการเดินสายภายในห้องหรืออาคารนั้น ๆ ให้เข้าใจเสียก่อน เช่น ดูตำแหน่งของหลอดไฟ สวิตช์ แผงจ่ายไฟ ว่าวางอยู่ ณ ที่ตำแหน่งใด
2. วางแผนในการที่จะเดินสายจริง ๆ ว่าจะเดินอย่างไร วางตำแหน่งอะไรใช้ตรงไหนบ้าง
3. แยกรายละเอียดวัสดุที่จะใช้ เช่น ดวงโคม สวิตช์ เต้าเสียบ สายไฟ เข็มขัดรัดสาย ฯลฯ เป็นต้น
4. กำหนดราคาวัสดุต่าง ๆ ที่จะใช้
5. กำหนดค่าแรงในการติดตั้ง
6. ถ้าเป็นไปได้ ควรดูสถานที่จริง ๆ เสียก่อน เพื่อจะได้ทราบถึงความยากง่ายในการที่จะเดินสาย (เพื่อประโยชน์ในการคิดค่าแรงให้เหมาะสม)

## 1) การคิดค่าแรงในการติดตั้ง

อัตราการคิดค่าแรงสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าทั่วไปนั้น คิดเป็นจุด 1 จุด หมายถึงหลอดไฟ 1 ดวง, สวิตช์ 1 อัน หรือ เต้าเสียบ 1 จุด อัตราค่าแรงนั้นก็ขึ้นอยู่กับท้องถิ่นซึ่งราคาไม่ค่อยจะแน่นอน โดยทั่วไปการติดตั้งหลอดไฟ 1 จุด อยู่ระหว่าง 80-100 บาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยาก ง่าย เช่น พื้นไม้กระดาน หรือปูน ถ้าเป็นปูนการติดตั้งปลั๊กไฟ และสวิตช์ การติดตั้งแบบฝัง การทำงานก็ทำด้วยความยากลำบากขึ้น ค่าแรงก็ต้องสูงขึ้นตามอยู่ระหว่าง

120-150 บาท แต่ถ้าติดตั้งแบบลอยธรรมดา จุดหนึ่งก็อยู่ประมาณ 80-100 บาท เป็นต้น

## 2) การประมาณกำไร

การประมาณกำไร เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดอันหนึ่ง ซึ่งจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ ถ้าคิดกำไรมากเกินไป ก็อาจจะทำให้ราคาที่เสนอไปนั้นสูงมากเลยทำให้ไม่ได้งานนั้น ๆ การคิดกำไรน้อยไปอาจพลาดเสียงต่อการขาดทุน ดังนั้นการประมาณกำไร ควรพิจารณา ดังนี้

**2.1) ปริมาณงาน**

ตามปกติถ้างานใหญ่ราคาสูงจะคิดเปอร์เซนต์น้อยกว่างานเล็ก

**2.2) ความต้องการของงานนั้น ๆ**

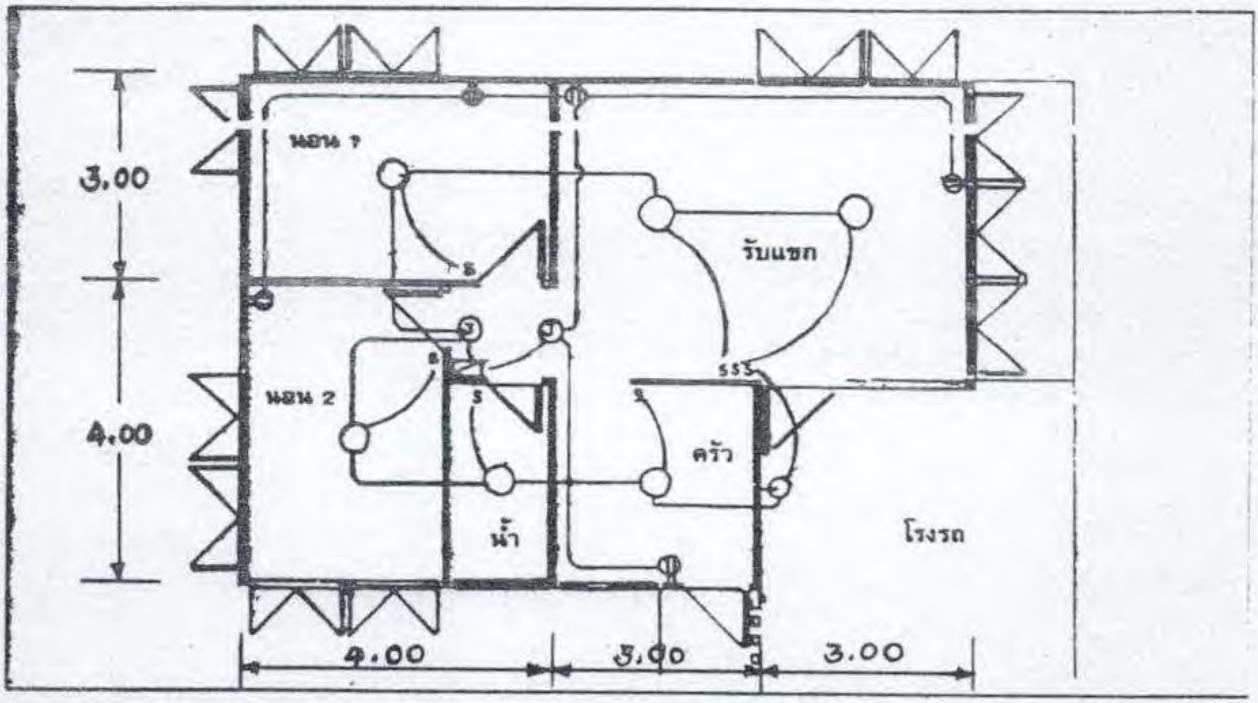
ในบางครั้งเมื่อผู้รับเหมามีงานทำมากและยังไม่อยากรับงานนั้น อาจตีราคากำไรสูง เช่น 25% - 30% ถ้าได้งานมาก็เป็นผลดี แต่ถ้าบางครั้งผู้รับเหมาว่างงานและต้องการเลี้ยงคนงานไว้ไม่ให้ไปทำงานที่อื่น ก็อาจจะคิดกำไรเพียง 7% - 8% ก็ได้เพื่อให้ได้งานมา

**2.3) ชนิดของงาน**

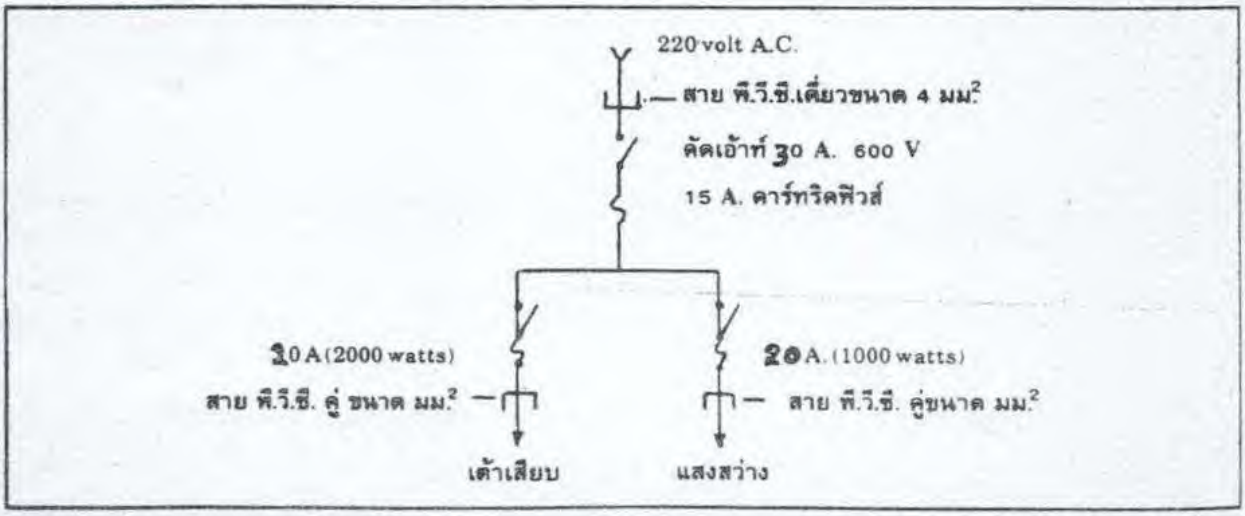
ได้แก่ ความยากง่ายของงานที่จะทำ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เช่น งานที่ต้องการฝีมือมากอาจต้องคิดกำไรสูง เป็นต้น

| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

ตัวอย่าง การประมาณการ



| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |




หมายเหตุ

1. บ้านไม้ชั้นเดียว ความสูงของห้อง 2.80 ม.
2. เต้าเสียบติดตั้งสูงจากพื้น 30 ซม.
3. หลอดไฟธรรมดา ติดเพดาน 6 ชุด ติดผนัง 1 ชุด
4. สวิตช์ติดตั้งสูงจากพื้น 120 ซม.
5. แยกวงจรเต้าเสียบและวงจรแสงสว่าง
6. วงจรเต้าเสียบ ใช้สาย 2x2.5 มม.$^2$
7. วงจรแสงสว่าง ใช้สาย 2x1.5 มม.$^2$

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่องการอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## รายการอุปกรณ์ต่าง ๆ

| ที่ | รายการ | จำนวน | ราคาต่อหน่วย | | จำนวนเงิน | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ขั้วหลอดและหลอดไฟธรรมดา | 7 ชุด | 30 | - | 210 | - |
| 2 | สวิทช์ทางเดียว | 7 ชุด | 12 | - | 84 | - |
| 3 | เต้ารับ | 5 ชุด | 12 | - | 60 | - |
| 4 | สายไฟขนาด 2x2.5 มม.$^2$ | 60 เมตร | 12 | - | 720 | - |
| 5 | สายไฟขนาด 2x1.5 มม.$^2$ | 100 เมตร | 10 | - | 1,000 | - |
| 6 | สายไฟขนาด 2x4 มม.$^2$ | 10 เมตร | 16 | - | 160 | - |
| 7 | เข็มขัดรัดสายเบอร์ 0 | 200 ตัว | - | - | 20 | - |
| 8 | เข็มขัดรัดสายเบอร์ 1 | 50 ตัว | - | - | 10 | - |
| 9 | เข็มขัดรัดสายเบอร์ 2 | 50 ตัว | - | - | 15 | - |
| 10 | เข็มขัดรัดสายเบอร์ 3 | 50 ตัว | - | - | 15 | - |
| 11 | เข็มขัดรัดสายเบอร์ 4 | 50 ตัว | - | - | 20 | - |
| 12 | ตะปูดอกคลิปขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว | 2 ขีด | 5 | - | 10 | - |
| 13 | ตะปูเกลียว | 50 ตัว | 1 | - | 50 | - |
| 14 | แผงไม้คัทเอ้าท์ขนาด 10x12x1$\frac{1}{2}$ นิ้ว | 1 แผง | 25 | - | 25 | - |
| 15 | คัทเอ้าท์ 30 แอมป์ 600 โวลท์ | 1 ตัว | 70 | - | 70 | - |
| 16 | คัทเอ้าท์ 20 แอมป์ 600 โวลท์ | 2 ตัว | 60 | - | 120 | - |
| 17 | เทปพันสายไฟ | 1 ม้วน | 8 | - | 8 | - |
| 18 | กล่องแยกสาย | 1 กล่อง | 10 | - | 10 | - |
| 19 | ไม้แป้นกลมสำหรับหลอด | 7 อัน | 5 | - | 5 | - |
| 20 | ไม้แป้นเหลี่ยมสำหรับสวิตช์และปลั๊ก | 12 อัน | 5 | - | 60 | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รวมค่าวัสดุ | | | | 2,702 | - |
| | ค่าแรง 12 จุด ๆ ละ 100 บาท | | | | 1,200 | - |
| | รวมทั้งสิ้น | | | | 3,902 | - |

สิ่งที่ต้องคิดเพิ่มเติม ก็คือ "สายเมน" ซึ่งเป็นสานไฟจากแผงจ่ายไฟไปยังที่ติดตั้งมิเตอร์ของการไฟฟ้า รวมยาวเท่าไร ราคาเมตรละเท่าไร ค่าแรงในการติดตั้งช่วงนี้ต้องบวกเพิ่มเติมไปอีกด้วย โดยทั่วไปแล้ว สายเมนเป็นสายเดี่ยวจากบ้านหรืออาคารไปยังเสาไฟฟ้าที่ถนน ผู้รับเหมาต้องทำให้เสร็จด้วย ส่วนการจั๊มสายเข้ามิเตอร์ของการไฟฟ้าฯ เป็นหน้าที่ของการไฟฟ้าฯ โดยตรง

## *1.1 มาตรฐานที่ควรรู้*

ในการออกแบบและติดตั้ง นอกเหนือจากความรู้ในการคำนวณต่างๆ ตามหลักการทางวิศวกรรมแล้วยังจำเป็นต้องมีมาตรฐานเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อใช้สำหรับการอ้างอิงอีกมาก มาตรฐานที่เกี่ยวข้องอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1) มาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ

2) มาตรฐานการติดตั้ง

### 1.1.1 มาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์

มาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพและคุณสมบัติ หรือลักษณะสมบัติของเครื่องอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างปลอดภัยและมีอายุใช้งานยาวนาน สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งก็คืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทที่ต่างผู้ผลิตกันควรใช้งานทดแทนกันได้ เพื่อความสะดวกในการใช้งานเช่น ฟิวส์ หลอดไฟฟ้า และเต้ารับ เป็นต้น

### 1.1.2 มาตรฐานการติดตั้ง

การติดตั้งทางไฟฟ้าต้องมีมาตรฐานควบคุมเพื่อให้การติดตั้งใช้งานได้อย่างปลอดภัย และเป็นมาตรฐานเพื่อมิให้เป็นการถกเถียงกันว่าการติดตั้งแบบใดเป็นแบบที่ถูกต้อง แต่ละประเทศได้พยายามกำหนดมาตรฐานของตนเองขึ้นมา ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานการติดตั้งหรือมาตรฐานการผลิตเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าก็ตาม มาตรฐานอาจจะแตกต่างไปสำหรับแต่ละประเทศ ประเทศไทยเองก็มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานเช่นกัน เช่น มาตรฐานของเครื่องอุปกรณ์และเครื่องใช้ต่างๆ จะกำหนดโดยสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม สำหรับมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้จัดทำขึ้นโดยยึดแนวทางของ NEC (National Electrical Code) ของประเทศสหรัฐอเมริกาโดยมีการเปลี่ยนแปลงในบางส่วนให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศไทย

ปัจจุบันเครื่องอุปกรณ์ที่ใช้ในประเทศไทยมีแหล่งกำเนิดมาจากหลายประเทศ ผู้ที่ทำหน้าที่ออกแบบหรือตรวจสอบ จึงควรทำความรู้จักกับมาตรฐานบ้าง ชื่อสถาบันกำหนดมาตรฐานที่ควรรู้จัก ตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชื่อสถาบันกำหนดมาตรฐาน

| ชื่อย่อ | ชื่อเต็ม |
|---|---|
| NEC | Nationnal Electrical Code |
| ANSI | American National Standard Institute |
| ASTM | American Society for Testing and Material |
| NEMA | Nationnal Electrical Manufacturers Association |
| UL | Underwriter Laboratory |
| NFPA | Nationnal Fire Protection Assosiation Standard |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Standard |
| IEC | Internationnal Electrotechnical committee) |
| BS | British Standard |
| DIN | Deutsches Institut fur Normung e.v.) |
| VDE | Verband Deutscher Elektrotechniker e.v. |
| CEI | Comitato Elettrotecnico Italiano |
| สมอ. | สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม |

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์และเครื่องหมายบนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

| สัญลักษณ์บนอุปกรณ์ไฟฟ้า | รายละเอียด |
|---|---|
| | มาตรฐานอังกฤษ (British Standard Institute) |
| | มาตรฐานแคนาดา (Canadian standard Association) |
| | มาตรฐานเยอรมัน (Deutsches Institut fur Nor. e.v.) |

ตารางที่ 1.2 (ต่อ) สัญลักษณ์และเครื่องหมายบนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

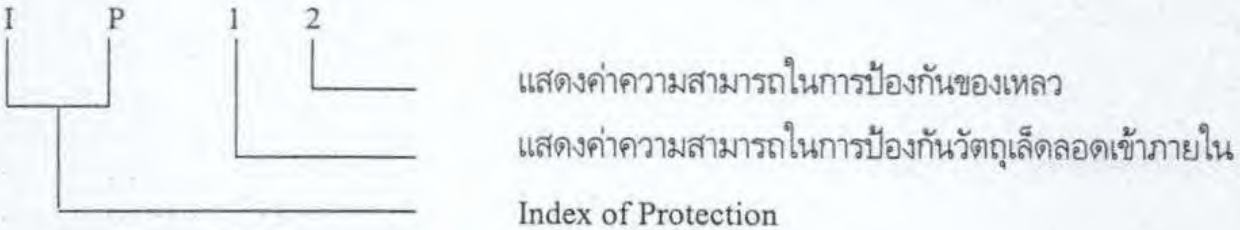
| สัญลักษณ์บนอุปกรณ์ไฟฟ้า | รายละเอียด |
|---|---|
| IEC | มาตรฐานนานาชาติ (Internationnal Electrotechnical committee) |
| | มาตรฐานญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standard) |
| NEMA | มาตรฐานของสมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า (the Nationnal Electrical Manufacturers Association) |
| | มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standard Institute) |
| UL | มาตรฐานยูแอล (Underwriter Laboratory) |
| DVE | มาตรฐานเยอรมัน (Verbard der Elektrotechnik Elektronik Informationstionstechnik e.v.) |

มาตรฐานบางมาตรฐานจะเกี่ยวข้องกับเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น ANSI NEMA UL และ มอก. บางมาตรฐานจะเกี่ยวข้องกับการติดตั้งเช่น NEC บางมาตรฐานจะเกี่ยวข้องทั้งมาตรฐานการติดตั้งและเครื่องอุปกรณ์เช่น IEC เป็นต้น

**1.1.3 ดัชนีแสดงค่ามาตรฐานการป้องกัน**

ดัชนีแสดงค่ามาตรฐานการป้องกัน (Degree of Protection) เป็นการกำหนดค่าความสามารถในการป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าที่เป็นอันตรายต่อบุคคล ทั้งจากการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยตรงหรือโดยการใช้วัตถุสอดใส่เข้าไปในเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า และยังเป็นตัวแสดงค่าความสามารถในการป้องกัน ความเสียหายจากของเหลวเข้าไปในตัวเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย การแสดงค่าความสามารถในการป้องกันจะกำหนดเป็นค่าตัวเลขหลังอักษร IP

ค่า **IP** (Index of Protection) กำหนดโดยมาตรฐาน **IEC** 529 และมอก. 513 กำหนดเป็นตัวเลข 2 หรือ 3 หลัก หลังตัวอักษร **IP** แต่โดยทั่วไปนิยมกำหนดเพียง 2 หลักเท่านั้น ความหมายของแต่ละหลักแสดงไว้ในตารางที่ 1.3 การแสดงความหมายเขียนได้ดังนี้



ตารางที่ 1.3 ดัชนีแสดงค่ามาตรฐานการป้องกันตามมาตรฐาน IEC และมอก.

| รหัส | รหัสตัวแรกแสดงความสามารถในการป้องกันวัตถุ(ของแข็ง)เล็ดลอดเข้าภายใน | รหัสตัวที่สองแสดงความสามารถในการป้องกันของเหลวเข้าไปทำความเสียหาย |
|---|---|---|
| 0 | ไม่มีการป้องกัน | ไม่มีการป้องกัน |
| 1 | สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 50 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้ | สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาในแนวดิ่งได้ |
| 2 | สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 12 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้ | สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาในแนวดิ่ง และในแนวที่ทำมุม $15^0$ กับแนวดิ่งได้ |
| 3 | สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.5 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้ | สามารถป้องกันน้ำฝนที่ตกลงมาในแนวทำมุม $60^0$ กับแนวดิ่งได้ |
| 4 | สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 มม. ที่มากระทบไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้ | สามารถป้องกันหยดน้ำหรือน้ำที่สาดมาจากทุกทิศทางได้ |
| 5 | สามารถป้องกันฝุ่นได้ | สามารถป้องกันน้ำที่ถูกฉีดมาตกกระทบในทุกทิศทางได้ |
| 6 | สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์ | สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำฉีดอย่างรุนแรงเข้าทุกทิศทางได้ |
| 7 | | สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมได้ |
| 8 | | สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมอย่างถาวรได้ |

**ตัวอย่าง** แผงสวิตช์ไฟฟ้าแรงต่ำตู้หนึ่งมีค่าระดับการป้องกันเท่ากับ **IP24** จงหาความหมายของการป้องกัน

**วิธีทำ**

จากตารางที่ 1.3 จะได้ความหมายของระดับการป้องกันดังนี้

เลข 2 เป็นรหัสตัวแรก หมายถึงป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 12 มม. ผ่านลอดเข้าไปข้างใน

เลข 4 เป็นรหัสตัวที่สอง หมายถึงป้องกันน้ำ(ของเหลว)ที่สาดเข้ามา จากทุกทางได้

**1.1.4 เครื่องหมายมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์**

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้ให้การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายกับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานประเภทต่างๆรวม 5 เครื่องหมาย คือ

1.1.4.1 เครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป

มาตรฐานทั่วไปเป็นมาตรฐานที่กำหนดเพื่อให้การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ สามารถยื่นขอใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานได้ด้วยความสมัครใจ เมื่อสำนักงานฯได้ตรวจสอบโรงงาน กรรมวิธีการผลิตและทดสอบผลิตภัณฑ์และเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว สำนักงานฯก็จะอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานที่ผลิตภัณฑ์นั้นได้

**รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องหมายมาตรฐานทั่วไป**

1.1.4.2 เครื่องหมายมาตรฐานบังคับ

มาตรฐานบังคับเป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเพื่อความปลอดภัย และเพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดแก่ประชาชน หรือกิจการอุตสาหกรรม หรือเศรษฐกิจของประเทศ โดยการตราพระราชกฤษฎีกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานหรือที่เรียกว่า มาตรฐานบังคับ ซึ่งผู้ผลิต ผู้จำหน่ายและ

ผู้นำเข้าจะต้องผลิต จำหน่ายและนำเข้าแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานสำนักงานฯ ประกาศกำหนดเท่านั้น หากไม่กระทำตามจะมีความผิดตามกฎหมาย

**รูปที่ 1.2 แสดงเครื่องหมายมาตรฐานบังคับ**

1.1.4.3 เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย

มาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยเป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการใช้งานเป็นสำคัญ เช่น ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า เพื่อให้การรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์และสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งาน โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย มีลักษณะเป็นรูปตัวเอส มีคำว่า ปลอดภัย อยู่ตรงกลาง

**รูปที่ 1.3 แสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย**

1 1 4 4 เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม เป็นปัญหาสำคัญของทุกคน สมอ. ได้ประกาศกำหนดมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นมา เพื่อให้การรับรองผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการรักษาสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมที่ สมอ.กำหนดขึ้นเครื่องหมายมาตรฐานนี้เป็นทั้งมาตรฐานบังคับและมาตรฐานทั่วไป กรณีที่เป็นมาตรฐานบังคับ กฎหมายบังคับให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าและผู้จำหน่ายเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานเท่านั้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วสามารถนำเครื่องหมายเฉพาะ ด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส มีคำว่า สิ่งแวดล้อม อยู่ตรงกลาง

**รูปที่ 1.4 แสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม**

1.1.4.5 เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

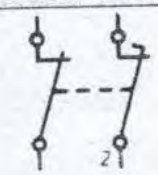
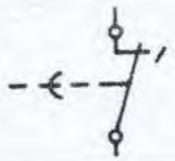
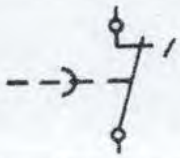
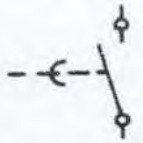
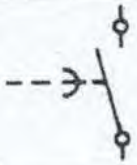
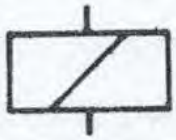
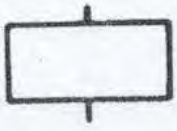
มาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า กล่าวได้ว่าปัจจุบันยุคของเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ สมอ.ได้ประกาศ กำหนดมาตรฐานความปลอดเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น เพื่อให้การรับรองผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติของความเข้ากันได้แม่เหล็กไฟฟ้าว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่ สมอ. กำหนดขึ้น เช่น ชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ เครื่องหมายมาตรฐานนี้เป็นทั้งมาตรฐานบังคับและมาตรฐานทั่วไป กรณีที่เป็นไปตามมาตรฐานบังคับ และมาตรฐานทั่วไป กรณีที่เป็นมาตรฐานบังคับ กฎหมายบังคับให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าและผู้จำหน่ายจะต้องผลิต นำเข้า และจำหน่ายเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วสามารถนำเครื่องหมายฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ ทางแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส มีคำว่า ECM อยู่ตรงกลาง

รูปที่ 1.5 แสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า

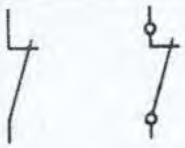
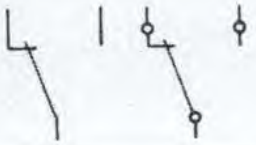
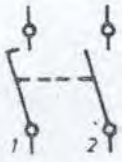
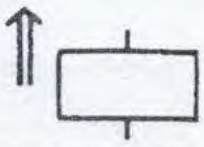
## *1.2 สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์*

สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์โดยระบบมือ(Manual) หรือระบบอัตโนมัติโดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก(Magnetic Switch) ในการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งในแต่ละประเทศก็ได้มีการใช้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงสัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าของระบบ DIN ประเทศเยอรมัน ตามตารางที่ 1.1

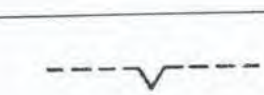
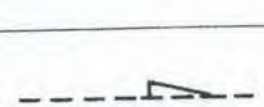
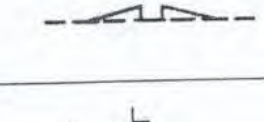
**ตารางที่ 1.4 (ต่อ) ตัวอย่างสัญลักษณ์ตาม DIN 40713 และ DIN 40703**

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
|  | คอนแทคปกติปิดอันที่ 1 จะจากก่อนอันที่ 2 |
|  | คอนแทคปกติปิด รอเวลาเปิดของรีเลย์ตั้งเวลาชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา |
|  | คอนแทคปกติปิดของรีเลย์ตั้งเวลา รอเวลาปิดหลังจากตัดไฟออก |
|  | คอนแทคปกติเปิด รอเวลาปิดของรีเลย์ตั้งเวลาชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา |
|  | คอนแทคปกติเปิดของรีเลย์ตั้งเวลา รอเวลาเปิดหลังจากตัดไฟออก |
|  | แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานด้วยคอยล์ |
|  | คอนแทคเตอร์หรือรีเลย์ลักษณะทั่วๆ ไป |

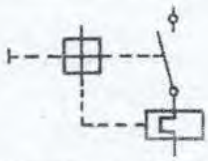
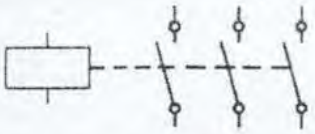
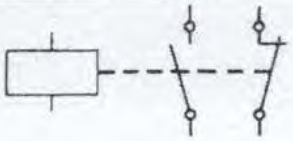
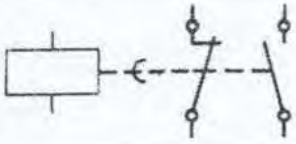
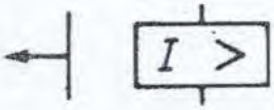
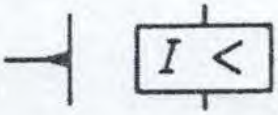
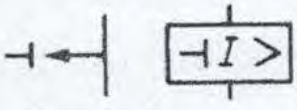
ตารางที่ 1.4 ตัวอย่างสัญลักษณ์ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
| | คอนแทคปกติเปิด |
|  | คอนแทคปกติปิด |
|  | คอนแทคปรับได้ 2 ทาง |
| | คอนแทคปกติปิดจะถูกเปิดออก เมื่อทำงาน |
| | คอนแทคปกติเปิดจะถูกดึงปิด เมื่อทำงาน |
|  | คอนแทคปกติเปิดอันที่ 1 จะถึงก่อนอันที่ 2 |
|  | รีเลย์กำลังทำงาน |

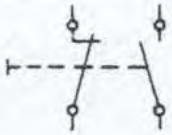
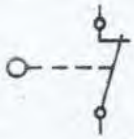
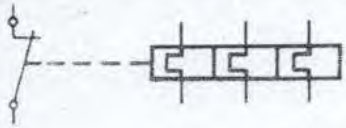
ตารางที่ 1.4 (ต่อ) ตัวอย่างสัญลักษณ์ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
| | ทำงานด้วยการดึงขึ้น |
| | ทำงานด้วยการหมุน |
| | ทำงานด้วยการผลักหรือกด |
| | ทำงานด้วยเท้า |
|  | สามารถถอดด้ามถือออกได้ |
| | ทำงานด้วยแรงดันหรือกด |
|  | ทำงานแบบล็อก |
|  | ทำงานแบบล็อกทางเดียว |
| | ทำงานแบบล็อกได้ทั้งสองข้าง |
|  | ทำงานด้วยแรงดันหรือกด ตัวอย่างถูกทำงานด้วยสวิตช์ปรับหมุน(Selector switch or Cam switch) ซึ่งมี 3 ตำแหน่ง |

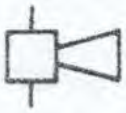
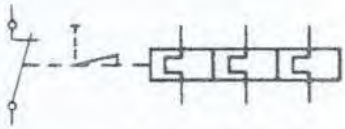
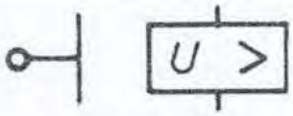
ตารางที่ 1.4 (ต่อ) ตัวอย่างสัญลักษณ์ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
|  | Latched switch |
|  | คอนแทคเตอร์ชนิด 3 ขั้ว |
|  | รีเลย์แบบ 1NC, 1NO |
|  | รีเลย์ตั้งเวลา |
|  | อุปกรณ์ป้องกันตัดวงจรเมื่อกระแสเกิน |
|  | อุปกรณ์ป้องกันตัดวงจรเมื่อกระแสต่ำ |
|  | อุปกรณ์ป้องกันตัดวงจรเมื่อกระแสรั่ว |

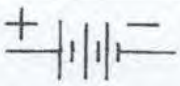
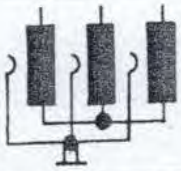
ตารางที่ 1.4 (ต่อ) ตัวอย่างสัญลักษณ์ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
| | อุปกรณ์ล็อกด้วยระบบไฟฟ้า |
| | อุปกรณ์ล็อกด้วยระบบกลไก |
| | สวิตช์ปิด-เปิดธรรมดา |
| | สวิตช์ปุ่มกด |
|  | สวิตช์พุทบอตตอน (1NC , 1NO) |
|  | ลิมิตสวิตช์ |
|  | โอเวอร์โหลดรีเลย์แบบธรรมดา |

**ตารางที่ 1.4 (ต่อ) ตัวอย่างสัญลักษณ์ตาม DIN 40713 และ DIN 40703**

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
|  | หวูดสัญญาณ |
| | โวลต์มิเตอร์ |
| | แอมป์มิเตอร์ |
|  | โอเวอร์โหลดรีเลย์แบบมีรีเซท |
|  | อุปกรณ์ป้องกันตัดวงจรเมื่อแรงดันเกิน |
| | หม้อแปลงไฟฟ้า |
| | ทำงานด้วยการกดลง |

ตารางที่ 1.5 ตัวอย่างสัญลักษณ์ทั่วไป

| สัญลักษณ์ (Symbols) | ความหมาย (Description) |
|---|---|
| 50 Hz | บอกความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ 50 เฮิรตซ์ |
| 3/Mp 50 Hz | ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มีสายศูนย์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ |
|  | แบตเตอรี่ |
| | สายดิน |
| | จุดต่อสายดิน |
|  | ชุดโช๊คสำหรับสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส ทำงานโดยใช้มือ |

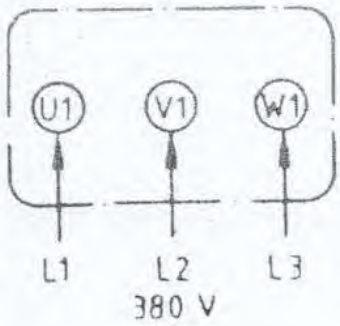
*1.3 อักษรกำกับขั้วต่อสายมอเตอร์*

โรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้ใช้ไฟฟ้าเป็นกำลังงานเกือบทั้งสิ้น ซึ่งกำลังงานไฟฟ้านี้ถูกเปลี่ยนมาเป็นพลังงานกลโดยการใช้มอเตอร์ และมอเตอร์ที่นำมาใช้ก็มีหลายชนิดแตกต่างกัน เช่นแบบที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับ เป็นต้น

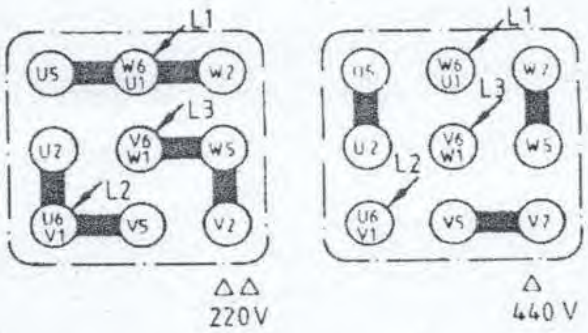
ในการที่จะรู้ถึงวิธีการควบคุมมอเตอร์นั้น จำเป็นต้องศึกษาและเข้าใจเกี่ยวกับอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ ทั้งนี้เพื่อจะได้ต่อขั้วสายมอเตอร์กำหนดการใช้งานได้ถูกต้องและปลอดภัย มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่มอเตอร์ได้ เช่น มอเตอร์ไหม้ เป็นต้น

**ตารางที่ 1.6 อักษรเขียนกำกับขั้วมอเตอร์ตามมาตรฐาน DIN**

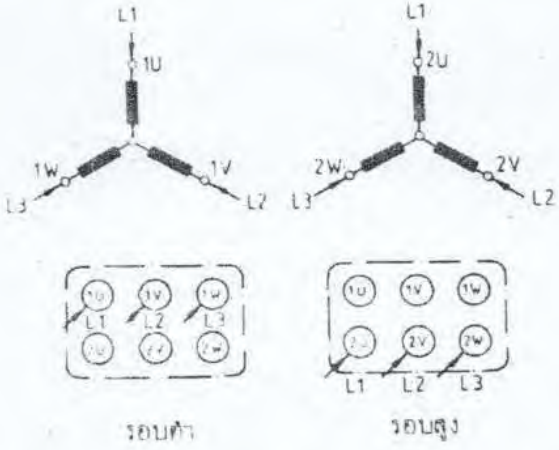
| | | |
|---|---|---|
| มอเตอร์ 3 เฟส | U V W<br>X Y Z | U1 V1 W1<br>U2 V2 W2 |
| มอเตอร์ 3 เฟส ชนิดเปลี่ยนความเร็วรอบได้ | Ua Va Wa<br>Xa Ya Za<br>Ub Vb Wb<br>Xb Yb Zb<br>Uc Vc Wc<br>Xc Yc Zc | 1U1 1V1 1W1<br>1U2 1V2 1W2<br>2U1 2V1 2W1<br>2U2 2V2 2W2<br>3U1 3V1 3W1<br>3U2 3V2 3W2 |
| ถ้ามีขดลวดเพิ่มเติม | Ub Vb Wb<br>Xb Yb Zb<br>Ub1 Vb1 Wb1<br>Xb1 Yb1 Zb1 | 2U1 2V1 2W1<br>2U2 2V2 2W2<br>2U5 2V5 2W5<br>2U6 2V6 2W6 |
| มอเตอร์ 1 เฟส | U W<br>V Z | U1 Z1<br>U2 Z2 |



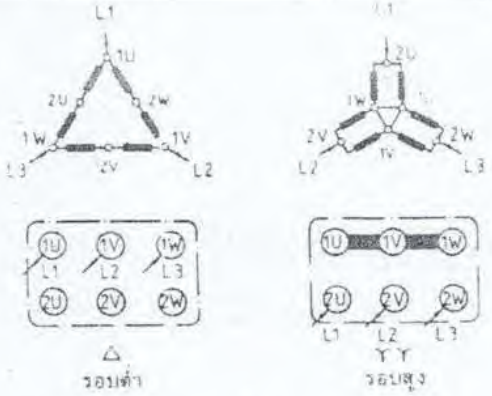

รูปที่ 1.6 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ แรงดันคงที่และสตาร์ทตรง



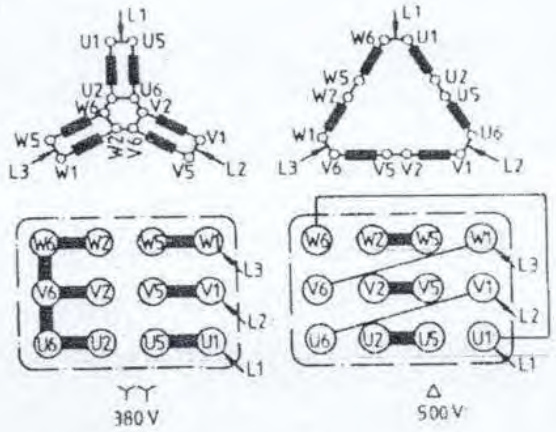

รูปที่ 1.7 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ แรงดันเปลี่ยนแปลงด้วยอัตราส่วน 1:2



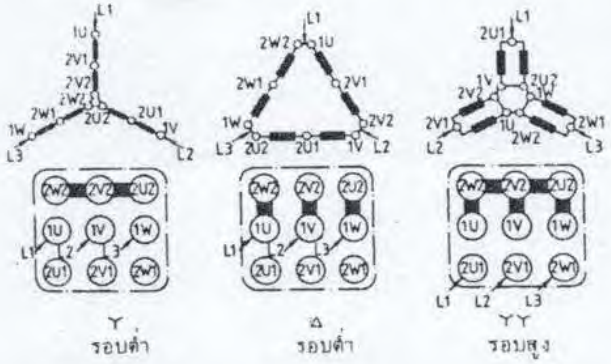

รูปที่ 1.8 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบมีขดลวดที่สเตเตอร์



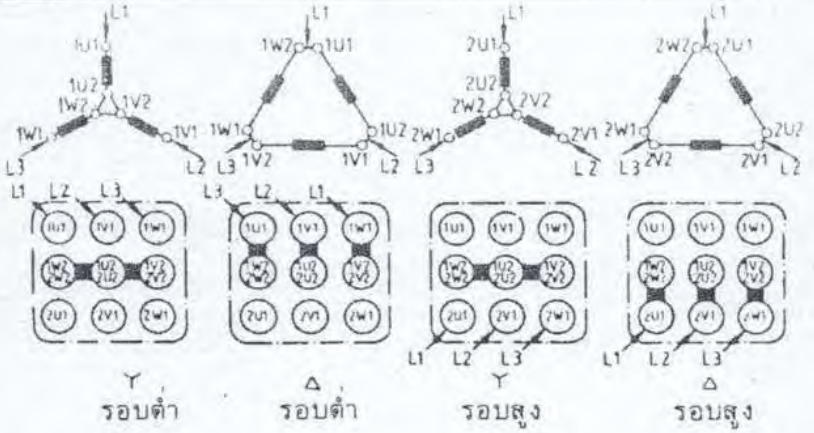

รูปที่ 1.9 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบดาลานเดอร์แรงบิดคงที่



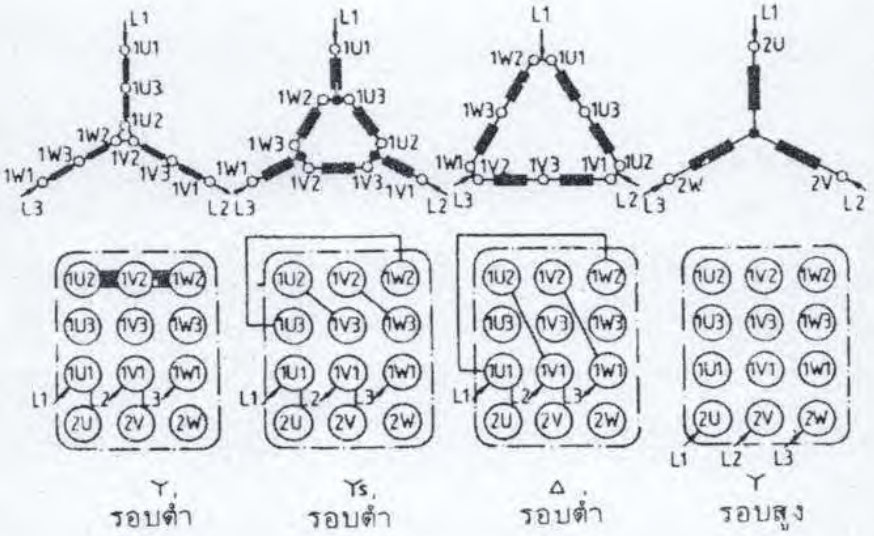

รูปที่ 1.10 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ แรงดันเปลี่ยนแปลงด้วยอัตราส่วน 1: 1.31




รูปที่ 1.11 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบดาลานเดอร์สตาร์ทที่ความร็วต่ำแบบสตาร์-เดลต้า




**รูปที่ 1.12 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบขดลวดแยก 2 ชุด แต่ละความเร็วสตาร์ทสตาร์-เดลต้า**




**รูปที่ 1.13 ตัวอย่างอักษรกำกับขั้วมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบขดลวดแยก 2 ชุด ความเร็วรอบต่ำสตาร์ท 3 ขั้น คือY/Ys/เดลต้า**

| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่อง การอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมายวงกลมรอบคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดเป็นสัญลักษณ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ก.

ข.

ค.

ง.

2. ข้อใดคือความหมายของสัญลักษณ์ในรูปนี้

ก. คอนแทคปกติเปิด

ข. คอนแทคปกติปิดจะถูกเปิดออกเมื่อทำงาน

ค. คอนแทคแบบรอเวลาทำงาน

ง. คอนแทคปกติเปิดจะถูกดึงปิดเมื่อทำงาน

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่อง การอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

3. ⊢------ ข้อใดคือความหมายของสัญลักษณ์ในรูปนี้

ก. ทำงานด้วยการหมุน
ข. ทำงานด้วยการดึงขึ้น
ค. ทำงานด้วยแรงดันหรือกด
ง. ทำงานแบบล็อก

4. ⌐------ ข้อใดคือความหมายของสัญลักษณ์ในรูปนี้

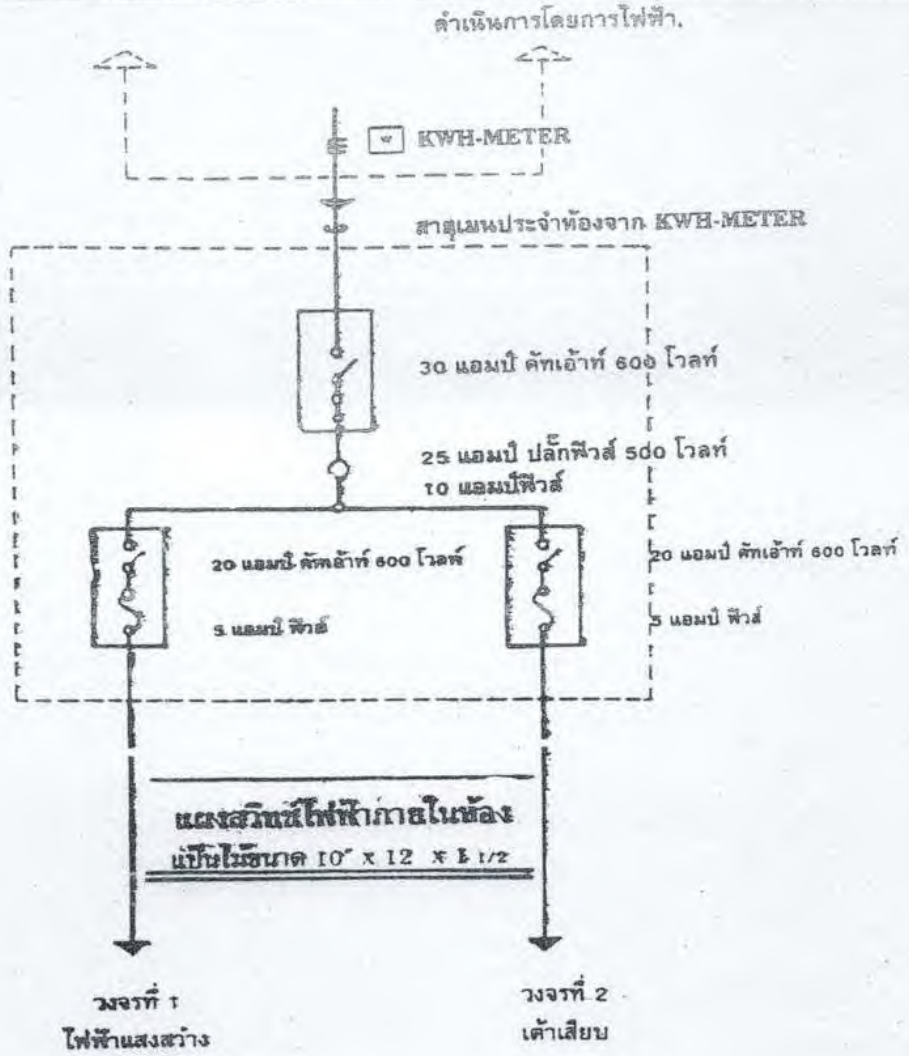
ก. ทำงานด้วยแรงดันหรือกด
ข. ทำงานด้วยเท้า
ค. ทำงานแบบล็อก
ง. ทำงานด้วยการหมุน

5. "การเขียนแบบของอุปกรณ์ใดๆ ที่เขียนเป็นชิ้นเดียวกันไม่แยกออกจากกัน" เป็นลักษณะของการเขียนแบบวงจรควบคุมประเภทใด

ก. แบบงานจริง
ข. แบบแสดงการทำงาน
ค. แบบแสดงวงจรสายเดียว
ง. แบบวงจรประกอบติดตั้ง

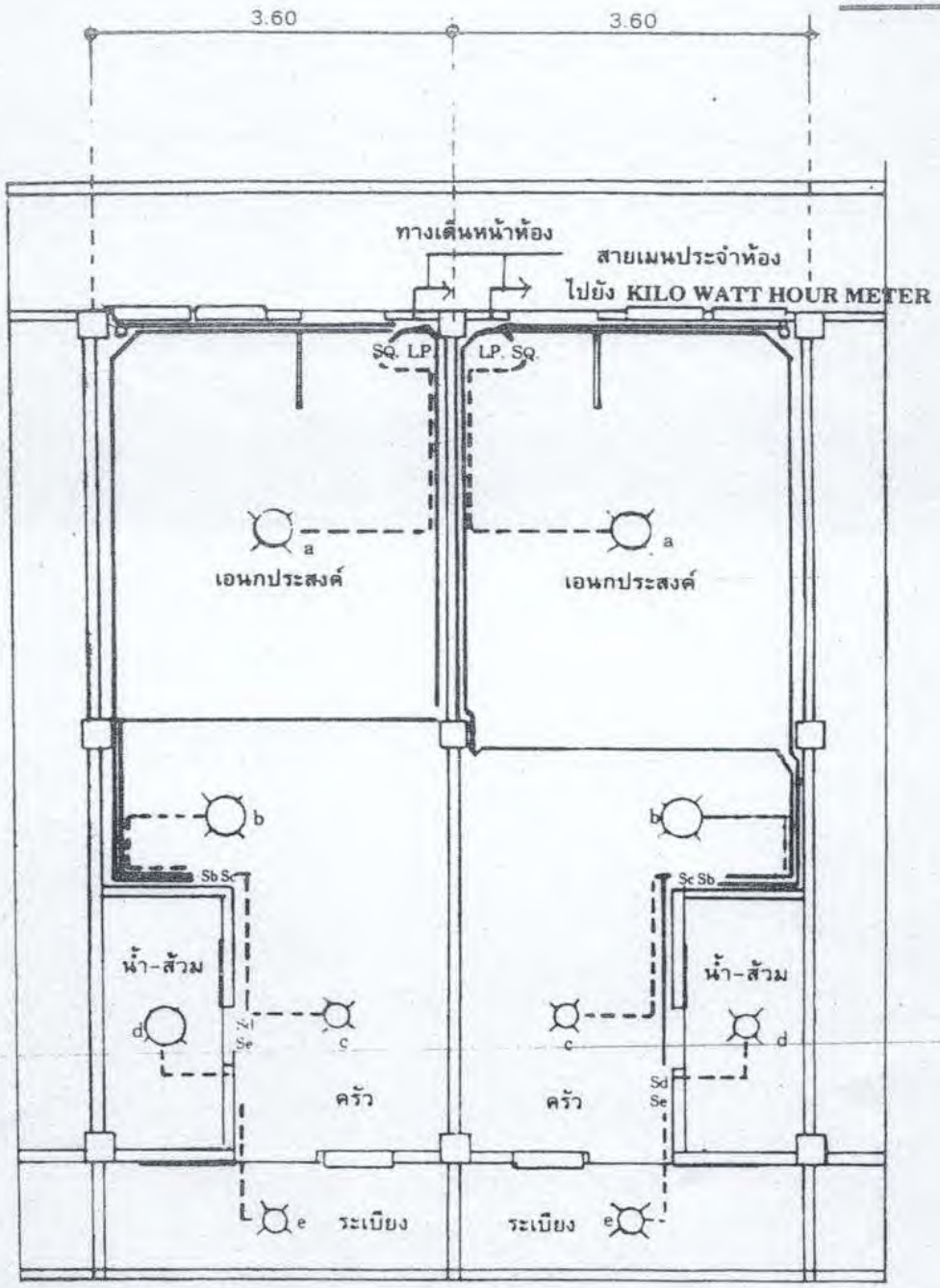
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่อง การอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

ให้ผู้เข้ารับการฝึก คิดประมาณการ เพื่อออกแบบเดินสาย โดย
การติดตั้งอุปกรณ์เหมือนอย่างแบบแปลนที่ให้มานี้ (แฟลตชั้นเดียวสองห้อง)



| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่อง การอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

แฟลต ซ.1 1:50



| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520301 |
| | เรื่อง การอ่านและเขียนแบบไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

หมายเหตุ

1. ให้เดินสายแยกวงจรเต้าเสียบ และวงจรแสงสว่าง และใช้คัทเอ้าท์ขนาด - 5/20 A. เป็นอุปกรณ์ตัดตอน
2. วงจรเต้าเสียบและแสงสว่างใช้สาย 1x2/c-2.5 มม.$^2$ TABLE 9 เดินลอยตลอดวงจร (แสดงด้วยเส้นทึบ)
3. สายจากดวงโคมเข้าสวิตช์ ใช้สาย 1x2/c-1.5 มม.$^2$ TABLE 9 เดินลอย (แสดงด้วยเส้นประ)
4. แนวการเดินสายในแบบ อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะอาคาร เพื่อความเป็นระเบียบและสวยงาม ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของการเคหะแห่งชาติ
5. กล่องต่อสายภายในห้อง ใช้ชนิดตลับต่อสายพลาสติกหุ้มสายตลอด ฝาปิดชนิดขันเกลียว ภายในมีขั้วต่อสายชนิดขันสกรู อย่างน้อย 4 ขั้ว
6. ทางผ่านโครงสร้างของอาคาร ของสายไฟฟ้าที่เดินลอยให้ใช้ท่อ PVC. ชนิดหนาเป็นทางผ่าน
7. สายเมนประจำห้อง แฟลต ช.1-ช.2-ช.3 ทั้งหมดขนาด 1x2/c-1.5 มม.$^2$ เดินสายไปยังแผงรวม KWH-METER

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง กิจกรรมสร้างเสริมนิสัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมของการทำงานและเพื่อนร่วมงาน
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถมีความรู้เกี่ยวกับการมีคุณธรรมและจรรยาบรรณในงานอาชีพของตน

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม คู่มือการใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกอบรม ประกอบการฝึกอบรม

**วิธีสอน**

สอนแบบบรรยาย จำนวน 14 ชั่วโมง

**หัวเรื่อง**

1. การปรับตัวให้เข้ากับสังคมของการทำงานและเพื่อนร่วมงาน
2. เกี่ยวกับการมีคุณธรรมและจรรยาบรรณในงานอาชีพของตน

**มอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

**การวัดผลและประเมินผล**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติตามแบบใบงานทดสอบ

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตในสังคม ได้พัฒนาเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นแบบอุตสาหกรรมยิ่งขึ้น ในระยะแรกมนุษย์ทำการผลิตเพื่อใช้เองในครอบครัว แต่ต่อมาจึงทำเพื่อขายหรือแลกเปลี่ยน ซึ่งต้องทำการผลิตในปริมาณที่มากขึ้น จากการผลิตที่ใช้มือ ใช้แรงคน แรงสัตว์ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องทุ่นแรง หรือเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีมากขึ้น ในที่สุดก็มีการพัฒนาการผลิตเป็นระบบโรงงาน ซึ่งมีการขยายตัวเป็นอุตสาหกรรมในแขนงการผลิตต่าง ๆ เช่น ของใช้ ของกิน มีการแปรรูปวัตถุดิบให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น สะดวกในการอุปโภคบริโภคได้ง่ายขึ้น การผลิตในระบบอุตสาหกรรมจึงนอกจะคำนึงถึงปริมาณแล้ว จึงต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลิตผล การทำงานในระบบผลิตนี้จึงจะต้องมีการแบ่งงาน แบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจนตามขั้นตอนการผลิต นับตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ จนกระทั่งผ่านกระบวนการผลิตแล้วแปรรูปเป็นวัตถุกึ่งสำเร็จรูปหรือสำเร็จรูป มีการบริหารงาน การจัดองค์การ ซึ่งมีผลต่อความสัมพันธ์ของผู้คนในคนในองค์การที่มีลักษณะแตกต่างไปจากลักษณะการผลิตแบบเกษตรกรรมหรือแบบดั้งเดิม

## ความหมายของอุตสาหกรรม

การประกอบการในระบบการผลิตแบบอุตสาหกรรมนั้นมีอยู่มากมายไม่จำกัดอยู่ที่การแปรรูปวัตถุดิบเท่านั้น ความหมายของคำว่า **"อุตสาหกรรม"** นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมาย หรือคำจำกัดความไว้ ดังนี้

นิคม จันทรวิทูร ได้ให้ความหมายไว้ว่า อุตสาหกรรม คือ กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับกำลังคนหรือเครื่องจักร ทำการเปลี่ยนแปลงหรือแปรสภาพวัตถุดิบหรือวัตถุกึ่งสำเร็จรูป ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับประชาชนไว้อุปโภคบริโภค ตลอดจนกิจการซึ่งให้บริการด้านความสะดวกสบายแก่ประชาชน

ณรงค์ เส็งประชา ได้สรุปความหมายของคำว่า อุตสาหกรรม ว่าคือ การประกอบการซึ่งจำเป็นต้องอาศัยกำลังคน วัสดุและเทคโนโลยี เพื่อก่อให้เกิดผลผลิต ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสินค้าบริโภคและอุปโภคหรือบริการในอันที่จะสนองความต้องการของมนุษย์

## ประเภทของอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมอาจจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายประเภท แตกต่างกันไปตามเกณฑ์ที่ใช้ ดังต่อไปนี้

**ก. แยกประเภทของอุตสาหกรรม ตามลักษณะของการประกอบการ** อาจแยกออกเป็น 3 ประเภทคือ

- อุตสาหกรรมที่นำหรือสกัดทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ เช่น การเพาะปลูก ป่าไม้ เลี้ยงสัตว์ ประมง เหมืองแร่ และย่อยหิน
- อุตสาหกรรมการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมที่นำเอาวัตถุดิบมาปรุงแต่ง ดัดแปลง แปรสภาพไปเป็นเครื่องอุปโภคบริโภค อาจเป็นอาหาร รองเท้า รถยนต์ เครื่องมือกล ฯลฯ
- อุตสาหกรรมบริการ เป็นการดำเนินงานในลักษณะการให้บริการ เช่น การขนส่ง การค้าขาย การท่องเที่ยว การธนาคาร

ข. แบ่งตามขนาดของอุตสาหกรรม

● อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ทุนและคนงานเป็นจำนวนมาก ต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ความสามารถในการดำเนินงาน อุตสาหกรรมประเภทนี้ ได้แก่ อุตสาหกรรมถลุงเหล็กกล้า อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ อุตสาหกรรมต่อเรือ ฯลฯ

● อุตสาหกรรมขนาดกลาง เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินทุนและคนน้อยกว่าอุตสาหกรรมประเภทแรก มีคนงานร่วมกันน้อยกว่า 500 คน ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตหรือประกอบเครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้า ทอผ้าปั่นด้าย

● อุตสาหกรรมขนาดย่อม เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินลงทุนน้อย มีคนงาน 10 - 99 คน

● อุตสาหกรรมขนาดเล็ก มีคนงาน 1 - 9 คน การดำเนินงานมักไม่มีการแบ่งแผนก ซึ่งมีการกำหนดหน้าที่เฉพาะ

ค. อุตสาหกรรมที่จำแนกตามประเภทของผลิตภัณฑ์

ซึ่งมี 2 ประเภทคือ

- อุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภค ได้แก่
  - อาหาร เครื่องดื่ม และยาสูบ
  - เสื้อผ้า รวมทั้งถุงเท้า
  - เครื่องหนัง
  - เครื่องตกแต่งรวมทั้งเครื่องไม้ เครื่องเรือน
- อุตสาหกรรมสินค้าทุน ได้แก่
  - เครื่องเหล็กและเครื่องโลหะต่างๆ
  - เครื่องจักร
  - ยานพาหนะ
  - เคมีภัณฑ์

## ลักษณะความสัมพันธ์ทางสังคมของคนในธุรกิจอุตสาหกรรม

คนที่อยู่ในกระบวนการผลิตในสังคมอุตสาหกรรม ที่มีกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ มีรูปแบบความสัมพันธ์กันทางสังคมในธุรกิจอุตสาหกรรม อาจจำแนกออกได้ ดังนี้

- ความสัมพันธ์แบบมีแบบแผน (Formal Relation) เป็นความสัมพันธ์กันในตำแหน่งหน้าที่การงาน สัมพันธ์กันตามสายงานและสายการบังคับบัญชา โดยมีบรรทัดฐานกำหนดเป็นแนวทางให้ปฏิบัติ มีระเบียบข้อบังคับ กฎเกณฑ์ที่ต้องปฏิบัติตาม เช่น การไม่มาปฏิบัติงานต้องมีการลาล่วงหน้า และอาจไม่ได้รับค่าตอบแทน หากเป็นการว่าจ้างแบบให้ค่าตอบแทนเป็นรายวัน
- ความสัมพันธ์อย่างไม่มีแบบแผน (Informal Relation) หมายถึง ความสัมพันธ์กันเป็นการส่วนตัว ติดต่อกันตามความพึงพอใจ ไม่มีการกำหนดเวลา ในกลุ่มไม่มีการถือว่าใครเหนือใคร เช่น กลุ่มคนงานที่มีภูมิลำเนามาจากจังหวัดเดียวกัน กลุ่มพนักงานที่จบการศึกษาจากสถานศึกษาเดียวกัน

**ฝ่ายนายจ้างควรปฏิบัติต่อลูกจ้าง** ดังต่อไปนี้

- ปฏิบัติตามกฎหมายแรงงาน และบันทึกข้อตกลงเกี่ยวกับสภาพการจ้าง
- ให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหมายและวิธีปฏิบัติงาน
- ปรับปรุงสื่อข้อความภายในสถานประกอบการ และรับฟังข้อเสนอแนะจากฝ่ายลูกจ้าง รวมทั้งการมีระบบเรื่องราวร้องทุกข์
- กำหนดนโยบายการบริหารงานบุคคลให้ชัดเจน รวมทั้งหน้าที่ในแต่ละตำแหน่ง เพื่อสร้างความมั่นคงในการทำงาน
- ยอมรับการมีสหภาพแรงงาน และใช้ประโยชน์จากสหภาพแรงงานในการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนายจ้างและลูกจ้าง
- ให้ความสนใจกับปัญหาค่าครองชีพของคนงาน มีการจัดสวัสดิการตามความเหมาะสมและด้วยความเป็นธรรม
- ให้เกียรติความเป็นมนุษย์ของกันและกัน ถ้อยทีถ้อยอาศัยกัน เอาใจเขามาใส่ใจเรา
- จ่ายค่าจ้างด้วยความยุติธรรมและตรงเวลา

**ฝ่ายลูกจ้างควรถือปฏิบัติในบรรทัดฐาน** ดังนี้

- ปฏิบัติตามกฎหมายแรงงาน และตามบันทึกข้อตกลงเกี่ยวกับสภาพการจ้าง
- มีทัศนคติที่ดีต่องานและผู้บังคับบัญชา
- ศึกษางาน ศึกษาระเบียบปฏิบัติงานเพื่อจะได้ทำงานให้กับนายจ้างได้ตามวัตถุประสงค์ และอย่างมีประสิทธิภาพ
- ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเต็มใจ ขยัน ซื่อสัตย์และให้ได้ผลงาน
- เอาใจใส่รักษาทรัพย์สินและประโยชน์ของนายจ้าง เสมือนเป็นของตนเอง
- ใช้ความสุภาพในการพูดจาหารือ
- รู้จักสถานภาพของตน ปรับสภาพตนเองให้เข้ากับงานและหน่วยงาน หมั่นศึกษาหาความรู้และพัฒนาความสามารถของตนอย่างสม่ำเสมอ

## จริยธรรมในการประกอบอาชีพ

ในการประกอบอาชีพของบุคคล นอกจากจะมีองค์ประกอบด้านความรู้ในหน้าที่การงานที่ทำแล้ว บุคคลจะต้องมีหลักยึดเหนี่ยวจิตใจในการดำรงชีวิตในหน้าที่การงาน

**ความหมายของจริยธรรม**

คำว่า จริยธรรม แยกออกเป็น จริย กับธรรม จริย หมายถึง ความประพฤติ ส่วนคำว่า ธรรม มีความหมาย 4 ประการ คือ

- ธรรม หมายถึง สภาวะที่เป็นไปอย่างนั้นเอง เช่น ธรรมชาติ ธรรมดา กฎธรรมชาติ
- ธรรม หมายถึง ความถูกต้องดีงาม เช่น ความชอบธรรม ความยุติธรรม

● ธรรม หมายถึง สิ่งหรือปรากฏการณ์ แบ่งออกเป็น สังขตธรรม และอสังขตธรรม

3.1 สังขตธรรม หมายถึง สิ่งที่ถูกปรุงแต่งขึ้นจากสิ่งอื่นๆ หลายสิ่ง

3.2 อสังขตธรรม หมายถึง สิ่งที่ปราศจากการปรุงแต่ง

● ธรรม หมายถึง หลักคำสอนของศาสนา เช่น พุทธธรรมคือหลักคำสอนของศาสนาพุทธ คริสต์ธรรม คือ หลักคำสอนของศาสนาคริสต์

ดังนั้น จริย + ธรรม จึงแปลตามรูปศัพท์ว่า หน้าที่ที่ควรปฏิบัติหรือธรรมอันเป็นข้อประพฤติปฏิบัติ

## ประเภทของจริยธรรม

จริยธรรมปรากฏขึ้นมากมาย ทั้งที่มีอยู่ตามธรรมชาติและทั้งที่มนุษย์เป็นผู้บัญญัติหรือสร้างขึ้นมา แยกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

● จริยธรรมที่สร้างความเจริญให้ปัจเจกชน หมายถึง จริยธรรมที่บุคคลแต่ละคนนำมาประพฤติปฏิบัติแล้วเกิดความสุข ความเจริญ จริยธรรมประเภทนี้ได้แก่

- ■ ความขยัน
- ■ ความอดทน
- ■ ความพากเพียรพยายาม
- ■ การรู้จักพึ่งตนเอง

● จริยธรรมที่ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างมนุษย์ หมายถึง จริยธรรมที่เสริมสร้างให้มนุษย์อยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข เกิดสันติสุข เกิดความสามัคคี จริยธรรมประเภทนี้ ได้แก่

- ■ ความสุภาพอ่อนโยน
- ■ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่
- ■ การรู้จักเคารพสิทธิของผู้อื่น

บุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรม ย่อมเป็นที่ต้องการของชุมชน สังคมและสถานประกอบการต่างๆ เนื่องจากบุคคลที่มีคุณธรรมจริยธรรม มีความเห็นอกเห็นใจกัน ไม่เอารัดเอาเปรียบกัน ช่วยสร้างและพัฒนาให้สังคมและสถานประกอบการ มีระเบียบวินัย มีความเจริญก้าวหน้า เกิดความสงบสุขทั้งต่อตนเอง ครอบครัว สังคมและประเทศชาติ

การประกอบอาชีพในสังคมอุตสาหกรรม การทำงานเป็นระเบียบ มีผู้จัดการหรือเจ้าของสถานประกอบการในการคัดเลือกบุคคลที่จะทำงานร่วมกันนั้น มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- คุณลักษณะทางด้านคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ต้องปลูกฝังมาตั้งแต่เกิด หรือใช้เวลาในการพัฒนาพอสมควร เช่น ความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ การตรงต่อเวลา เป็นต้น
- ความรู้ความสามารถทางด้านวิชาการ ซึ่งเป็นหน้าที่ของสถานประกอบการในการพัฒนาบุคลากร ผู้ประกอบการจึงจัดให้เป็นอันดับรองจากคุณลักษณะทางด้านคุณธรรมจริยธรรม

## คุณธรรมจริยธรรมที่ต้องการในการประกอบอาชีพ

คุณธรรมจริยธรรมที่ต้องการในการประกอบอาชีพที่คนส่วนใหญ่ยอมรับว่าเป็นความดี เป็นสิ่งที่ควรประพฤติปฏิบัติเพื่อความสงบสุขของสังคม ได้แก่ พฤติกรรมที่เกี่ยวกับ

- ความซื่อสัตย์
- ความรับผิดชอบ
- ความเสียสละ
- ความอดทน
- ความขยันหมั่นเพียร
- การตรงต่อเวลา
- การงดเว้นอบายมุข

● **ความซื่อสัตย์** หมายถึง พฤติกรรมของมนุษย์ที่แสดงออกถึงความจริง ตรงไปตรงมา ไม่พูดคำหยาบและไม่ใส่ร้ายผู้อื่นให้เกิดความแตกแยกในหมู่คณะ การแสดงออกต้องเป็นไปตามธรรมชาติ ทั้งกาย วาจาและใจ

บุคคลที่มีความซื่อสัตย์ ส่วนใหญ่จะเป็นคนที่มีระเบียบวินัยในตนเอง มีความละอายต่อการทำชั่ว ไม่พูดปด มีสัจจะและความจริงใจ มีสติรู้ว่าอะไรดีอะไรชั่ว เป็นต้น

ดังนั้น บุคคลที่ทำงานด้วยความซื่อสัตย์ และทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความเต็มใจและเต็มกำลังความสามารถ ประพฤติปฏิบัติ ตลอดจนช่วยเหลือแนะนำแนวทางที่ดีต่อเพื่อนร่วมงาน เกิดการยกย่อง การยอมรับนับถือ ความเชื่อถือจากผู้บังคับบัญชา และความรักจากเพื่อนร่วมงานทำให้ได้รับความเจริญก้าวหน้าในชีวิตการทำงาน และการดำรงชีวิตในสังคม

● ความรับผิดชอบ หมายถึง ความรู้สึกสำนึกในหน้าที่ ไม่ทอดทิ้งงาน ทำงานโดยไม่ต้องมีใครมาบังคับ และสามารถปฏิบัติงานได้สำเร็จลุล่วง ยอมรับผลแห่งการกระทำนั้นไม่ว่าจะเป็นด้านดีหรือร้าย รวมทั้งงานที่เป็นส่วนรวมและสังคม

บุคคลที่มีความรับผิดชอบ รู้จักหน้าที่และปฏิบัติหน้าที่ได้สำเร็จลุล่วงตรงตามเวลาย่อมเป็นที่ยอมรับนับถือและได้รับความไว้วางใจจากบุคคลอื่น ก่อให้เกิดผลดีและความเจริญก้าวหน้าทั้งในการดำเนินชีวิตและหน้าที่การงาน การปฏิบัติตนให้เป็นคนที่มีความรับผิดชอบ ได้แก่ การเอาใจใส่และรอบคอบในการทำงาน มีความตั้งใจจริงและความพยายามในหน้าที่การงาน มีระเบียบวินัยในตนเอง มีความพอใจในหน้าที่การงานที่ทำ เป็นต้น

● ความเสียสละ หมายถึง การให้หรือบริจาคทรัพย์สิน สิ่งของ ตลอดจนความมีน้ำใจ ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่แก่บุคคลอื่นหรือสังคม โดยไม่คำนึงถึงผลตอบแทนที่จะได้รับ

บุคคลที่มีความเสียสละ มีคุณลักษณะหรือคุณธรรมที่สำคัญ เช่น มีความเมตตากรุณา มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ไม่เห็นแก่ตัว มีความโอบอ้อมอารี เอาใจเขามาใส่ใจเรา แสดงออกถึงความชื่นชมและปรารถนาดีต่อผู้อื่น

ดังนั้น การเสียสละจึงมีความสำคัญ ช่วยให้ทุกคนในครอบครัว สังคมและประเทศชาติมีความสุข เพราะเมื่อทุกคนมีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ กิจการหรืองานต่างๆ จะประสบความสำเร็จ สังคมและประเทศชาติก็จะมีแต่ความสงบสุข

● ความอดทน หมายถึง การอดกลั้น การยับยั้งชั่งใจ ความหนักแน่นไม่หวั่นไหว สามารถรักษาอารมณ์ให้ปกติอยู่เสมอ ถึงแม้จะไม่พอใจก็ตาม ใช้สติปัญญาแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเรียบร้อย

การฝึกตนให้มีความอดทน จะต้องเป็นบุคคลที่มีจิตใจมั่นคงมีสมาธิ มีความพยายาม มีระเบียบวินัย เกรงกลัวต่อความชั่ว มีความละอายต่อบาป เป็นผู้มีเหตุผลและใช้เหตุผลในการตัดสินใจ

บุคคลที่มีความอดทนจะเป็นผู้ที่มีความเข้มแข็ง สามารถเอาชนะปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ได้ และเป็นที่รักใคร่ของผู้อื่น ถ้าขาดความอดทน การดำเนินชีวิตในสังคมหรือในการทำงานจะมีแต่ความขัดแย้งทำให้เกิดความทุกข์

● ความขยันหมั่นเพียร หมายถึง ความเพียรพยายาม ความมานะบากบั่น ความอดทนในการทำงานหรือกิจกรรมนั้นให้บรรลุผลสำเร็จ

การพัฒนาและฝึกฝนให้เป็นผู้ที่มีความขยันหมั่นเพียรนั้น ต้องเป็นคนช่างสังเกตและมีเหตุผล มีความอดทน มีความรับผิดชอบ ทำงานด้วยความจริงใจ รักงาน เอาใจใส่งาน และทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ

บุคคลที่มีความขยันหมั่นเพียร จะเป็นผู้ที่มีเป้าหมายของชีวิตที่แน่นอน ทั้งในด้านการทำงานและการดำเนินชีวิตในครอบครัว สังคม โดยมีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ ประกอบอาชีพด้วยความสุจริต เป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับจากสังคม

● การตรงต่อเวลา หมายถึง การทำภารกิจหรือกิจกรรมใดๆ ให้บรรลุสำเร็จตามกำหนดเวลา การตรงต่อเวลาเป็นพฤติกรรม หรือการกระทำที่เกิดจากความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ความรับผิดชอบ ไม่เห็นแก่ตัว ความมีระเบียบวินัยในตนเอง

การตรงต่อเวลาเป็นคุณธรรมที่สำคัญ ถ้าหน่วยงานหรือสังคมใด มีแต่คนที่ตรงต่อเวลาแล้ว งานหรือกิจกรรมนั้นๆ จะสำเร็จตามเป้าหมายและตรงตามเวลา จะทำให้เกิดประโยชน์ และความเป็นระเบียบต่อตนเองและหน่วยงาน

● การงดเว้นอบายมุข

อบายมุข หมายถึง ทางแห่งความเสื่อม หรือวิถีทางที่ทำให้คนเสื่อมจากฐานะ ชื่อเสียง เกียรติยศ ผู้ที่สามารถเว้นอบายมุข สามารถหลุดพ้นจากความหายนะ เพราะอบายมุขทำให้สูญเสียทั้งทรัพย์สิน ความไว้วางใจ ความเคารพนับถือ เกียรติยศชื่อเสียง

การหลีกเลี่ยงอบายมุข ได้แก่ การทำจิตใจให้มั่นคงและเข้มแข็ง เลือกคบเพื่อนที่ดี มีความอดทน มีสติ มีความละอายต่อการทำชั่ว เล่นกีฬาหรือออกกำลังกายอยู่เสมอ

ประเด็นจริยธรรมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เป็นแนวทางสำหรับบุคคลในการดำเนินชีวิตและประกอบอาชีพ เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยเวลาในการพัฒนาให้เกิดขึ้นในจิตใจ ตามปกติแล้วการพัฒนาทางจริยธรรม จะเกิดขึ้นในช่วงเยาว์วัย หรือในช่วง 10 ปีแรกของชีวิต และฝังรากลึก อย่างไรก็ตามการปรับปรุงความคิดทางด้านจริยธรรมนี้เกิดขึ้นได้ หากบุคคลมีความมุ่งมั่น ตั้งใจในการสังเกต เรียนรู้ และควบคุมให้มีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ก็จะพัฒนาเป็นนิสัยหรือพฤติกรรมที่ดี มีผลต่อการปฏิบัติงานไม่ว่าจะอยู่ในตำแหน่งหน้าที่หรือในบทบาทใดๆ

## ลักษณะของกลุ่มหรือทีมงานในองค์กรอุตสาหกรรม

ในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร ต้องอาศัยบุคลากรในระดับต่างๆ ที่มีทั้งความรู้ ความสามารถ และคุณธรรม นอกจากนี้แล้วยังต้องอาศัยการผนึกกำลังกันของผู้ปฏิบัติงาน หรือที่เรียกว่า ทีมงานในการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมาย เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานในหน่วยงานให้มากที่สุด

ในการทำงานในองค์กร การจัดรูปทีมงานหรือกลุ่ม อาจมีทั้งในแบบที่เป็นแบบแผนแน่นอน (Formal) หรือแบบที่ไม่เป็นทางการ (Informal)

กลุ่มงานที่เป็นทางการนั้น มักจัดไว้ตามระบบการจัดองค์การ (Organization) คือ จัดเป็นฝ่าย เป็นแผนก เป็นหน่วยหรือกรรมการชุดต่างๆ

ส่วนทีมงานในรูปแบบอื่น องค์การอาจจัดให้มีเพิ่มมากขึ้นได้ตามความเหมาะสมหรือตามวัตถุประสงค์เฉพาะในแต่ละเรื่อง ซึ่งอาจสรุปหรือจัดเป็นลักษณะต่างๆ ได้ดังนี้

- คณะกรรมการ (Committee)
- คณะทำงาน (Task force)
- คณะอนุกรรมการเฉพาะกิจ (Ad - hoc committee)
- ทีมงาน (Project Team)
- กลุ่มหรือชมรมเฉพาะด้านเฉพาะเรื่อง

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911510101 |
| | เรื่อง กิจกรรมสร้างเสริมนิสัยในการทำงาน | งานย่อย ที่ 1 |

ทีมงาน หรือ การทำงานแบบเป็นทีม เป็นคณะเป็นสิ่งที่ใช้กันมานานจนเป็นปกติ มีการนำมาใช้ปฏิบัติโดยทั่วไปมากยิ่งขึ้น ทั้งในองค์กรของรัฐและเอกชน โดยมีหลักการสำคัญอยู่ที่การบริหารหรือการจัดการ โดยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วม ยึดหลักการร่วมมือกัน มีการทำงานเป็นกลุ่มและสร้างทีมงานให้แข็งแกร่ง เน้นบุคคลให้เห็นความสำคัญของกระบวนการทำงานร่วมแบบเป็นทีม เน้นกระบวนการกลุ่มในการทำงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอันเดียวกัน และเน้นการพัฒนาทักษะพื้นฐานในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ทีมงานที่มีประสิทธิภาพสูงนั้นตามปกติแล้วไม่อาจเกิดขึ้นเองต้องมีการพัฒนาทั้งจากผู้บริหารงานและเจ้าหน้าที่ร่วมงานที่จะช่วยกันสร้างสรรค์ให้ทีมงานเป็นกลไกในการทำงาน

ดร.อุทัย บุญประเสริฐ ได้แสดงความคิดเห็นไว้ว่ากระบวนการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพ จะประกอบด้วย

- การสร้างความไว้วางใจกัน ไม่ระแวงกัน จะนำไปสู่การปฏิบัติต่อกันด้วยความจริงใจ และร่วมมือกันแก้ปัญหาและพัฒนางานที่เกี่ยวข้องอย่างเต็มที่ ทำให้ความขัดแย้ง หรือความคิดเห็นที่ตรงกันไม่ได้เป็นปัญหา หากแต่จะเป็นส่วนกระตุ้นให้นำไปสู่วิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการสร้างความไว้วางใจกันจะเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของทีมงานที่ดี
- การพูดจากันแบบเปิดเผยด้วยความคุ้นเคยเปิดเผยจริงใจ จะเป็นการประสานน้ำใจ และความร่วมมือ จะก่อให้เกิดความรักความเข้าใจและความไว้วางใจในผู้อื่น เป็นเครื่องช่วยปิดช่องว่างของความระแวง และความรู้สึกที่ไม่ปลอดภัยในการแสดงออกต่อกัน สมาชิกกลุ่มได้เรียนรู้ที่จะพูดกันด้วยวิธีการ หรือการแสดงออกที่เหมาะสมก่อให้เกิดความรู้สึกที่ดีต่อกัน

● การหันหน้าเข้าปรึกษาหารือกัน ในกรณีที่จะเกิดหรือเกิดปัญหา โดยการพูดจากันอย่างเปิดเผยถึงปัญหา ไม่มีการสงวนท่าที หรือการรักษาศักดิ์ศรี ทำให้ปัญหาหรือความขัดแย้งทางความคิดไม่ใช่ปัญหาใหญ่ แต่สามารถเปิดเผยไว้วางใจกันได้ ผู้บริหารจึงควรจัดกระบวนการในการพิจารณาประเด็นปัญหา และข้อขัดแย้งต่างๆ อยู่เสมอ จัดให้ทุกคนเกิดความพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหาและข้อขัดแย้ง ช่วยกันคิดแก้ปัญหา เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการของกลุ่มทันที ไม่ปล่อยให้กลายเป็นปัญหาและนำไปสู่การทำลายความรู้สึกเปิดเผยหรือความไว้วางใจกันและกัน

● การสร้างความร่วมมือกันอย่างแข็งขัน โดยให้สมาชิกมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทำงานเป็นทีม ตามขอบเขตงานและบทบาทที่เหมาะสมของแต่ละบุคคลในทีมงาน นำไปสู่ความก้าวหน้าและเปิดโอกาสให้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ ช่วยให้งานเกิดผลงานที่ดีขึ้นและสร้างเสริมบรรยากาศการทำงานแบบมีชีวิตชีวา

● การติดตามการพัฒนาระบบการทำงานเป็นทีมอย่างสม่ำเสมอ มีการเสริมแรงจูงใจให้คำชมเชย ยกย่อง รางวัล และโอกาส มีการเสริมความรู้และเทคนิคใหม่ๆ แก่กลุ่ม ให้กลุ่มได้มีโอกาสในการพิจารณาทีมงาน

## องค์ประกอบของทีมงานที่มีประสิทธิภาพ

การทำงานร่วมกันของบุคคลหลายคนด้วยความร่วมมือร่วมใจแบบเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น สภาวะทางด้านจิตใจของบุคคลที่เป็นสมาชิกของกลุ่มหรือทีมงานเป็นสิ่งสำคัญ ทีมงานจะมีความสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ทุกคนที่เป็นสมาชิกต้องมีความคิด ทัศนคติที่ดีต่อการทำงานร่วมกันของบุคคล จนกระทั่งสามารถมีพฤติกรรมการทำงานร่วมกันอย่างดี แต่การที่คนจะมีพฤติกรรมดังกล่าวได้นั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการด้วยกัน คือ ผู้นำทีมงาน สมาชิกของทีมงาน และการจัดทีมงาน

● ผู้นำทีมหรือหัวหน้าทีมงาน เป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญต่อการนำให้กลุ่มทำงานให้ได้ผลและต่อการสร้างคุณสมบัติของทีมงานที่แข็งแกร่งให้เกิดขึ้นและรักษาสภาพนั้นให้คงอยู่ การส่งเสริม กระตุ้น กำกับ จูงใจให้คิด ปรึกษาและทำงานร่วมกัน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ การพัฒนาความสามารถ ความสามัคคี ผู้นำกลุ่มจึงต้องมีความสามารถเฉพาะตัวสูงในด้านต่างๆ ดังนี้

■ การวางแผนงาน การกระจายงาน การติดตามการกำกับและการประเมินงาน

■ การเสริมแรง การจูงใจหรือการสร้างพลังใจให้สมาชิกของกลุ่มหรือทีมงานได้ใช้ความรู้ ความสามารถ และความพยายามอย่างเต็มที่ในการทำงานของทีม

● สมาชิกของทีมงานที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องประกอบด้วยสิ่งสำคัญดังต่อไปนี้

■ การมีเจตนาดี มีความตั้งใจจริงในการทำงานของกลุ่ม ไม่มีเจตนาแอบแฝงในการมาเป็นสมาชิกของกลุ่มหรือของทีมงาน

■ การมีความรู้ความชำนาญในงานนั้นๆ โดยเฉพาะ

■ การมีความสำนึกและตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของการทำงานเป็นทีม

ด้วยลักษณะเหล่านี้ บทบาทของแต่ละบุคคลในกลุ่มจะโน้มเอียงไปในด้านการมีบทบาทและพฤติกรรมเชิงเน้นการทำงาน และสร้างความสัมพันธ์กันระหว่างหมู่สมาชิก ซึ่งเป็นพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ในการทำงานในตัวบุคคล

● การจัดทีมงาน หรือรูปแบบของกลุ่ม มีความสำคัญเพราะจะช่วยให้สมาชิกรู้เป้าหมายและการทำงานร่วมกัน โดยไม่ต้องมีการสั่งการหรือการกำกับ สมาชิกจะรู้ทิศทางการทำงาน สามารถกำหนดวิธีการ การประสานงาน ลักษณะและขนาดของกลุ่มที่เหมาะกับงาน สามารถกำหนดวิธีการสื่อสาร กลไกการติดตามกำกับ ตลอดจนประเมินผลเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงงานของกลุ่ม หรือแสวงหาวิธีการใหม่ๆ ที่ดีให้แก่กลุ่มในการทำงานต่อไป

การจัดรูปแบบของกลุ่ม มีประเด็นที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

■ ลักษณะและขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมกับลักษณะงานที่ปฏิบัติ

■ มีการจัดให้มีเป้าหมายของการทำงานที่ตรงกัน ชัดเจน มีการกำหนดขั้นตอนการทำงานที่แน่นอน

■ การจัดให้มีการประสานงานกัน มีความร่วมมือกันทำงานไปสู่เป้าหมายร่วมของสมาชิกทุกคนในทีมงาน

■ การจัดให้มีการแสวงหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข หรือแสวงหาวิธีการทำงานที่ดีกว่า โดยใช้วิธีการประชุม เพื่อปรึกษาหารือกันหรือดำเนินการในลักษณะเช่นว่านี้ในรูปแบบต่างๆ

## การเพิ่มประสิทธิภาพของทีมในการทำงาน

การพัฒนาประสิทธิภาพของกลุ่มหรือทีมงานนั้น เกิดขึ้นได้จากการพัฒนาระบบการทำงานของกลุ่ม นอกจากนี้ยังต้องพัฒนาบทบาท แรงจูงใจ ความสามัคคีของสมาชิกกลุ่ม และกระบวนการทำงานร่วมกัน โดยที่จะต้องมีสิ่งที่พึงพิจารณา ดังต่อไปนี้ คือ

● กำหนดขนาดของกลุ่มให้เหมาะสมกับงาน โดยปกติแล้วควรเป็นกลุ่มขนาดเล็กไม่เกิน 7 คน

● เลือกสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถเหมาะสมกับงาน หรือมอบหมายเฉพาะส่วนที่มีความสามารถปฏิบัติได้ หรือบทบาทที่เหมาะสม ส่วนบุคคลที่ขาดความรู้ความสามารถ ควรมีการแนะนำหรือสอนงาน

● ดำเนินการให้กลุ่มกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงานให้ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสน

● ดำเนินการให้มีการกำหนดแผนงาน แยกขั้นตอนการดำเนินงานให้ชัดเจน กำหนดแผนการปฏิบัติงานของบุคคลและกลุ่มภายในที่เกี่ยวข้อง

● ให้มีการประสานงาน มีการทวงถามติดตามงานของกลุ่มเป็นระยะๆ

● พยายามใช้เครือข่ายติดต่อสื่อสารข้อมูลทุกรูปแบบ และแลกเปลี่ยนข้อมูล ทั้งแบบเป็นทางการ และแบบไม่เป็นทางการ เพื่อเปิดโอกาสในการมีส่วนร่วมและสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงาน

● ผู้นำกลุ่มโดยทั่วไป ควรได้มาโดยหลักการเห็นพ้องต้องกัน

● ขั้นตอนการทำงาน ควรได้มาจากการปรึกษาหารือกันในหมู่สมาชิกที่เกี่ยวข้อง

● เปิดโอกาสให้สมาชิกกลุ่มให้ข้อเสนอแนะด้วยวิธีการที่เหมาะสม

● จัดให้มีการสรุปถึงส่วนดีและข้อควรปรับปรุงงานเพื่อเสริมกำลังใจ และป้องกันไม่ให้มีการจับผิดกัน

**ขั้นตอนในการทำงานสำหรับทีมที่ได้รับมอบหมายเฉพาะอย่าง**

ในการทำงานเป็นทีมนั้น ผลงานที่กลุ่มถูกคาดหวังมีค่อนข้างชัดเจน กลุ่มหรือทีมงานจะต้องใช้กระบวนการกลุ่ม พัฒนาทีมงานของตนเองไปพร้อมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่มีส่วนช่วยให้กลุ่มทำงานไปได้ทันที ขั้นตอนดังกล่าวประกอบด้วย

● ดำเนินการศึกษาปัญหาหรือวิเคราะห์งานที่ได้รับมอบหมายร่วมกัน ซึ่งร่วมกันพิจารณาถึงภารกิจและงานที่ต้องปฏิบัติ โดยทำความเข้าใจร่วมกันถึงงานที่แท้จริงของกลุ่ม แล้วกำหนดเป้าหมายในการปฏิบัติงานด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจน

● นำเป้าหมายแต่ละส่วนที่กำหนดไว้แล้ว ไปวางแผนปฏิบัติกำหนดขั้นตอนก่อนหลัง และกิจกรรมเฉพาะในการทำงาน กำหนดผู้รับผิดชอบดูแลและปฏิบัติ รวมทั้งปัจจัยที่จำเป็น ระยะเวลาการทำงาน และระยะเวลาที่แล้วเสร็จ ลำดับก่อนหลัง การรับผิดชอบดูแลควบคุมสอบผลงาน และรายงานผลงาน

● กำหนดการแบ่งงานและกระจายงานให้แก่สมาชิกของทีม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้รับผิดชอบดูแล

● ให้ลงมือปฏิบัติจริงตามแผนงานที่กำหนดไว้ หรือตามแผนงานที่ปรับปรุงไว้

● ให้มีการติดตามและสนับสนุนการปฏิบัติงานในลักษณะนิเทศติดตามผล และควบคุมควบคู่กันไปในตัว ในการนิเทศติดตามผลนั้น มีการสอนงานรวมอยู่เพื่อช่วยผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

● ให้มีการประเมินผลขั้นสุดท้าย เพื่อเป็นกรอบในการกำกับติดตามผลการดำเนินงาน ติดตามความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆ ทั้งนี้ เพื่อสรุปผลการปฏิบัติงานทั้งหมด และรายงานผลต่อผู้มอบหมายให้ทราบถึงระดับความสำเร็จในภารกิจของทีมงาน

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบทดสอบและเฉลย** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า 2 |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถพื้นฐาน | |
| | เรื่อง กิจกรรมเสริมสร้างนิสัยในการทำงาน | หัวข้อวิชา กิจกรรมเสริมสร้างนิสัยในการทำงาน | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.4 : ป.7 - ชั่วโมง |

**<u>จงตอบคำถามดังนี้</u>**

9 พฤติกรรม 9 ความสำเร็จ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**<u>เฉลย</u>**

1. ความซื่อสัตย์
2. ความรับผิดชอบ
3. ความมีระเบียนวินัย
4. ความขยันและอดทน
5. การทำงานเป็นทีม
6. มีความคิดสร้างสรรค์
7. มีความใฝ่เรียนรู้
8. มีความประหยัด
9. มีความปลอดภัย

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ในการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถอ่านค่าสเกลหน้าปัดได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถต่อเครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

**วิธีสอน**

แบบบรรยาย ประกอบการสาธิตและมอบหมายงาน ( ทฤษฎี 14 ชั่วโมงและปฏิบัติ 7 ชั่วโมง )

**หัวข้อสำคัญ**

1. ชนิดและลักษณะของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
2. สเกลหน้าปัดของของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า
4. ลักษณะของมัลติมิเตอร์และการวัดค่าทางไฟฟ้า

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม อุปกรณ์ช่วยการฝึกอบรม ใช้ประกอบการฝึกอบรม

**การมอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

**การวัดผล**

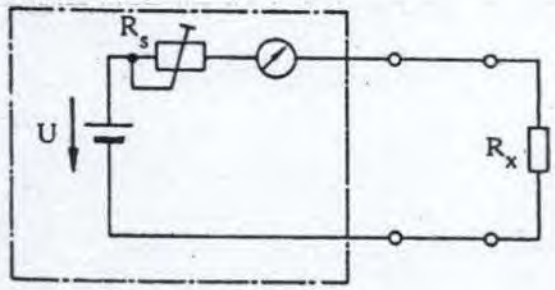
ให้คะแนนผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากผลปฏิบัติงานและทำใบทดสอบ

การวัดความต้านทานสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

**1. การวัดความต้านทานด้วยโอห์มมิเตอร์**

เช่นเดียวกันกับกระแสและแรงดันไฟฟ้า ความต้านทานก็สามารถวัดได้ด้วยมิเตอร์เช่นเดียวกัน โดยใช้โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter)

สัญลักษณ์ของโอห์มมิเตอร์ Ω




สเกลของโอห์มมิเตอร์แตกต่างจากสเกลของโวลต์-มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ คือ สเกลจะเริ่มจาก 0 Ω - ∞ โดยที่ตำแหน่ง 0 Ω จะอยู่ทางขวามือของสเกล และสเกลเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ ก่อนการใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทาน จะต้องทำการปรับแต่งตำแหน่งมิเตอร์ก่อนทำการวัดทุกครั้งโดย

1. ปิดสวิตช์ไว้ ณ ย่านที่ต้องการ
2. นำปลายสายทั้งสองของโอห์มมิเตอร์มาแตะกัน ($R_x$ = 0 Ω)
3. ปรับปุ่ม Ohm adjust (OHMS ADJ) ให้เข็มชี้ที่ตำแหน่ง 0 Ω
4. แยกปลายสายออกจากกัน ซึ่งขณะนี้โอห์มมิเตอร์ก็พร้อมที่จะใช้วัดค่าความต้านทาน

นำความต้านทานที่จะวัดค่าออกจากวงจร และนำมาต่อระหว่างปลายทั้งสองของโอห์มมิเตอร์ และอ่านค่าบนแผ่นสเกลแล้วคูณด้วยค่าตัวคูณขยายย่านวัด

จะต้องไม่ทำการวัดความต้านทานในขณะที่ความต้านทานนั้นมีกระแสจากวงจรภายนอกไหลผ่าน เพราะกระแสในวงจรนั้นจะทำให้โอห์มมิเตอร์ชำรุดได้

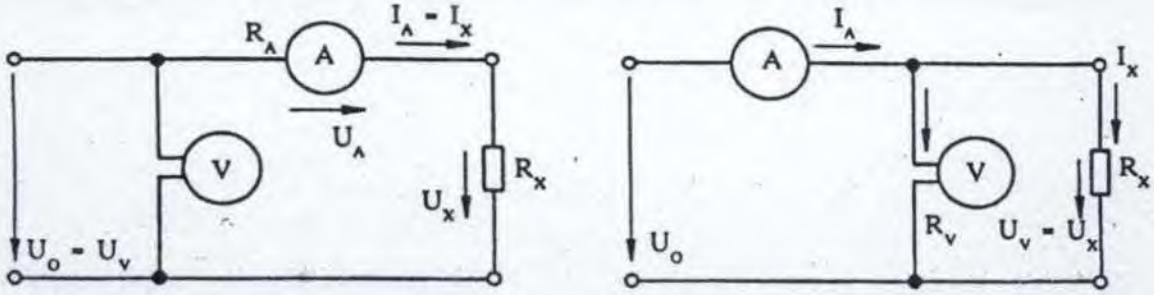
**2. การวัดความต้านทาน โดยใช้วิธีโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ (V-A method)**

จากกฎของโอห์มจะสามารถคำนวณหาความต้านทานได้จาก $R=\frac{U}{I}$ ซึ่งสามารถต่อวงจรการวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

ก. แบบ Correct current ต่อวงจรดังในรูป 4ก กระแสที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์จะเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า $R_x$ ($I_A=I_x$) โวลต์มิเตอร์จะวัดรวมแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมแอมมิเตอร์ด้วย ดังนั้นความต้านทาน $R_x$ คำนวณได้จาก

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_v}{I_A} - R_A$$

ถ้าความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์ $R_A$ มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่า $R_x$ ดังนั้นก็สามารถที่จะไม่คิดค่าของ $R_A$ ได้ วิธีนี้จึงเหมาะที่จะใช้สำหรับวัดความต้านทาน $R_x$ ที่มีค่าสูง ๆ ($R_x>10R_A$)




4ก 4ข

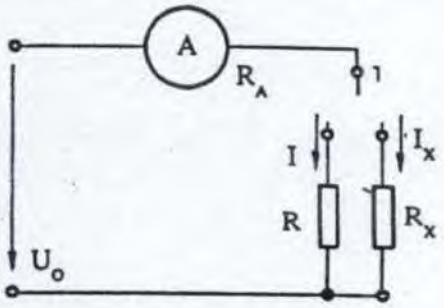
รูปที่ 4

ข. แบบ Correct voltage ต่อวงจรดังในรูป 4ข ในกรณีนี้ความต้านทานภายในโวล์ทมิเตอร์ ($R_v$) ต่อขนานอยู่กับ $R_x$ แต่กระแสที่แอมมิเตอร์วัดจะรวมถึงกระแสที่ไหลผ่านโวล์ทมิเตอร์ ($I_v=\frac{U_v}{R_v}$) ด้วยดังนั้น

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_v}{I_A - U_v/R_v} = \frac{U_v R_v}{I_A R_v - U_v} = \frac{U_v - R_v}{I_A}$$

ถ้าค่าของ $R_v$ มีค่าสูงมาเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของ $R_x$ ดังนั้นเทอม $R_v$ ก็สามารถที่จะละทิ้งได้ ดังนั้น การต่อวิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับ $R_x$ ที่มีค่าความต้านทานต่ำ ๆ ($10R_x<R_v$) ถ้ากระแสที่ไหลผ่านโวลต์มิเตอร์ $I_v$ มีค่ามากกว่า $I_x$ แล้วความผิดพลาดก็จะมีมาก

### 3. การวัดความต้านทานโดยวิธีเปรียบเทียบกระแส




รูปที่ 5

จากวงจรในรูปที่ 5 เมื่อความต้านทานที่ไม่ทราบค่า $R_x$ และความต้านทานที่ทราบค่า R ต่ออนุกรมอยู่กับแอมมิเตอร์ด้วยสวิตช์ $R_A$ เป็นความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์ ถ้าแรงดันไฟฟ้า $U_o$ ระหว่างที่ทำการวัดมีค่าคงที่จะได้ว่า

$$U_o = (R_x+R_A)I_x = (R+R_A)I$$

$$R_x = (R+R_A)\frac{I}{I_x} - R_A$$

ถ้า $R_A$ มีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ $R_x$ และ R แล้ว

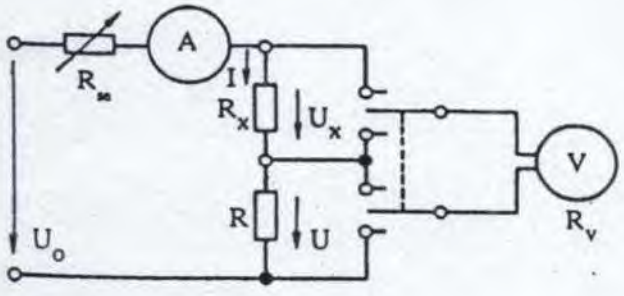
$$R_x = R.\frac{I}{I_x}$$

จะเห็นได้ว่าความต้านทานเป็นสัดส่วนผกผันกับกระแสและใช้วิธีนี้ใช้วัดความต้านทานในย่าน 100 Ω - 100 ΩM ได้

เมื่อค่า R ในวงจรรูปที่ 5 สามารถปรับค่าได้อย่างละเอียดแล้วเมื่อปรับค่า R จนกระทั่งเข็มชี้เท่ากับค่าที่ชี้จาก $I_x$ แล้วก็จะได้ว่า $R_x$=R

วิธีการวัดแบบนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า วิธีการเปรียบเทียบค่า (Substitution method)

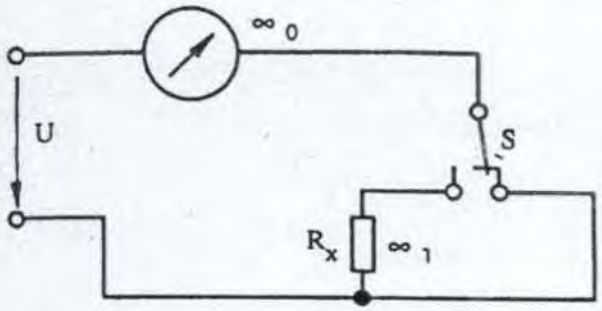
### 4. การวัดความต้านทานโดยการเปรียบเทียบแรงดัน




รูปที่ 6

วิธีการวัดต่อวงจรดังในรูปที่ 6 $R_x$ ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทานที่ทราบค่า R แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานทั้งสองตัวถูกวัดด้วยโวลต์มิเตอร์ที่มีความต้านทานภายใน ($R_v$) สูงมาก ถ้าค่าของ $R_v$ มากกว่าค่าของ $R_x$ และ R อย่างน้อยที่สุด 100 เท่า แล้วความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะมีน้อยกว่า 1% ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

**5. การวัดความต้านทานโดยอาศัยการเปรียบเทียบมุมบ่ายเบนของโวลต์มิเตอร์**




รูปที่ 7

เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ที่มีความต้านทานภายใน $R_v$ ต่อคร่อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าค่าคงที่ดังรูป 7 เข็มของมิเตอร์จะบ่ายเบนไปเป็นมุม $\infty_0$ และต่อมาต่อความต้านทานที่ต้องการหาค่า $R_x$ อนุกรมกับมิเตอร์ และต่อคร่อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าเดียวกันได้มุมบ่ายเบน $\infty_1$ ก็จะสามารถหาค่าความต้านทาน $R_x$ ได้จากอัตราส่วน ของมุมบ่ายเบน ดังนี้

$$\beta = \frac{\infty_1}{\infty_0} = \frac{I_1}{I_0}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_v} \quad \text{และ} \quad I_1 = \frac{U}{R_v+R_x}$$

$$\beta = \frac{R_v}{R_v+R_x}$$

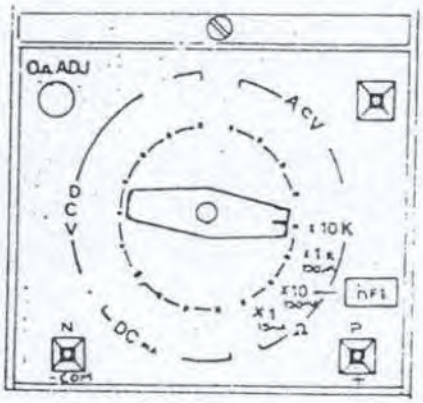
$$\beta(R_v+R_x) = R_v$$

$$R_x = \frac{R_v - \beta R_v}{\beta}$$

$$R_x = \frac{R_v(1-\beta)}{\beta}$$

นอกจากนี้ยังมีวิธีการวัดความต้านทานด้วยวิธีการอื่น ๆ อีกได้แก่ การใช้วงจรวีทสโตนบริดจ์และบริดจ์แบบต่าง ๆ เป็นต้น

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |




จากรูป

แสดงการตั้งซีเล็กเตอร์สวิตช์ที่ตำแหน่ง X 10K ถ้าบิดสวิตช์ลง จะเป็นการตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง X1K, X 10 และ X1 ตามลำดับ ก่อนการวัดจะต้องตั้งซีเล็กเตอร์ให้เหมาะสมกับค่าความต้านทานของอุปกรณ์ที่จะวัด โดยผลการวัดจะทำให้เข็มของมิเตอร์ ชี้บอกค่าประมาณกลางสเกล หรือ ชี้ค่อนไปทางขวามือของสเกล จึงจะทำให้ค่าความต้านทานที่วัดได้ถูกต้องมีความคลาดเคลื่อนน้อย โดยยึดหลักการตั้งซีเล็กเตอร์ เพื่อวัดความต้านทาน ดังตาราง

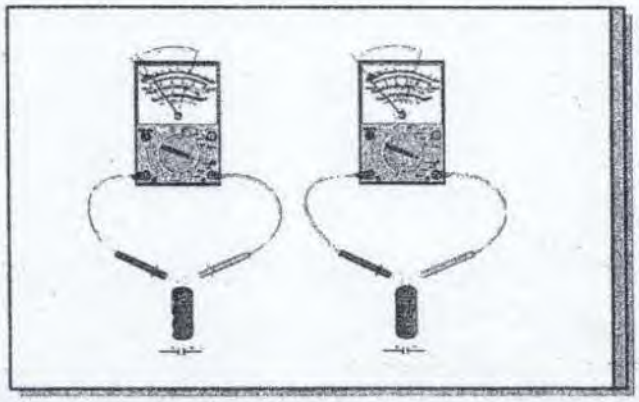
| ตำแหน่งย่านวัด | ช่วงค่าความต้านทานที่ใช้วัด |
|---|---|
| x1 | 0 โอห์ม - 100 โอห์ม |
| x10 | 50 โอห์ม - 2k โอห์ม |
| x1k | 2 k โอห์ม - 100k โอห์ม |
| x10k | 100k โอห์ม - 2M โอห์ม |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดคาปาซิเตอร์

1. ตั้งเรนจ์มิเตอร์ให้สัมพันธ์กับค่าที่จะวัด
2. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวคาปาซิเตอร์ (Capacitor)
3. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัวคาปาซิเตอร์ (Capacitor) สังเกตุการขึ้นของเข็มมิเตอร์
   - หากเข็มขึ้นแล้วตกลงมาแสดงว่าคาปาซิเตอร์ตัวนั้นดี สลับสายวัดดูคาปาซิเตอร์ที่ดีจะต้องขึ้นแล้วตกลงมาเหมือนครั้งแรก
   - หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ขึ้นค้างหรือตกไม่สุด แสดงว่าคาปาซิเตอร์รั่ว
   - หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ขึ้นชี้ที่ 0 Ohm แสดงว่าคาปาซิเตอร์ช้อตลัดวงจร
   - หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้น แสดงว่าคาปาซิเตอร์ลัดวงจร
4. สลับสายดู คาปาซิเตอร์ที่ดีจะต้องทำให้เข็มขึ้นแล้ว ตกลงมาเช่นเดียวกับครั้งแรก

<u>หมายเหตุ</u> การตั้งเรนจ์ไม่สัมพันธ์กับค่าที่จะวัดจะมีผลทำให้การวิเคราะห์คุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ผิดพลาดได้



รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 10 การวัดคาปาซิเตอร์

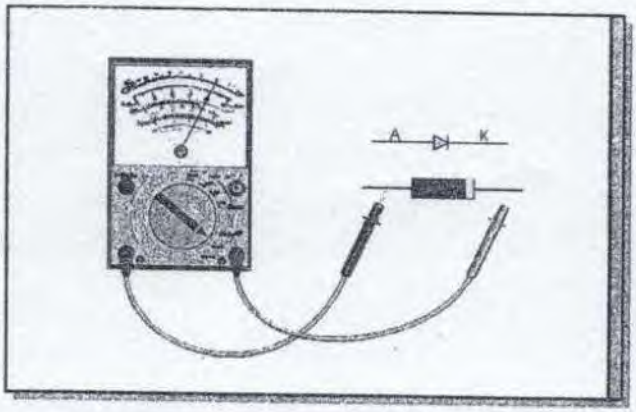
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดไดโอด

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบายเรื่องการวัดไดโอด ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัดไดโอดตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 11)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม Rx10
3. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวไดโอด
4. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัวไดโอด
5. สังเกตุการขึ้นของเข็มมิเตอร์
   - เข็มมิเตอร์ต้องขึ้นครั้งไม่ขึ้นครั้ง ถึงจะแสดงว่าไดโอดดี
   - ถ้าหากเข็มมิเตอร์ขึ้นทั้งสองครั้งแสดงว่าไดโอดรั่วหรือช้อต
   - ถ้าหากเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นเลยแสดงว่าไดโอดขาด
6. การวัดในลักษณะที่เข็มมิเตอร์ขึ้นแล้วสังเกตุสายมิเตอร์
   - ถ้าหากสายมิเตอร์แดง (+) อยู่ที่ขาใดขานั้น คือขาคาโถด (K)
   - ถ้าหากสายมิเตอร์ดำ (-) อยู่ที่ขาใดขานั้น คือขาอาโหนด (A)

**<u>หมายเหตุ</u>** การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ภายในขั้วของมิเตอร์ ปกติจะสลับขั้วไฟกันอยู่




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 11 การวัดไดโอด**

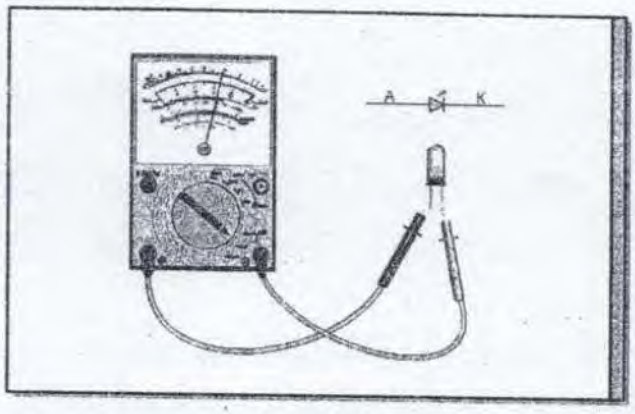
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัด LED

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบายเรื่องการวัด LED ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัด LED ตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 12)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม Rx1
3. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัว LED
4. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัว LED
5. สังเกตุการขึ้นของเข็มมิเตอร์
   - เข็มมิเตอร์ต้องขึ้นครั้งไม่ขึ้นครั้ง ถึงแสดงว่า LED ดี
   - ครั้งที่เข็มมิเตอร์ขึ้น LED จะต้องแปล่งแสงออกมาด้วย
6. การวัดในลักษณะที่เข็มมิเตอร์ขึ้นแล้วสังเกตุสายมิเตอร์
   - ถ้าสายมิเตอร์แดง (+) อยู่ที่ขาใดขานั้นคือขาคาโถด (K)
   - ถ้าสายมิเตอร์ดำ (-) อยู่ที่ขาใดขานั้นคือขาอาโนด (A)

**<u>หมายเหตุ</u>** การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ภายในขั้วของมิเตอร์ ปกติจะสลับขั้วไฟกันอยู่




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 12 การวัด LED**

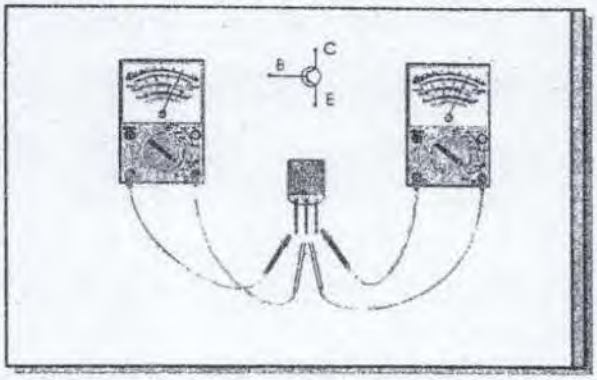
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดหาขาเบส

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบาย เรื่อง การวัดหาขาเบส ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัดหาขาเบส ตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 13)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม Rx10
3. นำสายมิเตอร์สายใดสายหนึ่ง แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวทรานซิสเตอร์เป็นหลัก วัดเทียบกับสองขาที่เหลือ
4. วัดจนกว่าจะพบว่าจังหวะที่วัดนั้นเข็มมิเตอร์ขึ้นเท่า ๆ กัน ทั้ง 2 ข้าง
    1. สายมิเตอร์ที่จับอยู่เป็นหลัก คือ ขาเบสของทรานซิสเตอร์
    2. สังเกตุดูว่าสายไฟเส้นใดอยู่ที่ขาเบส ที่หาได้
        - กรณีสายเส้นแดง (+) แสดงว่าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP
        - กรณีสายเส้นดำ (-) แสดงว่าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

**<u>หมายเหตุ</u>** การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ภายในขั้วของมิเตอร์ ปกติจะสลับขั้วไฟกันอยู่



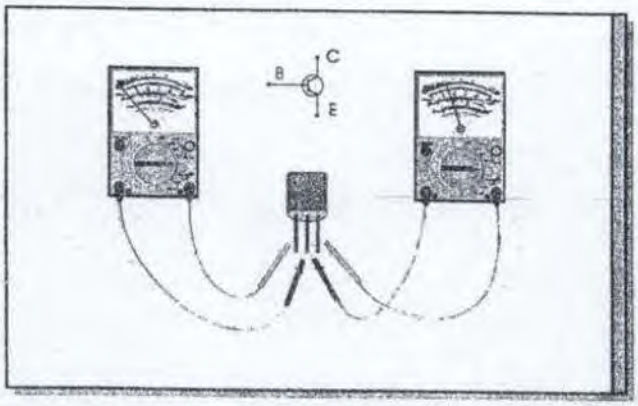

**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 13 การวัดหาขาเบส**

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดหาขาคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบาย เรื่อง** การวัดหาขาคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์ ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใสพร้อมการสาธิตวิธีการวัดคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์ตามขั้นตอนต่อไปนี้ **(แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 14)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอมห์ Rx10K
3. นำสายมิเตอร์วัดขาเบสเทียบกับขาใดขาหนึ่งแล้วได้ค่าความต้านทานสูง (เข็มมิเตอร์ขึ้นน้อย หรือ ไม่ขึ้นเลย หากว่าความต้านทานสูงกว่าความสามารถในการวัดของมิเตอร์ ) ขานั้นคือขาคอลเล็คเตอร์ (COLLECTER)
4. นำสายมิเตอร์วัดขาเบสเทียบกับขาใดขาหนึ่งแล้วได้ค่าความต้านทานต่ำ (เข็มมิเตอร์ขึ้นมาก) ขานั้นคือขาอีมิเตอร์ (EMETER)




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 14 การวัดหาขาคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์**

## ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

**1) การอ่านค่าของมิเตอร์**

ค่าที่ได้จากการวัดจะถูกต้องแม่นยำนั้น เข็มชี้ค่าที่อยู่เหนือกระจกเงาจะละท้อนเงาทับกันสนิท แล้วอ่านค่าจะได้ค่าที่แน่นอนที่สุด

**2) การจับถือหรือเคลื่อนย้าย**

ไม่ควรให้มีการแกว่ง เครื่องวัดขนาดใหญ่ควรจับถือด้วยสองมืออย่างระมัดระวัง

**3) การเก็บเครื่องมือวัดไฟฟ้า**

(1) ห้ามถูกแสงแดดกระทบโดยตรง
(2) ห้ามวางในบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน
(3) ห้ามวางในบริเวณที่มีฝุ่นละออง
(4) ให้วางในบริเวณที่มืด เย็น และมีความชื้นต่ำ
(5) ห้ามวางในบริเวณที่เป็นเกลือหรือกรดก๊าซ
(6) ควรวางมิเตอร์อย่างมีระเบียบสะดวกในการเลือกใช้
(7) ขันขั้วสกรูทุกตัวให้แน่นหลังเลิกใช้งาน

## การบำรุงรักษามัลติมิเตอร์

หลังจากผู้สอนให้ผู้รับการฝึกรู้จักลักษณะของตัวเครื่อง, การอ่านค่าสเกล,วิธีการวัดหาค่าต่างๆแล้ว การบำรุงรักษาเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญสำหรับการที่จะยืดอายุการใช้งานของเครื่องมัลติมิเตอร์ ผู้สอนอธิบายให้ผู้รับการฝึกรู้ถึงวิธีการบำรุงรักษา (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 15-16) ประกอบการบรรยาย

1. ควรศึกษาคู่มือการใช้มัลติมิเตอร์ให้เข้าใจอย่างละเอียดและถูกต้อง
2. ควรวางเครื่องวัดในตำแหน่งแนวราบ ไม่ควรวางตั้งหรือวางตะแคงและคว่ำหน้ามัลติมิเตอร์ เพราะจะมีผลต่อขดลวดเคลื่อนที่ เคลื่อนตำแหน่ง
3. ควรระมัดระวังในการตั้งย่านการวัด (Range) ให้ถูกต้องก่อนทำการวัดเสมอ เช่น ไม่ควรตั้งย่านโอมห์ไปวัดค่ากระแสไฟหรือแรงดันไฟฟ้า เพราะจะทำให้ย่านโอมห์เสียหายได้ หรือการตั้งย่านการวัดไม่เหมาะสม คือต่ำกว่าที่วัดจะทำให้เข็มมิเตอร์ตีขึ้นอย่างแรง อาจจะคดงอหรือหักได้
4. อย่าให้มัลติมิเตอร์ ได้รับการกระแทกกระเทือนอย่างรุนแรง
5. เมื่อไม่ได้ใช้มัลติมิเตอร์เป็นเวลานานควรถอดเอาแบตเตอรี่ออก
6. ในการใช้มัลติมิเตอร์ควรอยู่ในสภาพปกติ คือมีฝาครอบห่อหุ้มเสมอ
7. ในการเลิกใช้มัลติมิเตอร์ชั่วคราวควรตั้งย่านการวัด (Range) ที่ตำแหน่ง ACV

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

1. การวัดหาค่าความต้านทานควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

2. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

3. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

4. การวัดหาค่ากระแสไฟฟ้าควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

5. การวัดหาค่าความต้านทานวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจร

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดวงจรออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

6. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจรและดูขั้วบวก-ลบ

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดวงจรออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

7. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจรและไม่ต้องดูขั้วบวก-ลบ

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดวงจรออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

8. การวัดหาค่ากระแสไฟฟ้าวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจร

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดแหล่งจ่ายไฟออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

9. เครื่องมือวัดค่าความต้านทานมีหน่วยวัดเรียกว่าอะไร *

ก. โอห์ม

ข. โวลท์

ค. แอมแปร์

ง. วัตต์

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง การใช้วัสดุและเครื่องมือทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

10. เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีหน่วยวัดเรียกว่าอะไร *

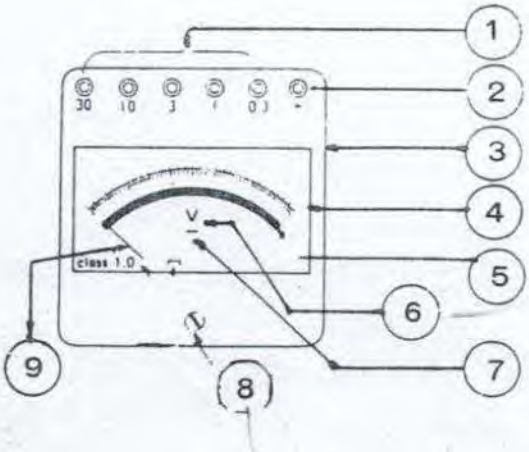
ก. โอห์ม

ข. โวลท์

ค. แอมแปร์

ง. วัตต์

**11**. จงบอกลักษณะทั่วไปของเครื่องวัดไฟฟ้าดังรูป ตั้งแต่ 1-9




**12**. ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องวัดไฟฟ้ามีอะไรบ้าง บอกมาเป็นข้อ ๆ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ในการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถอ่านค่าสเกลหน้าปัดได้อย่างถูกต้อง
3. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถต่อเครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

**วิธีสอน**

แบบบรรยาย ประกอบการสาธิตและมอบหมายงาน ( ทฤษฎี 14 ชั่วโมงและปฏิบัติ 7 ชั่วโมง )

**หัวข้อสำคัญ**

1. ชนิดและลักษณะของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
2. สเกลหน้าปัดของของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3. เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า
4. ลักษณะของมัลติมิเตอร์และการวัดค่าทางไฟฟ้า

**อุปกรณ์ช่วยฝึก**

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม อุปกรณ์ช่วยการฝึกอบรม ใช้ประกอบการฝึกอบรม

**การมอบหมายงาน**

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

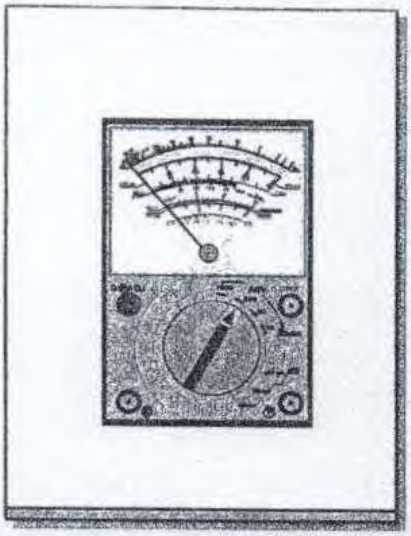
**การวัดผล**

ให้คะแนนผู้เข้ารับการฝึกอบรมจากผลปฏิบัติงานและทำใบทดสอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องเครื่องวัดไฟฟ้า โดยอธิบายความหมายของมัลติมิเตอร์**

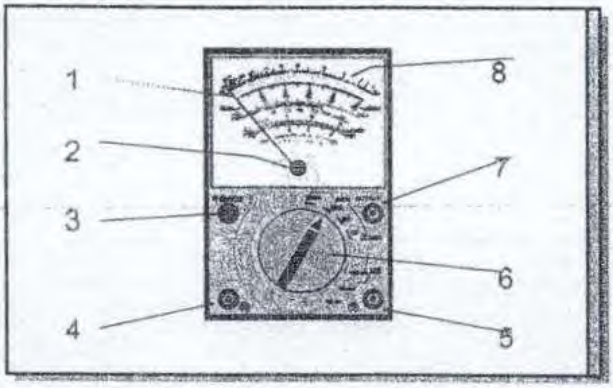
**มัลติมิเตอร์** ( Multimeter ) เป็นการนำศัพท์ 2 คำมาเชื่อมกันโดยมีคำว่า **มัลติ** ( Multi ) ซึ่งแปลว่า **รวม** กับคำว่า **มิเตอร์** ( Meter ) แปลว่า **เครื่องวัด หรือ มาตรวัด** รวมความแล้วหมายถึง เครื่องมือวัด-ทดสอบที่มีความสามารถหลาย ๆ อย่างรวมอยู่ด้วยกัน เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ( **แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1** ) บนเครื่องฉายภาพเพื่อแนะนำให้ผู้รับการฝึกรู้จักลักษณะของตัวเครื่องมัลติมิเตอร์



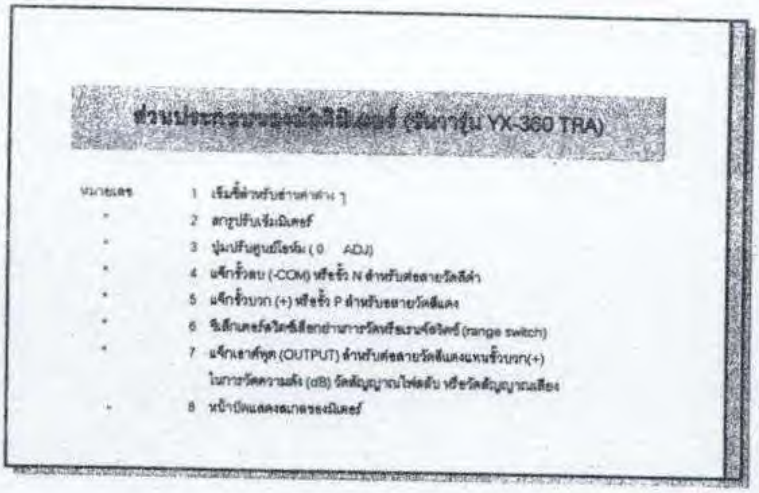
**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1**
**ตัวเครื่องของมัลติมิเตอร์**

## ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 2) บนเครื่องฉายภาพชี้ตามหมายเลข (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 3) อธิบายส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์**




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 2 ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์**




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 3 ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์**

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

จากรูป เป็นส่วนประกอบภายนอกของมัลติมิเตอร์ ดังนี้

1) **สกรูสำหรับปรับแต่งเข็มมิเตอร์** ให้ชี้พอดีอยู่กับตำแหน่ง ∞ ด้านซ้ายมือสุดของสเกล

2) **ซีเล็กเตอร์สวิตซ์** สำหรับเปลี่ยนผ่านวัดเพื่อเลือกการทำงานของมิเตอร์ ให้วัดโอห์ม วัดแรงดันไฟฟ้า หรือ วัดกระแสไฟฟ้า

3) **ช่างเสียบสายบวก (P)** สำหรับเสียบสายวัดสีแดง (+ Jack)

4) **ช่องเสียบสายลบ (N)** สำหรับเสียบสายวัดสีดำหรือสายคอมมอน (- Common Jack)

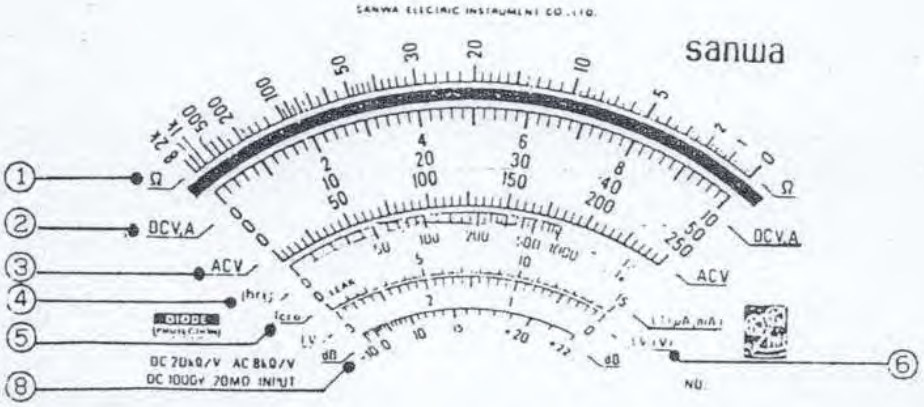
5) **ช่องเสียบสายวัดเอ้าต์พุตบวก (Out Put)** สำหรับต่อสายวัดสีแดง เมื่อจะวัดค่าเดซิเบล (dB) หรือค่าแรงดันยอด (P-P Voltage)

6) **ปุ่มปรับแต่งเข็มมิเตอร์ให้ชี้ตำแหน่ง Ø โอห์ม** ทางซ้ายมือหรือเรียกว่า **ปุ่มปรับศูนย์โอห์ม** หรือ **ซีโร่แอดจัสต์ (Ø Ω ADJ)**

7) **แผ่นป้ายบอกยี่ห้อและรุ่น**

8) **เข็มมิเตอร์** ชี้บนหน้าปัดที่แสดงสเกล (Scale) ต่าง ๆ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |




รายละเอียดสเกลบนหน้าปัด

**จากรูป**

**สเกลแถวที่ 1** ตัวเลขและขีดเป็นสีดำอยู่บนสุดของสเกล เป็นสเกลโอห์ม ( Ω ) สำหรับอ่านค่าความต้านทาน เมื่อตั้งซีเล็กเตอร์วัดโอห์ม อ่านค่าจากขวามาซ้ายค่า O โอห์มอยู่ขวามือสุด

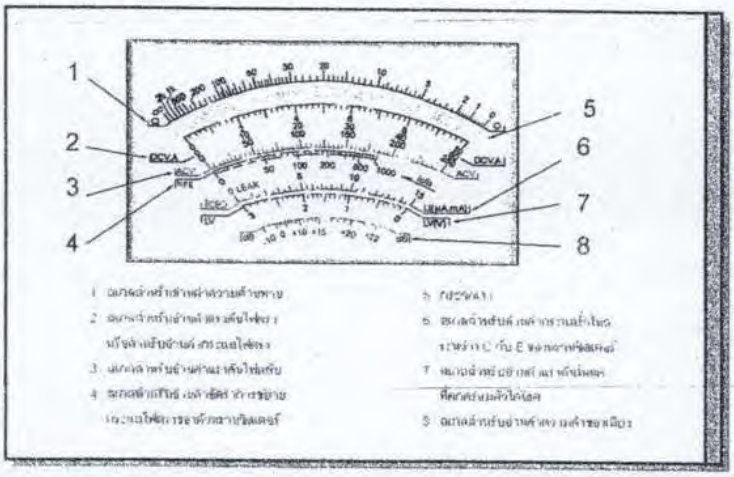
**สเกลแถวที่ 2** สีดำ อยู่ใต้กระจกเงา (DCV,A) สำหรับอ่านค่าเมื่อตั้งซีเล็กเตอร์ วัดไฟตรงทั้งแรงดันและกระแสทุกผ่านวัด

**สเกลแถวที่ 3** สีแดง (ACV) สำหรับอ่านค่าแรงดันไฟสลับ เมื่อตั้งซีเล็กเตอร์ วัดแรงดันไฟสลับทุกผ่านวัด

| | | |
|---|---|---|
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## สเกลบนหน้าปัดของมัลติมิเตอร์

แสดงถึงการอ่านค่าต่าง ๆ เมื่อทำการวัด (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 4) บนเครื่องฉายภาพ ผู้สอนชี้ตามหมายเลขบนแผ่นโปร่งใสให้ผู้รับการฝึกทราบถึงสเกลที่ใช้สำหรับการอ่านค่าต่าง ๆ




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใส่แผ่นที่ 4**
**สเกลบนหน้าปัดของมัลติมิเตอร์**

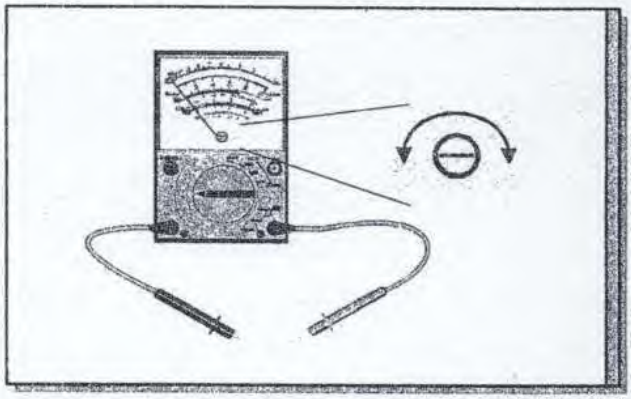
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การปรับเข็ม

ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพประกอบการอธิบายเรื่องการปรับเข็มชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใสพร้อมการสาธิตวิธีการวัดไดโอดตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 5)

1. ปรับปุ่มปรับศูนย์เพื่อให้เข็มมิเตอร์อยู่ในภาวะปกติ ชี้ที่เลขศูนย์
2. หมุนสกรูเพื่อปรับแต่ง
3. หมุนตามเข็มจะชี้ไปทางขวา หมุนทวนเข็มจะชี้ไปทางซ้าย

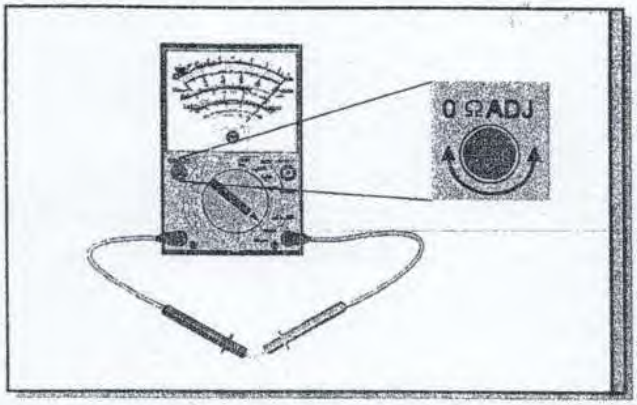
รูปแสดง
แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 5
การปรับเข็ม



## การปรับ ZERO

ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพประกอบการอธิบายเรื่องการปรับ ZERO ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใสพร้อมการสาธิตวิธีการปรับ ZERO ตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 6)

1. ก่อนเริ่มต้นวัดค่าความต้านทานและค่าต่างๆในวงจรให้ชี้ตำแหน่งศูนย์พอดี
2. ใช้สายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก(+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ(-) ของมิเตอร์แตะเข้าด้วยกันและปรับปุ่ม ZERO ADJ ให้เข็มชี้ที่เลข 0 หรือ Zero Ohm




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 6 การปรับ ZERO**

## การวัดโวลท์

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1)** บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบาย เรื่องการวัดโวลท์ ชี้ตำแหน่งตามรูปบนแผ่นโปร่งใสพร้อมการสาธิตวิธีการวัดโวลท์ตามขั้นตอนต่อไปนี้ **(แสดงแผ่นโปร่งใส แผ่นที่ 7)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM) ของมิเตอร์ การวัดใช้สายวัดทั้งสองขั้วไปวัดค่าแรงดัน

2. ก่อนการนำสายวัดของมิเตอร์ไปวัดแรงดันในวงจรต่าง ๆ ควรตั้งย่านวัดให้เหมาะสมเสียก่อน

3. ถ้าไม่ทราบค่าแรงดันในวงจรที่จะวัดค่า ให้ตั้งย่านวัดของมิเตอร์ในย่านแรงดันสูงสุด 1000 V ไว้ก่อน เมื่อวัดค่าแล้วเข็มมิเตอร์ไม่บ่ายเบนหรือบ่ายเบนน้อย จึงค่อย ๆ ลดค่าย่านวัดให้ต่ำลงจนอยู่ในย่านที่เหมาะสม

4. การต่อย่านวัดแรงดันของมิเตอร์เข้าวัดแรงดันในวงจร จะต้องนำมิเตอร์ไปต่อขนานกับวงจรเท่านั้น และจะต้องคำนึงถึงขั้วของมิเตอร์ดังนี้ ใกล้บวกต่อบวก ใกล้ลบต่อลบ จะทำให้เข็มมิเตอร์ไม่ตีกลับทาง

5. ก่อนต่อมิเตอร์วัดแรงดันค่าสูง ๆ ควรจะตัดไฟของวงจรที่จะวัดเสียก่อน เมื่อต่อมิเตอร์เข้าวงจรเรียบร้อยจึงต่อไฟเข้าวงจรที่จะวัด

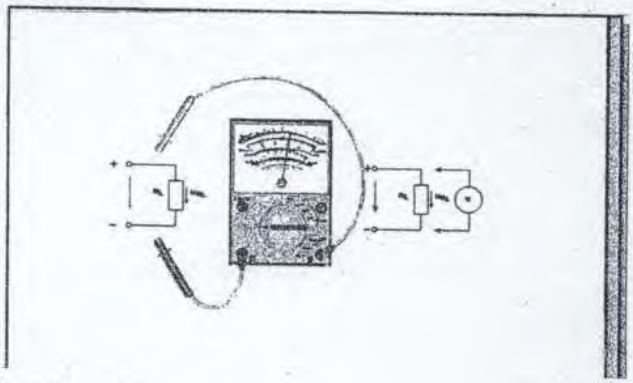
6. อย่าจับสายวัดหรือมิเตอร์ขณะวัดแรงดันค่าสูง ๆ เมื่อวัดเสร็จเรียบร้อยควรตัดไฟออกจากวงจรที่ทำการวัดเสียก่อน จึงปลดสายวัดของมิเตอร์ออกจากวงจร

7. การวัดแรงดันในวงจรที่มีค่าความต้านทานสูง ควรจะเลือกใช้มิเตอร์ที่มีความไวสูง และตั้งย่านวัดที่เหมาะสมถูกต้อง จะช่วยให้การวัดค่ามีความผิดพลาดต่ำ

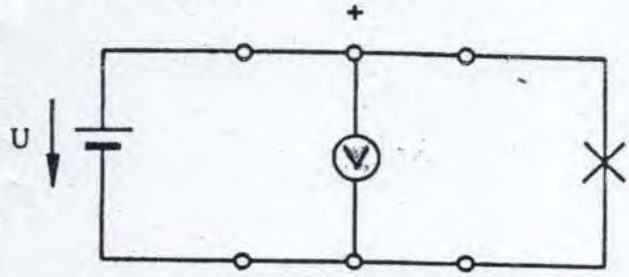
8. เมื่อตั้งย่านวัดแรงดันที่ DCV ไปวัดแรงดันไฟสลับจะวัดไม่ขึ้น

9. เมื่อตั้งย่านวัดแรงดันที่ ACV ไปวัดแรงดันในวงจร จะต้องแน่ใจว่าแรงดันที่จะวัดนั้นเป็นแรงดันไฟสลับไม่ใช่แรงดันไฟตรง มิเช่นนั้นค่าที่วัดได้เมื่ออ่านค่าออกมาจะไม่ถูกต้อง เพราะเมื่อตั้งย่านวัดแรงดันไฟสลับไปวัดค่าแรงดันไฟตรง เข็มมิเตอร์จะเบนชี้ค่าที่อ่านออกมาได้มากกว่าแรงดันจริงที่ป้อน หรือถ้าต่อขั้ววัดไม่ถูกต้องก็อาจวัดไม่ขึ้น

**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 7**
**การวัดโวลท์**



อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าคือ โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)
สัญลักษณ์ของโวลต์มิเตอร์ (V)



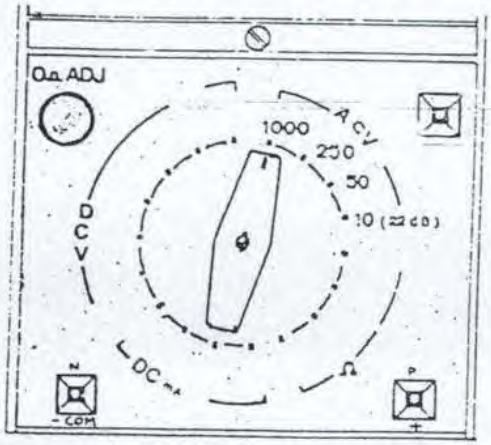

รูปที่ 2 การต่อโวลต์มิเตอร์

เมื่อต้องการวัดขนาดของแรงดันไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของวงจรไฟฟ้าใช้โวลต์มิเตอร์ต่อคร่อมหรือขนานกับสิ่งที่ต้องการ เช่น แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ภาระไฟฟ้าหรือโหลด (Load) ดังวงจรในรูปที่ 2

สำหรับการต่อโวลต์มิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต้องต่อขั้วบวกของโวลต์มิเตอร์เข้ากับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าเสมอ (หรือทางขั้วบวกของแหล่งจ่ายแรงดัน) และขั้วลบของโวลต์มิเตอร์ต่อกับจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าเสมอ

ในการต่อโวลต์มิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต้องพิจารณาถึงขนาดย่านการวัดสูงสุดของมิเตอร์นั้น ๆ ด้วย

การวัดแรงดันไฟฟ้าสลับที่ปรากฏอยู่ตามสายเมน ตามปลั๊ก และเต้าเสียบต่าง ๆ รวมทั้งแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับอื่น ๆ การตั้งซีเล็กเตอร์สวิตช์ เมื่อวัดไฟสลับ มี 4 ย่าน คือ 10V, 50V, 250V และ 1000V




## 2.1) ลำดับขั้นการวัดแรงดันไฟสลับ

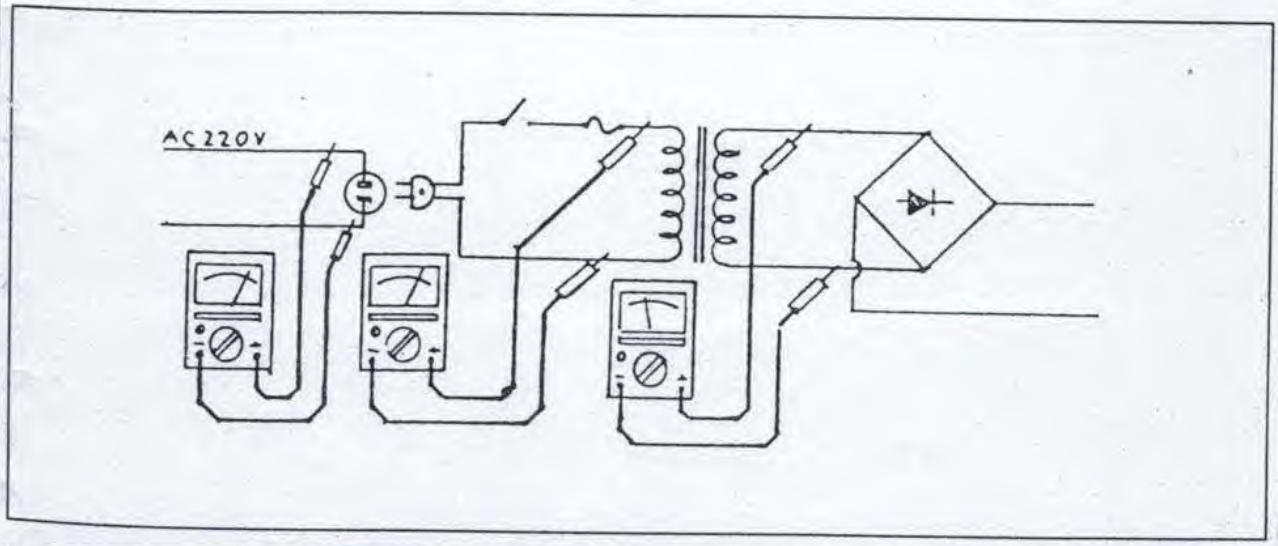
(1) เสียบสายวัดในช่องเสียบให้ถูกต้อง สายวัดสีแดงเสียบช่องบวก สายสีดำเสียบช่องลบ

(2) หมุนซีเล็กเตอร์สวิตช์เลือกย่านวัด ตั้งตำแหน่งให้ถูกต้อง เหมาะสมกับค่าแรงดันที่จะวัดตามปกติก่อนวัด จะต้องทราบค่าแรงดันโดยประมาณของจุดที่จะวัด แล้วจึงตั้งตำแหน่งย่านวัดโดยเข็มมิเตอร์ต้องไม่ชี้เกินสเกลที่ตั้งไว้ เช่น จะวัดแรงดันที่ปลั๊ก ซึ่งเราทราบแล้วว่ามีแรงดัน 220 โวลต์ เราก็ตั้งสวิตช์ที่ตำแหน่ง ACV 250 หลักในการตั้งตำแหน่งย่านวัดไฟสลับมีดังนี้

| ตำแหน่งย่านวัดไฟสลับ | ค่าสูงสุดที่ใช้วัดได้ | ค่าที่ควรใช้วัด |
|---|---|---|
| ACV 10 | 10 V | 0 - 10 V |
| ACV 50 | 50 V | 10 - 50 V |
| ACV 250 | 250 V | 50 - 250 V |
| ACV 1000 | 1000 V | 250 - 1000 V |

ในกรณีที่ไม่ทราบว่าจุดที่ต้องการจะวัดมีแรงดันเท่าไร ให้ตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง ACV 1000 ก่อนแล้วลองวัดดู ถ้าเข็มไม่ขึ้นหรือขึ้นเล็กน้อยอ่านค่าไม่ได้ค่า จึงค่อยเปลี่ยนตำแหน่งย่านวัดให้ต่ำลงมาตามลำดับ จนเข็มขึ้นและสามารถอ่านค่าแรงดันได้ชัดเจน ในการวัดแรงดันไฟสลับนั้นจะต้องยึดหลักการตั้งตำแหน่งย่านวัดให้สูงกว่าแรงดันที่จะวัดเสมอ มิฉะนั้นเข็มจะตีสุดสเกลโดยแรงมิเตอร์จะชำรุด

(3) นำปลายสายวัดทั้งสองไปวัดคร่อมวงจร หรือต่อขนานกับวงจรที่ต้องการจะทราบค่าแรงดันไม่ต้องคำนึงถึงขั้ว สายใดจะต่อขั้วใดก็ได้เพราะเป็นไฟสลับ เมื่อเข็มชี้ค่าจึงอ่านตัวเลขออกมา



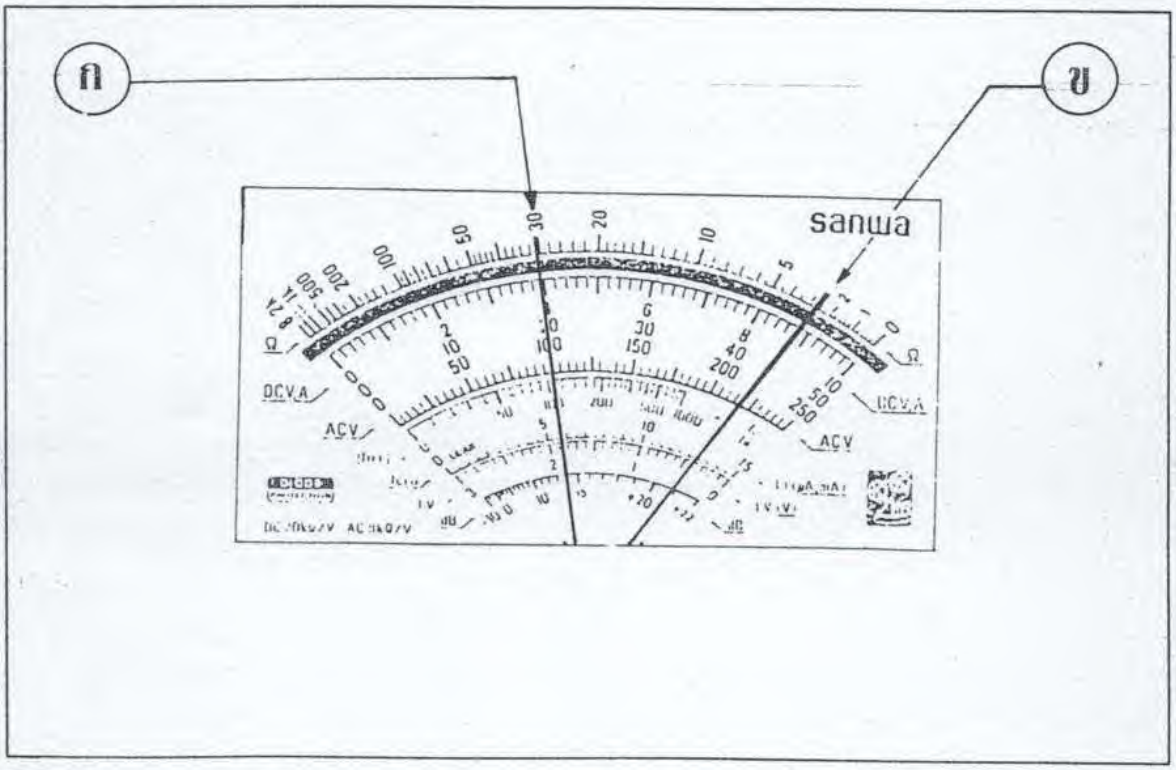
2.2) การอ่านค่าแรงดันบนสเกล ACV

สเกลที่ใช้อ่านค่าแรงดันไหสลับเป็นสเกลขีดสีแดง มีอักษร ACV กำกับไว้ทั้งซ้ายและขวา การแบ่งช่องสเกลเป็นแบบเชิงเส้น (Linear) คือ แต่ละช่องจะกว้างและมีความหมายเท่ากัน ตัวเลขที่กำกับสเกลมี 3 แถว คือ แถวบน มีตัวเลข 0-10 แถวกลางมีตัวเลข 0-50 และ แถวล่างมีตัวเลข 0-250 การอ่านค่าแรงดันสัมพันธ์กับการตั้งตำแหน่งย่านวัด ดังนี้

| ตำแหน่งตั้งย่านวัด | สเกลที่อ่านสีแดง | แถวตัวเลขที่อ่าน | แต่ละขีดเล็กมีค่า |
|---|---|---|---|
| ACV 10 | ACV | 0 - 10 แถวบน | 0.2 V |
| ACV 50 | ACV | 0 - 10 แถวบนกลาง | 1 V |
| ACV 250 | ACV | 0 - 250 แถวล่าง | 5 V |
| ACV 1000 | ACV | 0 - 10 (ค่าที่อ่านได้คูณด้วย 100) | 20 V |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

**ตัวอย่าง** การอ่านค่าแรงดันไฟสลับ




**จากรูป** กรณีที่วัดแรงดันไฟสลับแล้วเข็มมิเตอร์ที่ตำแหน่ง (ก) การอ่านสัมพันธ์กับการตั้งตำแหน่งย่านวัดดังนี้

(1) เมื่อตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง ACV 10 ค่าแรงดันที่วัดได้ คือ 4 โวลต์ (โดยอ่านตัวเลขแถวบน 0-10 โวลต์)

(2) เมื่อตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง ACV 50 ค่าแรงดันที่วัดได้ คือ 20 โวลต์ (โดยอ่านตัวเลขแถวกลาง 0-50 โวลต์)

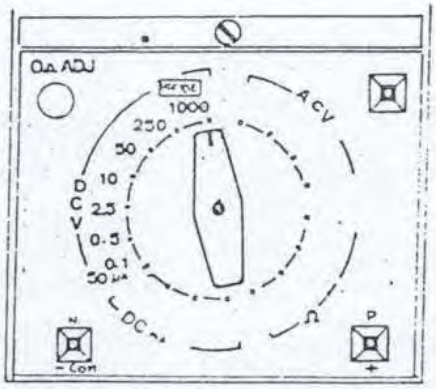
(3) เมื่อตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง ACV1000 ค่าแรงดันที่วัดได้ คือ 400 โวลต์ (โดยอ่านตัวเลขแถวบน 0-10 โวลต์ อ่านได้เท่ากับ 4 แล้วคูณด้วย 100 ผลลัพธ์เท่ากับ 400 โวลต์)

กรณีที่วัดแรงดันไฟสลับแล้ว เข็มมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่ง (ข) จะอ่านค่าแรงดันได้ดังนี้

เมื่อตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง ACV 10 ดูขีดที่สเกล ACV สีแดง อ่านตัวเลขแถวบน 0-10 V เข็มชี้ที่เลข 8 กับอีก 4 ขีด ค่าที่อ่านได้ คือ 8.8 (ขีดเล็ก) แต่ละขีดมีค่าเท่ากับ 0.2 ค่าแรงดันที่วัดได้คือ 8.8 โวลท์ แต่ถ้าตั้งย่านวัดไว้ที่ตำแหน่ง ACV 1000 จะต้องใช้ตัวคูณ คือ 100 ดังนั้น ค่าที่วัดได้ คือ 8.8 x 100 เท่ากับ 880 โวลต์ ถ้าหากเข็มชี้ที่ตำแหน่ง ข และเราตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง ACV 50 ค่าแรงดันที่วัดได้ คือ 44 โวลต์ และถ้าตั้งย่านวัดไว้ที่ตำแหน่ง ACV 250 ค่าแรงดันที่วัดได้ คือ 220 โวลต์

## 1) การวัดแรงดันไฟตรง (DCV)

แรงดันไฟตรงที่จะวัด ได้แก่ แรงดันของถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ และแรงดันไฟตรงในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการเรกติฟายเออร์มาแล้ว การตั้งซีเล็กเตอร์สวิตช์เพื่อวัดแรงดันไฟตรง สามารถตั้งได้ 7 ตำแหน่ง คือ DCV 0.1V, 0.5V, 10V, 50V, 250V และ 1000 V



จะเห็นว่าซีเล็กเตอร์สวิตช์อยู่ที่ตำแหน่ง DCV 1000 ถ้าบิดสวิตช์ตามลูกศรทางซ้ายจะได้ตำแหน่งวัด DCV250, DCV50, DCV10, DCV2.5, DCV0.5 และ DCV 0.1 ที่ตำแหน่ง DCV 1000 มีอักษร **"โพรับ" (Probe)** กำกับอยู่ มีไว้เพื่อวัดไฟแรงสูงและใช้โพรับช่วย และตำแหน่ง DCV 0.1 มีตัวเลข 50 uA อยู่ด้วย แสดงว่า ที่ตำแหน่งนั้นนอกจากจะใช้วัดแรงดันไฟตรงไม่เกิน 0.1 V แล้ว ยังสามารถใช้กระแสไฟฟ้าตรงค่าต่ำ ๆ ไม่เกิน 50 ไมโครแอมแปร์ ได้อีกด้วย

3.1) ลำดับขั้นตอนการวัดแรงดันไฟตรง

(1) เสียบสายสายวัดในช่องเสียบให้ถูกต้อง สายสีแดงเสียบช่องบวก สายสีดำเสียบช่องลบ

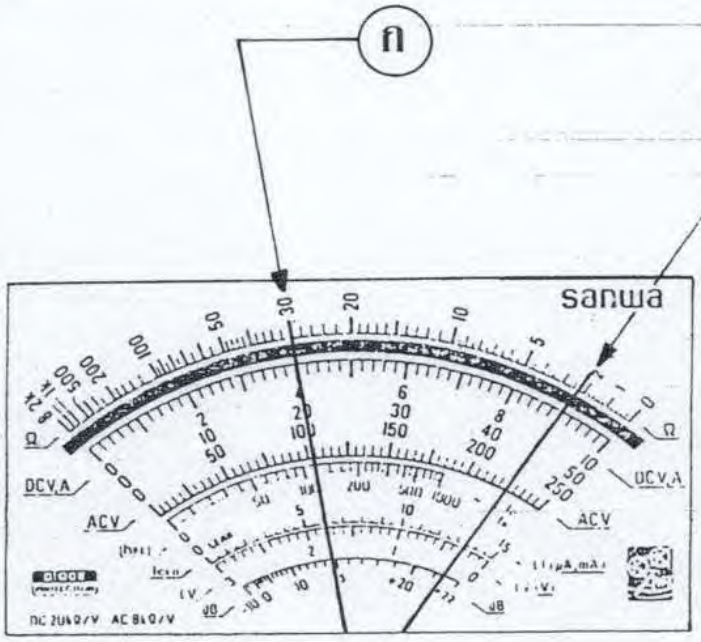
(2) ตั้งซีเล็กเตอร์สวิตช์ เลือกย่านวัดให้เหมาะสมกับแรงดันที่จะวัด อ่านสเกลได้ชัดเจนและเข็มไม่ดีเกินสเกล ในกรณีที่ไม่ทราบว่าจุดที่ต้องการวัด มีแรงดันโดยประมาณเท่าไรให้ตั้งย่านวัดไว้ที่ตำแหน่งสูง ๆ ก่อน แล้วลองวัดดู ถ้าเข็มไม่ขึ้นหรือขึ้นเพียงเล็กน้อยอ่านค่าไม่ได้ จึงค่อยเปลี่ยนย่านวัดให้ต่ำลงมาตามลำดับ จนสามารถอ่านค่าแรงดันได้ชัดเจน

(3) นำสายวัดทั้งสองเส้นไปจี้วัดคร่อมวงจร หรือจี้ต่อต่อขนานกับวงจรที่ต้องการจะทราบค่าแรงดัน ต้องต่อขั้วบวกลบให้ถูกต้องใช้สายวัดสีแดงต่อกับขั้วบวก และสายวัดสีดำต่อกับขั้วลบ อย่างเผลอต่อสลับขั้ว เข็มมิเตอร์จะดีกลับ ถ้าแรงดันสูง ๆ เข็มมิเตอร์จะคดงอ หรือหักได้

### 3.2) การอ่านค่าบนสเกล DCV

ตัวเลขที่ใช้อ่านค่าแรงดันไฟตรง ใช้ชุดเดียวกับไฟสลับ มี 3 แถว คือ 0- 10V, 0-50V และ 0-250V สำหรับช่องสเกลที่ใช้อ่านค่าแรงดันไฟตรงนั้น ใช้สเกลสีดำที่มีอักษร DCV, A กำกับไว้ (อยู่ใต้กระจกเงา) การแบ่งช่องสเกลเป็นแบบเชิงเส้น แต่ละช่องจะกว้างเท่ากันและมีความหมายเท่ากัน

**ตัวอย่าง** การอ่านค่าแรงดันไฟตรง



สมมุติว่าวัดแรงดันไฟตรงแล้ว เข็มมิเตอร์ชี้ตรงสเกลที่ตำแหน่ง (ก) จะอ่านค่าแรงดันไฟตรงได้ดังนี้

(1) เมื่ออ่านตัวเลขแถวบน (0 - 10) จะเห็นเข็มชี้ที่เลข 4 ถ้าตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง DCV 0.1 ค่าที่วัดได้คือ 0.04 V ถ้าตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง DCV 10 ค่าที่วัดได้คือ 4 V และถ้าตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง DCV 1000 ค่าที่วัดได้คือ 400 V

(2) เมื่ออ่านตัวเลขแถวกลาง (0 - 50) จะเห็นเข็มชี้ที่เลข 20 ถ้าตั้งย่านไว้ที่ตำแหน่ง DCV 0.5 ค่าที่วัดได้คือ 0.2 V และถ้าตั้งย่านวัดไว้ที่ตำแหน่ง DCV 50 ค่าที่วัดได้คือ 20 V

(3) เมื่ออ่านตัวเลขแถวล่าง (0 - 250) จะเห็นเข็มที่ชี้เลข 100 ถ้าตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง DCV 2.5 ค่าที่วัดได้คือ 1.0 V ถ้าตั้งย่านวัดไว้ที่ตำแหน่ง DCV 250 ค่าที่วัดได้คือ 100 V

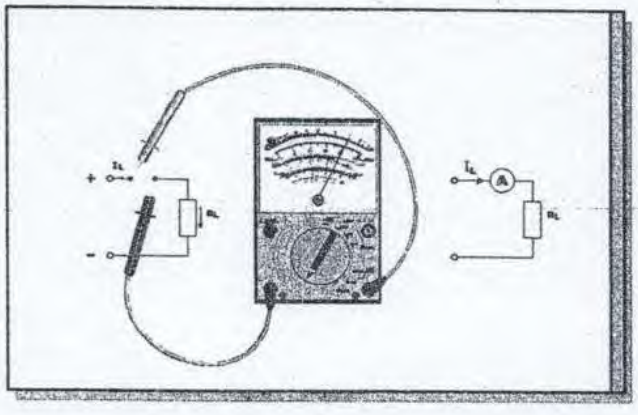
ในทำนองเดียวกันจากรูป ถ้าเข็มชี้ที่ตำแหน่ง (ข) จะอ่านค่าได้ดังตาราง

| ย่านวัดที่ตั้ง | แถวตัวเลขที่อ่าน | ค่าที่อ่านได้จากเข็มจุด ข. |
|---|---|---|
| DCV 0.1 | 0-10 (หารด้วย 100) | 0.09 V |
| DCV 0.5 | 0-50 (หารด้วย 100) | 0.45 V |
| DCV 2.5 | 0-250 (หารด้วย 100) | 2.25 V |
| DCV 10 | 0-10 | 9 V |
| DCV 50 | 0-50 | 45 V |
| DCV 250 | 0-250 | 250 V |
| DCV 1000 | 0-10 (หารด้วย 100) | 900 V |

## การวัดกระแส

ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพประกอบการอธิบายเรื่องการวัดกระแส ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใสพร้อมการสาธิตวิธีการวัดกระแสตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 8)

1. ต่อสายวัดสีแดงเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM) ของมิเตอร์ การวัดใช้สายวัดทั้งสองขั้วไปวัดค่า
2. ก่อนนำสายวัดของมิเตอร์ไปวัดกระแสในวงจรต่างๆ ควรจะตั้งย่านวัดให้เหมาะสมเสียก่อน
3. ถ้าไม่ทราบค่ากระแสในวงจรที่จะวัดค่า ให้ตั้งย่านวัดของมิเตอร์ย่านกระแสสูงสุด 0.25 A ไว้ก่อน เมื่อวัดค่าแล้วเข็มมิเตอร์ไม่เบี่ยงเบนหรือเบี่ยงเบนน้อย จึงค่อยๆ ลดค่าย่านวัดให้ต่ำลงจนอยู่ในย่านที่เหมาะสม
4. การต่อย่านวัดกระแสของมิเตอร์เข้าวัดกระแสในวงจร จะต้องนำมิเตอร์ไปต่ออันดับกับวงจรเท่านั้น และจะต้องคำนึงถึงขั้วของมิเตอร์คือใกล้บวกต่อบวก ใกล้ลบต่อลบ จะทำให้เข็มมิเตอร์ไม่ตีกลับทาง
5. การวัดกระแสไฟสลับนั้นปกติจะนิยมใช้คลิปแอมป์วัด



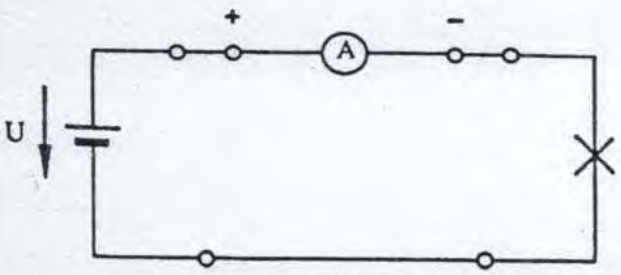
รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 8 การวัดกระแส

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

# การวัดกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรคือ แอมมิเตอร์ (Ammeter)
สัญลักษณ์ของแอมมิเตอร์ (A)

เมื่อต้องการวัดกระแสไฟฟ้าในวงจรใด ต้องให้กระแสนั้นไหลผ่านแอมมิเตอร์ทั้งหมด ดังนั้นการใช้แอมมิเตอร์จึงต้องต่ออนุกรมกับวงจรเสมอ




รูปที่ ๑ การต่อแอมมิเตอร์

การต่อแอมมิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต้องต่อขั้วบวกของมิเตอร์เข้ากับด้านบวกของวงจร และต่อขั้วลบเข้ากับด้านลบของวงจรเสมอ เพื่อให้เข็มชี้ชี้ได้ถูกทิศทางและย่านวัดที่ใช้ต้องสูงกว่าค่ากระแสในวงจรเสมอ จึงควรคำนวณค่ากระแสในวงจรโดยประมาณเสียก่อน เพื่อเลือกใช้ย่านวัดที่ถูกต้อง ในกรณีที่ไม่แน่ใจให้ตั้งย่านวัดสูงสุด ใช้ปลายสายแอมมิเตอร์แตะเข้ากับวงจรชั่วขณะแล้วแยกออกทันที สังเกตุดูการเปลี่ยนของเข็มชี้ ถ้าไม่เกินย่านวัดจึงต่อไว้ถาวรได้ ดังในรูปที่ ๑

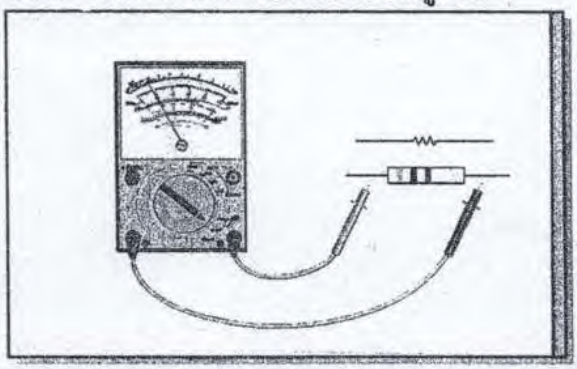
*ข้อควรจำ* ห้ามต่อแอมมิเตอร์คร่อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าโดยตรง เพราะกระแสลัดวงจรจะทำให้แอมมิเตอร์เสียหายได้

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดค่าความต้านทาน

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบายเรื่องการ** วัดค่าความต้านทาน ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัดค่าความต้านทานตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 9)

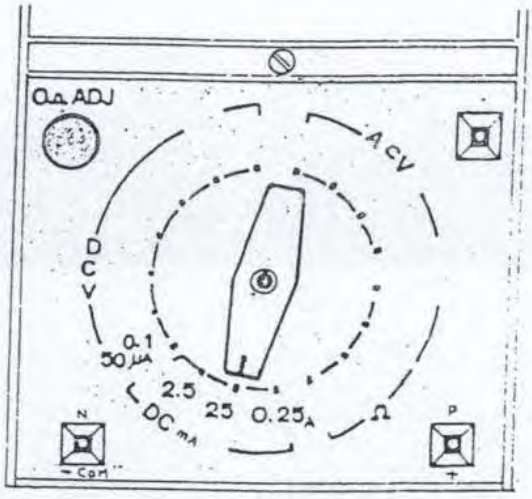
1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก(+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม
   - Rx1 เหมาะสำหรับวัดค่า 0-100 Ohm
   - Rx10 เหมาะสำหรับวัดค่า 10-1000 Ohm
   - Rx1K เหมาะสำหรับวัดค่า 1K-100K Ohm
   - Rx10K เหมาะสำหรับวัดค่า 10K ขึ้นไป
3. ทำการแตะสายวัดทั้งสองเข้าด้วยกัน และปรับปุ่ม Zero Ohm Adjust เข็มชี้ตำแหน่ง 0
4. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวต้านทาน (Resister)
5. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัวต้านทาน (Resister)
6. อ่านค่าของตัวต้านทานจากสเกล ถ้าปรากฏว่าค่าที่อ่านได้ออกมาจากมิเตอร์ระบุค่ามากกว่าแถบที่บอกสีไว้ หมายความว่าความต้านทานตัวนั้นเสีย
7. ถ้าเข็มชี้สูงขึ้นเกินสเกล ให้ปรับ SW ไปยังตำแหน่งสูงขึ้น



**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 9 การวัดค่าความต้านทาน**

## 4) การวัดกระแสไฟตรง

การวัดปริมาณของกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรต่าง ๆ สามารถวัดได้ โดยต่อมิเตอร์อนุกรมกับวงจร การตั้งตำแหน่งย่านวัดตั้งได้ 4 ตำแหน่ง คือ 50uA, 2.5mA, 25mA, และ 0.25 A



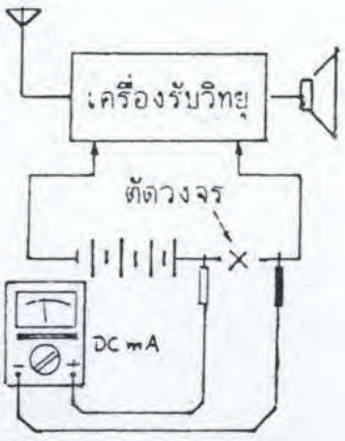

### 4.1) ลำดับขั้นการวัดกระแสไฟตรง

(1) เสียบสายวัดเข้ากับช่องเสียบของมิเตอร์ให้ถูกต้อง สายสีแดงเสียบช่องบวก สายสีดำ เสียบช่างลบ

(2) การตั้งซีเล็กเตอร์ย่านวัดกระแสให้เหมาะสม โดยตำแหน่งย่านวัดให้สูงกว่าดังกระแส ที่จะวัดเสมอ เพราะถ้าตั้งย่านวัดต่ำ ๆ และวัดกระแสมาก ๆ แล้วเข็มจะตีเกินสเกลสุดแรงมิเตอร์จะชำรุด เพื่อความเหมาะสมให้เลือกตั้งย่านวัดโดยยึดหลักจากตาราง ดังนี้

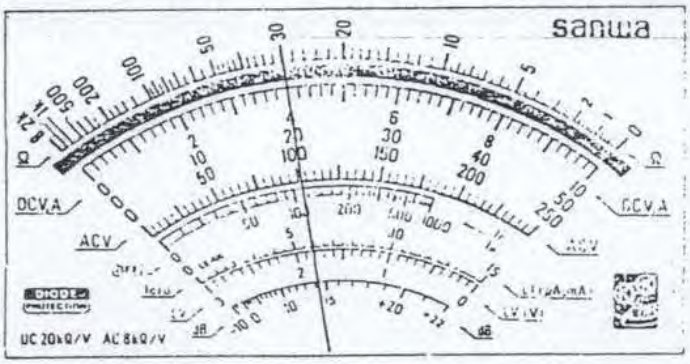
| ตำแหน่งย่านวัด DcmA | ค่ากระแสสูงสุดที่ใช้วัดได้ | ค่าที่ควรใช้วัด |
|---|---|---|
| 50 uA | 50 uA | 0 - 50 uA |
| 2.5 mA | 2.5 mA | 50 uA - 2.5 mA |
| 25 mA | 25 mA | 2.5 mA - 25 mA |
| 0.25 A (250 mA) | 250 mA | 25 mA - 250 mA |

(3) นำสายวัดทั้งสองเส้นไปต่ออนุกรมกับวงจร โดยตัดทางเดินของกระแสในวงจรที่จะวัดออก แล้วใช้สายวัดต่อระหว่างปลายทั้งสองของวงจรที่ถูกตัด ต้องต่อให้ถูกขั้วให้กระแสไหลผ่านมิเตอร์ไปทิศทางเดียวกับกระแสไหลในวงจร (ถ้าต่อผิดเข็มจะดีกลับ)



## 4.2) การอ่านค่าบนสเกลเมื่อวัดกระแสไฟตรง

การวัดกระแสไฟตรงจะใช้ตัวเลข และขีดช่องสเกลต่าง ๆ ชุดเดียวกับการวัดแรงดันไฟตรง คือ สเกลแถว DCV,A แต่เวลาเลือกอ่านจะใช้เพียง 2 แถว คือ แถวกลาง 0-50 และ แถวล่าง 0-250 การอ่านค่าสัมพันธ์กับการตั้งตำแหน่งย่านวัดคล้าย ๆ กับการอ่านในสเกล การวัดแรงดันไฟตรง ดังตัวอย่าง




จากรูป

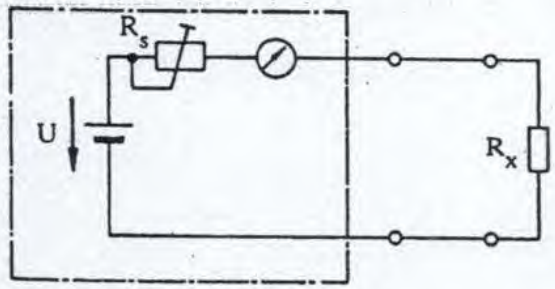
จะเห็นว่า เมื่ออ่านที่ตัวเลขแถวกลาง (0-50) เข็มจะชี้ตรงเลข 20 ดังนั้น ถ้าตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง 50 uA กระแสที่วัดได้คือ 20 uA ขณะเดียวกันเมื่ออ่านตัวเลขแถวกลาง (0-250) เข็มจะชี้ตรงเลข 100 กระแสที่วัดได้จึงมีค่า 1 mA เมื่อตั้งย่านวัดในตำแหน่ง 2.5 mA หรือกระแสที่วัดได้มีค่า 10 mA เมื่อตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง 25 mA หรือกระแสที่วัดได้มีค่า 100 mA เมื่อตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง 250 mA เป็นต้น

การวัดความต้านทานสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

**1. การวัดความต้านทานด้วยโอห์มมิเตอร์**

เช่นเดียวกันกับกระแสและแรงดันไฟฟ้า ความต้านทานก็สามารถวัดได้ด้วยมิเตอร์เช่นเดียวกัน โดยใช้โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter)

สัญลักษณ์ของโอห์มมิเตอร์ Ω




สเกลของโอห์มมิเตอร์แตกต่างจากสเกลของโวลต์-มิเตอร์ และแอมมิเตอร์ คือ สเกลจะเริ่มจาก 0 Ω - ∞ โดยที่ตำแหน่ง 0 Ω จะอยู่ทางขวามือของสเกล และสเกลเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ ก่อนการใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทาน จะต้องทำการปรับแต่งตำแหน่งมิเตอร์ก่อนทำการวัดทุกครั้งโดย

1. ปิดสวิตช์ไว้ ณ ย่านที่ต้องการ
2. นำปลายสายทั้งสองของโอห์มมิเตอร์มาแตะกัน ($R_x$ = 0 Ω)
3. ปรับปุ่ม Ohm adjust (OHMS ADJ) ให้เข็มชี้ที่ตำแหน่ง 0 Ω
4. แยกปลายสายออกจากกัน ซึ่งขณะนี้โอห์มมิเตอร์ก็พร้อมที่จะใช้วัดค่าความต้านทาน

นำความต้านทานที่จะวัดค่าออกจากวงจร และนำมาต่อระหว่างปลายทั้งสองของโอห์มมิเตอร์ และอ่านค่าบนแผ่นสเกลแล้วคูณด้วยค่าตัวคูณขยายย่านวัด

จะต้องไม่ทำการวัดความต้านทานในขณะที่ความต้านทานนั้นมีกระแสจากวงจรภายนอกไหลผ่าน เพราะกระแสในวงจรนั้นจะทำให้โอห์มมิเตอร์ชำรุดได้

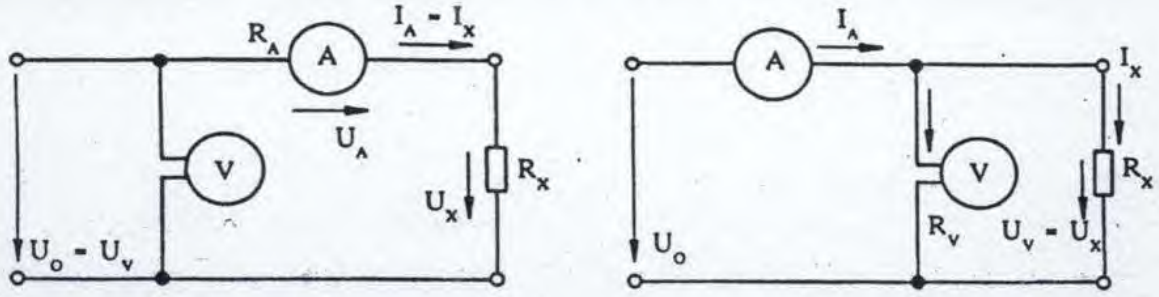
**2. การวัดความต้านทาน โดยใช้วิธีโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ (V-A method)**

จากกฎของโอห์มจะสามารถคำนวณหาความต้านทานได้จาก $R = \frac{U}{I}$ ซึ่งสามารถต่อวงจรการวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

ก. แบบ Correct current ต่อวงจรดังในรูป 4ก กระแสที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์จะเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า $R_x$ ($I_A = I_x$) โวลต์มิเตอร์จะวัดรวมแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมแอมมิเตอร์ด้วย ดังนั้นความต้านทาน $R_x$ คำนวณได้จาก

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_v}{I_A} - R_A$$

ถ้าความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์ $R_A$ มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่า $R_x$ ดังนั้นก็สามารถที่จะไม่คิดค่าของ $R_A$ ได้ วิธีนี้จึงเหมาะที่จะใช้สำหรับวัดความต้านทาน $R_x$ ที่มีค่าสูง ๆ ($R_x > 10R_A$)




4ก 4ข

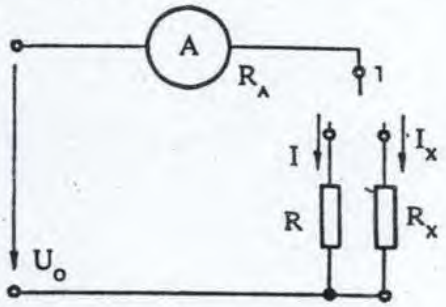
รูปที่ 4

ข. แบบ Correct voltage ต่อวงจรดังในรูป 4ข ในกรณีนี้ความต้านทานภายในโวล์ทมิเตอร์ ($R_v$) ต่อขนานอยู่กับ $R_x$ แต่กระแสที่แอมมิเตอร์วัดจะรวมถึงกระแสที่ไหลผ่านโวล์ทมิเตอร์ ($I_v = \frac{U_v}{R_v}$) ด้วยดังนั้น

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{U_v}{I_A - U_v/R_v} = \frac{U_v R_v}{I_A R_v - U_v} = \frac{U_v - R_v}{I_A}$$

ถ้าค่าของ $R_v$ มีค่าสูงมาเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของ $R_x$ ดังนั้นเทอม $R_x$ ก็สามารถที่จะละทิ้งได้ ดังนั้น การต่อวิธีนี้เหมาะที่จะใช้กับ $R_x$ ที่มีค่าความต้านทานต่ำ ๆ ($10R_x < R_v$) ถ้ากระแสที่ไหลผ่านโวลต์มิเตอร์ $I_v$ มีค่ามากกว่า $I_x$ แล้วความผิดพลาดก็จะมีมาก

### 3. การวัดความต้านทานโดยวิธีเปรียบเทียบกระแส




รูปที่ 5

จากวงจรในรูปที่ 5 เมื่อความต้านทานที่ไม่ทราบค่า $R_x$ และความต้านทานที่ทราบค่า R ต่ออนุกรมอยู่กับแอมมิเตอร์ด้วยสวิตช์ $R_A$ เป็นความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์ ถ้าแรงดันไฟฟ้า $U_o$ ระหว่างที่ทำการวัดมีค่าคงที่จะได้ว่า

$$U_o = (R_x+R_A)I_x = (R+R_A)I$$

$$R_x = (R+R_A)\frac{I}{I_x} - R_A$$

ถ้า $R_A$ มีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ $R_x$ และ R แล้ว

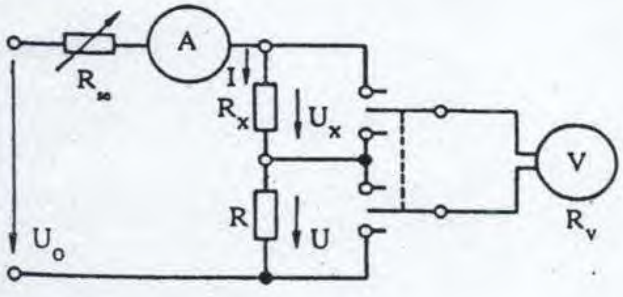
$$R_x = R.\frac{I}{I_x}$$

จะเห็นได้ว่าความต้านทานเป็นสัดส่วนผกผันกับกระแสและใช้วิธีนี้ใช้วัดความต้านทานในย่าน 100 Ω - 100 ΩM ได้

เมื่อค่า R ในวงจรรูปที่ 5 สามารถปรับค่าได้อย่างละเอียดแล้วเมื่อปรับค่า R จนกระทั่งเข็มชี้เท่ากับค่าที่ชี้จาก $I_x$ แล้วก็จะได้ว่า $R_x$=R

วิธีการวัดแบบนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า วิธีการเปรียบเทียบค่า (Substitution method)

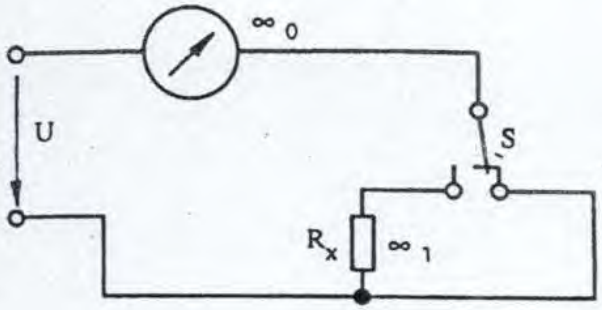
### 4. การวัดความต้านทานโดยการเปรียบเทียบแรงดัน




รูปที่ 6

วิธีการวัดต่อวงจรดังในรูปที่ 6 $R_x$ ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทานที่ทราบค่า R แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานทั้งสองตัวถูกวัดด้วยโวลต์มิเตอร์ที่มีความต้านทานภายใน ($R_v$) สูงมาก ถ้าค่าของ $R_v$ มากกว่าค่าของ $R_x$ และ R อย่างน้อยที่สุด 100 เท่า แล้วความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะมีน้อยกว่า 1% ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

**5. การวัดความต้านทานโดยอาศัยการเปรียบเทียบมุมบ่ายเบนของโวลต์มิเตอร์**




รูปที่ 7

เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ที่มีความต้านทานภายใน $R_v$ ต่อคร่อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าค่าคงที่ดังรูป 7 เข็มของมิเตอร์จะบ่ายเบนไปเป็นมุม $\infty_0$ และต่อมาต่อความต้านทานที่ต้องการหาค่า $R_x$ อนุกรมกับมิเตอร์ และต่อคร่อมแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าเดียวกันได้มุมบ่ายเบน $\infty_1$ ก็จะสามารถหาค่าความต้านทาน $R_x$ ได้จากอัตราส่วน ของมุมบ่ายเบน ดังนี้

$$\beta = \frac{\infty_1}{\infty_0} = \frac{I_1}{I_0}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_v} \quad \text{และ} \quad I_1 = \frac{U}{R_v+R_x}$$

$$\beta = \frac{R_v}{R_v+R_x}$$

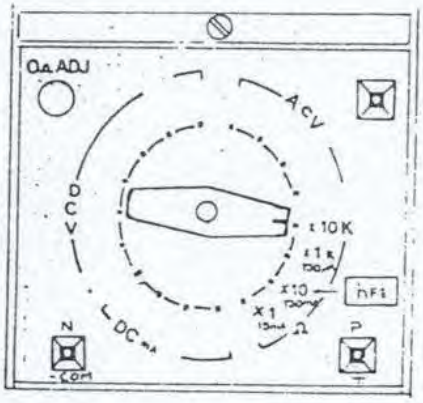
$$\beta(R_v+R_x) = R_v$$

$$R_x = \frac{R_v - \beta R_v}{\beta}$$

$$R_x = \frac{R_v(1-\beta)}{\beta}$$

นอกจากนี้ยังมีวิธีการวัดความต้านทานด้วยวิธีการอื่น ๆ อีกได้แก่ การใช้วงจรวีทสโตนบริดจ์และบริดจ์แบบต่าง ๆ เป็นต้น

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |




จากรูป

แสดงการตั้งซีเล็กเตอร์สวิตช์ที่ตำแหน่ง X 10K ถ้าบิดสวิตช์ลง จะเป็นการตั้งย่านวัดที่ตำแหน่ง X1K, X 10 และ X1 ตามลำดับ ก่อนการวัดจะต้องตั้งซีเล็กเตอร์ให้เหมาะสมกับค่าความต้านทานของอุปกรณ์ที่จะวัด โดยผลการวัดจะทำให้เข็มของมิเตอร์ ชี้บอกค่าประมาณกลางสเกล หรือ ชี้ค่อนไปทางขวามือของสเกล จึงจะทำให้ค่าความต้านทานที่วัดได้ถูกต้องมีความคลาดเคลื่อนน้อย โดยยึดหลักการตั้งซีเล็กเตอร์ เพื่อวัดความต้านทาน ดังตาราง

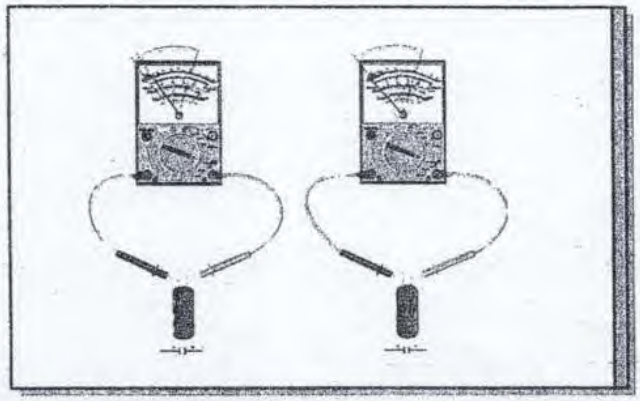
| ตำแหน่งย่านวัด | ช่วงค่าความต้านทานที่ใช้วัด |
|---|---|
| x1 | 0 โอห์ม - 100 โอห์ม |
| x10 | 50 โอห์ม - 2k โอห์ม |
| x1k | 2 k โอห์ม - 100k โอห์ม |
| x10k | 100k โอห์ม - 2M โอห์ม |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดคาปาซิเตอร์

1. ตั้งเรนจ์มิเตอร์ให้สัมพันธ์กับค่าที่จะวัด
2. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวคาปาซิเตอร์ (Capacitor)
3. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัวคาปาซิเตอร์ (Capacitor) สังเกตุการขึ้นของเข็มมิเตอร์
   - หากเข็มขึ้นแล้วตกลงมาแสดงว่าคาปาซิเตอร์ตัวนั้นดี สลับสายวัดดูคาปาซิเตอร์ที่ดีจะต้องขึ้นแล้วตกลงมาเหมือนครั้งแรก
   - หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ขึ้นค้างหรือตกไม่สุด แสดงว่าคาปาซิเตอร์รั่ว
   - หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ขึ้นชี้ที่ 0 Ohm แสดงว่าคาปาซิเตอร์ช้อตลัดวงจร
   - หากวัดแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้น แสดงว่าคาปาซิเตอร์ลัดวงจร
4. สลับสายดู คาปาซิเตอร์ที่ดีจะต้องทำให้เข็มขึ้นแล้ว ตกลงมาเช่นเดียวกับครั้งแรก

**<u>หมายเหตุ</u>** การตั้งเรนจ์ไม่สัมพันธ์กับค่าที่จะวัดจะมีผลทำให้การวิเคราะห์คุณสมบัติของคาปาซิเตอร์ผิดพลาดได้



รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 10 การวัดคาปาซิเตอร์

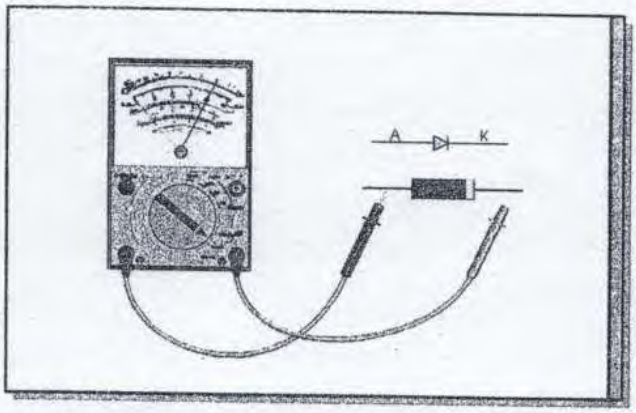
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดไดโอด

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบายเรื่องการวัดไดโอด ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัดไดโอดตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 11)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม Rx10
3. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวไดโอด
4. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัวไดโอด
5. สังเกตุการขึ้นของเข็มมิเตอร์
   - เข็มมิเตอร์ต้องขึ้นครั้งไม่ขึ้นครั้ง ถึงจะแสดงว่าไดโอดดี
   - ถ้าหากเข็มมิเตอร์ขึ้นทั้งสองครั้งแสดงว่าไดโอดรั่วหรือช้อต
   - ถ้าหากเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นเลยแสดงว่าไดโอดขาด
6. การวัดในลักษณะที่เข็มมิเตอร์ขึ้นแล้วสังเกตุสายมิเตอร์
   - ถ้าหากสายมิเตอร์แดง (+) อยู่ที่ขาใดขานั้น คือขาคาโถด (K)
   - ถ้าหากสายมิเตอร์คำ (-) อยู่ที่ขาใดขานั้น คือขาอาโหนด (A)

**<u>หมายเหตุ</u>** การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ภายในขั้วของมิเตอร์ ปกติจะสลับขั้วไฟกันอยู่




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 11 การวัดไดโอด**

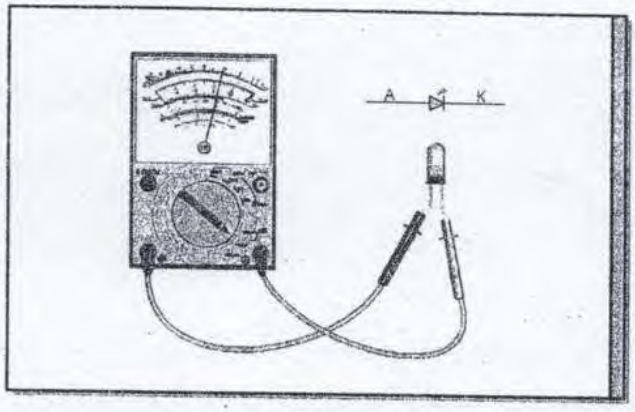
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัด LED

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบายเรื่องการวัด LED ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัด LED ตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 12)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม Rx1
3. นำสายวัดสีแดง (+) แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัว LED
4. นำสายวัดสีดำ (-) แตะอีกข้างหนึ่งของตัว LED
5. สังเกตุการขึ้นของเข็มมิเตอร์
   - เข็มมิเตอร์ต้องขึ้นครั้งไม่ขึ้นครั้ง ถึงแสดงว่า LED ดี
   - ครั้งที่เข็มมิเตอร์ขึ้น LED จะต้องแปล่งแสงออกมาด้วย
6. การวัดในลักษณะที่เข็มมิเตอร์ขึ้นแล้วสังเกตุสายมิเตอร์
   - ถ้าสายมิเตอร์แดง (+) อยู่ที่ขาใดขานั้นคือขาคาโถด (K)
   - ถ้าสายมิเตอร์ดำ (-) อยู่ที่ขาใดขานั้นคือขาอาโหนด (A)

**<u>หมายเหตุ</u>** การจ่ายไฟของแบตเตอรี่ภายในขั้วของมิเตอร์ ปกติจะสลับขั้วไฟกันอยู่




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 12 การวัด LED**

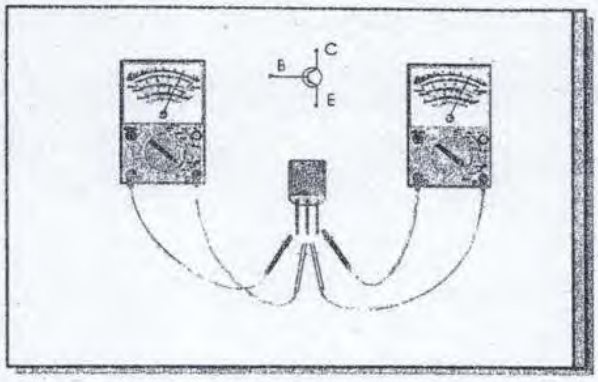
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดหาขาเบส

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบาย เรื่อง การวัดหาขาเบส ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใส พร้อมการสาธิตวิธีการวัดหาขาเบส ตามขั้นตอนต่อไปนี้ (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 13)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอห์ม Rx10
3. นำสายมิเตอร์สายใดสายหนึ่ง แตะข้างใดข้างหนึ่งของตัวทรานซิสเตอร์เป็นหลัก วัดเทียบกับสองขาที่เหลือ
4. วัดจนกว่าจะพบว่าจังหวะที่วัดนั้นเข็มมิเตอร์ขึ้นเท่า ๆ กัน ทั้ง 2 ข้าง
    1. สายมิเตอร์ที่จับอยู่เป็นหลัก คือ ขาเบสของทรานซิสเตอร์
    2. สังเกตุดูว่าสายไฟเส้นใดอยู่ที่ขาเบส ที่หาได้
        - กรณีสายเส้นแดง (+) แสดงว่าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP
        - กรณีสายเส้นดำ (-) แสดงว่าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

**<u>หมายเหตุ</u>** การจ่ายไฟของแบตเตอร์รี่ภายในขั้วของมิเตอร์ ปกติจะสลับขั้วไฟกันอยู่



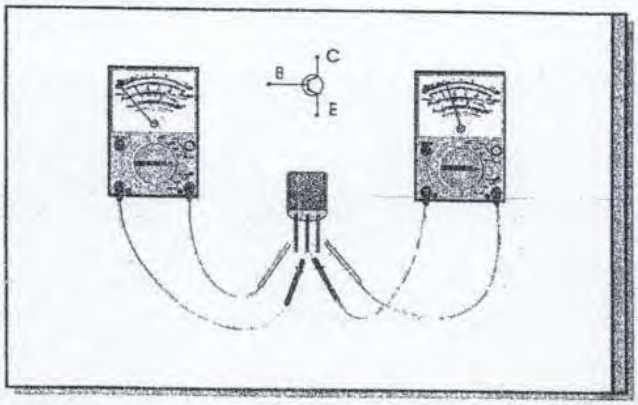

**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 13 การวัดหาขาเบส**

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## การวัดหาขาคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์

**ผู้สอน (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 1) บนเครื่องฉายภาพ ประกอบการอธิบาย เรื่อง** การวัดหาขาคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์ ชี้ตำแหน่งตามรูปที่แสดงบนแผ่นโปร่งใสพร้อมการสาธิตวิธีการวัดคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์ตามขั้นตอนต่อไปนี้ **(แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 14)**

1. ต่อสายวัดสีแดงที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำที่ขั้วต่อขั้วลบ (-COM)
2. หมุนซีเล็คเตอร์ SW เลือกย่านวัดของเรนจ์โอมห์ Rx10K
3. นำสายมิเตอร์วัดขาเบสเทียบกับขาใดขาหนึ่งแล้วได้ค่าความต้านทานสูง (เข็มมิเตอร์ขึ้นน้อย หรือ ไม่ขึ้นเลย หากว่าความต้านทานสูงกว่าความสามารถในการวัดของมิเตอร์ ) ขานั้นคือขาคอลเล็คเตอร์ (COLLECTER)
4. นำสายมิเตอร์วัดขาเบสเทียบกับขาใดขาหนึ่งแล้วได้ค่าความต้านทานต่ำ (เข็มมิเตอร์ขึ้นมาก) ขานั้นคือขาอีมิเตอร์ (EMETER)




**รูปแสดง แผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 14 การวัดหาขาคอลเล็คเตอร์-อีมิเตอร์**

## ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องวัดไฟฟ้า

**1) การอ่านค่าของมิเตอร์**

ค่าที่ได้จากการวัดจะถูกต้องแม่นยำนั้น เข็มชี้ค่าที่อยู่เหนือกระจกเงาจะสะท้อนเงาทับกันสนิท แล้วอ่านค่าจะได้ค่าที่แน่นอนที่สุด

**2) การจับถือหรือเคลื่อนย้าย**

ไม่ควรให้มีการแกว่ง เครื่องวัดขนาดใหญ่ควรจับถือด้วยสองมืออย่างระมัดระวัง

**3) การเก็บเครื่องมือวัดไฟฟ้า**

(1) ห้ามถูกแสงแดดกระทบโดยตรง
(2) ห้ามวางในบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน
(3) ห้ามวางในบริเวณที่มีฝุ่นละออง
(4) ให้วางในบริเวณที่มืด เย็น และมีความชื้นต่ำ
(5) ห้ามวางในบริเวณที่เป็นเกลือหรือกรดก๊าซ
(6) ควรวางมิเตอร์อย่างมีระเบียบสะดวกในการเลือกใช้
(7) ขันขั้วสกรูทุกตัวให้แน่นหลังเลิกใช้งาน

## การบำรุงรักษามัลติมิเตอร์

หลังจากผู้สอนให้ผู้รับการฝึกรู้จักลักษณะของตัวเครื่อง, การอ่านค่าสเกล,วิธีการวัดหาค่าต่างๆแล้ว การบำรุงรักษาเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญสำหรับการที่จะยืดอายุการใช้งานของเครื่องมัลติมิเตอร์ ผู้สอนอธิบายให้ผู้รับการฝึกรู้ถึงวิธีการบำรุงรักษา (แสดงแผ่นโปร่งใสแผ่นที่ 15-16) ประกอบการบรรยาย

1. ควรศึกษาคู่มือการใช้มัลติมิเตอร์ให้เข้าใจอย่างละเอียดและถูกต้อง
2. ควรวางเครื่องวัดในตำแหน่งแนวราบ ไม่ควรวางตั้งหรือวางตะแคงและคว่ำหน้ามัลติมิเตอร์ เพราะจะมีผลต่อขดลวดเคลื่อนที่ เคลื่อนตำแหน่ง
3. ควรระมัดระวังในการตั้งย่านการวัด (Range) ให้ถูกต้องก่อนทำการวัดเสมอ เช่น ไม่ควรตั้งย่านโอมห์ไปวัดค่ากระแสไฟหรือแรงดันไฟฟ้า เพราะจะทำให้ย่านโอมห์เสียหายได้ หรือการตั้งย่านการวัดไม่เหมาะสม คือต่ำกว่าที่วัดจะทำให้เข็มมิเตอร์ตีขึ้นอย่างแรง อาจจะคดงอหรือหักได้
4. อย่าให้มัลติมิเตอร์ ได้รับการกระแทกกระเทือนอย่างรุนแรง
5. เมื่อไม่ได้ใช้มัลติมิเตอร์เป็นเวลานานควรถอดเอาแบตเตอรี่ออก
6. ในการใช้มัลติมิเตอร์ควรอยู่ในสภาพปกติ คือมีฝาครอบห่อหุ้มเสมอ
7. ในการเลิกใช้มัลติมิเตอร์ชั่วคราวควรตั้งย่านการวัด (Range) ที่ตำแหน่ง ACV

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

1. การวัดหาค่าความต้านทานควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

2. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

3. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

4. การวัดหาค่ากระแสไฟฟ้าควรใช้เครื่องมือชนิดใด *

ก. DC โวลท์มิเตอร์

ข. แอมมิเตอร์

ค. โอห์มมิเตอร์

ง. AC โวลท์มิเตอร์

5. การวัดหาค่าความต้านทานวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจร

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดวงจรออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

6. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจรและดูขั้วบวก-ลบ

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดวงจรออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

7. การวัดหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจรและไม่ต้องดูขั้วบวก-ลบ

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดวงจรออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

8. การวัดหาค่ากระแสไฟฟ้าวัดอย่างไรถึงจะถูก *

ก. วัดขนานกับอุปกรณ์ในวงจร

ข. วัดอนุกรมกับอุปกรณ์ในวงจร

ค. นำอุปกรณ์ออกจากวงจรแล้ววัดแบบขนาน

ง. ตัดแหล่งจ่ายไฟออกแล้วนำเครื่องวัดใส่แทน

9. เครื่องมือวัดค่าความต้านทานมีหน่วยวัดเรียกว่าอะไร *

ก. โอห์ม

ข. โวลท์

ค. แอมแปร์

ง. วัตต์

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520401 |
| | เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

10. เครื่องมือวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามีหน่วยวัดเรียกว่าอะไร *

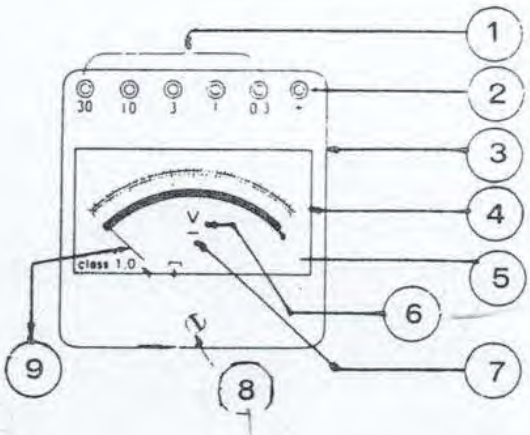
ก. โอห์ม

ข. โวลท์

ค. แอมแปร์

ง. วัตต์

**11**. จงบอกลักษณะทั่วไปของเครื่องวัดไฟฟ้าดังรูป ตั้งแต่ 1-9




**12**. ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องวัดไฟฟ้ามีอะไรบ้าง บอกมาเป็นข้อ ๆ

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบเฉลย** | หลักสูตร : ช่างไฟฟ้า | หน้า ..... |
| | | หน่วยการฝึก : เครื่องยนต์เบนซิน | |
| | เรื่อง<br>เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเบื้องต้น | ข้อทดสอบงานย่อยที่ :1 | |
| | | ข้อทดสอบที่ : 1 | เวลา ..... นาที |

**ใบเฉลย**

| | |
|---|---|
| 1. ค | 6. ก |
| 2. ก | 7. ก |
| 3. ง | 8. ข |
| 4. ข | 9. ก |
| 5. ง | 10. ข |

11. จงบอกลักษณะทั่วไปของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

ตอบ 1. หมายเลข 1 ขั้วลบสำหรับเลือกขนาดของแรงดัน

2. หมายเลข 2 ขั้วบวก

3. หมายเลข 3 โครง

4. หมายเลข 4 สเกล

5. หมายเลข 5 กระจกเงา

6. หมายเลข 6 สัญลักษณ์แสดงชนิดของเครื่องวัด

7. หมายเลข 7 สัญลักษณ์แสดงลักษณะของกระแสตรงและกระแสสลับ

8. หมายเลข 8 จุดปรับเข็มชี้ของเครื่องวัดให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์ก่อนวัด

9. หมายเลข 9 เข็มชี้ค่า

12. ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องมือไฟฟ้ามีอะไรบ้าง บอกมาเป็นข้อๆ

1) อย่างให้มัลติมิเตอร์ได้รับการกระเทือนมากหยิบจับให้ระมัดระวังอย่างให้ดูกจากโต๊ะหรือที่สูง เข็มมูฟวิ่งคอยล์ (Moving Col) จะชำรุดหรือเคลื่อน

2) เมื่อจะไม่ใช้มัลติมิเตอร์เป็นระยะเวลานาน ควรถอดแบตเตอรี่ภายในออกเพราะน้ำกรดในแแบตเตอรี่ อาจจะรั่วไหลออกมากัดกร่อนให้ชิ้นส่วนภายในมิเดอร์เสียหายได้

3) ก่อนวัดทุกครั้ง ต้องตรวจการตั้งซีเล็กเดอร์สวิทซ์ให้ถูกต้องเสมอ อย่าตั้งย่านวัดผิด เช่น ตั้งย่านวัดโอห์มแล้วนำไปวัดแรงดัน หรือตั้งย่านวัดแรงดันค่าต่ำ ๆ แล้วนำไปวัดแรงดันค่าสูง อาจจะทำให้วงจรภายในมิเตอร์เสียหาย หรือเข็มหักงอได้

4) กรณีตั้งซีเล็กเตอร์เพื่อวัดโอห์ม ห้ามนำไปวัดอุปกรณ์ใด ๆ ที่มีแรงดันดกคร่อมเป็นอันขาดเพราะมิเดอร์จะเสียหาย ต้องปิดสวิตช์ ปลดไฟ หรือดึงปลั๊ก ของอุปกรณ์นั้นออกจากเต้าเสียบเสียก่อน แล้วใช้ไขควงดายประจุของคาปาซิเตอร์ที่ใช้ฟิลเตอร์ในวงจรเรกติฟายเออร์ ลงกราวนด์ก่อน

| | | |
|---|---|---|
| ชื่อผู้รับการฝึก | วัน/เดือน/ปี | ผลคะแนน |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

- เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจในระบบการเดินสายโดยทั่วไป
- เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจในเรื่องการเดินสายในแต่ละสภาพของงานและการใช้งาน

**วิธีสอน**

บรรยาย

สาธิต อุปกรณ์ อยู่ใกล้สภาพการเดินสายภายในอาคารหรือโรงงาน

**หัวข้อสำคัญ**

ประเภทการเดินสายโดยทั่วไป

1. การเดินสายแบบลอย
2. การเดินสายด้วยท่อหรือโลหะที่ม้วนคล้ายท่อ
3. การเดินสายแบบฝังปูนหรือฝังใต้พื้น
4. การเดินสายเคเบิ้ลแบบแขวนหรือบัสเวย์

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

ระบบการเดินสายภายในอาคาร

ระบบการเดินสายภายในอาคาร หมายถึงระบบที่ใช้สิ่งจับยึดซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของอาคาร ตลอดจนงบประมาณในการติดตั้ง

ประเภทของการเดินสายโดยทั่วไป แบ่งออกเป็นดังนี้

1. การเดินสายแบบลอย (Open Wiring) หมายถึง การเดินสายที่ใช้สิ่งจับยึดสายดังนี้คือ
   1.1 ใช้พุกประกับจับยึดสาย (Cleat wiring)
   1.2 ใช้ตุ้มจับยึดสาย (Knob wiring)
   1.3 ใช้ไวล์โฮลเดอร์ (Wire holder)
   1.4 ใช้แรคจับยึดสาย (Rack)
   1.5 ใช้เข็มขัดอะลูมิเนียมจับยึดสาย (Clip wiring)
2. การเดินสายด้วยท่อหรือโลหะที่ม้วนคล้ายท่อ (Tube or Conduit)
   หมายถึง การเดินสายที่ใช้วัสดุประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ
   2.1 ท่อยางแข็งผสมพลาสติก (P.V.C. Or S-Lon Tube)
   2.2 ใช้ท่อโลหะชนิดผิวบาง (Thin wall conduit หรือ EMT)
   2.3 ใช้ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid conduit)
   2.4 ใช้ท่อโลหะเดินสายไฟชนิดอ่อน (Flexible metal conduit)
3. การเดินสายแบบฝังปูนหรือฝังใต้พื้น (Under plaster or Floor wiring)
   การเดินสายแบบฝังปูนหรือฝังใต้พื้น สายที่ใช้ฝังควรเป็นสายโดยเฉพาะหรือเป็นสายเคเบิ้ลขนาดเล็กหรือใส่ท่อ
4. การเดินสายเคเบิ้ลแบบแขวนหรือบัสเวย์ (Bus ways)
   การเดินสายเคเบิ้ลแบบแขวนนี้มักนิยมใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งจะใช้แท่งทองแดงแทนสายไฟฟ้าและวางไว้บนรางที่มีฉนวนรองรับ การเดินสายแบบนี้ต้องใช้กับอัตรากระแสไฟฟ้าที่สูงมาก ๆ

1. การเดินสายแบบลอย (OPEN WIRING)

การเดินสายแบบลอย หมายถึง การเดินสายที่สามารถมองเห็นแนวสายได้โดยตลอด และสิ่งที่ใช้รัดเพื่อยึดสายนั้นขึ้นอยู่กับสภาพของการใช้งานตามความเหมาะสม

การเดินสายแบบลอยแบ่งออกเป็น 5 ชนิดคือ

1.1 การเดินสายพุกประกับจับสาย

สถานที่ใช้ คือ อาคารที่ก่อสร้างด้วยไม้เป็นส่วนมาก สำหรับอาคารที่ก่อสร้างด้วยปูนไม่ค่อยนิยมใช้เนื่องจากดูแล้วไม่สวยงาม

ราคาค่าติดตั้ง มีอัตราถูกมาก เพราะเป็นวิธีการเดินสายที่มีแบบค่อนข้างโบราณ เช่น การเดินสายภายในโรงงาน โรงเก็บของ

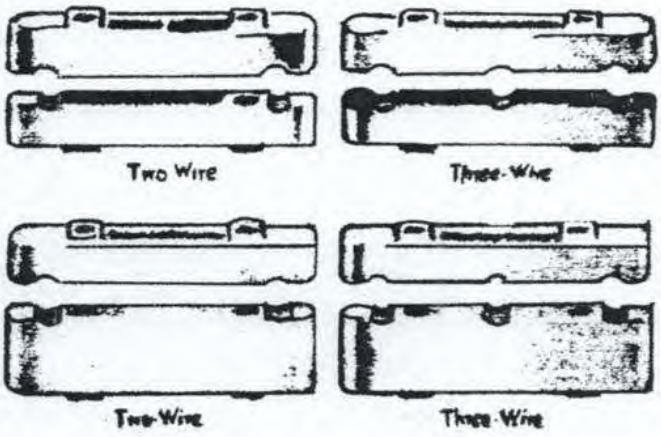
อายุการใช้งาน มีอายุการใช้งานไม่เกิน 10 ปี ซึ่งสภาพของสายจะแลดูเก่า แตกร้าว แข็งตัว และแนวสายอาจจะบิดงอ

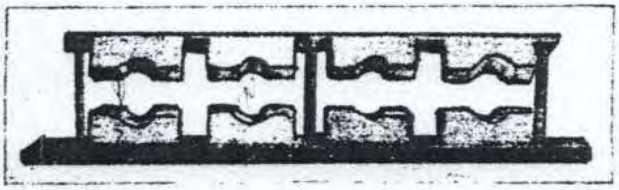
คุณสมบัติของสายที่เหมาะสมในการใช้งาน

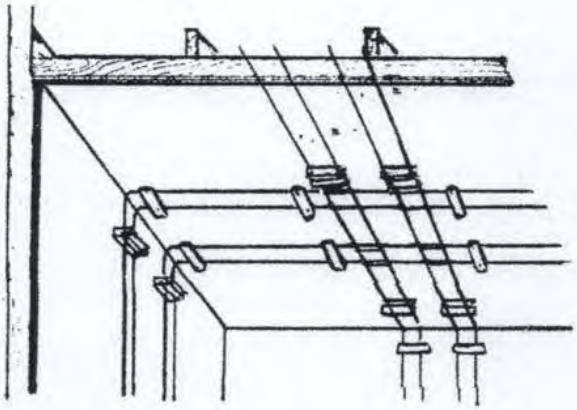
ควรเป็นสายสีดำที่หุ้มด้วยด้ายฝักและสายพี.วี.ซี. ที่มีขนาด .5 ต.ร.ม. 1 ต.ร.ม. 1.5 ต.ร.ม. 2.5 ต.ร.ม. 4 ต.ร.ม. และ 6 ต.ร.ม.

สมรรถภาพของการใช้งาน สายอาจจะชำรุดได้ง่าย เพราะไม่มีสิ่งปกปิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอยู่ภายนอกอาคารจะทำให้สายหลุดลอกเร็วขึ้น เป็นผลทำให้ฉนวนมีสภาพไม่ดี และใช้ได้ไม่เกินระยะเวลา 5 ปี เพราะฉนวนที่ห่อหุ้มอยู่ภายนอกจะหลุดและยางจะแตกร้าว

ลักษณะของพุกประกับ พุกประกับทำด้วยกระเบื้องเคลือบยางไฟฟ้าเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม มีความหนา 1/2 นิ้ว กว้าง 1/2 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว ถ้าเป็นพุกประกับขนาดเล็กจะมีลักษณะเป็นสองฝาประกบกัน ยึดติดกันด้วยตะปูควงสอดกลาง ตัวฝาบนครอบปิดฝาล่าง ตามรูป





รูปที่ 1.1

การใช้งาน พุกขนาดเล็ก ใช้ตะปูเกลียวยึดสองตัวประกบกันตามแนวคานคงหรือฝาของอาคารหนีบรัดสายด้วยตัวบนและตัวล่างตามแนวทางที่ต้องการ ถ้าจะใช้ติดไปตามแนวตั้งของฝา ควรจะเป็นฝาที่หนาขนาดอย่างน้อย 1 นิ้ว จะสามารถยึดได้แน่นหนา

1.2 การเดินสายด้วยตุ้มยึดสาย

การเดินสายด้วยตุ้มยึดสาย คือการเดินสายไฟฟ้าที่ใช้ตุ้มเป็นสิ่งจับยึด (Knob wiring)

สถานที่ใช้งาน ได้แก่ อาคารที่ก่อสร้างด้วยไม้หรือก่อสร้างด้วยปูนหรือชิ้งไว้ภายนอกอาคาร หรือใช้เดินสายในโรงงานและโรงเก็บของ

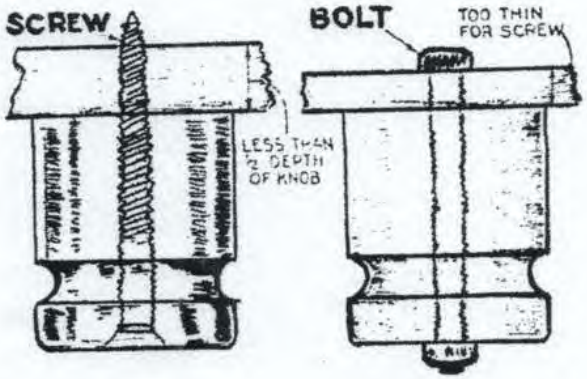
ราคาติดตั้ง อยู่ในเกณฑ์ที่ราคาถูก เช่น ในโรงงาน โรงพัสดุเก็บของหรือเป็นอาคารที่อยู่อาศัยชั่วคราว อาคารที่ก่อสร้างด้วยปูนหรืออาคารไม้ อาคารที่ก่อสร้างอย่างถาวรมักไม่นิยมใช้

อายุการใช้งาน อยู่ในระหว่าง 10 - 15 ปี

ขนาดของการใช้งาน ใช้กับสายที่มาจับยึดได้หลายขนาด เช่น สายเดี่ยวตั้งแต่ขนาด 0.5 ต.ร.ม. ถึง 10 ต.ร.ม. ส่วนสายที่มีพื้นที่หน้าตัดมากว่านี้ส่วนมากใช้กับลูกถ้วยก้านงอ (Pin insulator) หรือลอกแรงต่ำ (Secondary Rack)

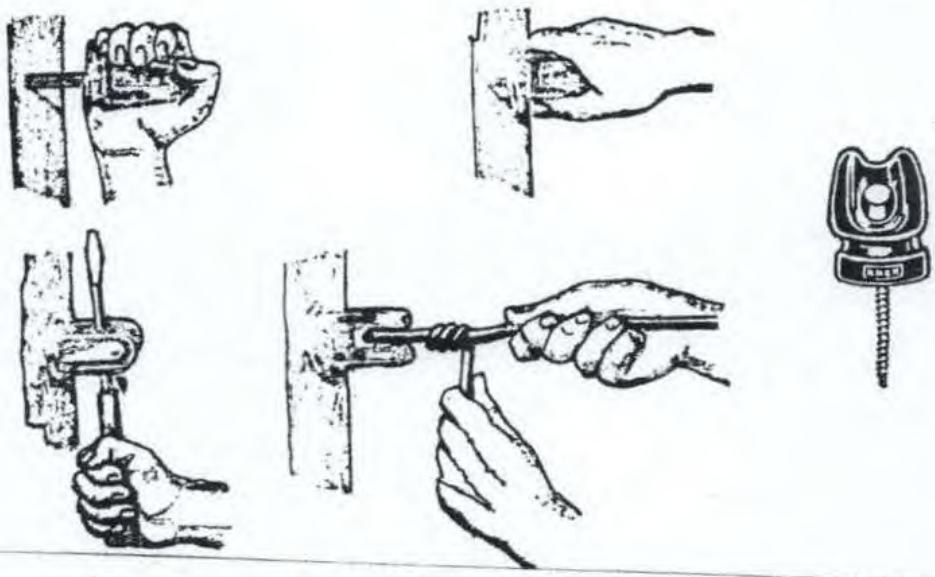
ลักษณะสายที่ชิง จะคงสภาพอยู่ได้นานเพราะอยู่ในที่สูง สำคัญอยู่ที่การใช้ตะปูเกลียวให้เหมาะกับตุ้ม อย่าใช้ตะปูที่มีขนาดสั้นเกินไปเพราะการติดตั้งตุ้มจะทำให้ไม่มั่นคงแข็งแรง

ลักษณะและชนิดของตุ้ม ตัวตุ้มทำด้วยกระเบื้องเคลือบ มีปมกลม ๆเป็นรูปกลวงตอนกลางทะลุตลอดความสูงของตุ้ม ดังรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2

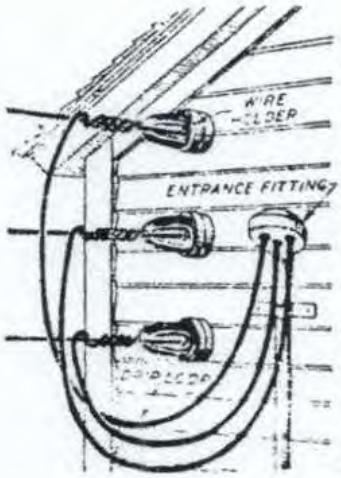


1.3 การใช้ไวล์โฮลเดอร์ (Wire holder)

การเดินสายโดยใช้ไวล์โฮลเดอร์ เป็นสิ่งจับยึด เป็นการเดินสายที่ใช้แทนตุ้มได้ เพราะไวล์โฮลเดอร์ มีตะปูควงติดยึดฐาน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทันที ตามรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.8 แสดงการติดตั้ง ไวล์โฮลเดอร์




รูปที่ 1.9 แสดงการยึดสายแบบ ไวล์โฮลเดอร์

1.4 การใช้แรคจับยึดสาย (Rack)

การเดินสายแบบลอย หากสายไฟฟ้านั้นมีพื้นที่หน้าตัดเกินกว่า 16 มม. ต้องติดตั้งภายในโรงงานหรือภายในอาคารนั้น ต้องใช้แรคจับยึดสายเพื่อรับน้ำหนักของสายได้อย่างมั่นคง เช่น การไฟฟ้านครหลวงจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวอาคาร การรับไฟเข้าต้องใช้แรคจับยึดสายตามรูปดังต่อไปนี้

SPOOL INSULATOR

CLEVISE

รูปที่ 1.10 แสดงลักษณะของแรคชนิดหนึ่งช่อง

SECONDAY RACK เหล็กช่อง

SECONDARY RACK 2 SPOOLS
SECONDARY RACK 3 SPOOLS
SECONDARY RACK 5 SPOOLS

1.5 ใช้เข็มขัดอะลูมิเนียมจับยึดสาย (Clip wiring)

การเดินสายโดยใช้เข็มขัดอะลูมิเนียมรัดสาย

สถานที่ใช้งาน เป็นอาคารที่ก่อสร้างด้วยไม้หรือด้วยปูนก็ได้ แต่ควรใช้เดินในอาคาร ไม่ถูกแดด หรือฝน ร้านค้า บ้านอยู่อาศัย ตึกแถว

อายุการใช้งาน ใช้ตามผิวกำแพง ส่วนที่สูงของอาคาร เช่น ที่คานตง หรือเพดานในอาคาร ถ้าใช้สายที่มีฉนวนห่อหุ้มที่ดี ฝีมือการเดินสายดี ใช้งานได้นาน 15-20 ปี

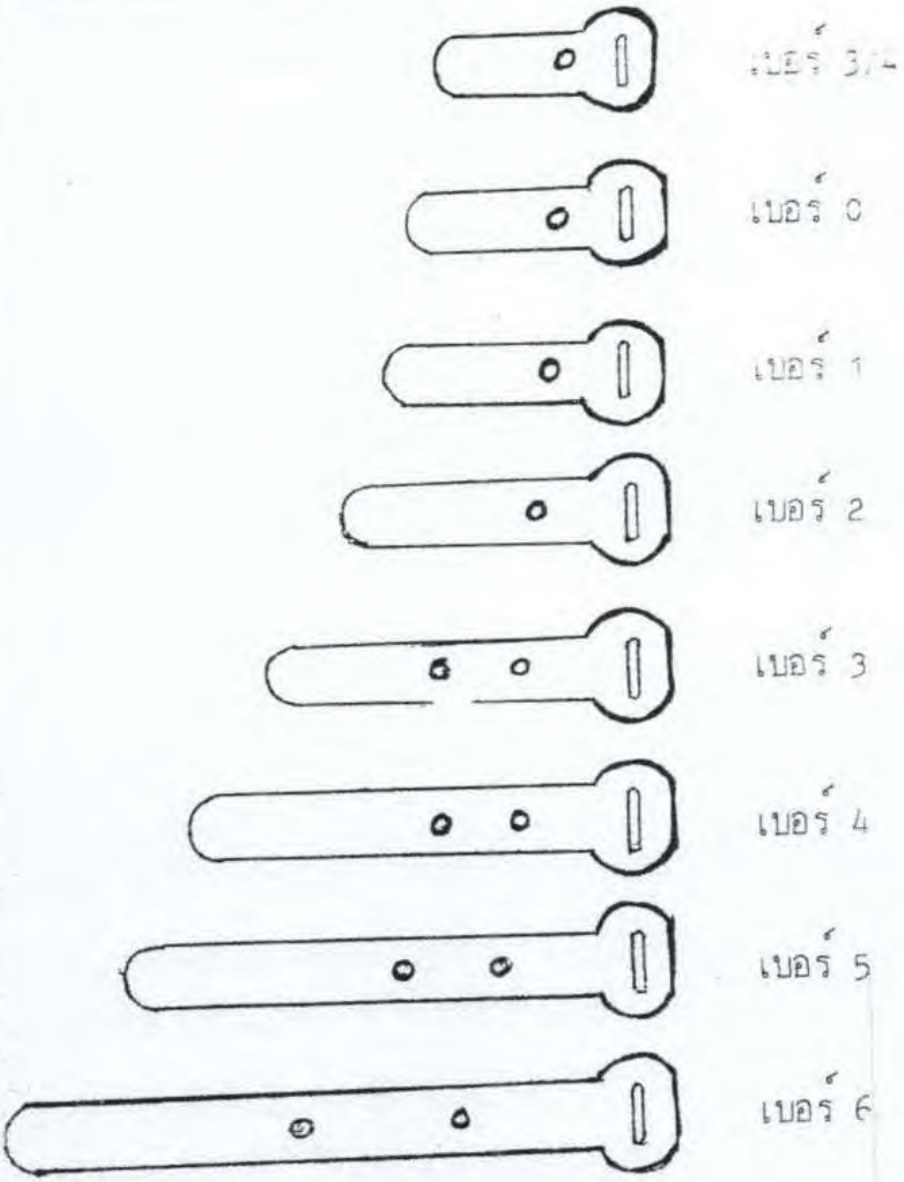
สายที่ใช้เดินด้วยเข็มขัด ควรเป็นสายยางหรือสายพีวีซี สาย VAF ซึ่งเป็นสายที่มีตัวนำคู่มีฉนวนหุ้มสองชั้น สายที่มีฉนวนหุ้มชั้นเดียวจะนำมาใช้งานไม่ได้ ขนาดของสายที่ใช้เดินด้วยเข็มขัด ใช้ขนาดตั้งแต่ 0.5 ต.ร.ม. - 16.00 ต.ร.ม.

ลักษณะเข็มขัด ทำด้วยอะลูมิเนียมแผ่นบางเล็ก กว้าง $\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว $1\frac{1}{2}$ นิ้ว แผ่นบาง ๆ มีรูสำหรับใส่ตะปู สำหรับเข็มขัดที่มีขนาดใหญ่ เช่น เบอร์ 3 เบอร์ 4 ตอนกลางของเข็มขัดจะมีรูสำหรับใส่ตะปูสองรู ขนาดของเข็มขัดมีขนาดต่าง ๆ กัน ดังนี้คือ เบอร์ 3/4 0 1 2 3 4 5 และ 6

การใช้ขนาดเข็มขัดให้เหมาะสม

| ขนาดสาย | จำนวน | ขนาดเข็มขัด | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 2 × .5 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 3/4 | จำนวนสายหมายถึงสายคู่มีตัวนำหุ้มฉนวน 2 เส้น // 1 สาย |
| 2 × 1 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 0 | |
| 2 × 1.5 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 1 | |
| 2 × 2.5 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 2 | |
| 2 × 4 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 2 | |
| 2 × 6 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 3 | |
| 2 × 10 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 3 | |
| 2 × 16 ต.ร.ม. | 1 สาย | เบอร์ 4 | |

ขนาดเข็มขัดที่ใช้งานยึดเดินสาย




รูปที่ 1.14

หมายเหตุ ไม่ควรรัดสายด้วยเข็มขัด เมื่อมีการรัดสายที่รัดสาย 3 สายขึ้นไป เพราะสายที่ถูกรัดแทนที่จะแผ่ราบกับผิวอาคาร จะถูกรั้งรวมกันเป็นก้อนทำให้หมดความสวยงาม

2. การเดินสายด้วยท่อหรือโลหะที่มีวนคล้ายท่อ (Tube or conduit)

หมายถึง การเดินสาย การวางสาย การร้อยท่อ ที่ไม่สามารถมองเห็นแนวสายจุดต่อสาย ที่พักสาย กล่องต่อสาย จะต้องคำนึงถึงสภาพของการใช้งานด้วย ส่วนมากนิยมใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสำนักงาน บ้านที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ การเดินสายร้อยท่อแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

2.1 ท่อยางแข็งผสมพลาสติก (P.V.C. or S-Lon tube)

2.2 ท่อโลหะชนิดผิวบาง (Thin wall conduit หรือ E.M.T.)

2.3 ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid conduit)

2.4 ท่อโลหะเดินสายไฟชนิดอ่อน (Flexible metal conduit)

2.1 การเดินสายด้วยท่อยางแข็งผสมพลาสติกหรือท่อเอสลอน

ท่อยางแข็งผสมพลาสติก หรือท่อเอสลอน มีลักษณะเป็นท่อกลม มีผิวบางกว่าท่อเหล็กเล็กน้อย (ทำเกลียวไม่ได้)มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดังนี้คือ $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ / $1\frac{1}{2}$ $2\frac{1}{2}$ และ 3 นิ้ว มีความยาวท่อนละ 4 เมตร ท่อเอสลอน ( S-LON) มีทั้งชนิดหนาและบาง หากต้องใช้ฝังตามพื้นควรใช้ผิวหนาที่สุด เนื้อของท่อเอสลอนเป็นพลาสติกผสมยางและใช้เป็นฉนวนไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี วิธีใช้ก็ง่ายกว่าท่อชนิดอื่น ๆ ทนแรงกดดันได้พอสมควร แต่ไม่สามารถทนต่อแรงกระแทกได้ และถ้าถูกความร้อนจัดจะอ่อนตัวและลุกไหม้ได้

การนำไปใช้งาน

1. ท่อขนาดเล็ก ใช้สำหรับเป็นท่อสวมป้องกันสายลงดินจากระบบการจ่ายไฟฟ้าตามเสาไฟฟ้า
2. ท่อขนาดกลาง ใช้สำหรับเป็นท่อเดินสายไฟฟ้าที่เดินในอาคารหรือโรงงาน เพราะมีน้ำหนักเบากว่าท่อโลหะ ไม่เสียเวลาในการปฏิบัติและใช้ง่าย นิยมใช้ในร้านค้าหรือสถานที่ที่มีความร้อนไม่มากนัก (ความร้อนธรรมดา) หรือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

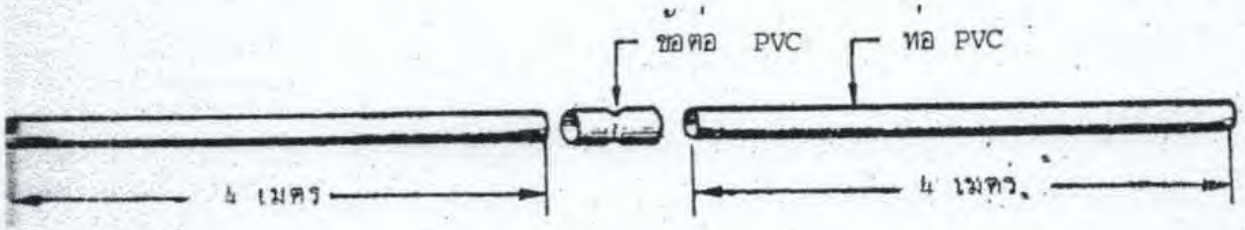
ส่วนประกอบที่สำคัญ

1. ข้องอ 90 องศา ข้อต่อระหว่างท่อ ถ้าเป็นท่อที่มีขนาด 3/8 – 1 นิ้ว จะจัดทำได้ ช่างจะใช้ท่อยาวดัดงอโดยการนำไปลนไฟหรือใช้ความร้อน ไอร้อนเป่า ท่อนี้จะงอเป็นรูปโค้งตามที่ต้องการ

   ถ้าหากท่อมีขนาดเกินกว่า 1 นิ้ว จะใช้ท่อยาวมางอจะได้ข้อเลี้ยวที่ไม่สวยและเสียเวลาในการดัดงอ บริษัทที่จำหน่ายมักจะทำให้ไว้สำหรับจำหน่ายพร้อมด้วยลักษณะที่สวยงามและใช้งานได้ทันที

2. เกลียวยึดท่อทั้งนอกและใน เกลียวชนิดนี้มักจะใช้เศษท่อที่เหลือเป็นตัวยึด โดยใช้เกลียวโดยใช้น้ำยาประสานของท่อ S-LON ทาบนปลายท่อสวมเข้ากับกล่องและใช้เศษปลายท่อสวมลงไปก็จะติดแน่นใช้งานได้ทันที

3. หูจับยึดท่อ (Strap) ชนิดที่ทำด้วยเอสลอน แผ่นจะแตกได้ง่าย นิยมใช้แผ่นโลหะบางชนิดเป็นหูแทน หรือจะใช้หูยึดแบบที่ใช้กับท่อน้ำก็ได้

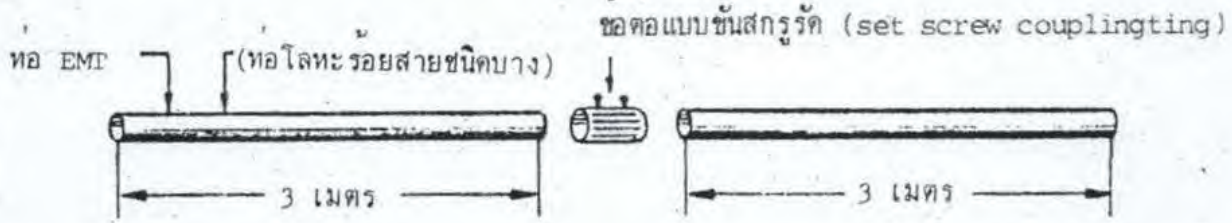



รูปที่ 1.15

2.2 การเดินสายโดยใช้ท่อโลหะชนิดผิวบาง (Thin wall conduit หรือ E.M.T)

ท่อโลหะชนิดผิวบางมีลักษณะคล้ายท่อโลหะกลมรูปเป็นท่อบาง น้ำหนักเบา และไม่ได้สร้างให้แข็งแรงมากนัก ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้ กล่าวคือ ใช้ได้ในสถานที่ซึ่งปราศจากการกระทบกระทั่ง และให้ใช้กับสายไฟฟ้าที่มีแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ เท่านั้น

ท่อประเภทนี้ ไม่มีเกลียวตอนปลาย เวลาติดตั้งหรือต่อเข้าด้วยกันจะใช้แรงอัดเสียบใช้สกรูหรือใช้ท่อต่อชนิดกดรัด ควรใช้ท่อชนิดนี้ภายในอาคารหรือในโรงงาน ไม่เหมาะในการที่จะนำไปใช้ในสถานที่ถูกฝน




รูปที่ 1.16

ก่อนที่จะเริ่มการเดินสายด้วยท่อ ขั้นแรกจะต้องเตรียมวางแผนผังการเดินสายไว้อย่างถูกต้อง จัดลำดับงานก่อนหลัง เตรียมเครื่องมือสำหรับประกอบการเดินสายไว้ให้พร้อม เพราะเป็นงานละเอียดต้องใช้ฝีมือ หากเกิดการผิดพลาดขึ้นจะทำให้เสียเงินค่าอุปกรณ์ เสียเวลาในการแก้ไขเป็นเวลานาน เป็นผลทำให้งานไม่เรียบร้อย

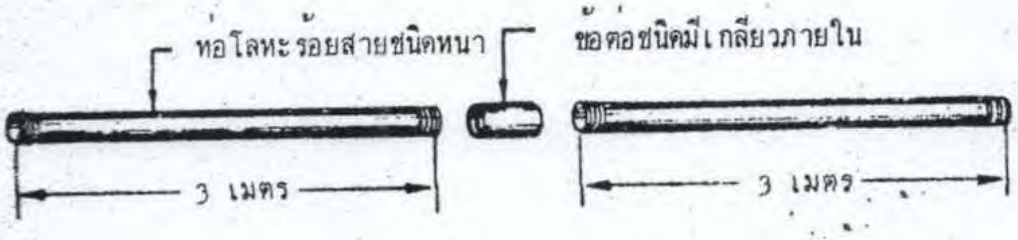
การเดินสาย ที่ใช้ท่อผิวบาง ใช้กับอาคารที่เป็นตึก เช่น โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก มีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี ถึง 30 ปี

2.3 ใช้ท่อโลหะชนิดหนา (Rigid Conduit

งานบางประเภทที่ต้องใช้สายฝังหรือเดินสายในท่อแบบสายลอยที่ต้องการปิดบังสายให้พ้นจากการกระทบ กระแทก และมีแรงกดมาก เช่น การเดินสายฝังพื้นโรงงานต่าง ๆ ซึ่งจะต้องใช้ท่อโลหะชนิดบางหรือสายเคเบิ้ลอาจจะมีขนาดหนากระแสไฟได้ด้วย จึงควรใช้ท่อไฟฟ้าโดยตรง คือท่อไฟฟ้าชนิดหนา ได้แก่ชนิดมีเกลียวที่ปลายท่อ สำหรับการเชื่อมต่อท่อเข้าด้วยกัน มีลักษณะคล้ายกับท่อประปา แต่ตัวท่อไม่มีตะเข็บ ซึ่งมี 2 ลักษณะดังนี้คือ

ก. ท่อแบบกลมภายนอก เป็นท่อที่ทาด้วยสีดำ มีส่วนผสมเป็นเหล็ก (Black conduit) เป็นส่วนมาก เหมาะสำหรับใช้ภายนอกอาคารหรือโรงงาน เพราะไม่เป็นสนิม เช่น สายเมน (Main) เช่น สายเมนที่ต่อจากสายเมนใหญ่เข้าโรงงาน

ข. ท่อแบบกัลวาไนซ์หรือเคลือบภายนอกด้วยสังกะสี (Galvanized Conduit) ท่อประเภทนี้ เป็นท่อที่เหมาะสมสำหรับใช้ภายนอกอาคาร หรือในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใช้ฝังในกำแพง หรือพื้นของโรงงาน




รูปที่ 1.17

2.4 ใช้ท่อโลหะเดินสายไฟชนิดอ่อน (Flexible metal conduit)

การเดินสายโดยใช้ท่ออ่อนที่เป็นโลหะ (Flexible conduit wiring) กล่าวคือ ในการเดินสายบางครั้งต้องใช้ท่อใส่สายชนิดแข็งตัว (Rigid Conduit) ซึ่งไม่สะดวก เพราะต้องให้สายบิดงอได้ เช่น การเดินสายตามแนวกำแพงหักลงพื้น หรือการเดินสายที่ต้องอ้อมคานหรือเสา หรือการเดินสายเข้าเครื่องยนต์ที่เคลื่อนที่ได้บ้าง เช่น เครื่องจักรกลึง มอเตอร์ของเครื่องปั๊มน้ำหรือเครื่องพิมพ์ ซึ่งถ้ามีลักษณะดังกล่าวนี้ การวางแนวสายเมนจะต้องเป็นการเดินสายในท่อที่แข็งตัว เราก็สามารถใช้ท่ออ่อนต่อจากท่อที่แข็งตัว ซึ่งไม่ต้องเสียเวลาในการที่จะทำให้เป็นรูปโค้งไปโค้งมา หรือตอนใดที่ต้องการให้มีลักษณะเป็นรูปโค้งก็สามารถกระทำได้โดยใช้ท่ออ่อนเป็นตัวต่อระหว่างช่วงนั้นก็ได้ แต่แนวที่ใช้ท่ออ่อนต้องอยู่บนผิวพื้น ไม่แช่น้ำ

รูปที่ 1.18 ท่อโลหะอ่อนแบบ Single Strip Flexible Conduit

รูปที่ 1.19 ท่อโลหะอ่อน แบบ Double strip Flexible Conduit

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีทักษะเรื่องวงจรลัดและวงจรเปิด-ปิด

เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถอธิบายผลความแตกต่างของวงจรไฟฟ้าแบบขนานและอนุกรม

**วิธีสอน** บรรยาย - สาธิต

**หัวข้อสำคัญ**

1. ชนิดของไฟฟ้า
2. หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า
3. ประเภทของวงจรไฟฟ้า
4. การต่อวงจรเปิด
5. การแสดงวงจรลัด
6. การต่อวงจรไฟฟ้า
   - แบบอนุกรม
   - แบบขนาน
   - แบบอนุกรม-ขนาน

ระบบวงจรไฟฟ้าขั้นพื้นฐาน

การเดินสายภายในอาคาร ต้องมีความเข้าใจสภาพของงานของการเดินสาย ตามอาคารที่ก่อสร้าง ที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์หรือโรงงาน ก่อนที่จะเริ่มดำเนินงาน การวางสายไฟฟ้าภายในอาคารนั้น ผู้ปฏิบัติต้องคำนึงถึงขั้นตอนและระบบวงจรไฟฟ้าขั้นพื้นฐานดังต่อไปนี้คือ

1. ชนิดของไฟฟ้า
2. หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า
3. ประเภทของวงจรไฟฟ้า
4. การแสดงวงจรเปิด
5. การแสดงวงจรลัด
6. การต่อวงจรไฟฟ้า

1. ชนิดของไฟฟ้า

โดยทั่ว ๆ ไป ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

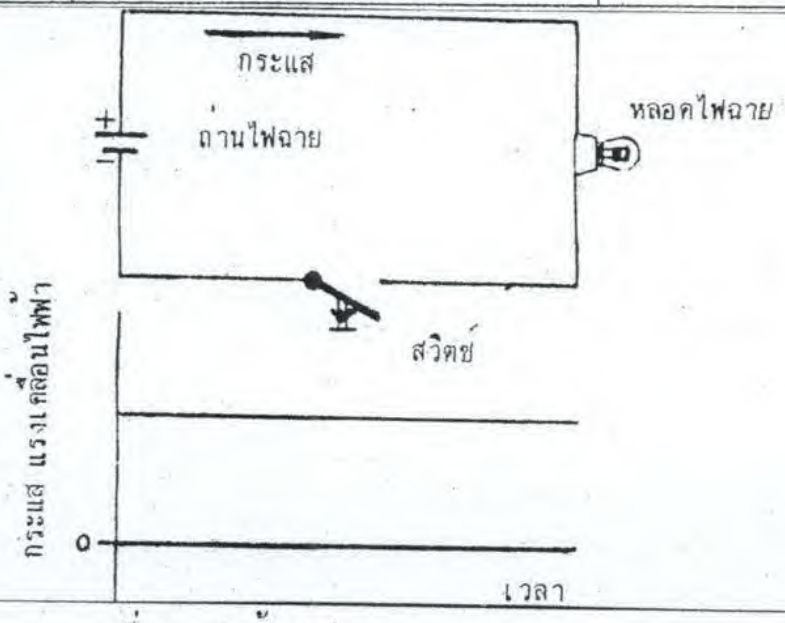
1.1 ไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic) หมายถึงไฟฟ้าที่อยู่กับที่ทำการทดลองโดยเอาแท่งแก้วถูกับผ้าสักหลาด แท่งแก้วจะได้รับอิเล็กตรอนเกินจำนวนปกติ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก แต่เนื่องจากแท่งแก้วไม่ได้ต่อกับสารอื่น ดังนั้นจึงไม่มีการเคลื่อนไหวของอิเล็กตรอน ไฟฟ้าจึงยังอยู่กับที่ในแท่งแก้วนั้นไม่ไปไหน แต่มักจะอยู่ตามผิวของแท่ง จึงเรียกไฟฟ้าแบบนี้ว่า "ไฟฟ้าสถิตย์"

1.2 ไฟฟ้ากระแส (Current Electric) ตรงข้ามกับไฟฟ้าสถิตย์ เราเรียกว่า ไฟฟ้าที่มีอิเล็กตรอนไหลเคลื่อนที่ไปมาว่า "ไฟฟ้ากระแส"

ชนิดของไฟฟ้ากระแส แบ่งออกตามลักษณะการไหลของกระแสได้เป็น 2 ชนิด

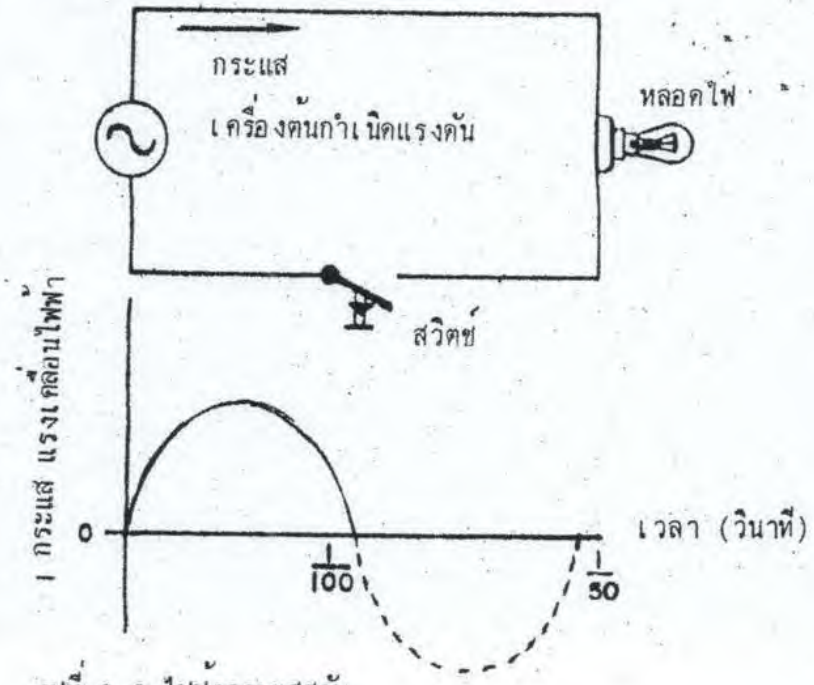
ก. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) หมายถึงกระแสไฟฟ้าที่มีอิเล็กตรอนไหลไปทางเดียวเสมอ ดังตัวอย่าง เช่น เมื่อเราใช้สายไฟต่อขั้วลบของถ่านไฟฉายกับหลอดไฟแบบมีไส้เล็ก ๆ ก็จะเกิดการถ่ายเทประจุขึ้นคือ อิเล็กตรอนจะไหลออกจากขั้วลบของถ่านไฟฉายไปตามสายไฟผ่านไส้หลอดและกลับมายังขั้วบวกของถ่านไฟฉายครบวงจร

แต่ในทางเทคนิค เรากำหนดให้ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าตรงข้ามกับทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าจะไหลออกจากขั้วบวกของถ่านไฟฉายไปตามสายผ่านหลอดไฟ และกลับมายังขั้วลบของถ่านไฟฉายครบวงจร แต่เนื่องจากขั้วลบและขั้วบวกของถ่านไฟฉายอยู่ประจำที่เสมอไม่กลับขั้วกันไปมา ดังนั้น อิเล็กตรอนก็จะไหลไปทาง




รูปที่ 2.1 ไฟฟ้ากระแสตรง

ข. ไฟฟ้ากระแสสลับ (ALTERNATING CURRENT ) คือ ไฟฟ้าที่ขั้วบวกและขั้วลบไม่อยู่กับที่ แต่เปลี่ยนตำแหน่ง โดยการกลับขั้วไปมาอย่างสม่ำเสมอในเวลาที่กำหนด ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอนจะเปลี่ยนกลับไป-กลับมาด้วย เราจึงเรียกกระแสไฟฟ้าชนิดนี้ว่า "กระแสไฟฟ้าสลับ" เช่น ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนหรือที่พักอาศัย

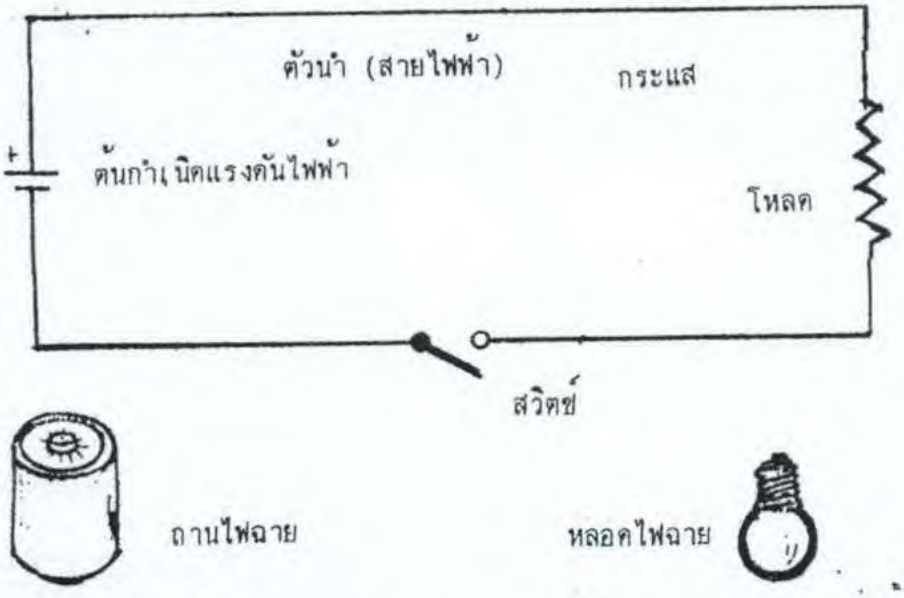



รูปที่ 2.2 ไฟฟ้ากระแสสลับ

2. หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า หมายถึง ทางเดินของกระแสไฟฟ้าเป็นวงรอบ เริ่มจากขั้วบวกของต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้าไปตามตัวนำ (สายไฟฟ้า) ผ่านโหลด และจากโหลดไปตามตัวนำ กลับไปยังขั้วลบของต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อกันเพื่อทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเป็นวงครบรอบได้ วงรอบนี้เรียกว่า "วงจรไฟฟ้า" เพื่อที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลไปมาได้ครบวงจร ตามรูป






ฐานไฟฉาย



หลอดไฟฉาย

รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า

ตามรูปที่แสดง จะเห็นว่าการทำงานของวงจรไฟฟ้าจะเริ่มตั้งแต่การสับสวิตช์ก่อน จึงจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรนี้ตลอดเวลา โดยทั่ว ๆ ไปทุกทุกวงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วย

2.1 ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า (Voltage Sorce)

2.2 โหลด (Load)

2.3 ตัวนำไฟฟ้า (Conductor)

2.4 สวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ป้องกัน (Switch and Protective Equipment)

2.1 <u>ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า</u> คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ในวงจรไฟฟ้า ซึ่งจะทำหน้าที่ผลิตแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับโหลด (Load) ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ตามโรงเครื่องจักรต่าง ๆ (จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าสลับ) หรือแบตเตอรี่ และถ่านไฟฉาย (จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าตรง) เป็นต้น

2.2 <u>โหลด</u> หมายถึง อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่ใช้แรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะทำงานได้ต่อเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่านั้น ถ้ามีกระแสไหลผ่านมาก เราจะเรียกว่ามีปริมาณโหลดมาก

2.3 <u>ตัวนำไฟฟ้า</u> ทำหน้าที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไหลผ่านได้สะดวก ต่ออยู่ระหว่างต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากับโหลด ตัวนำไฟฟ้าที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ สายไฟ ซึ่งทำด้วยโลหะทองแดงหรืออะลูมิเนียม เป็นต้น สำหรับบริเวณรอยต่อระหว่างสายไฟกับสายไฟหรือสายไฟกับอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งต้องการให้หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าดี อาจจะใช้ตัวต่อทำด้วยโลหะเงินทองแดง อะลูมิเนียม หรือเคลือบด้วยโลหะเงินตามผิวโลหะทั้งสองดังกล่าว เพราะโลหะเงินจะนำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุด แต่ราคาแพงกว่าทองแดงและอะลูมิเนียมมาก

2.4 <u>สวิตช์</u> คือ เครื่องมือสำหรับตัดตอนกระแสไฟฟ้าเพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าไหลอยู่ตลอดเวลา ถ้าหากสวิตช์ปิดไฟฟ้าจะดับ ซึ่งแสดงว่า ไม่มีกระแสไหลในวงจรอีกต่อไป

<u>หมายเหตุ</u> กระแสจะไหลได้ในวงจรปิดเท่านั้น

<u>อุปกรณ์ป้องกัน</u> ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการจะป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า โหลด สายไฟฟ้า และสวิตช์ อันเนื่องมาจากกระแสหรือแรงดันไฟฟ้าเกินพิกัดเกิดขึ้นในวงจร ซึ่งจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้านั้น

<u>ตัวอย่าง</u> อุปกรณ์ป้องกันที่ใช้อยู่โดยทั่วไป เช่น รีเลย์ เซอร์กิตเบรคเกอร์ ฟิวส์

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. วงจรไฟฟ้าคืออะไร.....

.....

2. วงจรไฟฟ้าประกอบขึ้นด้วยอะไรบ้าง .....

.....

3. วงจรลัดคืออะไร .....

.....

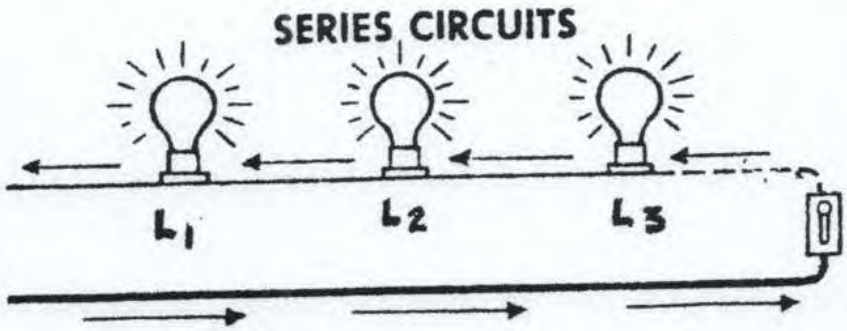
4. วงจรเปิดแสดงว่าสวิตช์ทำงานลักษณะ .....

.....

5. วงจรปิดแสดงว่าสวิตช์ทำงานลักษณะ .....

.....

6.




รูปที่ 1

6.1 ตามรูปที่ 1 วงจรนี้เป็นการต่อแบบ .....

6.2 ถ้าถอดหลอดออกหนึ่งหลอด จะทำให้เกิดอะไรขึ้นกับวงจร .....

.....

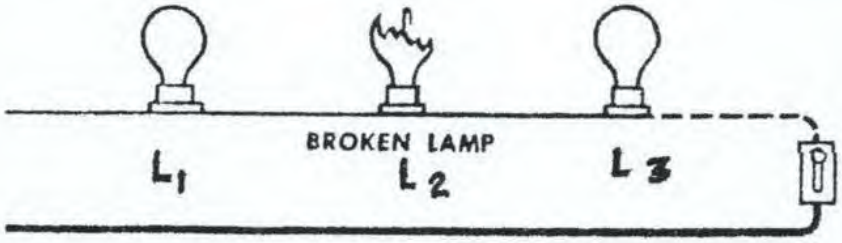
6.3 จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจร 180 โวลต์

หลอด $L_1$ มีแรงเคลื่อนตกคร่อม .....

หลอด $L_2$ มีแรงเคลื่อนตกคร่อม .....

หลอด $L_3$ มีแรงเคลื่อนตกคร่อม .....

7.




รูปที่ 2

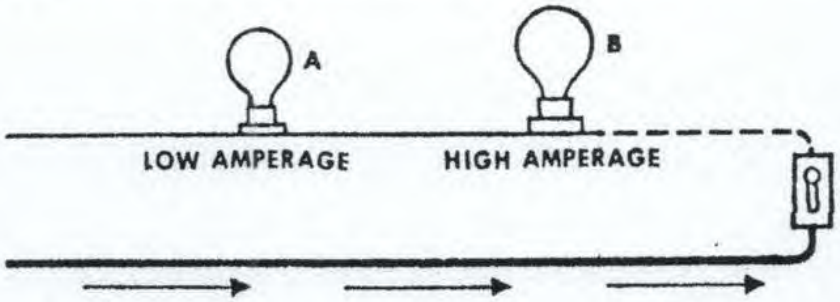
7.1 ตามรูปที่ 2 หลอดที่ 3 มีลักษณะ .....

7.2 สวิตช์ทำงาน ลักษณะ .....

วงจรไฟฟ้าอยู่ในสภาพ .....

เพราะว่า .....

8.




รูปที่ 3

ตามรูปที่ 3 จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์

หลอด A กำลังไฟฟ้า 25 วัตต์

หลอด B กำลังไฟฟ้า 60 วัตต์

8.1 กระแสที่ไหลอยู่ในวงจรจะต้อง .....

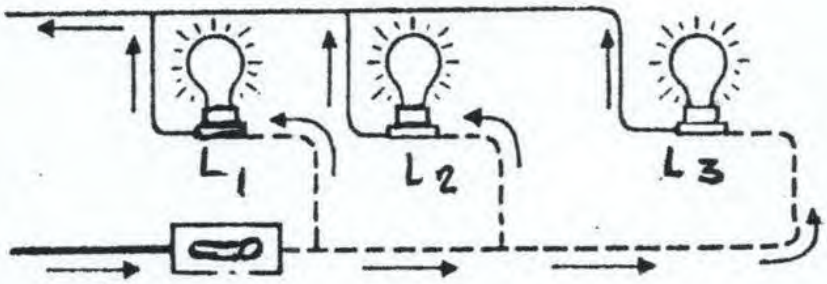
8.2 แรงเคลื่อนตกคร่อมหลอด A เท่ากับ .....

8.3 แรงเคลื่อนตกคร่อมหลอด B เท่ากับ .....

8.4 คุณสมบัติการต่อวงจรอนุกรมความต้านจะต้อง .....

.....

9. **PARALLEL CIRCUITS**




รูปที่ 4

9.1 ตามรูปที่ 4 วงจรนี้เป็นการต่อแบบ .....

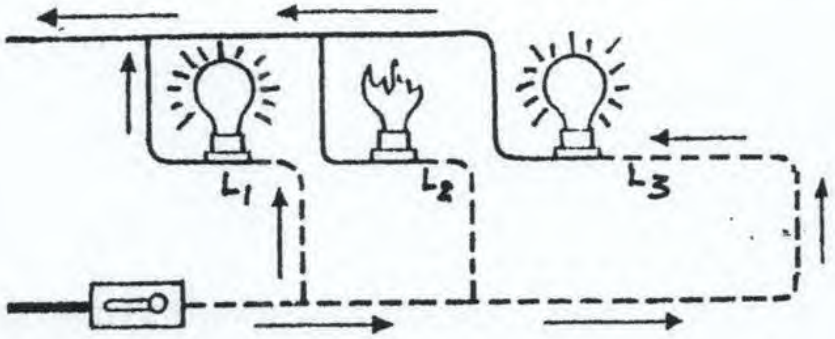
9.2 จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจร 220 โวลต์

9.3 หลอด $L_1$ มีแรงเคลื่อน .....

9.4 หลอด $L_2$ มีแรงเคลื่อน .....

9.5 หลอด $L_3$ มีแรงเคลื่อน .....

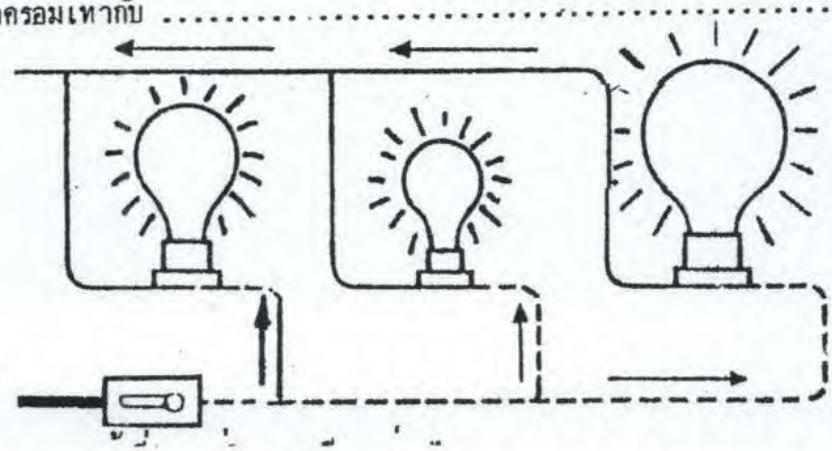
10.




รูปที่ 5

10.1 ตามรูปหลอด $L_2$ มีลักษณะ .....

แรงเคลื่อนตกคร่อมเท่ากับ .....



รูปที่ 6

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจการวางแผนผังไฟฟ้า ตามขั้นตอนได

เพื่อสามารถอ่าน-เขียนสัญลักษณ์ไฟฟ้าของวงจร

เพื่อสามารถเดินสายและวางวงจรภายในอาคารได้

**วิธีสอน** บรรยาย, สาธิตวงจรงานจริงของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของภายในห้องเรียน หรือโรงงาน

**หัวข้อสำคัญ**

1. ระบบการวางวงจรภายในอาคาร
2. การวางแผนผังทางไฟฟ้า
3. สัญลักษณ์การอ่านเขียนวงจรไฟฟ้า
4. วงจรที่ใช้งานจริง (Wiring Diagrame)
5. วงจรไฟฟ้าสคีมเมติคไดอะแกรม
6. วงจรที่ใช้ในแผนผังแสดงไฟฟ้า (One Line Diagrame)
7. ใบงานการเขียนวงจร
8. ใบทดสอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

1. ระบบการวางวงจรภายในอาคาร

การเดินสายไฟฟ้าภายในอาคารปัจจุบันนี้ ได้แพร่หลายออกไปอย่างกว้างขวางมาก และยิ่งพัฒนาขึ้นไปเรื่อย ๆ จะเพิ่มมากยิ่งขึ้นสำหรับอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร จึงทำให้อาคารบ้านเรือนที่อยู่-อาศัยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และที่จะขาดเสียมิได้คือสิ่งซึ่งได้อำนวยประโยชน์นับประการ ไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้าแสงสว่าง การทำอาหาร และอื่น ๆ อีกมากมายเป็นผลมาจากไฟฟ้ามาใช้นั้นเอง

การเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร ได้มีการจัดทำในหลายรูปแบบ แต่ที่จะกล่าวถึงนี้จะกล่าวเฉพาะวิธีที่นิยมกันมากที่สุดวิธีหนึ่ง สำหรับบ้านเรือนอาศัยทั่ว ๆ ไป

คือ การเดินสายไฟฟ้าด้วยเข็มขัดรัดสายที่เป็นที่นิยมกันนั้นมีเหตุผลอยู่หลายประการ เช่น

ก. อาคารที่สร้างด้วยไม้และปูน มีการเดินสายชนิดนี้จะดูแล มีความสวยงาม ประหยัดและปลอดภัย

ข. การติดตั้งอุปกรณ์หรือแผงสวิตช์ควบคุม ใช้เครื่องมือขนาดเล็กซึ่งมีขายตามห้องตลาด นำมาใช้งานได้ทันที

ค. การติดตั้ง ทำได้ในเวลารวดเร็วและสะดวก

ง. การซ่อม หรือหาข้อขัดข้องทำได้อย่างง่าย ๆ

จ. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและดำเนินงานมากกว่าวิธีเดินสายประเภทอื่น ๆ

แม้นการเดินสายและวางวงจรไฟฟ้าภายในอาคารด้วยเข็มขัดรัดสาย มีข้อดีกว่าวิธีเดินสายประเภทอื่น ๆ ก็ตาม แต่มีองค์ประกอบสำคัญซึ่งที่ผู้ปฏิบัติเดินสายจะต้องทำความเข้าใจศึกษาเกี่ยวกับเรื่องในการวางวงจร นั่นคือ

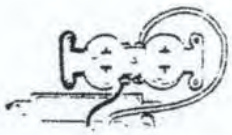
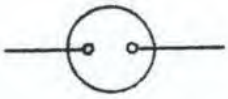
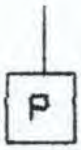
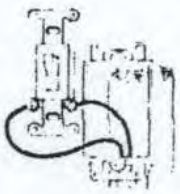
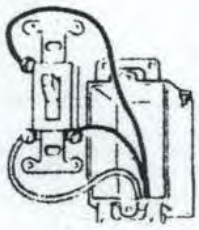
2. การวางแผนผังทางไฟฟ้า จะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ

2.1 วงจรทางไฟฟ้า สคีมเมติคไดอะแกรม (Schematic Diagram)

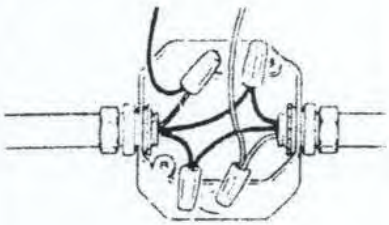
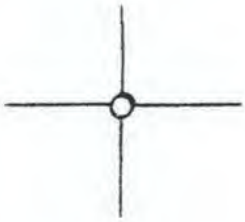
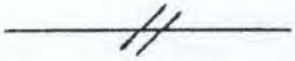
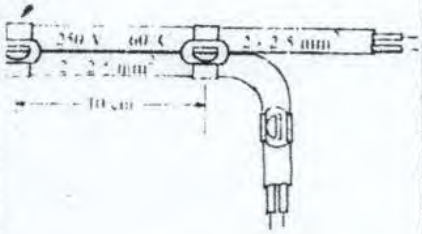
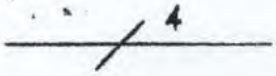
2.2 วงจรที่ใช้ในแผนผังแสดงไฟฟ้า (Oneline Diagram)

2.3 วงจรที่ใช้ในงานจริง (Wiring Diagram)

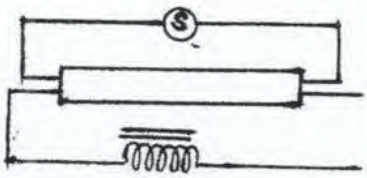
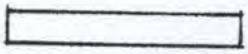
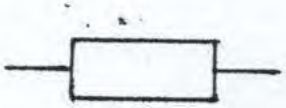
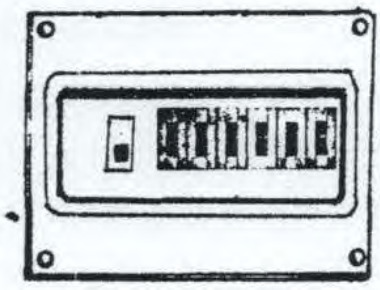
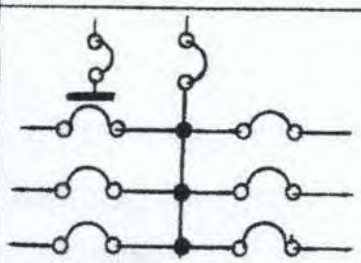
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| สัญลักษณ์ ลักษณะงานจริง (Wiring Diagram) | สัญลักษณ์ วงจรไฟฟ้า (Schematic Diagram) | สัญลักษณ์ ลักษณะงานราง (One Line Diagram) |
|---|---|---|
| | | หลอดไฟฟ้าชนิดมีไส้ (Lamp) |
|  |  |  เต้ารับชนิดเดี่ยว |
|  | | สวิตช์ทางเดียว (Single pole switch) |
|  | | สวิตช์สองทาง (Two way Switch) |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| สัญลักษณ์ ลักษณะงานจริง (Wiring Diagram) | สัญลักษณ์ วงจรไฟฟ้า (Schematic Diagram) | สัญลักษณ์ ลักษณะงานราง (One Line Diagram) |
|---|---|---|
|  |  | สายต่อกันผ่านที่พักสาย |
| |  |  สายจำนวน 2 เส้น |
|  |  |  สายจำนวน 4 เส้น |
| | L – สายที่มีไฟ N – สายศูนย์ | เมนที่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

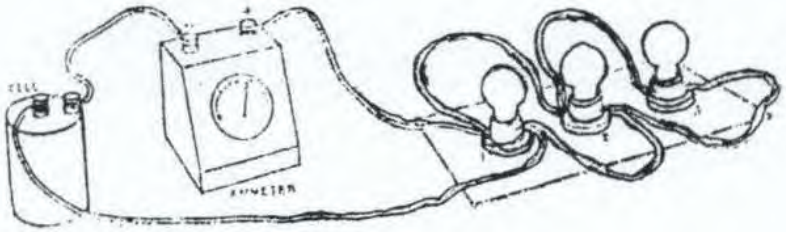
| สัญลักษณ์ ลักษณะงานจริง (Wiring Diagram) | สัญลักษณ์ วงจรไฟฟ้า (Schematic Diagram) | สัญลักษณ์ ลักษณะงานราง (One Line Diagram) |
|---|---|---|
| | | ฟิวส์ |
| |  |  หลอดฟลูออเรสเซนต์ |
| | |  เซอร์กิตเบรคเกอร์ |
|  |  | โหลดเซ็นเตอร์ชนิด 6 วงจรยอย |

4. วงจรที่ใช้งานจริง (Wiring Diagram)

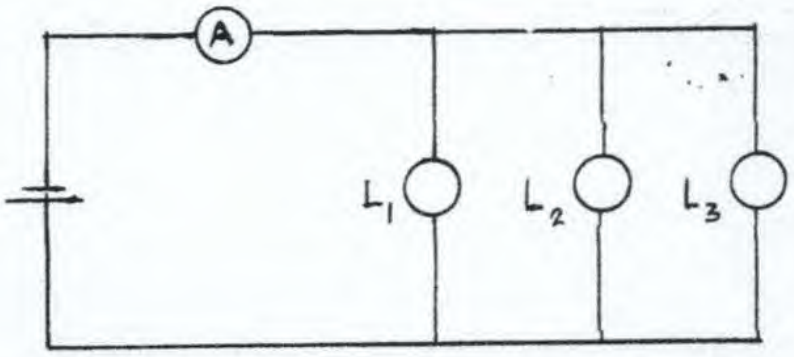
5. วงจรไฟฟ้า (Schematic Diagram)

การเขียนวงจรไฟฟ้าแบบสคีมเมติค ไดอะแกรม ซึ่งนิยมเขียนกันมากนั้น สามารถแสดงออกได้อย่างละเอียดไม่ยุ่งยาก สลับซับซ้อนเหมือนกับ Wiring Diagram สคีมเมติค ไดอะแกรม มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อยดีมาก โดยการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนรูปจริงทั้งหมด

ดังนั้นจึงทำให้ดูง่ายขึ้น ดังตัวอย่าง



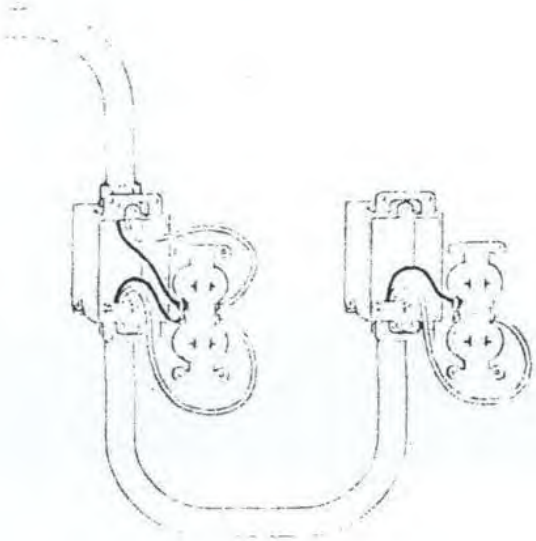
รูปที่ 1 เป็น Wiring Diagram ของการต่อหลอดไฟฟ้า 3 หลอดขนานกัน และวัดค่ากระแส




รูปที่ 2 เป็นสคีมเมติค ไดอะแกรม

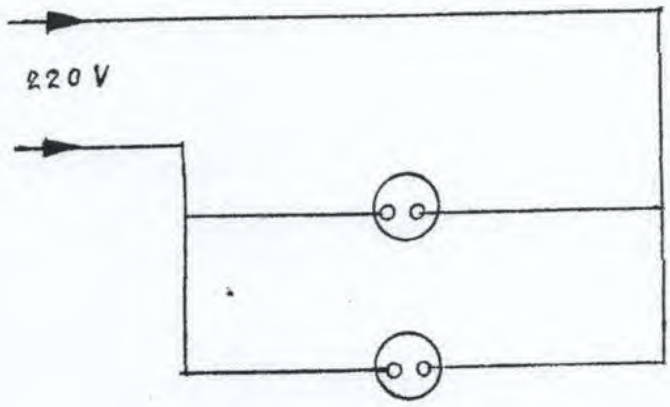
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

วงจรไฟฟ้าสคีมเมติค ไดอะแกรม ที่ใช้เป็นพื้นฐานของการเดินสายภายในอาคาร โดยทั่วไปคือ



Wiring Diagram

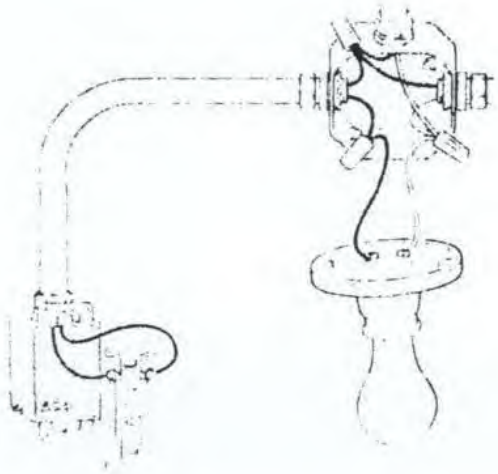
วงจรที่ 1 แสดงการติดตั้งเต้ารับ 2 ที่



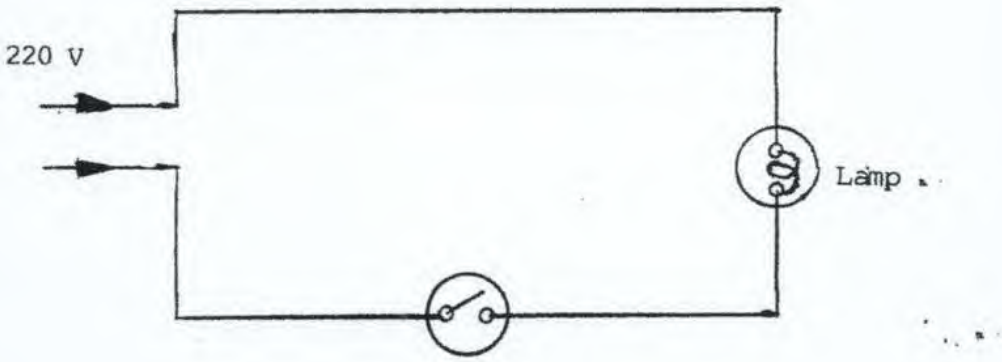

Schematic Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

วงจรที่ 2 แสดงสวิตช์ 1 อัน ควบคุมหลอดไฟ 1 ดวง



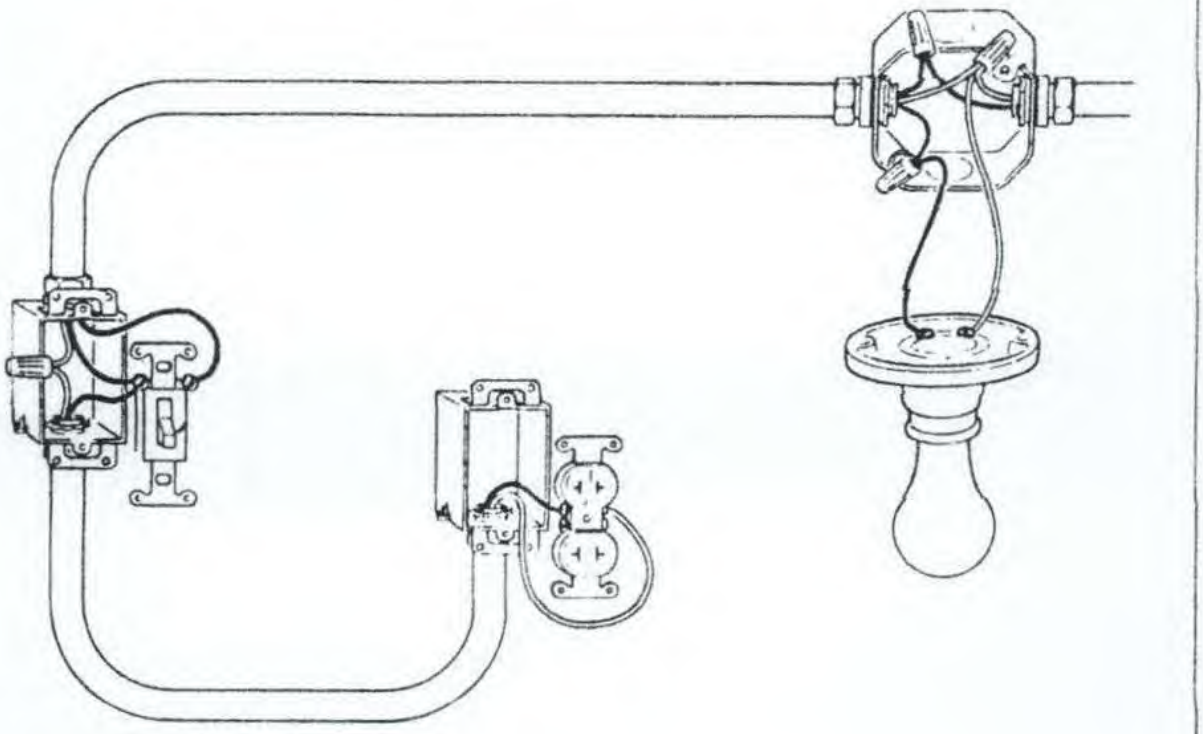
Wiring diagram



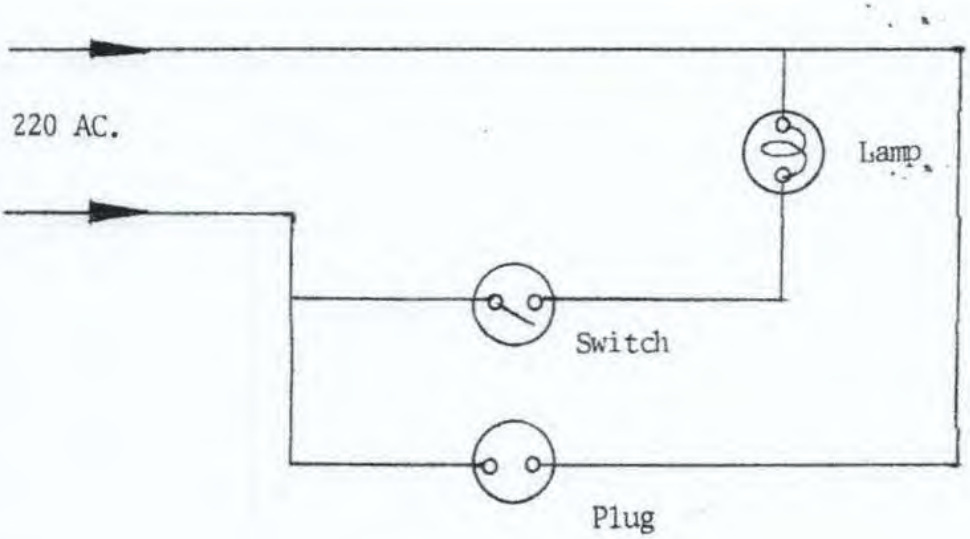

Schematic diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

วงจรที่ 3 แสดงสวิตช์ทางเดียว 1 อัน ควบคุมหลอดไฟ 1 ดวง และเต้ารับ 1 อัน



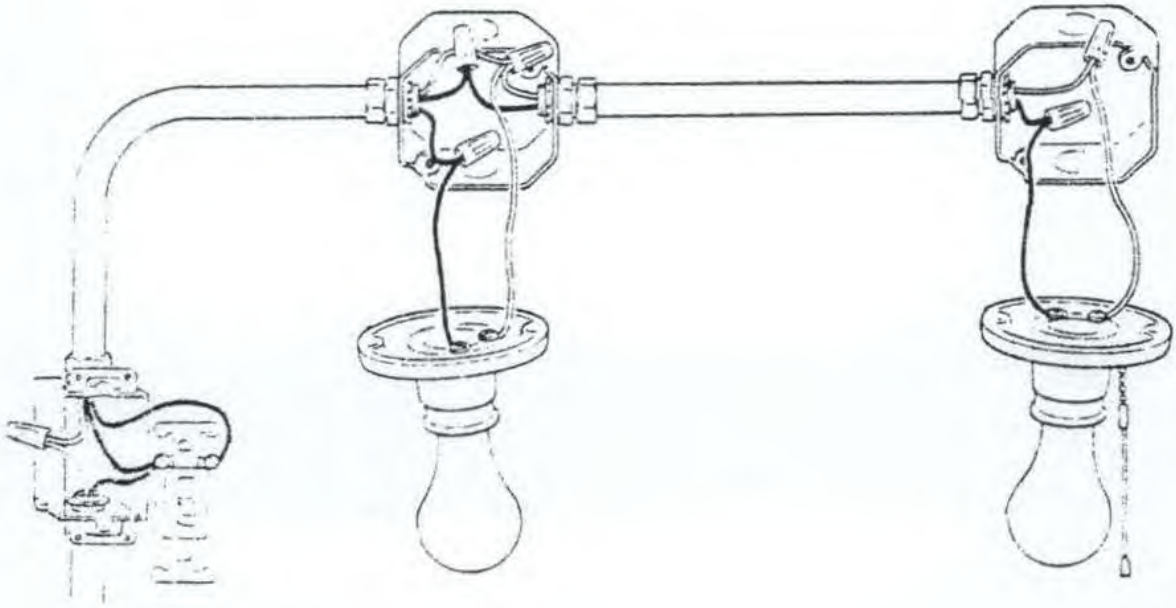
Wiring diagram



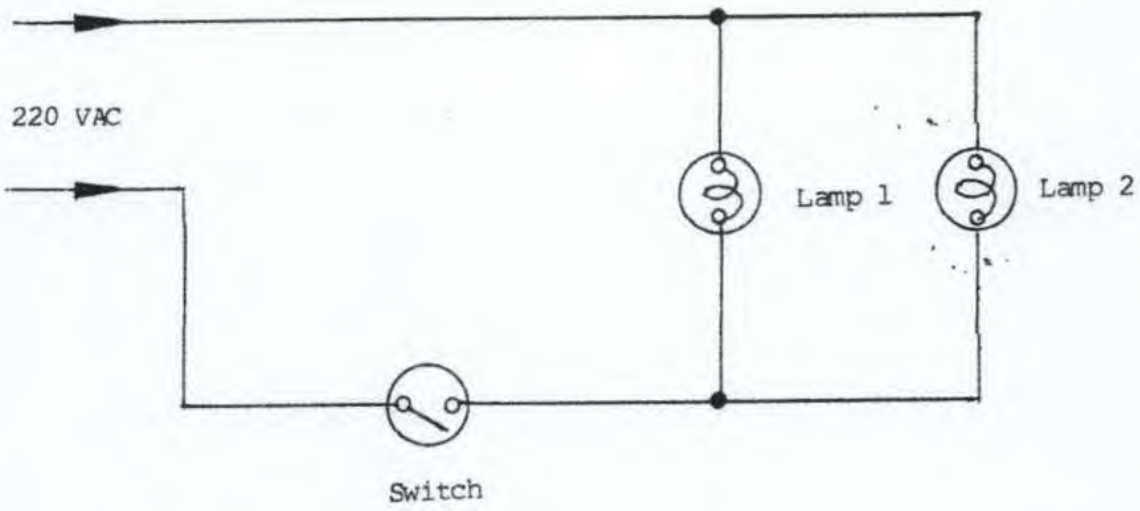

Schematic Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

วงจรที่ 4 แสดงสวิตช์ทางเดียว 1 อัน ควบคุมหลอดไฟ 2 ดวง



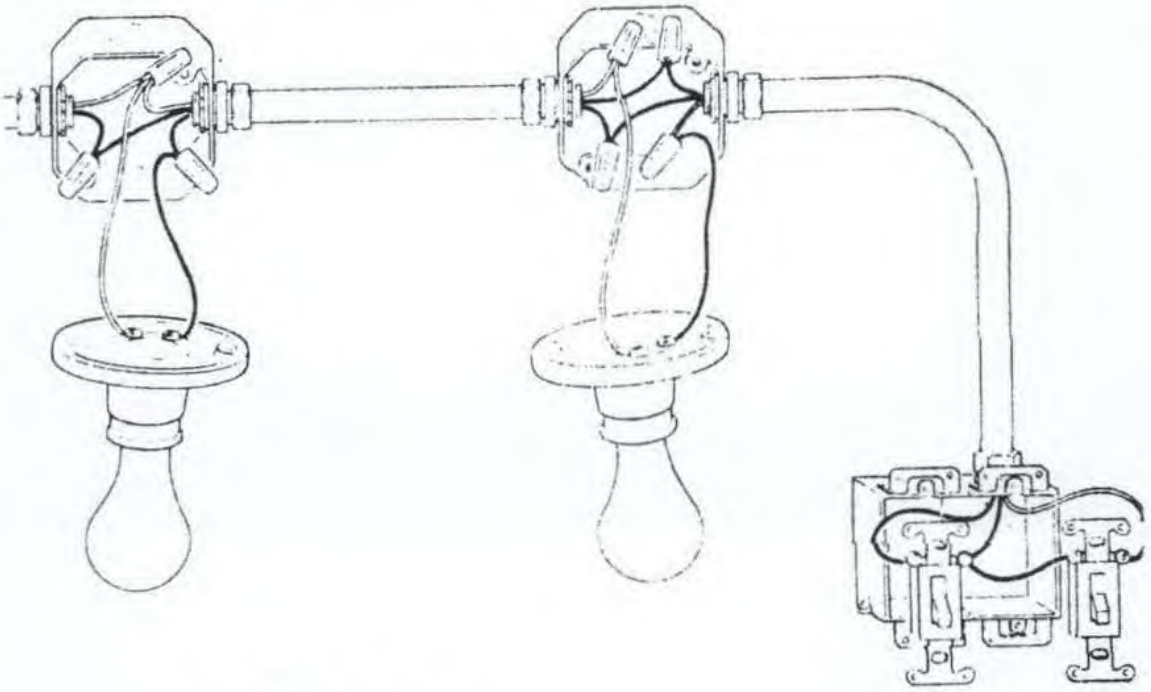
Wiring Diagram



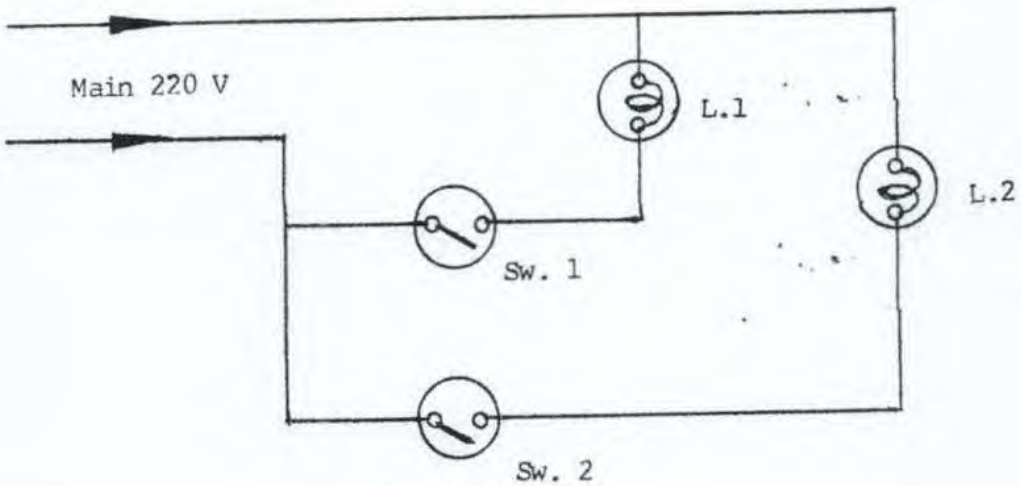

Schematic Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

วงจรที่ 5 แสดงสวิตช์ทางเดียวแยกควบคุมแต่ละหลอด

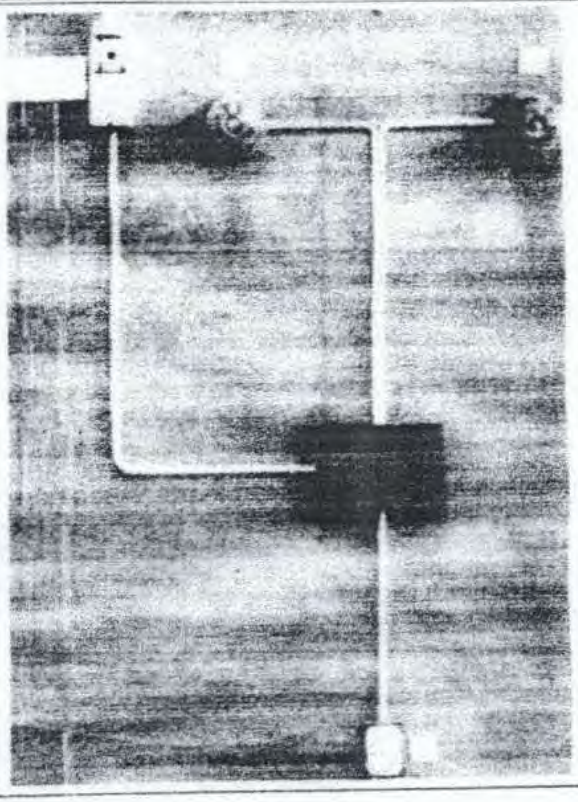


Wiring Diagram



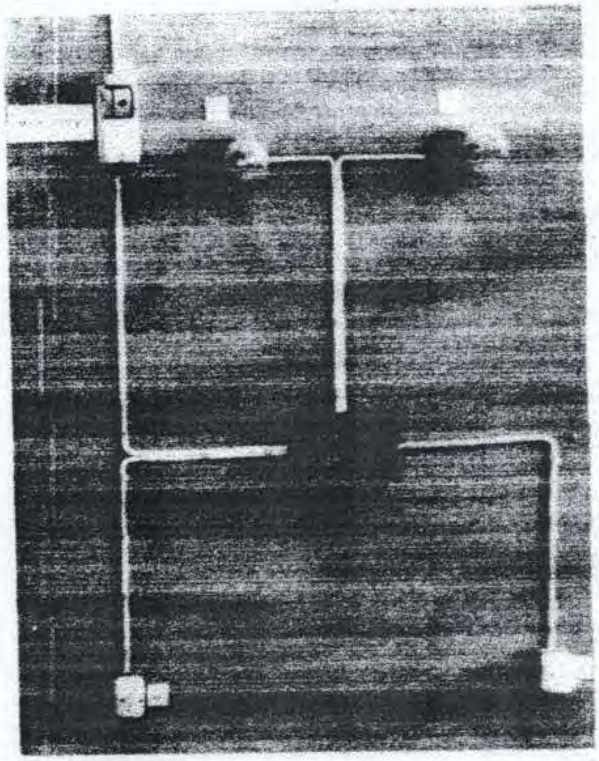

Schematic Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |



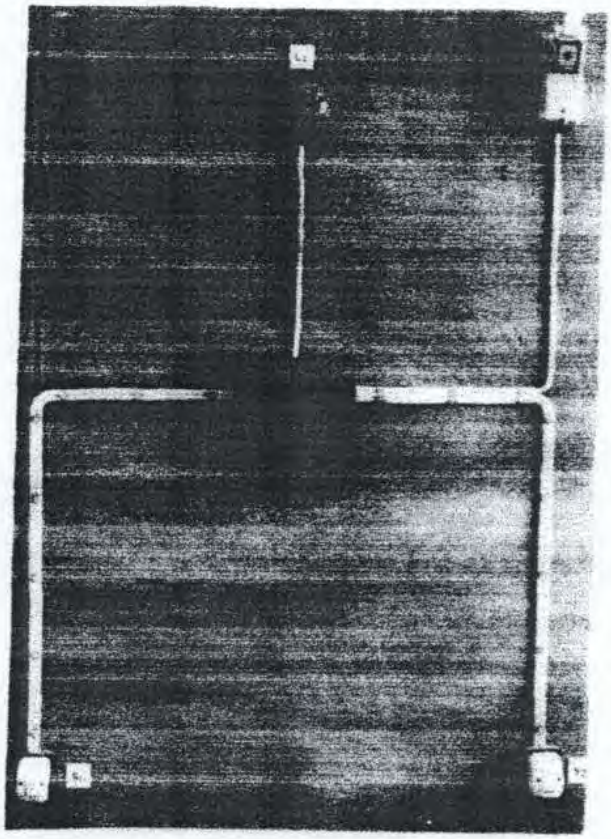
จงเขียนเป็นลักษณะงาน One Line Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |



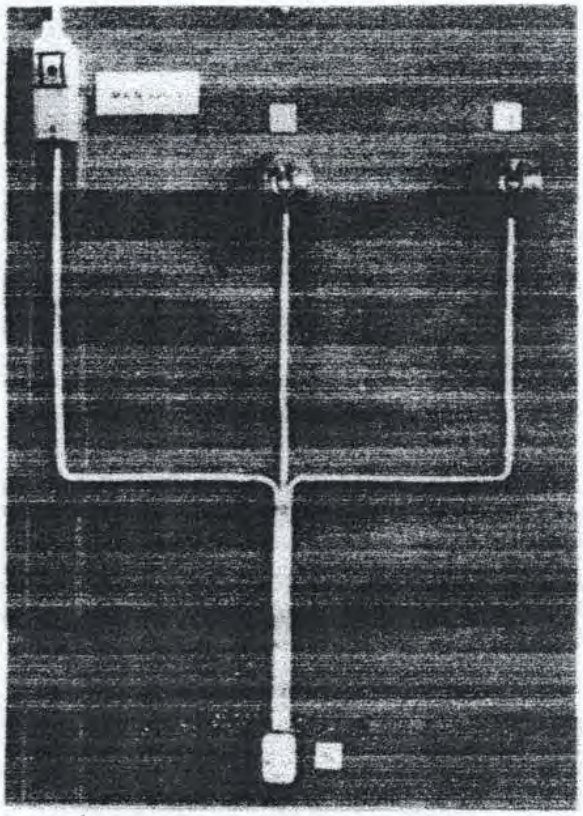
จงเขียนเป็นลักษณะงาน One Line Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |



จงเขียนเป็นลักษณะงาน One Line Diagram

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |



จงเขียนเป็นลักษณะของการเดินสายที่ติดตั้งจริง (Full Line Diagram)

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจหลักการทำงานการเดินสายด้วยเข็มขัด เลือกขนาด เตรียมเข็มขัดรัดสาย วัดระยะและตอกเข็มขัดรัดสายไฟได้

**วิธีสอน** บรรยาย, สาธิต อุปกรณ์จริง

**หัวข้อสำคัญ**

1. ลำดับการทำงาน ปฏิบัติเดินสายด้วยเข็มขัด
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเดินสาย
3. ขนาดสายที่ใช้ภายในอาคาร
4. พื้นฐานการฝึกเดินสาย
5. วิธีการเดินสายด้วยเข็มขัด
6. สิ่งที่จับยึด อุปกรณ์บนผนังไม้และผนังปูน
7. จุดต่อสายที่ใช้งานการเดินสาย

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

หลักปฏิบัติเดินสายด้วยเข็มขัด

เนื่องจากปัจจุบันนี้ อาคารบ้านเรือนที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ สำนักงาน หมู่บ้านจัดสรร สถานที่ประกอบการค้า โรงงานขนาดเล็กมักนิยมเดินสายด้วยเข็มขัดอะลูมิเนียมรัดสาย ยึดเข็มขัดด้วยตะปูขนาดเล็ก ที่ตอกติดบนผนังไม้หรือผนังปูนจะเป็นผนังชนิดใด ๆ ก็ตาม ลำดับขั้นการปฏิบัติงานย่อมมีการปฏิบัติเดินสายเหมือนกัน จะแตกต่างที่ลักษณะอุปกรณ์ติดตั้งไปบนผนัง นำไปใช้งานจริงนั้นไม่เหมือนกันดังเช่น รูปที่ 4.1 ซึ่งจะเป็นแบบบ้านพักอาศัยที่ต้องมีการเดินสายด้วยเข็มขัดทั้งผนังไม้และผนังตึก

รูปที่ 4.1 แสดงแบบบ้านประเภทต่าง ๆ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

การเดินสายด้วยเข็มขัดในอาคารต้องมีองค์ประกอบ หลักการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ลำดับการทำงานปฏิบัติเดินสายด้วยเข็มขัด
2. เครื่องมือการเดินสาย
3. ขนาดสายไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคาร
4. พื้นฐานการฝึกเดินสาย
5. วิธีการเดินสายด้วยเข็มขัด
6. การติดตั้งอุปกรณ์ ผนังไม้ ผนังปูน
7. จุดต่อสายที่ใช้งานการเดินสาย

1. ลำดับการทำงานปฏิบัติเดินสายด้วยเข็มขัด

เริ่มปฏิบัติตามลำดับคือ

1.1 อ่านแบบแผนผังไฟฟ้าของการเดินสาย

1.2 สำรวจสถานที่ วางแผนผังแนวทางเดินสายจำนวนสายที่เดินในแนวนั้น ๆ เพื่อเป็นที่เข้าใจของผู้ปฏิบัติและเป็นแนวที่จะคิดงบประมาณของการติดตั้ง

1.3 ใช้เครื่องตีเส้นหรือชีดแนวสายที่เดินด้วยดินสอให้เห็นชัดเจน วางระยะเข็มขัดและขนาดเข็มขัดที่ใช้ในแนว

1.4 กำหนดแนวสายเมนจ่ายเข้าวงจรย่อย และกำหนดแนวสายจ่ายเข้าตามห้องต่าง ๆ หรือส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

1.5 ตอกเข็มขัดตามขนาดของสายที่เดินให้ตลอดแนวเป็นส่วน ๆ ไป ตั้งแต่ส่วนโคม ส่วนสวิตช์ และส่วนสายเมนจ่ายภายในอาคาร

1.6 กำหนดความยาวของสายแต่ละตอนที่เข้าสวิตช์ เต้ารับ ดวงโคม แผงสวิตช์ควบคุมวงจรหรือกล่องต่อสายที่มีและตัดออกจากขดใหญ่เป็นท่อน ๆ อย่าคลี่สายจากขดใหญ่ โอกาสที่สายจะบิดตัวได้ง่ายและควรจะใช้สายขดเดียวกันด้วย

1.7 วางสายเข้าแนวและใช้เข็มขัดรัดพร้อมกับดัดสายที่วางไว้ในเข็มขัดให้ตึงและได้รูป ใช้ค้อนเล็กเคาะเบา ๆ ให้สายแนบกับฝาหรือกำแพงให้ตรง และรัดเข็มขัดตัวต่อไป

1.8 เข้าปลายสายที่รัดด้วยเข็มขัด แล้วเข้ากับสวิตช์หรือเต้ารับโดยผ่านแป้นไม้ กรณีที่เดินสายบนผนังไม้หรือเข้าแป้นไม้ชนิดฝัง กล่องรับสวิตช์ที่เดินสายบนผนังปูน

1.9 ต่อวงจรตามแบบรูปของการลักษณะการใช้งาน นำปลายสายเข้าหลักต่อสายของสวิตช์เต้ารับ

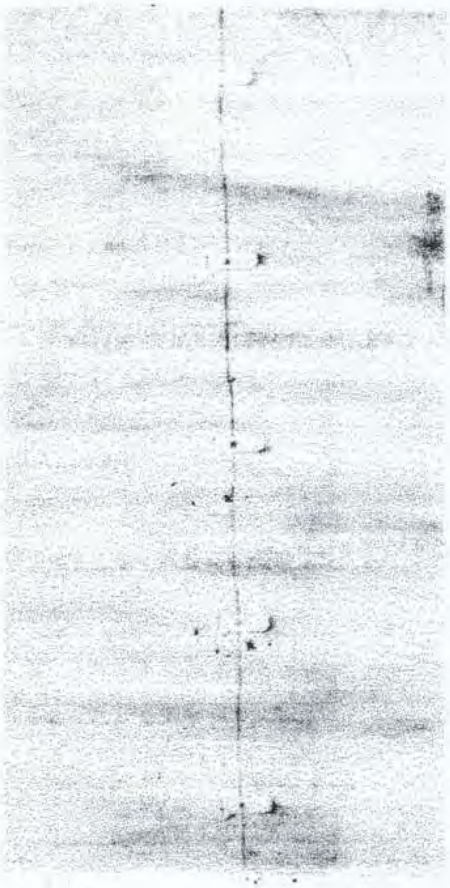
1.10 ใช้เครื่องมือทดสอบและตรวจวงจรเพื่อใช้งาน

ข้อควรระวัง กรณีที่มีแนวสายเดินหลายคู่ บางตอนมีทางเลี้ยวหักมุมอ้อมคานเสา หรือเดินบนคานไม้ ต้องกำหนดสายเลี้ยวอย่าข้ามแนวตรงที่ขังอยู่ วางแนวสายแยกให้สวยงาม

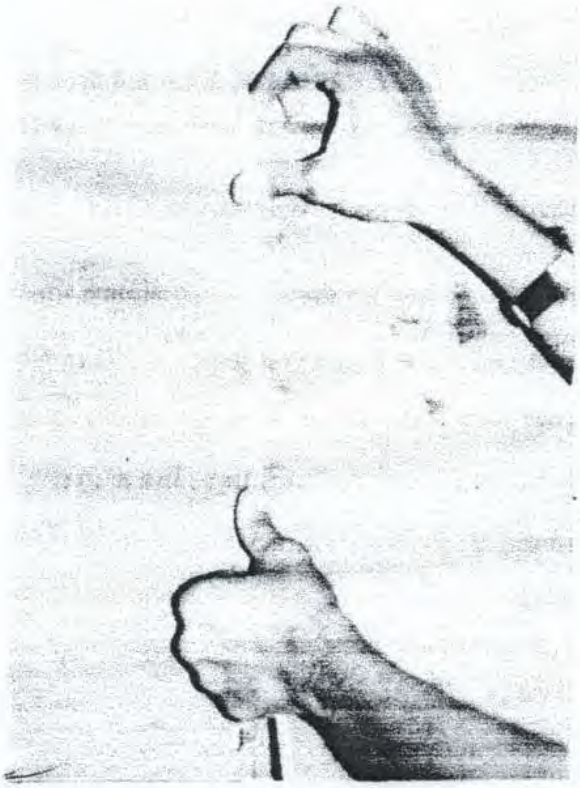
- เมื่อสายที่จะรัดเข้าเข็มขัดบิดตัว ต้องเสียเวลาคัดเสียใหม่ก่อน อย่ารัดสายโดยไม่มีการคัดสาย แนวทางเดินจะไม่เรียบและไม่สวยงาม
- การเดินสายด้วยเข็มขัดไม่ควรมีการเดินสายแบบแยกคือ เจาะและตัดต่อสายระหว่างกลาง

ภาพแสดงการเดินสายด้วยเข็มขัด

รูปที่ 4.2 ใช้เครื่องดีเส้น

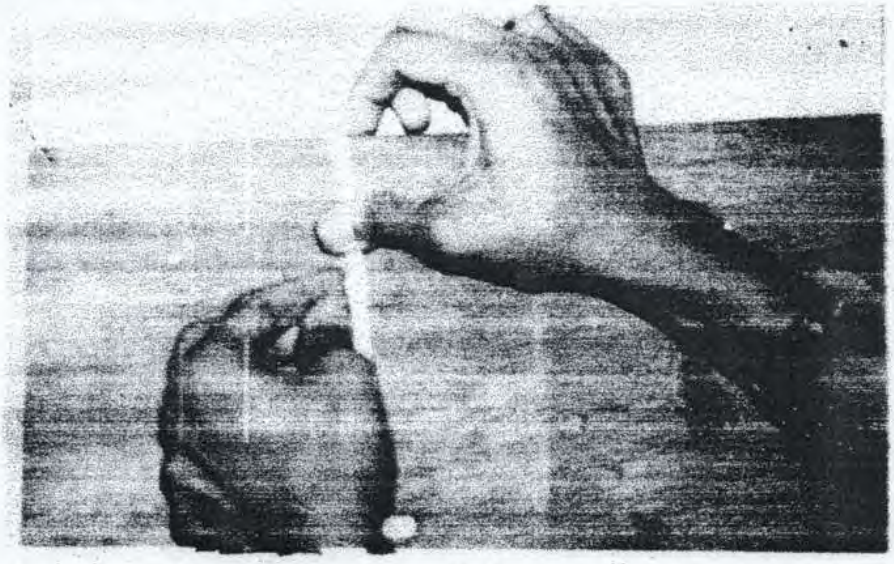


รูปที่ 4.3 ตอกเข็มขัดตามเส้น

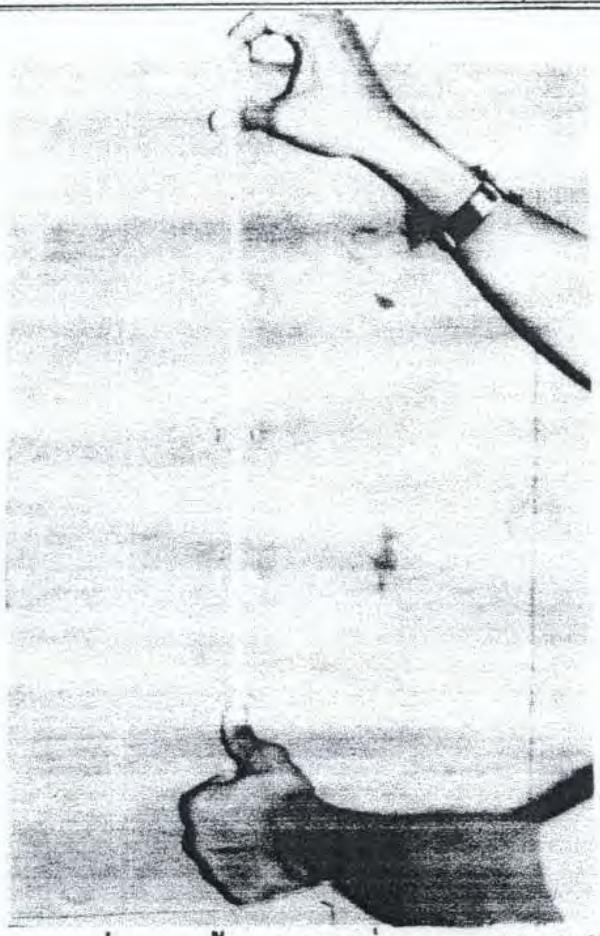


รูปที่ 4.4 วางสายตามแนวเข็มขัด

ภาพแสดงการเดินสายด้วยเข็มขัด



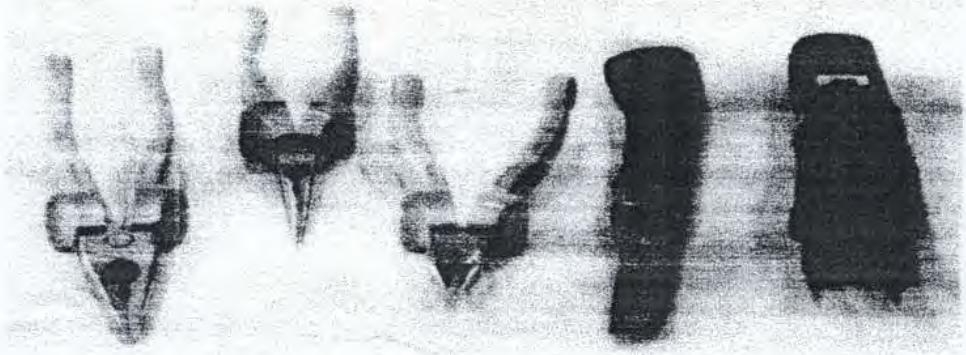
รูปที่ 4.5 เริ่มรัดเข็มขัดตัวที่หนึ่ง



รูปที่ 4.6 ให้รัดเข็มขัดตัวที่ 4 ถอยหลังไปรัดตัวที่ 3-2

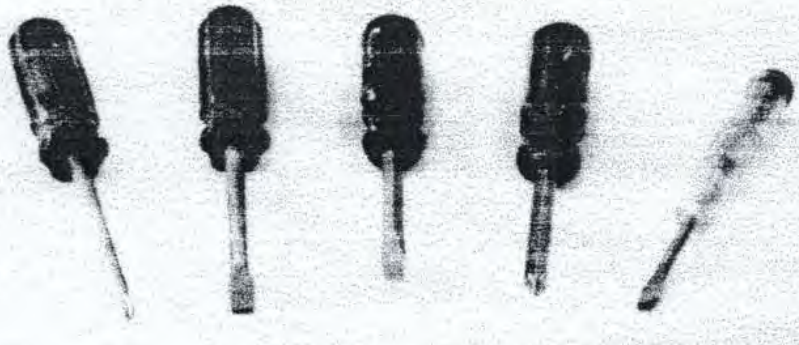
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเดินสาย

ความสำคัญของการใช้เครื่องมือ ที่ใช้ในการเดินสายต้องคำนึงถึงงานให้ถูกประเภทของเครื่องมือ และอยู่ในสภาพที่พร้อมจะปฏิบัติได้ เพราะไฟฟ้ามีอันตรายมาก เครื่องมือที่ใช้งานควรมีฉนวนหุ้มอย่างดี เวลาใช้งานควรระวังอย่าประมาทเป็นอันขาด ควรคำนึงอยู่เสมอว่ามีกระแสไฟฟ้าตลอดเวลา

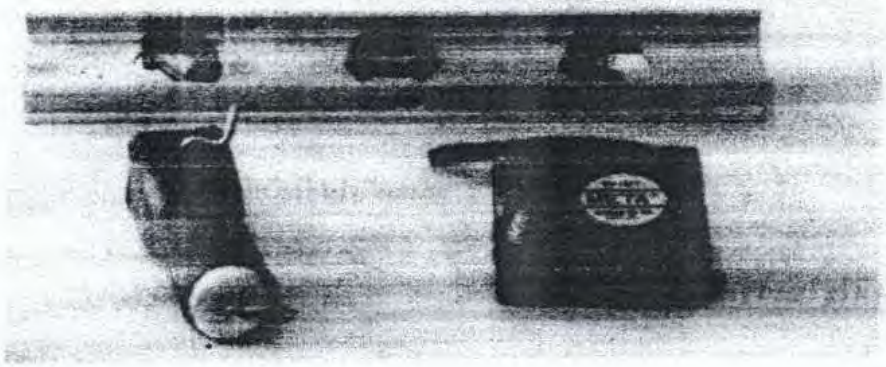


รูปที่ 4.7 เครื่องมือประเภทตัด

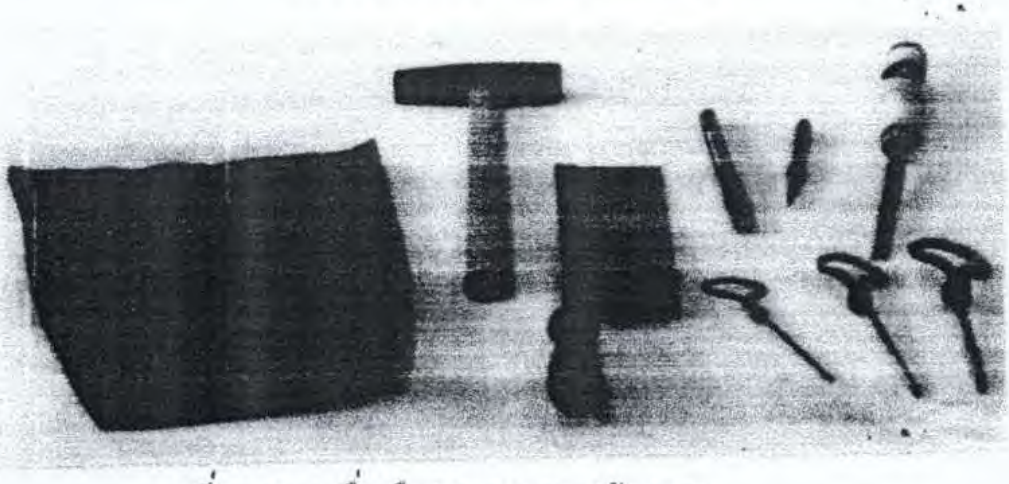
1. คีมปากจระเข้ 2. คีมปากแหลม 3. คีมตัด
4. มีดปอกสาย



รูปที่ 4.8 เครื่องมือประเภทไขควง



รูปที่ 4.9 เครื่องมือประเภทวัด
1. เครื่องดีเส้น 2. ตลับเมตร 3. ระดับน้ำ



รูปที่ 4.10 เครื่องมือประเภทตอก-สกัด-เจาะ
1. กระเป๋าใส่อุปกรณ์ 2. ค้อนเดินสาย 3. เลื่อยหลังแข็ง
4. สกัดขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว 5. สิ่วขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว 6. บิดหลา 3 ขนาด

3. ขนาดสายที่ใช้ภายในอาคาร

สายไฟฟ้าเดินภายในอาคารที่ใช้เป็นชัดอะลูมิเนียมรัดสายเป็นสายฉนวนชนิด VAF ที่มีแกนสองแกนขึ้นไป อยู่ภายใต้ห่อหุ้มฉนวนเดียวกันเป็นสายคู่ สายที่ใช้ภายในอาคารตามตารางที่แสดง

ขนาดของสายไฟฟ้าและการใช้งาน

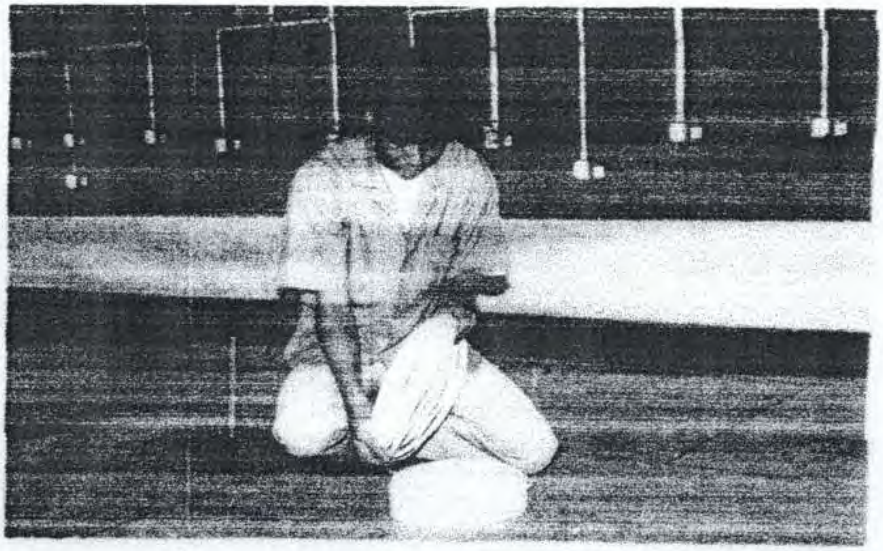
| ขนาดของสาย (ตร.มม.) | จำนวนกระแสสูงสุดเดินสายภายในอาคาร | ลักษณะงานที่ใช้ |
|---|---|---|
| 2 × 0.5 | 3 | - |
| 2 × 1.00 | 6 | ดวงโคม, สวิตช์ |
| 2 × 1.5 | 8 | ดวงโคม, สวิตช์ |
| 2 × 2.5 | 12 | วงจรย่อย, เต้ารับ |
| 2 × 4 | 27 | เมน, อุปกรณ์ |
| 2 × 6 | 36 | เมน, (เครื่องปรับอากาศ) |
| 2 × 10 | 51 | เมน, (เครื่องปรับอากาศ) |
| 2 × 16 | 78 | เมน |

ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินสายนั้นจะต้องมาจากการคำนวณขนาดของโหลด ทำเป็นขั้นตอนตามลำดับ โดยเริ่มจากการคำนวนหาขนาดวงจรย่อย แล้วจึงคำนวณหาขนาดของสายป้อน หลังจากนั้น จึงค่อยหาขนาดของสายนำเข้าอาคาร

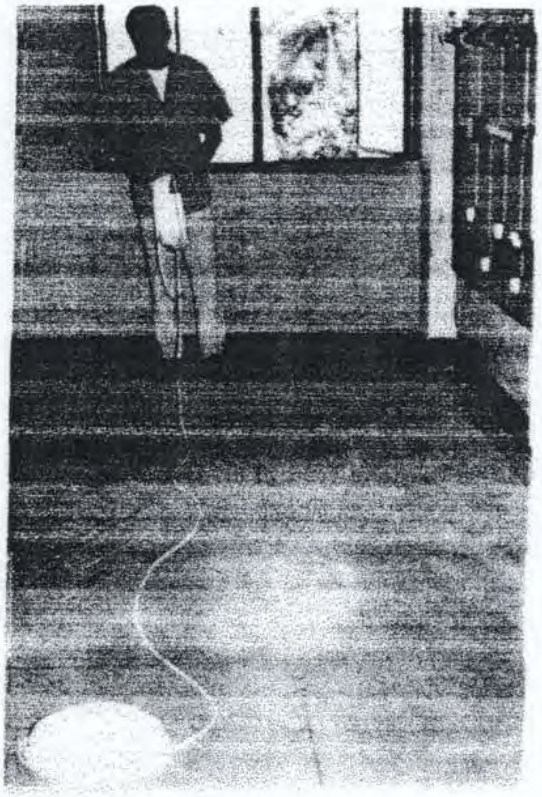
สิ่งสำคัญที่สุดผู้เดินสายจะต้องคำนึงถึง ความปลอดภัยและต้องศึกษาปฏิบัติตามกฎมาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนด เช่น กฎการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กฎกระทรวงมหาดไทย มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของการพลังงานแห่งชาติ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

4. พื้นฐานการฝึกเดินสาย

การนำสายไฟฟ้า ไปวางแนวสายของส่วนต่าง ๆ ภายในอาคารนั้น ต้องมีการเตรียมสาย สำหรับติดตั้งตามขนาดสาย และจำนวนที่จะใช้ในการติดตั้ง ต้องทำให้ตรงเสียก่อนที่จะติดรัดสาย ตามขั้นตอนต่อ ไปนี้คือ

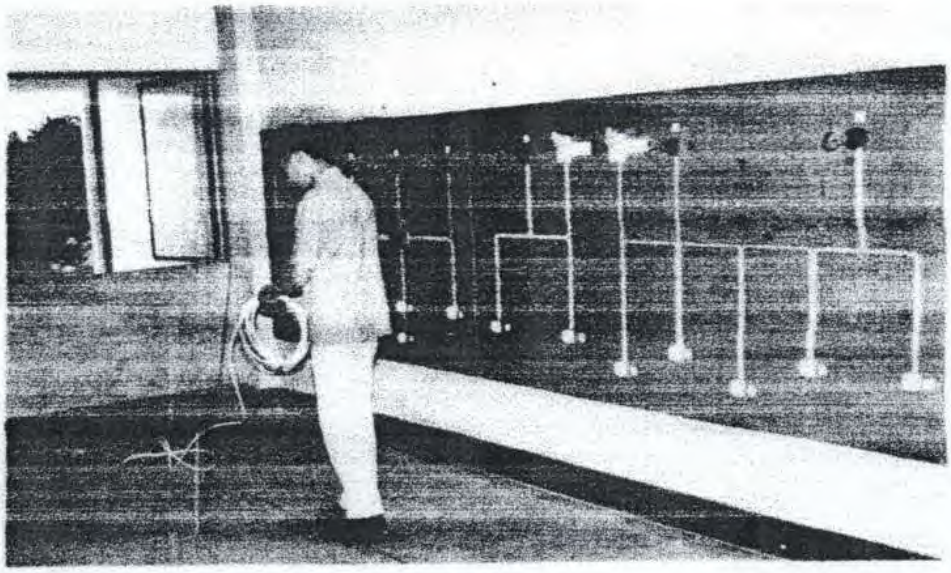


รูปที่ 4.11 การจับสายออกจากขด



รูปที่ 4.12 การคลี่สาย

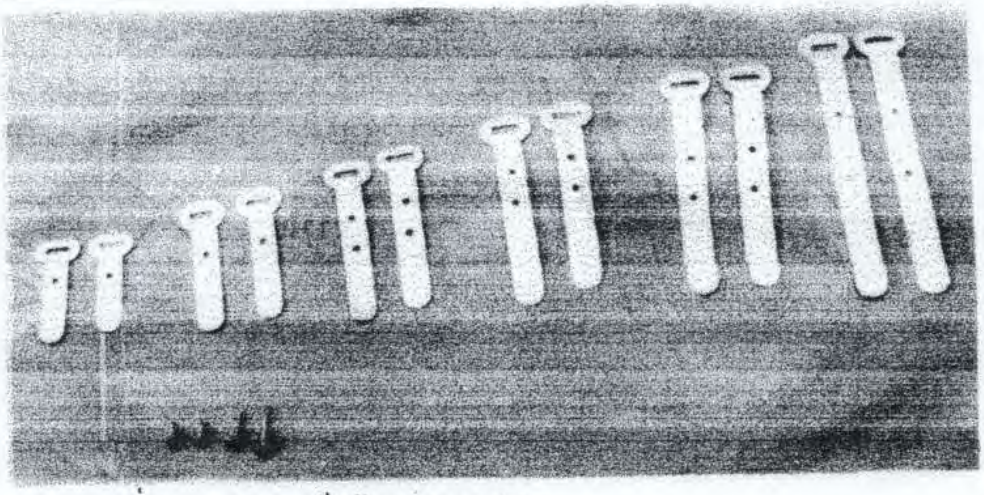
ภาพแสดงประกอบคอ



รูปที่ 4.13 การเก็บสายเข้าชด

5. วิธีการเดินสายด้วยเข็มขัด

5.1 เข็มขัด เข็มขัดรัดสาย ทำด้วยอะลูมิเนียมแผ่นบาง มีรูตรงกลาง สำหรับใส่ตะปู ต้องการรัดสายหลายสายใช้เข็มขัด 2 รู และมีขนาดเข็มขัดที่ใช้เบอร์ 3/4 , 0, 1, 2, 3, 4 5, 6 ตามลำดับ ตะปูขนาด $\frac{1}{4}$", $\frac{3}{8}$," $\frac{1}{2}$" ที่ใช้งาน



รูปที่ 4.14 ขนาดเข็มขัด ตะปูตอกสาย

5.2 <u>การเลือกขนาดเข็มขัดรัดสาย</u> ขนาดของเข็มขัดรัดสายจะต้องพอเหมาะกับขนาดสายไฟในงานจริงจะต้องรัดดูก่อนเพื่อความถูกต้อง ก่อนจะตอกตามแนวที่จะเดินสาย

เบอร์ 3/4 ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด .5 ตารางมิลลิเมตร

เบอร์ 0 ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร

เบอร์ 1 ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด 1.5 ตารางมิลลิเมตร

เบอร์ 2 ใช้กับสายคู่ขนาดพื้นที่หน้าตัด 4 ตารางมิลลิเมตร

ส่วนเบอร์อื่นใช้รัดสายหลาย ๆ เส้นรวมกัน

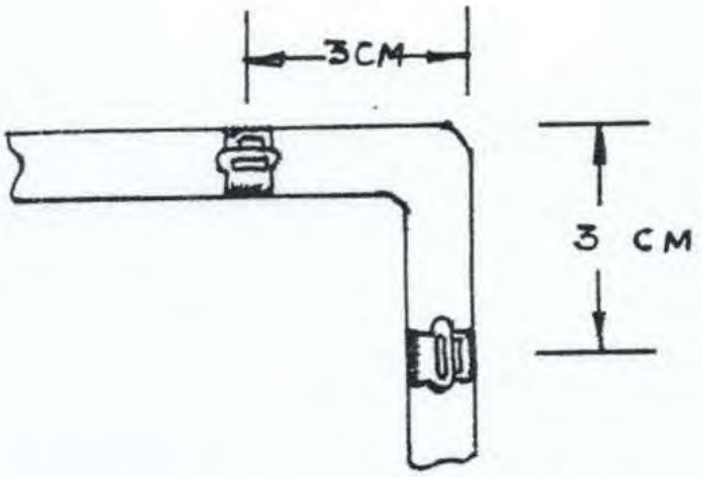
เหมาะสม ✓

สั้นไป ✗

รูปที่ 4.15 การรัดสายด้วยเข็มขัด

ยาวไป ✗

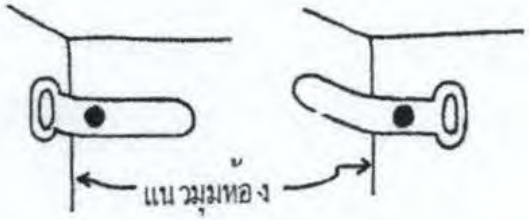
5.4 การวัดระยะ เข็มขัดรัดสายจะมีส่วนทำให้การเดินสายไฟสวยงามได้ ถ้ามีระยะที่เท่ากันตลอดและเป็นเส้นตรง ระยะของสายยังสำคัญมากในการรัดสาย ไม่ให้หลุดหลวมเคลื่อนที่ได้ การตอกเข็มขัดรัดสาย สำหรับผนังไม้ระยะห่างจะประมาณ 10-12 ซม. ตึกที่ฉาบปูนระยะสามจะห่างน้อยลงประมาณ 8-10 ซม. ระยะเข็มขัดรัดสายตรงช่วงงอสายประมาณ 2-3 ซม.




รูปที่ 4.17 ระยะห่างจากมุม

5.5 การตอกเข็มขัดรัดสาย ใช้ค้อนที่ตอกเข็มขัดรัดสายขนาด 250 กรัม ตอกเข็มขัดรัดสายตามระยะที่ทำเครื่องหมายไว้ พอตอกตะปูจนมิด

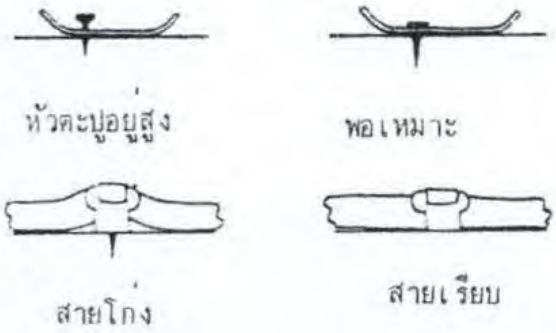
ถ้าเป็นการเดินสายตามมุมหรือขอบควรเดินให้ชิดที่สุดไปตามมุมหรือขอบนั้น เพื่อความสวยงามแต่การตอกจะทำด้วยความลำบาก ในขณะเปิดหัวเข็มขัดรัดสายเข้าหาขอบหรือมุมเพื่อง่ายในการรัดสาย




หันเข็มขัดผิดทาง หันถูกทิศทาง (รัดสายง่าย)

รูปที่ 4.18 การตอกเข็มขัดตามมุม

การตอกตะปู หัวตะปูควรแนบพอดีกับพื้น การเดินสายจะแบน ไม่โก่งตัว และไม่เป็นอันตรายในการตอกใส่สายต่อไป



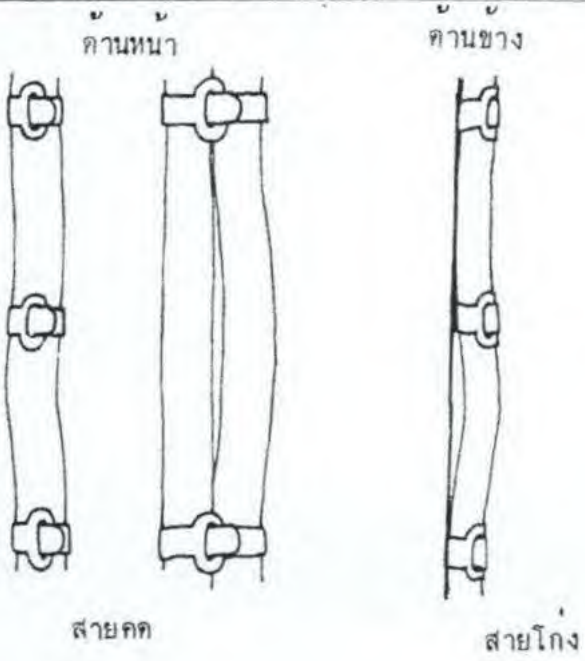

รูปที่ 4.19 การตอกตะปู

หมายเหตุ ถ้าตอกตะปูไม่มิดให้ใช้แท่งเหล็กส่งวางที่หัวตะปูและใช้ค้อนตอกตาม

5.6 <u>การรัดสาย</u> หลังจากที่ตอกเข็มขัดรัดสายแล้วก็นำสายมาเดินตามเข็มขัดรัดสาย ถ้าสายบิดให้ใช้หัวแม่มือรีดให้ตรง หรือใช้เศษผ้ารีดให้ตรง

การรัดสายรัดให้แน่น แล้วจึงพับเข็มขัดรัดสาย ใช้มือดึงสายให้ตรงก่อนรัดเข็มขัดตัวต่อไป

ถ้าสายไม่ตรงให้ใช้มือ ค่อย ๆ ดัดเบา ๆ และใช้ค้อนตอกไล่สายเบา ๆ ทั้งด้านบนสายและด้านข้างของสาย เมื่อเดินสายได้ความยาวพอสมควร




รูปที่ 4.20 ลักษณะของสายที่เดินไม่สวยงาม

หมายเหตุ

- พยายามดูสายทั้งด้านหน้าและด้านข้างให้แนบกับพื้น
- การเดินสายหลายเส้นด้วยกัน พยายามให้สายทั้งหมดอยู่ชิดกัน
- การใช้สายจากม้วนสาย ควรใช้มือทั้งสองสอดกลางม้วน แล้วทำการหมุนสายออก สายจะออกมาเป็นแนวตรงไม่บิดไปมา

6. สิ่งที่จับยึดอุปกรณ์บนผนังไม้และผนังปูน

ปัจจุบัน โครงสร้างของการก่อสร้างอาคารแบบประเภทต่าง ๆ มีวัสดุก่อสร้างต่างชนิดกัน เช่น การสร้างพื้นฝาผนัง, การบุฝาเพดาน หรือฉาบปูนเรียบไปบนผิวผนัง เสาหรือคานเทคอนกรีตเสริมเหล็ก

ช่างที่ปฏิบัติเดินสายภายในอาคารจะต้องมีความรู้เข้าใจสภาพ คุณสมบัติของวัสดุสิ่งก่อสร้างให้เพียงพอและสิ่งที่จับยึดของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ดวงโคมไฟ, กล่องสวิตช์, แป้นไม้รองรับหรือแผงสวิตช์ควบคุม จะต้องมีความถูกต้องกับประเภทงานที่ใช้ เพราะฉะนั้นแล้ว จะไม่มีความปลอดภัยและทรัพย์สินกับผู้ใช้ จึงจำเป็นจะต้องรู้จักชนิดวัสดุ ขนาดที่จะติดตั้งอุปกรณ์ให้ถูกต้อง ตามรูปที่แสดงต่อไปนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบทดสอบ** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า 1 |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าในอาคาร | หัวข้อวิชา มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.14 : ป.70 - ชั่วโมง |

**<u>คำสั่ง</u>** จงเติมคำลงในช่องว่าง

1.สายไฟฟ้า ใช้.....

2.ปอกสายไฟฟ้าด้วย.....

3.บิดหล่า เป็นเครื่องมือใช้สำหรับ.....

4.ส่งหัวตะปูด้วย.....

5.สิ่งที่จับยึดสายภายนอก คือ .....

6.การเดินสายภายในอาคารใช้สายฉนวนชนิด.....

7.สายขนาด 2x1 จำนวน 6 คู่ ต้องใช้เข็มขัด.....และเบอร์.....

8.การเดินสายควงโคมและเต้ารับจะใช้ขนาดเดียวกันได้หรือไม่ เพราะ

.....

.....

.....

.....

9.หลักการเลือกขนาดเข็มขัด ที่ใช้ภายในอาคารต้องคำนึงถึง

.....

.....

.....

.....

10. สายที่เดินบนผนังปูน เมื่อรัดเข็มขัดรัดสายงานเสร็จแล้วนั้น ปรากฏว่าตะปูหลุด ควรแก้ไข

.....

.....

.....

.....

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **เฉลยใบทดสอบ** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | 2 |
| | เรื่อง<br>มาตรฐานการเดิน<br>สายไฟฟ้าในอาคาร | หัวข้อวิชา มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.14 : ป.70 - ชั่วโมง |

**<u>คำสั่ง</u>** จงเติมคำลงในช่องว่าง

1. สายไฟฟ้า ใช้ คีมปากนกแก้ว
2. ปอกสายไฟฟ้าด้วย คัทเตอร์ปอกสายไฟฟ้า
3. บิดหล่า เป็นเครื่องมือใช้สำหรับ เจาะ
4. ส่งหัวตะปูด้วย เหล็กส่ง
5. สิ่งที่จับยึดสายภายนอก คือ ถูกต้อง
6. การเดินสายภายในอาคารใช้สายฉนวนชนิด PVC
7. สายขนาด 2x1 จำนวน 6 คู่ ต้องใช้เข็มขัด จำนวน 2 ครั้ง และเบอร์ 3
8. การเดินสายควงโคมและเต้ารับจะใช้ขนาดเดียวกันได้หรือไม่ เพราะ

   ไม่ เพราสายเต้ารับใช้ 2x 2.5/ 2.5 mm

   สายดวงโคมใช้ 2x 1.5 mm
9. หลักการเลือกขนาดเข็มขัด ที่ใช้ภายในอาคารต้องคำนึงถึง ความปลอดภัยในการติดตั้ง
10. สายที่เดินบนผนังปูน เมื่อรัดเข็มขัดรัดสายงานเสร็จแล้วนั้น ปรากฏว่าตะปูหลุด ควรแก้ไข ควรใช้พุกนำไปก่อน แล้วตอกให้เรียบร้อย

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีทักษะกอนการวางแนวสายที่เดินสายด้วยเข็มขัด มีความสามารถการเดินสายไฟในอาคารที่ต้องปฏิบัติไปตามขั้นตอนที่ถูกต้อง จึงจะปลอดภัยและได้ผลงานที่สวยงาม

**วิธีสอน** บรรยาย, สาธิตให้ผู้รับการฝึก ปฏิบัติจริง

**หัวข้อสำคัญ**

1. การคลี่สาย, เก็บสาย
2. การรีดสาย
3. ฝึกรีดสายแนวดิ่ง
4. ให้ฝึกหักมุมโค้งสาย
5. การติดตั้ง-เข้าสาย
   อุปกรณ์สวิตช์
   อุปกรณ์เต้ารับ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

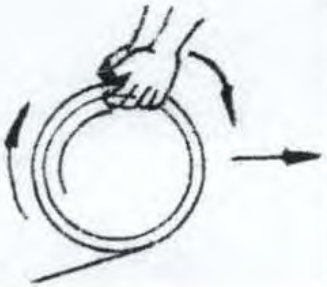
ให้ผู้รับการฝึกทำการคลี่และการเก็บสาย VAF ขนาด 2 × 1 ตร.มม. จำนวน 1 ขด สำหรับการเดินสายภายในอาคาร

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** – เพื่อให้ผู้รับการฝึกเกิดทักษะ นำสายไฟฟ้าไปวางแนวสายได้สวยงามและมีความปลอดภัย

– มีความชำนาญในการทำงานด้านปฏิบัติเดินสาย

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** สาย VAF 2 × 1 มม.$^2$ จำนวน 1 ชด

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. จับสายให้อยู่ในอุ้งมือทั้ง 2 ข้าง จำนานวงขดสายพอประมาณ | | – ขณะที่จับสายต้องจับวงขดสายด้านต้นสายออกมา แล้วใช้มือกรีวงขดสาย เสียก่อน จากนั้นจึงขยับสายพอเหมาะกับมือที่จับ |
| 2. นำสายคล้องมือใดยให้ปลายสายด้านหนึ่งอยู่ด้านล่างหมุนคลี่สายเดินออกหลัง ไปเรื่อย ๆ จนสายหมด  | | – ระวังอย่าให้สายบิดเป็นลูกโป่งเมื่อคลี่สายให้ไขว้เป็นความจงหวะ |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | *งานย่อยที่ 1* |

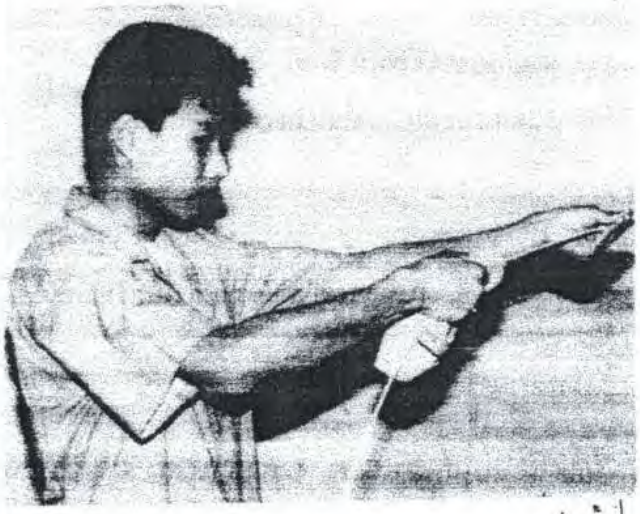
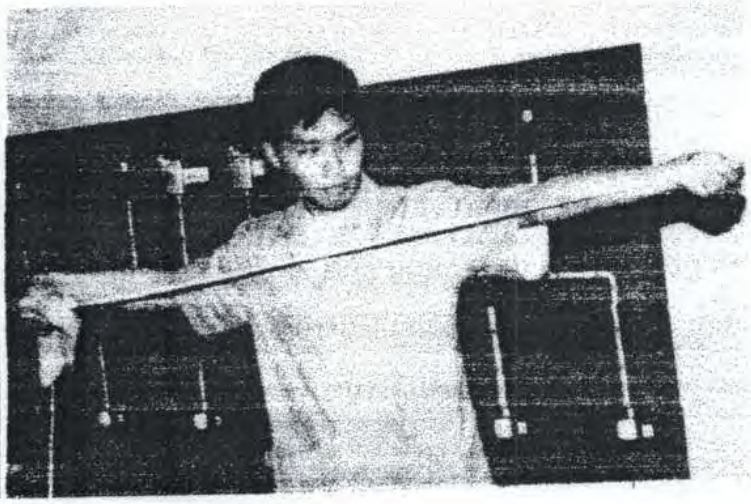
คำสั่ง

ให้ฝึกการรีดสาย VAF 2 × 1 มม.$^2$ จำนวน 10 เมตร

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** – เพื่อให้ผู้รับการฝึกรู้จักวิธีรีดสายไฟฟ้าได้ถูกต้องตามหลัก
– มีทักษะจัดสายให้ได้แนวตรง

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** – สาย VAF 2 × 1 มม.$^2$ จำนวน 10 เมตร
– ผ้าสำลีขนาด 1 ตารางฟุต จำนวน 1 ผืน

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. นำสายที่คลี่ออกแล้ว<br>2. จับปลายสายด้านหนึ่งไว้ให้แน่น<br>3. ใช้ผ้ารีดสายโดยดึงเข้าหาตัวเลื่อนสาย รีดไปเรื่อยๆ จนหมดสาย<br>4. แล้วเก็บปลายสาย<br>5. คลี่สาย ปฏิบัติหลายครั้งให้เกิดทักษะความชำนาญในการทำงาน<br>6. เก็บสาย |  <br>  | |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกเกิดทักษะการตรึงสาย

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ**
- สาย VAF ขนาด 2 × 1 มม.$^2$ ยาว 10 เมตร
- ผ้ารีดสาย 1 ผืน

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. นำสายที่คลี่ออกแล้ว จับปลายสายด้านหนึ่งตรึงกับผนังไว้ให้แน่นโดยใช้หัวแม่มือกดที่ปลายสาย<br>2. ใช้มืออีกข้างหนึ่งรีด โดยใช้หัวแม่มือกดรีดให้สายติดกับผนัง<br>3. การรีดควรรีดช่วงละประมาณ 1 ฟุต<br>4. เลื่อนสายที่รีดแล้วไปข้างบนเรื่อย ๆ<br>5. ปฏิบัติซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญงาน | | - การรีดแต่ละครั้งสายที่รีดแล้วจะต้องแนบติดกับผนัง (ไม่มีแสงลอดได้) |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

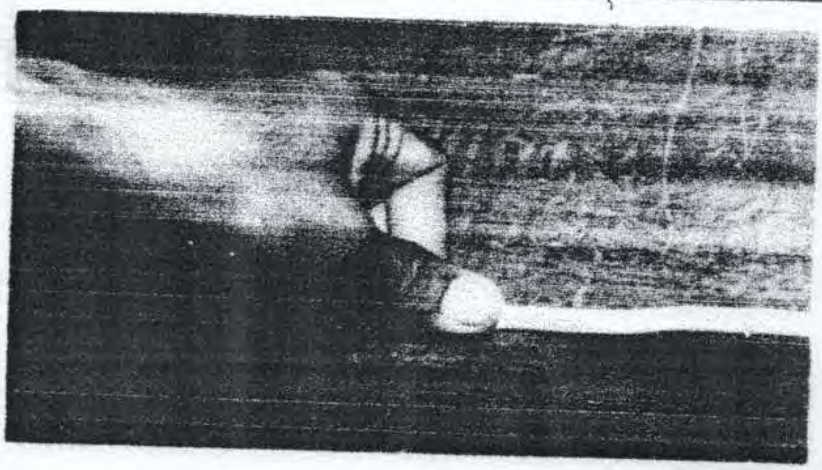
คำสั่ง

ให้ฝึกหักมุมโค้งสาย

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกเกิดทักษะความชำนาญ การหักมุมสาย

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** สาย VAF ขนาด 2 × 1 มม.$^2$ ความยาว 20 ซม. จำนวน 2 สาย

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. วางสายให้ราบไปบนโต๊ะ<br>2. ใช้หัวแม่มือกดตรงจุดที่จะหักโค้ง<br>3. ใช้มืออีกข้างหนึ่งจับสายตรงจุดที่จะหักโค้ง แล้วบิดหมุนไปมา ซ้าย-ขวา (เพื่อให้สายบริเวณช่วงตรงที่จะหักมุมอ่อนตัว)<br>4. ดัดสายเข้ารูปให้โค้งไปตามหัวแม่มือ |  <br> <br> | |

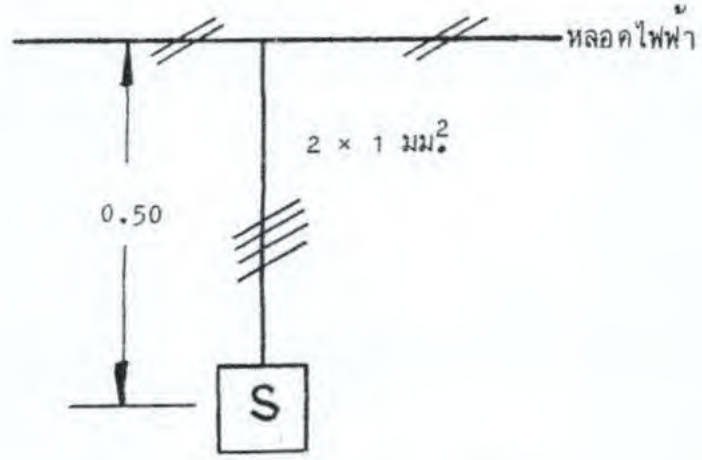
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 5. การดัดโค้งสายหลาย ๆ เส้นต้องดัดสายทีละเส้น โดยดัดโค้งในเสียก่อน<br>6. ปฏิบัติหลายครั้ง ค้นหาเทคนิคต่าง ๆ ในการทำงานเร็วขึ้น | | |

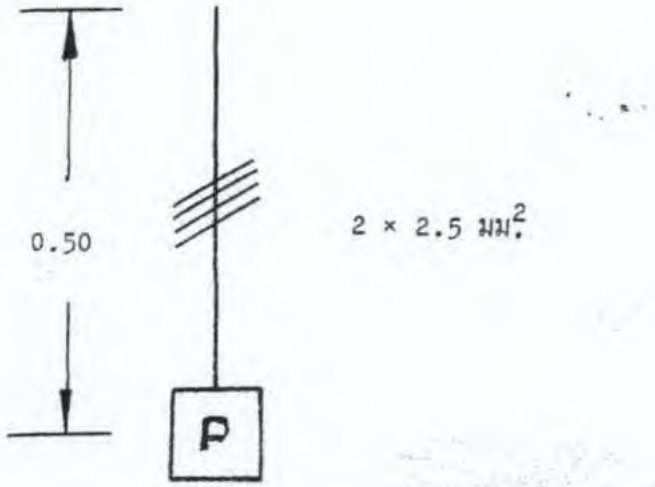
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

คำสั่ง

1. ให้ติดตั้งต่อสายเข้าสวิตช์ ตามรูป



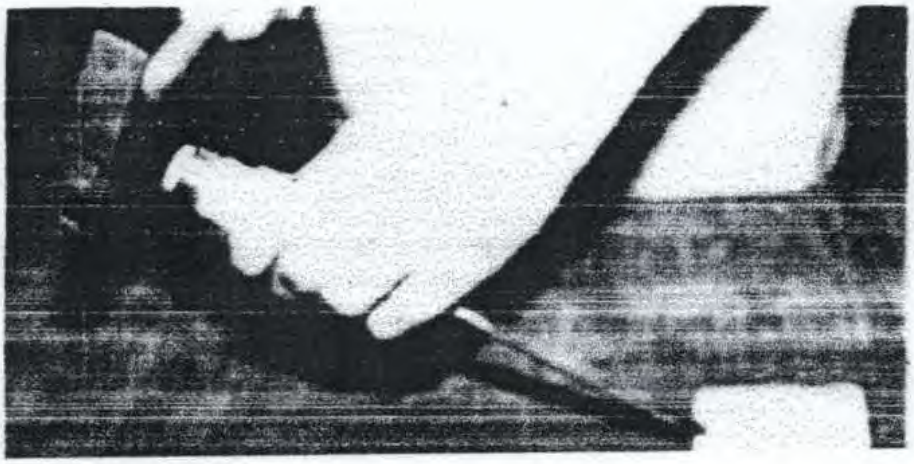

2. ให้ติดตั้งต่อสายเข้าเต้ารับ ตามรูป



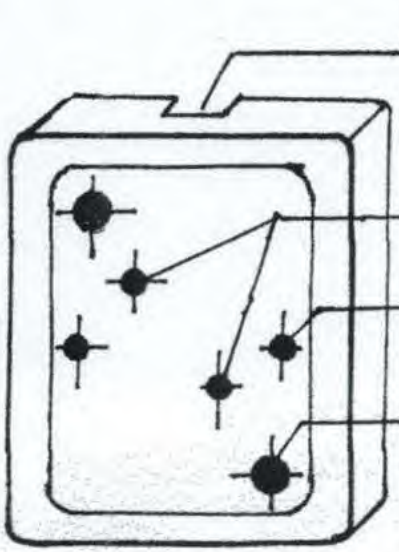
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถ ติดตั้งต่อสายเข้าอุปกรณ์ได้ถูกต้อง อย่างมีความปลอดภัย

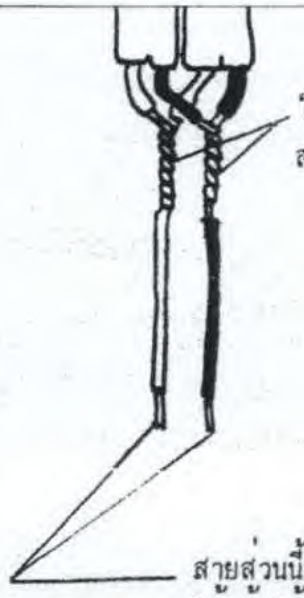
**เครื่องมือ,อุปกรณ์,และวัสดุ** แป้นไม้สวิตช์จำนวน 2 อัน, เต้ารับชนิดลอย 1 อัน, สวิตช์ชนิดลอย 1 อัน สาย VAF 2 × 1 – 1 เมตร, เลื่อยหลังแข็ง, สิ่ว, ค้อน, สกรูขนาด 1" – 4 ตัว, สาย VAF 2 × 25 1 เมตร

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. เลื่อนแป้นไม้รองสวิตช์, เต้ารับ ให้ได้ตามขนาดสายที่เดินเข้าอุปกรณ์ | | |
| 2. ใช้สิ่วเซาะร่องแป้นไม้เพื่อให้สายไฟสอดเข้าแป้นไม้ได้ |  | |

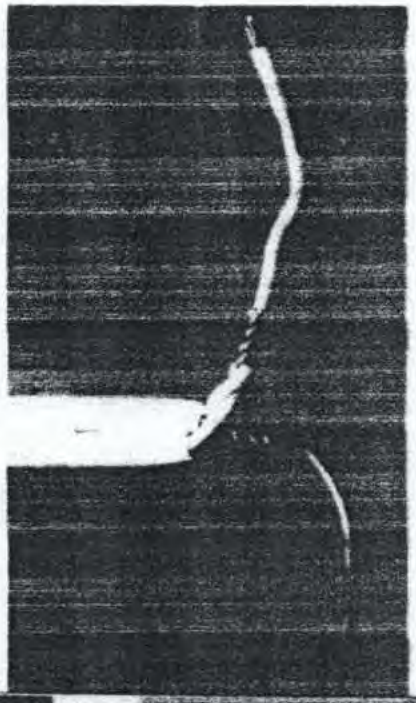
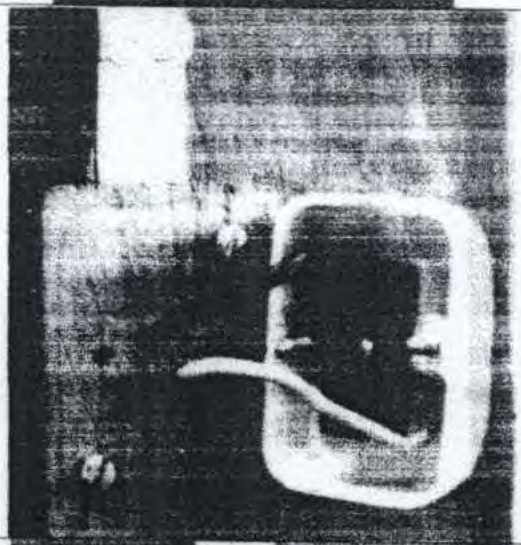
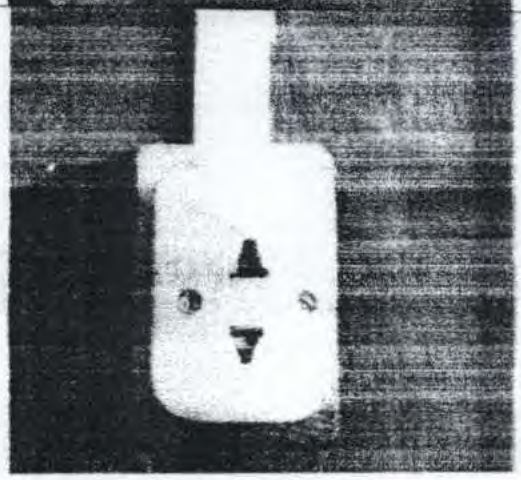
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 3. ใช้บิดหล่าเจาะนำแป้นไม้<br>- รูสำหรับรอดสายเข้าสวิตช์เต้ารับ<br>- รูสำหรับใช้สกรูที่ยึดแป้นไม้กับผนัง<br>- รูสำหรับสกรูที่ยึดสวิตช์กับแป้นไม้ | | - แป้นไม้ ใช้ไม้สัก<br>- เลือกแป้นไม้ไม่มีตาไม้<br>- ใช้บิดหล่าตัวเล็ก<br>- เจาะนำเสียก่อน<br>- ใช้บิดหล่าตัวใหญ่เจาะให้ได้รูตามขนาดความต้องการ<br>- ระวังแป้นไม้แตก |
| 4. การต่อสายเมนเข้าเต้ารับ<br>4.1 ปอกสายเมนและสายพ่วง (ต่อไปยังอุปกรณ์ เช่น สวิตช์หรือเต้ารับ) ยาวประมาณ 10 ซม. โดยปอกฉนวน VAF ชั้นนอกอย่างเดียว |  <br> | |

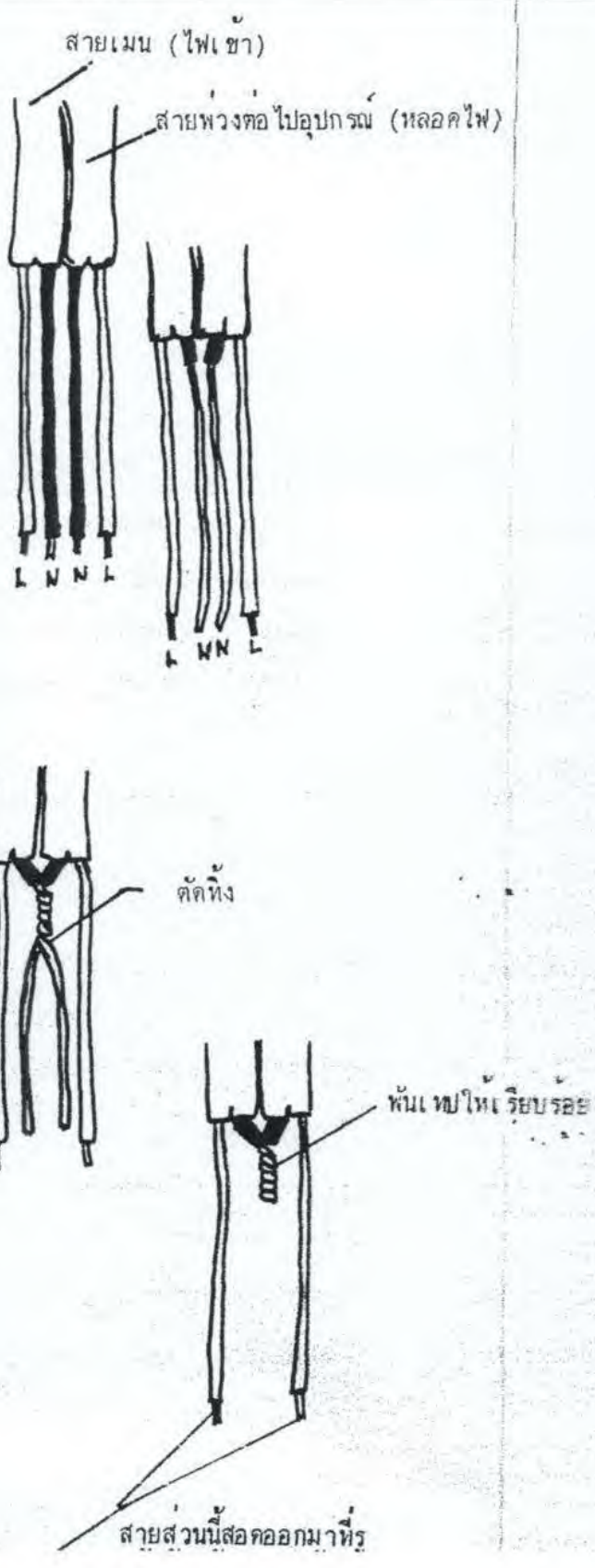
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 4.2 ปอกฉนวนหุ้มสาย N (สีดำ) ที่บริเวณโคนสาย<br>- เส้นหนึ่งปอกฉนวนหุ้มออกหมด<br>- เส้นหนึ่งปอกประมาณ 1" | <br>ทองแดง | - ขณะที่ปอกฉนวน อย่าให้คมมีดไปโดนฉนวนอีกเส้นหนึ่ง |
| 4.3 นำสายทั้งสองต่อกันโดยต่อแบบหางหนู | | |
| 4.4 ตัดปลายสายตัวนำทองแดงทิ้ง ใช้คีมปากจรเข้กวดเกลียวตัวนำอีกครั้งหนึ่ง | <br>ตัดทิ้ง | |
| 4.5 ใช้เทปพันร้อยต่อให้เรียบร้อย | | - ใช้เทปพันบนฉนวนเสียก่อน แล้วมาพันรอยต่อจุดตัวนำ สำรวจความมั่นคงอีกครั้งหนึ่งโดยใช้มือรูดเทปดู |
| |  <br>ใช้เทปพันสายพัน<br>สายส่วนนี้สอดออกมาที่รู | |

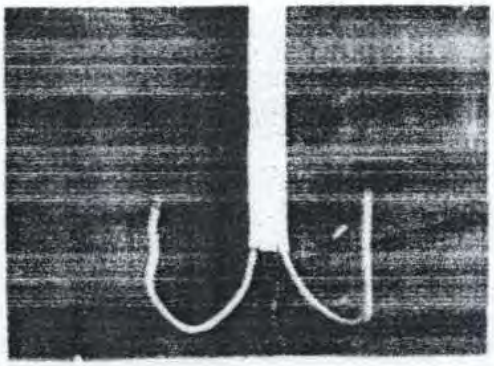
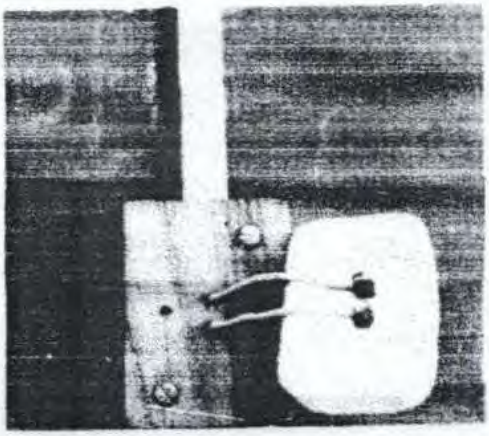
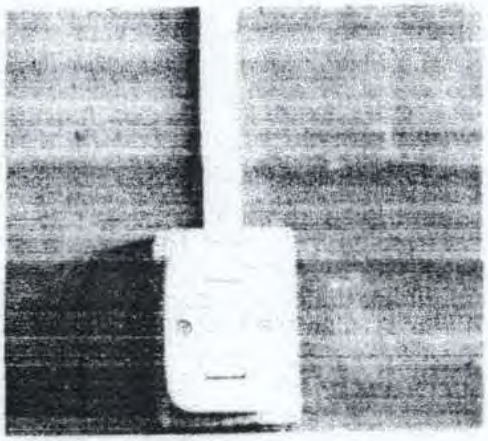
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 4.6 เตรียมปลายสายเข้าต่ออุปกรณ์เต้ารับ<br>4.7 สอดปลายสายเข้าแป้นไม้รองรับเต้ารับขันสกรูให้แน่น<br>4.8 ตรวจเช็คความเรียบร้อย<br>4.9 ลักษณะการติดตั้งที่สมบูรณ์แบบ |  <br>  <br>  | - พันหัวสายให้ได้ตามรูปที่แสดง<br>- ระวังอย่าให้ฉนวนไกลตัวนำ<br>- ติดตั้งเต้ารับ อย่าให้น็อตกดฉนวน<br>- ติดตั้งเต้ารับให้ได้ระดับฉากไม่สูงหรือต่ำเกินไป |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 5. การต่อสายเข้าสวิตช์<br>5.1 ปอกสายเมนเข้าและสายพ่วง (ต่อไปยังอุปกรณ์ เช่น หลอด) ยาวประมาณ 10 ซม. โดยปอกฉนวน VAF ชั้นนอกอย่างเดียว<br>5.2 ปอกฉนวนหุ้มสาย N (สีดำ) บริเวณใกล้โคนสาย<br>5.3 นำสายทั้งสองเส้นต่อกันโดยต่อแบบหางหนู ให้เหลือยาวพอสมควร<br>5.4 ตัดปลายของแดงทิ้ง<br>5.5 ใช้เทปพันรอยต่อให้เรียบร้อย |  | |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 5.6 เตรียมปลายสายเข้าต่ออุปกรณ์สวิตช์ |  | - พับหัวปลายสาย ตามรูปที่แสดง |
| 5.7 สอดปลายสายเข้าแป้นไม้รองรับเต้ารับขันสกรูให้แน่น<br>5.8 ตรวจเช็คความเรียบร้อย<br>5.9 ลักษณะการติดตั้งที่สมบูรณ์แบบ |  <br>  | - ระวังอย่าให้ฉนวนไกลตัวนำ<br>- ขณะติดตั้งสวิตช์สังเกตดูว่าหัวนอตกดฉนวนสายด้านในหรือไม่<br>- ติดตั้งสวิตช์ให้ได้ระดับฉากไม่สูงหรือต่ำเกินไป |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

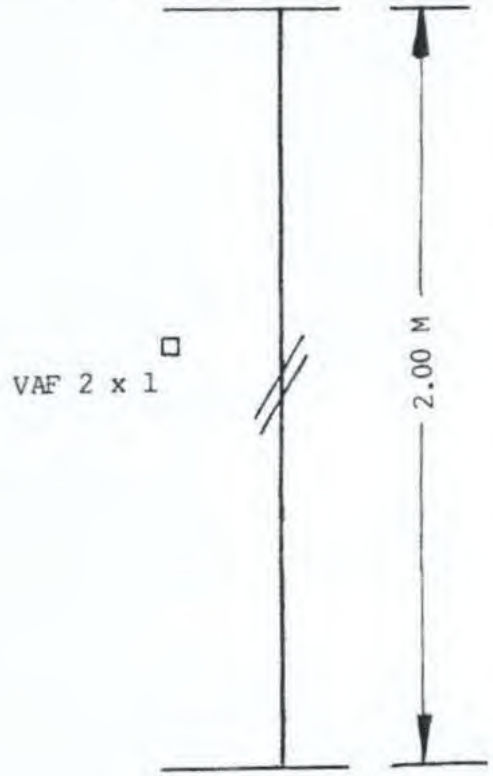
- เพื่อให้ผู้รับการฝึกเกิดทักษะความชำนาญในการทำงาน
- เพื่อค้นหาเทคนิคต่าง ๆ ในการทำงานให้เร็วขึ้น

**วิธีสอน** สาธิต ปฏิบัติ บรรยาย

**หัวข้อสำคัญ**

1. การเดินสายแนวดิ่ง
   - ใช้เข็มขัดรัดสาย 1 สาย
   - ใช้เข็มขัดรัดสาย 2 สาย
   - ใช้เข็มขัดรัดสาย 3 สาย
   - ใช้เข็มขัดรัดสาย 4 สาย
2. การเดินสายหักมุมโค้ง
   - ใช้เข็มขัดรัดสาย 1 สาย
   - ใช้เข็มขัดรัดสาย 2 สาย
3. การเดินสายอ้อมคานเสาและการรัดสาย 2 ขนาด

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |



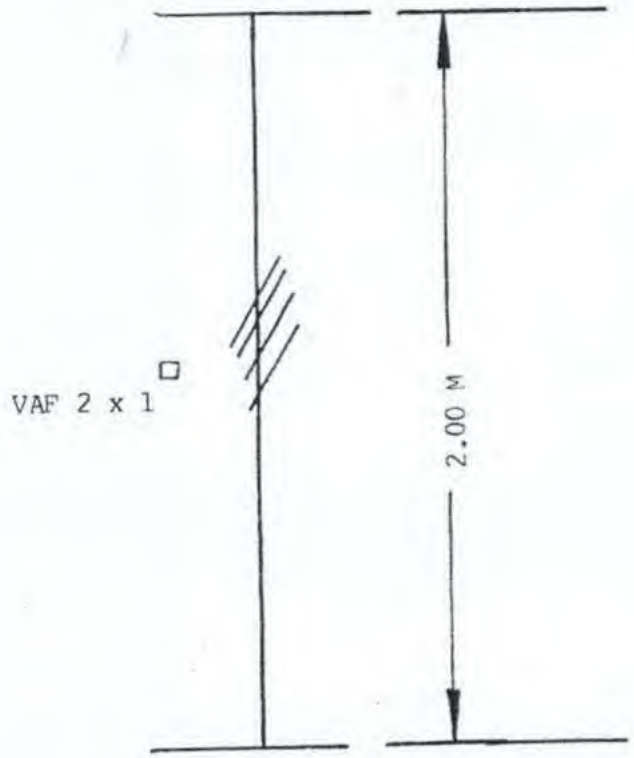

อุปกรณ์ที่ใช้

1. เข็มขัด No.1 จำนวน 22 ตัว
2. ตะปู $\frac{3}{8}$" จำนวน 22 ตัว
3. สายVAF ขนาด 2 x 1 □ จำนวน 12 เมตร

หมายเหตุ 1. สายไฟฟ้า กำหนดให้ผู้รับการฝึกจำนวน 12 เมตร เพื่อให้ผู้รับการฝึกใช้สายที่จะนำไปฝึก แบบฝึกหัดต่อไป เมื่อเดินสายตามที่กำหนดขนาดตามใบงาน เหลือจำนวนปลายสาย ไม่ต้องตัดสาย เป็นการประหยัดวัสดุฝึกงาน
กรณีที่ต้องตัดสายครูฝึกจะต้องพิจารณาตามใบทดสอบ

2. อ่านใบข้อมูลเรื่องหลักการปฏิบัติเดินสายด้วยเข็มขัดประกอบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

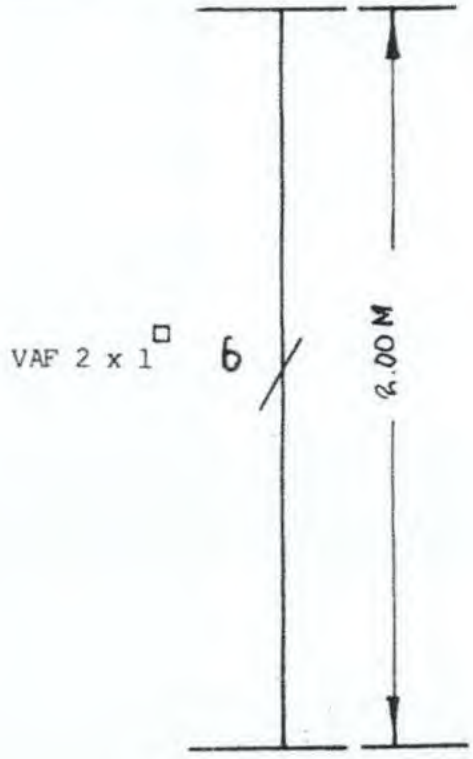



อุปกรณ์ที่ใช้

1. เข็มขัด No. 2 จำนวน 22 ตัว
2. ตะปู $\frac{3}{8}$" จำนวน 22 ตัว
3. สาย VAF 2 x 1 □ จำนวน 12 เมตร

หมายเหตุ อ่านใบข้อมูลเรื่อง หลักการปฏิบัติเดินสายด้วยเข็มขัดประกอบ

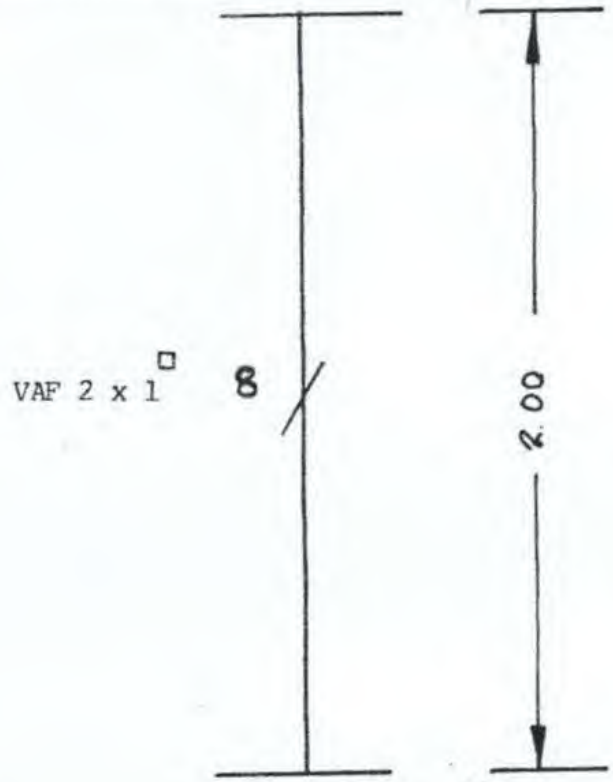
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |




อุปกรณ์ที่ใช้

1. เข็มขัด No. 3 จำนวน 22 ตัว
2. ตะปู $\frac{3}{8}$" จำนวน 22 ตัว
3. สาย VAF 2 x 1 □ จำนวน 12 เมตร

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |




อุปกรณ์ที่ใช้

1. เข็มขัด No. 4 จำนวน 22 ตัว
2. ตะปู $\frac{3}{8}$" จำนวน 22 ตัว
3. สาย VAF 2 × 1 □ จำนวน 12 เมตร

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

- เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถเดินสายบนผนังปูนและฟ้นคอนกรีตได้
- เพื่อให้ผู้รับการฝึกรู้จักเครื่องมือและวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ประเภทติดตั้งผนังปูนได้

**วิธีสอน** บรรยาย การสาธิต ของจริง

**หัวข้อสำคัญ**

1. อุปกรณ์ชนิดฝังในผนังปูน
2. วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ฝังผนังปูน
3. วิธีผสมปูน ซ่อมงานติดตั้ง
4. แสดงวิธี สกัด-ซ่อมงานปูนติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า
5. อุปกรณ์ติดตั้งบนผนังปูน

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบทดสอบ |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

คำสั่ง

ให้ผู้รับการฝึกเขียนแบบ One Line diagram โดยแบบที่กำหนดนั้นต้องมีสมมติฐานจากลักษณะงานจริง และกำหนดหัวข้อ ปฏิบัติการเดินสายด้วยเข็มขัด ให้นำมาเดินสายในแนวร่วมเดียวกัน มีรูปแบบต่าง ๆ มาประกอบดังนี้คือ

1. มีการเดินสายประชิดมุม เพดาน และผนัง (5 คะแนน)
2. มีการเดินสายแนวดิ่ง-แนวนอน (5 คะแนน)
3. มีการเดินสายหักมุม-เดินสายอ้อมคานเสา (5 คะแนน)
4. มีการเดินสายใช้เข็มขัดต่างขนาดไม่ต่ำกว่า 3 ขนาด (5 คะแนน)
5. มีการเดินสายรอดสาย (5 คะแนน)
6. มีการเดินสายหมดปลายสาย (5 คะแนน)

รายการวัสดุ

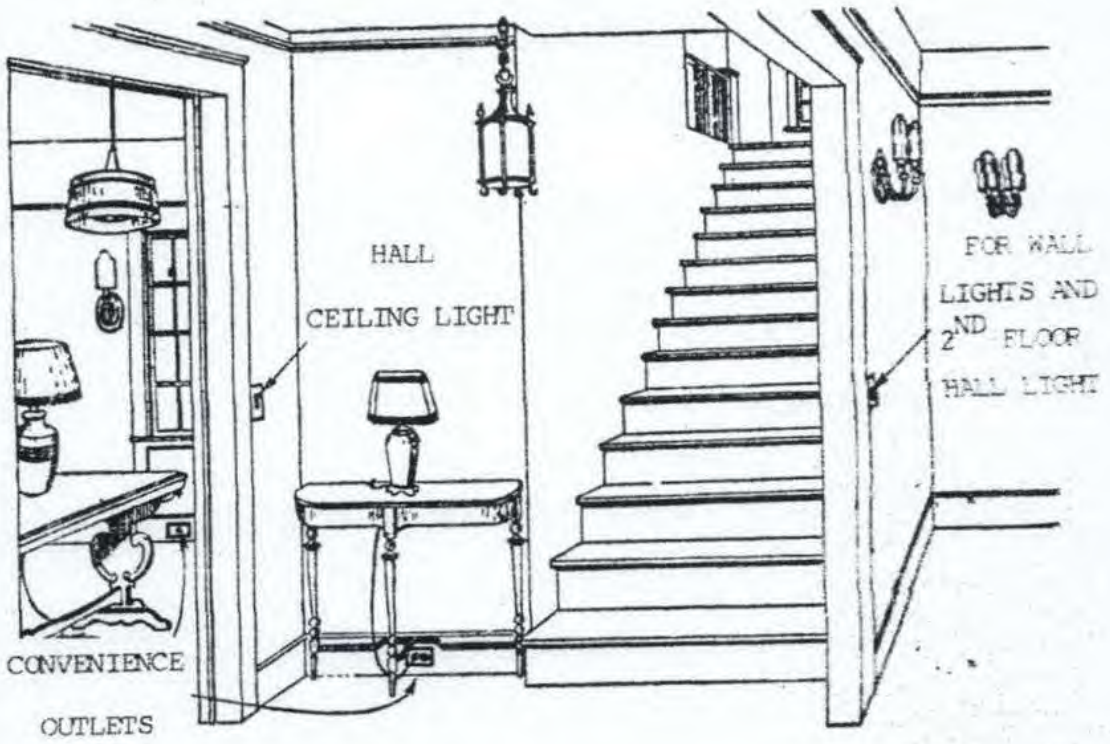
1. สาย VAF 2 × 1 $mm^2$ จำนวน 12 เมตร
2. เข็มขัด-ตะปู ตามความเหมาะสมของงานที่กำหนด

หมายเหตุ ให้ผู้รับการฝึกคัดสายตามแบบที่ตนเองเป็นผู้กำหนด

การเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์บนผนังปูน

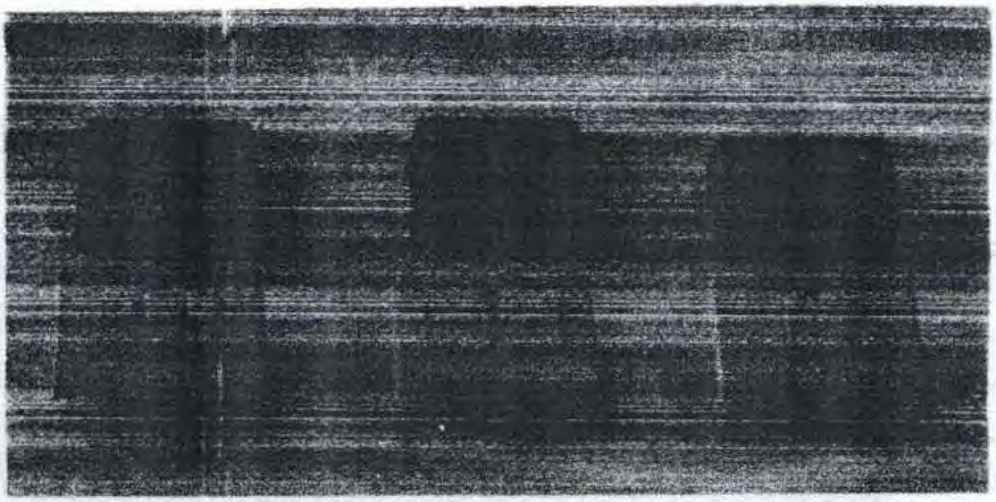
ปัจจุบัน อาคารที่อยู่อาศัย มีโครงสร้างและตบแต่งภายในบ้าน ใช้วัสดุก่อสร้างด้วย ซีเมนต์ ซึ่งเป็นปูนก่อและปูนฉาบ ทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคารด้วย

การเดินสายต้องวางสายไปบนผนังปูน ตลอดไปจนถึงการติดตั้ง กล่องสวิตช์ควบคุม โคมไฟแสงสว่าง เต้ารับใช้งาน นิยมความสวยงาม ใช้ฝังในผนังปูน การติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้จะแสดงวิธีที่จะนำไปใช้งานอย่างได้ถูกต้องและถาวรตลอดไป

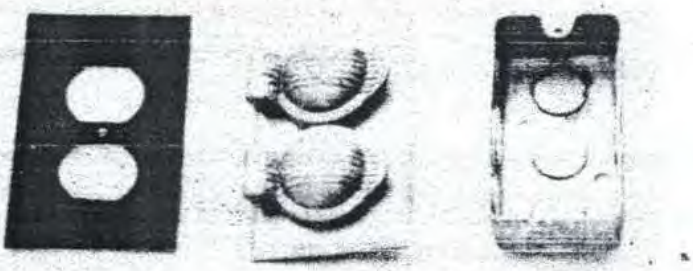



รูปที่ 7.1 การติดตั้งสวิตช์ภายในบ้าน

1. อุปกรณ์ชนิดฝังในผนังปูน

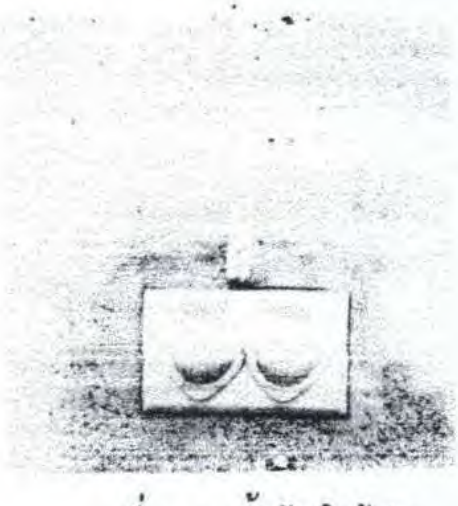


รูปที่ 7.2 แสดงสวิตช์และแป้นไม้รองรับฝังในปูน



รูปที่ 7.3 แสดงอุปกรณ์ติดตั้งนอกอาคาร ต้องมียางรองกันน้ำ

รูปที่ 7.4 กล่องแฮนด์ี้บ็อกซ์



รูปที่ 7.5 เต้ารับชนิดกันฝน

แปรง นับว่าแปรงเป็นเครื่องมือประกอบการอันสำคัญอย่างหนึ่ง ใช้สลัดน้ำลงผนัง หมายถึง เมื่อเวลาจะซ่อมผนังปูนที่จะติดตั้งแป้นไม้รองรับ ผนังปูนแห้ง จะต้องใช้แปรงสลัดน้ำลงไป ต้องสังเกต ต้องการน้ำเพียงใด

เกรียงเหล็ก เมื่อเวลาผสมปูน ใช้เกรียงเหล็กเป็นเครื่องมือหรือสำหรับตักปูนจากภาชนะ (กระบะ) โดยปูนไม่หล่นสูญหายมาก การจับด้ามเกรียงต้องจับให้ถนัดมั่น สามารถใช้หน้าเกรียงในการปาดปูนและสันเกรียงในการขูดแนวปูน

เกรียงปั้น เกรียงชนิดนี้มีลักษณะแบบทำด้วยเหล็ก ยาวประมาณ .15 ซม. มีความกว้างของหน้าเกรียง ขนาดนิ้วมือหรือ 1-1.5 ซม. ปลายมนเป็นรูปครึ่งวงกลม มีก้านต่อขึ้นมา ด้ามเป็นไม้ สำหรับงานช่างไฟฟ้า ตักเศษปูนในส่วนที่ไม่ต้องการออก ใช้ตบแต่งงานให้ได้สวยงาม

ไม้กวาดดอกหญ้าขนาดเล็ก ซึ่งเป็นไม้กวาดมีขนาดด้ามยาวประมาณ 1 ฟุต เมื่อฉาบปูนไปบนผนังแล้ว ผิวหน้าของปูนอาจจะไม่เรียบเข้าแนวเก่าของผนังเดิม ใช้ไม้กวาดปัดบนผิวหน้าที่ฉาบปูนอีกครั้งหนึ่งหลังจากการใช้งานด้วยเครื่องมือประเภทเกรียงแล้ว

ฟองน้ำ สำหรับทำความสะอาดเช็ดอุปกรณ์พื้นที่บริเวณติดตั้งอุปกรณ์

ระดับน้ำ การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้งานที่มาตรฐานและสวยงาม ต้องหาระดับแนวราบและระดับแนวดิ่ง

3. วิธีผสมปูนซ่อมงานติดตั้ง

งานเดินสายภายในอาคาร นั้นจะต้องมีความสัมพันธ์ประสานงานกับช่างไม้ก่อสร้าง ช่างสี, ช่างปูน ต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานช่างเหล่านี้บ้าง สำหรับงานปูน ช่างไฟฟ้าต้องเกี่ยวข้องมากกว่าช่างอื่น ๆ จึงจะขอกล่าว เพื่อให้เป็นพื้นฐานที่จะมีความสามารถทำงานซ่อมผนังปูนได้เท่านั้น

ปูนก่อ คือ ปูนที่ใช้สำหรับเป็นตัวเชื่อมระหว่างอิฐด้วยกันให้ติดกัน โดยใช้ส่วนผสมของปูนซิเมนต์ ปูนขาว และทราย หรือปูนซิเมนต์กับทราย แต่เพียง 2 อย่าง เท่านั้น ปกติใช้อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ก็แล้วแต่ชนิดของงานที่ใช้ เช่น ผนังที่ก่อกว่าระดับดิน ใช้ปูนซิเมนต์กับทราย อัตราส่วน 1:4

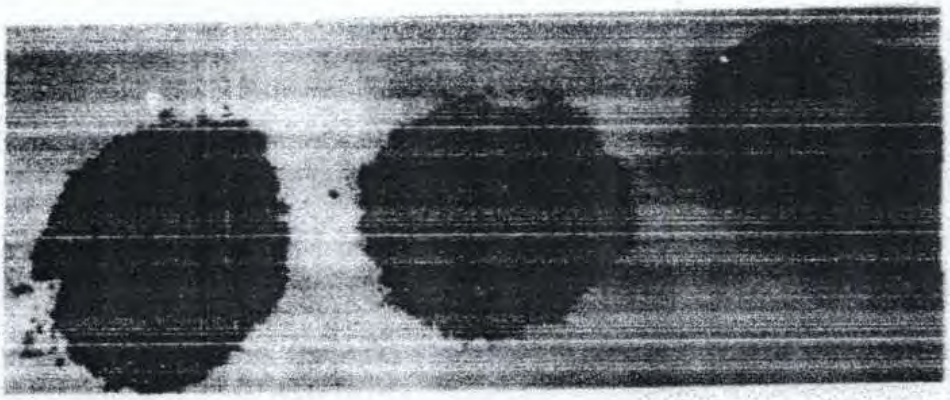
ผนังก่ออิฐทั่วไป ใช้ปูนซิเมนต์ ปูนขาว ทราย อัตรา 1:16 ปูนเหลว สำหรับเทแทรกในแนวอิฐใช้ปูนซิเมนต์กับทรายละเอียด อัตราส่วน 1:1:6

ปูนฉาบหรือปูนถือ คือปูนที่ใช้ฉาบผนังอิฐ โดยใช้ส่วนผสมของปูนซิเมนต์ ปูนขาว และทราย หรือปูนซิเมนต์ และทราย โดยใช้อัตราส่วนผสมแล้วแต่งานที่ใช้ เช่น ผนังที่แข็งมากสำหรับใช้ในส่วนที่ถูกกระทบกระทั่งมาก ใช้อัตราส่วน

| | |
|---|---|
| ปูนซิเมนต์ ปูนขาว ทรายละเอียด | 1:1:6 |
| ผนังแข็งแรง ปกติใช้ | 1:2:9 |
| ผนังธรรมดา | 1:3:12 |

คอนกรีต

คือส่วนผสมของ ปูนซิเมนต์ ทราย และหิน หรือกรวด ใช้ในงานที่รับน้ำหนักมาก ๆ ต้องการความแข็งแรง



รูปที่ 7.7 แสดงส่วนผสมปูน นำไปฉาบผนังปูน

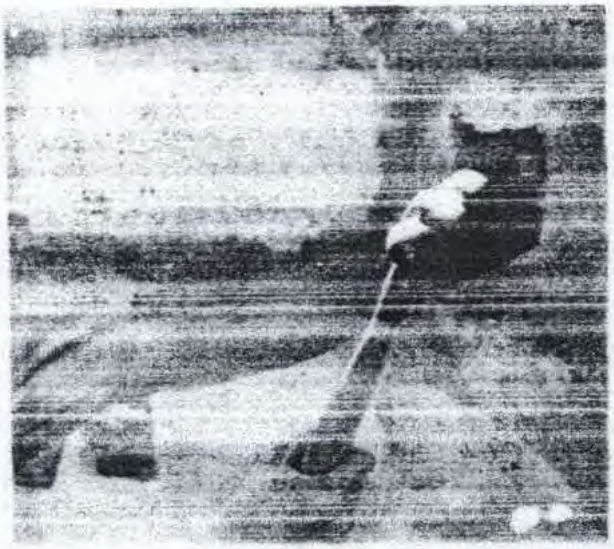
4. แสดงวิธีสกัด-ซ่อม งานปูน ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

รูปที่ 7.8 วางตำแหน่งแป้นไม้รองรับ ตามจุดที่กำหนด

รูปที่ 7.9 ใช้ดินสอขีดเส้นรอบชิ้นงาน

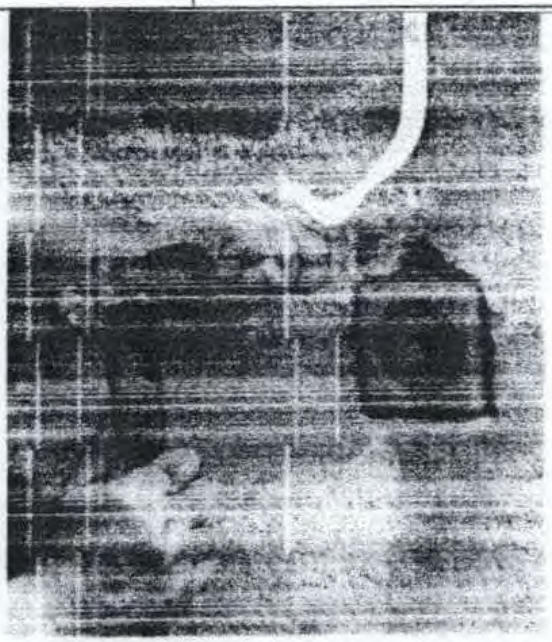
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

ให้ใช้สกัดปูนรอบเส้นดินสอที่ขีดเอาไว้

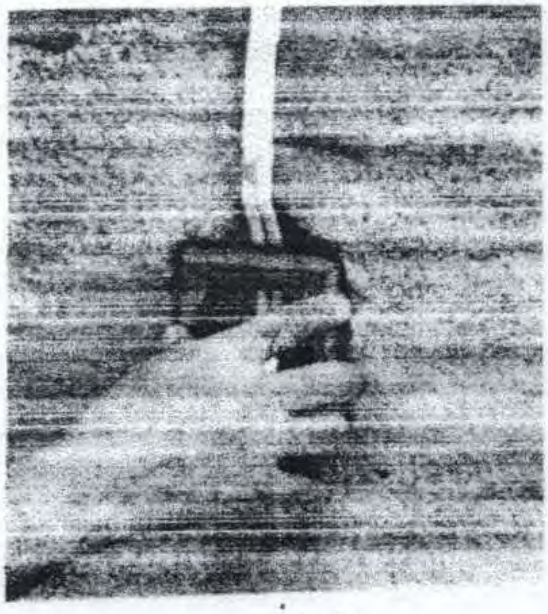


รูปที่ 7.11 จากนั้นกระแทกสกัดไปตามพื้นที่บริเวณของชิ้นงาน

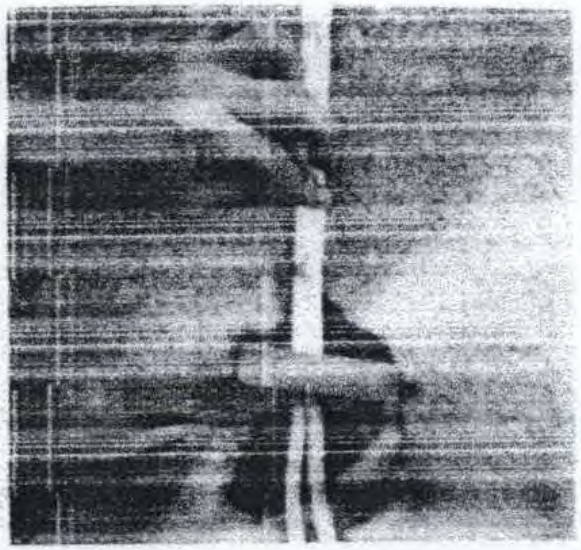
รูปที่ 7.12 สกัดเนื้อปูน ให้มีความหนา × กว้าง × ยาว ตามขนาดชิ้นงาน และนำชิ้นงานลองสวมได้ตำแหน่งตามความต้องการหรือไม่



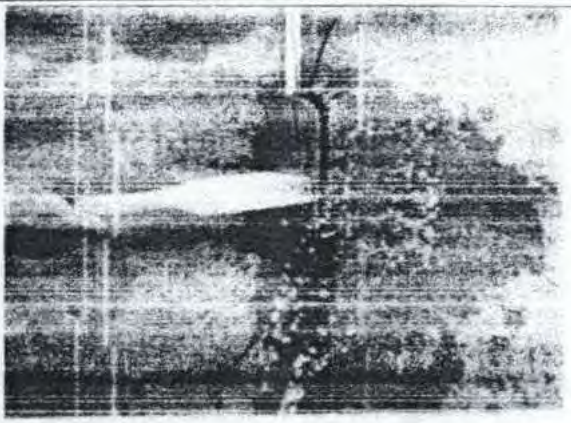
รูปที่ 7.13 ให้สกัดปูนเป็นร่องแนว มุมลาดเพื่อนำสายที่ต่อเข้าอุปกรณ์



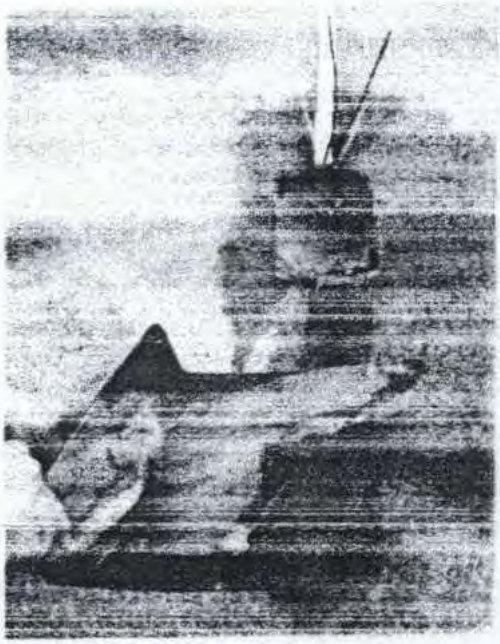
รูปที่ 7.14 ให้นำใบเลื่อยตัดแป้นไม้ สวมสายจะได้ความเหมาะสมหรือไม่



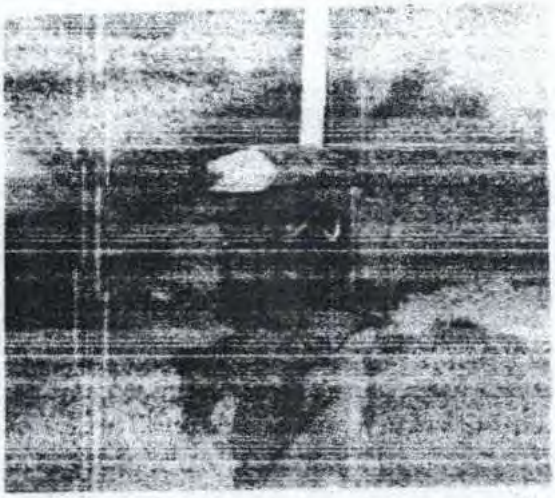
รูปที่ 7.15 ถอดแป้นไม้ออก เตรียมฉาบปูน



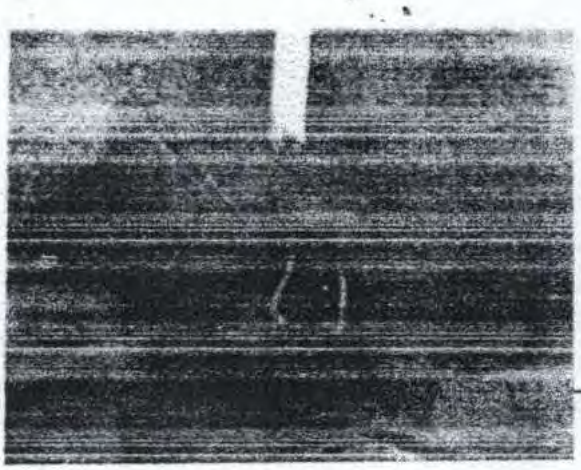
รูปที่ 7.16 ใช้แปรงสลัดน้ำลงผนัง (เตรียมปอกสายเข้าอุปกรณ์)



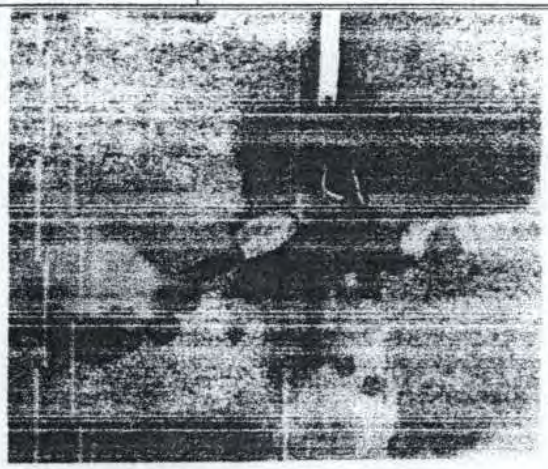
รูปที่ 7.17 ผสมปูนใช้เกรียงตักปูนฉาบไปให้ตรงช่องที่สกัดเอาไว้ (ให้สังเกตจะใช้เนื้อปูนผสมมากพอสมควร)



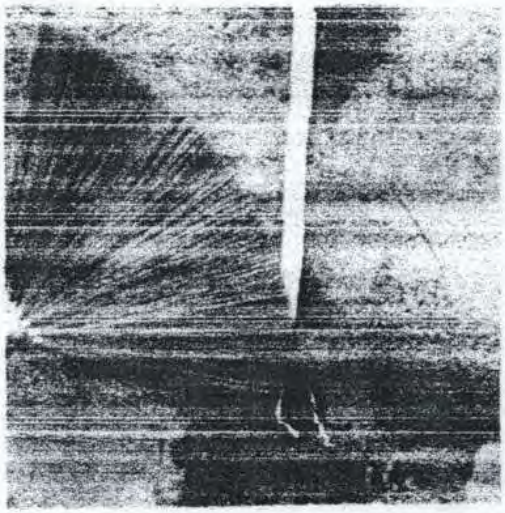
รูปที่ 7.18 ใช้เกรียงปั้นกระแทกปูนไปที่ช่วงลางของสายไฟฟ้า



รูปที่ 7.19 นำเกรียงไม้ปาดปูนส่วนที่เหลือออกทิ้งไว้ประมาณ 10-15 นาที



รูปที่ 7.20 ใช้เกรียงปูนตักเศษปูนออกจากช่องสวิตช์



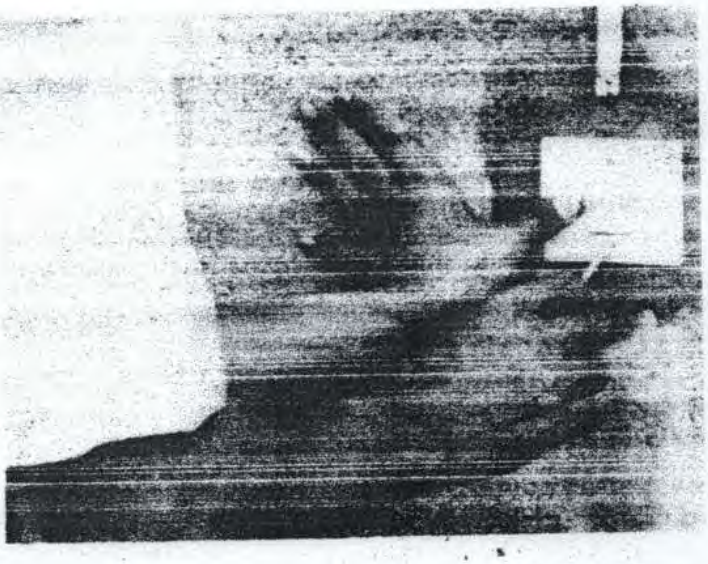
รูปที่ 7.21 ไม้กวาดปัดผิวหน้าปูนเพื่อให้เรียบ

รูปที่ 7.22 นำฟองน้ำชุบน้ำบิดให้แห้ง ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่มีสายเดิน

รูปที่ 7.23 พลิกด้านหลังของสวิตช์ ใช้มือข้างซ้ายกดสปริงคลายสกรูออก

หมายเหตุ ต้องสังเกตว่าปูนที่โบกไว้แห้งสนิทหรือทิ้งไว้ประมาณ

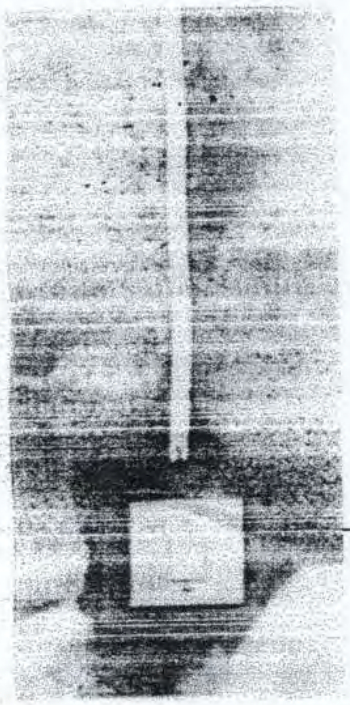
รูปที่ 7.24 นำปลายสาย (ต้องพันหัวสาย) ใช้ไขควงขันสกรูให้แน่น



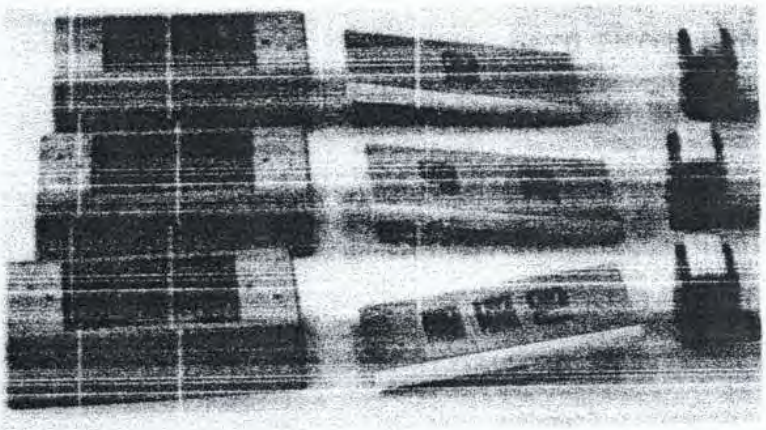
รูปที่ 7.25 ขณะที่ติดตั้งสวิตช์ใช้มือซ้ายกดแป้นสวิตช์เอาไว้ ใช้มือขวาขันสกรูให้แน่น

หมายเหตุ ข้อควรระวังพยายามอย่าให้สปริงของสวิตช์ไปเฉือนกับฉนวนของสาย

รูปที่ 7.26 ติดตั้งสวิตช์ ใช้ระดับน้ำตรวจทดสอบอีกครั้งหนึ่ง

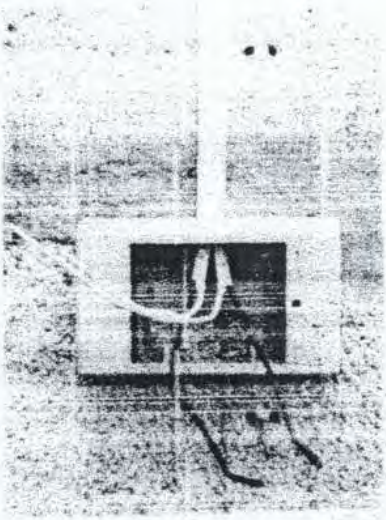


5. อุปกรณ์ประเภทติดบนผนังปูน

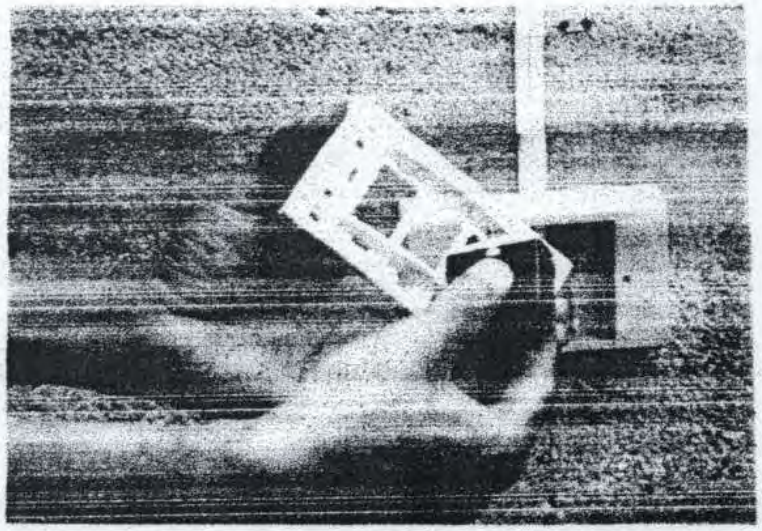


รูปที่ 7.28

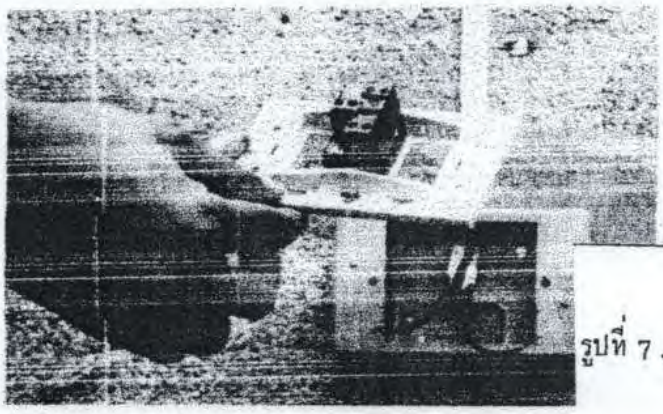
อุปกรณ์ติดตั้งบนผนังปูน ประกอบด้วย กล่องขนาด 2" × 4" × 1" ตองมีฝาตะแกรง ตามชองแล้วแต่ชนิดที่จะนำไปใช้งานควบคุมตามรูปที่แสดง (สั่งเกตฝาตะแกรงจะมีฝาครอบผิวหนา 2 ชั้น)



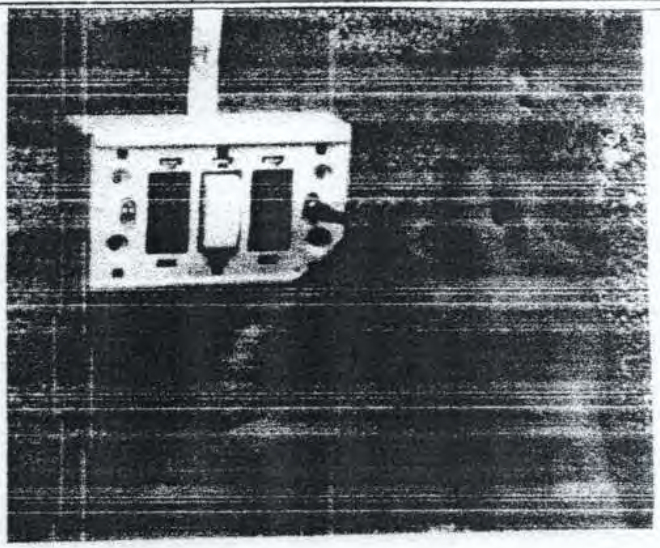
รูปที่ 7.29 การติดตั้งกล่องสวิตช์ใช้พุกพลาสติก NO.7



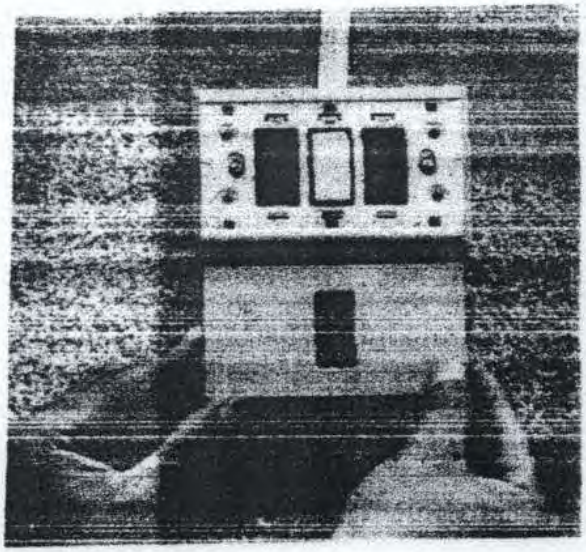
รูปที่ 7.30 นำตัวสวิตช์สอดเข้าที่ฝาตะแกรง



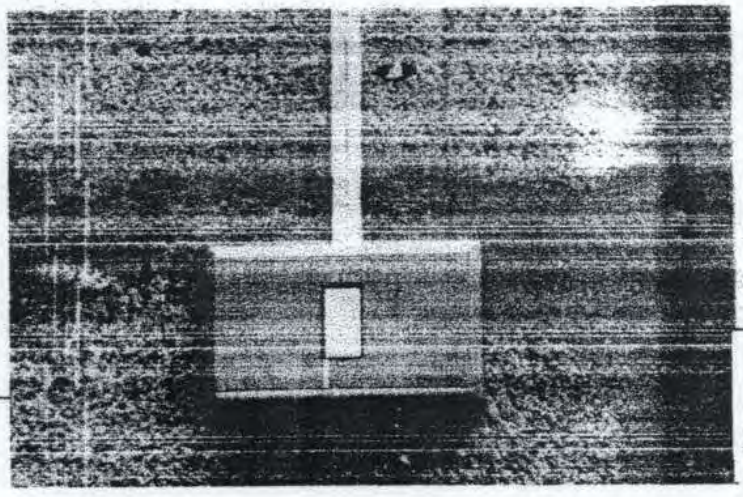
รูปที่ 7.31 ตัวสวิตช์อยู่ที่ฝาตะแกรง นำปลายสายต่อที่ขั้วของสวิตช์



รูปที่ 7.32 ติดตั้งฝาครอบเข้ากับกล่อง



รูปที่ 7.33 นำฝาครอบผิวหน้าของ
ฝาครอบครอบอีกชั้นหนึ่ง



รูปที่ 7.34 งานสำเร็จที่สมบูรณ์แบบ

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

คำสั่ง

ให้ผู้รับการฝึกติดพุกไม้บนผนังปูน สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เต้ารับ, สวิตช์

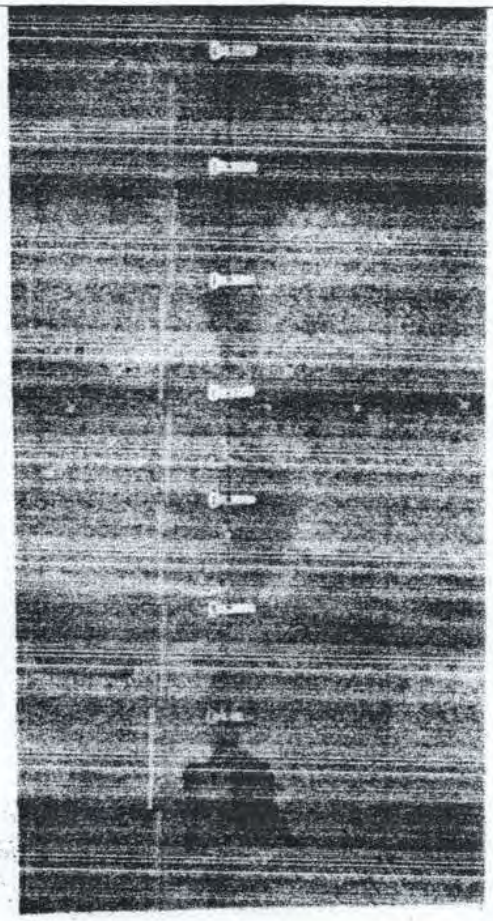
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** – เพื่อให้ผู้รับการฝึกติดพุกไม้บนผนังปูนได้
– มีความสามารถติดตั้งอุปกรณ์บนผนังปูนได้

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** – ดอกสว่านเจาะคอนกรีตขนาด $\frac{3}{8}$" 1 ดอก
– สว่านไฟฟ้า
– แปนไม้สวิตช์ – ค้อน

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. เจาะผนังปูนขนาด $\frac{3}{8}$"<br>2. ใช้สว่านไฟฟ้าเจาะผนังปูน<br>3. เหลาไม้สักขนาด $\frac{3}{8}$" โดยให้ส่วนหัวโตกว่าส่วนปลาย ความยาวเท่ากับความลึกของรูที่ขนาดที่เจาะ<br>4. ใช้ค้อนตอกไปที่หัวไม้บนผนังปูน<br>5. ส่วนที่เหลือใช้ค้อนเคาะหัวไม้หรืออาจจะใช้สิ่วตัดไม้ทิ้งก็ได้ | | – ก่อนเจาะผนังให้เหล็กนำศูนย์เจาะนำเสียก่อน<br>– อย่าใช้ค้อนเคาะหรือกระแทกพุกมากเกินไปจะทำให้ไม้แตกชำรุดได้ |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |



สมมติฐาน ก. เดินสาย VAF ขนาด 2 × 2.5 มม.$^2$ ติดตั้งอุปกรณ์เต้ารับชนิดฝังปูน 1 ตัว

ข. ผนังปูน แบบคอนกรีตตอกเข็มขัดด้วยตะปูไม่ได้ต้องอัดพุกไม้แทน

คำสั่ง 1. อัดพุกไม้บนผนังปูน

2. กำหนดให้เดินสายไฟฟ้าความยาว 1 เมตร

3. ติดตั้งอุปกรณ์เต้ารับ ฝังผนังปูน
(อ่านใบข้อมูลประกอบการติดตั้ง)

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจลักษณะการทำงานของวงจรสวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอด

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจเดินสายจุดต่อสายแบบพ่วง

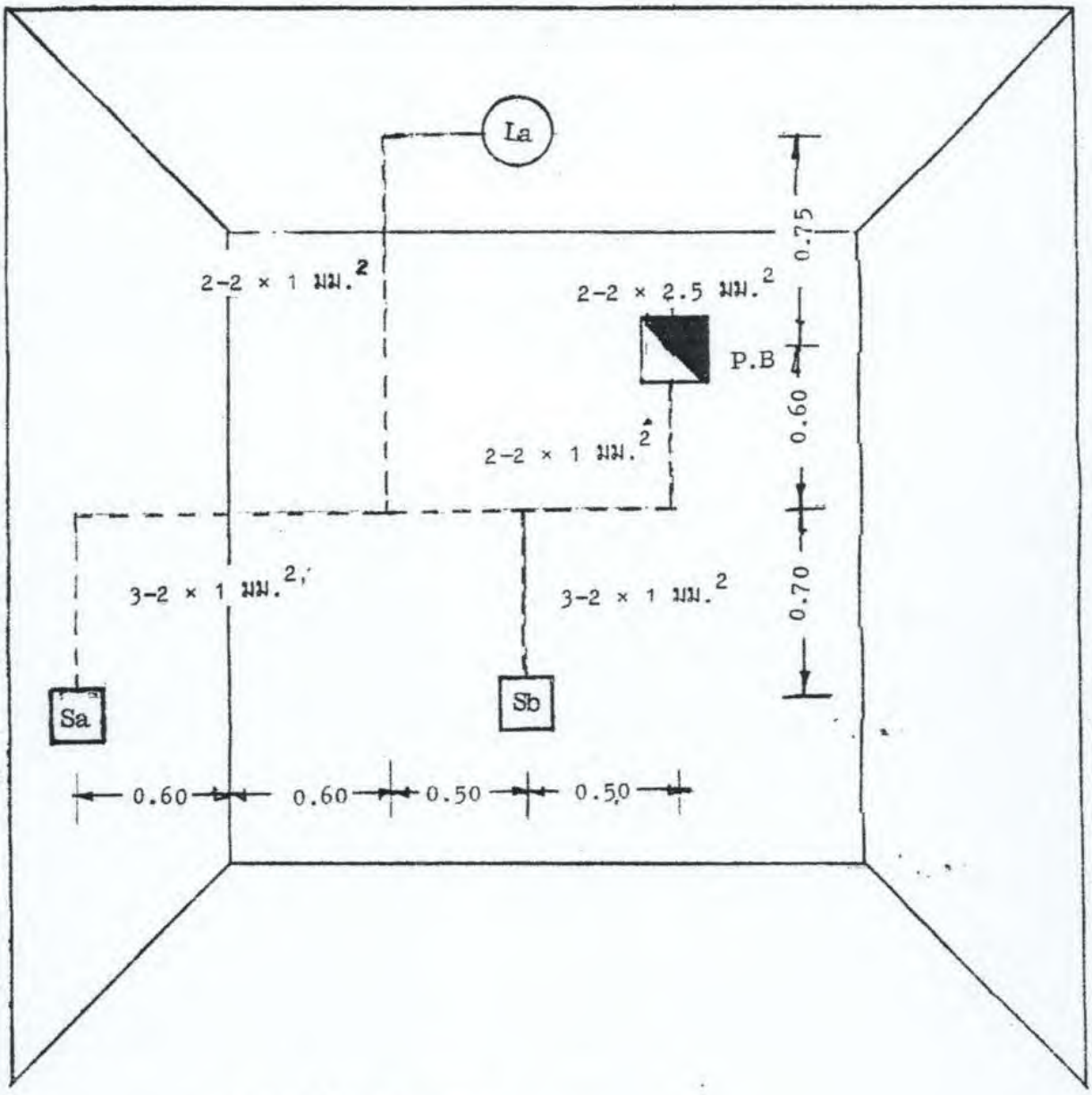
**วิธีสอน** สาธิต ให้ปฏิบัติตามใบงาน

**หัวข้อสำคัญ**

- แผงฝึกการเดินสายภายในอาคาร
- วงจรสวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอดและเต้ารับ
- ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- ใบให้คะแนน

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

คำสั่ง จากวงจรติดตั้งจะเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ที่กำหนดให้โดยใช้สวิตช์ Sa , Sb ควบคุมหลอด La (หลอด Ineandescent lamp)




รายละเอียดประกอบแบบ

แผงจ่ายไฟประกอบด้วยคาร์ทริดจ์ฟิวส์-คัตเอาท์

La เป็นหลอด

Sa, Sb สวิตช์สองทางควบคุมหลอด La (วงจรสวิตช์สัมพันธ์)

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**เครื่องมือ**

| | | |
|---|---|---|
| 1. ค้อนหัวเหลี่ยมขนาด 250 กรัม จำนวน | 1 | อัน |
| 2. คีมตัด, คีมปากจรเข้, คีมจิ้งจก | 1 | ชุด |
| 3. บิดหล่าเล็ก, กลาง, ใหญ่ | 1 | ชุด |
| 4. ตลับเมตร | 1 | อัน |
| 5. มีดปอกสาย | 1 | อัน |
| 6. สิ่วขนาด $\frac{1}{2}$" | 1 | อัน |
| 7. เลื่อยหลังแข็ง | 1 | อัน |
| 8. ไขควงปากแบน 4", 6", 8" | 1 | ชุด |
| 9. ไขควงตรวจสอบไฟ | 1 | อัน |

| วัสดุติดตั้ง | | | อุปกรณ์ไฟฟ้า | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. สกรูเกลียวปล่อยขนาด $\frac{1}{2}$" | | ตัว | 1. ขั้วหลอดชนิดติดเพดาน | 1 | อัน |
| 2. สกรูเกลียวปล่อยขนาด 1" | | ตัว | 2. หลอดไฟฟ้า | 1 | หลอด |
| 3. สกรูเกลียวปล่อยขนาด $1\frac{1}{2}$" | | ตัว | 3. สวิตช์ทางเดียวชนิดสวม | 1 | อัน |
| 4. เข็มขัด No 0, 2, 3, 4 | $1\frac{1}{2}$ | ขีด | 4. แป้นไม้สวิตช์ | 3 | อัน |
| 5. ตะปูตอกสาย $\frac{3}{8}$" | 1 | ขีด | 5. เต้ารับ | 2 | อัน |
| | | | 6. คัตเอาท์ 20 A | 1 | อัน |
| | | | 7. คาทริจฟิวส์ 25 A | 1 | ชุด |
| | | | 8. แผงไม้ขนาด 6" × 8" | 1 | อัน |
| | | | 9. เทปพันสาย | 1 | ม้วน |
| | | | 10. สาย VAF 2 × 1 มม.$^2$ | | |
| | | | 11. สาย VAF 2 × 2.5 มม.$^2$ | | |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเดินสายด้วยเข็มขัดวงจรสวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอดและเต้ารับได้อย่างถูกต้อง

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** ตามรายละเอียดในใบงาน

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. อ่านแบบใบงาน | - การอ่านแบบแผนผังไฟฟ้าให้มีความเข้าใจ นั้นเขียนตามลำดับขั้นตอน<br>- วงจรที่ใช้งานจริง (Wiring diagram)<br>- วงจรไฟฟ้า (Schemetic diagram)<br>- การเตรียมอุปกรณ์, เครื่องมือที่ใช้งาน | - ช่องระยะห่างแนวดิ่งวัดกึ่งกลางสายและกึ่งกลางอุปกรณ์แนวนอนเช่นเดียวกัน |
| 2. ใช้เครื่องตีเส้นแนวสายตามใบงาน | - ดึงเส้นด้ายจากผงสีของเครื่องตีเส้นมาแนบผนัง ใช้มือดีดเส้นให้สีเป็นรอยเห็นเด่นชัด ต้องให้ได้ฉากซึ่งกันและกันทุกเส้น | - อย่าตีเส้นซ้ำเดิดขาดจะเกิดความสับสน |
| 3. ตอกเข็มขัดสายที่เดินเป็นส่วน ๆ ไป เช่น ส่วนโคม ส่วนสวิตช์ ส่วนเต้ารับ ส่วนแผงสวิตช์ | - เฉลี่ยระยะเข็มขัดของการตอกเข็มขัด ตะปูที่รอยเข็มขัดจะต้องพับให้เหมาะสม | - อย่าใช้เข็มขัดสั้นหรือยาวเกินไปสำหรับรัดสาย |
| 4. กำหนดความยาวของสายแต่ละตอนและตัดสายเป็นช่วง ๆ ไป | - ใช้ตลับเมตรวัดคำนวณความยาวของสายแต่ละช่วงที่จะนำไปเดินสาย เผื่อปลายสายผ่านเป็นไม้รองรับ 15 เซนติเมตร | - อย่าตัดสายให้สั้นเกินไป |
| 5. รัดสายด้วยเข็มขัด | - ให้รัดสายด้วยผ้ารัดให้ตรงแนวสายไม่ตรงใช้มือดัดเบา แล้วใช้ค้อนตอกไล่สายเบาๆ | - ระวังอย่าให้สายบิดหรือสายโก่ง |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 6. นำปลายสายเข้าอุปกรณ์โดยผ่านแป้นไม้รองรับ | - จุดต่อสายทุกจุดที่เข้าวงจรนั้นต่อเข้า ให้แป้นไม้เจาะรู นำปลายสายสอดเข้าแป้นไม้และเข้าอุปกรณ์ | - อย่าปอกฉนวนไกลตัวนำ ต้องพันปลายสายเข้าอุปกรณ์ตัวนำให้ฉนวน |
| 7. ทดสอบวงจรด้วยเครื่องมือทดสอบวงจร | - ใช้โอห์มมิเตอร์ทดสอบวงจรเสียก่อนต่อสายเมนหรือต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ | - ต้องใช้ไขควงตรวจสอบ ตรวจสอบสาย Line ทุกครั้ง |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์**

- เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจลักษณะการทำงานวงจรสวิตช์ทางเดียวบังคับ 2 หลอด
- เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจการเดินสายที่มีจุดต่อสายแบบพ่วง

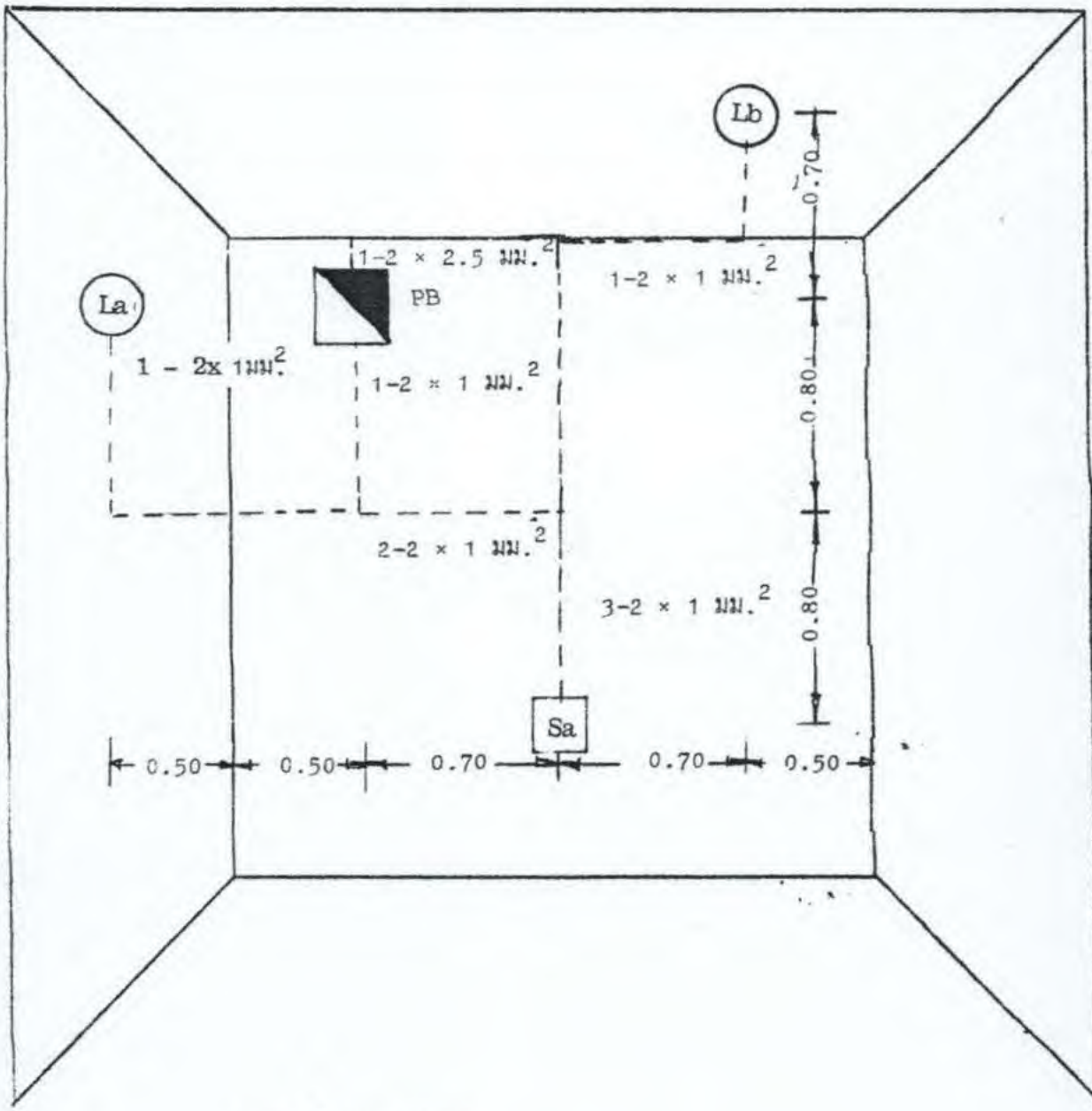
**วิธีสอน** สาธิต, บรรยาย

**หัวข้อสำคัญ**

- วงจรสวิตช์ทางเดียวควบคุม 2 หลอด
- ใบให้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- ใบให้คะแนน

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

คำสั่ง จากวงจรติดตั้งจงเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ขนาดที่กำหนดให้โดยใช้สวิตช์ Sa ควบคุมหลอด La, Lb




รายละเอียดประกอบแบบ

PB — แผงจ่ายไฟประกอบด้วยคาร์ทริดจ์ฟิวส์-คัตเอาท์

La, Lb — หลอด INCANDESCENT

Sa — สวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอด La, Lb

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเดินสายด้วยเข็มขัดวงจรสวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอดและเต้ารับได้อย่างถูกต้อง

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** ตามรายละเอียดในใบงาน

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. อ่านแบบใบงาน | - การอ่านแบบแผนผังไฟฟ้าให้มีความเข้าใจ นั้นเขียนตามลำดับขั้นตอน<br>- วงจรที่ใช้งานจริง (Wiring diagram)<br>- วงจรไฟฟ้า (Schemetic diagram)<br>- การเตรียมอุปกรณ์, เครื่องมือที่ใช้งาน | - ช่องระยะห่างแนวดิ่งวัดกึ่งกลางสายและกึ่งกลางอุปกรณ์แนวนอนเช่นเดียวกัน |
| 2. ใช้เครื่องตีเส้นแนวสายตามใบงาน | - ดึงเส้นด้ายจากผงสีของเครื่องตีเส้นมาแนบผนัง ใช้มือดัดเส้นให้สีเป็นรอยเห็นเด่นชัด ต้องให้ได้ฉากซึ่งกันและกันทุกเส้น | - อย่าตีเส้นซ้ำเด็ดขาดจะเกิดความสับสน |
| 3. ตอกเข็มขัดสายที่เดินเป็นส่วน ๆ ไป เช่น ส่วนโคม ส่วนสวิตช์ ส่วนเต้ารับ ส่วนแผงสวิตช์ | - เฉลี่ยระยะเข็มขัดของการตอกเข็มขัด ตะปูที่ร้อยเข็มขัดจะต้องพับให้เหมาะสม | - อย่าใช้เข็มขัดสั้นหรือยาวเกินไปสำหรับรัดสาย |
| 4. กำหนดความยาวของสายแต่ละตอนและตัดสายเป็นช่วง ๆ ไป | - ใช้ตลับเมตรวัดคำนวณความยาวของสายแต่ละช่วงที่จะนำไปเดินสาย เผื่อปลายสายผ่านแป้นไม้รองรับ 15 เซนติเมตร | - อย่าตัดสายให้สั้นเกินไป |
| 5. รัดสายด้วยเข็มขัด | - ให้รัดสายด้วยผ้ารัดให้ตรงแนวสายไม่ตรงใช้มือดัดเบา แล้วใช้ค้อนตอกไล่สายเบา ๆ | - ระวังอย่าให้สายบิดหรือสายโก่ง |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 6. นำปลายสายเข้าอุปกรณ์โดยผ่านแป้นไม้รองรับ | - จะต่อสายทุกจุดที่เข้าวงจรนั้นต่อเข้า ให้แป้นไม้เจาะรู นำปลายสายสอดเข้าแป้นไม้และเข้าอุปกรณ์ | - อย่าปอกฉนวนไกลตัวนำ ต้องพันปลายสายเข้าอุปกรณ์ตัวนำให้ฉนวน |
| 7. ทดสอบวงจรด้วยเครื่องมือทดสอบวงจร | - ใช้โอห์มมิเตอร์ทดสอบวงจรเสียก่อนต่อสายเมนหรือต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ | - ต้องใช้ไขควงตรวจสอบ ตรวจสอบสาย Line ทุกครั้ง |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความเข้าใจทางเดินสายที่มีจุดต่อสาย 2 จุด โดยการต่อวงจรนั้นต้องให้ครบวงจรสองสายคือ สายลายน์และสายนิวตรอน

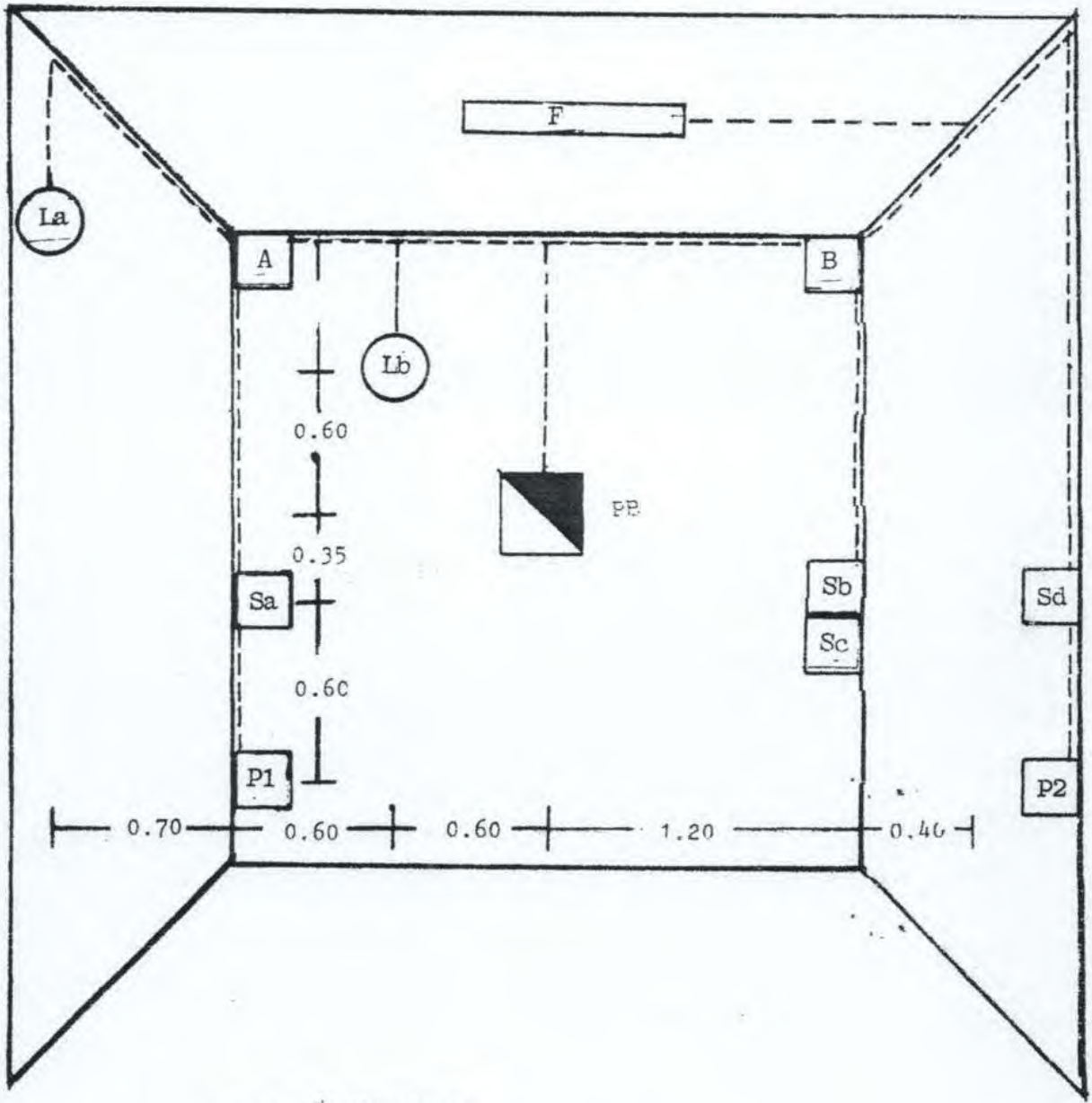
**วิธีสอน** สาธิต, บรรยาย

**หัวข้อสำคัญ**

- วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์
- การต่อวงจรฝากสายลายน์และสายนิวตรอน ให้ครบวงจร
- ใบให้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- ใบให้คะแนน

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

คำสั่ง จากวงจรติดตั้งจงเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ที่กำหนดให้โดยให้เดินสายมีจุดต่อกันที่กล่องต่อสาย จุด A และจุด B ให้ผู้รับการฝึกเป็นผู้กำหนด การวางจำนวนสายไฟฟ้าและขนาดสาย




รายละเอียดประกอบแบบ

PB แผงจ่ายไฟประกอบด้วย คัตเอาท์, ฟิวส์

AB เป็นกล่องต่อสาย

Sa, Sb เป็นวงจรสวิตช์สัมพันธ์บังคับ

Sc เป็นสวิตช์ทางเดียวบังคับหลอด Lb

Sd เป็นสวิตช์ทางเดียวบังคับหลอดฟลูออเรสเซนต์

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**เครื่องมือ**

| | |
|---|---|
| 1. ค้อนหัวเหลี่ยมขนาด 250 กรัม จำนวน | 1 อัน |
| 2. คีมตัด, คีมปากจรเข้, คีมปากจิ้งจก | 1 ชุด |
| 3. บิดหล่าเล็ก, กลาง, ใหญ่ | 1 ชุด |
| 4. ตลับเมตร | 1 อัน |
| 5. มีดปลอกสาย | 1 อัน |
| 6. สิ่วขนาด $1''_{2}$ | 1 อัน |
| 7. เลื่อยหลังแข็ง | 1 อัน |
| 8. ไขควงปากแบน 4", 6", 8" | 1 ชุด |
| 9. ไขควงตรวจสอบไฟ | 1 อัน |

| วัสดุติดตั้ง | | อุปกรณ์ไฟฟ้า | |
|---|---|---|---|
| 1. สกรูเกลียวปล่อยขนาด $1''_{2}$ | 4 ตัว | 1. ขั้วหลอดชนิดติดเพดาน | 1 อัน |
| 2. สกรูเกลียวปล่อยขนาด 1" | 12 ตัว | 2. หลอดไฟฟ้า | 2 หลอด |
| 3. สกรูเกลียวปล่อยขนาด $1\frac{1}{2}''$ | 8 ตัว | 3. สวิตช์ทางเดียวชนิดสวม | 2 อัน |
| 4. เข็มขัด No 0,2,3,4 | $1\frac{1}{2}$ ชุด | 4. แป้นไม้สวิตช์ | 6 อัน |
| 5. ตะปูตอกสาย $\frac{3}{8}$ | 1 ชุด | 5. เต้ารับ | 2 อัน |
| | | 6. คัตเอาท์ 20A | 1 อัน |
| | | 7. คาทริดจ์ฟิวส์ 25A | 1 ชุด |
| | | 8. แผงไม้ขนาด 6" × 8" | 1 อัน |
| | | 9. เทปพันสาย | 1 ม้วน |
| | | 10. สาย VAF 2 × 1 มม.$^2$ | |
| | | 11. สาย VAF 2 × 2.5 มม.$^2$ | |
| | | 12. หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 20 W | 1 ชุด |
| | | 13. กล่องไม้ 4" × 6" | 2 อัน |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

**วัตถุประสงค์** เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถเดินสายด้วยเข็มขัดวงจรสวิตช์ทางเดียวควบคุมหลอดและเต้ารับได้อย่างถูกต้อง

**เครื่องมือ, อุปกรณ์, และวัสดุ** ตามรายละเอียดในใบงาน

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 1. อ่านแบบใบงาน | - การอ่านแบบแผนผังไฟฟ้าให้มีความเข้าใจ นั้นเขียนตามลำดับขั้นตอน<br>- วงจรที่ใช้งานจริง (Wiring diagram)<br>- วงจรไฟฟ้า (Schemetic diagram)<br>- การเตรียมอุปกรณ์, เครื่องมือที่ใช้งาน | - ช่องระยะห่างแนวดิ่งวัดกึ่งกลางสายและกึ่งกลางอุปกรณ์แนวนอนเช่นเดียวกัน |
| 2. ใช้เครื่องตีเส้นแนวสายตามใบงาน | - ดึงเส้นด้ายจากผงสีของเครื่องตีเส้นมาแบบผนัง ใช้มือดัดเส้นให้สีเป็นรอยเห็นเด่นชัด ต้องให้ได้ฉากซึ่งกันและกันทุกเส้น | - อย่าตีเส้นซ้ำเด็ดขาดจะเกิดความสับสน |
| 3. ตอกเข็มขัดสายที่เดินเป็นส่วน ๆ ไป เช่น ส่วนโคม ส่วนสวิตช์ ส่วนเต้ารับ ส่วนแผงสวิตช์ | - เฉลี่ยระยะเข็มขัดของการตอกเข็มขัด ตะปูที่ร้อยเข็มขัดจะต้องพันให้เหมาะสม | - อย่าใช้เข็มขัดสั้นหรือยาวเกินไปสำหรับรัดสาย |
| 4. กำหนดความยาวของสายแต่ละตอนและตัดสายเป็นช่วง ๆ ไป | - ใช้ตลับเมตรวัดคำนวณความยาวของสายแต่ละช่วงที่จะนำไปเดินสาย เผื่อปลายสายผ่านแป้นไม้รองรับ 15 เซนติเมตร | - อย่าตัดสายให้สั้นเกินไป |
| 5. รัดสายด้วยเข็มขัด | - ให้รัดสายด้วยผ้ารัดให้ตรงแนวสาย ไม่ตรงใช้มือดัดเบา ๆ แล้วใช้ค้อนตอกไล่สายเบา ๆ | - ระวังอย่าให้สายบิดหรือสายโก่ง |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน |
|---|---|---|
| | เรื่อง มาตรฐานการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคาร | 0911520501 |
| | | งานย่อยที่ 1 |

| ขั้นตอนการปฏิบัติงาน | คำอธิบาย | ข้อควรระวัง |
|---|---|---|
| 6. นำปลายสายเข้าอุปกรณ์โดยผ่านแป้นไม้รองรับ | - จะต่อสายทุกจุดที่เข้าวงจรนั้นต่อเข้า ให้แป้นไม้เจาะรู นำปลายสายสอดเข้าแป้นไม้และเข้าอุปกรณ์ | - อย่าปอกฉนวนไกลตัวนำ ต้องพันปลายสายเข้าอุปกรณ์ตัวนำให้ฉนวน |
| 7. ทดสอบวงจรด้วยเครื่องมือทดสอบวงจร | - ใช้โอห์มมิเตอร์ทดสอบวงจรเสียก่อนต่อสายเมนหรือต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ | - ต้องใช้ไขควงตรวจสอบ ตรวจสอบสาย Line ทุกครั้ง |

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบเตรียมการสอน |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520801 |
| | เรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมรู้จักหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ตัดตอนวงจรไฟฟ้า
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเลือกชนิดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสได้ถูกต้อง

อุปกรณ์ช่วยฝึก

คู่มือผู้ฝึกอบรม คู่มือผู้เข้ารับการฝึกอบรม การใช้อุปกรณ์ช่วยฝึกอบรม ประกอบการฝึกอบรม

วิธีสอน

สอนแบบบรรยาย และแบบสาธิต จำนวน 21 ชั่วโมง

หัวเรื่อง

1. พุกประกับ
2. คุ้มและไวล์โฮลเดอร์
3. แรค
4. เข็มขัดรัดสายไฟ
5. หลอดไฟแบบต่างๆ
6. สวิทช์แบบต่างๆ
7. เต้ารับและเต้าเสียบ
8. คัทเอาท์
9. ปลั๊กฟิวส์
10. สวิทช์ทิชิโน
11. แมกเนติกคอนแทคเตอร์
12. ฟิวส์ควบคุมแบบต่างๆ
13. โอเวอร์โหลดรีเลย์
14. รีเลย์ช่วย
15. รีเลย์ตั้งเวลา

มอบหมายงาน

ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมศึกษาจากใบข้อมูล

การวัดผลและประเมินผล

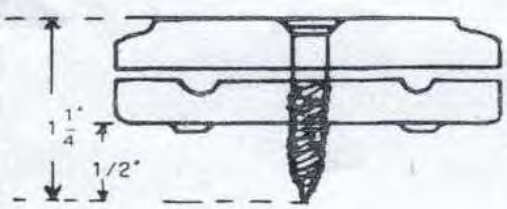
ให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมปฏิบัติตามแบบใบงานทดสอบ

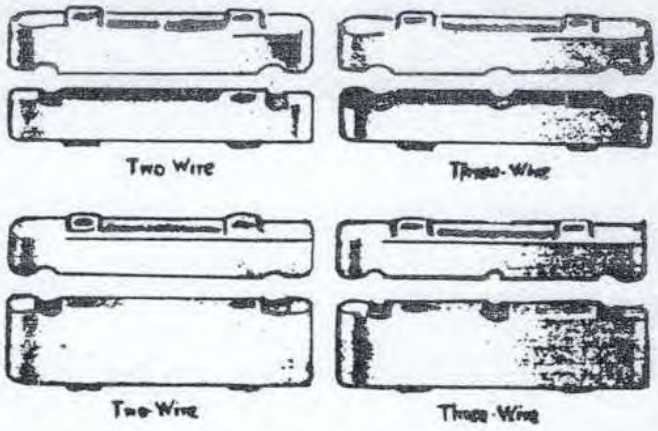
# อุปกรณ์การเดินสายไฟฟ้า

## พุกประกับ (Cleat)

ใช้ได้กับสายขนาดไม่เกิน 6 มม.$^2$ ใช้เดินติดกันฝาหรือเคร่าคาน ตะปูควงที่ใช้ต้องยาวเป็น 2 เท่าของความหนาของพุกประกับคู่นั้นประกบกันไม่นิยมเดินในเพดานเพราะระยะห่างของสายใกล้กันมาก อาจเป็นเหตุให้หนูเข้าไปทำรัง กัดสาย ทำให้สายลัดวงจรเป็นอันตราย นอกเสียว่าจะแยกยึดสายออกให้ห่าง ๆ กัน ช่วงห่างของพุกประกันไม่ควรเกิน 1.25 เมตร

**พุกประกับ (Cleat)**

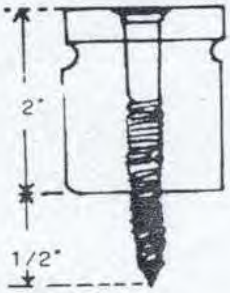


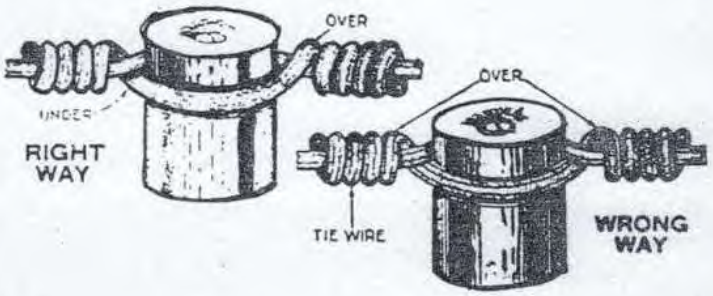



## ตุ้ม (Knobs)

ใช้ได้กับขนาดสายไฟไม่เกิน 70 มม.$^2$ ตะปูควงที่ใช้ต้องยาวประมาณ 1 เท่าครึ่งของความสูงของลูกตุ้มนั้น ๆ เวลาเดินใช้ระยะห่างของลูกตุ้มไม่น้อยกว่า 10 ซม. ช่วงตุ้มไม่เกิน 2.50 เมตร

ขนาดความยาวของตะปูควง



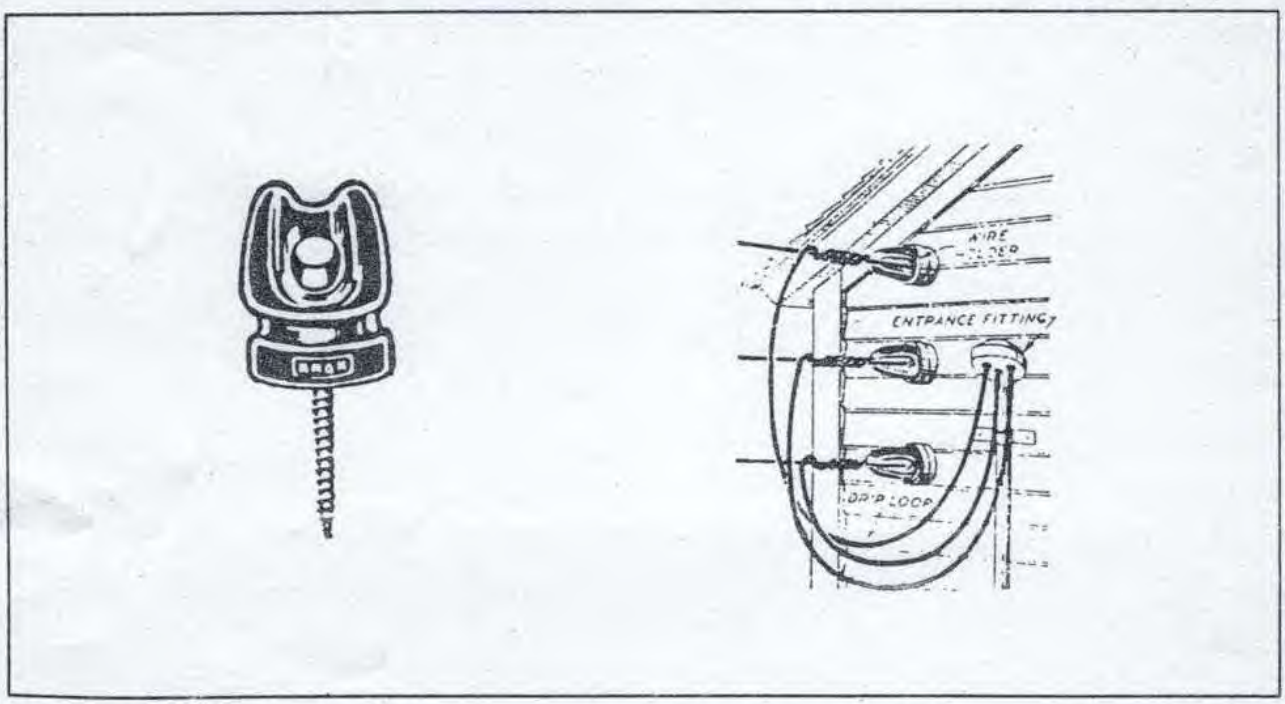

**ขนาดของตุ้มและวิธีใช้**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ตุ้มสูง | $\frac{1}{2}$ | นิ้ว | ใช้ยึดสายสัญญาณหรือสายโทรศัพท์ |
| ตุ้มสูง | 1 | นิ้ว | ใช้ยึดสายขนาด 1.0 มม.$^2$ - 6 มม.$^2$ |
| ตุ้มสูง | 2 - $2\frac{1}{2}$ | นิ้ว | ใช้ยึดสายขนาด 10 มม.$^2$ - 16 มม.$^2$ |

ถ้าเป็นสายขนาดใหญ่กว่า 16 ม.ม.$^2$ ควรเปลี่ยนเป็นรูปถ้วยก้านงอหรือก้านตรง หรือลอกแรงต่ำ

## ไวล์โฮลเดอร์ (Wire holder)

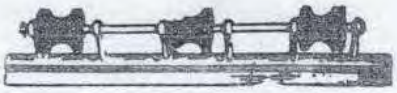
เป็นสิ่งจับยึด ใช้เดินสายแทนตุ้มได้ เพราะไวล์โฮลเดอร์จะมีตะปูควงยึดติดฐาน ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทันที



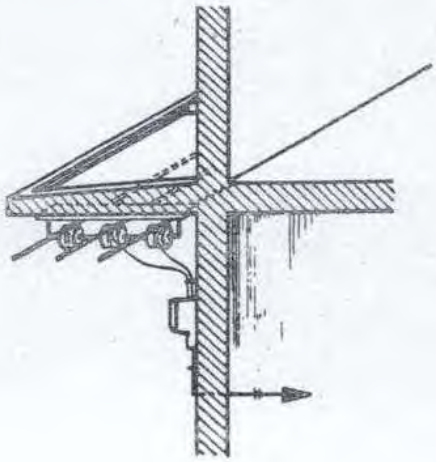

## 4) แรค (Rack)

การเดินสายแบบลอย หากสายไฟฟ้านั้นมีพื้นที่หน้าตัดเกินกว่า 16 ม.ม.$^2$ ต้องติดตั้งภายในโรงงานหรือภายในอาคารนั้น ต้องใช้แรคจับยึดสายเพื่อรับน้ำหนักของสายได้อย่างมั่นคง เช่น การไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ตัวอาคาร การรับไฟเข้าต้องใช้แรคเป็นตัวจับยึดสายไฟฟ้าไว้

**แรค (Rack)**



SECONDARY RACK 2 SPOOLS
SECONDARY RACK 3 SPOOLS
SECONDARY RACK 5 SPOOLS



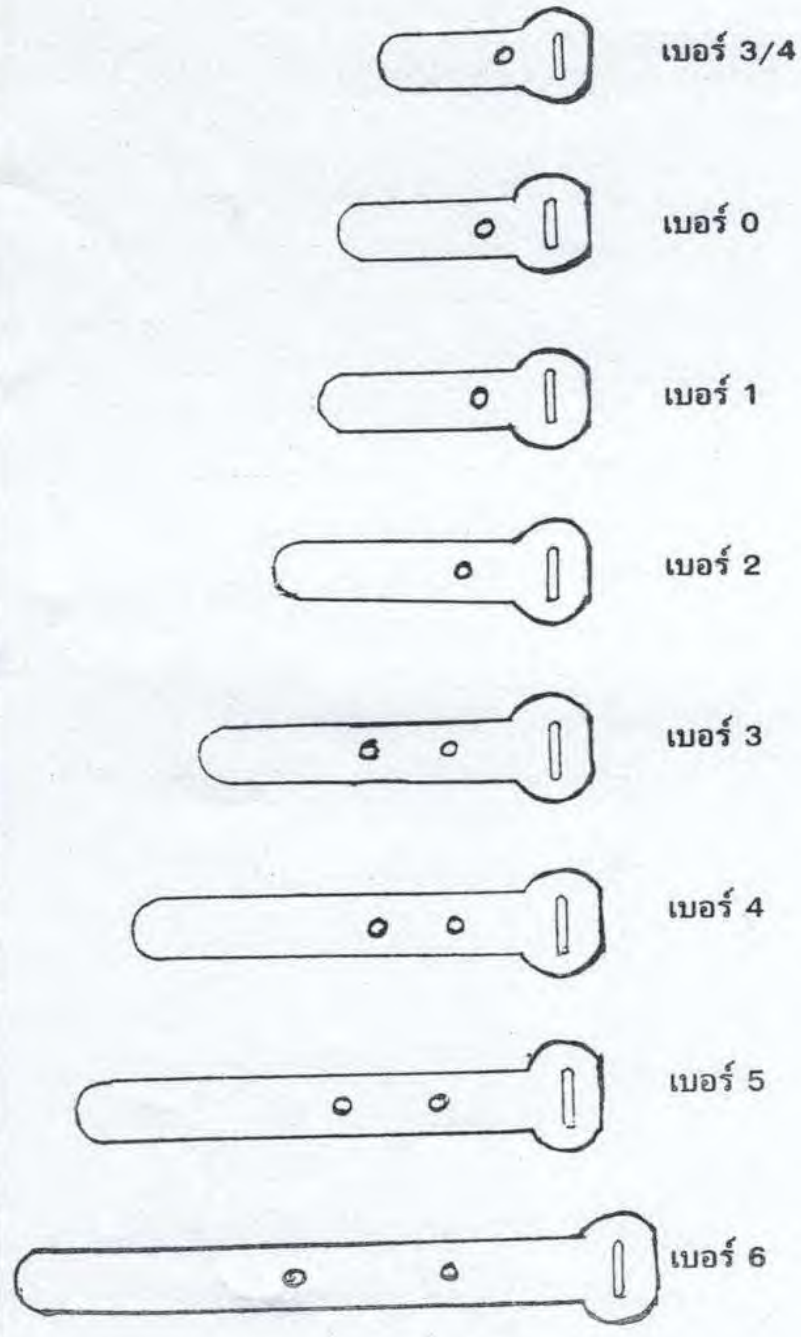
## เข็มขัดรัดสาย (Clip wiring)

ทำด้วยอะลูมิเนียมแผ่นบางเล็ก กว้าง $\frac{1}{2}$ นิ้ว ยาว $1\frac{1}{2}$ นิ้ว เป็นแผ่นบาง ๆ จะมีรู มีรูสำหรับใส่ตะปู สำหรับเข็มขัดที่มีขนาดใหญ่ เช่น เบอร์ 3, เบอร์ 4 ขึ้นไป ตอนกลางของเข็มขัดรัดสายจะมีรูสำหรับใส่ตะปูสองรู สายที่ใช้เดินด้วยเข็มขัดรัดสายควรเป็นสายยางหรือสาย PVC ซึ่งเป็นสายที่มีตัวนำคู่มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น สายที่มีฉนวนหุ้มชั้นเดียวไม่ควรนำมาใช้ ขนาดของสายที่ใช้เดินด้วยเข็มขัด ใช้ขนาดตั้งแต่ 0.5 ม.ม.$^2$ 2 - 16 ม.ม$^2$

การตอกเข็มขัดรัดสายควรให้ระยะห่างระหว่างเข็มขัดรัดสายประมาณ 10-12 ซม. ตะปูที่ใช้มีหลายขนาดเช่น ถ้าตอกติดกับไม้ก็ควรใช้ขนาด $\frac{3}{8}$ นิ้ว หรือ $\frac{1}{2}$ นิ้ว ถ้าตอกติดกับฝ้าก็ต้องใช้ขนาด $\frac{5}{8}$ นิ้ว เป็นอย่างน้อย ทางเลี้ยว ทางโค้ง ก็ควรตอกเพิ่มขึ้น เพื่อให้การเดินสายดูเรียบร้อย และแข็งแรงยิ่งขึ้น

ไม่ควรรัดสายด้วยเข็มขัด เมื่อมีการรัดสายตั้งแต่ 3 สายขึ้นไป เพราะสายที่ถูกรัดแทนที่จะแผ่ราบกันผิวอาคาร กลับจะถูกรั้งรวมกันเป็นก้อนทำให้หมดความสวยงาม

## ขนาดเข็มขัดที่ใช้งานยึดเดินสาย

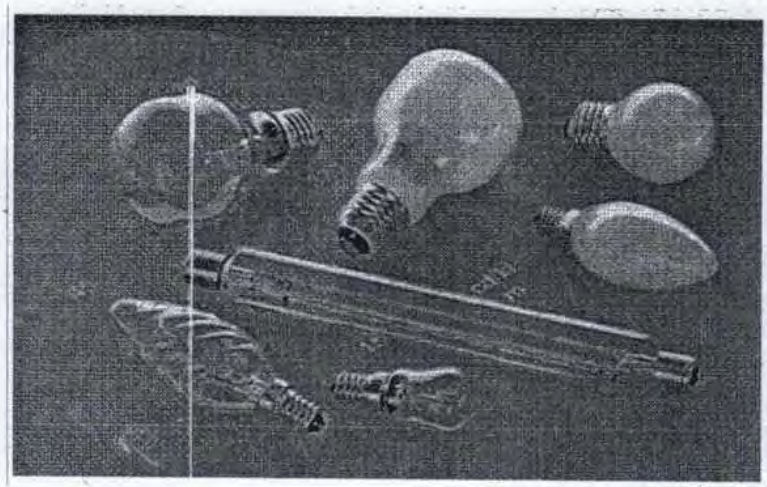


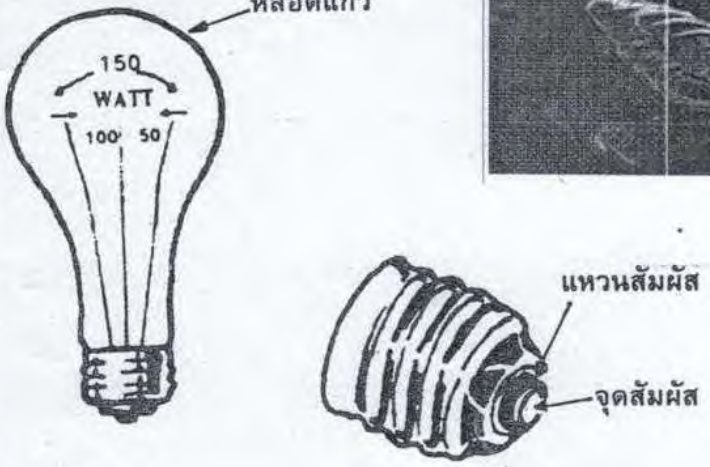
## 1 หลอดไฟฟ้า

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง จำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้เป็น 3 ประเภท คือ

### 1.1) หลอดธรรมดา (Incandescent Lamp)

เป็นลักษณะหลอดที่มีไส้บรรจุอยู่ภายในกระเปาะแก้วใส ซึ่งมีใช้กันทั่วไปตามบ้านเรือน หลอดแบบนี้เดิมทีเดียวใช้ถ่านคาร์บอนเป็นไส้ ซึ่งเอดิสัน เป็นคนคิดคนแรก ต่อมามีผู้แก้ไขดัดแปลง จนกระทั่งปัจจุบันไส้หลอดทำด้วยโลหะทังสเตนออสเมี่ยม ซึ่งมีอายุการใช้งานที่นานยิ่งขึ้นประมาณ 750-1000 ชั่วโมง



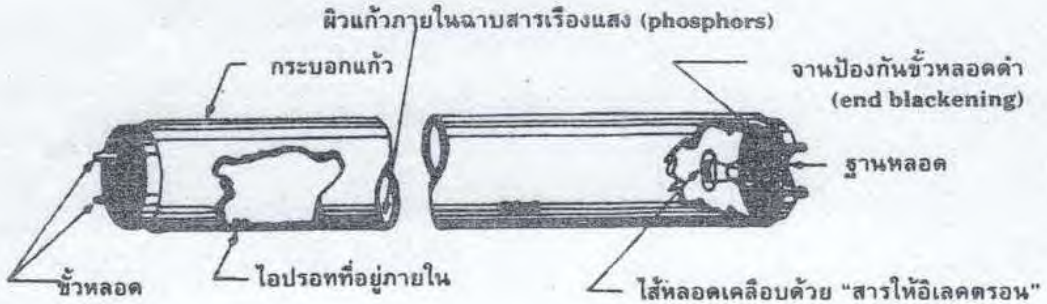


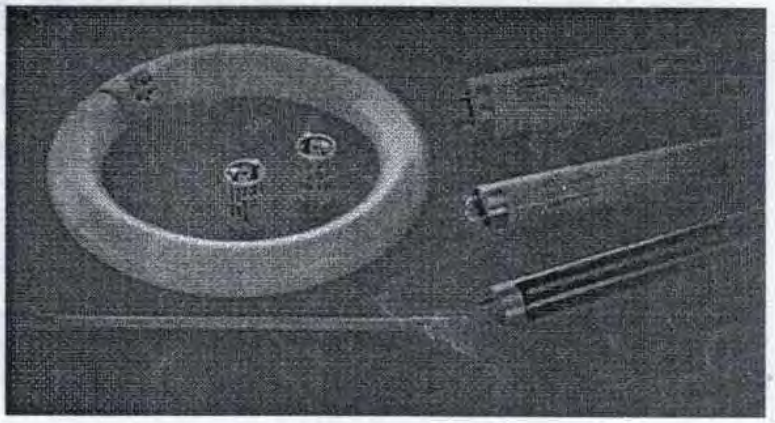

หลอดไฟฟ้าแบบธรรมดา

### 1.2) หลอดชนิดใช้แก๊สเป็นตัวเปล่งแสง (Gaseous Discharge Lamp)

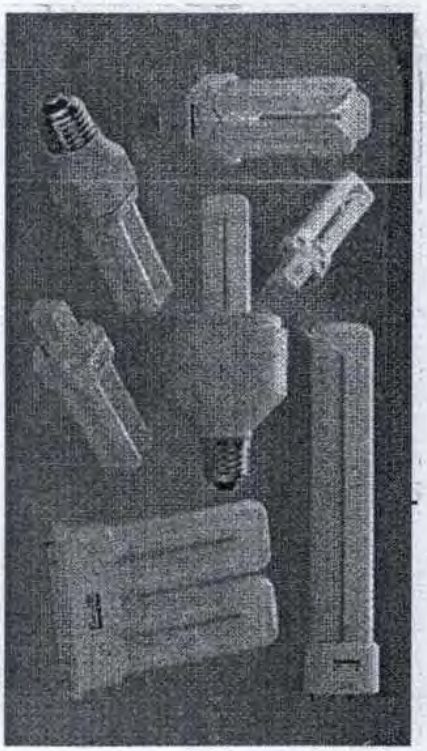
ได้แก่ พวกหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดนีออน หลอดไอปรอท หลอดไอโซเดียม หรือเรียกอีกอย่างว่า หลอดแสงจันทร์ เป็นต้น

**หลอดชนิดใช้แก๊สเป็นตัวเปล่งแสง**



หลอดฟลูออเรสเซนต์



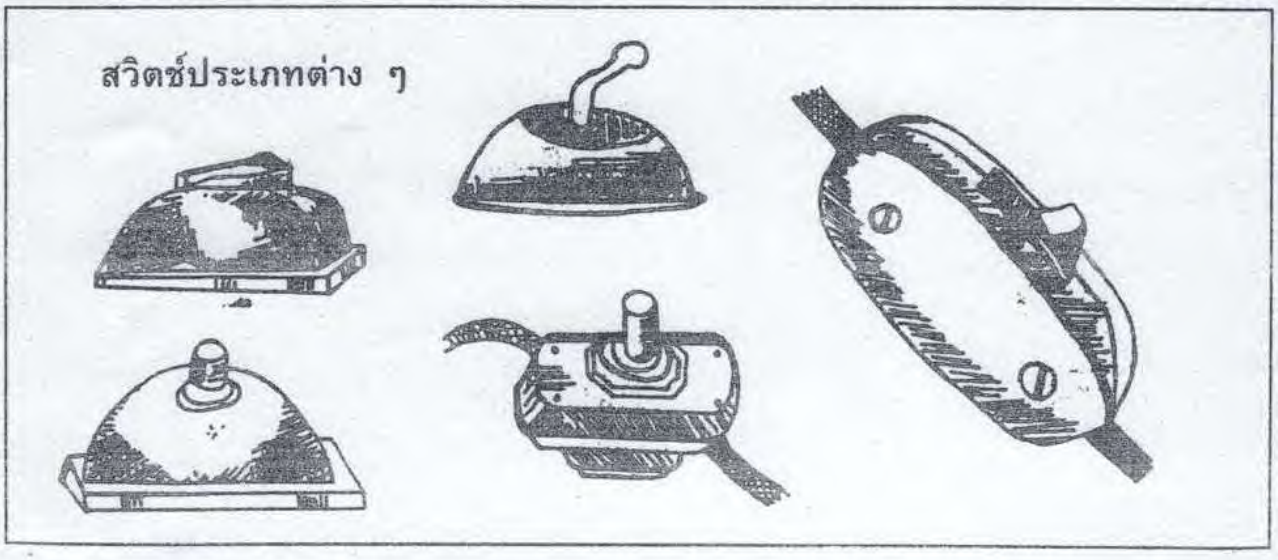
**วิธีเลือกใช้หลอดไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย**

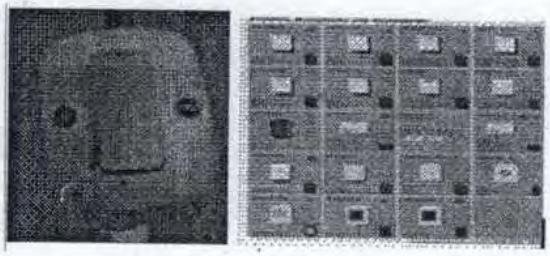
- ควรเลือกหลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดไฟและระยะเวลาใช้งานยาวนาน
- เลือกหลอดไฟฟ้าที่มีกำลังวัตต์เหมาะสมกับการใช้งาน
- บริเวณที่ต้องการความสว่างมาก ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์
- ปิดไฟทุกครั้งเมื่อเลิกใช้

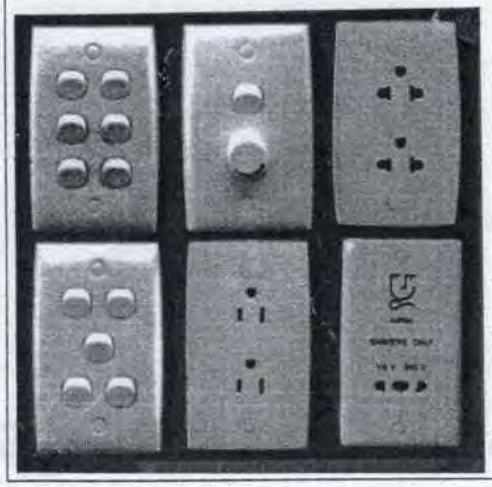
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520801 |
| | เรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

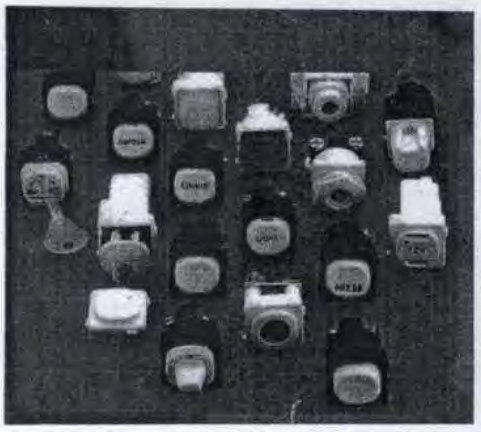
## สวิตช์ (Switch)

คืออุปกรณ์ปิดเปิดวงจรไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้า อาจจะทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก หรือทำงานโดยใช้มือสับโยกก็ได้







***สวิตช์ที่ใช้ในงานควบคุม***

สวิตช์ประเภททำงานด้วยมือ มีหลายรูปแบบที่สั่งการโดยใช้มือกดหรือใช้ส่วนอื่นของร่างกายกด เช่น สวิตช์เท้าเหยียบ สวิตช์ใช้มือโยก สวิตช์ใช้มือบิดหมุน เป็นต้น

โดยทั่วไปสวิตช์ปุ่มกดจะมีคอนแทคปกติปิดและเปิด อย่างละหนึ่งคอนแทคในตัวเดียวกันแต่สามารถนำคอนแทคมาต่อเพิ่มเติมได้ตามต้องการ สวิตช์ที่ใช้ในงานควบคุมสามารถแบ่งประเภทออกได้ดังนี้

**สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch)** เป็นสวิตช์สั่งการโดยใช้นิ้วมือกด ควบคุมให้วงจรทำงาน และหยุดทำงาน มีลักษณะการทำงานเป็นแบบกดติด ปล่อยดับ ปุ่มกดมีให้เลือกหลายสี เช่น ดำ แดง เขียว เหลือง เป็นต้น

(1) สวิตช์ปุ่มกด

(2) สวิตช์ปุ่มกดหัวดอกเห็ด

(3) สวิตช์ปุ่มกดแสดงสภาวะทำงาน

**รูปที่ 2.17 แสดงสวิตช์ปุ่มกดแบบต่างๆ**

**สวิตช์ปุ่มกดหัวดอกเห็ด (Giant head push button)** ปุ่มกดของสวิตช์จะมีขนาดใหญ่เหมือนรูปเห็ด จึงมีพื้นที่สัมผัสในการกดมากขึ้น ในสวิตช์ปุ่มกดธรรมดาจะต้องใช้ปลายนิ้วกดปุ่มเท่านั้นแต่แบบดอกเห็ดสามารถใช้ฝ่ามือกดได้ อาจใช้ท่อนแขนหรือส่วนอื่นของร่างกายกดได้ จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นสวิตช์สำหรับหยุดฉุกเฉิน

**สวิตช์ปุ่มกดแสดงสภาวะการทำงาน (Luminated push button)** เป็นสวิตช์ปุ่มกดที่มีหลอดไฟสัญญาณ อยู่ใต้ปุ่มกดเพื่อแสดงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ ที่ได้สั่งให้ทำงานไปแล้วเพื่อไม่มีการกดซ้ำอีกครั้ง

**สวิตช์เท้าเหยียบ (Foot push button)** เป็นสวิตช์ปุ่มกดที่สั่งการโดยใช้เท้าเหยียบ เหมาะสำหรับใช้กับเครื่องจักร ในโรงงานอุสาหกรรม เช่น เครื่องตัดโลหะแผ่น เครื่องปั๊มโลหะ เป็นต้น

**สวิตช์กดปุ่มแบบชุดประกอบกล่อง (Boxtype push button)** เป็นสวิตช์ที่ประกอบอยู่ในกล่อง จะมีสองตัว สามตัว หรือสี่ตัวก็ได้แล้วแต่การนำไปใช้งาน ปกติใช้ในการควบคุมมอเตอร์หมุนซ้าย-ขวา และหยุดการทำงาน

สวิตช์ปุ่มกดแบบเท้าเหยียบ

สวิตช์ปุ่มกดแบบชุดประกอบกล่อง

สวิตช์แบบปรับหมุน

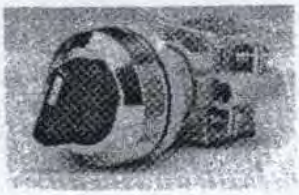
**รูปที่ 2.17 (ต่อ) แสดงสวิตช์ปุ่มกดแบบต่างๆ**

**สวิตช์แบบปรับหมุน (Selector switch)** เป็นสวิตช์ที่ใช้สั่งการให้เปิด-ปิดวงจร หรือใช้เลือกหาค่าใน INDICATOR METER เช่น ปรับหาค่าแรงดัน ปรับหาค่ากระแสในตู้สวิตช์บอร์ด เป็นต้น

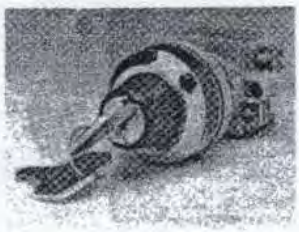
**สวิตช์ลูกศร (Arrow switch)** ลักษณะจะมีหัวลูกศรไว้ชี้ตำแหน่งอยู่บนปุ่มปรับ ใช้สำหรับเปิด-ปิดวงจร และสามารถปรับตั้งให้เป็นสามตำแหน่งได้ (OFF-1-2)

**สวิตช์กุญแจ (Key switch)** มีลักษณะเหมือนสวิตช์ลูกศร แตกต่างกันคือมีกุญแจสำหรับปิด-เปิด ให้ใช้เฉพาะบุคคลหรือควบคุมเครื่องจักรเฉพาะสำหรับผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

**สวิตช์สตาร์ทมอเตอร์เดินหน้า-ถอยหลัง (Dump switch)** เป็นสวิตช์ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ขนาดเล็ก ไม่เกิน 5 แรงม้า ใช้ในวงจรกำลังโดยตรง สั่งให้มอเตอร์เดินหน้า-ถอยหลัง โดยกายปรับโยกตำแหน่ง



สวิตช์ลูกศร



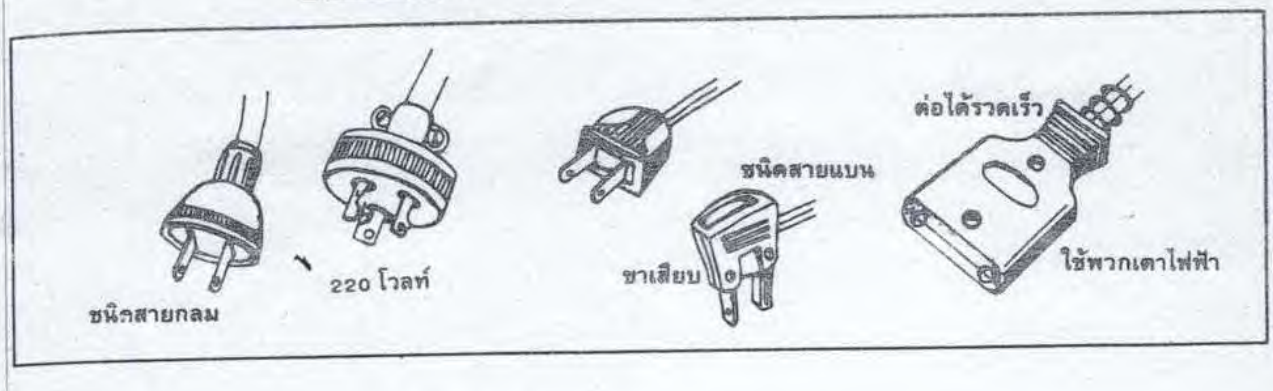
สวิตช์กุญแจ

สวิตช์สตาร์ทมอเตอร์แบบโยก

**รูปที่ 2.17 (ต่อ) แสดงสวิตช์ปุ่มกดแบบต่างๆ**

| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520801 |
| | เรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

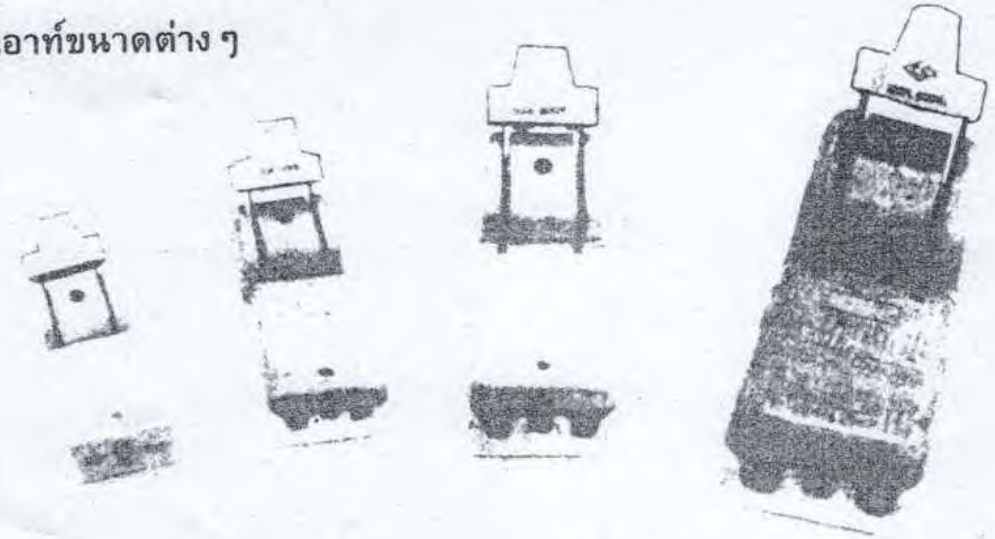
## ปลั๊กเสียบ (Plugs)




## คัทเอาท์ (Cut Out)

เป็นอุปกรณ์ตัดตอนชนิดหนึ่ง และยังเป็นอุปกรณ์ป้องกันด้วย กล่าวคือ ภายในในคัทเอาท์จะประกอบด้วยฟิวส์เส้นกลม ซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้า ที่มีจุดหลอมตัวต่ำ คือจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้จำนวนหนึ่งเท่านั้นถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลเกินขนาดความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้ฟิวส์นั้นขาดวงจรไฟฟ้าก็ขาดด้วย คัทเอาท์ที่นิยมใช้กันมีหลายขนาด เช่น 100A, 80A, 60A, 30A, 20A เป็นต้น

คัทเอาท์ขนาดต่าง ๆ

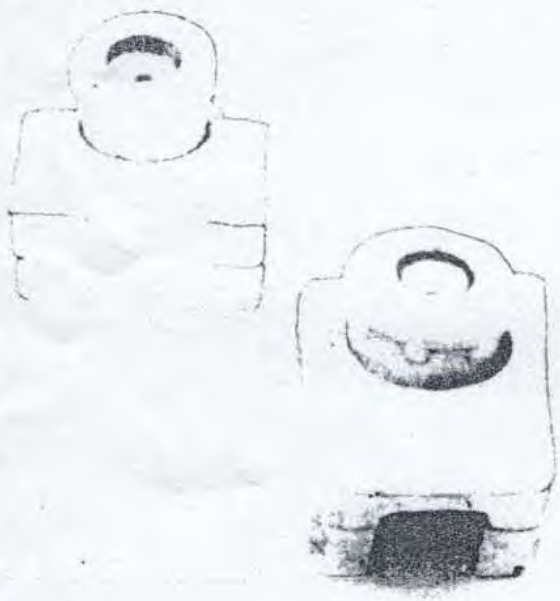


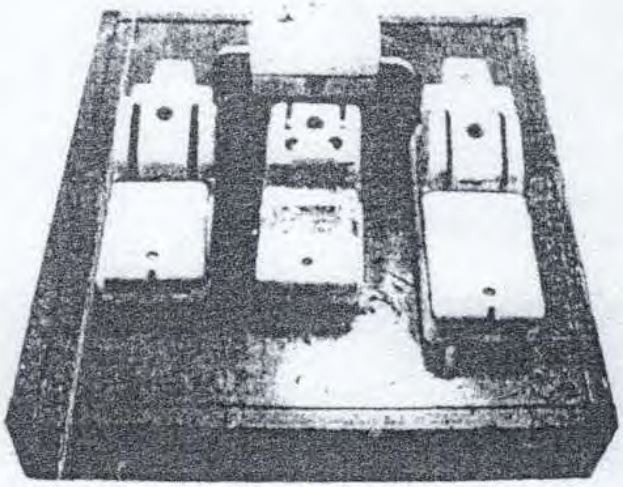
| | หลักสูตร ช่างไฟฟ้า | ใบข้อมูล |
|---|---|---|
| | | รหัส 0911520801 |
| | เรื่อง ชนิดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | งานย่อย ที่ 1 |

## ปลั๊กฟิวส์ (Plug Fuse)

ในกระบอกที่ทำด้วยกระเบื้องกลวงปิดดังรูป จะมีฟิวส์ลักษณะเป็นแท่งบรรจุอยู่ข้างใน เส้นฟิวส์ในแท่งกระเบื้องดังกล่าวนี้จะมีทรายบรรจุอยู่โดยรอบ มีหลายขนาด เช่น 10, 10, 16, 20, 25 แอมป์ เป็นต้น เมื่อฟิวส์ขาดแผ่นโลหะเล็ก ๆ ด้านบนจะหลุดกระเด็น

ปลั๊กฟิวส์

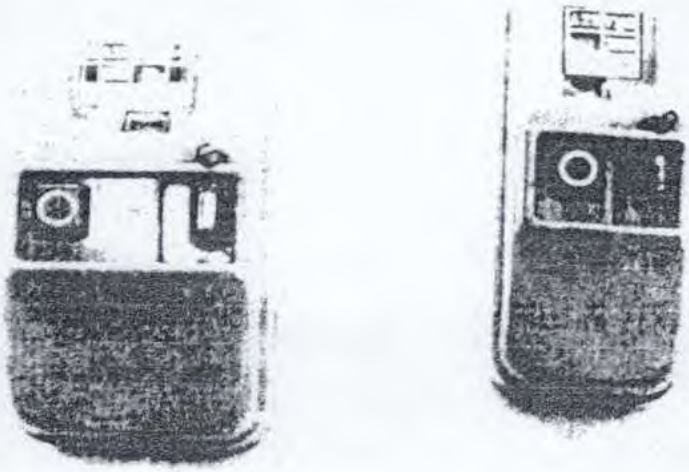




## สวิตช์ทิชิโน

เป็นอุปกรณ์ตัดตอนอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในการควบคุมโหลดเป็นจุด ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ , มอเตอร์, ปั๊มน้ำ ฯลฯ เป็นต้น เพราะมันสามารถป้องกันทั้งการโอเวอร์โหลดและการลัดวงจร

**สวิตช์ทิชิโน**



## ฟิวส์

ฟิวส์(fuse) หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ต่ออนุกรมกับวงจรไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นตัวตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจร หรือมีกระแสไหลมากผิดปกติในวงจรไฟฟ้า

ลักษณะโดยทั่วไปในตัวฟิวส์จะทำด้วยแถบหรือเส้นโลหะที่มีจุดหลอมตัวต่ำ หรือออกแบบให้เกิดการหลอมละลายได้ง่ายได้ง่ายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินพิกัด เมื่อฟิวส์ทำงานเนื่องจากมีกระแสไหลเกินค่าพิกัด กระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดความร้อนจนไส้ฟิวส์ที่บรรจุอยู่ภายในขาด ในช่วงเวลาที่ตัวฟิวส์หลอมละลายและเริ่มขาดออกจากกันก็จะเกิดการอาร์ก(arc)ขึ้น อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ฟิวส์ก็เป็นสิ่งสำคัญ ถ้าใช้ฟิวส์ที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า สายไฟฟ้า และอาจรวมถึงระบบไฟฟ้าด้วย

**คุณสมบัติของฟิวส์ที่ควรทราบ**

1) พิกัดแรงดัน(Voltage Rating) คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานของฟิวส์ จะกำหนดมาที่ตัวฟิวส์และห้ามนำไปใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ตัวฟิวส์

2) พิกัดกระแส(Current Rating) คือค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลต่อเนื่องผ่านฟิวส์โดยไม่ทำให้ฟิวส์เสียสภาพการใช้งานหรือไม่ทำให้อุณหภูมิสูงเกินกำหนด ดังนั้นในการใช้งานจึงจำเป็นต้องทราบค่ากระแสใช้งานสูงสุดด้วย เพื่อจะได้กำหนดขนาดพิกัดของฟิวส์ได้เหมาะสม

3) โหลดเกิน(Overload) คือการใช้งานที่เกินพิกัดกระแสของฟิวส์ ซึ่งต่างจากค่ากระแสลัดวงจรเพราะมีค่าไม่สูงนัก ค่าโหลดเกินมีไว้สำหรับใช้งานกับเครื่องอุปกรณ์บางชนิดเช่น เผื่อไว้สำหรับกระแสล็อกโรเตอร์ของมอเตอร์ ซึ่งฟิวส์จะใช้งานโหลดเกินได้ในระยะเวลาหนึ่ง

4) หน่วงเวลา(Time Delay) คือระยะเวลาที่ฟิวส์ขาดช้ากว่าที่กำหนด เมื่อมีกระแสโหลดเกินค่าพิกัดของกระแสฟิวส์ เพื่อใช้สำหรับกระแสเริ่มเดินมอเตอร์

5) ระยะเวลาการหลอมละลาย(Melting Time) คือช่วงระยะเวลาที่ฟิวส์เริ่มหลอมละลาย หลังจากที่มีกระแสไหลผ่านฟิวส์เกินค่าพิกัดของกระแสฟิวส์ต่อจากนี้อีกชั่วระยะเวลาหนึ่งฟิวส์จะขาด

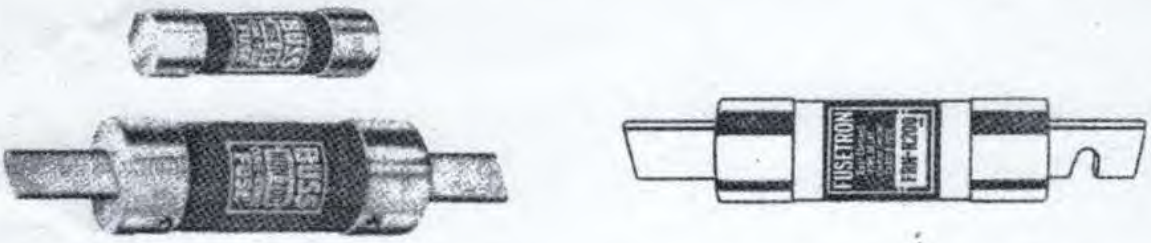
6) ระยะเวลาตัดกระแส(Clearing Time) คือช่วงเวลาที่นับจากที่ฟิวส์เริ่มมีกระแสไหลเกินจนถึงเวลาที่ฟิวส์ขาด

7) พิกัดตัดกระแสลัดวงจร(Interrupting Capacity) หรือ IC คือค่าพิกัดตัดกระแสสูงสุดที่ฟิวส์จะทำงานตัดกระแสได้อย่างปลอดภัย

**มาตรฐานของฟิวส์** ฟิวส์ที่ใช้ในประเทศไทยมาจากหลายประเทศด้วยกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ มาตรฐานอเมริกันและมาตรฐานยุโรป

1 ฟิวส์ตามมาตรฐานอเมริกันแบ่งฟิวส์แรงต่ำออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) คาร์ทริดจ์ฟิวส์(Cartridge Fuse) ออกแบบให้เหมาะสมที่จะใช้ป้องกันวงจรย่อยและสายป้อนของระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ คือชนิด H, G, J, L, T, R เป็นต้น




(ก) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ประเภท H (ข) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ประเภท R

**รูปที่ 2.1 คาร์ทริดจ์ฟิวส์ตามมาตรฐาน NEC**

2) ปลั๊กฟิวส์ (Plug Fuse) ออกแบบสำหรับป้องกันวงจรย่อยและสายป้อนของระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง มีพิกัดแรงดัน 125 โวลต์ ไม่เหมาะกับประเทศไทยเพราะทั่วไปใช้แรงดัน 220 โวลต์

3) ฟิวส์สำหรับป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติม ฟิวส์ชนิดนี้จะไม่ใช้ป้องกันวงจรย่อยแต่จะใช้ป้องกันกระแสเกินของอุปกรณ์เป็นตัวๆ ไป เช่นใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กหรือระบบอิเล็กทรอนิกส์

4) ฟิวส์พิเศษ เป็นฟิวส์ที่ไม่ได้ออกแบบให้ใช้กับวงจรย่อยและสายป้อนแต่จะใช้กับการป้องกันกระแสเกินของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นการเฉพาะ

2 ฟิวส์ตามมาตรฐานยุโรป แต่ละประเทศมีมาตรฐานเป็นของตนเองแต่ที่มีใช้มากในประเทศไทยเป็นฟิวส์ตามมาตรฐานของประเทศเยอรมันนี ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ประเภท D (D-Fuse) และ DO มีพิกัดกระแสไม่สูงนักคือไม่เกิน 200 แอมแปร์ แรงดัน 500 โวลต์ ค่าพิกัดตัดกระแสอาจมีตั้งแต่ 50 กิโลแอมแปร์ หรือสูงกว่า ฟิวส์ประเภทนี้สับเปลี่ยน

ขนาดไม่ได้ออกแบบไว้ให้ใช้กับตัวฟิวส์ตามขนาดที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีให้เลือก 2 แบบ คือฟิวส์ทำงานไวและฟิวส์หน่วงเวลาใช้กับโหลดมอเตอร์ดังรูปที่ 2.2 สำหรับรูปที่ 2.3 แสดงชิ้นส่วนของดีฟิวส์(D) และ ฟิวส์ DO ฐานของฟิวส์จะมีขนาดต่างๆ กันซึ่งแต่ละขนาดก็จะใส่ฟิวส์ได้ตามที่กำหนดโดยมาตรฐาน DIN และ VDE

(ก) ฟิวส์ประเภท D แบบหน่วงเวลา (ข) ฟิวส์ประเภท DO

**รูปที่ 2.2 คาร์ทริดจ์ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC 269 หรือ VDE 0636**

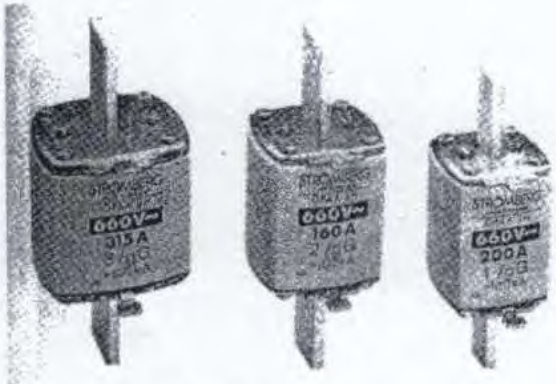
(ก) ฟิวส์ประเภท D (ข) ฟิวส์ประเภท DO

**รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบคาร์ทริดจ์ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC 269 หรือ VDE 0636**

**ตารางที่ 2.1 แสดงชนิด พิกัด ของฟิวส์ประเภท D และDo**

| ฟิวส์ D | | พิกัดกระแส A | รหัสสี | ฟิวส์ DO | |
|---|---|---|---|---|---|
| ชนิด | ระยะพิกัดกระแส A | | | ชนิด | ระยะพิกัดกระแส A |
| DII | 2 -25 | 2 | ชมพู | DO1 | 2 - 16 |
| | | 4 | น้ำตาล | | |
| | | 6 | เขียว | | |
| | | 10 | แดง | | |
| | | 16 | เทา | | |
| | | 20 | น้ำเงิน | DO2 | 20 - 63 |
| | | 25 | เหลือง | | |
| DIII | 35 - 63 | 35 | ดำ | | |
| | | 50 | ขาว | | |
| | | 63 | ทองแดง | | |
| DIV H | 80 - 100 | 80 | เงิน | DO3 | 80 - 100 |
| | | 100 | แดง | | |
| VDH | 125 - 200 | 125 | เหลือง | DO4 | 125 - 200 |
| | | 160 | ทองแดง | | |
| | | 200 | น้ำเงิน | | |

2) คาร์ทริดจ์ฟิวส์ประเภท gL/gI หรือฟิวส์ HRC ตามมาตรฐาน VDE 0636 เป็นฟิวส์จำกัดกระแส ฟิวส์ชนิดนี้มีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูง อาจถึง 100 กิโลแอมแปร์ หรือมากกว่า สามารถป้องกันได้ทั้งโหลดเกินและการลัดวงจร จึงนิยมใช้ป้องกันมอเตอร์ นอกจากนี้ยังนำไปใช้กับสวิตช์เกียร์ คอนแทคเตอร์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ ดังรูปที่ 2.4




**รูปที่ 2.4 คาร์ทริดจ์ฟิวส์ประเภท gL/gI หรือ gG**

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดและพิกัดกระแสของคาร์ทริดจ์ประเภท gL/gI

| ขนาด (Size) | ฐาน(Base) | ขนาดฟิวส์ที่ใช้ (A) |
|---|---|---|
| 00 | 125 | 6, 10, 16, 20, 25, 35, 50 ,63, 80, 100, 125 |
| 0 | 160 | 25, 35, 50, 63, 80, 100, 125, 160 |
| 1 | 250 | 80, 100, 125, 160, 200, 250 |
| 2 | 400 | 125, 160, 200, 250, 315, 400 |
| 3 | 630 | 315, 400, 500, 630 |
| 4 | 1000 | 500, 630, 800, 1000 |
| 4a | 1250 | 500, 630, 800, 1000, 1250 |

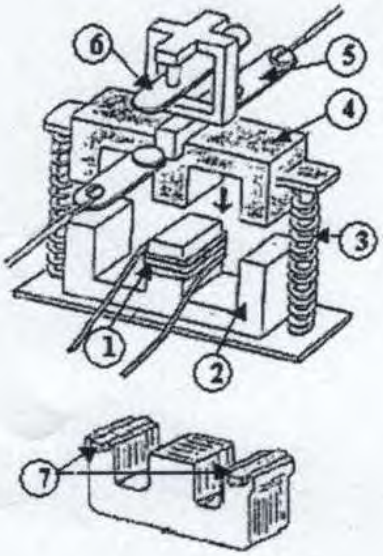
**ประโยชน์การนำฟิวส์ไปใช้งาน**

1) ใช้ฟิวส์เป็นตัวสำรองป้องกันเซอร์กิตเบรกเกอร์
2) ใช้ฟิวส์เป็นตัวป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์
3) ใช้ฟิวส์เป็นตัวป้องกันการใช้เกินกำลังมอเตอร์
4) ใช้ฟิวส์เป็นตัวป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า

***<u>แมกเนติกคอนแทคเตอร์</u>***

เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง ลักษณะการทำงานเป็นแบบ Plunger Type ทนกระแสได้สูง ในตัวของมันเองนอกจากจะมีคอนแทคสำหรับวงจรกำลังแล้ว ยังมีคอนแทคช่วยปกติปิดและปกติเปิดอีกด้วย อาจจะมีอยู่อย่าง 1 หรือ 2 คอนแทคให้เลือกใช้ตามความจำเป็นของวงจรใช้งาน

**1 โครงสร้างพื้นฐานของคอนแทคเตอร์** ประกอบด้วย



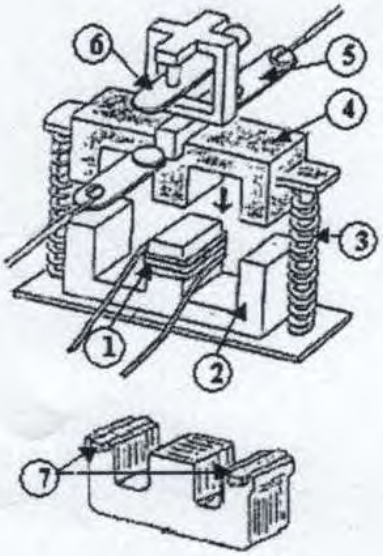

1. ขดลวดแม่เหล็ก
2. แกนเหล็กตัว E อยู่กับที่
3. สปริงดันกลับ ดันชุดเคลื่อนที่กลับ
4. แกนเหล็กตัว E เคลื่อนที่
5. หน้าสัมผัสอยู่กับที่
6. หน้าสัมผัสเคลื่อนที่
7. เชดเดดริง

**รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างคอนแทคเตอร์**

***<u>แมกเนติกคอนแทคเตอร์</u>***

เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง ลักษณะการทำงานเป็นแบบ Plunger Type ทนกระแสได้สูง ในตัวของมันเองนอกจากจะมีคอนแทคสำหรับวงจรกำลังแล้ว ยังมีคอนแทคช่วยปกติปิดและปกติเปิดอีกด้วย อาจจะมีอยู่อย่าง 1 หรือ 2 คอนแทคให้เลือกใช้ตามความจำเป็นของวงจรใช้งาน

**1 โครงสร้างพื้นฐานของคอนแทคเตอร์** ประกอบด้วย



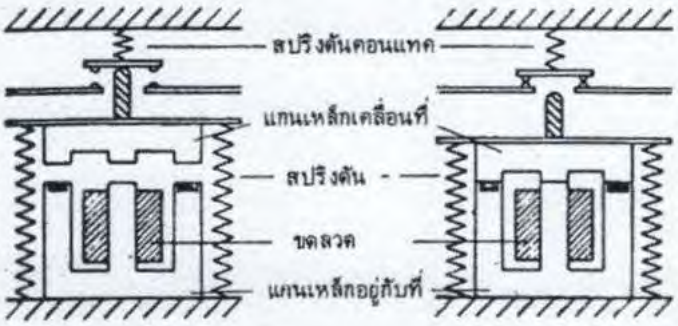

1. ขดลวดแม่เหล็ก
2. แกนเหล็กตัว E อยู่กับที่
3. สปริงดันกลับ ดันชุดเคลื่อนที่กลับ
4. แกนเหล็กตัว E เคลื่อนที่
5. หน้าสัมผัสอยู่กับที่
6. หน้าสัมผัสเคลื่อนที่
7. เชดเดดริง

**รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างคอนแทคเตอร์**

**2 หลักการทำงาน ของคอนแทคเตอร์**

หลักการทำงานคือ จะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันขึ้นรูปอยู่ 2 ชุด โดยชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ โดยแกนกลางตัว E ชุดนี้จะมีขดลวดพันบนบอบปิ้นสวมอยู่ ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาด้านข้างอีก 2 ข้างนั้น จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดวงจรไว้เป็นรูปวงแหวนและฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกน เพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องมาจากไฟกระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่าเชดเดดริง Shadad ring ส่วนแกนเหล็กตัว E อีกขุดจะเป็นส่วนเคลื่อนที่ได้ โดยมีคอนแทคติดอยู่

ในสภาวะปกติ (Off) แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริงทั้งสองด้าน หน้าสัมผัสของคอนแทคจึงไม่ต่อกัน ในสภาวะที่ขดลวดได้รับพลังงานไฟฟ้าแรงจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดเคลื่อนที่เคลื่อนลงมาติดกัน ทำให้หน้าสัมผัสคอนแทคต่อกันได้




(ก) ขณะปกติ (ข) ขณะทำงาน

**รูปที่ 2.10 แสดงสภาวะการทำงานคอนแทคเตอร์**

**3 ชนิดและขนาดของคอนแทคเตอร์**

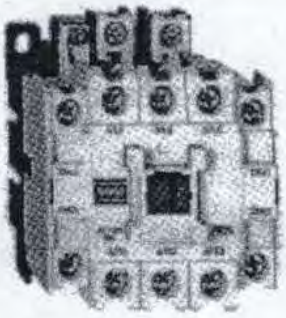
คอนแทคเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะของโหลดและการใช้งาน คือ AC 1, AC 2, AC 3 และ AC 4 รายละเอียดมีดังนี้

1) AC 1 เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะกับโหลดที่เป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีค่าอินดัคทีฟต่ำ

2) AC 2 เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับโหลดที่เป็นสริปริงมอเตอร์

3) AC 3 เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้สตาร์ทและหยุดโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก

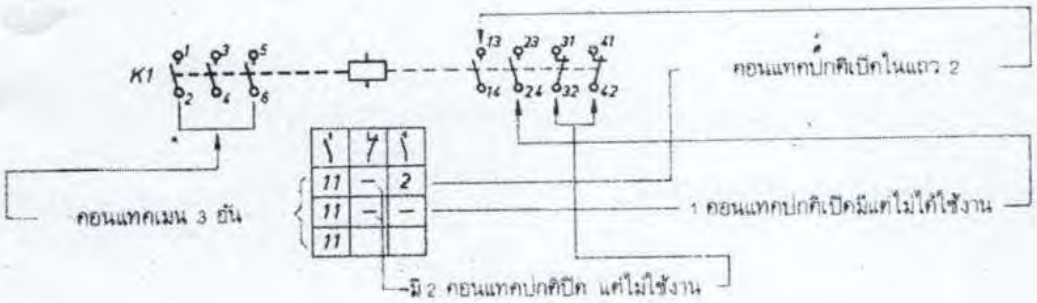
4) AC 4 เป็นคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสำหรับการสตาร์ท – หยุดมอเตอร์ และการกลับทางหมุนของมอเตอร์



**รูปที่ 2.11 แสดงคอนแทคเตอร์ยี่ห้อหนึ่ง**

**4 สัญลักษณ์และตารางคอนแทค**

ที่ในวงจรควบคุมจะมีตารางบอกคอนแทคที่นำมาใช้งาน บอกให้รู้ว่าคอนแทคเตอร์แต่ละตัวมีคอนแทคเมน และคอนแทคช่วยที่ใช้งานกี่ตัวและอยู่ที่แถวไหนบ้าง ตัวเลขที่เขียนอยู่ในตารางแสดงถึงแถวต่างๆ ของวงจร ตารางแต่ละตารางจะต้องเขียนให้ตรงกับคอนแทคเตอร์ตัวนั้นๆ เครื่องหมาย(-) ในตารางแสดงว่าคอนแทคนั้นมีอยู่แต่ไม่ได้ใช้งาน




**รูปที่ 2.12 แสดงตารางคอนแทคเตอร์**

**5 การเลือกขนาดและชนิดคอนแทคเตอร์ใช้งาน**

การพิจารณาเลือกขนาดของคอนแทคเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ จะพิจารณาที่ Rated Current และแรงดันของมอเตอร์กับ Rated Operating Current ซึ่งคอนแทคเตอร์ตัวหนึ่งอาจใช้กับมอเตอร์ที่มี kW ต่างกันได้ เช่น คอนแทคเตอร์ตัวหนึ่งมี Rated Operating Current 9A ที่ 380V และ 5A ที่ 500V จะสามารถใช้ได้กับ

มอเตอร์ขนาด 2.2 kW 200 V ซึ่งมี Rated Current ประมาณ 8.7 A หรือใช้กับมอเตอร์ขนาด 4 kW 380 V ซึ่งมี Rated Current ประมาณ 8.5 A และใช้ได้กับมอเตอร์ขนาด 3 kW 500 V ซึ่งมี Rated Current ประมาณ 5 A

**ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างขนาดคอนแทคเตอร์ยี่ห้อหนึ่ง**

| AC Operated | | Type | B6 | B9 | B12 | B16 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Motor output** | $P_e$ AC2, AC3 | | | | | |
| 50/60 Hz | at 380-400 V | kW | 4 | 4 | 5.5 | 7.5 |
| | 500 V | kW | 3 | 4 | 5.5 | 7.5 |
| **Rated operated current,** max. | | $I_e$ | | | | |
| AC1 | ambient temp. ≤ 40°C | A | 20 | 22 | 24 | 28 |
| | ambient temp. ≤ 55°C | A | 16 | 20 | 22 | 25 |
| | ambient temp. ≤ 70°C | A | - | 17 | 19 | 23 |
| with cable area | | $mm^2$ | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 4 |
| AC3 | 380-400 V | A | 9 | 9 | 12 | 16 |
| 3-pole | 500 V | A | 5.5 | 7 | 10 | 13 |

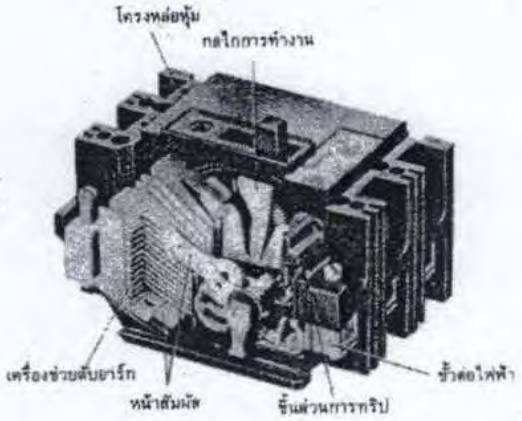
การเลือกคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสมกับงานจะต้องดู Technical data ของคอนแทคเตอร์จากบริษัทผู้ผลิตให้เหมาะสมกับงาน ซึ่งมีข้อที่ต้องพิจารณาคือ

1) ลักษณะของโหลดและการใช้งาน
2) แรงดันและความถี่
3) สถานที่ใช้งาน
4) ความบ่อยครั้งในการทำงาน
5) การป้องกันจากการสัมผัส
6) ความคงทนทางกลและทางไฟฟ้า

***เซอร์กิตเบรกเกอร์***

เซอร์กิตเบรกเกอร์ในระบบแรงต่ำที่นิยมใช้คือ แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Air Circuit Breaker) และโมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Molded Case Circuit Breaker) ทั้งสองชนิดใช้อากาศเป็นตัวกลางในการดับอาร์กทั้งคู่ การใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์มีข้อดีตรงที่ เมื่อเกิดกระแสเกินแล้วเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานปลดวงจรแล้วก็ยังสามารถกลับมาทำงานใหม่ได้อีกโดยไม่ต้องเปลี่ยนใหม่เหมือนฟิวส์ แต่ก็มีข้อเสียคือมีราคาแพงกว่าฟิวส์

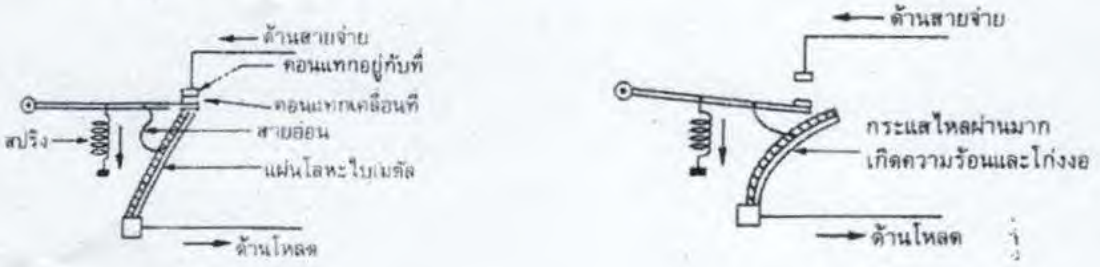
**1 โครงสร้าง** หล่อหุ้มด้วยวัสดุที่เป็นฉนวน ทำมาจากโมลดาร์ต้า (Moldarta) หรือใยแก้วโพลีเอสเตอร์ (Glass Polyester) ที่มีความคงทนของไดอิเล็กตริกสูง แต่ละรุ่นของโครงโมลด์เคสจะถูกออกแบบให้แตกต่างกันออกไป แล้วแต่คุณสมบัติและขีดความสามารถของเบรกเกอร์รุ่นนั้นๆ เช่น พิกัดแรงดันสูงสุด พิกัดกระแสทริป พิกัดกระแสเฟรม เป็นต้น




**รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของโมลด์เคสเซอร์กิตเบรกเกอร์**

**2 หลักการทำงาน** เซอร์กิตเบรกเกอร์โดยทั่วไปมีลักษณะการทำงานดังนี้

1) ทำงานด้วยความร้อน (Thermal Trip) ใช้หลักการขยายตัวของโลหะสองชนิดที่ไม่เท่ากัน เมื่อกระแสไหลผ่านจะเกิดความร้อน โลหะสองแผ่นจะขยายตัวไม่เท่ากันและจะไปดันกลไกให้ปลดวงจร ดังรูปที่ 2.5 เวลาในการทำงานจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับกระแสที่ไหลผ่าน เป็นการทำงานแบบเวลาผกผันเหมาะสำหรับการทำงานในวงจรที่อาจเกิดโหลดเกินชั่วขณะ เช่น ในการเริ่มเดินมอเตอร์




**(ก) สภาวะกระแสปกติ** **(ข) สภาวะกระแสโหลดเกิน**

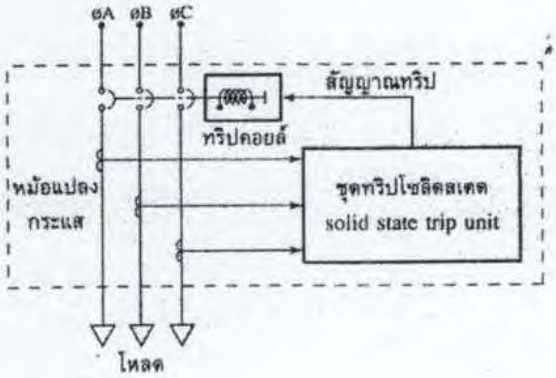
**รูปที่ 2.6 แสดงการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานด้วยความร้อน**

2) ทำงานด้วยอำนาจแม่เหล็ก (Magnetic Trip) คือการทำงานโดยอำนาจแม่เหล็ก เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดที่เป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กถึงค่าที่กำหนดแม่เหล็กจะดูดกลไกให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานปลดวงจร การทำงานแบบนี้เหมาะที่จะปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสลัดวงจร(Short Circiut) เนื่องจากทำงานได้รวดเร็ว

(ก) สภาวะกระแสปกติ (ข) สภาวะลัดวงจร

**รูปที่ 2.7 แสดงการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานด้วยอำนาจแม่เหล็ก**

3) ทำงานด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือโซลิดสเตต (Solid Stat Trip) เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้จะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับกระแสที่ทำงานให้ความแม่นยำสูง ทั้งยังสามารถปรับค่าต่างๆ ได้ทั้งค่ากระแสและเวลา โดยเฉพาะเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดใหญ่มักนำระบบนี้มาใช้ควบคุม ดังรูปที่ 2.8 ประกอบด้วยหม้อแปลงกระแต่ละเฟส เพื่อลดขนาดกระแสป้อนเข้าไปยังชุดทริปโซลิดสเตต โดยใช้ค่ากระแสที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่ากระแสที่กำหนด เมื่อสูงถึงค่าที่กำหนด ชุดทริปโซลิดสเตตก็จะส่งสัญญาณไปทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์




**รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานด้วยโซลิดสเตต**

**3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC**

เซอร์กิตเบรกเกอร์มีมาตรฐานการผลิตและทดสอบเช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่นๆ ที่รู้จักทั่วไปคือ NEMA , BS และ IEC แต่ละมาตรฐานจะกำหนดวิธีการทดสอบต่างกัน รวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆ ด้วย เช่น แรงดันใช้งาน ที่สำคัญคือพิกัดตัดกระแสลัดวงจร (IC) การกำหนดพิกัดตัดกระแสลัดวงจรต้องอ้างมาตรฐานด้วยปัจจุบันมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าอ้างอิงมาตรฐาน IEC ซึ่งแบ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามการใช้งาน ออกเป็น 2 ชนิด

คือมาตรฐาน IEC 60898 และ IEC 60947 – 2 ซึ่งแต่ละเลขหมายของมาตรฐานมีจุดประสงค์การใช้งานแตกต่างกันในมาตรฐานมีค่าพิกัดต่างๆที่สำคัญดังนี้

1) พิกัดกระแสใช้งาน (In) หมายถึงขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถนำกระแสได้ต่อเนื่องโดยไม่ปลดวงจร

2) พิกัดตัดกระแสลัดวงจร (Icn) หมายถึงพิกัดตัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดได้

3) พิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด (Icu) หมายถึงพิกัดตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เมื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วจะไม่คำนึงว่าจะใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่องในภายหลังหรือไม่ หมายถึงยังสามารถใช้งานได้ต่อไปแต่คุณสมบัติการทำงานอาจเปลี่ยนไป

4) พิกัดตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน (Ics) หมายถึงพิกัดตัดกระแสที่หลังจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดวงจรแล้วจะต้องใช้งานได้ปกติอย่างต่อเนื่อง

5) พิกัดทนกระแสช่วงเวลาสั้น (Icw) หมายถึงพิกัดกระแสลัดวงจรที่เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถทนได้ตลอดระยะเวลาการหน่วงเวลาปกติ

**4 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60898**

เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ผลิตตามมาตรฐานนี้ เหมาะสำหรับใช้งานในบ้านอยู่อาศัยและอาคารทั่วไป มาตรฐานกำหนดขนาดสูงสุดไว้ไม่เกิน 125 แอมแปร์ แบ่งตามความสามารถในการตัดกระแสด้วยอำนาจแม่เหล็กออกเป็น 3 แบบ คือ B,C และ D ดังนี้

1) แบบ B เป็นแบบที่กระแสปลดวงจรด้วยอำนาจแม่เหล็กมีค่าเกิน 3 แต่ไม่เกิน 5 เท่าของพิกัดกระแสใช้งาน เหมาะสำหรับใช้งานในวงจรไฟฟ้าที่กระไฟฟ้าเริ่มต้นมีค่าปกติ

2) แบบ C เป็นแบบที่กระแสปลดวงจรด้วยอำนาจแม่เหล็กมีค่าเกิน 5 แต่ไม่เกิน 10 เท่าของพิกัดกระแสใช้งาน เหมาะสำหรับใช้งานในวงจรไฟฟ้าที่กระไฟฟ้าเริ่มต้นสูงกว่ากระแสใช้งานเช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ มอเตอร์ขนาดเล็ก และเครื่องปรับอากาศ

3) แบบ D เป็นแบบที่กระแสปลดวงจรด้วยอำนาจแม่เหล็กมีค่าเกิน 10 แต่ไม่เกิน 50 เท่าของพิกัดกระแสใช้งาน เหมาะสำหรับใช้งานในวงจรไฟฟ้าที่กระไฟฟ้าเริ่มต้นสูงๆ เช่น เครื่องเชื่อมไฟฟ้า และเครื่องเอกซเรย์

**5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947 - 2**

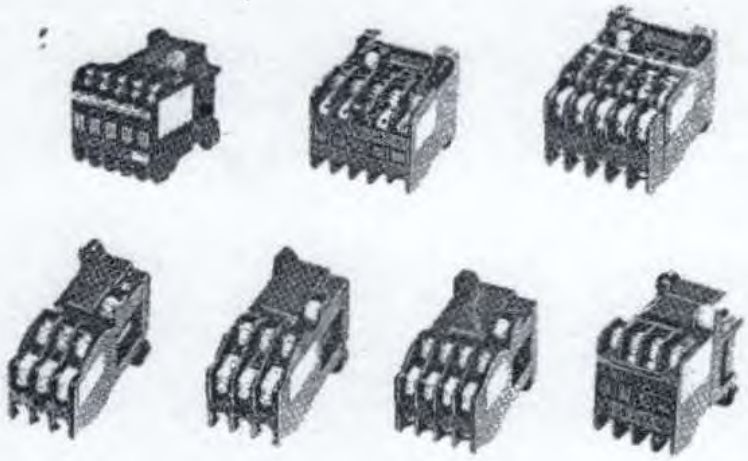
เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ผลิตตามมาตรฐานนี้ เหมาะสำหรับใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้งานร่วมกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวอื่นได้ เป็นแบบ A และ B ดังนี้

1) แบบ A เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ปลดวงจรทันทีเมื่อเกิดลัดวงจร ไม่มีหน่วงเวลา จึงไม่เหมาะที่จะใช้งานต่ออนุกรมร่วมกับเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวอื่น และไม่มีพิกัดทนกระแสช่วงเวลาสั้น (Icw)

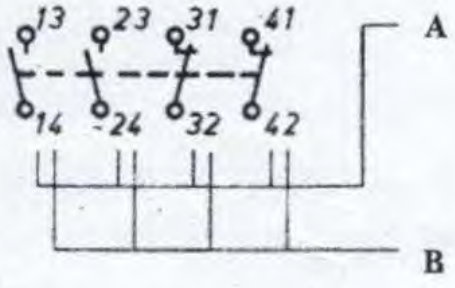
2) แบบ B เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ออกแบบให้ใช้งานร่วมกับเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเครื่องป้องกันกระแสเกินตัวอื่นที่ต่ออนุกรมอยู่ได้ เมื่อเกิดการลัดวงจร เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้ จึงมีพิกัดกระแสทนช่วงเวลาสั้นด้วย และอาจสามารถปรับระยะการหน่วงเวลาได้

***รีเลย์ช่วย***

เป็นสวิตช์แม่เหล็กที่ทำงานใช้ตัด-ต่อวงจรควบคุมหลักการทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็ก โครงสร้างพื้นฐานและการทำงานจะประกอบด้วยขดลวดตัวนำและแกนโลหะที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ โดยที่แกนโลหะมีหน้าที่ดึงหน้าสัมผัสของรีเลย์ให้เปิด-ปิด การทำงานของรีเลย์ช่วยจะเริ่มทำงานได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปที่ขดลวดตัวนำ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดึงดูดแกนโลหะให้ชนะแรงดึงของสปริงได้ ก็จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์มาอยู่ในตำแหน่งอีกทางหนึ่ง หน้าสัมผัสของรีเลย์ช่วยมีสองแบบคือ แบบปกติเปิดและแบบปกติปิดโดยที่ในรีเลย์ตัวหนึ่งจะประกอบด้วยหน้าสัมผัสทั้งสองแบบหรือมีแบบใดแบบหนึ่งอย่างเดียวก็ได้แล้วการเลือกนำไปใช้งาน



**รูปที่ 2.15 แสดงรีเลย์ช่วย**




**รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์คอนแทคช่วย**

**<u>ความหมายของตัวเลขที่กำกับบนคอนแทคช่วย</u>**

**A :** ตัวเลขตัวหน้าแสดงจำนวนของคอนแทค โดยนับจากซ้ายไปขวา

**B :** ตัวเลขตัวหลังแสดงลักษณะของคอนแทค โดยที่

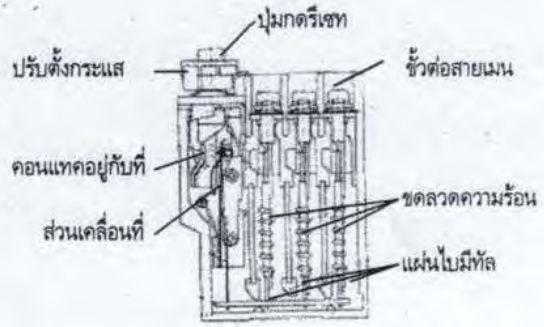
ตัวเลข 1-2 เป็นแบบ Normally close ( ปกติปิด )

ตัวเลข 3-4 เป็นแบบ Normally open ( ปกติเปิด )

## *เทอร์มัลโอเวอร์โหลดรีเลย์*

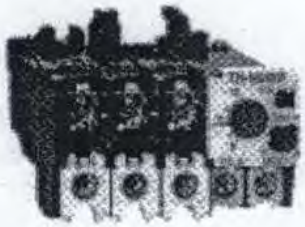
Overload Relay หรือ Protective Motor Relay เป็นอุปกรณ์ป้องกันการเกิดกระแสเกินพิกัดให้กับมอเตอร์ หลักการทำงานโดยทั่วๆ ไปแล้วนิยมทำเป็นแบบไบมีทอล โดยใช้กระแสที่ไหลผ่านโหลดเป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่ง การตัดวงจรอาศัยหลักการงอของไบมีทอลขณะร้อนเนื่องจากมีกระแสไหลมาก และจะกลับมาต่อวงจรอีกครั้งเมื่อไบมีทอลเย็นตัวลง

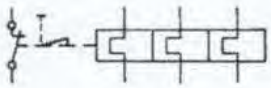
**โครงสร้างพื้นฐานของโอเวอร์โหลดรีเลย์** ประกอบด้วย




**รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างโอเวอร์โหลดรีเลย์**

1. ปุ่มรีเซท
2. ปุ่มปรับตั้งกระแส
3. ขั้วต่อสายเมน
4. ขดลวดความร้อน
5. แผ่นไบมีทัล
6. คอนแทคส่วนที่กับที่
7. คอนแทคส่วนเคลื่อนที่





**รูปที่ 2.14 แสดงรูปและสัญลักษณ์ของโอเวอร์โหลดรีเลย์**

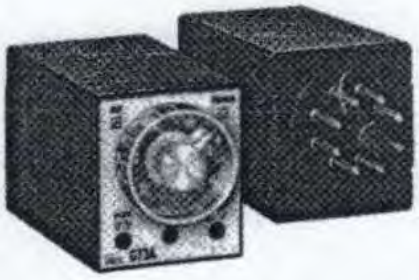
ลักษณะเมื่อเกิดการโอเวอร์โหลด, คอนแทคจะเปิดออกและจะถูกล็อกเอาไว้ ถ้าต้องการให้ต่อวงจรต้องกดที่ปุ่ม Reset อีกครั้ง

***รีเลย์ตั้งเวลา***

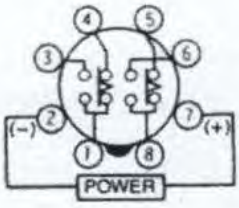
เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจรตามเวลาที่กำหนด คือเมื่อรีเลย์ทำงานแล้วจะรอเวลาหรือหน่วงเวลาทำงานของหน้าคอนแทคไว้ จนถึงเวลาที่ปรับตั้งไว้ และสามารถแบ่งตามชนิดการทำงานของคอนแทคได้ 2 แบบดังนี้

**1 หน่วงเวลาหลังจากจ่ายไฟเข้า (ON DELAY)** คือเมื่อจ่ายไฟให้กับคอยล์รีเลย์ตั้งเวลา คอนแทคจะอยู่ในตำแหน่งเดิมก่อน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วคอนแทคจะเปลี่ยนไปสภาวะตรงกันข้าม และจะค้างอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับคอยล์รีเลย์

**2 หน่วงเวลาหลังจากหยุดจ่ายไฟเข้า (OFF DELAY)** คือเมื่อจ่ายไฟให้กับคอยล์รีเลย์ตั้งเวลา คอนแทคจะเปลี่ยนไปสภาวะตรงกันข้ามทันที และจะค้างอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับคอยล์รีเลย์และถึงเวลาที่ตั้งไว้ คอนแทคจึงจะกลับมาอยู่สภาวะเดิม



(ก) ลักษณะโครงสร้างภายนอก




(ข) ลักษณะวงจรไฟฟ้า

**รูปที่ 2.19 แสดงลักษณะของรีเลย์ตั้งเวลา**

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบทดสอบและเฉลย** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | 1 |
| | เรื่อง | หัวข้อวิชา ชนิดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า | |
| | ชนิดและหลักการทำงาน ของอุปกรณ์ไฟฟ้า | งานย่อยที่ - | เวลา ท.7 : ป.21 - ชั่วโมง |

**<u>คำสั่ง</u>** **จงเขียนเครื่องหมายวงกลมรอบคำตอบทุกถูกต้องเพียงข้อเดียว**

1. หน้าที่ของฟิวส์คือ
   ก. ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจร
   ข. เป็นตัวเปิด - ปิดวงจรไฟฟ้า
   ค. เป็นตัววัดค่าพิกัดกระแสไฟฟ้า
   ง. เป็นตัวป้องกันระบบไฟฟ้า
2. ข้อดีของเซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อเทียบกับฟิวส์คือ
   ก. มีความแข็งแรงกว่า
   ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อทำงานปลดวงจรแล้วยังสามารถกลับมาทำงานใหม่ได้
   ค. ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน
   ง. มีความปลอดภัยสูงกว่า
3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างพื้นฐานของคอนแทคเตอร์
   ก ขดลวดแม่เหล็ก
   ข. แกนเหล็กตัว E
   ค. เชดเดดริง
   ง. แผ่นไบมีทัล
4. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างพื้นฐานของเทอร์มัสโอเวอร์โหลด
   ก. ขดลวดแม่เหล็ก
   ข. ปุ่มปรับตั้งกระแส
   ค. ขดลวดความร้อน
   ง. แผ่นไบมีทัล
5. ข้อใดไม่ใช่ข้อพิจารณาเลือกคอนแทคเตอร์
   ก. ลักษณะของโหลดและการใช้งาน
   ข. สถานที่ใช้งาน
   ค. แรงดันและความถี่
   ง. ความสวยงาม

**<u>เฉลย</u>** 1. ก 2. ข 3. ค 4. ค 5. ง

| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบเตรียมการสอน** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า 1 |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้รับการฝึกมีความรู้ความเข้าใจและสามารถตรวจสอบและแก้ไข จุดบกพร่องการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารได้

วิธีการฝึก

ภาคทฤษฎี ใช้การบรรยาย , ถาม – ตอบ และการสาธิต

หัวข้อสำคัญ

1. มัลติมิเตอร์ (MUTIMETER)
2. โอห์มมิเตอร์ (OHM METER)
3. ไขควงทดลองไฟฟ้า
4. หลอดนีออนทดลองกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์ช่วยฝึก/สื่อการฝึก

มัลติมิเตอร์ (MUTIMETER), โอห์มมิเตอร์ (OHM METER), ไขควงทดลองไฟฟ้า, หลอดนีออนทดลองกระแสไฟฟ้า

การมอบหมายงาน

อ่านในใบข้อมูล เสร็จแล้วทำการทดสอบ

การวัดผล

วัดผลจากการทำแบบทดสอบ

หนังสืออ้างอิง

คู่มือผู้สอน ชุดสื่อการสอนการติดตั้งไฟฟ้าภายในอาคาร RESIDENTIAL WIRING

| | ใบข้อมูล | หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน | หน้า |
|---|---|---|---|
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | 2 |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ 1 | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

## การใช้เครื่องมือทดสอบวงจรไฟฟ้า

**การทดสอบวงจรไฟฟ้า**

ก่อนที่จะมีการจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจรใด ๆ นั้น จะต้องใช้เครื่องมือทดสอบกระแสไฟฟ้าหาจุดขัดข้องก่อนที่จะลงมือซ่อมเสมอ

ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น มักเกิดจากสาเหตุ ดังนี้

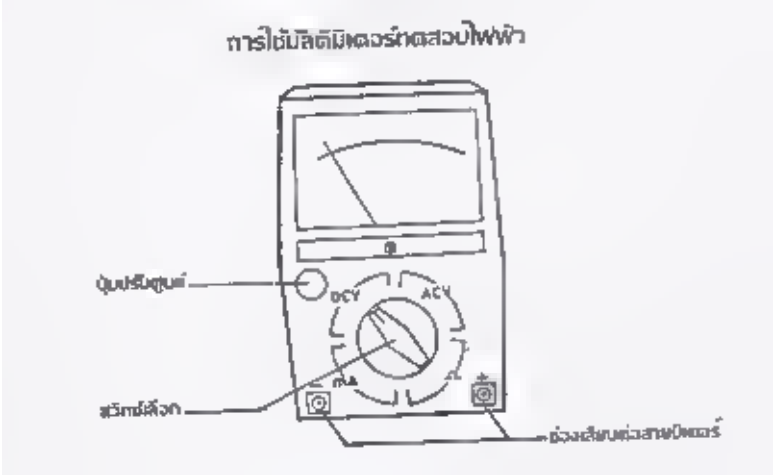
- มีแรงดันไฟฟ้า หรือไม่มี
- วงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
- จุดต่อสายเข้าอุปกรณ์ สวิทซ์ เต้ารับไม่ถูกต้องเรียบร้อย
- อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด หรืออายุการใช้งานหมดสภาพ

จากสาเหตุเหล่านี้ จึงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาข้อบกพร่องต่าง 1 ว่าเกิดจากสาเหตุอะไรนั้น จึงต้องใช้เครื่องมือช่วยทดสอบเพื่อค้นหาสาเหตุเหล่านั้น

### มัลติมิเตอร์ ( MULTIMETER )

- ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า ( A.C. Voltage ) เช่น การวัดไฟฟ้าบ้าน หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่ว ๆ ไป
- วัดแรงดันไฟฟ้าตรง ( D.C. Voltage )
- วัดกระแสไฟตรง ( D.C. Current )
- วัดค่าความต้านทาน ( Resistance )

หลักการสำคัญในการใช้มัลติมิเตอร์ คือ ใช้หาจุดมุ่งหมายในการวัด การเลือกช่วงสเกล การอ่านค่าสเกล และวิธีการวัด



| | ใบข้อมูล | หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน | หน้า 3 |
|---|---|---|---|
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ 2 | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

## โอห์มมิเตอร์ ( OHM METER)

1. ใช้ทดสอบการลัดวงจร
   - ให้ยกสวิทช์ตัดตอน ( OFF ) ออกก่อนการใช้โอห์มมิเตอร์ทดสอบวงจรไฟฟ้า และจะต้องไม่มีการจ่ายเคลื่อนไฟฟ้า
   - ถอดโหลดออกก่อนทดสอบ หลอดไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น พัดลม ตู้เย็น วิทยุ โทรทัศน์
   - วัดค่าความต้านทาน โดยการนำปลายสายของมัลติมิเตอร์แตะที่ แหล่งจ่ายทั้งสองด้าน
   - เมื่อทดสอบแล้ว ถ้าเข็มชี้ที่อินฟินิตี้ (๑0) หรือเข็มไม่ขึ้น แสดงว่าไม่มีการลัดวงจร
   - ถ้าเข็มที่ชี้สามารถอ่านค่าได้ แสดงว่ามีการลัดวงจร

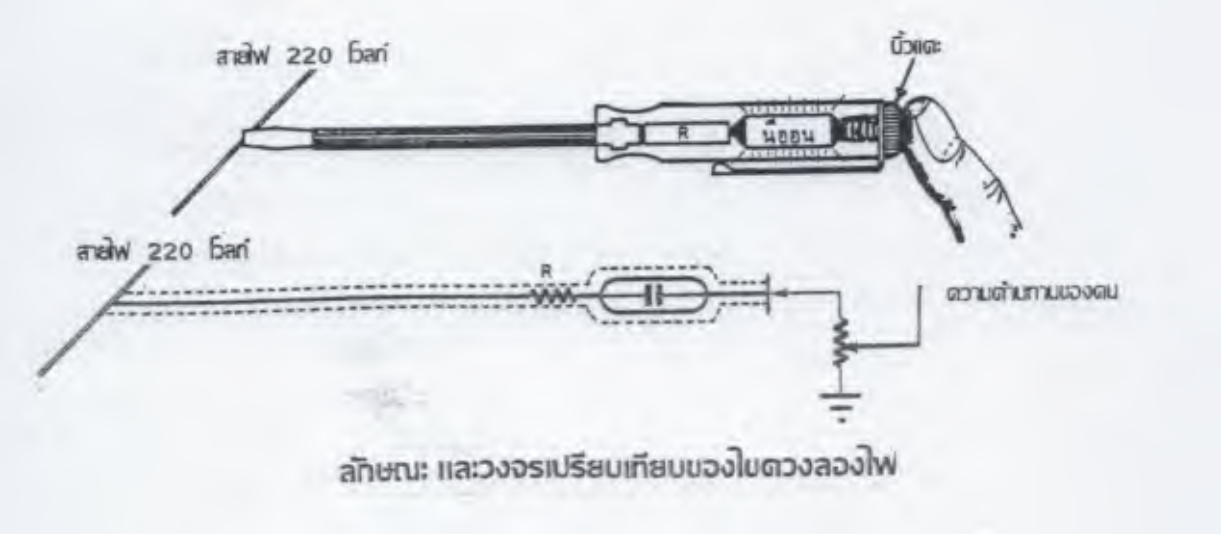
2. ใช้ทดสอบการขาดวงจร
   - นำปลายสายของมัลติมิตอร์ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟเอาไว้ แล้วเปิด-ปิด สวิทช์
   - ผลที่ได้รับ หากเข็มชี้ที่ ZERO หรืออ่านคำได้แสดงว่าครบวงจร หรือเข็มชี้สวนทางกัน ก็แสดงว่าวงจรนั้นสมบูรณ์แบบสามารถนำไปใช้ได้

**หมายเหตุ**
การทดลองวงจรโดยใช้โอห์มมิเตอร์เป็น วิธีทดลองที่ปลอดภัย เพราะไม่มีการจ่ายกระแสเข้าวงจร

| | ใบข้อมูล | หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน | หน้า |
|---|---|---|---|
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | 4 |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ 3 | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

## ไขควงทดลองไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้า 2 สายตามบ้านเรือนทั่ว ๆไป จะมีสายหนึ่งที่ต่อลงดินไว้เสมอ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น ดังนั้น จึงได้มีผู้คิดประดิษฐ์ไขควงลองไฟขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบวงจร




ลักษณะ และวงจรเปรียบเทียบของไขควงลองไฟ

ไขควงทดลองไฟฟ้ามีลักษณะเหมือนกับไขควงธรรมดา แต่ปลายด้ามจะเป็นโลหะมีแกนต่อเข้าไปภายในด้ามซึ่งเป็นพลาสติก ภายในจะเจาะกลวงบรรจุหลอดนีออนขนาดเล็กมีวงจรแบบอนุกรมกับตัวต้านทานค่าสูง ๆ ไว้ เมื่อเอามือแตะทางด้ามตัวคนก็จะต่อครบวงจรลงกราวด์ พร้อมที่จะวัดกระแสไฟฟ้าได้

หากนำไขควงนี้ไปแตะสายไฟเส้นใดเส้นหนึ่ง ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงจ่ายแรงเคลื่อน ถ้าหลอดนีออนสว่างแสดงว่าที่สายเส้น นั้นมีกระแสไฟฟ้าอยู่

1. วิธีตรวจสอบสายไฟเส้นที่มีกระแสไฟฟ้า

- ยกสะพานไฟลง ใช้ไขควงทดลองไฟฟ้าแตะจุดด้านใดด้านหนึ่งแล้วยกสะพานไฟขึ้น ถ้าหลอดไม่สว่างแสดงว่าสายนั้นไม่มีกระแสไฟ
- ถ้าหลอดนีออนสว่าง แสดงว่าเป็นสายที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่
- นำไขควงลองไฟตรวจจุดต่อสายของกล่องสายเพื่อตรวจสอบว่าเส้นใดเป็นสายที่มีกระแสไฟฟ้า

| | ใบข้อมูล | หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน | หน้า 5 |
|---|---|---|---|
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ 3 | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

2. วิธีการตรวจสอบสวิทซ์ตัดสาย

ก่อนทำการการต่อวงจรภายในอาคาร หากผู้ใช้คำนึงถึงแต่ความสะดวกและประหยัด หรือมีความต้องการเพียงให้หลอดไฟสว่างก็เป็นอันใช้ได้ แต่ความจริงแล้วเพื่อความปลอดภัยเป็นหลัก และเป็นการป้องกันอันตรายอันเกิดจากไฟฟ้า การต่อจะต้องมีสวิทซ์ตัดสายเสมอซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องของการต่อสวิทซ์ได้ ดังนี้

- ใช้ไขควงแตะที่จุดต่อสายของสวิทซ์ และเปิด – ปิดสวิทซ์ หากหลอดที่ไขควงสว่าง และไม่สว่างสลับกัน แสดงว่าสายไฟที่ต่อเข้าสวิทซ์เป็นสายที่มีกระแสไฟฟ้า และต่อได้ถูกต้องแล้ว

**ข้อควรระวัง**

ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้ง ผู้ปฏิบัติอย่าถอดตัวด้านทานที่มีอยู่ภายในไขควงทดลองไฟฟ้าออก หรือต่อโลหะอื่นเข้าไปแทน เพราะขณะที่ใช้วัดไฟอยู่นั้น ไขควงนี้จะมีค่าสูง และทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าตัวคนได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อชีวิต หรือทำให้ร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งพิการได้

ก่อนใช้ทุกครั้งให้สังเกตที่ด้ามของไขควง ซึ่งโดยทั่วๆ ไปของไขควงวัดไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจะบอกคำาแรงดันไฟฟ้าไว้ เช่น 500V ก็ให้รู้ว่าห้ามนำไปใช้กับไฟที่มีแรงดันสูงเกินกว่านี้

เคยมีผู้เอาไขควงลองไฟ ไปจี้ที่สายไฟฟ้าแรงสูงในตู้สวิทซ์บอร์ดที่มีขนาดแรงดัน 12 กิโลโวลท์ ( 12,000 โวลท์ ) เพราะอยากรู้ว่ากระแสไฟฟ้าแรงสูงนั้นมีมากเพียงไหน ผลก็คือ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายอย่างรุนแรงและเสียชีวิตไป

**ข้อควรจำเมื่อจะใช้ไขควงลองไฟ หากปรากฏว่าหลอดนีออนที่ด้ามไขควงสว่าง จุดๆ นั้น ห้ามแตะต้องเด็ดขาดเพราะมีอันตราย**

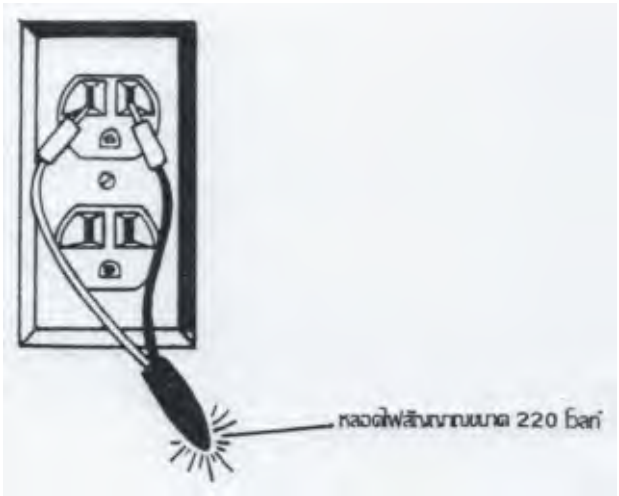
| | ใบข้อมูล | หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน | หน้า |
|---|---|---|---|
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | 6 |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ 4 | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

**การทดลองวงจรไฟฟ้าด้วยหลอดนีออน**

เป็นการทดสอบวงจรไฟฟ้าที่สะดวกอีกวิธีหนึ่ง โดยการใช้หลอดนีออน หรือหลอดไฟสัญญาณที่ใช้กับหน้าปัทมวิทยุ มีขนาด 220 โวลท์ต่อเป็นสายตรวจวัด หากหลอดสว่างแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ สามารถตรวจสอบได้ ดังนี้

1. วิธีการตรวจสอบกระแสไฟฟ้าในเต้าเสียบ

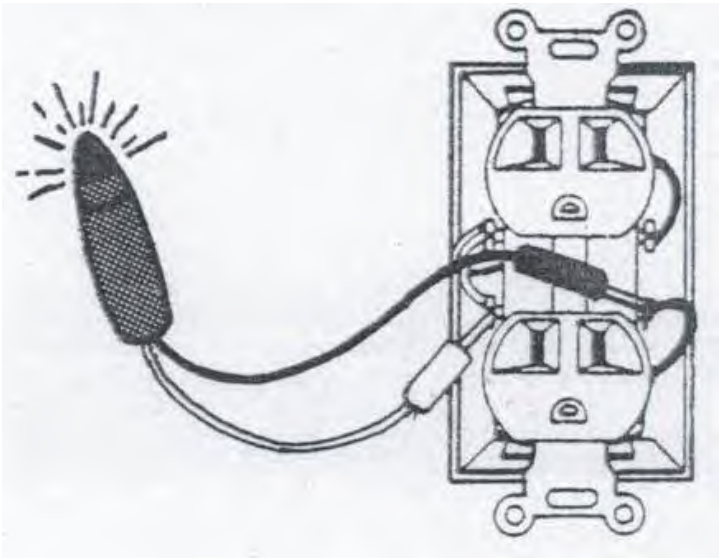
โดยการใช้ปลายสายวัดเสียบในรูของเต้าที่จะตรวจสอบ หากหลอดสว่างแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้า (ดังรูป )




วิธีการตรวจสอบกระแสไฟฟ้าในเต้าเสียบ

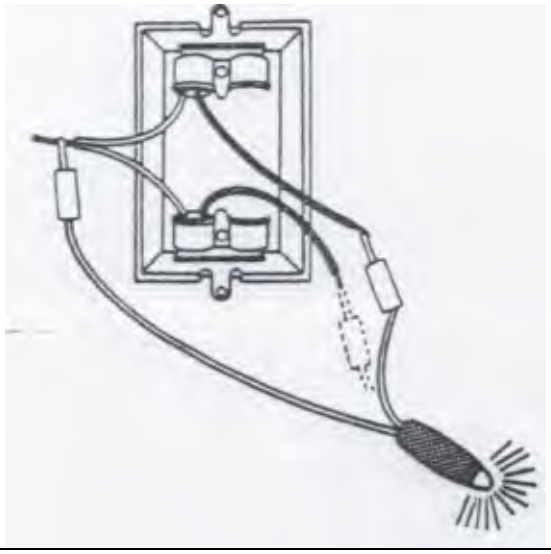
2. การตรวจสอบการต่อสายในเต้าเสียบ

โดยการใช้สายวัดแตะขั้วทั้งสอง ที่จะต่อเป็นวงจร หากหลอดไฟสว่างแสดงว่าการต่อสายของเต้าเสียบถูกต้อง



3. วิธีการตรวจสอบสายที่มีกระแสไฟฟ้า

ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้ง ผู้ปฏิบัติจำเป็นจะต้องทราบว่า สายไฟเส้นใดเป็นตัวจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร และสายใดเป็นตัวป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร การตรวจสอบทำได้โดยการตรวจทีละคู่ หากถูกคู่สายหลอดไฟก็จะสว่าง

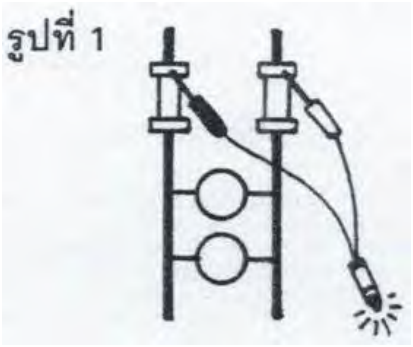


| | | | |
|---|---|---|---|
| | **ใบทดสอบ** | **หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน** | หน้า 8 |
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

**ใบทดสอบ**

1. จงอธิบายหลักการตรวจสอบฟิวส์ที่ขาด ในขณะที่มีแรงดันไฟฟ้าในวงจร โดยดูจากภาพแสดงดังต่อไปนี้

รูปที่ 1



พิจารณาดูว่า มีแรงดันไฟฟ้าปรากฏอยู่ที่ด้านบนของฟิวส์ซึ่งเป็นทางเข้า ผลที่ได้รับ จะเป็นอย่างไร ?

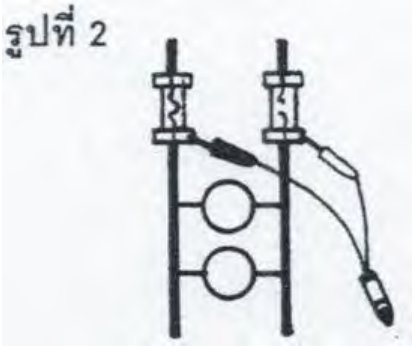
.....

.....

.....

.....

รูปที่ 2



พิจารณาว่า แรงดันไฟฟ้าที่ผ่านฟิวส์มาแล้วจะเป็นอย่างไร ?

.....

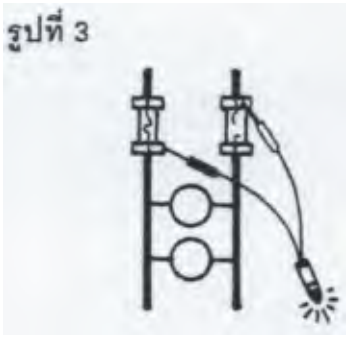
.....

.....

.....

| | ใบทดสอบ | หลักสูตร เตรียมเข้าทำงาน | หน้า 9 |
|---|---|---|---|
| | | หน่วยการฝึก ความรู้ความสามารถหลัก | |
| | เรื่อง การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | หัวข้อวิชา การตรวจสอบและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร | |
| | | งานย่อยที่ - | เวลา ท.7 : ป.14 - ชั่วโมง |

รูปที่ 3

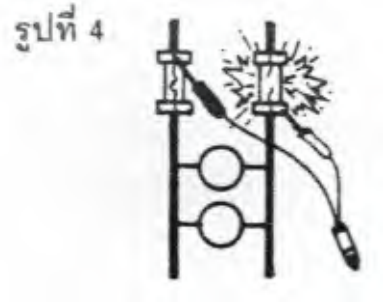


ตรวจฟิวส์ด้านซ้ายมือ หากมีแรงดันไฟฟ้า ตัวที่จะสว่างคือ .....

และแสดงว่าเป็น .....

ถ้าหลอดไม่สว่างแสดงว่าเป็น.....

รูปที่ 4



ตรวจฟิวส์ด้านขวามือ หากมีแรงดันไฟฟ้าและฟิวส์ดี หลอดนีออนจะ.....

และหากหลอดนีออนสว่าง.....ก็ให้ตัดวงจรไฟฟ้าออกและทำการเปลี่ยนใหม่

2. ถ้าใช้ไขควงลองไฟแตะที่เต้าเสียบ ปรากฏว่าหลอดไฟนีออนสว่างทั้ง 2 จุด แสดงว่าเป็นเพราะอะไร ?

.....

.....

.....

.....

และมีวิธีแก้ไขอย่างไร ?

.....

.....

.....