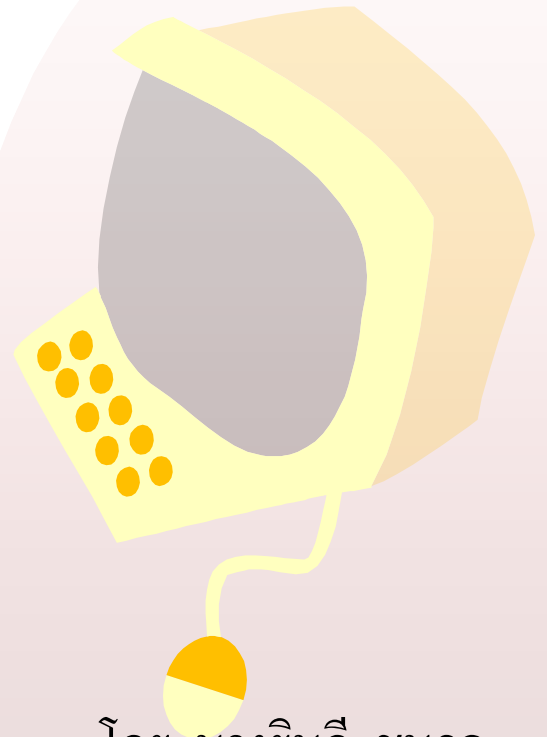
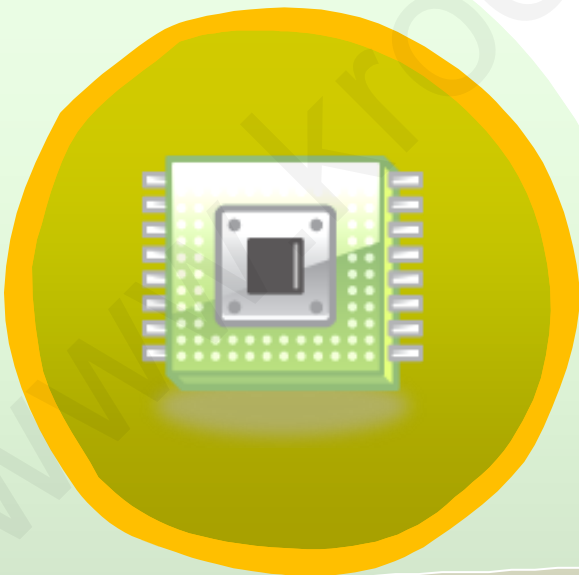
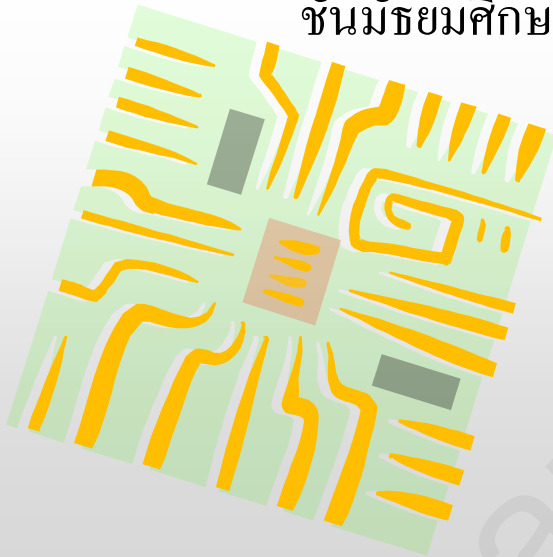


เอกสารประกอบการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



โดย นางยินดี ชูนวน

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16



คำนำ

เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มนี้
เกิดจากปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเอกสารความรู้มีเนื้อหาน้อยเกินไป จึงได้จัดทำ
เอกสารประกอบการเรียนขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และฝึกทักษะการทดลอง และให้ผู้เรียนสามารถ
ประดิษฐ์อุปกรณ์โดยอาศัยวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นได้ เอกสารเล่มนี้ได้จัดทำขึ้นโดยศึกษาจากหนังสือ
เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 016 “สนุกกับอิเล็กทรอนิกส์” ซึ่งเป็นวิชาเลือกเสรี ของหลักสูตรมัธยมศึกษา
ตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จะเป็น
ประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

ยินดี ชุนวล



คำชี้แจง

เอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มนี้ มีเนื้อหาครอบคลุมสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง ออกแบบ คัดแปลง ประยุกต์ใช้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ นักเรียนยังได้มีโอกาสเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน ตลอดจนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อีกด้วย ทั้งนี้เอกสารเล่มนี้จะเกิดประโยชน์มากที่สุดต่อเมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง โดยมีวิธีการใช้ดังนี้

1. ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ในการปฏิบัติงาน ควรอยู่ในการดูแล ควบคุมของครูผู้สอน หรือพนักงานวิทยาศาสตร์เพื่อความปลอดภัย
3. ผู้สอนอาจเลือกการจัดชั้นเรียนได้ตามความเหมาะสม
4. ผู้สอนควรทบทวนความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ก่อนเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้



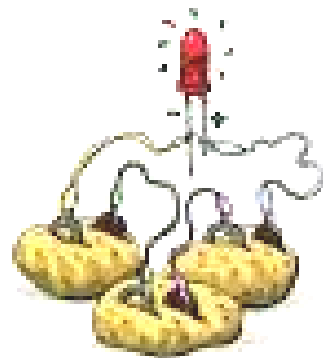
สารบัญ

| | | หน้า |
|------------|---|------|
| | จุดประสงค์การเรียนรู้ | ง |
| | บทบาทของนักเรียน | จ |
| หน่วยที่ 1 | ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ | 1 |
| | ความหมายของอิเล็กทรอนิกส์ | 4 |
| | สัญลักษณ์อิเล็กทรอนิกส์ | 6 |
| หน่วยที่ 2 | ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ | 12 |
| | ตัวต้านทาน (Resistor) | 12 |
| | ตัวเก็บประจุ (Capacitor) | 23 |
| | ไดโอด (Diode) | 28 |
| | ทรานซิสเตอร์ (transistor) | 34 |
| | ไอซี (IC) | 38 |
| หน่วยที่ 3 | การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ | 47 |
| | โปรโตบอร์ดทดลองวงจร | 48 |
| | ส่วนประกอบ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ | 50 |
| | แผ่นวงจรพิมพ์ | 51 |
| | การบัดกรี (Soldering) | 54 |
| | หลักการประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ | 61 |
| | ภาคผนวก การใช้มัลติมิเตอร์ | 67 |
| | วิธีการตรวจสอบขาทรานซิสเตอร์ | 73 |
| | บรรณานุกรม | 75 |

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนได้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มนี้ แล้ว นักเรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. ระบุเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบได้
2. อธิบายการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้
3. นำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มาประกอบเป็นวงจรได้
4. อธิบายการทำงานของวงจรที่ประกอบขึ้นมาได้
5. ต่อเชื่อมวงจรอิเล็กทรอนิกส์และตรวจสอบ แกไขข้อบกพร่องของวงจรที่ประกอบขึ้นได้
6. สามารถเสนอแนวคิดในการนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม
7. มีเจตคติที่ดี และเห็นคุณค่าต่องานด้านอิเล็กทรอนิกส์





บทบาทของผู้เรียน

การเรียนรู้เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ นี้เป็นการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ได้แก่การใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานอิเล็กทรอนิกส์ การอ่านแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรและการนำวงจรที่ประกอบไปประยุกต์ใช้งาน ดังนั้นนักเรียนจะต้องทำงานอย่างละเอียดรอบคอบเป็นระบบและมีขั้นตอน จึงจะสามารถลงมือทำและตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ฉะนั้นจึงขอเสนอแนะบทบาทของนักเรียนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการและปฏิบัติกิจกรรมภายใต้คำแนะนำของครู โดยเฉพาะในเรื่องการเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ การบำรุงรักษา และการจัดเก็บอุปกรณ์
2. ศึกษาการใช้เครื่องมือพื้นฐานที่ถูกต้อง ตลอดจนเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับชนิดของงาน เพื่อให้ใช้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
3. ก่อนลงมือทำกิจกรรมต้องตรวจสอบรายการอุปกรณ์ ที่จะต้องใช้ให้ถูกต้องครบถ้วน
4. นักเรียนต้องสวมหน้ากากอนามัยทุกครั้งที่ทำปฏิบัติงาน และปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการที่กำหนดให้เท่านั้น
5. นักเรียนควรร่วมกันอภิปรายกันภายในกลุ่มและปรึกษาเพิ่มเติมจากครูในสิ่งที่สงสัย ก่อนลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
6. นักเรียนจะต้องมีผลงานการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่งครู กลุ่มละ 1 ผลงาน





อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

รหัสตัวชี้วัดที่ ม3/5 อธิบายตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และทดลองต่อวงจร อิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้นที่มีตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด และทรานซิสเตอร์

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ มีสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน ตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ไดโอดมีสมบัติให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ทิศทางเดียวและ ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิด-เปิดวงจร
- การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์ 1 ตัวทำหน้าที่เป็นสวิตช์

คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

กิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษา ค้นคว้า สาธิต ทดลองและฝึกทักษะปฏิบัติ

ศึกษา ค้นคว้า เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับความหมายของอิเล็กทรอนิกส์และสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้น ศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้นสำหรับ ใช้ประโยชน์ต่าง ๆ

ทดลองและฝึกทักษะปฏิบัติ เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับ การเลือกใช้ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ การใช้เครื่องงานอิเล็กทรอนิกส์ การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ

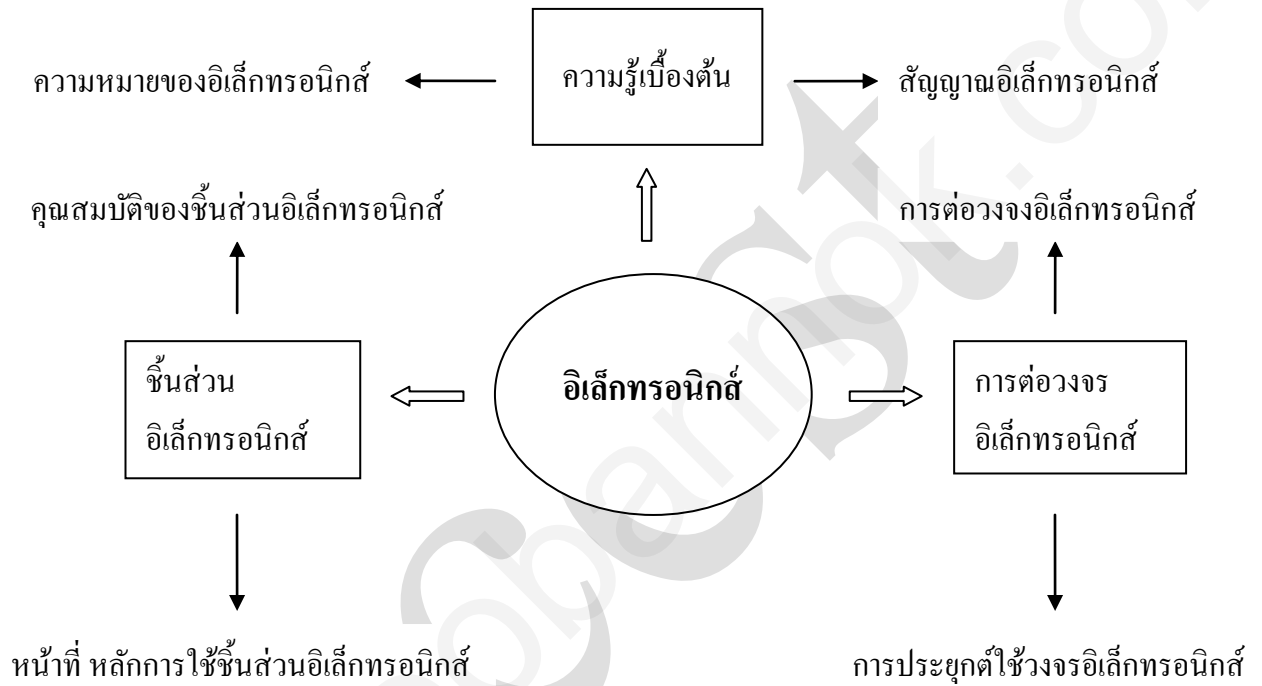
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้เกี่ยวกับอธิบายความหมายของอิเล็กทรอนิกส์และสัญญาณ อิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้น อธิบายและทดลองศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ มี ทักษะการใช้เครื่องมือ และสามารถประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้ประโยชน์ในงานต่าง ๆ

วัดและประเมินผลตามสภาพจริง ใช้วิธีการและเครื่องมือวัดด้วยแบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบ ประเมินผลการ ปฏิบัติงาน แบบสังเกตพฤติกรรม ตามกิจกรรมการเรียนการสอน

รหัสตัวชี้วัด

ว 5.1 ม.3/5 รวมทั้งหมด 1 ตัวชี้วัด

ผังมโนทัศน์หน่วยการเรียนรู้
เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์





หน่วยที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์

สาระสำคัญ

ปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องใช้ที่อยู่ใกล้ตัวเรา อุปกรณ์เหล่านี้จะทำหน้าที่คอยควบคุมการไหลของพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ การศึกษาหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นเรื่องที่ ใกล้ตัว ที่เราควรศึกษาเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.1 ความหมายของอิเล็กทรอนิกส์
 - 1.2 รูปแบบสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์

เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายความหมายของอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้อง
2. อธิบายรูปแบบสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ ได้ถูกต้อง

ทักษะ/กระบวนการ

3. วิเคราะห์และบอกประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าและประเภทเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ได้

คุณลักษณะ

4. ทำงานเป็นกลุ่ม มีความรับผิดชอบ มีส่วนร่วมในการทำงาน มีการแสดงความคิดเห็น มีความซื่อสัตย์สุจริต

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์

ในปัจจุบันสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ สำหรับการดำเนินชีวิต ถ้าเราสังเกตจะพบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้การควบคุมด้วยระบบกลไกและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ แนวโน้มในอนาคตเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ จะถูกควบคุมด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจาก การควบคุมด้วยระบบ



อิเล็กทรอนิกส์ มีความสะดวก มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการใช้งานสูงระบบการควบคุมด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น จะประกอบกันขึ้นมาเป็นวงจรในรูปแบบต่างๆตามความต้องการใช้งานและคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละอุปกรณ์ การทำความรู้จักและทำความเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ จึงถือเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวที่ทุกคนควรรู้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้



รูปที่ 1.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าระบบควบคุมด้วยกลไก



รูปที่ 1.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

1.1 ความหมายของอิเล็กทรอนิกส์

ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกผลิตออกมาใช้งานเป็นจำนวนมาก อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงานทั้งสิ้น อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เรารู้จักเป็นอย่างดีได้แก่ เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เครื่องรับโทรทัศน์เครื่องซักผ้าคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่นMP3 เป็นต้น จากอุปกรณ์ไฟฟ้างี้ถ้าหากมีใครถามเราว่า อุปกรณ์ตัวใดเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เราอาจจะบอกได้ว่า เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้าเครื่องซักผ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนคอมพิวเตอร์ เครื่องรับ โทรทัศน์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องเล่น MP3เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แล้วเราเคยสงสัยหรือไม่ว่าการแบ่งว่าอุปกรณ์ใดเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ใดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เราใช้หลักเกณฑ์อย่างไร



เพื่อให้เราเข้าใจเกี่ยวกับหลักการในการอธิบายว่า อุปกรณ์ใดเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ ยืน ภู่วรรณ (2521: 3) ได้อธิบายไว้ว่า การศึกษาวิชาไฟฟ้า จะเน้นหนักในแง่ของการนำเอาพลังงานไฟฟ้ามาใช้ประโยชน์ โดยจุดมุ่งหมายหลักจะอยู่ที่ตัว พลังงานไฟฟ้านั้น ดังนั้นจะเห็นว่า เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าเพราะอุปกรณ์ทั้งสองเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ให้เป็นพลังงานความร้อนแล้วนำมาใช้งาน หลอดไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง พัดลมเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล



รูปที่ 1.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า

ยืน ภู่วรรณ (2521: 4) ได้อธิบายเกี่ยวกับการศึกษาอิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า วิชาอิเล็กทรอนิกส์นั้น จุดมุ่งหมายของการศึกษา อยู่ที่ผลของสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งคำว่าสัญญาณไฟฟ้านี้มีขอบเขตกว้างขวางมาก วิทยุและเครื่องรับโทรทัศน์เป็นอุปกรณ์ทาง อิเล็กทรอนิกส์ที่รับคลื่นสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจากอากาศ แล้วเปลี่ยนรูปเป็นสัญญาณไฟฟ้าจากนั้นจึงขยายสัญญาณแล้วเปลี่ยนรูป เป็นสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพ ให้เราได้ยินและมองเห็นภาพทางหน้าจอแต่ถ้าหากสถานีวิทยุและสถานีโทรทัศน์ไม่ออกอากาศ กระจายเสียง และแพร่ภาพแล้ว วิทยุและโทรทัศน์ก็ไม่สามารถจะรับฟังเสียงและมองภาพทางหน้าจอได้



รูปที่ 1.4 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ประดับ นาคแก้ว วัชรวิทย์ ครุฑไชยันต์และดาวัตย์ เสริมบุญสุข (2548: 147) ได้อธิบายความหมายของอิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า วิชาที่ว่าด้วยการควบคุมและออกแบบการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า



ดังนั้นสรุปได้ว่า อิเล็กทรอนิกส์หมายถึง การนำสัญญาณไฟฟ้าไปใช้งาน การควบคุมและ
ออกแบบสัญญาณไฟฟ้า อุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานสัญญาณไฟฟ้าให้
เป็นไปตามที่ออกแบบไว้

1.2 สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์

สัญญาณไฟฟ้าเกิดจากการนำแท่งแม่เหล็ก ไปเคลื่อนที่ผ่านขดลวดทองแดง โดยที่ปลายทั้งสอง
ข้างของขดลวดต่อเข้ากับแอมมิเตอร์ ขณะที่เราเคลื่อนแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด จะสังเกตเห็นว่า เข็มของ
แอมมิเตอร์จะกระดิกแสดงว่ากระแสไฟฟ้า ที่ไหลในขดลวดเกิดการเปลี่ยนแปลง เราเรียกว่า สัญญาณ
กระแสไฟฟ้า ถ้าหากเรานำโวลต์มิเตอร์มาต่อที่ปลายขดลวดเมื่อเรา เคลื่อนแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด ก็จะทำให้เกิด
แรงดันไฟฟ้าในขดลวด เข็มของโวลต์มิเตอร์ก็จะกระดิก เราเรียกว่า สัญญาณ แรงดันไฟฟ้า สัญญาณไฟฟ้า
จึงประกอบด้วย สัญญาณกระแสและสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

ประดับ นาคแก้ว วัชรวัลย์ ครูฯไซยงค์และดาวัลย์ เสริมบุญสุข (2548: 147) ได้อธิบายความหมายของ
อิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า

สัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Signal) หรือเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่าสัญญาณไฟฟ้าหมายถึงค่าของ
กระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ไฟฟ้า หรือพลังงานไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้น ๆ แล้วสามารถวัดค่าดังกล่าวได้ด้วย
อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่นมัลติมิเตอร์แอมมิเตอร์โวลต์มิเตอร์ ออสซิลโลสโคป เป็นต้น



มัลติมิเตอร์ (Multimeter)



ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter)



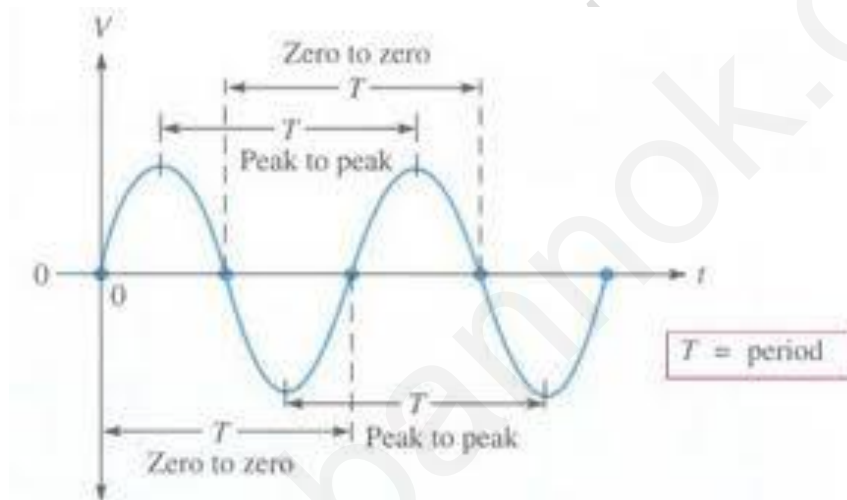
ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

รูปที่ 1.5 เครื่องมือวัดสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์



การทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะเกี่ยวข้องกับสัญญาณที่เป็นพื้นฐาน 2 ชนิด คือ สัญญาณอนาลอก กับสัญญาณดิจิทัล

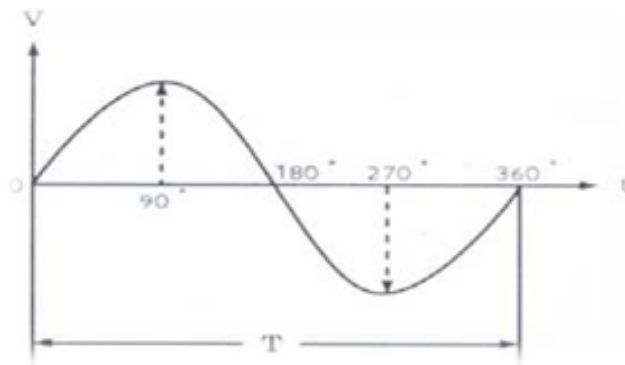
1.2.1. สัญญาณอนาลอก (Analog Signal) เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีลักษณะต่อเนื่องคล้ายคลื่นเชือกที่สลับขึ้นลง สัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกรบกวนให้เปลี่ยนแปลงได้ง่ายและไม่นิยมใช้สัญญาณชนิดนี้ในการส่งสัญญาณเพื่อการสื่อสารที่ต้องการความแม่นยำสูง โดยมักจะใช้ในวิทยุสื่อสารระยะใกล้ในระบบวิทยุเอเอ็ม (Amplitude Modulator : A.M.) และเอฟเอ็ม (Frequency Modulator : F.M.) เป็นต้น



รูปที่ 1.6 รูปคลื่นไซน์ (Sine Wave)

ไซเคิล (Cycle) คือ การเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้า ใน 360 องศา ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก 0 แล้วเพิ่มสูงสุดทางบวก แล้วลดลงต่ำสุดที่ 0 แล้วจะเพิ่มสูงสุดทางลบอีกครั้ง แล้วต่ำสุดที่ 0 อีกครบ 360 องศาพอดี ดังนั้น 1 ไซเคิลของไฟฟ้ากระแสสลับแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าจะมีค่าต่ำสุดที่ 0 สองครั้งและสูงสุดสองครั้ง อยู่ทิศทางตรงข้ามกันระดับความสูงของสัญญาณ

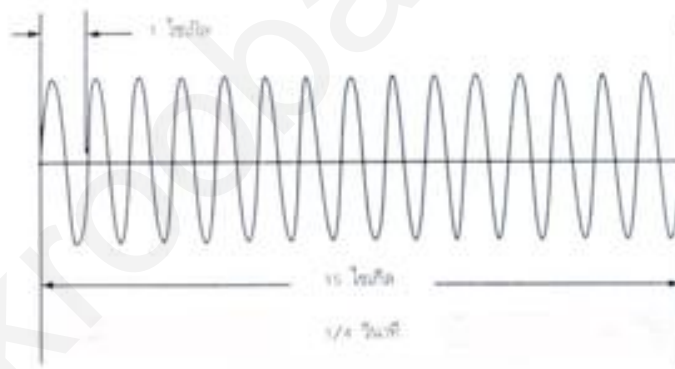
คาบเวลาและความถี่ (Period and Frequency) คาบเวลา (Period) หมายถึง เวลาที่รูปคลื่นไซน์เกิดการเปลี่ยนแปลงจากจุดเริ่มต้น คือ มีค่าเท่ากับศูนย์จนถึงจุดสิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ ก่อนที่จะเริ่มต้นเปลี่ยนแปลงสัญญาณใหม่หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นเวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณในรอบ 1 รอบ (ไซเคิล) คาบเวลาที่ใช้อักษร T แทน



รูปที่ 1.7 แสดงคาบเวลาของลูกคลื่น

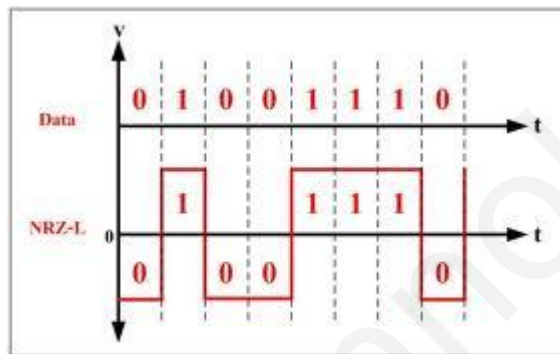
ความถี่ (Frequency) หมายถึง ความถี่ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นจำนวนรอบต่อหน่วยเวลาหรือจำนวนไซเคิลต่อวินาที ความถี่จะมีความสัมพันธ์กับจำนวนชั่วแม่เหล็กและความเร็วรอบความถี่มีหน่วยเป็นไซเคิลต่อวินาที หรือ เฮิร์ตซ์ (Hertz; Hz)

$$1 \text{ ไซเคิล/วินาที} = 1 \text{ Hz}$$



รูปที่ 1.8 รูปคลื่นความถี่

1.2.2 สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่องคล้ายขั้นบันได สัญญาณดิจิทัลประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า อาจเป็น on/off หรือ 0/1 หรือ มีอำนาจแม่เหล็ก/ไม่มีอำนาจแม่เหล็กมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูง เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ สัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่นิยมใช้กันมากเพราะเมื่อถูกรบกวน สัญญาณดิจิทัลจะเปลี่ยนแปลงจากเดิมได้น้อย ตัวอย่างการประยุกต์ใช้สัญญาณดิจิทัลในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์ นาฬิกาดิจิตอล เป็นต้น



รูปที่ 1.9 ลักษณะสัญญาณดิจิทัล

ในปัจจุบัน สัญญาณดิจิทัลถูกนำมาใช้งานแทนที่สัญญาณแบบอนาล็อก ตามความเจริญก้าวหน้า การพัฒนาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

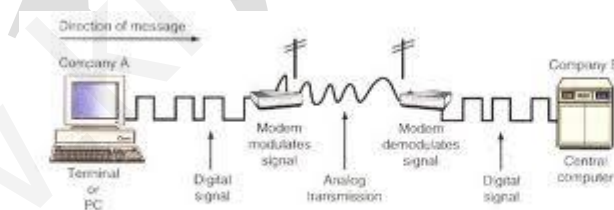
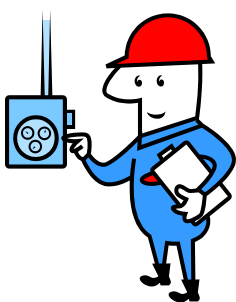


Figure 6.3 A modem converts digital to analog signals and vice versa. (Source: Stern and Stern, Computing in the Information Age, 1996, p. 334.)

รูปที่ 1.10 การใช้งานสัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิทัล



แบบฝึกหัดที่ 1

จงเติมตัวอักษรหน้าข้อความที่สัมพันธ์กัน

- 1. ใช้วัดค่าพลังงานไฟฟ้าในวงจร ก. ความถี่
- 2. เป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้า ข. สัญญาณดิจิทัล
- 3. มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที ค. A.M , F.M
- 4. ประกอบขึ้นจากสัญญาณเพียง 2 ค่า คือ 1 / 2 ง. ไชเคิล
- 5. เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการสื่อสารระยะใกล้ จ. มัลติมิเตอร์
- 6. ประกอบด้วย สัญญาณกระแสและสัญญาณแรงดันไฟฟ้า ฉ. สัญญาณอนาลอก
- 7. มีลักษณะต่อเนื่องคล้ายคลื่นเชือกที่สับัดขึ้นลง ช. คาบเวลา
- 8. หม้อหุงข้าว เตารีด พัดลม ซ. สัญญาณไฟฟ้า
- 9. เวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณในรอบ 1 รอบ ฌ. สัญญาณแรงดันไฟฟ้า
- 10. เมื่อเคลื่อนแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด แล้วเข็มของ
โวลต์มิเตอร์กระดิก ญ. อุปกรณ์ไฟฟ้า

ไปเรียนรู้เรื่องต่อไปกันดีกว่าเพื่อนๆ





เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

จงเติมตัวอักษรหน้าข้อความที่สัมพันธ์กัน

- ..จ... 1. ใช้วัดค่าพลังงานไฟฟ้าในวงจร ก. ความถี่
- ..ง... 2. เป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้า ข. สัญญาณดิจิทัล
- ..ก... 3. มีหน่วยเป็นรอบต่อวินาที ค. A.M , F.M
- ..ข... 4. ประกอบขึ้นจากสัญญาณเพียง 2 ค่า คือ 1 / 2 ง. ไชเคิล
- ..ค... 5. เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการสื่อสารระยะใกล้ จ. มัลติมิเตอร์
- ..ช... 6. ประกอบด้วย สัญญาณกระแสและสัญญาณ
แรงดันไฟฟ้า ฉ. สัญญาณอนาล็อก
- ..ณ... 7. มีลักษณะต่อเนื่องคล้ายคลื่นเชือกที่สั่นขึ้นลง ช. สัญญาณไฟฟ้า
- ..ญ... 8. หม้อหุงข้าว เตารีด พัดลม ฉ. สัญญาณแรงดันไฟฟ้า
- ..ซ... 9. เวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณในรอบ 1 รอบ ญ. อุปกรณ์ไฟฟ้า
- ..ณ.. 10. เมื่อเคลื่อนแท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด แล้วเข็มของ
โวลต์มิเตอร์กระดิก

ศึกษารายละเอียดของชิ้นส่วน
อิเล็กทรอนิกส์ กันต่อเนะจะ





หน่วยที่ 2

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

สาระสำคัญ

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์หลายชิ้น ซึ่งถูกยึดติดกันด้วยการบัดกรีอยู่บนแผ่นปริ้น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จะทำงานร่วมกัน เพื่อควบคุมการไหลของแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร ให้วงจรทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบกันเป็นวงจรได้แก่ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ไอซี และแผ่นวงจรพิมพ์

สาระการเรียนรู้

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

- 2.1 ตัวต้านทาน (Resistor)
- 2.2 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)
- 2.3 ไดโอด (Diode)
- 2.4 ทรานซิสเตอร์ (transistor)
- 2.5 ไอซี (IC)

เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายลักษณะสมบัติของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้
2. อ่านค่าชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ชนิดต่าง ๆ ได้

ทักษะ/กระบวนการ

ทดลองและศึกษา การทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้

คุณลักษณะ

ใฝ่เรียนรู้



การศึกษาเรื่องอิเล็กทรอนิกส์นั้น เป็นเรื่องที่เราต้องศึกษาเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าในรูปของสัญญาณ (Signal) ทางไฟฟ้า ไม่ใช้การนำเอาพลังงานไฟฟ้ามาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์เป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานแสง การศึกษาเรื่องอิเล็กทรอนิกส์จะต้องศึกษาถึงความสัมพันธ์ของสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณวิทยุ และสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงาน ควบคุมการไหลของพลังงานไฟฟ้าให้เป็นไปตามการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วย ตัวต้านทาน (Resistor) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ไดโอด (Diode) ทรานซิสเตอร์ (Transistor) และไอซี (Integrate Circuit)

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่แตกต่างกันไป แต่เมื่อถูกนำมาประกอบกันเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์แล้ว ชิ้นส่วนทุกชิ้นจะต้องทำงานร่วมกัน เมื่อชิ้นส่วนใดเกิดการชำรุดเสียหาย อาจจะทำให้วงจรทั้งวงจรหยุดการทำงานไปเลยก็ได้



รูปที่ 2.1 วงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.1 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทานหรือรีซิสเตอร์ (Resistor) มักใช้ตัวย่อ R เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีใช้กันมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ตัวต้านทานจะมีรูปร่างและลักษณะที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่จะรับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงในการทำงาน ดังนั้นการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จึงจะต้องมีการควบคุมและจำกัดปริมาณกระแสและแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสม เพราะถ้าหากจ่ายกระแสและแรงดันไฟฟ้ามากเกินไปจะทำให้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เกิดความเสียหายได้

ตัวต้านทานเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ควบคุม จำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ ได้รับกระแสและแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำงาน

ตัวต้านทานมีหน่วยวัดเป็นโอห์ม (Ohm) โดยใช้สัญลักษณ์เป็นตัวอักษรกรีกชื่อ โอเมก้า (Ω) เป็นหน่วยของตัวต้านทาน การกำหนดหน่วยของตัวต้านทานมีดังนี้



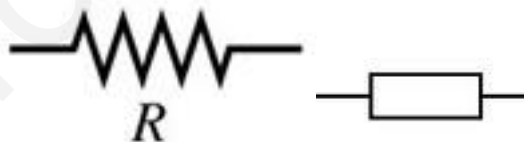
| | | |
|-------------------------------|--------------|---------------------------|
| 1,000 โอห์ม (Ω) | มีค่าเท่ากับ | 1 กิโลโอห์ม ($k\Omega$) |
| 1,000 กิโลโอห์ม ($k\Omega$) | มีค่าเท่ากับ | 1 เมกะโอห์ม ($M\Omega$) |

ตัวต้านทานที่ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะมีขนาดความต้านทาน รูปร่างแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปจะแบ่งตัวต้านทานออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

2.1.1 ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ (Fixed Resistor) เป็นตัวต้านทานที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานแบบนี้สามารถอ่านได้จากแถบสีที่ติดอยู่บนตัวต้านทานดังรูปที่ 2.2 และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานค่าคงที่ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 ตัวต้านทานค่าคงที่



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ตัวต้านทานค่าคงที่

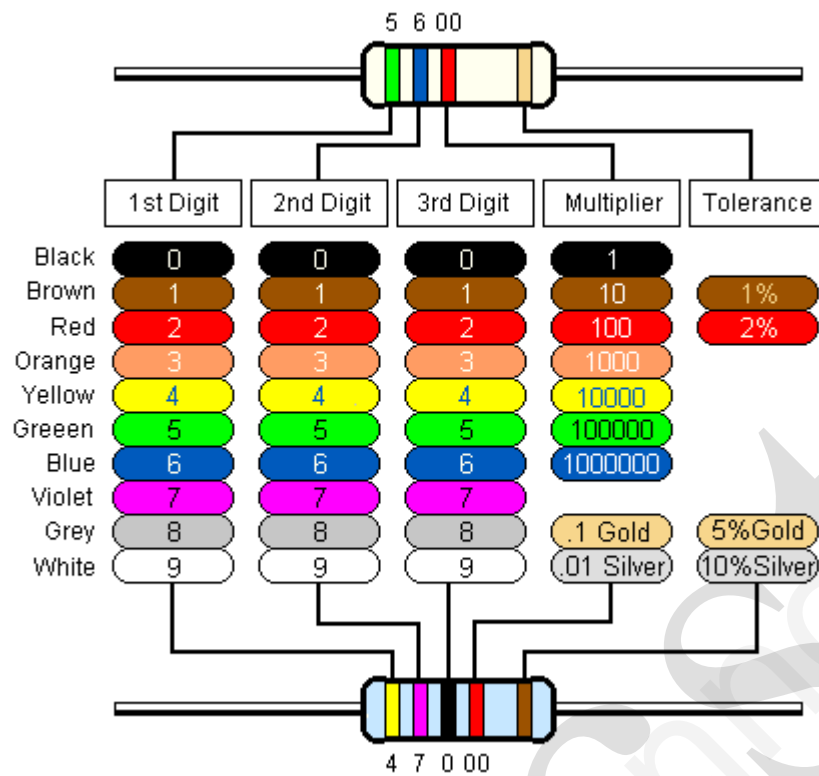
การอ่านค่าความต้านทานชนิดค่าคงที่

ค่าความต้านทานของตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ จะอ่านได้จากแถบสีที่ลาครอบตัวตัวต้านทาน โดยความหมายของสีที่ลาครอบตัวต้านทานนั้นสามารถดูได้จากตารางที่ 1 สัญลักษณ์ของตัวต้านทาน

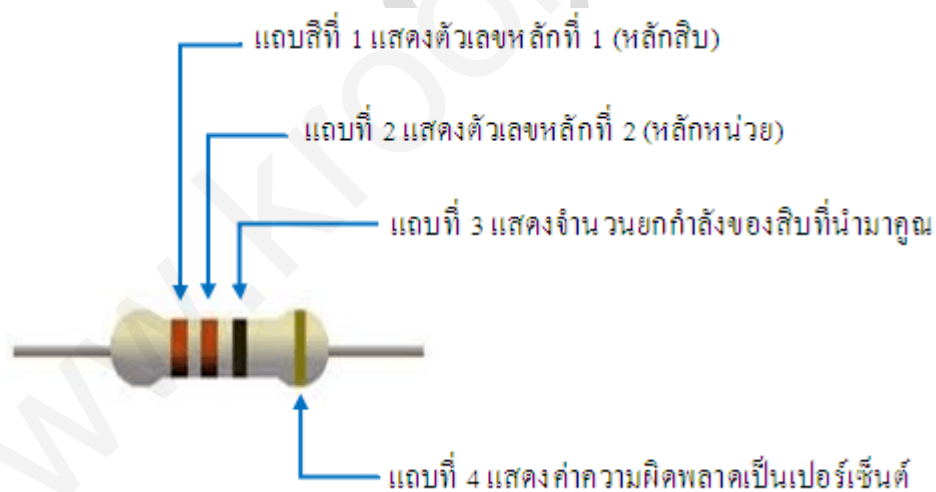


ตารางที่ 1 สัญลักษณ์สีของตัวต้านทาน

| แถบสี | ตัวเลขเทียบเท่า | ตัวคูณ | ความคลาดเคลื่อน |
|---------|-----------------|--------|-----------------|
| ดำ | 0 | 1 | - |
| น้ำตาล | 1 | 10^1 | - |
| แดง | 2 | 10^2 | - |
| ส้ม | 3 | 10^3 | - |
| เหลือง | 4 | 10^4 | - |
| เขียว | 5 | 10^5 | - |
| น้ำเงิน | 6 | 10^6 | - |
| ม่วง | 7 | 10^7 | - |
| เทา | 8 | 10^8 | - |
| ขาว | 9 | 10^9 | - |
| ทอง | - | 0.1 | $\pm 5\%$ |
| เงิน | - | 0.01 | $\pm 10\%$ |
| ไม่มีสี | - | - | $\pm 20\%$ |



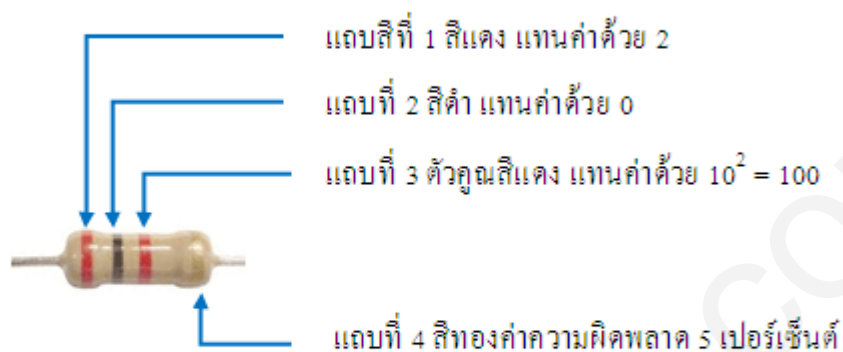
การอ่านค่าความต้านทาน ตามสีบนตัวต้านทาน ค่าความต้านทาน อ่านได้จากตำแหน่งของแถบสี ที่ครอบรอบตัวต้านทานตามรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความหมายของแถบสีบนตัวต้านทาน

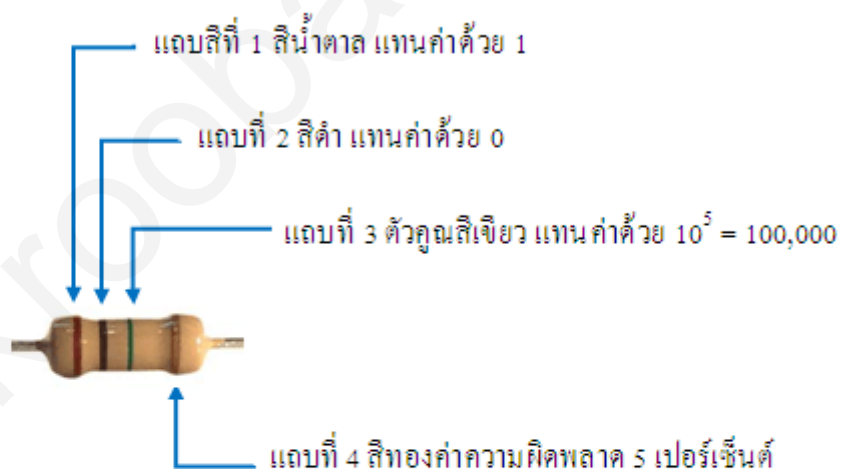


ตัวอย่างที่ 1 อ่านค่าตัวต้านทานต่อไปนี้



$$\begin{aligned}\text{ค่าความต้านทาน} &= 20 \times 100 = 2,100 \, \Omega \text{ (โอห์ม)} \\ &= \frac{2,000 \, \Omega}{1,000} = 2 \, \text{k}\Omega \pm 5\%\end{aligned}$$

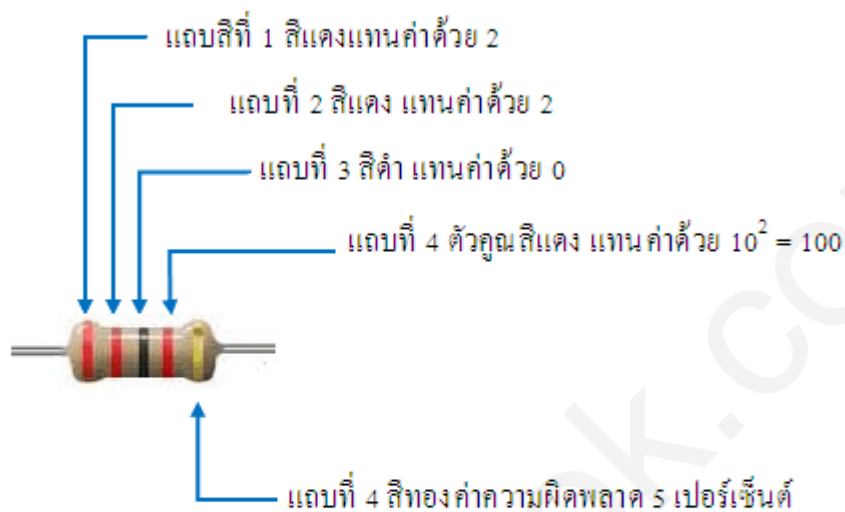
ตัวอย่างที่ 2 อ่านค่าตัวต้านทานต่อไปนี้



$$\begin{aligned}\text{ค่าความต้านทาน} &= 10 \times 100,000 = 1,000,000 \, \Omega \text{ (โอห์ม)} \\ \text{จาก } 1,000,000 \, \Omega &= 1 \, \text{M}\Omega \\ \text{ดังนั้น} &= \frac{1,000,000 \, \Omega}{1,000,000 \, \Omega} = 1 \, \text{M}\Omega\end{aligned}$$

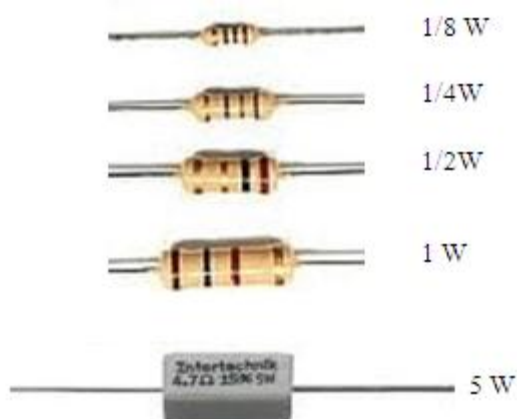


ตัวอย่างที่ 3 อ่านค่าตัวต้านทานต่อไปนี้



$$\begin{aligned}\text{ค่าความต้านทาน} &= 220 \times 100 = 22,000 \, \Omega \text{ (โอห์ม)} \\ \text{จาก } 1,000 \, \Omega &= 1 \, \text{k}\Omega \\ \text{ดังนั้น} &= \frac{22,000 \, \Omega}{1,000} = 22 \, \text{k}\Omega \pm 5\%\end{aligned}$$

นอกจาก ค่าสีที่ตัวต้านทานแล้ว ขนาดของกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานก็เป็นสิ่งสำคัญ ในการนำตัวต้านทานมาใช้งาน ขนาดกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานจะมีหน่วยวัดเป็น วัตต์ (Watt) ใช้ตัวย่อ “W” ขนาดกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทานได้แก่ ขนาด 1/4 W 1/2 W 1W 2W และ 5W ตามตัวอย่างรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวต้านทานค่าคงที่ขนาดต่างๆ



ตัวต้านทานค่าคงที่มีหลายชนิด ตามวัสดุที่นำมาใช้ทำ ตัวต้านทานชนิดที่นิยมนำมาใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์มีดังนี้

1. ตัวต้านทานชนิดคาร์บอนผสม (Carbon Composition)
2. ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ (Metal Film)
3. ตัวต้านทานแบบฟิล์มคาร์บอน (Carbon Film)
4. ตัวต้านทานแบบไวร์วาวด์ (Wire Wound)
5. ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มหนา (Thick Film Network)
6. ตัวต้านทานแบบแผ่นฟิล์มบาง (Thin Film Network)

การอ่านค่าตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ ส่วนใหญ่แล้วมีวิธีอ่านค่าจากแถบสีที่คาดรอบเหมือนกับขยวง ตัวต้านทานขนาดใหญ่ จะระบุค่าความต้านทานและเปอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดลงบนตัวให้อ่านค่าได้โดยตรง



รูปที่ 2.6 ตัวต้านทานค่าคงที่ลักษณะต่าง ๆ



รูปที่ 2.7 ตัวต้านทานค่าคงที่ ในวงจรสวิทช์ทำงานด้วยแสง



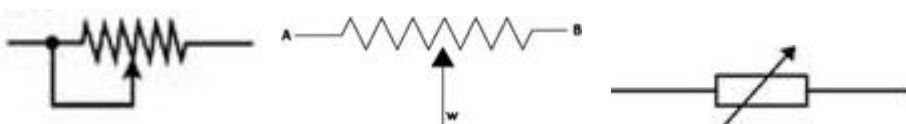
โดยทั่วไปการอ่านค่าตัวต้านทานรวมถึงค่าทางวิทยาศาสตร์มักจะใช้คำอุปสรรคหรือคำนำหน้าเพื่อแทนจำนวนที่มีค่ามากเช่น 1,000 แทนด้วยกิโล 1,000,000 แทนด้วยเมกะ เป็นต้น ตัวอย่างของคำอุปสรรคและค่าต่าง ๆ ที่ควรรู้จักแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คำอุปสรรคและค่าต่าง ๆ ที่ควรรู้จัก

| ค่าตัวเลข | คำอุปสรรคและตัวย่อ | คำอ่าน |
|------------|--------------------|--------|
| 10^{-12} | pico ; p | พิโก |
| 10^{-9} | nano ; n | นาโน |
| 10^{-6} | micro ; μ | ไมโคร |
| 10^{-3} | milli ; m | มิลลิ |
| 10^{-2} | centi ; c | เซนติ |
| 10^3 | kilo ; k | กิโล |
| 10^6 | mega ; M | เมกะ |

2.1.2 ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (Variable Resistor)

เป็นตัวต้านทานที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามความต้องการ ทำให้สามารถควบคุมการไหลของกระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ เช่น การปรับความดังของเสียง เสียงทุ้ม เสียงแหลม ในวงจรเครื่องขยายเสียงการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าในเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบปรับค่าได้ (Voltage Regulator) เป็นต้น



รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ตัวต้านทานปรับค่าได้



ตัวต้านทานปรับค่าได้สามารถออกได้หลายประเภทตามลักษณะการนำไปใช้งานได้แก่ ตัวต้านทานแบบเก็อกม้าตัวต้านทานแบบแกนหมุน ตัวต้านทานไวแสง เทอร์มิสเตอร์ เป็นต้น

1) ตัวต้านทานแบบเก็อกม้า เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ มีลักษณะตัวแบน ๆ มี 3 ขา การปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานต้องใช้ไขควง เนื่องจากเป็นตัวต้านทานที่ไม่มีแกนหมุนสำหรับปรับค่า ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเก็อกม้า

2) ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้แบบแกนหมุน เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้โดยการหมุนแกนค่าความต้านทานก็จะเปลี่ยนไป ตัวต้านทานแบบนี้จะมีทั้งแบบ 1 ชั้นและแบบ 2 ชั้นและแกนสไลด์ การใช้งานนั้นส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้งานกับเครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียงเช่น ใช้สำหรับปรับความดังของเสียง ปรับเสียงทึบแหลม เป็นต้น ลักษณะของตัวต้านทานแบบแกนหมุน ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแกนหมุนและแบบสไลด์

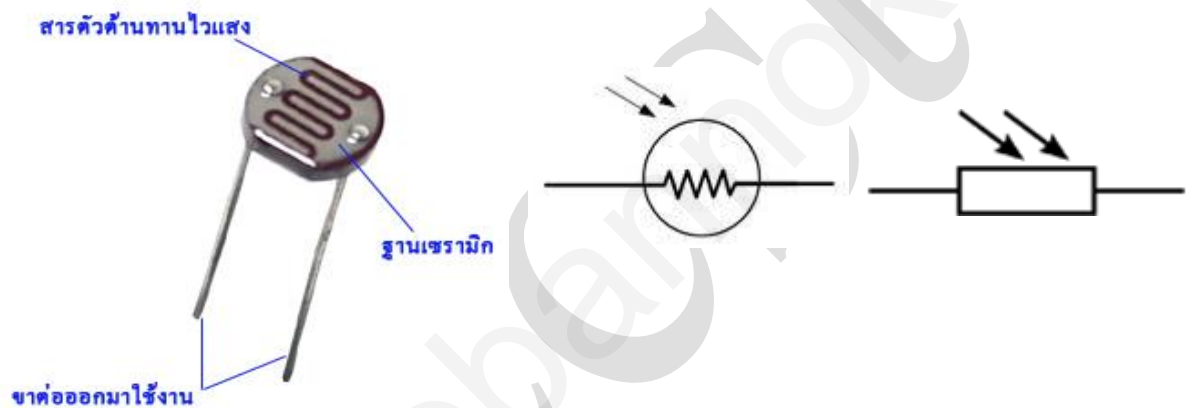
การอ่านค่าตัวต้านทานแบบปรับค่าได้นั้น ค่าความต้านทานจะถูกพิมพ์ลงบนตัวต้านทานให้เราสามารถอ่านค่าได้ตรง ๆ เช่น B 10 K หมายถึง มีค่าความต้านทาน $10\text{ k}\Omega$ แรงดันใช้งาน 125 V





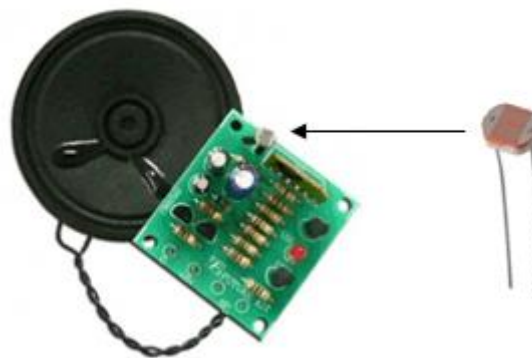
รูปที่ 2.11 การนำตัวต้านทานปรับค่าได้มาใช้ในวงจรเครื่องขยายเสียง

3) ตัวต้านทานไวแสง LDR (Light Dependent Resistor) เป็นตัวต้านทานที่ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนไปตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ ลงบนตัวต้านทาน บางครั้งเรียกว่าโฟโตริซิสเตอร์ (Photo Resistor) หรือโฟโตคอนดักเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาจากลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมาใช้งานลักษณะ โครงสร้างของลักษณะของตัวต้านทานไวแสงแสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ลักษณะโครงสร้าง รูปร่างและสัญลักษณ์ตัวต้านทานไวแสง

ตัวต้านทานไวแสงจะถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบของวงจร ของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ เช่น เครื่องปิดและเปิดไฟถนนอัตโนมัติ ทำเป็นเครื่องมือวัดแสงในงานถ่ายภาพ เครื่องนับจำนวน เป็นต้น



รูปที่ 2.13 ตัวต้านทานไวแสงในวงจรปลุกด้วยแสง



2.2 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) หรือ ตัว C เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญชนิดหนึ่งในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ตัวเก็บประจุทำหน้าที่เก็บสะสมประจุไฟฟ้าไว้ที่ตัวและคายประจุไฟฟ้าออกมาให้กับวงจร หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ตัวเก็บประจุทำหน้าที่คล้ายกับแบตเตอรี่ คือเก็บกระแสไฟฟ้า แต่จะเก็บกระแสไฟฟ้า ได้น้อยกว่า แต่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เร็วกว่าแบตเตอรี่ ตัวเก็บประจยังถูกนำไปเป็นส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์มากมาย กล่าวได้ว่าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทุกวงจร จะต้องมีส่วนประกอบของวงจรเสมอ

ตัวเก็บประจุสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

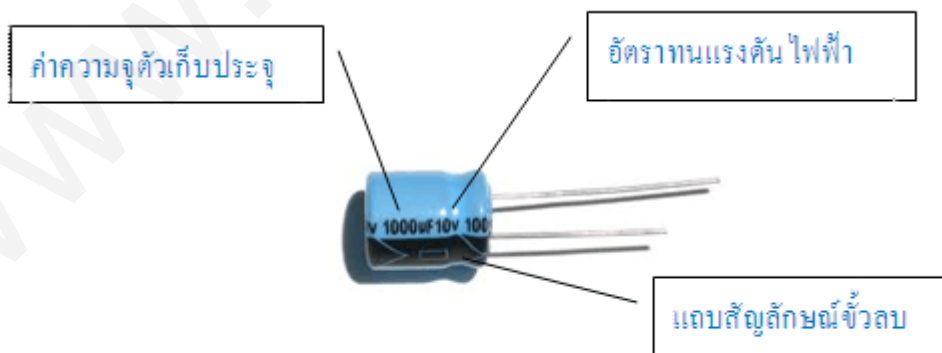
2.2.1 ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่ (Fixed Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุคงที่ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้

2.2.2 ตัวเก็บประจุแบบปรับค่าได้ (Variable Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ โดยทั่วไปจะมีแกนสำหรับหมุนเพื่อปรับเปลี่ยนค่า

2.2.1 ตัวเก็บประจุค่าคงที่ (Fixed Capacitor)

ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่จะถูกนำมาใช้งานมากกว่าตัวเก็บประจุชนิดเปลี่ยนค่าได้ ดังนั้นเราจึงเน้นทำความรู้จักกับตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ ที่ใช้กันเป็นประจำในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ตัวเก็บประจุแบบค่าคงที่สามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1) ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Capacitor) หรือตัวเก็บประจุชนิดมีขั้ว เป็นตัวเก็บประจุที่มีขั้ว บวกและขั้วลบ กำกับไว้ที่ขาทั้ง 2 ข้าง มีลักษณะเป็นทรงกระบอก มีขนาดค่าความจุมาก โดยทั่วไปสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 6.3 โวลต์ถึง 450 โวลต์ ซึ่งค่าความจุและขนาดแรงดันไฟฟ้าจะพิมพ์กำกับไว้บนตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุเข้ากับวงจรจะต้องต่อให้ถูกขั้วมิเช่นนั้นอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับตัวเก็บประจุได้



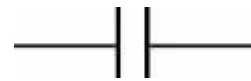
รูปที่ 2.14 ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Capacitor)



รูปที่ 2.15 สัญลักษณ์ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์

จากรูปที่ 2.14 และ 2.15 เป็นตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ มีค่าความจุ 1,000 μF มีอัตราทนแรงดันไฟฟ้า 10 โวลต์ และสัญลักษณ์

2) ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก (Ceramic Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่ไม่มีขั้วสามารถต่อเข้ากับวงจรโดยไม่ต้องขั้วเป็นตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุน้อย สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ประมาณ 50 โวลต์ถึง 2,000 โวลต์



รูปที่ 2.16 ตัว เก็บประจุชนิดเซรามิก (Ceramic Capacitor) และสัญลักษณ์

3) ตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์ (Mylar Capacitor) เป็นตัวเก็บประจุที่ไม่มีขั้ว เหมือนตัวเก็บประจุชนิดเซรามิกตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์มีความทนทานต่อการใช้งานสูงและทนความชื้นได้ดี มักไม่เปลี่ยนค่าความจุตามสภาพความชื้น



รูปที่ 2.17 ตัวเก็บประจุชนิดไมลาร์ (Mylar Capacitor) และสัญลักษณ์



ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิกและชนิดไมลาร์ สามารถนำมาใช้แทนกันได้ถ้าหากมีค่าความจุและอัตราทนแรงดันไฟฟ้าที่เท่ากัน

2.2.2 ตัวเก็บประจุชนิดเปลี่ยนค่าได้ (Variable Capacitor)

ตัวเก็บประจุแบบนี้ สามารถปรับเปลี่ยนค่าความจุของตัวเก็บประจุได้ โดยการหมุนแกนของตัวเก็บประจุโดยทั่วไปแล้วตัวเก็บประจุปรับค่าได้จะใช้สำหรับปรับเปลี่ยนค่าความถี่คลื่นไฟฟ้าของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่นการปรับเลือกสถานีวิทยุกระจายเสียง การปรับแต่งเครื่องรับส่งวิทยุบังคับ เป็นต้น



รูปที่ 2.18 ตัวเก็บประจุชนิดเปลี่ยนค่าได้และสัญลักษณ์



รูปที่ 2.19 ตัวเก็บประจุชนิดเปลี่ยนค่าได้ในเครื่องรับวิทยุ

การนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน

การนำตัวเก็บประจุไปใช้งาน เราจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับค่าประจำตัวของตัวเก็บประจุดังนี้

1) ค่าความจุของตัวเก็บประจุ หน่วยของตัวเก็บประจุคือ "ฟารัด" (Farad) เขียนสัญลักษณ์ย่อว่า "F" ในทางปฏิบัติถือว่าหนึ่งฟารัดมีค่ามาก ส่วนใหญ่ค่าความจุที่ใช้จะอยู่ในช่วงไมโครฟารัดกับพิโกฟารัด

$$1 \mu\text{F (ไมโครฟารัด)} = 1,000 \text{ nF (นาโนฟารัด)} = 1,000,000 \text{ pF (พิโกฟารัด)}$$

$$1 \text{ nF (นาโนฟารัด)} = 1,000 \text{ pF (พิโกฟารัด)}$$



2) อัตราทนแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุหรือแรงดันไฟฟ้าใช้งาน (Working Voltage) เป็นระดับของแรงดันไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้งานกับตัวเก็บประจุได้ โดยอ่านได้จากค่าที่กำหนดไว้บนตัวเก็บประจุ มีหน่วยวัดเป็นโวลต์

การอ่านค่าตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ

ตัวเก็บประจุทุกชนิดจะมีค่าประจำตัว ที่จำเป็นต่อการใช้งานได้แก่ ความจุ อัตราทนแรงดันใช้งาน ขั้วของตัวเก็บประจุ นอกจากนี้แล้วยังมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่าความจุเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย การระบุค่าความจุ อัตราทนแรงดันและเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน สามารถระบุค่าได้โดยตรง หรืออาจจะกำหนดเป็นเลขรหัส ตัวอักษรต่าง ๆ ก็ได้ ซึ่งปัจจุบันตัวเก็บประจุมีมากมายหลายชนิด วิธีการอ่านค่าความจุก็มีหลายวิธี ดังนั้นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวเลข ตัวอักษรที่เกี่ยวข้องกับการอ่านค่าความจุ แสดงได้ดังตารางที่ 3 ตารางแสดงตัวอักษรเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนและอัตราทนแรงดันของตัวเก็บประจุ

ตารางที่ 3 ตัวอักษรเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนและอัตราทนแรงดันของตัวเก็บประจุ

| อักษรตัวที่ 1 | ค่าความคลาดเคลื่อน (%) | อักษรตัวที่ 2 | อัตราทนแรงดัน ไฟฟ้า (V) |
|---------------|------------------------|---------------|-------------------------|
| D | 0.5 | A | 50 |
| F | 1 | B | 125 |
| G | 2 | C | 16 |
| H | 2.5 | D | 250 |
| J | 5 | E | 350 |
| K | 10 | G | 700 |
| M | 20 | H | 1,000 |

การอ่านค่าตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอนิกส์

โดยทั่วไปค่าความจุและค่าอัตราทนแรงดันจะถูกกำหนดไว้บนตัวเก็บประจุ ให้เราสามารถอ่านค่าได้โดยตรงดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการอ่านค่าตัวเก็บประจุ

จากรูปที่ 2.20 เราสามารถอ่านค่าตัวเก็บประจุได้ดังนี้

1. 470 μF หมายถึง ตัวเก็บประจุมีค่าความจุ 470 μF (ไมโครฟารัด)
2. 450 v หมายถึง ตัวเก็บประจุมีอัตราทนแรงดันไฟฟ้า หรือใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน

450 v

คลาดเคลื่อน

20 %

3. ไม่มีตัวอักษรหรือสัญลักษณ์บอกค่าความคลาดเคลื่อน ตัวเก็บประจุจะมีค่าความ

4. แถบขาวสีขาวที่มีเครื่องหมาย ลบ อยู่ในแถบ เป็นสัญลักษณ์บอกขั้วลบ ของขาตัวเก็บประจุ

การอ่านค่าตัวเก็บประจุชนิดเซรามิกและชนิดไมลาร์

ตัวเก็บประจุทั้ง 2 ชนิดเป็นตัวเก็บประจุที่ไม่มีขั้วและมีขนาดเล็ก จึงไม่สามารถจะพิมพ์ค่าความจุให้เราอ่านได้โดยตรงดังนั้นการกำหนดค่าความจุจึงพิมพ์บอกค่าเป็นตัวเลข 3 ตัวและตัวอักษรภาษาอังกฤษ 1 ตัว เช่น 103K 204J เป็นต้นโดยมีรายละเอียดและตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 ตัวเก็บประจุชนิดเซรามิก ค่า 104 จะมีค่าดังนี้



1 เป็นตัวเลขตัวตั้งตัวที่ 1

0 เป็นตัวเลขตัวตั้งตัวที่ 2

4 ตัวคูณ 10^4 หรือเป็นจำนวนเลข 0 ต่อท้าย 4 ตัว

$$\text{ดังนั้นตัวเก็บประจุจึงมีค่า} = 100,000 \text{ pF} = \frac{100,000 \text{ pF}}{1,000,000} = 0.1 \mu\text{F}$$

อัตราทนแรงดันหรือแรงดันไฟฟ้าใช้งานเนื่องจากไม่ได้กำหนดมาจึงมีค่า 50V

เปอร์เซ็นต์ผิดพลาดหากไม่กำหนดมา ให้ถือว่าผิดพลาด 20 %



ตัวอย่างที่ 2 ตัวเก็บประจุชนิด ไมสาร์ค่า 104k จะมีค่าดังนี้



1 เป็นตัวเลขตัวตั้งตัวที่ 1

0 เป็นตัวเลขตัวตั้งตัวที่ 2

5 ตัวคูณ 10^5 หรือเป็นจำนวนเลข 0 ต่อท้าย 5 ตัว

ดังนั้นตัวเก็บประจุจึงมีค่า = $1,000,000 \text{ pF} = \frac{1,000,000 \text{ pF}}{1,000,000} = 1 \text{ }\mu\text{F}$

อักษร k เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด 10 %

อัตราทดแรงดันหรือแรงดันไฟฟ้าใช้งานเนื่องจากไม่ได้กำหนดจึงมีค่า 50V

ตัวอย่างที่ 3

ตัวเก็บประจุที่ระบุค่าเป็นตัวเลข 1 หลักและ 2 หลักให้อ่านค่าได้เลยโดยมีหน่วยเป็นพิโกฟารัด (pF)



อ่านค่าได้ 68 pF 50 V เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด 20 %



อ่านค่าได้ 8 pF 100 V อักษร J เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด 5 %

2.3 ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้าโดยจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม ไดโอดผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ชนิด P และ N ดังนั้นไดโอดจึงเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญชนิดหนึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เช่นใช้เป็น วงจรเรียงกระแสไฟฟ้าในวงจรภาคจ่ายไฟ (Rectifier) เป็นวงจรควบคุมระดับไฟฟ้าในวงจร (Regulator) เป็นต้น

ไดโอดที่มีใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแบ่งออกได้หลายชนิดตามจุดประสงค์ของการใช้งาน ได้แก่



2.3.1 ไดโอดชนิดหัวต่อ P – N

ไดโอดหัวต่อ P – N ผลิตได้โดยการนำสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มาต่อกันชนกัน สามารถแบ่งตามชนิดของสารที่นำมาทำได้แก่ ไดโอดที่ผลิตจากสารซิลิกอนและสารเจอร์เมเนียม ลักษณะรูปร่างและสัญลักษณ์ของไดโอดหัวต่อ P – N แสดงได้ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ลักษณะไดโอดหัวต่อ PN และ สัญลักษณ์

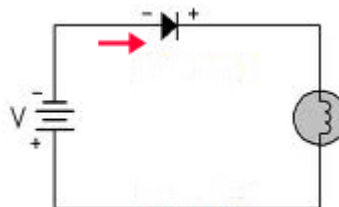
ไดโอดสามารถทำงานได้ โดยการต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับไดโอด เรียกว่า การให้ไบแอส (Bias) มี 2 ลักษณะดังนี้

1. การไบแอสตรง (Forward Bias) หมายถึง การต่อขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เข้ากับ **ขานแอโนด** (Anode) หรือขา A และต่อขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากับ **ขาคะโทด** (Cathode) หรือขา K การให้ไบแอสตรงจะทำให้ ไดโอดสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตลอดไฟฟ้าจึงสว่าง ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การไบแอสตรง (Forward Bias)

2. การไบแอสกลับ (Reverse Bias) หมายถึง การต่อขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้า เข้ากับ **ขาคะโทด** (Cathode) หรือขา K และต่อขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้ากับ **ขานแอโนด** (Anode) หรือขา A การให้ไบแอสกลับจะทำให้ ไดโอดไม่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ ตลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง ดังรูปที่ 2.23

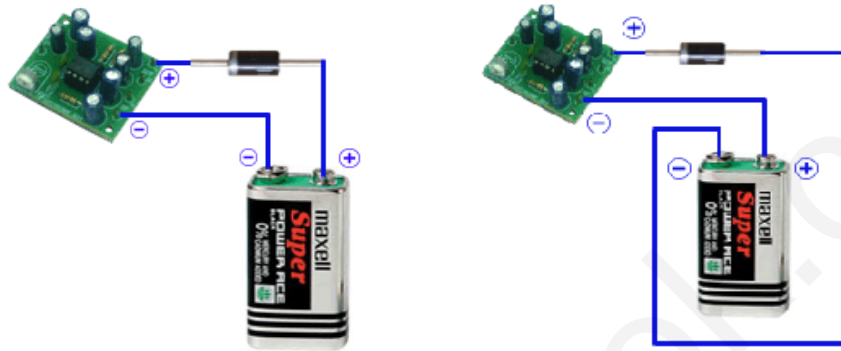


รูปที่ 2.23 การไบแอสกลับ (Reverse)



จากคุณสมบัติของไดโอดที่เราสามารถควบคุมการทำงานได้ดังกล่าว เราจึงนำไดโอดชนิดนี้มาประยุกต์ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้ดังนี้

1. วงจรป้องกันการต่อขั้วแหล่งจ่ายไฟฟ้าผิดขั้ว



รูปที่ 2.24 วงจรป้องกันการต่อขั้วแหล่งจ่ายไฟฟ้าผิดขั้ว ด้วยไดโอด

จากรูปที่ 2.24 (1) เมื่อต่อถ่านไฟฉายถูกขั้ว ไดโอดจะได้รับไบแอสตรง ก็จะสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ และรูปที่ 2.24 (2) เมื่อต่อถ่านไฟฉายผิดขั้ว ไดโอดจะได้รับไบแอสกลับ จึงไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้เป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากสาเหตุการจ่ายแรงดันไฟฟ้าผิดขั้ว

2. วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Rectifier)



รูปที่ 2.25 วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Rectifier)

จากรูปที่ 2.25 เป็นวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 9 V โดยหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ให้เหลือเพียง 9 V จากนั้น ไดโอดจะทำหน้าที่เรียงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน เป็นต้น



การนำไดโอดไปใช้งาน เราจะต้องรู้ค่าลักษณะสมบัติของไดโอด ได้แก่

1. ค่าความทนแรงดันไฟฟ้าใช้งาน เป็นค่าแรงดันที่ไดโอดสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย มีหน่วยวัดเป็นโวลต์

2. ค่ากระแสไฟฟ้าใช้งาน เป็นค่ากระแสไฟฟ้าที่ไดโอดสามารถทำงานได้ โดยไม่เกิดความเสียหาย มีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์

โดยทั่วไปแล้วไดโอดหัวต่อ PN จะบอกขนาดเป็นเบอร์ แต่ละเบอร์ก็จะขนาดค่าความทนแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าแรงดันและกระแสของไดโอด

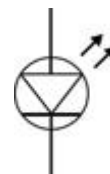
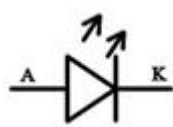
ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าแรงดันและกระแสของไดโอดหัวต่อ PN

| เบอร์ | ค่าทนกระแส | ค่าทนแรงดัน |
|--------|------------|-------------|
| 1N4001 | 1 A | 50 V |
| 1N4002 | 1 A | 100 V |

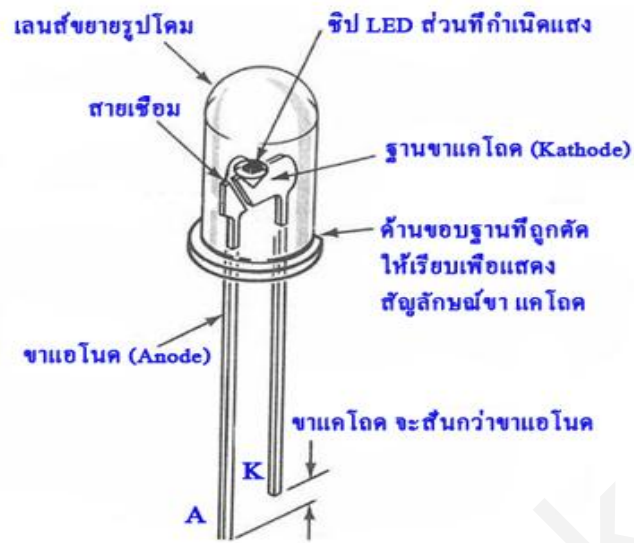
2.3.2 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) หรือ LED เป็นไดโอดชนิดหนึ่งที่ผลิตขึ้นมาจาก

สาร

กึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ต่อชนกัน เช่นเดียวกับไดโอดหัวต่อ PN มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา คือขาแอนโนด (A) และขาแคโทด (K) ไดโอดเปล่งแสงมีลักษณะ การทำงานเหมือนกันกับไดโอดหัวต่อ PN เมื่อจ่ายไบอัสไบแอสตรง (Forward Bias) ให้กับไดโอดก็จะเปล่งแสงออกมา แต่เมื่อต่อไบแอสกลับ (Reveres Bias) ไดโอดก็ไม่สามารถเปล่งแสงออกมาได้แสงที่เปล่งออกมาจากตัวไดโอดเปล่งแสงแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือแสงที่ตาคนมองเห็น และแสงที่ตาคนมองไม่เห็นรูปที่ 2.26 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์



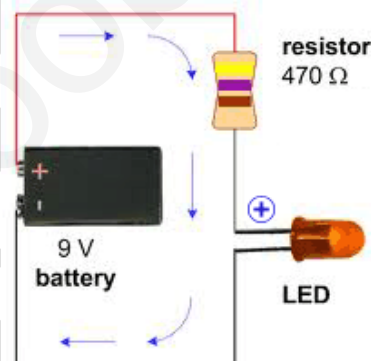
รูปที่ 2.26 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์



รูปที่ 2.27 โครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง จะถูกใช้งานสำหรับการแสดงผลสถานะ การทำงานของส่วนต่าง ๆ ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรูปของหลอดไฟเป็นสีต่าง ๆ ไดโอดจะทำงานได้ก็ต้องได้รับแรงดันไฟฟ้าแบบไบแอสตรง ดังนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณาคือนำไดโอดเปล่งแสงมาใช้งานมีดังนี้

1. การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงให้สามารถทำงานได้นั้น จะต้องต่อแบบไบแอสตรงดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 ลักษณะการต่อวงจรไดโอดเปล่งแสง

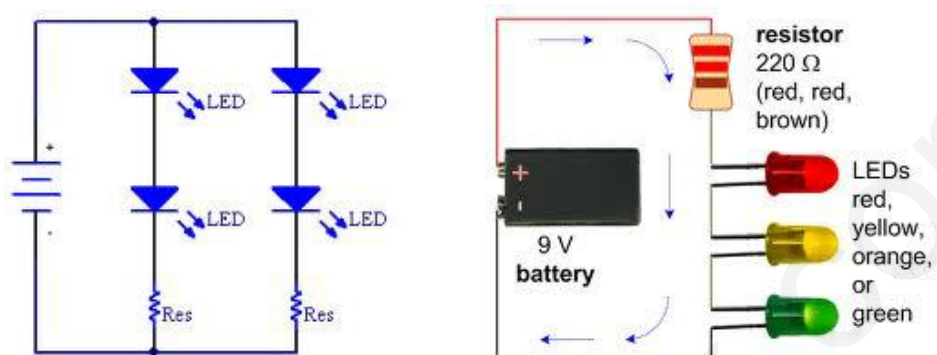
จากรูปที่ 2.28 นั้นแสดงวงจรพื้นฐานทั่วไป ของการต่อไดโอดเปล่งแสงแบบไบแอสตรง ไดโอดก็จะสามารถเปล่งแสงได้

2. แรงดันและกระแสไฟฟ้าใช้งานของไดโอด ในการนำไดโอดมาต่อใช้งานนั้น เราจะต้องทราบค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ไดโอดสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

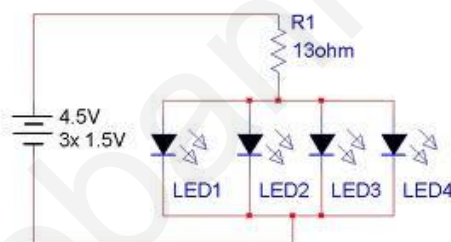


วงจรการต่อไดโอดเปล่งแสงแบบต่าง ๆ

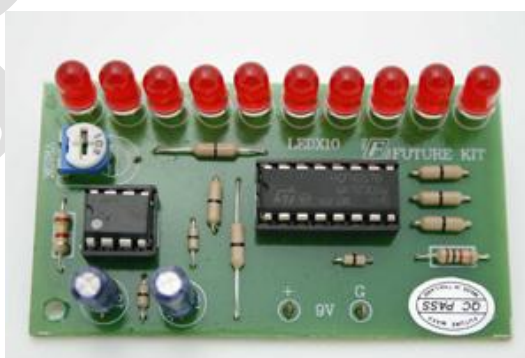
1. การต่อไดโอดเปล่งแสงแบบอนุกรม แสดงดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การต่อไดโอดเปล่งแสงแบบอนุกรม



รูปที่ 2.30 การต่อไดโอดเปล่งแสงแบบขนาน



รูปที่ 2.31 ไดโอดเปล่งแสงในวงจรไฟวิ่ง LED เรียงลำดับ 10 ดวง

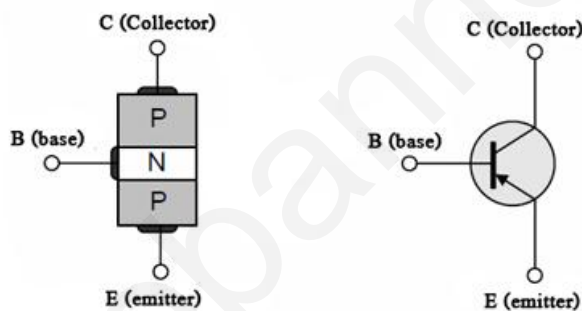


2.4 ทรานซิสเตอร์ (Transistor) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญและถูกนำมาประกอบในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มากมาย มีการนำทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียงในวงจรเครื่องขยายเสียง ขยายสัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณวิทยุ เป็นส่วนประกอบสำคัญในวงจรดิจิทัล เช่น วงจรรวม (Integrate circuit :IC) หน่วยความจำในคอมพิวเตอร์ หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) เป็นต้น

ชนิดของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์เป็นสิ่งประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำโดยการนำสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้นมาต่อกัน สามารถแบ่งออกได้ตามโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำที่นำมาต่อกันดังนี้

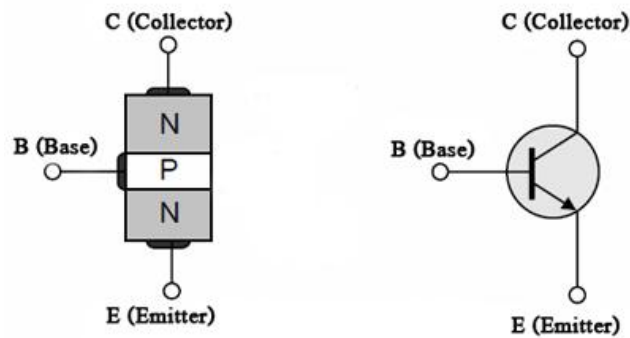
2.4.1 ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP เป็นการนำสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น ได้แก่ ชนิด P ชนิด N และชนิด P มาต่อเรียงกันตามลำดับ แล้วต่อขาออกมา 3 ขา ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 โครงสร้างและสัญลักษณ์ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

ทรานซิสเตอร์เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขา 3 ขา แต่ละขาเรียกชื่อแตกต่างกันคือ ขาเบส (Base) หรือขา B ขาอิมิตเตอร์ (Emitter) หรือขา E และขาคอลเลกเตอร์ (Collector) หรือ C โดยแต่ละขาจะมีหน้าที่การแตกต่างกันออกไป

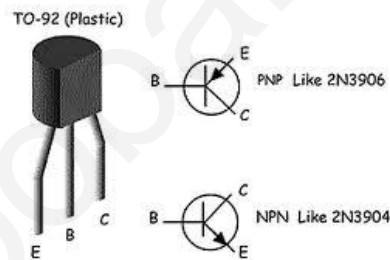
2.4.2 ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เป็นการนำสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น ได้แก่ ชนิด N ชนิด P และชนิด N มาต่อเรียงกันตามลำดับแล้วต่อขาออกมา 3 ขา ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN มีโครงสร้างแตกต่างจากชนิด PNP ตรงที่ใช้สารกึ่งตัวนำชนิด N จำนวน 2 ชั้น ชนิด P จำนวน 1 ชั้น และสัญลักษณ์ก็มีความแตกต่างกันที่ขาอิมิตเตอร์ (E) สัญลักษณ์หัวลูกศรจะพุ่งออกดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 โครงสร้างและสัญลักษณ์ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

รูปร่างและลักษณะของทรานซิสเตอร์

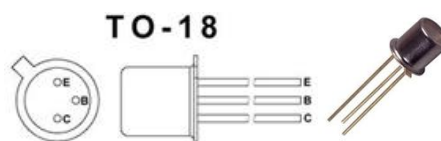
ทรานซิสเตอร์ไม่ว่าจะเป็นชนิด PNP หรือ NPN จะมีรูปร่าง ๆ คล้ายกัน ขาต่าง ๆ ของทรานซิสเตอร์ก็มีลักษณะคล้าย ๆ กัน การดูชนิดและลักษณะเบื้องต้น ของทรานซิสเตอร์นั้น เราจะดูจากคู่มือของบริษัทผู้ผลิต ดูจากวารสารต่าง ๆ ที่มีการผลิตออกมา ในปัจจุบันสามารถหาดูได้จากเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างลักษณะของทรานซิสเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 2.34



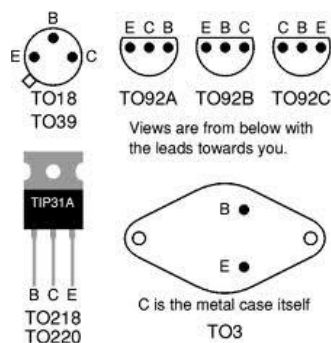
รูปที่ 2.34 ลักษณะของทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2N3906 และ 2N3904

สำหรับความหมายที่เกี่ยวกับตัวทรานซิสเตอร์ที่ควรรู้ได้แก่

1. ลักษณะของตัวถัง หรือรูปร่างของทรานซิสเตอร์ จะระบุเป็นตัวอักษรและตัวเลข เช่น TO-18, TO-39 ดังตัวอย่างรูปที่ 2.35 และรูปที่ 2.36
2. เบอร์ของตัวทรานซิสเตอร์ จะระบุเป็นตัวอักษรและตัวเลข เช่น BC107, 2N3906 เป็นต้น
3. ตำแหน่งขา B, C, และ E ดังตัวอย่างรูปที่ 2.35 และรูปที่ 2.36



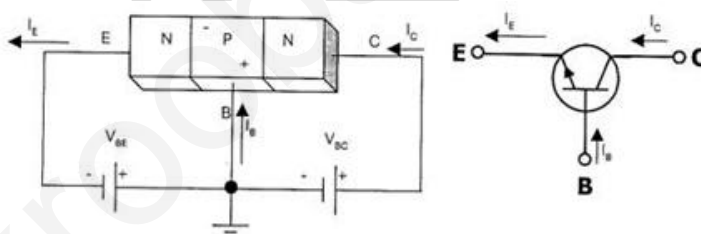
รูปที่ 2.35 ลักษณะของทรานซิสเตอร์ตัวถัง TO18 เบอร์ BC107



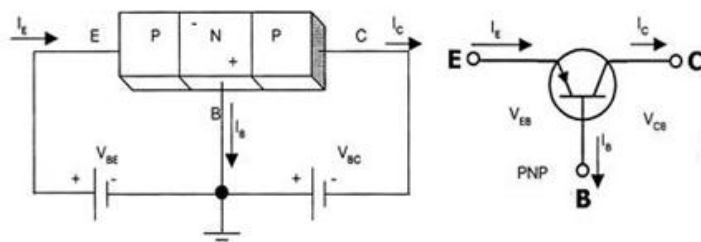
รูปที่ 2.36 แสดงลักษณะตัวถังและตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ แบบต่าง ๆ

การทำงานของทรานซิสเตอร์

การที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ต้องจ่ายไฟไบแอสให้ขาเบส (B) ซึ่งเป็นขามีหน้าที่ในการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากขาคอลเลกเตอร์ไปสู่ขามิเตอร์ หากเราให้ไบแอสกระแสไหลที่ขาเบสมาก จะทำให้กระแสไหลผ่านขาคอลเลกเตอร์ไปสู่ขามิเตอร์ไหลมากตามไปด้วย แต่ถ้าให้ไบแอสกระแสไหลที่ขาเบสน้อย กระแสที่จะไหลผ่านขาคอลเลกเตอร์ไปสู่ขามิเตอร์ น้อยลงไปด้วย ดังนั้นด้วยหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์นี้ ก็จะสามารถนำทรานซิสเตอร์ไปประกอบในวงจรต่าง ๆ ได้มากมายโดยเฉพาะในวงจรที่ต้องการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร



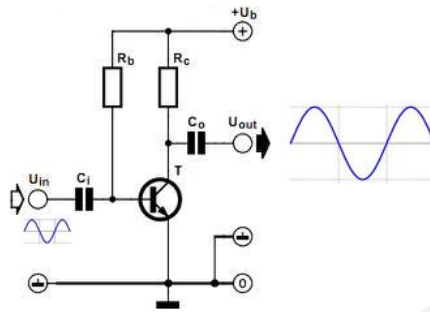
รูปที่ 2.37 การทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN



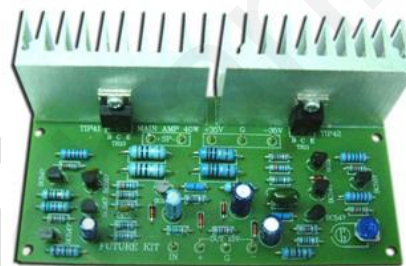
รูปที่ 2.38 การทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP



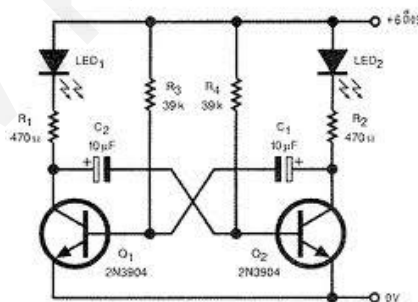
เนื่องจากทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำ จึงมีหลักการทำงานที่คล้ายกับไดโอดแต่ทรานซิสเตอร์จะมีความสามารถพิเศษในด้านอื่น ๆ เพิ่มขึ้นมา เช่น สามารถนำไปใช้ขยายสัญญาณต่างๆ ตามต้องการ ใช้ในงานควบคุมสัญญาณ ใช้ประกอบในวงจรผลิตสัญญาณต่างๆ เป็นต้น ดังตัวอย่างรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 วงจรขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.40 วงจรขยายเสียงขนาด 30 วัตต์ ด้วยทรานซิสเตอร์

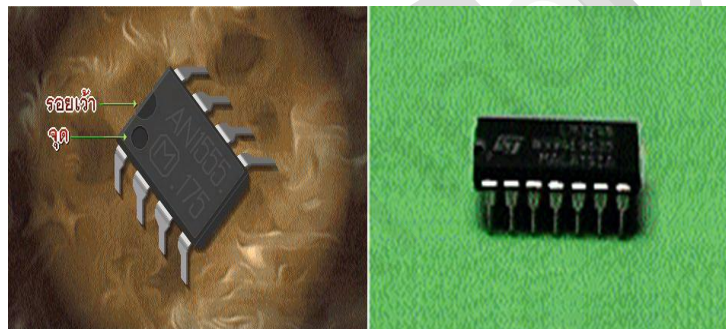


รูปที่ 2.41 วงจรไฟกระพริบ ควบคุมด้วยทรานซิสเตอร์



สรุปแล้วการนำทรานซิสเตอร์ไปใช้งานนั้น เราจะต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคูเบอร์ และตำแหน่งขาของ ทรานซิสเตอร์ เพราะเวลานำมาใช้งานเราจะต้องต่อทรานซิสเตอร์ให้ถูกตำแหน่งขาตามที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ กำหนดไม่เช่นนั้นแล้วตัวทรานซิสเตอร์ อาจจะชำรุดเสียหายได้

2.5 ไอซี ย่อมาจากคำว่า **Integrated Circuit (I.C.)** แปลว่าวงจรรวม ไอซีเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่รวม ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่ประกอบเป็นวงจรหรือส่วนของวงจร ที่มีขนาดเล็กไว้ในตัวเดียว ชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ ทรานซิสเตอร์ ตัวต้านทาน ไดโอด เป็นต้น ดังนั้นไอซีจึงมีหลายขา ไอซีมีหลายชนิดล้วนแต่หน้าที่ การทำงานและจะมีหมายเลขประจำตัว เช่น หมายเลข 555, หมายเลข 741 เป็นต้น วิธีดูตำแหน่งขาของไอซี ให้สังเกตจุดบนขอบ ตัวไอซี ขาข้างที่อยู่ใกล้จุดเรียกว่า ขาที่ 1 แล้วให้นับเรียงต่อกันไปตามลำดับ ดังแสดง ในรูป ทางขวามือเป็นรูปถ่ายจริงของไอซีตัวหนึ่ง



รูปที่ 2.42 แสดงวิธีดูตำแหน่งขาของ IC

วงจรรวม (ไอซี) เซ็กเส้น เพียงหนึ่งตัว มีความสามารถในการทำงานเทียบเท่ากับชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์นับร้อยชิ้นที่นำ มาต่อกันเป็นวงจร โดยเฉพาะไอซีดิจิทัล เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์มี ความสามารถเท่ากับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นหมื่นหรือ แสนชิ้นเลยทีเดียว วงจรรวมทำให้สามารถ ประหยัดค่าใช้จ่ายและเนื้อที่ได้ ไอซีนับได้ว่าเป็นสิ่งที่ปฏิวัติอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.43 ตัวอย่างวงจรรวม (IC) แบบต่างๆ



ประโยชน์ของไอซี

ในปัจจุบัน ไอซี ถูกนำมาใช้อย่างหลากหลาย ได้แก่

1. ใช้สำหรับการบันทึกข้อมูล อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชิ้นที่เราใช้เพื่อความสะดวกในชีวิตประจำวัน เช่น บัตร ATM บัตรโทรศัพท์บัตรเหล่านี้จะมีชิป ประเภทความจำ(memory chip) ติดอยู่และจะทำงานได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้
2. ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลและสั่งงาน ชิประเภทนี้ถูกบรรจุอยู่ในวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่มีปุ่มหรือโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง เช่น เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เครื่องเล่น VCD DVD เครื่องปรับอากาศ หรือใช้ในเครื่องอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น เครื่องกระตุ้นหัวใจ
3. ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลและประมวลผล อุปกรณ์และเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน มีการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องให้ตอบสนองต่อการใช้งานในชีวิตประจำวันให้มีความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งในอุปกรณ์เหล่านั้นจะบรรจุซิลิกอนชิปประเภทบันทึกข้อมูลและประมวลผลไว้ สำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลและเรียกดูข้อมูลเหล่านั้นได้อย่างรวดเร็วเช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องอ่านบาร์โค้ดในร้านค้าหรือห้างสรรพสินค้า กล้องวิดีโอ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล เป็นต้น



รูปที่ 2.44 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่นำวงจรรวม (IC) มาใช้



ใบงานที่ 1

การอ่านค่าความต้านทาน

จุดประสงค์

เพื่อให้นักเรียนอ่านค่าความต้านทานได้ถูกต้อง

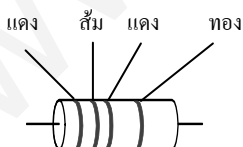
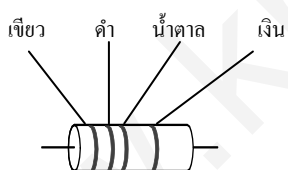
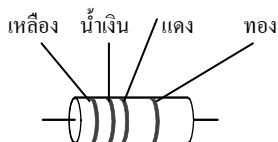
คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาเอกสารชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ หน้าที่ 14
2. ให้นักเรียนฝึกอ่านค่าความต้านทานที่กำหนดให้
3. นักเรียนสอบปฏิบัติการอ่านค่าความต้านทานที่สุ่มได้

วัสดุและอุปกรณ์

ตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ขนาดต่างๆ

จงบอกค่าความต้านทานจากรูปที่กำหนดให้



ตั้งใจหน่อยนะจ๊ะ



**แบบฝึกหัดที่ 2**

ให้นักเรียนระบุชื่ออุปกรณ์ตาม
สัญลักษณ์ที่กำหนดให้



| สัญลักษณ์ | อุปกรณ์ |
|-----------|---------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

เมื่อทราบสัญลักษณ์ต่างๆ ในวงจรแล้ว
ก็มาเริ่มศึกษาและประกอบวงจรกันดีกว่า...



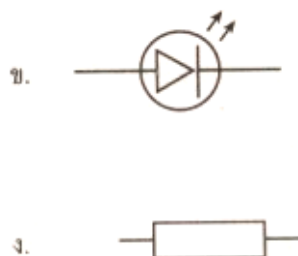
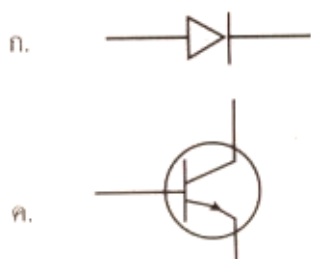


แบบฝึกหัดที่ 3

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. เครื่องมือที่ใช้วัดความต้านทานของตัวต้าน เรียกว่าอะไร
ก. แอมมิเตอร์
ข. โวลต์มิเตอร์
ค. โอห์มมิเตอร์
ง. ทรานซิสเตอร์
2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามข้อใดที่ใช้วัดค่าของกระแสไฟฟ้า และค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าในวงจร
ก. ไดโอด
ข. แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์
ค. กัลวานอมิเตอร์และแอมมิเตอร์
ง. แอมมิเตอร์และโอห์มมิเตอร์
3. ตัวต้านทานตัวหนึ่งอ่านแถบสีได้ คือ แดง เหลือง ดำ ค่าความต้านทานมีค่าเท่าใด
ก. 24 โอห์ม
ข. 24 กิโลโอห์ม
ค. 240 โอห์ม
ง. 240 กิโลโอห์ม
4. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามข้อใดที่ใช้สำหรับปิด - เปิดให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร
ก. สวิตช์
ข. ไดโอด
ค. วงจรรวม
ง. ทรานซิสเตอร์

จากสัญลักษณ์ต่อไปนี้ใช้เป็นตัวเลือกในการตอบคำถามข้อ 5 - 6





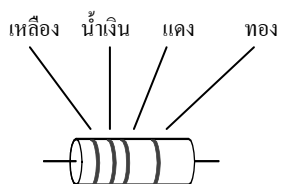
5. สัญลักษณ์ในตัวเลือกใดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทางเดียว
6. สัญลักษณ์ในตัวเลือกใดเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปิด – เปิดสวิตช์ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
7. เด็กชายสมชาย เปิดและปิดโทรทัศน์โดยใช้รีโมท อุปกรณ์ใดที่ทำหน้าที่เปิดและปิดวงจร
 - ก. ไดโอด
 - ข. ตัวเก็บประจุ
 - ค. ตัวต้านทาน
 - ง. ทรานซิสเตอร์
8. เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์ใดจะให้แสงสว่างออกมา
 - ก. ไดโอด
 - ข. ตัวเก็บประจุ
 - ค. ตัวต้านทาน
 - ง. ทรานซิสเตอร์
9. การต่อวงจรตัวต้านทานในวงจรควรต่อแบบใด
 - ก. แบบผสม
 - ข. แบบขนาน
 - ค. แบบอนุกรม
 - ง. แบบใดก็ได้
10. การต่อวงจรทรานซิสเตอร์ข้อใดที่ทำหน้าที่รักษาปริมาณของกระแสไฟฟ้าอยู่ในระดับต่ำ
 - ก. เบส
 - ข. อิมิตเตอร์
 - ค. คอลเล็กเตอร์
 - ง. ทุกตัวรวมกัน



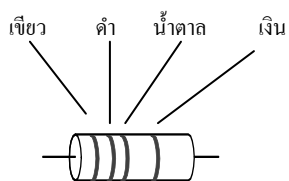
เฉลยใบงานที่ 1

การอ่านค่าความต้านทาน

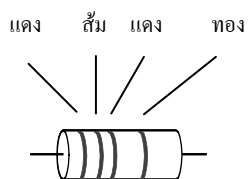
จงบอกค่าความต้านทานจากรูปที่กำหนดให้



ความต้านทาน $46 \times 10^2 \Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 5 \%$



ความต้านทาน $50 \times 10 \Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 10 \%$





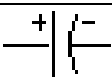

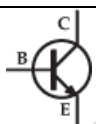




ความต้านทาน $23 \times 10^2 \Omega$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 5 \%$

บอกค่าความต้านทานได้
ถูกต้องได้แล้ว นะเพื่อนๆ





เจดยแบบฝึกหัดที่ 2

| สัญลักษณ์ | อุปกรณ์ |
|---|--------------------------------|
|  | ตัวต้านทานค่าคงที่ |
|  | ตัวต้านทานปรับค่าได้ตามแสง |
|  | ตัวเก็บประจุชนิด อิเล็กโทรไลต์ |
|  | ไดโอดเปล่งแสง (LED) |
|  | ทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN |
|  | ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP |
|  | สวิตช์ |
|  | ตัวเก็บประจุชนิดเปลี่ยนค่าได้ |
|  | เซลล์ไฟฟ้า |



เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

ข้อ 1 ตอบ ค

ข้อ 2 ตอบ ข

ข้อ 3 ตอบ ก

ข้อ 4 ตอบ ก

ข้อ 5 ตอบ ก

ข้อ 6 ตอบ ค

ข้อ 7 ตอบ ง

ข้อ 8 ตอบ ก

ข้อ 9 ตอบ ค

ข้อ 10 ตอบ ก

ไปประกอบวงจรกันเถอะ





หน่วยที่ 3

การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

สาระสำคัญ

ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ ชุดคิทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Kit) อาจจะเรียกสั้น ๆ ว่า ชุดคิท ซึ่งจะประกอบไปด้วยคู่มือการประกอบชุดคิท ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ แผ่นวงจรพิมพ์ สายไฟและตะกั่วบัดกรี ชุดคิทแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบชุดอุปกรณ์และแบบชุดสำเร็จ การประกอบชุดคิทต้องมีเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ในการทำงานได้แก่ หัวแร้งบัดกรี ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ คีมตัดสายไฟ ไขควงปากแบนและปากแฉก คัทเตอร์ ตะกั่วบัดกรี ที่วางหัวแร้ง เป็นต้น

การประกอบชุดคิท มีหลักการปฏิบัติตั้งแต่การ วิเคราะห์ความต้องการใช้งาน ศึกษาข้อมูล เลือกชุดคิท และอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับงาน ประเมินการค่าใช้จ่าย ดำเนินการประกอบชุดคิท ประเมินผลการทำงาน

สาระการเรียนรู้

การทดลองต่อวงจร และการประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

- 3.1 โพรโตบอร์ดทดลองวงจร
- 3.2 ส่วนประกอบ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 3.3 แผ่นวงจรพิมพ์
- 3.4 การบัดกรี
- 3.5 หลักการประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เป้าหมายการเรียนรู้

ด้านความรู้

1. มีความรู้ เกี่ยวกับชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. อธิบายวิธีการประกอบ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้
3. ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่ายได้

ทักษะ/กระบวนการ

มีทักษะสามารถประกอบชุดอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้

คุณลักษณะ

ใฝ่รู้ใฝ่เรียน



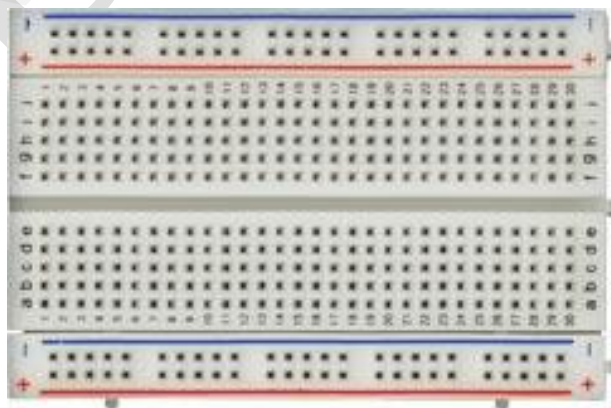
สาระสำคัญ

ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ ชุดคิทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Kit) อาจจะเรียกสั้น ๆ ว่า ชุดคิท ซึ่งประกอบไปด้วย คู่มือการประกอบชุดคิท ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ แผ่นวงจรพิมพ์ สายไฟและ ตะกั่วบัดกรี ชุดคิทแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบชุดอุปกรณ์และแบบชุดสำเร็จ การประกอบชุดคิทต้องมีเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ในการทำงาน ได้แก่ หัวแร้งบัดกรี อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทิมตัดสายไฟ ไขควง ปากแบนและปากแฉก คัทเตอร์ ตะกั่วบัดกรี ที่วางหัวแร้ง เป็นต้น การประกอบชุดคิท ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และจะต้องมีความรู้และมีทักษะปฏิบัติเกี่ยวกับการบัดกรีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการบัดกรีการใช้หัวแร้งไฟฟ้า บัดกรีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ กับแผ่นวงจรพิมพ์ เป็นต้น

การประกอบชุดคิท มีหลักการปฏิบัติตั้งแต่การ วิเคราะห์ความต้องการใช้งาน ศึกษาข้อมูล เลือกชุดคิทและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับงานประมาณการค่าใช้จ่ายดำเนินการประกอบชุดคิทประเมินผลการทำงาน เมื่อเราได้ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จนมีพื้นฐานความรู้ดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะต้องมีการฝึกทักษะการปฏิบัติการประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย มีจุดประสงค์เพื่อให้มีทักษะปฏิบัติด้านอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการทบทวนความรู้ความเข้าใจ ฝึกทักษะกระบวนการทำงานและการแก้ปัญหา สร้างความมั่นใจในการศึกษาและปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์ในขั้นสูงต่อไป

3.1 โปรโตบอร์ดทดลองวงจร

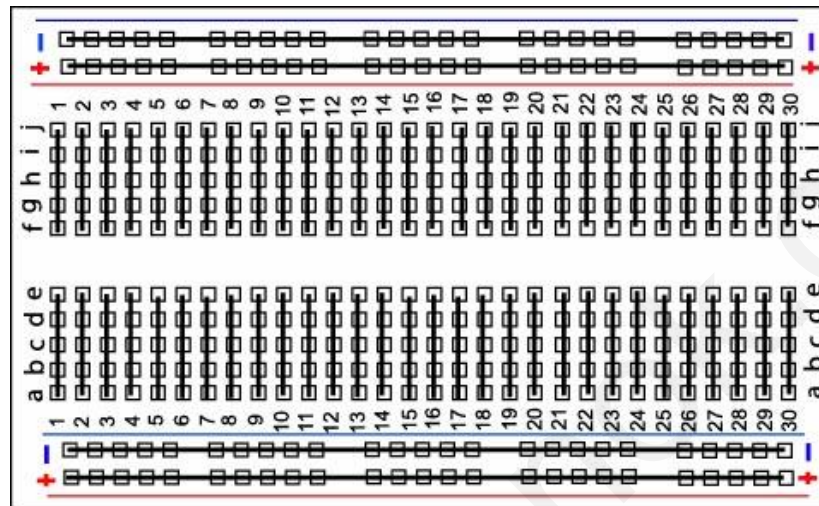
แผ่นโปรโตบอร์ด จะเป็นแผ่นที่จะใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป โดยที่แผ่นโปรโตบอร์ดจะมีช่องสำหรับใช้เสียบขาอุปกรณ์ได้ซึ่งการทดลองการต่อ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อกับแผ่นโปรโตบอร์ดจะทำให้อุปกรณ์ไม่เสียหาย



รูปที่ 3.1 แผ่นโปรโตบอร์ดทดลองวงจร

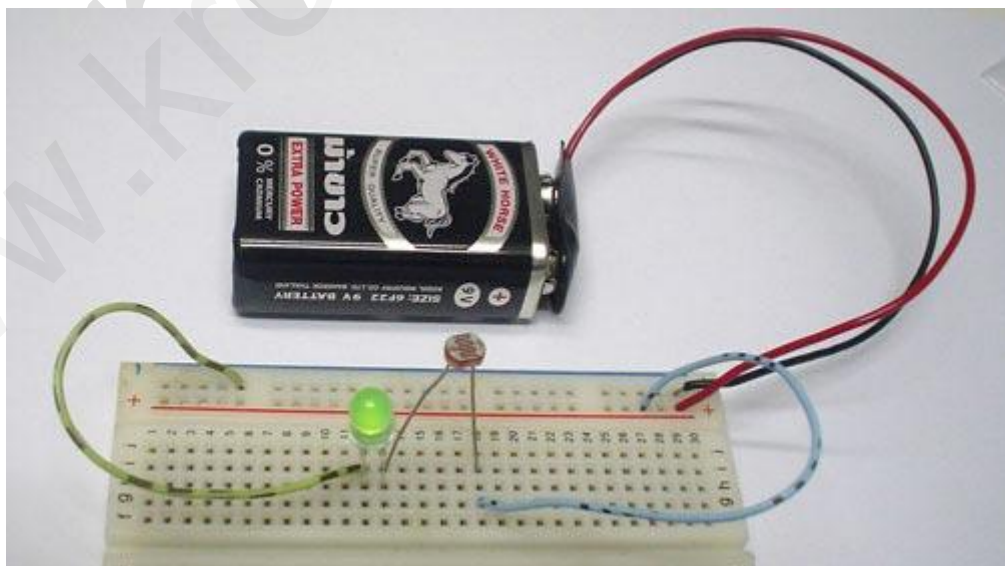


การต่อวงจรภายในแผ่นโปรโตบอร์ดจะเป็นดังรูปกล่าวคือ ด้านบนและด้านล่างจะใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยงวงจรซึ่งวงจรด้านล่างจะต่อถึงกันทั้งแถว ส่วนการต่อวงจรด้านใน จะต่อถึงกันตามแนวตั้งดังภาพ



รูปที่ 3.2 วงจรภายในแผ่นโปรโตบอร์ด

การต่อไฟเลี้ยงวงจรสามารถต่อไฟจากแบตเตอรี่ ขั้วบวก และ ขั้วลบ เข้ากับแผ่นโปรโตบอร์ด โดยใช้สายโทรศัพท์ต่อเข้าด้วยกันทั้ง 2 ขั้ว



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กับแผ่นโปรโตบอร์ด



3.2 ส่วนประกอบ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เรียกว่า ชุดคิทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Kit) หมายถึง ชุดอุปกรณ์ที่ได้จัดชิ้นส่วนต่าง ๆ สำหรับประกอบเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไว้ครบถ้วนแล้ว ผู้ที่สนใจสามารถนำไปศึกษา ประกอบเป็นวงจรเพื่อการทดลองและนำไปใช้งานได้ทันที ซึ่งชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) คู่มือการประกอบและการนำไปใช้
- 2) ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
- 3) แผ่นวงจรพิมพ์
- 4) อุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เช่น สายไฟ ตะกั่วบัดกรี กะล่อง เป็นต้น



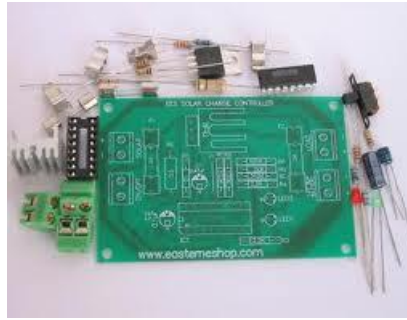
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างชุดคิทอิเล็กทรอนิกส์ ของห้างหุ้นส่วนสามัญ สมาร์ทเลิร์นนิ่ง



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างชุดคิทอิเล็กทรอนิกส์ บริษัท ฟิวเจอร์คิท จำกัด

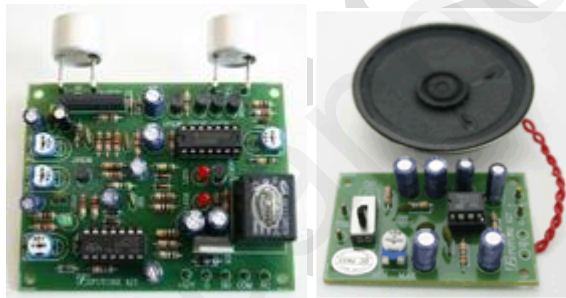
ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. ชุดอุปกรณ์ เป็นชุดที่ยังไม่ได้บัดกรีและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ผู้ใช้จะต้องนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันและบัดกรีเอง จึงจะสามารถนำไปใช้งานได้ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ยังไม่ได้ประกอบ

2. ชุดอุปกรณ์สำเร็จ เป็นชุดที่บริษัทผู้จัดจำหน่าย ได้ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยและ บัดกรีจนเสร็จเรียบร้อยแล้วพร้อมใช้งาน ผู้ใช้เพียงแต่นำไปประกอบกับอุปกรณ์บางส่วนอีกเล็กน้อย ก็สามารถมา ไปใช้งานได้



รูปที่ 3.7 ชุดอุปกรณ์สำเร็จที่ได้ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้ว

3.3 แผ่นวงจรพิมพ์ หรือ แผ่น PCB (Printed Circuit Board) นิยมเรียกกันว่า "แผ่นปริ้นท์" หรือ แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่เป็นที่วางและยึดติดตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และมีตัวนำไฟฟ้าเป็นตัว เชื่อมต่อเป็นวงจรให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เชื่อมต่อถึงกันเป็นวงจร เพื่อให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ถูกยึดทางกล อยู่บนแผงวงจรเดียวกันอย่างเป็นระเบียบสวยงาม

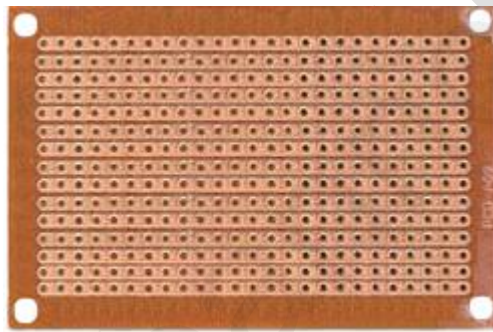
แผ่นวงจรพิมพ์ ทำมาจากวัสดุที่เป็นฉนวน มีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรง เช่น วัสดุฟีนอลิก (Phenolic) กลาสอีพอกซี (glass epoxy) และสารประกอบอีพอกซี (composite epoxy) ลักษณะแผ่นวงจรพิมพ์ มี 2 ด้านดังนี้

1. ด้านบนสำหรับวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จะมีสัญลักษณ์บอกตำแหน่งการติดตั้ง อุปกรณ์ ตำแหน่งขาของอุปกรณ์แต่ละชนิด ดังรูปที่ 3.8



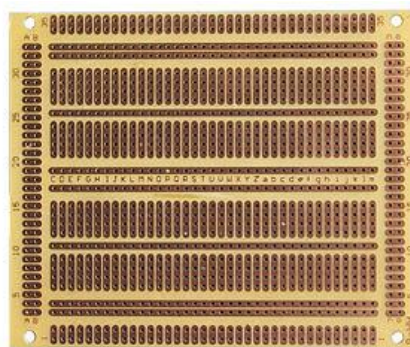
3.3.2. แผ่นวงจรพิมพ์อเนกประสงค์ เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ ที่ผลิตออกมาเพื่อให้สามารถใช้งานได้ โดยทั่วไปซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากในสถานศึกษา ห้องทดลองอิเล็กทรอนิกส์ และผู้ใช้ทั่วไป แผ่นวงจรพิมพ์อเนกประสงค์โดยทั่วไปจะมีการวางลายทองแดงเป็นเส้น ๆ และมีการเจาะรูไว้แล้ว สามารถเสียบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไปได้ทันทีแต่อาจต้องมีการตัดต่อลายทองแดง หรือเชื่อมต่อด้วยสายไฟในบางจุด เพื่อเชื่อมต่อวงจรส่วนใหญ่มักใช้กับการประกอบวงจรที่ไม่ซับซ้อนหรือมีอุปกรณ์ไม่กี่ตัว แผ่นวงจรพิมพ์อเนกประสงค์ สามารถแบ่งได้ตามลักษณะแนวเส้นทองแดงด้านหลังของแผ่นออกเป็น 3 แบบ คือ

1) **ไอซีบอร์ด (IC Board)** จะ มีการวางตำแหน่งขาเป็นแนว ๆ แบบขาไอซีโดยระยะห่างระหว่างรูเจาะเท่ากับระยะห่างของขาไอซีพอดี ส่วนลายทองแดงจะมีลักษณะเป็นแถบยาวต่อเนื่องเป็นระยะเท่า ๆ กันเหมาะสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มี ไอซีเป็นส่วนประกอบของวงจร ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงด้านลายทองแดงของแผ่นไอซีบอร์ด

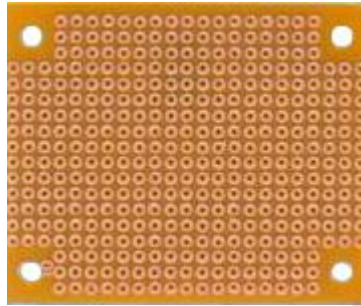
2) **เบรด์บอร์ด (bread board)** จะมีลักษณะของลายทองแดง เหมือนกับแผ่น โปรโตบอร์ดที่เราใช้ต่อทดลองวงจร เหมาะสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อุปกรณ์หลายชิ้น และมีไอซีเป็นส่วนประกอบดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงด้านลายทองแดงของแผ่นโปรโตบอร์ด



3) **แพดบอร์ด (Pad Board)** ลักษณะของแผ่นวงจรพิมพ์จะไม่มีลายทองแดงเชื่อมต่อกันแต่มีเพียงลายทองแดงเป็นจุด ๆ เหมือนเป็นหลักยึดอุปกรณ์ การใช้งานจะต้องเชื่อมต่อระหว่างจุดต่าง ๆ ด้วยสายไฟ ลักษณะของแผ่นแพดบอร์ด แสดงดังรูปที่ 3.10



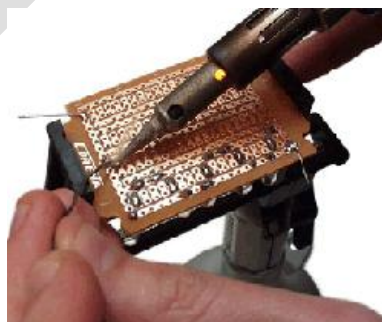
รูปที่ 3.13 แสดงด้านลายทองแดงของแพดบอร์ด

3.4 การบัดกรี (Soldering)

ในการปฏิบัติงานประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การบัดกรีเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะว่าเป็นขั้นตอนที่เราจะต้องทำการเชื่อมต่อนชิ้นส่วนชนิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้ชิ้นส่วนเหล่านั้นทำงานร่วมกันได้ตามวัตถุประสงค์ของวงจรถ้าหากการบัดกรีเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ทำได้ไม่สมบูรณ์ มีข้อบกพร่อง วงจรอาจจะไม่สามารถทำงานได้

การบัดกรี หมายถึง การเชื่อมต่อโลหะที่ต้องการเข้าด้วยกัน โดยใช้ตะกั่วบัดกรี ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างดีบุกและตะกั่ว เป็นตัวเชื่อมประสาน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า ยึดติดชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้มีความมั่นคงแข็งแรง และสามารถถอดถอน อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกันในภายหลังได้

งานบัดกรีสองอิเล็กทรอนิกส์ มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะช่วยให้การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จและสามารถนำไปใช้งานได้ องค์ประกอบเหล่านั้นได้แก่ เครื่องมืองานบัดกรี วัสดุงานบัดกรี ทักษะและเทคนิคต่าง ๆ ในการบัดกรีเป็นต้น



รูปที่ 3.14 งานบัดกรีสองวงจรอิเล็กทรอนิกส์



3.4.1 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานบัดกรี การบัดกรีจะต้องมีเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ที่จะต้องนำมาใช้เพื่อให้งานบัดกรีเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่เกิดความเสียหายสามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยกันอย่างมั่นคงและแข็งแรงซึ่งมีดังต่อไปนี้

1) เครื่องมือสำหรับงานทั่วไป เครื่องมือประเภทนี้ ได้แก่ ไขควงปากแบนและปากแฉก คีมตัดสายไฟ คัทเตอร์



รูปที่ 3.15 เครื่องมือสำหรับงานทั่วไป

2) หัวแรงไฟฟ้า (Electric Soldering) เป็นเครื่องมือสำหรับบัดกรีที่ใช้ไฟฟ้าในการทำงานมี 2 แบบ ดังนี้

2.1) หัวแรงไฟฟ้าแบบปืน (Electric Soldering Gun) หรือหัวแรงปืน เป็นหัวแรงที่ให้ความร้อนสูงและความร้อนเกิดขึ้นเร็ว หัวแรงชนิดนี้เหมาะสำหรับงานบัดกรีที่ต้องการความร้อนมาก ๆ เช่นการบัดกรีสายไฟกับสายไฟกับหลักต่อสาย และการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หัวแรงปืนเหมาะสำหรับผู้ที่มือใหม่มีความชำนาญในการบัดกรีสูงเนื่องจากความร้อนที่สูงอาจจะทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทั้งชนิดที่มีความไวต่อความร้อนและชนิดที่มีขนาดเล็ก หัวแรงปืนจะมีขนาดความร้อน 100 – 150 วัตต์ มีสวิทช์ปิด – เปิดเมื่อต้องการใช้งานแค่กดสวิทช์หัวแรงก็จะร้อนและสามารถใช้งานได้ทันที



รูปที่ 3.16 หัวแรงไฟฟ้าแบบปืน

2.2) หัวแรงไฟฟ้าแบบแช่ (Soldering Iron) หรือ หัวแรงแช่ เมื่อต้องการ ใช้งานจะต้องมาเสียบปลั๊กไฟทิ้งไว้ ประมาณ 3 – 5 นาที หัวแรงก็จะค่อย ๆ ขึ้น จนถึงระดับใช้งานได้ จึงได้ชื่อว่า หัวแรงแช่การใช้งานก็ต้องเสียบปลั๊กไฟของหัวแรงแช่ทิ้งไว้ตลอดเวลา ไม่มีสวิทช์ปิด-เปิด แบบหัวแรง



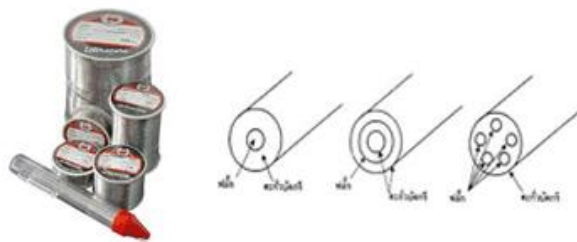
ปิ่น โครงสร้างภายในจะประกอบด้วยชุดความร้อนเป็นเส้นลวดความร้อนพันอยู่บนฉนวนที่ห่อหุ้มด้วยไมก้า และมีช่องสำหรับใส่ปลายหัวแร้ง โดยความร้อนที่เกิดขึ้น จะเกิดจากกระแสที่ไหลผ่านชุดลวดความร้อนที่บริเวณปลาย หัวแร้งและถ่ายเทไปยังส่วนปลายหัวแร้งที่ใช้สำหรับบัดกรี



รูปที่ 3.17 หัวแร้งแช่แบบปิ่น แบบปากกา และที่วางหัวแร้งแช่

หัวแร้งแช่เหมาะสำหรับงานบัดกรีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพราะมีความร้อนคงที่ ความร้อนไม่สูงและไม่เป็นอันตรายต่อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา ขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งานคือ 20 – 30 วัตต์

3) ตะกั่วสำหรับงานบัดกรี (Lead solder) มีหน้าที่การเชื่อมต่อโลหะที่ต้องการเข้าด้วยกัน ตะกั่วบัดกรีเป็นโลหะที่มีส่วนของดีบุก 60 % และตะกั่ว 40 % มีลักษณะเป็นเส้นลวด ภายในเส้นลวดตะกั่วบัดกรีจะมีท่อสำหรับบรรจุน้ำยาประสาน (Flux) หน้าที่ของฟลักซ์คือจะดูดกลืนโลหะออกไซด์ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศออกไป ทำให้รอยต่อระหว่างตะกั่วกับโลหะติดแน่นยิ่งขึ้น เป็นการทำความสะอาดจุดที่บัดกรี โดยการแทรกฟลักซ์นี้ไว้ตลอดความยาวของตะกั่วบัดกรี ซึ่งบางชนิดมีถึง 5 แกนหรือที่เรียกว่า ตะกั่วมัลติคอร์ (Multi-core) ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ตะกั่วบัดกรีและลักษณะการบรรจุน้ำยาประสาน (Flux) ในตะกั่วบัดกรี

3.4.2 วิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ในการบัดกรี

การบัดกรีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการเป็นเชื่อมต่อชิ้นส่วนชนิดต่าง ๆ ที่ต้องการเข้าด้วยกัน โดยใช้ตะกั่วบัดกรี เพื่อให้มีการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้า ยึดติดชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้มีความมั่นคง แข็งแรงวงจร



อิเล็กทรอนิกส์ก็จะสามารถทำงานได้แต่ถ้าหากการบัดกรี มีความบกพร่องเกิดขึ้น เช่น บัดกรีแล้ววงจรไฟฟ้าไม่สามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยกันได้ ชิ้นส่วนเกิดความเสียหายจากความร้อนในการบัดกรี เป็นต้น ดังนั้นผู้ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องให้ความสำคัญกับการบัดกรี โดยการฝึกปฏิบัติการบัดกรี จนมีทักษะและความชำนาญ การบัดกรีประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนเตรียมการบัดกรี

เป็นขั้นตอนที่ผู้ปฏิบัติงานบัดกรี จะต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือชนิดต่างๆ ให้พร้อมก่อนการบัดกรีได้แก่

- 1.1) หัวแร้งแช่ ขนาด 20 – 30 วัตต์
- 1.2) ที่วางหัวแร้งแช่
- 1.3) ตะกั่วบัดกรี
- 1.4) คีมตัดสายไฟฟ้า คีมปากยาว
- 1.5) คัทเตอร์

2) ขั้นตอนการบัดกรี

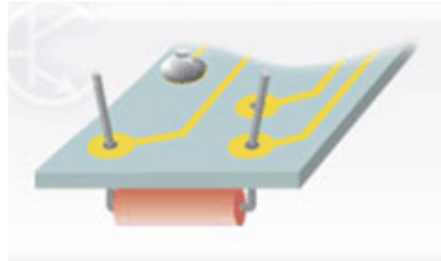
- 2.1) นำหัวแร้งแช่ ไปเสียบปลั๊กไฟทิ้งไว้
- 2.2) เตรียมผิวของชิ้นงานที่จะบัดกรีได้แก่ บริเวณขาของอุปกรณ์ บริเวณลายทองแดงบนแผ่นวงจรพิมพ์ให้ทำความสะอาดโดยใช้คัตเตอร์ชุดที่ บริเวณดังกล่าว ด้วยความระมัดระวัง เพราะขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่บอบบาง อาจจะหักเสียหายได้ง่าย
- 2.3) ทำความสะอาดปลายหัวแร้งด้วยฟ้านุ่ม หรือฟองน้ำทนไฟ และในกรณีใช้หัวแร้งครั้งแรกควรเสียบหัวแร้งทิ้งไว้ให้ร้อนเต็มที่ แล้วใช้ตะกั่วไล่ที่ปลายหัวแร้ง เพื่อให้การใช้งานต่อ ๆ ไป ตะกั่วจะได้ติดปลายหัวแร้ง



รูปที่ 3.19 การทำความสะอาดปลายหัวแร้งแช่



2.4) นำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ มาใส่ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ การใส่ชิ้นส่วนมีเทคนิคคือ ต้องใส่ชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กและเดียที่สุดก่อน เมื่อใส่แล้วให้กดชิ้นส่วนทุกตัวให้ติดแผ่นวงจรพิมพ์มาก พับขาชิ้นส่วนให้แยกออกเป็นตรงข้ามกันเพื่อป้องกันชิ้นส่วนเคลื่อนหลุดออกจากตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.20



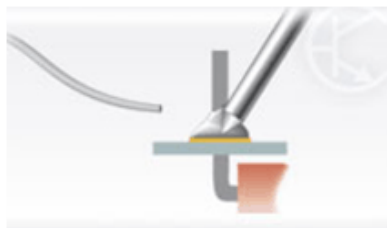
รูปที่ 3.20 การพับขาชิ้นส่วนให้แยกออกเป็นตรงข้ามกัน

2.5) เมื่อใส่ชิ้นส่วนตัวที่มีความสูงใกล้เคียงกันจดหมดแล้ว ให้ทำการบัดกรีอุปกรณ์เข้ากับ แผ่นวงจรพิมพ์โดยการนำปลายหัวแร้งแซ่ ไปจี้สัมผัสตรงบริเวณชิ้นงาน ที่จะบัดกรี เพื่อป้องกันความร้อนให้กับ ชิ้นงาน ทั้งจุดบัดกรีและขาอุปกรณ์พร้อม ๆ กัน ป้อนตะกั่วบัดกรีที่ชิ้นงาน บริเวณขาอุปกรณ์กับจุดที่บัดกรี ไม่ ป้อนตะกั่วไปที่หัวแร้งสังเกตให้ตะกั่วบัดกรีละลายทั่วจุดบัดกรี ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.21 ป้อนความร้อนและตะกั่วบัดกรีให้กับชิ้นงาน

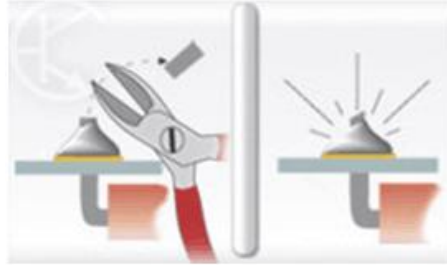
2.6) ยกตะกั่วบัดกรีและหัวแร้งออกจากชิ้น ให้เป่าลมด้วยปากให้ เพื่อตะกั่วแข็งตัวเร็วขึ้น และเป็นการระบายความร้อนด้วย แต่ถ้าเป็นจุดบัดกรีเล็ก ๆ ก็ไม่ต้องเป่าก็ได้เพราะ ตะกั่วจะแข็งตัวเกือบทันที ที่ยกหัวแร้งออกจากจุดบัดกรี เวลาที่ใช้ในการบัดกรีประมาณ 3 – 5 วินาที ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ยกตะกั่วบัดกรีและหัวแร้งออกจากชิ้น



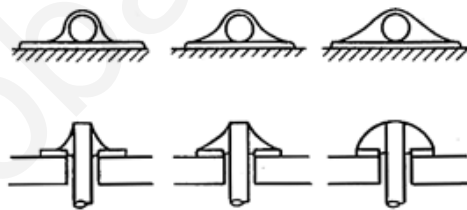
2.7) เมื่อบัดกรีเสร็จแล้ว ให้ใช้คีมตัดสายไฟตัดขาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ที่อยู่บนกรอยบัดกรีทิ้งไปดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การตัดขาอุปกรณ์ที่บัดกรีแล้ว

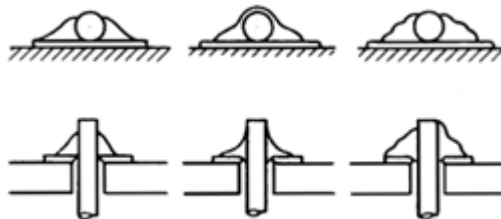
3) ขั้นตอนตรวจสอบการบัดกรี

ในขั้นตอนสุดท้ายของการบัดกรี เราควรตรวจสอบบริเวณรอยบัดกรีทุกจุดอีกครั้งก่อนนำไปใช้งาน ลักษณะรอยบัดกรีที่ถูกต้องและสมบูรณ์นั้น ผิวรอยบัดกรีจะต้องมีความเงางาม ผิวเรียบและตะกั่วบัดกรีควรจะเชื่อมต่อกับชิ้นงานทุกส่วนดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ลักษณะรอยบัดกรีที่ถูกต้องและสมบูรณ์

ส่วนลักษณะรอยบัดกรีที่ไม่ถูกต้องและไม่สมบูรณ์นั้น ผิวรอยบัดกรีจะไม่เรียบ ขาดความเงางาม และตะกั่วบัดกรีอาจจะไม่เชื่อมต่อกับชิ้นงาน ทำให้วงจรเชื่อมต่อกันไม่สมบูรณ์ ขาดความแข็งแรง ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ลักษณะรอยบัดกรีที่ไม่สมบูรณ์



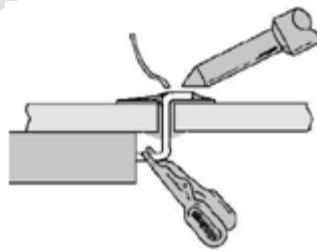
การบัดกรีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ให้การเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์กับแผ่นวงจรพิมพ์และกับอุปกรณ์อื่น ๆ สามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างสมบูรณ์นั้น ผู้ทำการบัดกรีจะต้องฝึกการบัดกรีให้ชำนาญ สามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ระหว่างการปฏิบัติงานได้ หลักการและเทคนิคการบัดกรี ที่สามารถนำไปปฏิบัติในการบัดกรีมีดังต่อไปนี้

3.1) จุดบัดกรีต้องสะอาด บริเวณจุดบัดกรีบางครั้งอาจมีน้ำยา หรือ ออกไซด์ของทองแดง เคลือบอยู่จึงต้องทำให้ผิวของชิ้นงานที่จะบัดกรีให้มีความสะอาด โดยการใช้คัตเตอร์ชุดที่จุดบัดกรีเบา ๆ หรือ ใช้กระดาษทรายละเอียดขัดเบา ๆ ให้สะอาด

3.2) หัวแร้งต้องสะอาด หมายถึงปลายหัวแร้งซึ่งเป็นส่วนที่ป้อนความร้อนให้ชิ้นงานต้องสะอาด เพราะว่าตะกั่วจะละลายติดเฉพาะกับผิวโลหะที่สะอาดเท่านั้น เพราะสนิมหรือคราบสกปรกที่เกาะอยู่ที่ผิวของปลายหัวแร้งจะกั้นความร้อนจากหัวแร้ง ไม่ให้ไหลไปยังตะกั่ว ได้สะดวก

มีวิธีทำความสะอาดปลายหัวแร้ง โดยการใช้น้ำมันขี้ดหมูหรือของสก็อตไบรท์ หรือใช้ คัตเตอร์ชุดที่ปลายหัวแร้ง ขณะที่หัวแร้งยังร้อนอยู่ จนสะอาด แล้วใช้ตะกั่วที่ปลายหัวแร้งให้ทั่ว สังเกตให้ตะกั่วสามารถเกาะติดกับปลายหัวแร้งแสดงว่าปลายหัวแร้งสะอาดแล้วสามารถนำไปใช้งานได้

3.3) ใช้เวลาบัดกรีให้น้อยที่สุด เพราะเป็นการบัดกรีกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมักจะทนความร้อนมาก ๆ ไม่ได้ โดยเฉพาะ ตัวเก็บประจุ ทรานซิสเตอร์ ไอซี หรือลายปริ้นทองแดงของวงจร ดังนั้น การบัดกรีจึงควรทำด้วยความรวดเร็วที่สุด แต่ก็ต้องให้ตะกั่วติดแน่นด้วยโดยปกติการบัดกรีแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 3 – 5 วินาที แต่ถ้าหากไม่แน่ใจว่าความร้อนจะทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์หรือ ก็อาจจะใช้อุปกรณ์ คีบจับกับจุดบัดกรีเพื่อระบายความร้อนก็ได้ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์ขณะบัดกรี

3.4) ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสม ควรใช้หัวแร้งแช่ ขนาด 20 - 30 วัตต์ ในการบัดกรี แต่ถ้าจุดบัดกรีใหญ่ก็ใช้หัวแร้งปั่นขนาด 100 - 130 วัตต์ การเลือกซื้อหัวแร้งแช่ ควรเลือกซื้อหัวแร้งแช่ ที่มีปุ่มกดเพิ่มความร้อนเพราะหัวแร้งแช่ที่มีปุ่มกดเพิ่มความร้อน เราสามารถเลือกได้ว่าต้องการความร้อนมากหรือน้อยยี่ห้อที่นิยมใช้กันมาก เช่นยี่ห้อ Hakko หรือยี่ห้อ Good ส่วนตะกั่วให้เป็นชนิด มัลติคอร์ ที่มีส่วนผสมระหว่างดีบุกและตะกั่ว 60/40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร



3.5) เมื่อบัดกรีเสร็จต้องตรวจสอบจุดบัดกรีทุกครั้ง เพราะหลังจากการบัดกรี อาจบัดกรีไม่ติดก็ได้ ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบรอยบัดกรีทุกครั้งโดยการสังเกตด้วยสายตาว่า จุดบัดกรีมีตะกั่วบัดกรีจับยึดอุปกรณ์ทุกจุดหรือไม่ จุดบัดกรีเรียบเป็นเงางามหรือไม่ จับอุปกรณ์แล้วทดลองขยับดูว่าติดแน่นหรือไม่

การปฏิบัติงานบัดกรีจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะความร้อนของหัวแร้งอาจจะทำอันตราย ต่อผู้ปฏิบัติงาน และทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วย

3.4 หลักการประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3.4.1 หลักการเลือกชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การเลือกชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาประกอบใช้งานนั้น มีหลักในการเลือกดังนี้

1) ความรู้ความสามารถของผู้ประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การเลือกชุดอุปกรณ์มาประกอบใช้งานนั้น ผู้ประกอบชุดคิดจะต้องมีระดับความรู้ ที่สามารถจะปฏิบัติงานได้ เพราะ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีตั้งแต่แบบง่าย ๆ ใช้อุปกรณ์ไม่กี่ตัว จนถึงระดับที่ยากมาก ๆ มีอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย สลับซับซ้อน อาจจะ ประกอบชุดอุปกรณ์ไม่สำเร็จ หรือเกิดปัญหาแล้วไม่สามารถแก้ไขได้



รูปที่ 3.27 แหล่งเรียนรู้ที่เป็นหนังสือเรียน

2) จุดประสงค์หรือประโยชน์ของการนำมาใช้งาน ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีตั้งแต่ระดับที่ใช้งานง่าย ๆ ไปจนถึงระดับที่ใช้งานยาก ดังนั้นจึงต้องเลือกให้ตรงตามจุดประสงค์และการนำมาใช้ประโยชน์





รูปที่ 3.28 ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบต่าง ๆ

3) เครื่องมือที่ใช้ประกอบชุดอุปกรณ์ ความพร้อมของเครื่องมือมีความสำคัญมาก ถ้าหากเครื่องมือไม่พร้อม ก็จะเป็นปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงาน จึงต้องสำรวจความพร้อมของเครื่องมือด้วย



รูปที่ 3.29 เครื่องมืองานอิเล็กทรอนิกส์

4) งบประมาณในการดำเนินงาน การเลือกชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประกอบใช้งานทุกครั้ง จะต้องวางแผน เตรียมงบประมาณในการดำเนินงานให้เพียงพอ และมีความคุ้มค่าในการลงทุน ถ้าหากไม่วางแผนแล้วการประกอบชุดอุปกรณ์อาจจะไม่สำเร็จก็ได้เนื่องจากหมดงบประมาณ หรือบบานปลายไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

5) แหล่งวัสดุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ควรมีแหล่งหรือร้านค้า สำหรับจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายเพราะบางครั้งอุปกรณ์บางตัวชำรุดเสียหาย ต้องจัดหาทดแทนก็จะสามารถดำเนินการได้ง่าย ไม่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงาน โดยทั่วไปแล้วในท้องถิ่นต่าง ๆ จะมีร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้บริการขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และซ่อมเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ด้วย นอกจากนี้แล้วเรายังสามารถหาซื้ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ในอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีบริษัทและร้านค้าคอยให้บริการอยู่เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างบริษัทที่จำหน่ายชุดคิท วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์มีดังนี้

1. <http://www.kit4diy.com/>
2. www.semi-shop.com
3. <http://www.futurekit.com/>
4. <http://www.mynpe.com/>
5. <http://www.ec.in.th/>



รูปที่ 3.30 บริษัทที่จำหน่ายชุดคิท วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์

3.4.2 หลักการประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีหลักการดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาคู่มือ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เลือกมาประกอบเพื่อใช้งาน อย่างละเอียดและเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง การทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้เช่น จำนวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามวงจร สายไฟสวิตช์ ฟิวส์ กล่องสำหรับใส่ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบเสร็จแล้ว เป็นต้น
- 2) จัดเตรียมเครื่องมือต่าง ๆ ให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติงาน ได้แก่ หัวแร้งไฟฟ้าแบบแช่ ที่วางหัวแร้งแช่ตะกั่วบัดกรี คัทเตอร์ คีมปากยาว คีมตัดสายไฟ มัลติมิเตอร์ สว่านไฟฟ้า เป็นต้น
- 3) ประกอบชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตามคำแนะนำของคู่มือชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ปฏิบัติตามหลักการต่างๆ ที่ศึกษามาเช่น ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้อง บัดกรีอุปกรณ์ต่างๆ ให้ถูกต้อง เป็นต้น
- 4) ตรวจสอบความถูกต้องต่าง ๆ ก่อนการใช้งาน เช่น ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ตามที่วงจรกำหนดตรวจสอบการบัดกรีอุปกรณ์ การต่อวงจรกับอุปกรณ์อื่น เป็นต้น
- 5) นำชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบสำเร็จไปทดลองใช้ ปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆจนสามารถใช้งานได้



ใบงานที่ 2

การทดลองประกอบวงจร

จุดประสงค์

1. เพื่อฝึกอ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อศึกษาการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อทดลองประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่างง่าย

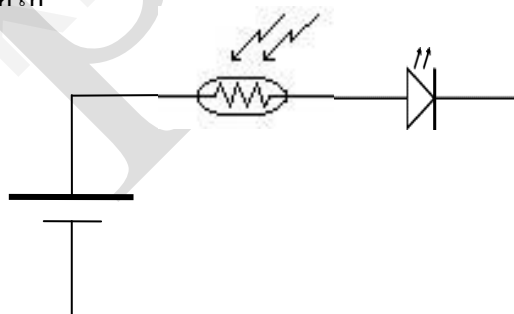
คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ต่อบนแผ่นทดลองวงจร ตามวงจรที่กำหนดให้
2. ให้นักเรียนสังเกตความสว่างของไดโอดเปล่งแสง เมื่อเอานิ้ว ปิด – เปิด ที่ LDR
3. นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวต้านปรับค่าได้ตามแสง (LDR) จำนวน 1 ตัว
2. ถ่านไฟฉาย พร้อมกระเบาะ ขนาด 9 V
3. ไดโอดเปล่งแสง 1 ตัว
4. สายโทรศัพท์ ยาว 5 cm จำนวน 4 เส้น
5. แผ่นทดลองต่อวงจร 1 อัน

- วงจรที่กำหนดให้



- คำถาม

1. เมื่อเอานิ้วปิด – เปิดที่ LDR ไดโอดเปล่งแสงเป็นอย่างไร
2. ถ้าเปลี่ยนแอมมิเตอร์มาแทนไดโอดเปล่งแสง แล้วผลจะเป็นอย่างไร



ใบงานที่ 3

การประยุกต์ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์

จุดประสงค์

1. เพื่อประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนขึ้น
2. เพื่อประยุกต์ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่ม ต่อบนแผ่นวงจร ตามคู่มือที่แนบมากับชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์(ชุดคิท)
2. ให้นักเรียนบัดกรีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เชื่อมกับแผงวงจร
3. นักเรียนทดลองต่อแผงวงจรเข้ากับแบตเตอรี่ เพื่อทดสอบการทำงานของวงจร
4. ปรับแก้ไขวงจร หากวงจรไม่ทำงาน
5. นำวงจรที่พร้อมใช้งานมาประยุกต์ใช้กับของใช้ ของเล่น ในชีวิตประจำวัน
6. นำเสนอชิ้นงานเป็นกลุ่ม ในคาบสุดท้ายของหน่วยการเรียนรู้ เรื่องอิเล็กทรอนิกส์

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ชุดคิท) 1 ชุด
2. หัวแร้งบัดกรี 1 ตัว
3. ตะกั่วบัดกรี 1 ก้อน
4. มีด/คีมลอกสายไฟ 1 อัน
5. ปากคีบ 1 อัน
6. กระดาษทราย 1 แผ่น
7. ตะไบแบน 1 อัน
8. ตัวดูดตะกั่ว 1 อัน
9. ไขควงวัดไฟ 1 ตัว
10. ผ้าปิดจมูก 1 อัน
11. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง

ปิดจมูกด้วยผ้าปิดจมูกทุกครั้ง ขณะ
บัดกรี และอย่าลืม ตรวจสอบสายไฟ
หัวแร้ง ด้วยว่าอยู่ในสภาพดี เพื่อ
ความปลอดภัยของเด็กๆเอง นะจ๊ะ





ข้อแนะนำในการบัดกรี

1. ทำความสะอาดบริเวณที่จะบัดกรีด้วยกระดาษทราย หรือใบมีด
2. จับชิ้นส่วนที่จะบัดกรีแต่ละชิ้นเข้าด้วยกัน
3. ใช้คีมจับโกสั่วๆ บริเวณที่จะบัดกรีเพื่อระบายความร้อนออกจากตัวอุปกรณ์
4. นำหัวแร้งที่ร้อนแต่ละบริเวณที่จะบัดกรีให้ร้อนพอสมควร และนำปลายของตะกั่วแต่ละบริเวณดังกล่าว ตะกั่วจะหลอมเหลวกระจายตามผิวของชิ้นส่วน แล้วยกตะกั่วออกไป เมื่อตะกั่วเชื่อมชิ้นส่วนดีแล้ว ยกหัวแร้งออก
5. ระวังหัวแร้งที่ร้อนถูกส่วนต่างๆ ของร่างกาย และถูกวงจรในแผ่นวงจร



ภาคผนวก

การใช้มัลติมิเตอร์ (Multimeters)

มัลติมิเตอร์ (Multimeters) คือ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าได้หลายปริมาณ แต่วัดได้ทีละปริมาณ โดยสามารถตั้งเป็น โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ หรือ โอห์มมิเตอร์ และเลือกไฟฟ้ากระแสตรง (DC) หรือไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ได้ มัลติมิเตอร์บางชนิดมีคุณสมบัติการวัดเพิ่มเติม เช่น วัดค่าความจุ วัดความถี่ และทดสอบทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

การแสดงผลของมัลติมิเตอร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeters) กับ มัลติมิเตอร์แบบตัวเลข (Digital Multimeters) เพื่อให้เหมาะสมกับการทดลองเรื่องนั้นๆ ซึ่งมัลติมิเตอร์แต่ละเครื่องจะมีรายละเอียดปลีกย่อยและข้อควรระมัดระวังในการใช้งานแตกต่างกันไป



Analog Multimeter



Analog Multimeter



Digital Multimeter

มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeters)

มัลติมิเตอร์แบบเข็มที่จะอธิบายมี 2 รุ่น คือ SUNWA และ PHYWE ซึ่งทั้ง 2 รุ่นนี้จะมีวิธีการตั้งค่าและวิธีการวัดแตกต่างกัน แต่ยังยึดหลักการวัดกระแสไฟฟ้าและหลักการวัดความต่างศักย์ ดังนั้นผู้ใช้งานควรศึกษาวิธีการใช้งานให้เข้าใจ และต้องมีพื้นฐานในการใช้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์มาก่อน

มัลติมิเตอร์ SUNWA YX-360TR_{E-B}



ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ SUNWA YX-360TR_{E-B}

- 1) ปุ่มปรับตำแหน่งเข็มชี้เลขศูนย์
- 2) เข็มมิเตอร์ชี้ตำแหน่งค่าที่วัดได้
- 3) สเกลหน้าปัดแสดงผลการวัด
- 4) สวิตช์ปรับตั้งตำแหน่งมิเตอร์
- 5) ช่องเสียบสายวัดขั้วบวก (+)
- 6) ช่องเสียบสายวัดขั้วลบ (-)
- 7) ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) คือ 0-0.1V, 0-0.5V, 0.2.5V, 0-10V, 0-50V, 0-250V, 0-1000V
- 8) ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) คือ 0-50 μ A, 0-2.5mA, 0-25mA, 0-0.25A
- 9) ช่วงการวัดความต้านทานไฟฟ้า (Ω) คือ $\times 1\Omega$, $\times 10\Omega$, $\times 100\Omega$, $\times 1k\Omega$, $\times 10k\Omega$
- 10) ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) คือ 0-10V, 0-50V, 0-250V, 0-1000V

รูปแสดงหมายเลขอ้างอิงส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ SUNWA YX-360TR_{E-B}



การวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

ในการนำมัลติมิเตอร์ไปใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้า ต้องปรับมัลติมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ก่อน โดยหมุนสวิตช์บนตัวมิเตอร์ ไปที่ตำแหน่งช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) (หมายเลขอ้างอิง 8) ที่มี 4 ช่วงการวัดคือ $0-50\mu\text{A}$, $0-2.5\text{mA}$, $0-25\text{mA}$, $0-0.25\text{A}$ ดังนั้นเราต้องใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าเหมือนกับหลักการวัดของแอมมิเตอร์ทุกขั้นตอน

หลักการนำมัลติมิเตอร์ไปใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้า

1. เลือกตำแหน่งที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้า และตรวจสอบทิศทางกระแสไหลของกระแสไฟฟ้า
2. เสียบสายวัดมิเตอร์สีดำที่ขั้วลบ (- COM) และสายวัดสีแดงที่ขั้วบวก (+) เข้ากับมัลติมิเตอร์
3. ตั้งช่วงการวัดที่เหมาะสม ในกรณีที่ทราบค่ากระแสในวงจร ควรตั้งช่วงการวัดให้สูงกว่าค่ากระแสที่ทราบ แต่ในกรณีที่ไม่ทราบค่ากระแสในวงจร ควรตั้งช่วงการวัดที่สูงๆ ($0-0.25\text{A}$) ไว้ก่อน แล้วค่อยปรับช่วงการวัดใหม่ ก่อนปรับช่วงการวัดใหม่ต้องเอาสายวัดออกจากวงจรทุกครั้ง และต้องแน่ใจว่าค่าที่จะวัดได้นั้นมีค่าไม่เกินช่วงการวัดที่ปรับตั้งใหม่



(ก)

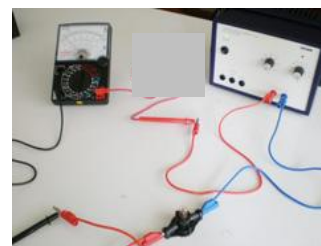
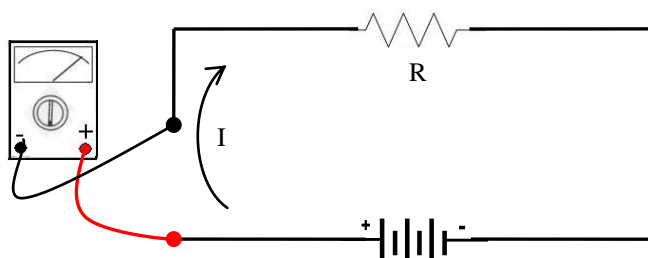


(ข)



(ก) รูปแสดงการตั้งมัลติมิเตอร์เพื่อวัดกระแสไฟฟ้า (ข) รูปแสดงสายวัดของมัลติมิเตอร์

4. นำสายวัดมิเตอร์ไปต่อแทรกหรือต่อแบบอนุกรม โดยใช้หัววัดแต่ละบริเวณที่ต้องการวัด และต้องให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าทางขั้วบวกของมัลติมิเตอร์ หากเข็มวัดเคลื่อนสเกลต้องรีบเอาสายวัดมิเตอร์ออกจากวงจรทันที แล้วเลือกช่วงการวัดที่สูงขึ้นจากนั้นทำการวัดค่าใหม่



รูปแสดงใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า



5. อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งการอ่านต้องสัมพันธ์กับช่วงที่ตั้งไว้



รูปแสดงเข็มวัดชี้ตำแหน่งค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้

| ช่วงการวัด | สเกลที่ใช้อ่าน | การคำนวณหาค่า | ค่าที่อ่านได้ |
|---------------|----------------|---|---|
| 50μA | 0-50 | อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง | 11.5μA |
| 2.5mA | 0-250 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01mA | $57.5 \times 0.01\text{mA} =$ |
| 25mA | 0-250 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.1mA | 0.575mA |
| 0.25A (250mA) | 0-250 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01A (อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง) | $57.5 \times 0.01\text{mA} = 5.75\text{mA}$ $57.5 \times 0.01\text{A} = 0.575\text{A}$ (57.5mA) |

ตารางแสดงการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในช่วงการวัดต่างๆ

การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง

ในการนำมัลติมิเตอร์ไปใช้ในการวัดความต่างศักย์ ต้องปรับมัลติมิเตอร์ให้เป็นโวลต์มิเตอร์ก่อน โดยหมุนสวิตช์บนตัวมิเตอร์ ไปที่ตำแหน่งช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) (หมายเลข อ้างอิง 7) ซึ่งมี 7 ช่วงการวัดคือ 0-0.1V, 0-0.5V, 0.2.5V, 0-10V, 0-50V, 0-250V, 0-1000V ดังนั้นเราต้องใช้มัลติมิเตอร์วัดความต่างศักย์เหมือนกับหลักการวัดของโวลต์มิเตอร์ทุกขั้นตอน

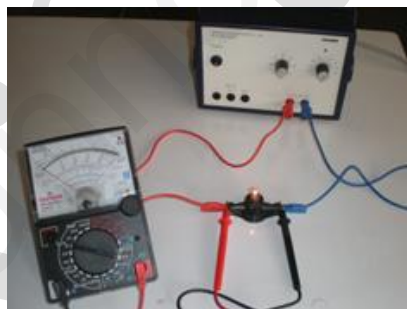
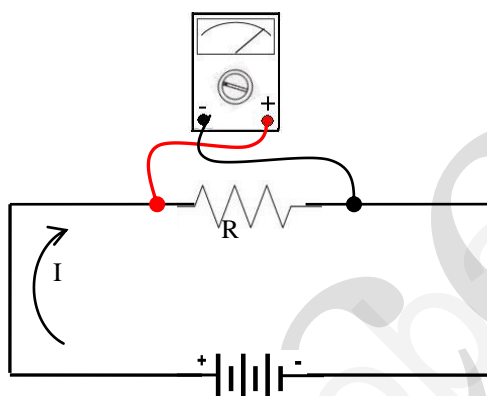
หลักการนำมัลติมิเตอร์ไปใช้ในการวัดความต่างศักย์

1. เลือกตำแหน่งที่ต้องการวัดความต่างศักย์ และตรวจสอบทิศทางกระแสไหลของกระแสไฟฟ้า
2. เสียบสายวัดมิเตอร์สีดำที่ขั้วลบ (- COM) และสายวัดสีแดงที่ขั้วบวก (+) เข้ากับมัลติมิเตอร์
3. ตั้งช่วงการวัดให้สูงกว่าความต่างศักย์ของบริเวณนั้น โดยหมุนสวิตช์บนตัวมิเตอร์ ไปที่ตำแหน่งช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV)



รูปแสดงการตั้งมิเตอร์เพื่อวัดความต่างศักย์

4. นำสายวัดมิเตอร์ไปต่อขนานหรือต่อक्रमวงจร โดยใช้หัววัดแต่ละกับจุดที่ต้องการวัด และต้องให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าทางขั้วบวก (+) ของมัลติมิเตอร์เสมอ ถ้าวัดสลับขั้วเข็มวัดจะติ๊กกลับต้องรีบเอาสายวัดมิเตอร์ออกจากวงจรทันที จากนั้นทำการสลับหัววัดให้ถูกต้อง



รูปแสดงการใช้มัลติมิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง

5. อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ซึ่งการอ่านต้องสัมพันธ์กับช่วงการวัดที่ตั้งไว้



รูปแสดงเข็มวัดชี้ตำแหน่งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้



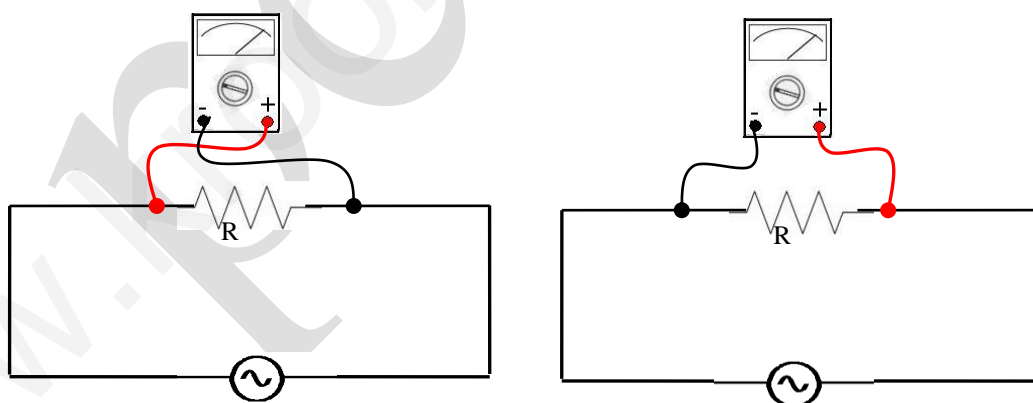
| ช่วงการวัด | สเกลที่ใช้อ่าน | การคำนวณหาค่า | ค่าที่อ่านได้ |
|------------|----------------|--------------------------------|---|
| 0.1V | 0-10 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01V | $4 \times 0.01 \text{ V} = 0.04\text{V}$ |
| 0.5V | 0-50 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01V | $20 \times 0.01 \text{ V} = 0.20\text{V}$ |
| 2.5V | 0-250 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01V | $100 \times 0.01\text{V} = 1.00\text{V}$ |
| 10V | 0-10 | อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง | 4V |
| 50V | 0-50 | อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง | 20V |
| 250V | 0-250 | อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง | 39V |
| 1,000V | 0-10 | นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 100V | $4 \times 100\text{V} = 400\text{V}$ |

ตารางแสดงการคำนวณหาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในช่วงการวัดต่างๆ

การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ

การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ ไม่จำเป็นต้องให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านทางขั้วบวกเหมือนไฟฟ้ากระแสตรง เพราะไฟฟ้ากระแสสลับไม่มีขั้วตายตัว ขั้วแรงดันจะสลับไปสลับมาตลอดเวลา กล่าวคือสามารถต่อโดยให้สายวัดเส้นใดอยู่ข้างใดก็ได้ แต่วิธีวัดก็ยังใช้หลักการเดียวกันกับโวลต์มิเตอร์กระแสตรง

ก่อนที่จะนำมัลติมิเตอร์ไปวัดค่า ต้องทำการปรับมัลติมิเตอร์ให้เป็นโวลต์มิเตอร์กระแสสลับก่อน จากนั้นเลือกช่วงการวัดให้เหมาะสม โดยหมุนสวิตช์บนตัวมิเตอร์ ไปที่ตำแหน่งช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (ACV) (หมายเลขอ้างอิง 10) ซึ่งมี 4 ช่วงการวัดคือ 0-10V, 0-50V, 0-250V, 0-1000V



รูปแสดงการใช้มัลติมิเตอร์วัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ



มัลติมิเตอร์ PHYWE



ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ PHYWE

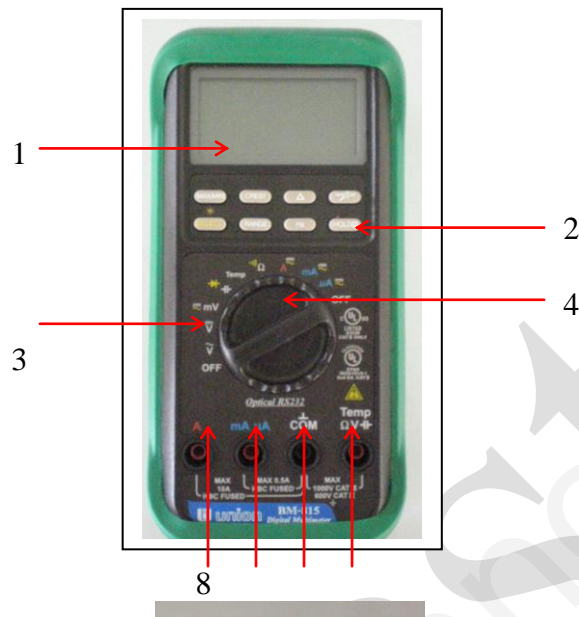
- 1) ช่องเสียบสายวัดขั้วลบ (-)
- 2) ช่องเสียบสายวัด (V+) และ (V~)
- 3) ช่องเสียบสายวัด (10A~)
- 4) ช่องเสียบสายวัด (Ω), (A+), (A~) และ 50 μ A, 100 mV
- 5) เข็มมิเตอร์ชี้ตำแหน่งค่าที่วัดได้
- 6) สเกลหน้าปัดแสดงผลการวัด
- 7) สวิตช์ปรับตั้งตำแหน่งมิเตอร์
- 8) ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV+)
- 9) ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (DCV~)
- 10) ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (ACA+)
- 11) ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (ACA~)

ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ยี่ห้อ PHYWE

1. ช่องเสียบสายวัดขั้วลบ (-)
2. ช่องเสียบสายวัดสำหรับวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าตรง (V+) และความต่างศักย์ไฟฟ้าสลับ (V~)
3. ช่องเสียบสายวัดสำหรับวัดกระแสไฟฟ้าสลับสูงสุด (10A~)
4. ช่องเสียบสายวัดสำหรับวัดความต้านทาน (Ω) , กระแสไฟฟ้าทั้งกระแสตรง (A+)และกระแสสลับ (A~) รวมถึงการวัดค่า ที่ช่วง 50 μ A, 100 mV ด้วย
5. สเกลอ่านค่าความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้ากระแสตรง
6. สเกลอ่านค่าความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ
7. สเกลอ่านค่าความต้านทาน
8. ปุ่มตั้งช่วงการวัด
9. ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) 0-1V, 0-3V, 0-10V, 0-30V, 0-100V, 0-300V และ 100mV, 50 μ A
10. ช่วงการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) 0-10V, 0-30V, 0-100V และ 0-300V
11. ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (ACA) 0-3mA, 0-30mA, 0-300mA, 0-3A และ 10A
12. ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) 0-3mA, 0-30mA, 0-300mA และ 0-3A
13. ช่วงการวัดความต้านทานไฟฟ้า (Ω) x 1 Ω , x 10 Ω , x 100 Ω



การใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ยี่ห้อ Union



ส่วนประกอบของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) ยี่ห้อ Union

1. หน้าจอแสดงผล โดยจะแสดงผลเป็นตัวเลข
2. ปุ่มปรับค่าต่างๆ เช่น เลือกตำแหน่งจุดทศนิยม เป็นต้น
3. สัญลักษณ์แสดงช่วงการวัดแต่ละช่วง
4. ปุ่มตั้งช่วงการวัด
5. ช่องสำหรับเสียบสายวัดสำหรับวัดความต่างศักย์ (V) ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ, ความต้านทาน
6. ช่องสำหรับเสียบสายวัด Output
7. ช่องสำหรับเสียบสายวัดกระแส ในหน่วย mA และ μA ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
8. ช่องเสียบสายวัดสำหรับวัดกระแสไฟฟ้าสลับสูงสุด (10A~)

วิธีการตรวจสอบขาทرانซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์สร้างมาจากวัสดุประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มารวมกัน โดยทำให้เกิดรอยต่อระหว่างเนื้อสารนี้สองรอยต่อ โดยสามารถจัดทรานซิสเตอร์ได้ 2 ชนิด คือ

1. ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN
2. ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

รอยต่อจากเนื้อสารทั้ง 3 นี้ มีจุดต่อเป็นขาทرانซิสเตอร์ เพื่อใช้เชื่อมโยงหรือบัดกรีกับอุปกรณ์อื่น



ดังนั้นทรานซิสเตอร์จึงมี 3 ขา มีชื่อเรียกว่า คอลเลคเตอร์ (สัญลักษณ์ C) อิมิตเตอร์ (สัญลักษณ์ E) และ เบส (สัญลักษณ์ B)

การทดสอบหาชนิดของทรานซิสเตอร์ NPN และ PNP

1. เลือกขาคำแหน่งกลาง แล้วสมมุติให้เป็นขาเบส จากนั้นนำสายวัด (-) ของโอห์มมิเตอร์มาแตะที่ขาเบส ส่วนสายวัด (+) ให้นำมาแตะกับสองขาที่เหลือ
2. ถ้าความต้านทานที่อ่านได้จากการแตะขาทั้งสองมีค่าต่ำ สรุปได้ทันทีว่า ขาที่ตำแหน่งกลางเป็นขาเบส และทรานซิสเตอร์ที่ทำการวัดนี้เป็นชนิด PNP
3. สำหรับขาอิมิตเตอร์ คือ ขาที่อยู่ใกล้ตำแหน่งเดียว และขาที่เหลือคือขาคอลเลคเตอร์นั่นเอง
4. ถ้าความต้านทานที่อ่านได้มีค่าสูงให้สลับสายวัด
5. ถ้าความต้านทานที่อ่านได้จากการแตะขาทั้งสองมีค่าต่ำ สรุปได้ทันที ขาคำแหน่งกลางคือขาเบส และเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN
6. ถ้าหากว่าความต้านทานต่ำไม่ปรากฏในทั้งสองกรณี ให้เปลี่ยนเลือกขาอื่นเป็นขาเบส แล้วทำตามขั้นตอนเดิม

**บรรณานุกรม**

ประดับ นาคแก้ว. (2548). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ ม.3. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

ปิ่น กุ์วรวรรณ. (2540). ทฤษฎีและการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2536). หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 016 สรุกับอิเล็กทรอนิกส์. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

. แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 016 สรุกับอิเล็กทรอนิกส์. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

ห้างหุ้นส่วนสามัญ สมารท์เลิร์นนิ่ง. (2550). รอบรู้อิเล็กทรอนิกส์กับ Smart Learning.

สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 มีนาคม 2556, จาก <http://www.smartlearningweb.com/news.php>

บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด. (2554). บทความทางอิเล็กทรอนิกส์. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 มีนาคม 2556, จาก <http://electronics.se-ed.com/>

โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัย. อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 มีนาคม 2556, จาก <http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/287/1/pic4/electronic/index.html>