



แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2567

สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม

รหัสวิชา 20100 - 1005

วิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

สายชล อ่อนละออ

วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

คำนำ

แผนการสอนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20100 - 1005 แผนการสอนรายวิชานี้จัดทำขึ้นโดยมีหน่วยการเรียนรู้ทั้งสิ้น 9 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยหน่วยการเรียนรู้หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 2 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า หน่วยที่ 5 มอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน หน่วยที่ 7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หน่วยที่ 8 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 9 วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้ครอบคลุมการจัดการเรียนการสอนในระยะเวลา 18 สัปดาห์ โดยได้มีการสอบปลายภาคในสัปดาห์ที่ 18 ทั้งนี้ได้จัดการเรียนการสอนโดยมุ่งสมรรถนะของผู้เรียนเป็นสำคัญตามศักยภาพของผู้เรียนในแต่ละสาขาวิชา และมีการใช้เทคนิคการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

แผนการจัดการเรียนรู้นี้อยู่ระหว่างการพัฒนาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพกับผู้เรียนให้มากที่สุด หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขอรับผิดชอบในการจัดการแก้ไขในโอกาสต่อไป

สายชล อ่อนละอ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข-ค
ลักษณะรายวิชา	ง
มาตรฐานวิชาชีพ	จ-ฉ
ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	ญ-ฐ
ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้	ฑ
หน่วยการเรียนรู้	ฒ-ณ
การวางแผนการจัดการเรียนรู้	
หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	1
ใบความรู้	4
ใบงาน	14
หน่วยที่ 2 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	19
ใบความรู้	22
ใบงาน	34
หน่วยที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า	
แผนการจัดการเรียนรู้	41
ใบความรู้	44
ใบงาน	53
หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า	
แผนการจัดการเรียนรู้	57
ใบความรู้	60
ใบงาน	70
หน่วยที่ 5 มอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น	
แผนการจัดการเรียนรู้	77

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ใบความรู้	80
ใบงาน	90
หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน	
แผนการจัดการเรียนรู้	94
ใบความรู้	97
ใบงาน	110
หน่วยที่ 7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	
แผนการจัดการเรียนรู้	115
ใบความรู้	118
ใบงาน	131
หน่วยที่ 8 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	140
ใบความรู้	143
ใบงาน	153
หน่วยที่ 9 งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	159
ใบความรู้	162
ใบงาน	172
บรรณานุกรม	178



ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มงาน พลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สาขา ช่างไฟฟ้า

วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 20100-1005 (ท-ปน) 1-3-2

ทฤษฎี.....1.....ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ.....3.....ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน.....2....หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

วัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ต่อวงจร ประกอบ และตรวจสอบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น ใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักการ ความปลอดภัย

จุดประสงค์รายวิชา

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย หลักการทำงาน วัดและทดสอบ งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. มีทักษะการใช้เครื่องมือวัด ทดสอบ วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การเตรียมอุปกรณ์ ประกอบ ทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
3. มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบวินัย ปฏิบัติตนตามแบบแผน หรือข้อบังคับที่สอดคล้องกับมาตรฐานในการปฏิบัติที่ดีของคนในสังคม มีความรับผิดชอบต่องานอาชีพ
4. วิเคราะห์วินิจฉัยปัญหาเบื้องต้น การตัดสินใจ รู้ขั้นตอนกระบวนการของงาน ใช้หนังสือคู่มือประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ตัดสินใจและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการวัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และ ความปลอดภัย
2. ประกอบและตรวจสอบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
3. ต่อวงจรและตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
4. ใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับหลักการของทฤษฎีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มาตรการ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ พลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า การควบคุมมอเตอร์ เบื้องต้น อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อสายดิน หม้อแปลงไฟฟ้า รีเลย์ ไมโครโฟน ลำโพง สัญลักษณ์ คุณสมบัติและวงจร

ใช้งานของวัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวต้านทาน คาปาซิเตอร์ อินดักเตอร์ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เอสซีอาร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า การใช้มัลติมิเตอร์ เครื่องกำเนิดสัญญาณ ออสซิลโลสโคป ประกอบ วัดและทดสอบ ตรวจสอบ วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)

หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ

มาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพ ช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์

อาชีพ ช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

หน้า ๑๔

เล่ม ๑๓๒ ตอนพิเศษ ๒๗๓ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๒๔ ตุลาคม ๒๕๕๘

ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน

เรื่อง มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๒ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. ๒๕๔๕ และมาตรา ๓๔ (๓) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. ๒๕๔๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๗ คณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน จึงกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยความเห็นชอบของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงแรงงาน ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ความสามารถ อ่านค่าตัวต้านทาน อ่านค่าตัวเก็บประจุ ตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และเฟต ด้วยมัลติมิเตอร์ วัดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sine wave) รูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square wave) รูปคลื่นสามเหลี่ยม (Triangle wave) ด้วยออสซิลโลสโคป และประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พื้นฐานได้

ข้อ ๒ มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็น ๑ ระดับ

ระดับ ๑ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ ทักษะในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ได้ดี สามารถวิเคราะห์วินิจฉัยปัญหา การตัดสินใจ รู้ขั้นตอนกระบวนการของงานเป็นอย่างดี สามารถช่วยแนะนำงานฝีมือผู้ได้บังคับบัญชาได้ดี สามารถใช้หนังสือคู่มือ นำความรู้และทักษะมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีใหม่ได้ โดยเฉพาะการตัดสินใจ และเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม

ข้อ ๓ ข้อกำหนดทางวิชาการมาตรฐานฝีมือที่ใช้เป็นเกณฑ์วัดระดับความรู้ ความสามารถ และทัศนคติในการทำงานของผู้ประกอบอาชีพในสาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ให้เป็น ดังนี้

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑ ได้แก่

..

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ระดับ ๑ ได้แก่

๓.๑ ความรู้ ความเข้าใจ ประกอบด้วย ขอบเขตความรู้ ความเข้าใจในเรื่องดังต่อไปนี้

๓.๑.๑ ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

- (๑) กฎเกณฑ์และข้อบังคับเกี่ยวกับความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- (๒) หลักและวิธีการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า
- (๓) เครื่องแบบและการแต่งกายที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน
- (๔) เครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกันภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน
- (๕) การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

หน้า ๒๐

เล่ม ๑๓๒ ตอนพิเศษ ๒๗๓ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๒๙ ตุลาคม ๒๕๕๘

๓.๑.๒ สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

๓.๑.๓ อุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน (RESISTOR) ตัวเก็บประจุ (CAPACITOR) ตัวเหนี่ยวนำ (INDUCTOR) เป็นต้น

- (๑) คุณสมบัติที่สำคัญ
- (๒) การแบ่งชนิดและโครงสร้างโดยทั่ว ๆ ไป
- (๓) การเปลี่ยนหน่วยต่าง ๆ
- (๔) การอ่านค่าและการวัด
- (๕) การนำไปใช้งาน

๓.๑.๔ อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต เป็นต้น

- (๑) การแบ่งชนิด

- ๓.๑.๔ อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต เป็นต้น
- (๑) การแบ่งชนิด
 - (๒) โครงสร้าง
 - (๓) คุณสมบัติที่สำคัญ
 - (๔) หลักการทำงานการให้ไบอัส
 - (๕) การอ่านค่าต่าง ๆ บนตัวอุปกรณ์
 - (๖) การนำไปใช้งาน
- ๓.๑.๕ สัญญาณทางไฟฟ้า
- (๑) ประเภทและชนิดของคลื่น
 - (๒) ค่าพารามิเตอร์ของรูปคลื่น เช่น ค่าความถี่ ขนาด เป็นต้น
 - (๓) การคำนวณหาค่าของรูปคลื่น
- ๓.๑.๖ หลักการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- (๑) การทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
 - (๒) การประกอบ ติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
 - (๓) การตรวจสอบการทำงานวงจรอิเล็กทรอนิกส์
 - (๔) การปรับแต่งการทำงานวงจรอิเล็กทรอนิกส์
 - (๕) ประเภท ชนิดของหัวแร่และหลักการทำงาน
 - (๖) ชนิดของตะกั่ว
 - (๗) เทคนิคการบัดกรี
- ๓.๑.๗ หลักการใช้เครื่องมือวัดทดสอบ
- (๑) มัลติมิเตอร์
 - (ก) การทำงานของมัลติมิเตอร์
 - (ข) การใช้งานมัลติมิเตอร์
 - (ค) การอ่านค่า
 - (ง) การบำรุงรักษา

- (๒) ออสซิลโลสโคป
- (ก) วิธีการใช้งานออสซิลโลสโคป
- (ข) การอ่านค่า TIME/DIV
- (ค) การอ่านค่า VOLT/DIV
- (ง) การคำนวณค่าความถี่
- (จ) การคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าจากรูปคลื่น
- (ฉ) การบำรุงรักษา

๓.๒ ความสามารถ ประกอบด้วย ขอบเขตความสามารถในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

๓.๒.๑ อ่านค่าตัวต้านทาน

- (๑) ระบุชนิดของตัวต้านทาน
- (๒) อ่านค่าความต้านทานจากรหัสแถบสี
- (๓) ระบุอัตราการทนต่อกำลังไฟฟ้าของตัวต้านทาน

๓.๒.๒ อ่านค่าตัวเก็บประจุ

- (๑) ระบุชนิดของตัวเก็บประจุ
- (๒) อ่านค่าความจุของตัวเก็บประจุ
- (๓) ระบุอัตราการทนต่อแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

๓.๒.๓ ตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำด้วยมัลติมิเตอร์

- (๑) ระบุชื่ออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
- (๒) ระบุประเภทอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
- (๓) ระบุชนิดอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
- (๔) แสดงตำแหน่งขาอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

๓.๒.๔ วัดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sine wave) รูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square wave)

รูปคลื่นสามเหลี่ยม (Triangle wave) ด้วยออสซิลโลสโคป

- (๑) ระบุชนิดของรูปคลื่น
- (๒) อ่านค่า TIME/DIV
- (๓) อ่านค่า VOLT/DIV

- (๓) อ่านค่า VOLT/DIV
 - (๔) คำนวณค่าความถี่
 - (๕) คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าจากรูปคลื่น
- ๓.๒.๕ ประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- (๑) อ่านแบบวงจรได้
 - (๒) ประกอบวงจรได้อย่างถูกต้อง
 - (๓) เดินสายไฟได้อย่างถูกต้อง
 - (๔) บัดกรีได้อย่างถูกต้อง

หน้า ๒๒

เล่ม ๑๓๒ ตอนพิเศษ ๒๗๓ ง

ราชกิจจานุเบกษา

๒๙ ตุลาคม ๒๕๕๘

๓.๓ ทักษะ ทักษะประกอบด้วยการปฏิบัติงานตรงต่อเวลา รักษาวินัย มีความซื่อสัตย์ และประหยัด ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ประกาศ ณ วันที่ ๑๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘

นคร ศิลปอาชา

ปลัดกระทรวงแรงงาน

ประธานกรรมการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพแรงงาน

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ วัด ทดสอบ ประกอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ต่อวงจร ประกอบและตรวจสอบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น ใช้เครื่องมือวัดทดสอบวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักการ ความปลอดภัย				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
งานหลัก 1 ความปลอดภัย ในงานไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์	1.1 งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	เขียนบอกหลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้ถูกต้อง	-อธิบายการช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้า	-วิธีการช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้า
	1.2 งานช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุจากไฟฟ้า	ป้องกันอันตรายที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้อง	-บอกขั้นตอนการปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า	-วิธีการปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า
	1.3งานปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า	ปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้ตามรูปแบบกำหนด		
งานหลัก 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า	2.1 งานบอกความหมายของไฟฟ้า	คำนวณค่าทางไฟฟ้าได้ถูกต้องตามรูปแบบกำหนด	-บอกความหมายของไฟฟ้า -บอกขั้นตอนการเกิดไฟฟ้า	-คำนวณค่าความต้านทานในวงจร -ขั้นตอนการต่อวงจรกำเนิดไฟฟ้าเบื้องต้น
	2.2 งานการคำนวณค่าความต้านทานในวงจรแบบต่าง ๆ	วัดค่าแรงดันและกระแสในวงจรได้ตามรูปแบบกำหนด	-อธิบายความต้านทานในวงจรไฟฟ้า	
งานหลัก 3 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	3.1 งานต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ	ต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้ตามรูปแบบกำหนด	-บอกประเภทของวงจรไฟฟ้า	-คำนวณหาค่า ต่างๆ ในวงจรไฟฟ้าแต่ละประเภท

	3.2 งานคำนวณค่าความต้านทานในวงจรแบบต่าง ๆ	คำนวณค่าความต้านทานในวงจรแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	-บอกลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าแต่ละประเภท -บอกขั้นตอนการวัด	-วัด แรงดัน ความต้านทาน กระแส ในวงจร
	3.3 งานวัดค่าแรงดันและกระแสในวงจรเบื้องต้น	อธิบายวิธีวัดค่าแรงดันและกระแสได้ถูกต้อง	แรงดัน แต่วงจรต่างๆ	
งานหลัก 4 วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	4.1 งานออกแบบวงจรไฟฟ้า	บอกหน้าที่การทำงานของหลอดไฟได้ถูกต้อง	-บอกลักษณะการต่อวงจรหลอดไฟ -บอก หน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้ต่อวงจรแสงสว่าง	-ต่อประกอบ วงจรหลอดไฟ -ระบุ ตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้า ในวงจรหลอดไฟ
	4.2 งานขั้นตอนต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างได้ถูกต้อง		
งานหลัก 5 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อลงดิน	5.1งานรายละเอียดของความปลอดภัยอุปกรณ์ไฟฟ้า	อธิบายหน้าที่การใช้งานของอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่กำหนดได้ตามเกณฑ์	-บอกรายละเอียดของความปลอดภัยอุปกรณ์ไฟฟ้า -อธิบาย ขั้นตอนติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าและการต่อสายดิน	-ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า -ติดตั้งอุปกรณ์ต่อสายดินหรือสายกราวด์ -ระบุประเภทอุปกรณ์ป้องกันในแต่ละงาน
	5.2 งานติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า	ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเบื้องต้นที่กำหนดได้ตามเกณฑ์		
งานหลัก 6 งานมอเตอร์และกาควบคุมเบื้องต้น	6.1 งานบอกชนิดของมอเตอร์	บอกชนิดของมอเตอร์แต่ละแบบได้ถูกต้องตามกำหนด	-อธิบาย การทำงานของมอเตอร์แต่ละชนิด - ส่วนประกอบมอเตอร์แต่ละชนิด	-ประกอบมอเตอร์ - รูปแบบการควบคุมมอเตอร์ - ขั้นตอนการควบคุมมอเตอร์
	6.2 งานอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์	บอกส่วนประกอบของมอเตอร์ กระแสตรงได้ถูกต้องตามรูปแบบกำหนด	- วงจรในควบคุมมอเตอร์	

	6.3 งานควบคุมมอเตอร์ขั้นต้น	อธิบายวิธีการควบคุมมอเตอร์ขั้นต้นได้ถูกต้อง		
งานหลัก 7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	7.1 งานการทำงานของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ	บอกชนิดตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง	-อธิบาย การทำงานตัวเก็บประจุ -แยกประเภทของตัวเก็บประจุ -อ่านค่าความจุในตัวเก็บประจุ	-คำนวณหาค่าความจุในตัวเก็บประจุ -ระบุประเภทของตัวเก็บประจุ -วัด ดี-เสีย ตัวเก็บประจุ
	7.2 งานอ่านค่าความจุตัวเก็บประจุ	อธิบายวิธีการอ่านค่าความจุตัวเก็บประจุได้ถูกต้อง		
	7.3 งานคำนวณค่าความจุรวมของตัวเก็บประจุ	อธิบายวิธีคำนวณค่าความจุรวมได้ตามรูปแบบกำหนด		
งานหลัก 8 เทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	8.1 งานทักษะในการบัดกรีแผ่นวงจรพิมพ์	บอกขั้นตอนการบัดกรีที่ถูกต้องตามขั้นตอนได้	-บอกรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้การบัดกรี -บอกขั้นตอนการบัดกรีและการประกอบวงจร - การสร้างแผ่นวงจรพิมพ์	-บัดกรีเพื่อประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ -กัดลายวงจรพิมพ์แผ่นปริ้นทองแดง -วางตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรพิมพ์ลาย
	8.2 งานประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงแผ่นวงจรพิมพ์	อธิบายการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงแผ่นวงจรพิมพ์ได้ถูกต้อง		
	8.3 งานฝึกการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยตัวเอง	อธิบายขั้นตอนในการบัดกรีแผ่นวงจรพิมพ์ ได้ถูกต้อง		
งานหลัก 9 เครื่องมือวัดและทดสอบ	9.1 งานส่วนประกอบและปุ่มใช้งานของมัลติมิเตอร์	อธิบายส่วนประกอบและปุ่มใช้งานของมัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง	-อธิบายส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ -บอกขั้นตอนการวัดมัลติมิเตอร์	-วัดและทดสอบการใช้งานของมัลติมิเตอร์ -คำนวณสเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์
	9.2 งานใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดขนาดทางไฟฟ้า	อธิบายวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าได้ตามรูปแบบกำหนด		

	9.3 งานบอก ส่วนประกอบและ ปั๊มใช้งานของฟังก์ ชั่นเจนเนอเรเตอร์	บอกหน้าที่ปั๊มใช้งาน ของเครื่องกำเนิด สัญญาณไฟฟ้าได้ ถูกต้อง		

หน่วยการเรียนรู้

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 1.1 งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 1.2 งานช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุจากไฟฟ้า 1.3 งานปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า	1	3	4
2	งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2.1 งานบอกความหมายของไฟฟ้า 2.2 งานการคำนวณค่าความต้านทานในวงจรแบบต่าง ๆ	2	6	8
3	งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า 3.1 งานต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ 3.2 งานคำนวณค่าความต้านทานในวงจรแบบต่าง ๆ 3.3 งานวัดค่าแรงดันและกระแสในวงจรเบื้องต้น	2	6	8
4	งานวงจรไฟฟ้าและเซลล์ไฟฟ้า 4.1 งานออกแบบวงจรไฟฟ้า 4.2 งานขั้นตอนต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง	2	6	8
5	งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น 5.1 งานรายละเอียดของความปลอดภัยอุปกรณ์ไฟฟ้า 5.2 งานติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า	2	6	8
6	งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน 6.1 งานบอกชนิดของมอเตอร์ 6.2 งานอธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ 6.3 งานควบคุมมอเตอร์ขั้นต้น	2	6	8
7	งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 7.1 งานการทำงานของตัวเก็บประจุชนิดต่าง ๆ 7.2 งานอ่านค่าความจุตัวเก็บประจุ 7.3 งานคำนวณค่าความจุรวมของตัวเก็บประจุ	2	6	8
8	งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 8.1 งานทักษะในการบัดกรีแผ่นวงจรพิมพ์	2	6	8

	8.2 งานประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงแผ่นวงจรพิมพ์ 8.3 งานฝึกการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยตัวเอง			
9	งานเครื่องมือวัดและทดสอบ 9.1 งานส่วนประกอบและป้อนใช้งานของมัลติมิเตอร์ 9.2 งานใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดขนาดทางไฟฟ้า 9.3 งานบอกส่วนประกอบและป้อนใช้งานของฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์	3	9	12
	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา			
รวม		18	54	72

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 1

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อธิบายหลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยได้ถูกต้อง

3.2 ป้องกันอันตรายที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกต้อง

3.3 ปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้ตามรูปแบบกำหนด

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายหลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้

4.2 อธิบายวิธีการช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุจากไฟฟ้าได้

4.3 บอกขั้นตอนการปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 ทฤษฎีความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

5.2 การปฐมพยาบาลผู้ถูกไฟฟ้าดูด

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสูบทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่างการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน์ : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20100-1005 ชื่อวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
ชื่อเรื่อง งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ทฤษฎีความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3.2 การปฐมพยาบาลผู้ถูกไฟฟ้าดูด

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกประโยชน์ของไฟฟ้าได้

4.2 อธิบายอันตรายของไฟฟ้าได้

4.3 อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

4.4 บอกขั้นตอนการช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้

4.5 บอกขั้นตอนการปฐมพยาบาลเบื้องต้นได้

5. เนื้อหาสาระ

5.1 ทฤษฎีความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

การคำนึงถึงความปลอดภัยก่อนที่จะทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากโอกาสที่จะได้รับอันตรายจากไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์นั้นเกิดขึ้นได้เสมอ เช่น การถูกไฟฟ้าดูดมีผลทำให้เกิดการช็อก (Shock) เป็นต้น ซึ่งการช็อกนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย โดยปฏิกิริยาที่ร่างกายตอบสนองจะไม่สามารถควบคุมได้ โดยจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวอย่างรุนแรง ส่งผลให้เกิดความเจ็บปวดที่บริเวณกล้ามเนื้อนั้น

ปริมาณกระแสไฟฟ้า	ผลกระทบที่มีต่อร่างกาย
1 mA หรือ น้อยกว่า	ไม่มีผลกระทบต่อร่างกาย
มากกว่า 5 mA	ทำให้เกิดการช็อก และเกิดความเจ็บปวด
มากกว่า 10 mA	กล้ามเนื้อบริเวณที่ถูกกระแสไฟฟ้าดูดเกิดการหดตัว และเกิดความเจ็บปวด
มากกว่า 15 mA	กล้ามเนื้อบริเวณที่ถูกกระแสไฟฟ้าดูดเกิดการหดตัว และร่างกายจะเกิดอาการเกร็ง
มากกว่า 30 mA	การหายใจติดขัด และสามารถทำให้หมดสติได้
50 ถึง 200 mA	ขาดเลือดไปเลี้ยงหัวใจ และอาจจะเสียชีวิตได้ภายในเวลาไม่กี่วินาที
มากกว่า 200 mA	เกิดการไหม้บริเวณผิวหนังที่ถูกกระแสไฟฟ้าดูด และหัวใจจะหยุดเต้นภายในเวลาไม่กี่วินาที
ตั้งแต่ 1 A ขึ้นไป	ผิวหนังบริเวณที่ถูกกระแสไฟฟ้าดูดถูกทำลายอย่างถาวร และหัวใจจะหยุดเต้นภายในเวลาไม่กี่วินาที

กระแสไฟฟ้าที่ใช้ทั้งในโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานหรือตามบ้านเรือนมีอันตรายสูงมาก และรวดเร็วที่สุดเมื่อเข้าไปสัมผัส ผู้ที่ใช้งานหรือมีส่วนเกี่ยวข้องจึงควรมีความรู้ความเข้าใจในวิธีการทำงาน เกี่ยวกับไฟฟ้าทั้งชนิดกระแสไฟฟ้าที่ใช้แรงเคลื่อน 220 โวลต์ และ 380 โวลต์

โดยทั่วไป ไฟฟ้ามีประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. เป็นต้นกำลังพลังงานกล เช่น การเดินเครื่องจักร
2. เป็นแหล่งให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟ โคมไฟ
3. เป็นแหล่งให้ความร้อน โดยต่อเข้ากับขดลวดชุดความร้อน เช่น กระทิกต้มน้ำร้อน
4. เป็นแหล่งหรือสื่อกลางของการสื่อสาร เช่น แบตเตอรี่โทรศัพท์
5. เป็นแหล่งให้พลังงานกับอุปกรณ์
6. เป็นแหล่งให้อำนาจแม่เหล็กกับอุปกรณ์
7. เป็นแหล่งให้เกิดปฏิกิริยาเคมี



อันตรายจากไฟฟ้า

การแบ่งลักษณะของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น มี 2 ลักษณะ

1. ไฟฟ้าดูดเนื่องจากร่างกายไปแตะต้อง หรือต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในร่างกายและถ้าไฟฟ้าไหลผ่านอวัยวะที่สำคัญก็อาจทำให้เสียชีวิตได้หากกระแสไฟฟ้ามีปริมาณมากพอ ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและปฏิกิริยาการตอบสนองของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้ามี
2. เพลิงไหม้หรืออัคคีภัยที่เกิดจากไฟฟ้ามีสาเหตุ 2 ประการ คือ ประกายไฟและความร้อนที่สูงผิดปกติ ซึ่งตามทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้นั้น จะต้องมียอดประกอบครบ 3 อย่าง คือ เชื้อเพลิง แหล่งความร้อน และออกซิเจน ดังนั้น การป้องกันไฟไหม้ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า จึงต้องขจัดองค์ประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสามอย่างดังกล่าวออก โดยเฉพาะการขจัดแหล่งความร้อน เช่น
 - ประกายไฟที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร
 - หัวต่อหรือหัวขั้วสายไฟหลวมจึงเกิดการเดินของกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ
 - การเกิดประกายไฟ (spark) จากการเดินไม่เรียบของกระแสไฟ
 - การใช้ฟิวส์ไม่ถูกต้อง ขนาดไม่เหมาะสม หรือใช้สวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติไม่เหมาะสม
 - กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้ามากเกินไป
 - มอเตอร์ทำงานเกินกำลัง
 - ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้ามากเกินไปในตู้เสียบเดียวกัน
 - แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วมอเตอร์ไฟฟ้าต่ำเกินไป ซึ่งโดยสรุปสาเหตุเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุหลักของการเกิดเพลิงไหม้ที่เกิดจากไฟฟ้าทั้งสิ้น

อันตรายที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้ามีสาเหตุหลักๆมาจาก

1. ระบบการบริหาร
 - ขาดระบบการประสานงานที่ดีระหว่างฝ่ายผลิตกับซ่อมบำรุง ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น ไม่มีระบบการล็อกกุญแจและแขวนป้าย (Lock-out and Tag-out)
 - ไม่มีแบบแปลนไฟฟ้า ข้อมูลและตัวเลขทางเทคนิคต่างๆ ของระบบ ไฟฟ้าที่ถูกต้องประจำหน่วยงาน เช่น เมื่อมีการต่อเติมระบบไฟฟ้าแล้วไม่ได้นำข้อมูลไปเพิ่มเติมในแบบแปลน
 - ขาดช่างเทคนิคที่มีความรู้ความสามารถ เป็นต้น
2. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ทำให้ระบบไฟฟ้าในโรงงานไม่มีมาตรฐานเพียงพอ
3. การทำงานในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย เช่น บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานมีความเปียกชื้น ซึ่งจะทำให้ร่างกายเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ดี
4. ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า หรือใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ขาดความรู้เรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับการติดตั้งและ/หรือการใช้งานอย่างถูกวิธี เช่น
 - 4.1 ช่างไฟฟ้า
 - ขาดความรู้ที่แท้จริงเกี่ยวกับหลักการและกฎหมายไฟฟ้า

- ต่อสายไฟไม่ดี หรือวิธีการต่อไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน
- ไม่ตัดวงจรไฟฟ้าก่อนปฏิบัติงาน
- ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าผิดลักษณะ
- ปฏิบัติงานโดยไม่มีหน้าที่รับผิดชอบ เป็นต้น

4.2 ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ชำรุด มีกระแสไฟฟ้ารั่ว
- ใช้อุปกรณ์ผิดประเภท (เช่น การใช้เต้าเสียบผิดประเภท)
- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าขณะที่ร่างกายมีความเปียกชื้น
- รีบเร่งปฏิบัติงาน เป็นต้น

การป้องกันและควบคุม

1. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟฟ้า และผู้ปฏิบัติงาน เช่น ติดตั้งเครื่องตัดวงจรอัตโนมัติ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำด้วยวัสดุไม่นำไฟฟ้า
2. กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้การจัดซื้ออุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าของหน่วยงานได้มาตรฐาน
3. อบรมให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับไฟฟ้าในเรื่องวิธีการทำงานให้ปลอดภัยจากไฟฟ้า การช่วยเหลือผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า ข้อควรระมัดระวังเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายที่เกิดจากการทำงาน หรือสัมผัสกระแสไฟฟ้าที่เป็นสาเหตุให้เกิดอาการช็อคเนื่องจากกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีเกร็ดเล็กน้อยๆ เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างปลอดภัยไว้ เพื่อจะได้เป็นข้อพึงระวังสำหรับการใช้งานด้วย

การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. ตรวจสอบสายไฟฟ้า และตรวจจุดต่อสายก่อนใช้งาน โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ควรตรวจสอบบริเวณจุดเชื่อมต่อ ขั้วที่ติดอุปกรณ์ ถ้าชำรุดควรเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานเสมอ
2. ดวงโคมไฟฟ้าต้องมีที่ครอบป้องกันหลอดไฟ
3. การเปลี่ยนหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ ควรให้ช่างทางเครื่องมือหรือไฟฟ้าเป็นผู้ดำเนินการ ไม่ควรดำเนินการเองโดยเด็ดขาดหากไม่มีความรู้
4. ห้ามจับสายไฟขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่
5. ห้ามใช้อุปกรณ์ขณะมือเปียก
6. ไม่ควรเดินเหยียบสายไฟ
7. อย่าแขวนสายไฟบนของมีคม เพราะของมีคมอาจบาดสายไฟชำรุดและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานได้
8. การใช้เครื่องมือทางไฟฟ้า ควรต่อเปลือกหุ้มที่เป็นโลหะลงสู่ดิน

9. การใช้มอเตอร์ หม้อแปลง ควรมีผู้รับผิดชอบควบคุมในการเปิดปิดใช้งาน
10. ในส่วนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายควรมีป้ายติดแสดงอย่างชัดเจน
11. ถ้าเกิดเหตุการณ์ผิดปกติกับอุปกรณ์ควรแจ้งให้ผู้รับผิดชอบทราบทันที และห้ามใช้งานต่อ
12. ห้ามปลดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายทางไฟฟ้าออก ยกเว้นได้รับอนุญาตจากผู้เชี่ยวชาญ
13. เมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรปิดสวิทช์ และต้องแน่ใจว่าสวิทช์ได้ปิดลงแล้ว
14. อุปกรณ์ทางไฟฟ้าต่างๆ ควรหมั่นทำความสะอาดให้ปราศจากฝุ่นละออง
15. ห้ามห่อหุ้มโคมไฟด้วยกระดาษ ผ้าหรือวัสดุที่ติดไฟได้
16. ห้ามนำสารไวไฟ หรือสารลุกติดไฟง่ายเข้าใกล้สวิทช์ไฟฟ้า
17. หมั่นตรวจสอบฉนวนหุ้มอุปกรณ์อยู่เสมอ ในบริเวณที่อาจสัมผัส หรือทำงาน
18. เมื่อมีผู้ได้รับอันตราย ควรสับสวิทช์ให้วงจรเปิด (ตัดกระแสไฟฟ้า)
19. เมื่อไฟฟ้าดับ หรือเกิดไฟฟ้าช็อต ควรสับสวิทช์วงจรไฟฟ้าให้เปิด



การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

1. การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมาย และมาตรฐานทางไฟฟ้า
2. การติดตั้งต้องดูแลโดยผู้ชำนาญ โดยเฉพาะการสื่อสารเมื่อมีการทำงานในขณะกระแสไฟฟ้าไหลอยู่
3. การติดตั้งอุปกรณ์ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันโดยเฉพาะ
4. ไม่ควรทำงาน หรือเปิดชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะกระแสไฟฟ้าไหล
5. อุปกรณ์หรือสายไฟฟ้าที่ติดตั้งในที่สูง ต้องมีฉนวนหุ้มอย่างดีและตรวจสอบความเรียบร้อยอยู่เสมอ
6. เมื่อมีอุปกรณ์ไฟฟ้าบนพื้นถนนควรมีระบบป้องกันอันตรายเฉพาะทาง เช่น รั้วป้องกันรถชน ป้ายเตือน สะท้อนแสง เป็นต้น
7. เครื่องจักรทุกชนิดควรมีสายดินที่ดี

8. ควรสับสวิทช์เครื่องจักรและล๊อคกุญแจ (Lock-out) เพื่อไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องที่อาจเข้าใจผิดสามารถเปิดสวิทช์ได้ และควรมีป้ายบอกให้ชัดเจน (Tag-out)
9. ต้องมีการเทประจุไฟฟ้าเมื่อเครื่องมือนั้นมีประจุค้างอยู่

การทำงานขณะมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่

1. ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับงาน
2. ถ้าต้องทำงานใกล้ไฟฟ้าแรงสูงเกิน 60 เซนติเมตร ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เป็นฉนวนอย่างดี และ ในกรณีที่อยู่ห่างมากกว่า 60 เซนติเมตรให้ใช้อุปกรณ์รองลงมา
3. ในการทำงานต้องปรึกษาผู้ชำนาญการทางไฟฟ้าก่อน และต้องมีผู้ชำนาญการควบคุมดูแลตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน
4. พนักงานงานไม่ควรพักใกล้สายไฟแรงสูง
5. การใช้อุปกรณ์เครื่องมือ ต้องใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับงาน
6. ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทุกครั้ง

5.2 การปฐมพยาบาลผู้ถูกไฟฟ้าดูด

อาการของผู้ถูกไฟดูดหรือไฟช็อต

อาการของผู้ถูกไฟฟ้าช็อตจะแตกต่างกันไปตามระดับความรุนแรง ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดและความแรงของโวลต์ไฟฟ้า ระยะเวลาที่ถูกไฟช็อต วิธีการไหลของกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ร่างกาย และสุขภาพโดยรวมของผู้ถูกไฟช็อต

หากถูกไฟช็อตด้วยกระแสไฟฟ้าสูงถึง 500 โวลต์หรือมากกว่า ควรรีบนำส่งโรงพยาบาลโดยทันที อย่างไรก็ตาม ผู้ที่ไม่ได้รับบาดเจ็บหลังถูกไฟฟ้าช็อตควรไปพบแพทย์เช่นกัน เนื่องจากอาการหรือภาวะแทรกซ้อนอาจไม่ปรากฏออกมาอย่างชัดเจน

อาการของผู้ถูกไฟช็อตเกิดขึ้นได้หลายอย่าง :

1. หหมดสติ
2. หายใจไม่เป็นปกติ หายใจลำบากหรือไม่หายใจ
3. ชีพจรเต้นผิดปกติ สัญญาณชีพอ่อนหรือไม่มีสัญญาณชีพ
4. หัวใจหยุดเต้น
5. เกิดแผลไหม้ที่ผิวหนัง โดยเฉพาะบริเวณที่สัมผัสกับกระแสไฟฟ้าโดยตรง เช่น มือ ส้นเท้า และศีรษะ
6. เกิดอาการชา เป็นเหน็บชา
7. เกิดการบาดเจ็บที่อวัยวะภายใน ทำให้มีปัญหาในการกลืน การพูด การมองเห็น การได้ยิน
8. ปวดศีรษะ เกิดอาการชัก

9. กล้ามเนื้อกระดูก



วิธีช่วยเหลือผู้ถูกไฟดูดหรือไฟช็อต

1. ตั้งสติ นึกถึงความปลอดภัยของตัวเอง และประเมินอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
2. ตัดกระแสไฟที่เกิดเหตุทันที ยกเว้นสายไฟแรงสูงให้แจ้งเจ้าหน้าที่
3. ใช้อุปกรณ์ที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น ไม้แห้ง เชื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าหรือสายไฟออกจากตัวผู้ได้รับบาดเจ็บ
4. เคลื่อนย้ายผู้ได้รับบาดเจ็บไปยังบริเวณพื้นที่ปลอดภัยอย่างถูกวิธี
5. หากผู้ได้รับบาดเจ็บจากไฟบ้านทั่วไปที่กระแสไฟฟ้าไม่แรงมากนัก บาดแผลไม่ลึก ไม่มีอาการผิดปกติ ปฐมพยาบาลและสังเกตอาการที่บ้านได้ และหากมีอาการผิดปกติควรรีบไปพบแพทย์ทันที
6. ตรวจสอบระดับการตอบสนอง หากผู้ได้รับบาดเจ็บหมดสติ และอยู่ในภาวะหัวใจหยุดเต้นต้องรีบทำ CPR ทันที
7. โทรแจ้งสายด่วน 1669 (สถาบันการแพทย์ฉุกเฉิน)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. การถูกไฟฟ้าดูด มีผลทำให้เกิดการช็อก (Shock) จะเกิดขึ้นเมื่อใด ?

- ก. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟฟ้า
- ข. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย
- ค. เมื่อแรงดันไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟฟ้า
- ง. เมื่อแรงดันไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน
- จ. เมื่อแรงดันไฟฟ้าไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

2. แรงดันไฟฟ้าที่สามารถทำอันตรายแก่มนุษย์ได้ ต้องมีขนาดแรงดันตั้งแต่เท่าไร

- ก. 10 โวลต์
- ข. 12 โวลต์
- ค. 18 โวลต์
- ง. 25 โวลต์
- จ. 36 โวลต์

3. การที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายทำให้เกิดการกระตุ้นบริเวณกล้ามเนื้ออย่างรุนแรง โดยเฉพาะจะเกิดขึ้นบริเวณเส้นประสาท ความรุนแรงนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้า เรียกว่าอาการใด

- ก. การระเบิด (Explosion)
- ข. แผลไหม้ (Burns)
- ค. การหายใจติดขัด (Trouble breathing)
- ง. การช็อก (Shock)
- จ. การหมดสติ

4. เพราะเหตุใดที่มีเหงื่อออกบริเวณผิวหนังที่แห้ง หรือผิวหนังเกิดบาดแผล จึงเป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

- ก. เพราะบริเวณนั้นมีค่ากระแสไฟฟ้ามาก
- ข. เพราะบริเวณนั้นมีค่าแรงดันไฟฟ้ามาก
- ค. เพราะบริเวณนั้นมีค่าความต้านทานมากขึ้น
- ง. เพราะบริเวณนั้นมีค่าความต้านทานลดลง
- จ. เพราะบริเวณนั้นมีค่าความเก็บประจุ

5. การบาดเจ็บที่ดวงตาถูกกระทบด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ตที่มีความเข้มสูง จะทำให้เกิดอาการใด

- ก. หน้ามืด
- ข. ต้อลม
- ค. ต้อกระจก
- ง. ตาบอด
- จ. ตาพร่ามัวชั่วคราว

6. อันตรายจากการได้รับคลื่นไมโครเวฟ และจากอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (Body Injuries from Microwave and Radio-Frequency Equipment) ที่ปริมาณความเข้มของกำลังงานเกินกว่าเท่าไร ถึงจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย

- ก. 0.1 – 0.3 มิลลิเวปเปอร์/ตารางเซนติเมตร
- ข. 0.3 – 0.5 มิลลิเวปเปอร์/ตารางเซนติเมตร
- ค. 1.0 – 1.5 มิลลิเวปเปอร์/ตารางเซนติเมตร

- ง. 1.0 – 5.0 มิลลิแอมป์/ตารางเซนติเมตร
 - จ. 1.0 – 10 มิลลิแอมป์/ตารางเซนติเมตร
7. วิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นผู้ถูกไฟฟ้าดูดที่มีประสิทธิภาพมาก และได้ผลดีที่สุดมีกี่วิธี
- ก. 1 วิธี คือการนวดประคบสมุนไพร
 - ข. 2 วิธี คือการผายปอดด้วยวิธีปากต่อปาก และวิธีปั๊มหัวใจ
 - ค. 1 วิธี คือการฉีดยารักษาอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ
 - ง. 2 วิธี คือการฝังเข็มรักษาอาการเจ็บปวด
 - จ. ไม่มีข้อถูก
8. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับอะตอมได้ถูกต้องที่สุด
- ก. อะตอม คือหน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุ ประกอบด้วยโปรตรอน และนิวตรอน
 - ข. อะตอม คือประจุไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแรงดันไฟฟ้า
 - ค. อะตอม คือธาตุชนิดหนึ่ง มี 118 ชนิด มีแรงยึดมหาศาล
 - ง. อะตอม คืออิเล็กตรอนชนิดหนึ่ง
 - จ. ข้อ ข. และ ค. เป็นข้อที่ถูก
9. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับโมเลกุล (Molecule) ได้ถูกต้องที่สุด
- ก. โมเลกุล (Molecule) สามารถเคลื่อนที่ในอะตอมได้
 - ข. โมเลกุล (Molecule) เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดตามธรรมชาติ
 - ค. โมเลกุล (Molecule) ไม่สามารถรวมกับนิวตรอนได้
 - ง. โมเลกุล (Molecule) ไม่สามารถเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้
 - จ. โมเลกุล (Molecule) เป็นตัวนำและสื่อนำไฟฟ้าที่ดี
10. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของแบตเตอรี่ชนิดน้ำ (Battery)
- ก. ขั้วบวก (Positive Electrode)
 - ข. ขั้วลบ (Negative Electrode)
 - ค. อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte)
 - ง. ตัวคันเซลล์ (Seperator)
 - จ. เบนโทโนท์

7. เอกสารอ้างอิง

- 7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุโขช พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.

7.5 ไวพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

- ข้อ 1. ค. ให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า
- ข้อ 2. ก. เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายมนุษย์
- ข้อ 3. ข. ลัดวงจร
- ข้อ 4. ก. ควรแยกวงจรไฟฟ้าเป็นส่วน ๆ
- ข้อ 5. ค. ตรวจสอบสวิตช์ตัดตอนหรือสะพานไฟ
- ข้อ 6. ง. ต่อสายไฟฟ้าระหว่างโครงโลหะกับแท่งลงดิน
- ข้อ 7. ค. ตัดกระแสไฟฟ้าของจุดเกิดเหตุออก
- ข้อ 8. ค. ใช้มือกดเหนือช่องห้อง
- ข้อ 9. ข. โมเลกุล (Molecule) เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดตามธรรมชาติ
- ข้อ 10. จ. เบนโทโนท์

	ใบงานที่ 1		หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20100-1005 ชื่อวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น		สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 3 ชม.
	ชื่อเรื่อง งานความปลอดภัยในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

3.1 การช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้า

3.2 การการปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 แสดงวิธีการช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายจากไฟฟ้าได้

4.2 แสดงวิธีการการปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

5.1 ไม้แท่งขนาดประมาณ เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 2 เมตร 1 ท่อน

5.2 ผ้า ยาว 2 เมตร 1 ผืน

5.3 ผ้ายางปูนอน 1 ผืน

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ระวังอันตรายจากไฟฟ้า

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มละ 2 คน

7.2 ฝึกปฏิบัติการช่วยเหลือผู้ประสบอันตรายจากกระแสไฟฟ้าโดยให้ผู้เรียนคนหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ถูกไฟฟ้าดูด ผู้เรียนอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ

7.3 จำลองเหตุการณ์ผู้ประสบอันตรายจากกระแสไฟฟ้า ถูกไฟฟ้าดูดติดอยู่กับอุปกรณ์ไฟฟ้า

7.4 ฝึกการช่วยเหลือผู้ถูกไฟฟ้าดูด โดยการใช้ไม้เขี่ยอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้หลุดออกจากมือของผู้ถูกไฟฟ้าดูดดัง

รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการช่วยเหลือผู้ถูกไฟฟ้าดูดติดอยู่กับอุปกรณ์ไฟฟ้า

7.6 ใช้ผ้าคล้องตัวผู้ถูกไฟฟ้าดูดดังรูปที่ 1.2 ดึงให้ห่างจากจุดที่ประสบอันตราย



รูปที่ 1.2 แสดงการใช้เชือกคล้องตัวผู้ถูกไฟฟ้าดูด

7.7 จำลองเหตุการณ์ ผู้ถูกไฟฟ้าดูดหัวใจหยุดเต้น

7.8 ฝึกจับชีพจรที่ตำแหน่งคอดังรูปที่ 1.3 ให้พบชีพจร



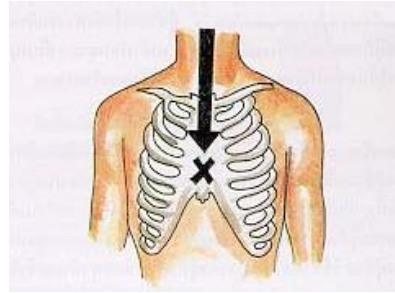
รูปที่ 1.3 แสดงการจับชีพจรที่ตำแหน่งคอ

7.9 ฝึกนวดหัวใจ โดยวางผู้ถูกไฟฟ้าดูดนอนราบกับพื้น ผู้ช่วยเหลือคุกเข่าด้านขวา หรือซ้ายของผู้ถูกไฟฟ้าดูด จัดให้ศีรษะแขวน ลำคอยืด ยกคางขึ้น ตรวจสอบสิ่งที่ติดค้างในปาก และลำคอ ถ้ามีให้เอาออกให้หมด

7.10 วางมือสองข้างทับซ้อนกัน บนทรงวงอกของผู้ถูกไฟฟ้าดูดดังรูปที่ 1.4 ก. ตรงส่วนที่เป็นกระดูกอก เหนือลิ้นปี่ดังรูปที่ 1.4 ข. เหยียดนิ้วมือและแขนให้ตรง โน้มตัวตั้งฉากกับหน้าอกของผู้ถูกไฟฟ้าดูด กดสันมือลงไปด้วยน้ำหนักตัวให้หน้าอกยุบลงประมาณ 1-2 นิ้ว แล้วผ่อนมือขึ้น โดยกดและผ่อนมือเป็นจังหวะ



ก. การวางมือซ้อนกันบนทรวงอก



ข. ตำแหน่งกระดูกอกเหนือลิ้นปี่

รูปที่ 1.4 แสดงลักษณะการนวดหัวใจ

7.11 ขณะกดหน้าอกแต่ละครั้งให้นับเลขไปด้วย โดยนับ 1 เมื่อกดสันมือลงขณะที่ผ่อนมือขึ้น ให้พูดคำว่า “และ” ทำเป็นจังหวะเท่ากับการเต้นของหัวใจ ประมาณ 60-100 ครั้ง/นาที

7.12 สลับหน้าที่การฝึกปฏิบัติ และฝึกปฏิบัติลักษณะเดียวกันเพื่อให้เกิดความชำนาญ

8. สรุปและวิจารณ์ผล

8.1 ใช้ไม้เขี่ยสายไฟออกจากผู้ถูกไฟฟ้าดูดได้ โดยไม่ทำให้ผู้ถูกไฟฟ้าดูดได้รับบาดเจ็บจากไม้

8.2 จับซีฟจรที่ตำแหน่งคอ แล้วพบจังหวะการเต้นของซีฟจร

8.3 การโน้มตัวให้ตั้งฉากกับผู้ถูกไฟฟ้าดูดเพื่อนวดหัวใจจะทำให้สามารถกดน้ำหนักตัวลงได้ ประมาณ 1-2 นิ้วพอดี

ข้อเสนอแนะ กรณีที่ผู้ถูกไฟฟ้าดูดจับสายไฟหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าไว้ ผู้ช่วยเหลือควรหาผ้าแห้งจับมือหรือจับสายไฟออก เพราะการใช้ไม้เขี่ยสายไฟหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าออกอาจทำให้ผู้ถูกไฟฟ้าดูดได้รับบาดเจ็บได้

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
หน่วยที่ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....			
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 2

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ลักษณะและส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์

3.2 อ่านสเกลมัลติมิเตอร์

3.3 ขั้นตอนการใช้งานมัลติมิเตอร์

3.4 ลักษณะและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดสัญญาณ

3.5 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ได้

4.2 อ่านสเกลมัลติมิเตอร์ได้

4.3 อธิบายขั้นตอนการใช้งานมัลติมิเตอร์ได้

4.4 อธิบายการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเบื้องต้นได้

4.5 บอกลักษณะและส่วนประกอบของออสซิลโลสโคปได้

4.6 อธิบายขั้นตอนการใช้งานออสซิลโลสโคปเบื้องต้นได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 มัลติมีเดีย

5.2 ออสซิลโลสโคปและเครื่องกำเนิดสัญญาณ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่างการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสารการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
	ชื่อเรื่อง/งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 ลักษณะและส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์
- 3.2 อ่านสเกลมัลติมิเตอร์
- 3.3 ขั้นตอนการใช้งานมัลติมิเตอร์
- 3.4 ลักษณะและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดสัญญาณ
- 3.5 การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ได้
- 4.2 อ่านสเกลมัลติมิเตอร์ได้
- 4.3 อธิบายขั้นตอนการใช้งานมัลติมิเตอร์ได้
- 4.4 อธิบายการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าเบื้องต้นได้
- 4.5 บอกลักษณะและส่วนประกอบของออสซิลโลสโคปได้
- 4.6 อธิบายขั้นตอนการใช้งานออสซิลโลสโคปเบื้องต้นได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 มัลติมิเตอร์

การตรวจวัดด้านไฟฟ้าเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินการใช้งานบริษัทไฟฟ้า โดยการตรวจวัดด้านไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องมือเพื่อวัดค่าต่างๆ ได้แก่ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น เครื่องมือวัดต่างๆ การเลือกและใช้เครื่องมือที่ถูกต้องเหมาะสม ความแม่นยำของเครื่องมือวัด ตลอดจนการนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดไปใช้อย่างเหมาะสม จะทำให้เกิดการจัดการด้านไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยวัดทางไฟฟ้า

ในระบบหน่วยวัดนานาชาติ (International System of Units (SI)) หน่วยวัดทางไฟฟ้าพื้นฐานที่สำคัญและหน่วยวัดทางไฟฟ้าในทางปฏิบัติอื่นๆ มีนิยามดังต่อไปนี้

หน่วยวัดทางไฟฟ้า	นิยาม	หน่วยวัด	สัญลักษณ์
แรงดันไฟฟ้า (Voltage)	แรงที่ทำให้ให้อิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่ หรือแรงที่ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า	โวลต์ (Volt)	"V"
กระแสไฟฟ้า (Current)	กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งภายในตัวนำไฟฟ้า	แอมแปร์ (Ampere)	"A"
ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance)	ความต้านทานไฟฟ้าเป็นการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุนั้นๆ	โอห์ม (Ohm)	"Ω"
กำลังไฟฟ้า (Power)	กำลังไฟฟ้า เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในการทำให้เกิดพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสงสว่าง พลังงานกล กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ (W) มีค่าเท่ากับกำลังที่ให้พลังงาน 1 จูล (J) ต่อหนึ่งวินาที	วัตต์ (Watt)	"W"

ชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

1. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltmeter)

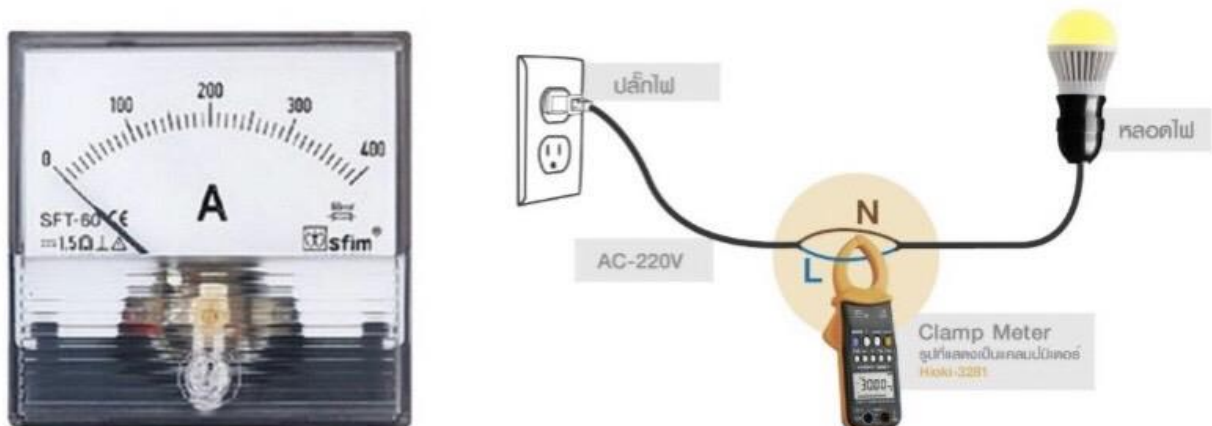
เครื่องวัดชนิดนี้เป็นเครื่องมือวัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดในวงจรไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าเป็นค่าหนึ่งที่ต้องวัดในการคำนวณการใช้งานด้านไฟฟ้ามีทั้งประเภทที่ติดตั้งบนแผงควบคุม และชนิดเคลื่อนที่ได้



กรณีเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าที่ติดตั้งบนแผงควบคุม จะต้องต่อผ่านหม้อแปลงสำหรับวัดค่าแรงดัน (Potential or Voltage Transformer : PT or VT) เสียก่อน

2. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (Ammeter)

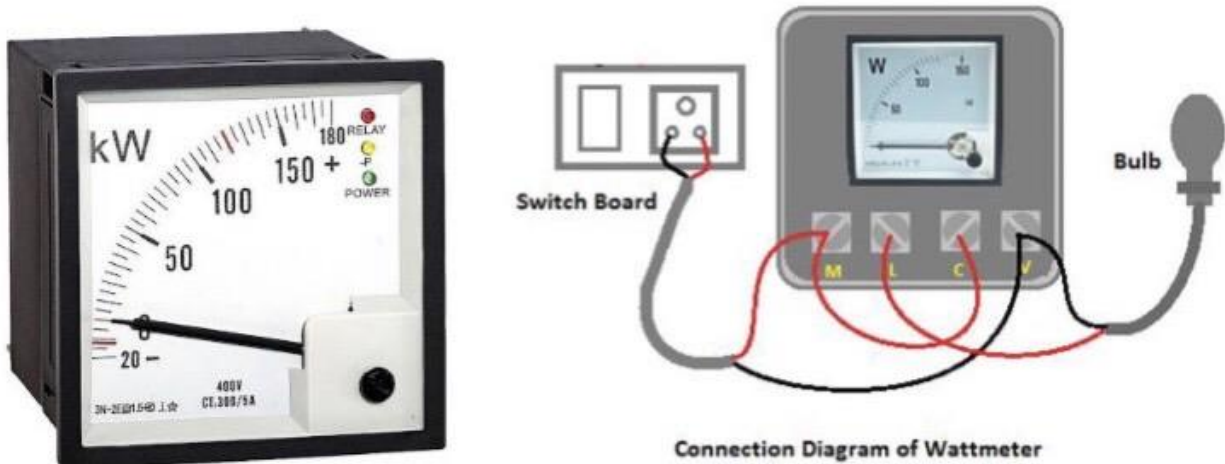
ใช้วัดกระแสไฟฟ้า มีทั้งประเภทที่ติดตั้งบนแผงควบคุมและชนิดคล้องสายเคลื่อนที่ได้ มีทั้งชนิดที่เป็นอานาล็อกและดิจิทัล



กรณีเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งบนแผงควบคุม จะต้องผ่านหม้อแปลงสำหรับวัดค่ากระแส (Current Transformer : CT) เสียก่อน เพื่อลดปริมาณกระแสไฟฟ้าก่อน

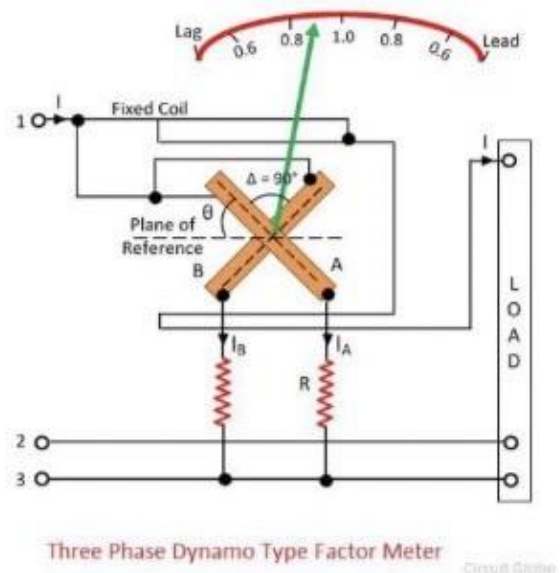
3. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Wattmeter)

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่วัดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าได้โดยตรง ทำให้การหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าสะดวกยิ่งขึ้น



4. เครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Meter)

ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) คืออัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง (วัตต์) กับกำลังไฟฟ้าปรากฏ (วาร์) โดยมีหน่วยวัดเป็น เปอร์เซนต์ หรือ ร้อยละ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นตัววัดประสิทธิภาพของการส่งจ่ายหรือการใช้กำลังไฟฟ้า ได้อย่างหนึ่ง ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่ดีควรมีค่า ไม่ต่ำกว่า 85-90% (0.85-0.9)



5. วัดตฮาวร์มิเตอร์ (Watt-hour Meter)

วัดตฮาวมิเตอร์ (Watt-hour Meter) เป็น เครื่องมือวัดงานไฟฟ้า สร้างขึ้นเพื่อวัดค่าพลังงาน

ไฟฟ้าต่อเวลาที่ใช้ในบ้านเรือน หรือในโรงงานอุตสาหกรรม ปกติจะติดตั้งเครื่องวัดชนิดนี้บริเวณพื้นที่ของการไฟฟ้า ภายนอกบ้าน หรือนอกอาคาร สามารถแบ่งตามระบบไฟฟ้าได้ เป็นแบบอนาล็อก และ แบบดิจิตอล มีทั้งประเภท 1 เฟส และวัดด้วยวอร์มิตอร์ 3 เฟส โดยวัดกำลังไฟฟ้าออกมาเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง (Kilowatt-hour ; kWh)



6. โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter)

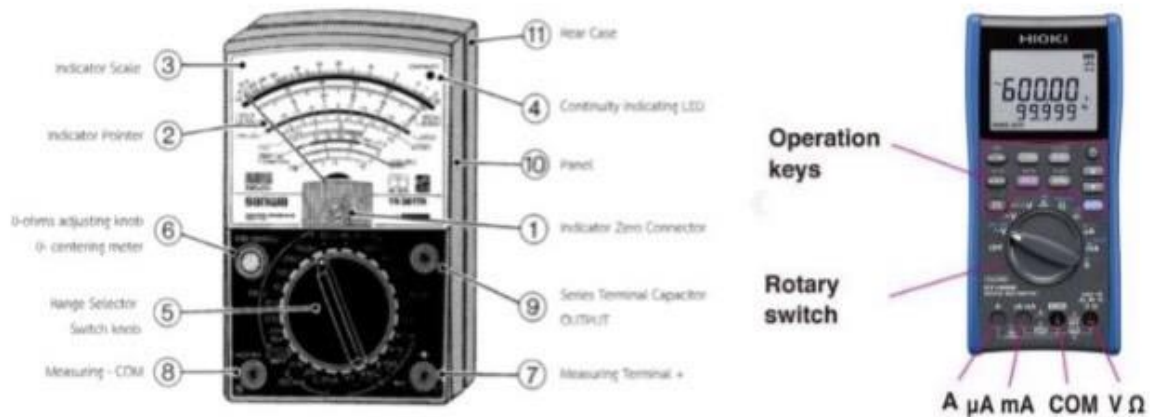
โอห์มมิเตอร์ คือมิเตอร์ที่สามารถวัดค่าความต้านทาน โดยการดัดแปลงจากแอมมิเตอร์ให้สามารถวัดค่าและแสดงค่าออกมาเป็นค่าความต้านทานได้โดยตรง กรณีการวัดค่าความต้านทานสูงๆ (High resistance) ที่มีค่าเป็น เมกกะโอห์มขึ้นไป เช่น ใช้วัดค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า (Insulation) หรือค่าความต้านทานของดิน เรียกว่า เมกกะโอห์มมิเตอร์ (Megohmmeter) หรือเมกเกอร์ (Megger) และเครื่องวัดค่าความต้านทานหลักดิน เรียกว่า Earth Test Meter



7. มัลติมิเตอร์ (multimeter)

มัลติมิเตอร์ (multimeter) เป็นเครื่องมือวัดปริมาณทางไฟฟ้าหลายประเภทรวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วมัลติมิเตอร์จะสามารถใช้วัดปริมาณ แรงดันไฟฟ้า กระแสตรง (DC voltage) แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC voltage) ปริมาณกระแสไฟตรง (DC current) ความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance) และมัลติมิเตอร์บางแบบสามารถใช้วัดปริมาณอื่นๆได้อีก เช่น กำลังออกของสัญญาณความถี่เสียง (AF output) การขยายกระแสตรงของทรานซิสเตอร์ (DC current amplification, hFE) กระแสรั่วของทรานซิสเตอร์ (leakage current, ICEO) ความจุทางไฟฟ้า (capacitance) ฯลฯ

การใช้งานมัลติมิเตอร์เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อการวัดผิดพลาด เมื่อเลิกใช้งานแล้วควรปรับสวิตช์เลือกย่านวัดไปที่ตำแหน่ง OFF หรือย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) สูงสุด



หลักการเลือกใช้เครื่องมือวัด

หลักสำคัญในการเลือกใช้เครื่องมือวัด จะต้องคำนึงถึงประเด็นทางด้านเทคนิคเป็นอันดับแรก กล่าวคือจะต้องมีความเหมาะสมกับการทำงานของอุปกรณ์ โดยควรพิจารณาถึงประเด็นสำคัญทางด้านเทคนิค ดังนี้

ข้อควรพิจารณาทางด้านเทคนิคในการเลือกใช้เครื่องมือวัด

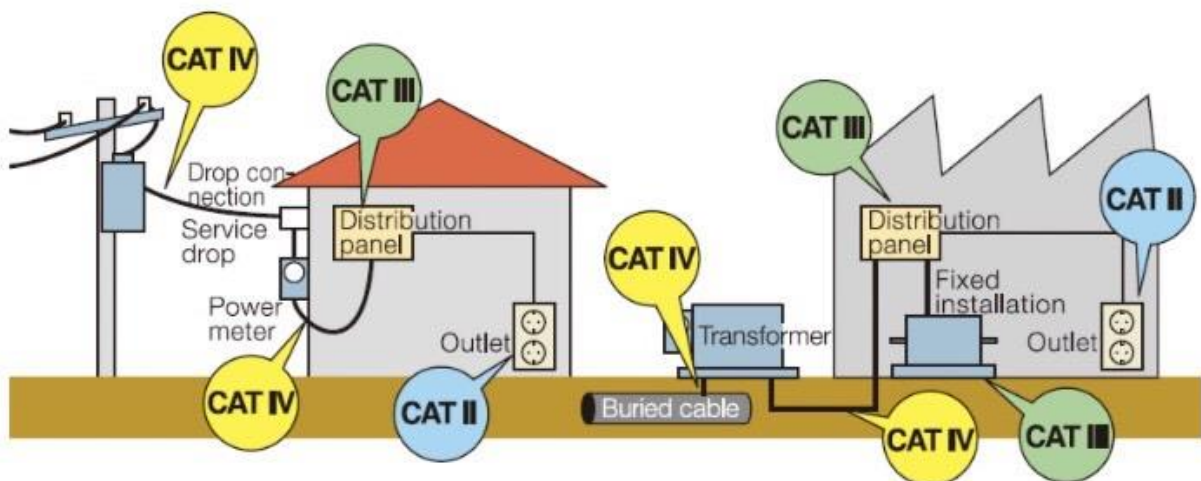
- 1) ย่านการวัดที่ต้องการ (Range)
- 2) ระดับความแม่นยำ (Accuracy) โดยทั่วไปควรมีระดับความแม่นยำที่ต้องการประมาณ $\pm 0.5\%$ ถึง $\pm 2.0\%$
- 3) ลักษณะการใช้งาน เช่น สัมผัสหรือไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด พกพาได้หรือติดตั้งอยู่กับที่ จะต้องปรับแต่งอุปกรณ์ที่มีอยู่เพื่อการติดตั้งเครื่องมือวัดอีกหรือไม่ต้อง (Non-destructive) โดยทั่วไปแล้ว ควรเลือกใช้เครื่องมือวัดแบบไม่ต้องสัมผัส พกพาได้ และไม่ต้องมีการปรับแต่งอุปกรณ์พลังงานที่มีอยู่ซึ่งจะเหมาะสมและมีความสะดวก ในการใช้มากกว่า วิธีจดบันทึกข้อมูลซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีระบบบันทึกแบบดิจิทัล (Digital Recording) ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งแบบชั่วขณะหรือแบบต่อเนื่อง
- 4) ระยะเวลา วัตถุประสงค์การใช้งานหลัก เวลาตอบสนอง (ระยะเวลาที่ใช้วัดหรือความไว)
- 5) มาตรฐานความปลอดภัย ของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

ระดับความเที่ยงตรงของเครื่องวัดกับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ระดับ	ความคลาดเคลื่อน ที่ยอมรับได้ต่อค่า พิกัด [%]	วัตถุประสงค์การใช้งานหลัก
0.2	± 0.2	เครื่องมือมาตรฐาน : เครื่องมาตรฐานสำหรับสอบเทียบ การวัดละเอียดมาก
0.5	± 0.5	การวัดละเอียด : การวัดทั่วไปที่ต้องการความละเอียด
1.0	± 1.0	การวัดปกติ : การวัดง่าย ๆ เช่น เครื่องวัดพกติดตัว ฯลฯ
1.5	± 1.5	เครื่องวัดอุตสาหกรรม : เครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟทั่วไปและแผงควบคุม
2.0	± 2.0	เครื่องวัดคร่าว ๆ : ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรง

มาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องมือวัดไฟฟ้า

ภายใต้มาตรฐานความปลอดภัย (EN61010 Series, JIS C 1010 Series) การวัดจะแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ CAT II ถึง CAT IV ตามแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไว้ และแรงดันไฟฟ้าเกินที่เกิดขึ้นที่จุดตรวจวัด



CAT II : การวัดที่จุดจากปลั๊กไฟไปยังวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ซึ่งอุปกรณ์เชื่อมต่อโดยตรงกับเต้าเสียบ

CAT III : การวัดที่จุดบนสายเคเบิลจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือวงจรแหล่งจ่ายไฟ เช่น แผงควบคุมไฟฟ้า, เบรกเกอร์, สวิตช์, บัสบาร์, สายเคเบิล

CAT IV : การวัดที่จุดจ่ายไฟเข้าระบบหรืออาคาร เป็นจุดที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันหลักสำหรับเครื่องมือที่ถูกใช้ในประเภทที่ถูกต้อง จะมีความสามารถเพียงพอที่จะทนต่อแรงดันกระตุ้น (จากตารางด้านล่าง) ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้อย่างอิงจากจุดที่วัดค่า (ตามประเภท CAT ต่างๆ) และ ค่าแรงดันอ้างอิงกับกราวด์ (Voltage relate to ground) หรือ แรงดันในวงจร (Circuit Voltage)

Rated voltage to ground [V]	Transient overvoltage [V]		
	CAT II	CAT III	CAT IV
300	2500	4000	6000
600	4000	6000	8000
1000	6000	8000	12000

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัด

ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องมือวัดให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบของเครื่องมือวัด และหน้าที่ของส่วนประกอบนั้นๆ
2. การทำงานของปุ่มควบคุมต่าง ๆ
3. การเริ่มต้นใช้เครื่องมือวัด โดยเฉพาะข้อระวังเกี่ยวกับการบรรจุแบตเตอรี่ (ถ้ามี) จะต้องไม่ผิดพลาด
4. ขั้นตอนการใช้งาน ที่สำคัญ ข้อควรระวังในการใช้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้และป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับเครื่องมือวัด
5. วิธีการบันทึกและอ่านข้อมูล
6. ศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับเหตุขัดข้องจากการใช้งานและวิธีแก้ไข
7. ศึกษารายละเอียดข้อกำหนดเครื่องมือวัด
8. ตรวจสอบความเรียบร้อยครบถ้วนของชุดเครื่องมือวัดก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง
9. ก่อนนำเครื่องมือวัดไปใช้งานต้องแน่ใจว่าไม่ใช่เครื่องมือวัดผิดประเภท และต้องคำนึงถึงย่านการวัดด้วย

5.2 ออสซิลโลสโคปและเครื่องกำเนิดสัญญาณ

ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) คือ เครื่องมือในห้องปฏิบัติการทางไฟฟ้าและวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการแสดงและวิเคราะห์รูปคลื่นของสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้า

ออสซิลโลสโคป ถูกใช้ในการสังเกตสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกัน บนช่วงเวลาเวลาที่แสดงในรูปแบบกริดสองมิติ

เมื่อเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟกับโพรบแล้ว ออสซิลโลสโคปจะแสดงรูปคลื่นแบบ Real Time แม้ว่าส่วนใหญ่ ออสซิลโลสโคปจะใช้ในสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม แต่ยังใช้ในสาขาอื่น ๆ เช่นด้านโทรคมนาคมและการแพทย์

การทำความสะอาดออสซิลโลสโคป

ควรตรวจสอบตัวเครื่อง Oscilloscope และโพรบ (Probe) อย่างสม่ำเสมอตามข้อตกลงการปฏิบัติงาน การทำความสะอาดภายนอก มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปิดเครื่องออสซิลโลสโคปก่อนทำความสะอาดด้วยผ้าที่ชุบน้ำ หรือน้ำยาทำความสะอาดแล้วบิดให้แห้งหมาดๆ

ไม่ควรชุ่มน้ำ และไม่ควรรใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน

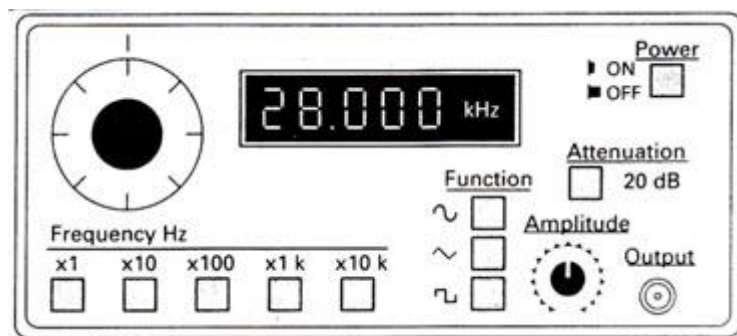
2. เช็ดฝุ่นที่อยู่ภายนอกตัวเครื่อง Oscilloscope และโพรบด้วยผ้านุ่ม เมื่อทำความสะอาดหน้าจอแสดงผล ควรระมัดระวังไม่ควรขีดแรงเกินไป

3. ก่อนเปิดใช้งานตัวเครื่อง Oscilloscope ควรอยู่ในสภาพที่แห้ง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์



เครื่องกำเนิดสัญญาณ

เครื่องกำเนิดสัญญาณหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator) เป็นเครื่องกำเนิดที่สามารถผลิตสัญญาณออกมาได้หลายรูปแบบให้เลือก ตามลักษณะการใช้งานยกตัวอย่าง เช่น สัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) สัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) ซึ่งฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์เป็นเครื่องกำเนิด สัญญาณที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางสามารถผลิตรูปคลื่นของสัญญาณได้สูงการใช้งานจะมีปุ่มปรับตามลักษณะต่าง ๆ ดังแสดงใน รูปที่ 1



รูปที่ 1 ปุ่มปรับต่าง ๆ บนหน้าปัดเครื่องกำเนิดสัญญาณหน้าที่การใช้งานของปุ่มปรับดังนี้

ชื่อปุ่ม	หน้าที่
1. Power On/Off	1. เปิด/ปิดเครื่อง
2. Frequency Hz	2. ปุ่มตั้งความถี่

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 3. Function | 3. สวิตช์เลือกสัญญาณ |
| 4. Attenuation | 4. ลดทอนสัญญาณ |
| 5. Amplitude | 5. ปรับความแรงของสัญญาณ |
| 6. Out Put | 6. ขั้วต่อสัญญาณออกไปใช้ |
| 7. x1, x10, x100, x1k, x10k | 7. สวิตช์เลือกย่านความถี่ต่าง ๆ |

ประโยชน์การใช้งานของเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่มีมากมายประการกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณมาตรฐาน
2. ใช้เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณอ้างอิง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ
3. ใช้เพื่อการทดสอบและปรับแต่งเครื่องมือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด เช่นเครื่องรับวิทยุ เครื่องขยายเสียง เครื่องรับส่งวิทยุ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น
4. ใช้ในการทดลองภายในห้องปฏิบัติการทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
5. ใช้เป็นอุปกรณ์ร่วมในการทำงานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
6. ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่

1. ศึกษาคู่มือการใช้งานให้เข้าใจก่อนลงมือใช้งาน
2. ระวังอย่าให้สัญญาณที่เอาต์พุตลัดวงจร
3. ระวังอย่าป้อนสัญญาณเข้าทางขั้วเอาต์พุตของเครื่องกำเนิดสัญญาณ
4. อย่าเก็บเครื่องกำเนิดสัญญาณไว้ในที่ชื้น ร้อน ฝุ่นละอองมาก

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. ทฤษฎีของแม่เหล็กถ้าขั้วเหมือนกัน วางใกล้กันจะเกิดปฏิกิริยาอย่างไร
 - ก. ดึงดูดกัน
 - ข. ผลักกัน
 - ค. หมุนวน
 - ง. นิ่งและอยู่กับที่
 - จ. กระโดด
2. เพราะเหตุใดจึงเลือกย่านการวัดให้มีค่าสูงสุดก่อนเสมอ
 - ก. เพื่อให้อ่านค่าได้ชัดเจนและถูกต้อง
 - ข. เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องวัด
 - ค. เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงในการวัด

- ง. เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการวัด
 - จ. เพื่อ่ายในการอ่านค่าบนสเกล
3. เพราะเหตุใดการต่อแอมป์มิเตอร์จึงต้องทำการเปิดวงจรก่อนการวัด
- ก. เพราะต้องการให้ค่าความต้านทานคงที่
 - ข. เพราะต้องการให้ค่าตัวเก็บประจุ คายประจุก่อนการวัด
 - ค. เพราะป้องกันเครื่องวัดเสียหายจากค่ากระแสที่สูง
 - ง. เพราะต้องการให้ค่ากระแสที่ทำการวัดนิ่งเสียก่อน
 - จ. เพราะต้องการให้ค่าความเหนี่ยวนำในวงจรเท่ากัน
4. ข้อใดคือการแก้ไขความคาดเคลื่อนจากการอ่านค่าบนสเกลของเครื่องวัดแบบแอนะล็อก
- ก. ติดตั้งกระจกเงา
 - ข. ติดตั้งแม่เหล็กเพิ่ม
 - ค. มีคู่มือการใช้งานให้
 - ง. สาธิตการอ่านค่าบนสเกล
 - จ. ติดตั้งแว่นขยาย
5. การวัดค่าความต้านทาน ใช้เครื่องวัดในข้อใด
- ก. แอมป์มิเตอร์
 - ข. โอห์มมิเตอร์
 - ค. โวลต์มิเตอร์
 - ง. วัตต์มิเตอร์
 - จ. ออสซิลโลสโคป
6. ข้อใดคือสมการของค่าความต้านทานรวมของวงจรในเครื่องวัด
- ก. ค่าความต้านทานที่คงที่ + ค่าความต้านทานของขดลวด
 - ข. ค่าความต้านทานต่อเนื่อง + ค่าความต้านทานคงที่
 - ค. ค่าความต้านทานของขดลวด + ค่าความต้านทานเคลื่อนที่
 - ง. ค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ + ค่าความต้านทานของขดลวด
 - จ. ค่าความต้านทานต่อเนื่อง + ค่าความต้านทานของขดลวด
7. ข้อใดคือข้อแรกของการวัดค่าความต้านทานด้วยโอห์มมิเตอร์
- ก. ทำการวัดค่าความต้านทาน
 - ข. จับตัวต้านทานขณะวัด
 - ค. บันทึกค่าที่วัดได้
 - ง. ทำการปรับศูนย์โอห์ม

- จ. เก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์
8. ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) แสดงผลการวัดออกมาเป็นอะไร
- ก. ตัวเลข
- ข. ตัวอักษร
- ค. รูปคลื่น
- ง. เข็มชี้
- จ. แผนที่
9. การควบคุมการกระตุ้นของสัญญาณ ใช้ปุ่มใด
- ก. Triggering Control
- ข. Focus Control
- ค. Intensity Control
- ง. Power Control
- จ. Induct Control
10. การหาความถี่ สามารถหาได้จากสมการใด
- ก. $f = \frac{1}{k}$
- ข. $f = \frac{1}{m}$
- ค. $f = \frac{1}{e}$
- ง. $f = \frac{1}{x}$
- จ. $f = \frac{1}{t}$

7. เอกสารอ้างอิง

- 7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.
- 7.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ข. ผลั้กกัน เพราะตามทฤษฎีแม่เหล็ก ถ้าขั้วเหมือนกัน เมื่อวางใกล้กันจะผลั้กกัน ถ้าขั้วต่างกัน เมื่อวางใกล้กันจะดูดเข้าหากัน
2	ตอบ ข. เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องวัด เพราะการที่วัดค่าครั้งแรกยังไม่ทราบว่ามีขนาดเท่าไร จึงควรเลือกย่านการวัดให้สูงที่สุดเสียก่อน แล้วค่อยปรับลดลงเพื่อให้อ่านค่าได้เที่ยงตรง
3	ตอบ ค. เพราะป้องกันเครื่องวัดเสียหายจากค่ากระแสที่สูง เพราะถ้าไม่เปิดวงจร จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทันทีอาจทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ในเครื่องวัดชำรุดเสียหายได้
4	ตอบ ก. ติดตั้งกระจกเงา เพราะขณะวัดจะต้องมองในลักษณะตั้งตรงเพื่อให้เข็มของเครื่องวัดและเงาในกระจกทับกันพอดี จึงจะได้ค่าการวัดที่ถูกต้อง
5	ตอบ ข. โอห์มมิเตอร์ เพราะการวัดค่าความต้านทานต้องใช้โวลต์มิเตอร์
6	ตอบ ง. ค่าความต้านทานของตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ + ค่าความต้านทานของขดลวด เพราะค่าความต้านทานรวมของวงจรภายในเครื่องวัด มีค่าเท่ากับค่าความต้านทานรวมของตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ รวมกับค่าความต้านทานของขดลวด
7	ตอบ ง. ทำการปรับศูนย์โอห์ม เพราะก่อนการวัดค่าความต้านทานทุกครั้ง และทุกย่านการวัด จะต้องทำการปรับศูนย์โอห์ม เพื่อให้การอ่านค่าความต้านทานนั้นมีความเที่ยงตรงและถูกต้อง
8	ตอบ ค. รูปคลื่น เพราะออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) จะแสดงรูปคลื่นสัญญาณ หรือช่วงห่างของสัญญาณ โดยรูปคลื่นสัญญาณที่ได้อาจเป็นแบบไซน์ แบบสี่เหลี่ยม หรือแบบฟันเลื่อย เป็นต้น ซึ่งสามารถคำนวณหาคาบเวลา ความถี่ ค่า RMS ค่าเฉลี่ย ค่า peak ได้
9	ตอบ ก. Triggering Control เพราะเป็นการควบคุมคาบเวลาภายในระหว่างอัตราการกวาดของสัญญาณบจ่อ และรูปคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้ามา
10	ตอบ จ. $f = \frac{1}{t}$ เพราะ f = ความถี่ , t = คาบเวลา

	ใบงานที่ 2	หน่วยที่ 2
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 2-3
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- | | |
|-------------------------------------|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์แบบเข็มชี้ | 1 ตัว |
| 3. ตัวต้านทาน ค่าแตกต่างกัน | 10 ตัว |
| 4. ตัวต้านทาน 200 Ω 10 W | 1 ตัว |
| 5. แผงประกอบวงจรพร้อมสายต่อวงจร | 1 ชุด |

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

6.1 ต้องตรวจสอบย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนเสมอ โดยต้องตั้งย่านวัดไว้ที่ DCV และให้ย่านสูงกว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด

6.2 กรณีต้องปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ลดลง เพื่อให้อ่านค่าได้สะดวก ต้องปลดสายวัดออก-จากวงจรก่อน เมื่อปรับลดตำแหน่งย่านวัดเรียบร้อยแล้วจึงต่อสายวัดเข้าในวงจรอีกครั้งหนึ่ง

6.3 หากมัลติมิเตอร์เครื่องที่จะวัด มีย่านสูงสุดต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด ต้องไม่นำมาใช้วัดเด็ดขาด เพราะจะทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้

6.4 กรณีเข็มชี้มีการบ่ายเบนไปตำแหน่งสูงสุดทันทีในขณะที่ทำการวัดค่า ให้ปลดสายวัดออกจากวงจร หรือตัดไฟของแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากวงจรทันที แล้วตรวจสอบการตั้งย่านวัดของมัลติ-มิเตอร์ให้ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง ก่อนการวัดค่าครั้งใหม่

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การทดลองที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมัลติมิเตอร์

1. ต่อสายวัดสีแดงเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) สายวัดสีดำเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ (- COM) และปรับปุ่มตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไว้ที่ 50 VDC
2. ปรับปุ่มปรับของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าในตำแหน่งต่ำสุด
3. ต่อดวงจรถดลองการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมัลติมิเตอร์ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงวงจรทดลองการวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

4. ให้ครูตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
5. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับเต้ารับ 220 VAC กดสวิตช์เปิดเพื่อจ่าย-แรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร
6. ปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงจากค่าต่ำไปหาค่าสูง ตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1 ทุกค่า วัดและอ่านค่าแรงดันด้วยมัลติมิเตอร์ พร้อมทั้งปรับย่านวัดให้เหมาะสมบันทึกค่าลงในตารางที่ 2.1 โดยตั้งย่านวัดแรงดันของมัลติมิเตอร์ให้สูงกว่าค่าแรงดันที่จะวัดค่าเสมอ
7. ปลดเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงออกจากเต้ารับ 220 VAC

ข้อควรระวัง

1. ต้องตรวจสอบย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนเสมอ โดยต้องตั้งย่านวัดไว้ที่ DCV และให้ย่านสูงกว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด
2. กรณีต้องปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ลดลง เพื่อให้อ่านค่าได้สะดวก ต้องปลดสายวัดออก-จากวงจรก่อน เมื่อปรับลดตำแหน่งย่านวัดเรียบร้อยแล้วจึงต่อสายวัดเข้าในวงจรอีกครั้งหนึ่ง
3. หากมัลติมิเตอร์เครื่องที่จะวัด มีย่านสูงสุดต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด ต้องไม่นำมาใช้วัดเด็ดขาด เพราะจะทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้
4. กรณีเข็มชี้มีการบ่ายเบนไปตำแหน่งสูงสุดทันทีในขณะที่ทำการวัดค่า ให้ปลดสายวัดออกจากวงจร หรือตัดไฟของแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากวงจรทันที แล้วตรวจสอบการตั้งย่านวัดของมัลติ-มิเตอร์ให้ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง ก่อนการวัดค่าครั้งใหม่

ตารางที่ 2.1 ตารางบันทึกค่าการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ค่าแรงดัน แหล่งจ่าย	ย่านวัดที่ตั้ง (VDC)			
	0.5 V	2.5 V	10 V	50 V
0.4 V	0.4 V	0.4 V	0.4 V	0
1 V		1 V	1 V	1 V
2.3 V		2.3 V	2.3 V	2 V
4 V			4 V	4 V
8.6 V			8.6 V	8 V
12.5 V				12 V
23 V				23 V
29 V				29 V

การทดลองที่ 2 การวัดกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

1. ปรับปุ่มตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไว้ที่ 250 mA
2. ปรับปุ่มปรับของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าในตำแหน่งต่ำสุด
3. ต่อวงจรทดลองการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมัลติมิเตอร์ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรทดลองการวัดกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

4. ให้ครูตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
5. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับเต้ารับ 220 VAC กดสวิตช์เปิดเพื่อจ่าย-แรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร

6. ปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงจากค่าต่ำไปหาค่าสูง ตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.2 ทุกค่า วัดและอ่านค่ากระแสด้วยมัลติมิเตอร์ พร้อมทั้งปรับย่านวัดให้เหมาะสมบันทึกค่าลงในตารางที่ 2.2 โดยตั้งย่านวัดกระแสของมัลติมิเตอร์ให้สูงไว้ก่อนและค่อยๆปรับลดลง

7. ปลดเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงออกจากเต้ารับ 220 VAC

ข้อควรระวัง

ต้องตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้มีย่านสูงกว่าขนาดของกระแสไฟฟ้าที่จะวัดถ้าไม่แน่ใจให้ตั้งไว้ที่ค่าสูงสุดก่อนเสมอ เพื่อไม่ให้ย่านวัดที่ต่อใช้งานนั้นเสียหาย หลังจากนั้นจึงปรับลดย่านวัดให้เหมาะสม

ตารางที่ 2.2 ตารางบันทึกค่าการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง

ค่าแรงดัน แหล่งจ่าย	ย่านวัดที่ตั้ง (DCmA)		
	2.5 mA	25 mA	250 mA
0.4 V	1.5 mA	2 mA	0 mA
1.5 V		7.5 mA	7.5 mA
2 V		9.5 mA	10 mA
4.4 V		20 mA	20 mA
10 V			50 mA
18 V			90 mA
26 V			130 mA
30 V			145 mA

การทดลองที่ 3 การวัดความต้านทานโดยใช้มัลติมิเตอร์

1. ปรับปุ่มตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไว้ที่ $\times 1$
2. นำปลายสายวัดทั้งสองเส้นสัมผัสกัน สังเกตการชี้ของเข็มชี้ ถ้าไม่ตรงเลข 0 ให้ปรับปุ่ม 0 Ω ADJ จนเข็มชี้เลข 0
3. นำสายวัดไปวัดตัวต้านทานที่เตรียมไว้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการวัดความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์

4. อ่านค่าความต้านทาน หากอ่านค่าไม่ได้ให้เปลี่ยนย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้สูงขึ้น และปฏิบัติตามข้อที่ 2-3 จนกว่าจะอ่านค่าได้ แล้วบันทึกค่าความต้านทาน และรหัสสีของตัวต้านทานลงในตารางที่ 2.3
5. เปลี่ยนตัวต้านทานตัวต่อไป วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานตามข้อ 2-4 จนครบ 10 ตัวตามลำดับ

ตารางที่ 2.3 ตารางบันทึกค่าความต้านทาน

ตัวต้านทาน ตัวที่	รหัสสี	ย่านที่ตั้งวัด	ค่าที่อ่านได้
1	น้ำตาล ดำ เหลือง	x1k	90k Ω
2	แดง แดง น้ำตาล	x10	260 Ω
3	เหลือง ม่วง น้ำตาล	x1k	500 Ω
4	เขียว ดำ ส้ม	x1k	48k Ω
5	น้ำตาล ดำ แดง	x10	1k Ω
6	เขียว ดำ แดง	x1k	450k Ω
7	แดง ดำ ดำ	x1	28 Ω
8	เทา แดง เขียว	x10k	800k Ω
9	เหลือง ม่วง เหลือง	x10k	300k Ω
10	ม่วง เขียว น้ำตาล	x10	800 Ω

8. สรุปและวิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 ใช้ย่านวัดสูงกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหนึ่งค่า เข็มชี้ของมิเตอร์มีการบ่ายเบนของสูงประมาณ 3/4 ของสเกล ทำให้สามารถอ่านค่าได้ชัดเจน นั่นคือ ได้ผลการอ่านค่า มีค่าเท่ากับค่าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าตั้งไว้

การทดลองที่ 2 ใช้ย่านวัดสูงกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรหนึ่งค่า มีการบ่ายเบนของเข็มชี้สูงประมาณ 3/4 ของสเกล ทำให้สามารถอ่านค่าได้ชัดเจน

การทดลองที่ 3 ถ้าตัวต้านทานมีค่าความต้านทานสูง แล้วตั้งย่านวัดต่ำ จะอ่านได้เป็น ∞ ลักษณะคล้ายกับไม่ต่อสายวัดความต้านทาน แต่ถ้าตัวต้านทานมีค่าความต้านทานต่ำ แล้วตั้งย่านวัด-สูง จะอ่านค่าได้เป็น 0 ลักษณะคล้ายกับตัวต้านทานมีการลัดวงจร การอ่านค่าความต้านทาน ต้องนำตัวเลขที่อ่านได้บนหน้าปัด คูณกับค่าย่านวัดก่อน จึงจะได้ค่าความต้านทานที่ถูกต้องทุกครั้งที่เปลี่ยนย่านวัด ถ้าไม่ปรับแต่งมัลติมิเตอร์ให้พร้อมก่อนนำไปใช้วัด จะทำให้ได้ค่าความต้านทานที่วัดได้ไม่ตรงกับค่าที่แท้จริงของตัวต้านทานนั้น

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 3

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

3.2 กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกโครงสร้างของอะตอมได้

4.2 อธิบายการเกิดไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ได้

4.3 อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้

4.4 เขียนกฎของโอห์มได้

4.5 ใช้สมการกฎของโอห์มและการแก้โจทย์ปัญหาได้

4.6 คำนวณกำลังไฟฟ้าได้

5. สาระการเรียนรู้

5.1 ทฤษฎีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

5.2 กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่งการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน์ : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

3.2 กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกโครงสร้างของอะตอมได้

4.2 อธิบายการเกิดไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ได้

4.3 อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้

4.4 เขียนกฎของโอห์มได้

4.5 ใช้สมการกฎของโอห์มและการแก้โจทย์ปัญหาได้

4.6 คำนวณกำลังไฟฟ้าได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 ทฤษฎีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

ทฤษฎีไฟฟ้าขั้นพื้นฐานจะยังไม่ได้รับการเข้าใจจนกระทั่งในเวลาต่อมา แต่ไฟฟ้ามียุอยู่ในโลกมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว ก่อนที่ใครจะได้ยินคำว่าไฟฟ้า ผู้คนเคยเห็นฟ้าแลบและเคยประสบกับไฟฟ้าช็อตจากปลาไฟฟ้ามาก่อน งานเขียนของชาวอียิปต์โบราณซึ่งมีอายุย้อนไปถึง 2750 ปีก่อนคริสตกาลกล่าวถึงปลาชนิดหนึ่งที่พวกเขาเรียกว่า "เจ้าสายฟ้าแห่งแม่น้ำไนล์" พวกเขาเชื่อว่าปลาชนิดนี้จะ "ปกป้อง" ปลาชนิดอื่นทั้งหมด งานเขียนโบราณของพลินีผู้อาวุโสและนักธรรมชาติวิทยาคนอื่นๆ บรรยายถึงผลชาเมื่อถูกกระแทกโดยปลาตุ๊กหรือปลากระเบนตอร์ปิโด และตระหนักดีว่าแรงกระแทกดังกล่าวสามารถเคลื่อนที่ไปตามวัตถุที่มีสภาพนำไฟฟ้าได้อย่างไรก็ตาม ไฟฟ้ายังคงถือเป็นปรากฏการณ์แปลกประหลาดจนกระทั่งปี ค.ศ. 1600 เมื่อนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ วิลเลียม กิลเบิร์ต เริ่มศึกษาไฟฟ้าอย่างใกล้ชิดมากขึ้น นักวิทยาศาสตร์ นักประดิษฐ์ และนักทดลองอีกจำนวนมากเริ่มสนใจไฟฟ้าและเริ่มทำการวิจัยของตนเอง ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับไฟฟ้าของเราในปัจจุบัน

ทฤษฎีไฟฟ้าพื้นฐาน: ประจุไฟฟ้า

สสารทุกชิ้นประกอบด้วยโมเลกุล และโมเลกุลทั้งหมดประกอบด้วยอะตอม ซึ่งประกอบด้วยโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน

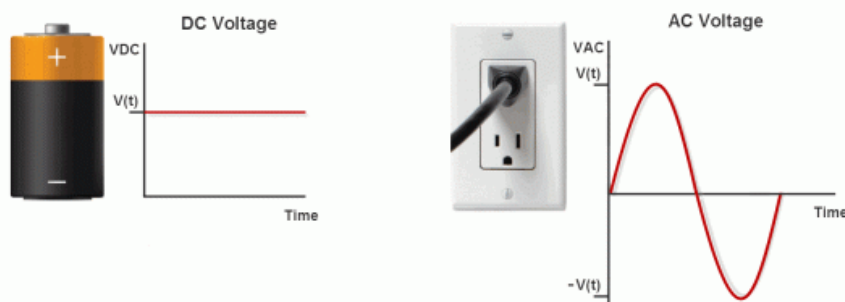
ประจุลบจะถูกพาโดยอิเล็กตรอน ในขณะที่ประจุบวกจะถูกพาโดยโปรตอน และนิวตรอนเป็นกลางตามธรรมชาติ จำนวนโปรตอนในอะตอมจะไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากถูกล็อกไว้ในนิวเคลียส

อิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส ดังนั้นจึงอาจสูญเสียหรือได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามาได้ ประจุของอิเล็กตรอนหนึ่งตัวจะต้านประจุของโปรตอนหนึ่งตัว และอะตอมมักจะชอบที่จะรักษาประจุให้สมดุล เมื่ออะตอมมีอิเล็กตรอนมากเกินไป อะตอมจะต้องการปลดปล่อยอิเล็กตรอนเหล่านั้นให้กับสิ่งที่มีประจุที่อ่อนกว่า เมื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีประจุไฟฟ้า แสดงว่าอิเล็กตรอนไม่สมดุลกัน อาจมีมากเกินไปหรือน้อยเกินไป

เมื่อเรารวัดความต่างของประจุไฟฟ้าระหว่างสองจุด เรียกว่าแรงดันไฟฟ้า โดยทั่วไปแล้ว พื้นโลกจะใช้เป็นจุดอ้างอิงร่วม ดังนั้นเมื่อวงจรมีแรงดันไฟฟ้า 120 โวลต์ นั่นคือความต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าของแหล่งกำเนิดและแรงดันไฟฟ้าของพื้นโลก

ตัวอย่างนี้มักพบเห็นได้บ่อยเมื่อมีคนทำงานโดยไม่ได้อบรมองเท้าหุ้มฉนวนที่เหมาะสม หากคนงานสัมผัสกับสิ่งที่มีประจุไฟฟ้า เช่น สายไฟเปลือยหรือขั้วแบตเตอรี่ คนงานจะโดนไฟดูดเนื่องจากร่างกายมีเส้นทางลงกราวด์ที่มีความต้านทานน้อยกว่าอากาศโดยรอบ ซึ่งหมายความว่าร่างกายได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้าไปแล้ว

ทฤษฎีไฟฟ้าพื้นฐาน: กระแสไฟฟ้า



เมื่อมีเส้นทางนำไฟฟ้าให้ประจุไฟฟ้าส่วนเกินเคลื่อนตัว ประจุไฟฟ้าจะเคลื่อนที่และสร้างกระแสไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายและความต้านทานในวงจร กระแสไฟฟ้าวัดเป็นหน่วยแอมแปร์ หรือเรียกสั้นๆ ว่าแอมแปร์ และเท่ากับหนึ่งคูลอมบ์ (ปริมาณประจุไฟฟ้าที่อิเล็กตรอน 6.242×10^{18} ตัวมี) ต่อวินาทีกระแสไฟฟ้าจะเลือกเส้นทางที่มีค่าความต้านทานต่ำที่สุด

ทฤษฎีไฟฟ้าพื้นฐาน: ความต้านทานไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้าคือค่าความต้านทานไฟฟ้า ยิ่งความต้านทานต่ำ กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านได้ง่ายขึ้น ลองนึกภาพกระแสไฟฟ้าเหมือนน้ำที่ไหลผ่านท่อ ถ้าท่อมีขนาดเล็ก น้ำก็จะมี ความต้านทานมากขึ้น ถ้าท่อมีขนาดใหญ่ น้ำก็จะไหลผ่านได้ง่ายขึ้น สายไฟที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีความต้านทานน้อยลง และกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้มากขึ้น ความต้านทานไฟฟ้าวัดเป็นหน่วยโอห์ม ความต้านทานยังขึ้นอยู่กับวัสดุด้วย โลหะส่วนใหญ่

เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ซึ่งหมายความว่าโลหะมีค่าความต้านทานต่ำ เนื่องจากอิเล็กตรอนสามารถเข้ามาและหายไปได้ง่ายมากฉนวนไฟฟ้าเช่น พลาสติกหรือไม้ มีอิเล็กตรอนที่ยึดกับนิวเคลียสแน่นหนาอย่างมาก ซึ่งหมายความว่าวัสดุจะเคลื่อนที่ได้ยากขึ้น นอกจากนี้ เมื่อวัสดุได้รับความร้อน ความต้านทานจะเพิ่มขึ้น และความต้านทานจะลดลงเมื่อวัสดุเย็นลง

กฎของโอห์ม

กฎของโอห์มคือสมการพื้นฐานสำหรับไฟฟ้าและควบคุมงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่เราทำ ตั้งชื่อตาม Georg Ohm นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันผู้ตีพิมพ์บทความในปี พ.ศ. 2370 ในนั้นเขาอธิบายการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ใช้โดยใช้วงจรไฟฟ้าง่ายๆ ที่ทำจากลวดที่มีความยาวต่างกัน กฎระบุว่ากระแสไฟฟ้าในวงจรหรือตัวนำจะแปรผันตามแรงดันไฟฟ้าข้ามตัวนำหรือวงจรเสมอ และแปรผกผันกับความต้านทานทั้งหมด

$$V (\text{แรงดันไฟฟ้า}) = I (\text{กระแสไฟฟ้า}) \times R (\text{ความต้านทาน})$$

ตัวอย่าง กัน เรากำลังติดตั้งหลอดไฟ 120V ที่มีความต้านทาน 100Ω (โอห์ม) หากเราเลื่อนสูตรไปรอบๆ เราจะพบว่า:

$$I = V/R$$

ดังนั้น $120V/100\Omega = 1.2A$

พื้นฐานวงจรไฟฟ้า

มีสองวิธีพื้นฐานในการต่ออุปกรณ์ต้านทานเข้าด้วยกัน คือ การต่อแบบอนุกรมและขนาน โหลดที่ต่อแบบอนุกรมจะสร้างวงจรต่อเนื่องและให้เส้นทางเดียวสำหรับการไหลของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรจะต้องเดินทางผ่านแต่ละส่วนของวงจรอนุกรม เมื่อต่อตัวต้านทานในลักษณะนี้ ความต้านทานของตัวต้านทานจะรวมกันและเพิ่มความต้านทานของวงจรทั้งหมด เมื่อมองย้อนกลับไปที่กฎของโอห์ม ($V/R=I$) เราจะเห็นว่าหากแรงดันไฟฟ้าคงที่และความต้านทานเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าในวงจรจะลดลงจริง ๆ อย่างไรก็ตาม หากคุณต่อไฟแบบอนุกรมเป็นชุด ไฟแต่ละดวงในวงจรจะหรี่ลงกว่าดวงก่อน และไฟทั้งหมดจะหรี่ลงเมื่อคุณเพิ่มไฟเข้าไปมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ วงจรไฟฟ้าส่วนใหญ่จึงต่อแบบขนาน

การเดินสายแบบขนานหมายความว่าเส้นทางหลายเส้นทางสำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน โดยทั่วไป อุปกรณ์ต้านทานแต่ละตัวจะมีเส้นทางตรงของตัวเองไปยังแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า เมื่อคุณเพิ่มอุปกรณ์แบบขนานเข้าไป ความต้านทานของวงจรรวมจะลดลงและกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เราสามารถกำหนดความต้านทานของวงจรได้ด้วยสูตร ดังนี้ :

$$1/R(\text{รวม}) = 1/R(\text{อุปกรณ์แรก}) + 1/R(\text{อุปกรณ์ที่สอง}) + 1/R(\text{อุปกรณ์ที่สาม}) \dots$$

อาจดูซับซ้อนเล็กน้อย แต่โปรดจำไว้ว่ายิ่งคุณเพิ่มอุปกรณ์แบบขนานมากขึ้น ความต้านทานจะลดลงและกระแสไฟจะเพิ่มขึ้น

ทฤษฎีไฟฟ้าพื้นฐาน: วงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้าจะกำหนดเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกไปยังขั้วลบเสมอ และไหลไปตามเส้นทางที่มีความต้านทานน้อยที่สุด

ตัวอย่างนี้มักพบเห็นได้บ่อยเมื่อมีคนทำงานโดยไม่สวมรองเท้าหุ้มฉนวนที่เหมาะสม คนงานจะโดนไฟดูด

เนื่องจากร่างกายมีเส้นทางลงสู่พื้นดินที่มีความต้านทานต่ำมาก

นั่นหมายความว่าร่างกายได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไปแล้ว

กฎของฟาราเดย์และแรงเคลื่อนไฟฟ้า

EMF (แรงเคลื่อนไฟฟ้า) คือแรงดันไฟฟ้าที่สร้างขึ้นจากแหล่งพลังงานหรือจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กตามที่ฟาราเดย์ค้นพบ

กฎของฟาราเดย์ได้รับการพัฒนาขึ้นเมื่อเขาแสดงให้เห็นว่าหากนำตัวนำไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา กระแสไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำ

แรงเคลื่อนไฟฟ้านั้นหมายถึงแรง แต่ในความเป็นจริงแล้ว EMF คือพลังงานหรือศักย์ไฟฟ้าต่อหน่วยประจุ ศักย์ไฟฟ้านี้วัดเป็นโวลต์

ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น มีอะไรบ้าง?

โดยหลัก ๆ แล้ว ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นนั้นจะประกอบด้วย

1. แหล่งจ่ายไฟ

เป็นแหล่งผลิตและจ่ายพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่วงจร เช่น ถ่านไฟฟ้า แบตเตอรี่ เครื่องปั่นไฟ หรือแหล่งไฟสาธารณะ

2. ตัวนำไฟฟ้า

เป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ที่เป็นตัวกลางหรือเส้นทางให้ไฟฟ้าไหลผ่าน เช่น สายไฟฟ้า สายนำไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่จะทำจากวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ดีอย่างทองแดง อะลูมิเนียม เป็นต้น

3. อุปกรณ์ไฟฟ้า

หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โหลด (Load) หมายถึง เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาติดตั้งในวงจรไฟฟ้าเพื่อให้สามารถทำงานได้ ซึ่งรวมไปถึงอุปกรณ์สำหรับควบคุมการทำงานของวงจรไฟฟ้า อาทิ สวิตช์ เซนเซอร์ หรือตัวต้านทาน



การต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

การต่อวงจรไฟฟ้าสามารถจำแนกรูปแบบออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit)

คือวงจรที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ถูกต่อเชื่อมกันเป็นลำดับตามลักษณะการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจร จะต้องไล่ลำดับผ่านอุปกรณ์แต่ละตัว โดยอุปกรณ์เหล่านี้ไม่สามารถทำงานได้อิสระจากกัน และการตัดหรือเปิดอุปกรณ์ใด ๆ ในวงจรอาจส่งผลต่อการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ในวงจรด้วย

2. วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit)

เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์หรือองค์ประกอบต่าง ๆ เชื่อมต่อกันแบบขนาน โดยภายในวงจรไฟฟ้าประเภทนี้ ตัวนำไฟฟ้า (สายไฟ) ที่เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า (แบตเตอรี่หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าอื่นๆ) จะแบ่งแยกออกเป็นหลายเส้นและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทีละตัว ทำให้อุปกรณ์แต่ละตัวถูกเชื่อมต่อตรงกันและได้แรงดันไฟฟ้าเท่ากันในทุก ๆ จุดของวงจร

ข้อดีของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

- การเพิ่ม-ลดอุปกรณ์จะไม่กระทบต่ออุปกรณ์อื่นในวงจร นั่นคือ หากมีอุปกรณ์หนึ่งเสียหรือขาดการทำงาน อุปกรณ์อื่น ๆ ยังคงทำงานได้ตามปกติ
- แรงดันไฟฟ้าเท่ากันในทุก ๆ จุดในวงจร ทำให้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ากับวงจรได้รับพลังงานไฟฟ้าเท่ากัน โดยไม่มีการแบ่งแยกหรือลดลง

อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าแบบขนาน จำเป็นต้องระมัดระวังเรื่องค่าความต้านทานในแต่ละเส้นทางด้วย หากมีบางเส้นทางที่มีค่าความต้านทานต่ำมาก เมื่อเทียบกับเส้นทางอื่น ๆ กระแสไฟฟ้าจะไหลไปตามเส้นทางนั้นเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความร้อนสูงผิดปกติ จนทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายได้ นอกจากนี้ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลไปทางเส้นทางที่มีความต้านทานต่ำแล้ว ย่อมหมายความว่ากระแสที่ไหลผ่านเส้นทางอื่น ๆ ในวงจรจะลดลง ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้นได้รับกระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเกิดการ ทำงานที่ผิดปกติ หรือไม่สามารถใช้งานได้เลย

3. วงจรไฟฟ้าแบบผสม (Compound Circuit)

เป็นวงจรไฟฟ้าที่เชื่อมต่ออุปกรณ์หรือองค์ประกอบต่าง ๆ ในลักษณะที่ผสมระหว่างวงจรแบบขนาน (Parallel Circuit) และวงจรแบบอนุกรม (Series Circuit) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในลักษณะที่นำเส้นไฟฟ้าจากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์ถัดไป

วงจรไฟฟ้าแบบผสมใช้ในการออกแบบวงจรที่ซับซ้อน โดยสามารถใช้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานเพื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้ารวมในวงจร และใช้การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมเพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าหรือแบ่งแยกแรงดันไฟฟ้าในวงจรได้อย่างต้องการ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. กระแสไฟฟ้าในวงจรแบบอนุกรมหาได้จากสูตรใด

ก. $I_T = (I_1 - I_2) + (I_3 - I_4)$

ข. $I_T = (I_1 + I_2) - (I_3 - I_4)$

ค. $I_T = (I_1 - I_2) - (I_3 - I_4)$

ง. $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$

จ. $I_T = (I_1 + I_2) - (I_3 + I_4)$

2. แรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรมจะเท่ากันทุกจุดหรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. มีค่าเท่ากันทุกจุด เพราะในวงจรมีการต่อถึงกัน

ข. มีค่าเท่ากันทุกจุด เพราะค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากัน

ค. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่าความต้านทานต่างกัน

ง. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากัน

จ. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่าแรงดันไฟฟ้าต่างกัน

3. หลอดมีไส้ที่ใช้ในปัจจุบันมีกี่แบบ

ก. 2 แบบ คือ แบบทรงกระบอก และทรงกลม

ข. 2 แบบ คือ แบบสี่เหลี่ยม และแบบวงกลม

- ค. 2 แบบ คือ แบบชั่วเกลียว และแบบชั่วเขี้ยว
 - ง. 2 แบบ คือ แบบผลิตในประเทศ และผลิตต่างประเทศ
 - จ. 2 แบบ คือ แบบแรงต่ำ และแรงสูง
- 4. หลอดไส้มีขนาดตั้งแต่กี่วัตต์
 - ก. 1 – 50 วัตต์
 - ข. 1 – 100 วัตต์
 - ค. 1 – 250 วัตต์
 - ง. 1 – 500 วัตต์
 - จ. 1 – 1,500 วัตต์
- 5. เพราะเหตุใดภายในหลอดไส้ จึงต้องมีการบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซอาร์กอน หรือ ก๊าซไนโตรเจน
 - ก. เพราะก๊าซอาร์กอนช่วยให้หลอดสว่างมากขึ้น
 - ข. เพราะก๊าซไนโตรเจนทำให้แสงเป็นธรรมชาติ
 - ค. เพราะก๊าซเฉื่อยป้องกันลูกไหม้ของไส้หลอด
 - ง. เพราะก๊าซเฉื่อยหาง่าย ราคาถูก และปลอดภัย
 - จ. เพราะก๊าซไนโตรเจน ช่วยรักษาสีหลอด
- 6. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - ก. ตัวต้านทาน
 - ข. ไส้หลอด
 - ค. คาปาซิเตอร์
 - ง. แผ่นไบเมทัลลิก
 - จ. สตาร์ทเตอร์
- 7. บัลลาสต์ ทำหน้าที่อย่างไร
 - ก. เพิ่มความต้านทานไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติดแล้ว
 - ข. เพิ่มกระแสไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติด
 - ค. เพิ่มความจุไฟฟ้า ขณะหลอดติดแล้ว
 - ง. เพิ่มความเหนี่ยวนำไฟฟ้า ขณะหลอดติดแล้ว
 - จ. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติด
- 8. หลอดไอปรอทมีขนาดตั้งแต่กี่วัตต์
 - ก. 20 – 100 วัตต์
 - ข. 50 – 1,000 วัตต์
 - ค. 50 – 2,000 วัตต์
 - ง. 40 – 3,000 วัตต์

จ. 30 – 3,500 วัตต์

9. หลอดไอปรอทนิยมใช้ในงานประเภทไหนบ้าง เพราะอะไร

- ก. ใช้ในงานไฟถนน เพราะมีแสงสีส้ม
- ข. ใช้ในงานกลางแจ้งทั่วไป เพราะติดตั้งง่าย
- ค. ใช้ในงานอุตสาหกรรม เพราะอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- ง. ใช้ในงานโฆษณาต่าง ๆ เพราะสามารถออกแบบให้สีต่างๆ ได้
- จ. ใช้ในห้างสรรพสินค้า เพราะหลอดชนิดนี้ให้ความร้อนต่ำ

10. พิวส์ที่ดีต้องมีคุณสมบัติตามข้อใด

- ก. มีความต้านทานสูง
- ข. มีความเหนียวสูง
- ค. มีจุดหลอมละลายต่ำ
- ง. ทำงานได้ดีในอุณหภูมิต่ำ
- จ. ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.

7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.

7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.

7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.

7.5 ไวยจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ง. $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$ เพราะกระแสไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรม มีการไหลไปในทิศทางเดียวกันดังนั้นกระแสไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมจะมีค่าเท่ากันทุกจุด
2	ตอบ ค. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่าความต้านทานต่างกัน เพราะแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรมคร่อมตัวต้านทานทุกตัวที่กระแสไหลผ่าน ซึ่งแรงดันไฟฟ้าจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่กระแสไหลผ่าน ดังนั้น จึงทำให้แรงดันไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมแต่ละจุดจึงมีค่าไม่เท่ากัน โดยสามารถคำนวณได้จากการใช้กฎของโอห์ม

3	ตอบ ค. 2 แบบ คือ แบบขั้วเกลียว และแบบขั้วเขี้ยว เพราะโดยจะมีความแตกต่างกันที่ขั้วหลอด สำหรับการทำงานของหลอดไส้ จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด ทำให้เกิดความร้อนและเปล่งแสงออกมา
4	ตอบ จ. 1 – 1,500 วัตต์ เพราะหลอดไส้มีขนาดตั้งแต่ 1 – 1,500 วัตต์
5	ตอบ ค. เพราะก๊าซเฉื่อยป้องกันลูกไหม้ของไส้หลอด เพราะก๊าซเฉื่อยป้องกันลูกไหม้ของไส้หลอด และช่วยยืดอายุของไส้หลอดให้นานขึ้น ก๊าซเฉื่อยเช่นก๊าซอาร์กอน ก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น
6	ตอบ ก. ตัวต้านทาน เพราะส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์มี หลอด ไส้หลอด คาปาซิเตอร์ แผ่นไบเมทัลลิก จูตสัมผัส บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์
7	ตอบ จ. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติด เพราะขณะหลอดเริ่มติดบัลลาสต์จะแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในการจุดไส้หลอดให้ติด ซึ่งเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่สูงมาก เมื่อหลอดติดแล้วบัลลาสต์ จะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้เข้าสู่สภาวะปกติ
8	ตอบ ง. 40 – 3,000 วัตต์ เพราะ หลอดไอปรอทมีขนาดตั้งแต่ 40 – 3,000 วัตต์
9	ตอบ ง. ใช้ในงานโฆษณาต่าง ๆ เพราะสามารถออกแบบให้สีต่างๆ ได้ เพราะสามารถออกแบบให้สีต่างๆ ได้
10	ตอบ ค. มีจุดหลอมละลายต่ำ เพราะฟิวส์ที่ดีต้องประกอบด้วยเส้นลวดที่ทำจากวัสดุที่มีจุดหลอมละลายต่ำบรรจุในภาชนะห่อหุ้ม

	ใบงานที่ 3	หน่วยที่ 3
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 4-5
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

ปฏิบัติการทดลองการกำเนิดไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกขั้นตอนการเกิดไฟฟ้าจากสนามแม่เหล็กได้อย่างถูกต้อง

4.2 แสดงวิธีการทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าจากสนามแม่เหล็กได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- | | |
|-----------------------|--------|
| 1. ขดลวดตัวนำแกนอากาศ | 1 ขด |
| 2. กัลป์วานอมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 3. แท่งแม่เหล็ก | 1 แท่ง |

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

6.1 ต้องตรวจสอบย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนเสมอ โดยต้องตั้งย่านวัดไว้ที่ DCV และให้ย่านสูงกว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด

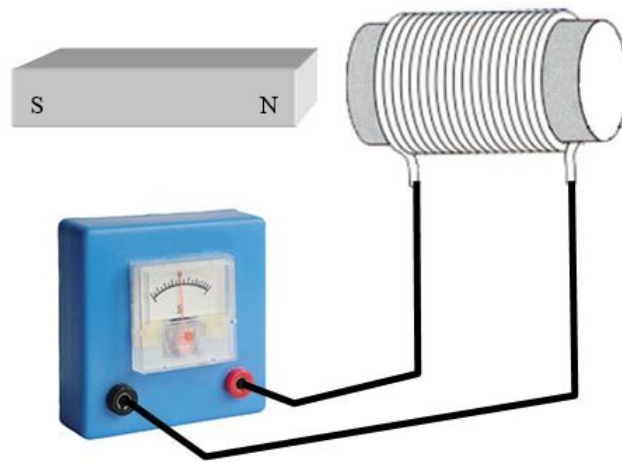
6.2 กรณีต้องปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ลดลง เพื่อให้อ่านค่าได้สะดวก ต้องปลดสายวัดออก-จากวงจรก่อน เมื่อปรับลดตำแหน่งย่านวัดเรียบร้อยแล้วจึงต่อสายวัดเข้าในวงจรอีกครั้งหนึ่ง

6.3 หากมัลติมิเตอร์เครื่องที่จะวัด มีย่านสูงสุดต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด ต้องไม่นำมาใช้วัดเด็ดขาด เพราะจะทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้

6.4 กรณีเข็มชี้มีการบ่ายเบนไปตำแหน่งสูงสุดทันทีในขณะที่ทำการวัดค่า ให้ปลดสายวัดออกจากวงจร หรือตัดไฟของแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากวงจรทันที แล้วตรวจสอบการตั้งย่านวัดของมัลติ-มิเตอร์ให้ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง ก่อนการวัดค่าครั้งใหม่

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ประกอบวงจรขดลวดตัวนำแกนอากาศเข้ากับกัลป์วานอมิเตอร์ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการต่อขดลวดตัวนำแกนอากาศเข้ากับกัลป์วานอมิเตอร์

2. วางแท่งแม่เหล็กขนานกับขดลวดตัวนำแกนอากาศ ในแนวที่สามารถเคลื่อนแท่งแม่เหล็กผ่านเข้าไปตอนกลางได้ โดยให้หัวเหนือของแท่งแม่เหล็กชี้ไปทางขดลวด ระยะห่างประมาณ 2 นิ้ว
3. สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ กระดิกไปมา
4. เคลื่อนหัวของแท่งแม่เหล็กผ่านเข้าไปตอนกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศอย่างรวดเร็ว สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ กระดิกกลับไปกลับมาอย่างรวดเร็ว
5. ให้หัวของแท่งแม่เหล็กหยุดตรงกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศสังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว
6. เคลื่อนหัวของแท่งแม่เหล็ก ออกจากตอนกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศอย่างรวดเร็ว สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ เข็มมีการกระดิกขึ้น
7. กลับหัวแท่งแม่เหล็ก เคลื่อนหัวของแท่งแม่เหล็กผ่านเข้าไปตอนกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศอย่างรวดเร็ว สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ กระดิกไปมา
8. ให้หัวของแท่งแม่เหล็กหยุดตรงกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศสังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว
9. เคลื่อนหัวของแท่งแม่เหล็ก ออกจากตอนกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศอย่างรวดเร็ว สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มชี้ที่กัลป์วานอมิเตอร์ มีลักษณะ เข็มมีการกระดิกขึ้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดลองโดยประกอบวงจรขดลวดตัวนำแกนอากาศเข้ากับกัลป์วานอมิเตอร์ และทำการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็ก เข้า และออกขดลวดตัวนำแกนอากาศ จะสังเกตได้ว่าเข็มของกัลป์วานอมิเตอร์ มีการกระดิกไปมา เนื่องจากเมื่อแท่งแม่เหล็กขยับไปมาทำให้ขดลวดมีการเหนี่ยวนำ และทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด เมื่อทำการหยุดการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กไว้ตรงกลางของขดลวดตัวนำแกนอากาศ จะสังเกตได้ว่าเข็มของกัลป์วานอมิเตอร์ไม่มีการเคลื่อนที่ เนื่องจากไม่เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นนั่นเอง

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวิชา (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานวงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานวงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนขั้นต้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 4

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า

3.2 เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าได้

4.2 อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้

4.3 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานของวงจรได้

4.4 อธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าได้

4.5 อธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้

4.6 บอกชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้

5. สาระการเรียนรู้

5.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า

5.2 เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่างการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และการทำงานกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการทำงานการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างเรียน

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานวงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานวงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า

3.2 เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าได้

4.2 อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้

4.3 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานของวงจรได้

4.4 อธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าได้

4.5 อธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้

4.6 บอกชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า (Electrical Circuit) เป็นระบบหนึ่งที่มีส่วนประกอบต่างๆ ของระบบไฟฟ้าที่สามารถทำให้การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ โดยจะมีส่วนประกอบต่างๆ ของวงจร

ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า

1. แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า

แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า จะเป็นส่วนประกอบหลักที่มีหน้าที่ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้า รวมถึงแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้า ตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่พบได้บ่อย เช่น แบตเตอรี่ เครื่องจ่ายไฟ ไดนาโม เครื่องปั่นไฟ เป็นต้น

2. ตัวนำไฟฟ้า

ตัวนำไฟฟ้า จะเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่เป็นเส้นทางในการเดินทางของกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สายไฟ โดยตัวนำจะเชื่อมต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟฟ้า และอุปกรณ์ต่างๆ โดยตัวนำไฟฟ้ามักจะผลิตจาก โลหะ

สำหรับโลหะที่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุดคือ เงิน แต่เงินมีราคาที่สูงมาก จึงได้มีการใช้โลหะชนิดอื่นที่มี คุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดี ซึ่งปัจจุบันโลหะที่นิยมนำมาใช้ผลิตเป็นตัวนำของสายไฟมักจะเป็น ทองแดง ซึ่ง นำกระแสไฟฟ้าได้ดี และมีราคาไม่แพง และยังมีโลหะอื่นที่นำมาใช้ได้ อีก เช่น ดีบุก เหล็ก และอื่นๆ เป็นต้น

3. โหลดหรือภาระทางไฟฟ้า

โหลด หรืออุปกรณ์ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่นำมาติดตั้งกับวงจรไฟฟ้าเพื่อให้อุปกรณ์นั้นๆ สามารถทำงานได้ เพื่ออำนวยความสะดวกต่างๆ ในชีวิตประจำวันของเรา

4. สวิตช์

สวิตช์ เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่สำคัญในการเปิด - ปิดวงจร ทำให้เราสามารถเลือกเปิดใช้งานอุปกรณ์ ต่างๆ ได้ตามต้องการ เพราะสวิตช์จะเป็นตัว ตัด ต่อ และควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า

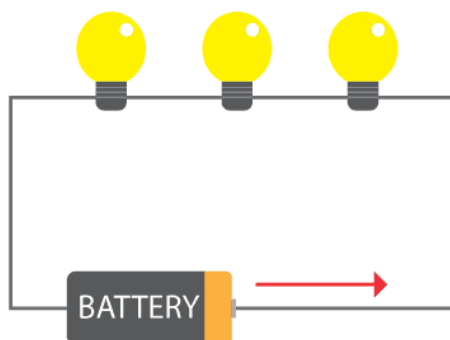
5. ฟิวส์

ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในด้านความปลอดภัยของการใช้งานระบบไฟฟ้า โดยฟิวส์นั้นจะมี หน้าที่ในการป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงอุปกรณ์ภายในระบบเกิดความเสียหาย เนื่องจากการทำงานที่ ผิดปกติภายในวงจร เช่น เกิดการลัดวงจร

เมื่อเกิดการผิดปกติขึ้น ฟิวส์ก็จะทำหน้าที่ในการเปิดวงจรขึ้น หรือที่เราได้ยินบ่อยๆ ว่า ฟิวส์ขาด ซึ่งฟิวส์ก็จะมี อยู่หลายขนาดขึ้นอยู่กับว่าเราจำเป็นต้องใช้ปริมาณโหลดเยอะแค่ไหน เราควรเลือกใช้ให้เพียงพอกับการใช้งาน ไม่ควรมีขนาดที่น้อยหรือมากเกินไป

รูปแบบของวงจรไฟฟ้า

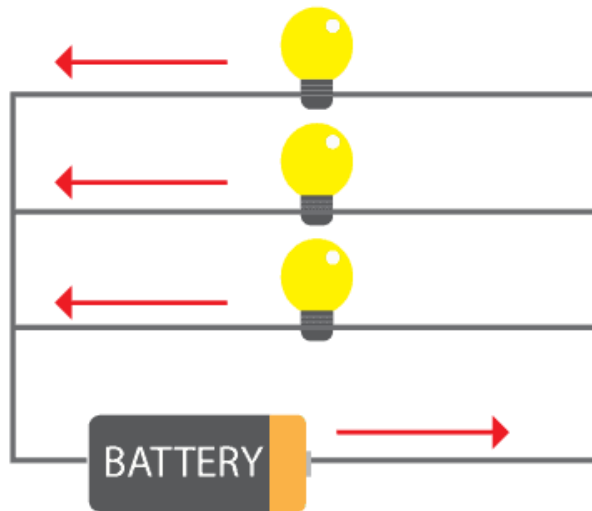
1. วงจรไฟฟ้า แบบอนุกรม



วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นวงจรที่นำอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ มาต่อกันในลักษณะที่ปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัว แรก ต่อกับตัวที่ 2 และต่อกันไปเป็นทอด ๆ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปในทิศทางเดียว แต่ค่าความต้านทานจะ เพิ่มขึ้นตามจำนวนของอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง

เมื่อมีความต้านทานสูงขึ้นก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ยากขึ้น แหล่งจ่ายไฟฟ้า จึงต้องสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงขึ้นด้วยถึงจะสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบทั้งระบบ และเมื่อมีอุปกรณ์ใดในระบบชำรุดก็จะทำให้วงจรนั้นไม่สามารถทำงานได้ทั้งระบบ

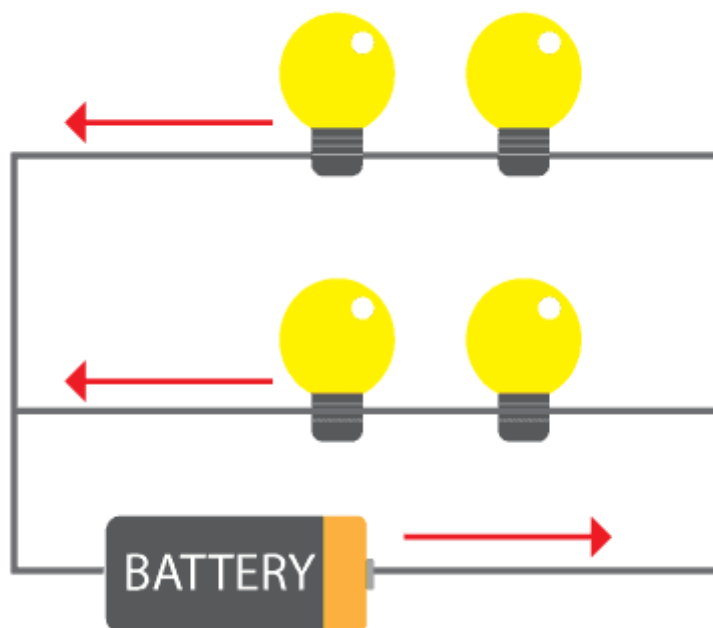
2. วงจรไฟฟ้า แบบขนาน



วงจรไฟฟ้าแบบขนาน เป็นวงจรที่นำอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปนำมาต่อกันแบบขนานกับแหล่งจ่ายไฟ ทำให้ค่าของแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัวมีค่าที่เท่ากัน ทำให้ค่าความต้านทานของการใช้วงจรไฟฟ้าแบบขนาน นั้นน้อยกว่าวงจรแบบอนุกรม

การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน หากมีอุปกรณ์ชิ้นใดเสียหาย ระบบที่เหลือก็ยังสามารถทำงานต่อไปได้ แต่การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ก็จำเป็นจะต้องใช้ตัวนำไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ทำให้การติดตั้งมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น

3. วงจรไฟฟ้า แบบผสม



วงจรไฟฟ้า แบบผสม เป็นวงจรที่มีการติดตั้งผสมผสานกันของวงจรแบบอนุกรม และแบบขนาน โดยทั่วไป อาจจะไม่เป็นที่นิยมในการใช้งานนัก เพราะมีความยุ่งยากเป็นอย่างมาก แต่จะเหมาะกับงานติดตั้งที่มีความเฉพาะ เช่น ด้านอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

5.2 เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

เซลล์ไฟฟ้า (เช่น แบตเตอรี่) เป็นแหล่งจ่ายพลังงานในวงจรไฟฟ้า โดยมีขั้วบวกและลบ ทำหน้าที่ส่งกระแสไฟฟ้าผ่านวงจร วงจรไฟฟ้าแสงสว่างคือวงจรที่ประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้า สายไฟ และหลอดไฟ เพื่อให้เกิดแสงสว่าง โดยวงจรไฟฟ้าแสงสว่างอาจเป็นวงจรปิด (กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร) หรือวงจรเปิด (กระแสไฟฟ้าไม่ไหล) ก็ได้

เซลล์ไฟฟ้า:

- หน้าที่: เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวงจร
- ส่วนประกอบ: มีขั้วบวกและขั้วลบ
- การทำงาน: เมื่อต่อกับวงจร อิเล็กตรอนจะไหลจากขั้วลบไปยังขั้วบวก ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าในวงจรทำงานได้
- ตัวอย่าง: แบตเตอรี่, เซลล์เชื้อเพลิง

วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง:

- หน้าที่:

สร้างแสงสว่างจากพลังงานไฟฟ้า

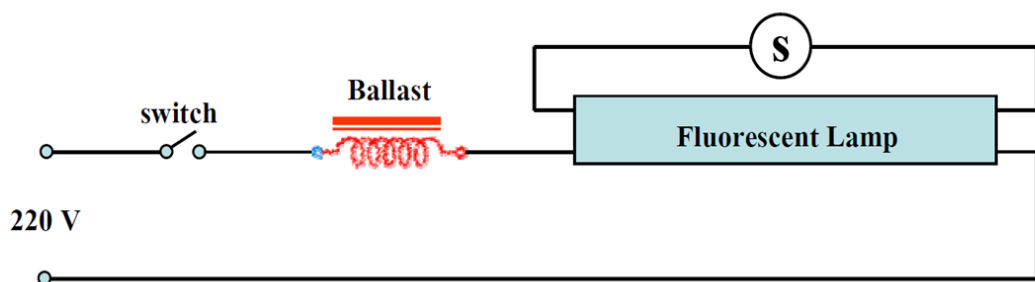
- ส่วนประกอบหลัก:
 - แหล่งจ่ายไฟฟ้า: เช่น แบตเตอรี่หรือแหล่งจ่ายไฟ AC
 - สายไฟฟ้า: เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า
 - หลอดไฟ: เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง
- ชนิดของวงจร:
 - วงจรปิด: กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร ทำให้หลอดไฟสว่าง
 - วงจรเปิด: กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลครบวงจรได้ ทำให้หลอดไฟไม่สว่าง
- หลอดไฟ:
 - หลอดไส้: ให้แสงสว่างจากความร้อนของไส้หลอด
 - หลอดฟลูออเรสเซนต์: ให้แสงสว่างจากไอปรอทที่ถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้า
 - หลอด LED: ให้แสงสว่างจากสารกึ่งตัวนำที่เปล่งแสงเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

ความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง:

- เซลล์ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง
- เมื่อเซลล์ไฟฟ้าจ่ายกระแสไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าแสงสว่างจะทำงานและหลอดไฟจะสว่าง

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) เป็นหลอด Discharge Lamp กำเนิดแสงที่มองเห็นได้ด้วยการที่รังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่เกิดจากการคายประจุของไอปรอทความดันต่ำ ไปกระตุ้นสารเรืองแสง โดย หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลักการทำงานมีดังนี้ หลักการฟลูออเรสเซนต์ จะมีบัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์มาเกี่ยวข้องด้วยตามวงจร โดยบัลลาสต์จะต่ออนุกรมกับหลอด ทำหน้าที่ควบคุมกระแสที่ไหลเข้าสู่ขั้วหลอด ส่วนสตาร์ทเตอร์จะต่อขนานกับขั้วหลอดทั้งสอง ทำหน้าที่จุดหลอดและถูกตัดออกมาจากวงจรเมื่อหลอดติดแล้ว สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยส่วนมากที่ใส่หลอดจะต้องทำการอุ่นก่อนการจุดหลอด ซึ่งการอุ่นจะอาศัยการสตาร์ทเตอร์ อย่างไรก็ตามหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดเร็ว ซึ่งมีการอุ่นไส้หลอดตลอดเวลาและหลอดแบบจุดติดทันที ซึ่งไม่ต้องอุ่นไส้หลอด หลอดทั้ง 2 แบบนี้ไม่จำเป็นต้องมีสตาร์ทเตอร์

วงจรแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์



บัลลาสต์ต่ออนุกรมกับหลอด สตาร์ทเตอร์ต่อขนานกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

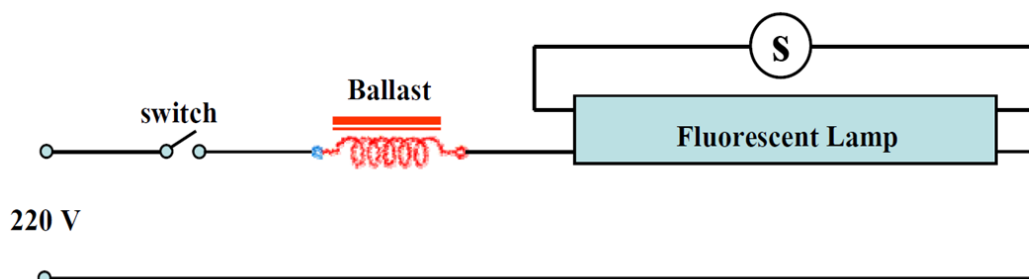
Facebook วิศวกรออกแบบไฟฟ้า

- หลักการทำให้เกิดแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ภายในของหลอดในส่วนปลายหลอดทั้งสองด้านมีไส้หลอดทำด้วยลวดทั้งสแตนเลสและเคลือบสารเคมีที่ช่วยให้สามารถกำเนิดอิเล็กตรอนออกมาได้มากมาย
- ขณะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด ภายในหลอดแก้วบรรจุก๊าซอาร์กอนและไอปรอท ส่วนที่ผิวด้านในหลอดแก้วเคลือบสารเรืองแสงไว้คือ ฟอสฟอรัส (Phosphor Crystal) มองเห็นจากภายนอกหลอดเป็นสีขาวที่ผิวหลอดวิธีการเปล่งแสงออกมาของหลอดคือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ที่ไส้หลอดเกิดความร้อนขึ้นมา ทำให้เกิดการแตกตัวของอิเล็กตรอนกระจายไปทั่วบริเวณภายในหลอด มีผลให้อิเล็กตรอนของอะตอมก๊าซอาร์กอนและอะตอมปรอทเกิดการชนกัน การชนกันของอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุทั้งสอง ทำให้เกิดการเรืองแสงอุลตราไวโอเล็ตที่ตาคนมองไม่เห็นออกมา แสงอุลตราไวโอเล็ตวิ่งไปกระทบฟอสฟอรัสที่ฉาบผิวด้านในหลอด ฟอสฟอรัสเรืองแสงสีขาวที่ตาคนมองเห็นออกมาหลอดฟลูออเรสเซนต์จะสามารถทำงานได้ ต้องมีอุปกรณ์ประกอบร่วมกับหลอดด้วย 2 ชนิด คือ บัลลาสต์ (Ballast) และสตาร์ทเตอร์ (Starter)

- ประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์:
- หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดเร็ว (Rapid Start Fluorescent Lamp):
- หลอดประเภทนี้จะมีการอุ่นไส้หลอดตลอดเวลา และไม่มีการใช้สตาร์ทเตอร์ ซึ่งช่วยให้การจุดหลอดสามารถทำได้เร็วขึ้น
- หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดทันที (Instant Start Fluorescent Lamp):
- หลอดประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีการอุ่นไส้หลอด และไม่ใช้สตาร์ทเตอร์ โดยจะสามารถเริ่มจุดติดได้ทันทีเมื่อเปิดใช้งาน
- ประโยชน์และข้อดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์:
- ประหยัดพลังงาน: เปล่งแสงโดยใช้พลังงานน้อยกว่าหลอดไส้ธรรมดา
- อายุการใช้งานยาวนาน: โดยทั่วไปหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า
- ให้แสงที่กระจายได้ดี: เหมาะสำหรับการใช้ในพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างมาก เช่น โรงงานหรือสำนักงาน
- การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมหรือขนาน จะมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟและอายุการใช้งานของเซลล์ไฟฟ้า

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) เป็นหลอด Discharge Lamp กำเนิดแสงที่มองเห็นได้ด้วยการที่รังสีอัลตราไวโอเล็ต ที่เกิดจากการคายประจุของไอปรอทความดันต่ำ ไปกระตุ้นสารเรืองแสง โดย หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลักการทำงานมีดังนี้ หลักการฟลูออเรสเซนต์ จะมีบัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์มาเกี่ยวข้องด้วยตามวงจร โดยบัลลาสต์จะต่ออนุกรมกับหลอด ทำหน้าที่ควบคุมกระแสที่ไหลเข้าสู่ขั้วหลอด ส่วนสตาร์ทเตอร์จะต่อขนานกับขั้วหลอดทั้งสอง ทำหน้าที่จุดหลอดและถูกตัดออกมาจากวงจรเมื่อหลอดติดแล้ว สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยส่วนมากที่ไส้หลอดจะต้องทำการอุ่นก่อนการจุดหลอด ซึ่งการอุ่นจะอาศัยการสตาร์ทเตอร์ อย่างไรก็ตามหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดเร็ว ซึ่งมีการอุ่นไส้หลอดตลอดเวลาและหลอดแบบจุดติดทันที ซึ่งไม่ต้องอุ่นไส้หลอด หลอดทั้ง 2 แบบนี้ไม่จำเป็นต้องมีสตาร์ทเตอร์

วงจรแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์



บัลลาสต์ต่ออนุกรมกับหลอด สตาร์ทเตอร์ต่อขนานกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลักการทำให้เกิดแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ภายในของหลอดในส่วนปลายหลอดทั้งสองด้านมีไส้หลอดทำด้วยลวดทั้งสแตนเลสและเคลือบสารเคมีที่ช่วยให้สามารถกำเนิดอิเล็กตรอนออกมาได้มากๆ ขณะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด ภายในหลอดแก้วบรรจุก๊าซอาร์กอนและไอปรอท ส่วนที่ผิวด้านในหลอดแก้วเคลือบสารเรืองแสงไว้คือ ฟอสฟอรัส (Phosphor Crystal) มองเห็นจากภายนอกหลอดเป็นสีขาวที่ผิวหลอดวิธีการเปล่งแสงออกมาของหลอดคือ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ที่ไส้หลอดเกิดความร้อนขึ้นมา ทำให้เกิดการแตกตัวของอิเล็กตรอนกระจัดกระจายไปทั่วบริเวณภายในหลอด มีผลให้อิเล็กตรอนของอะตอมก๊าซอาร์กอนและอะตอมปรอทเกิดการชนกัน การชนกันของอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุทั้งสอง ทำให้เกิดการเรืองแสงอุลตราไวโอเลตที่ตาคนมองไม่เห็นออกมา แสงอุลตราไวโอเลตวิ่งไปกระทบฟอสฟอรัสที่ฉาบผิวด้านในหลอด ฟอสฟอรัสเรืองแสงสีขาวที่ตาคนมองเห็นออกมาหลอดฟลูออเรสเซนต์จะสามารถทำงานได้ ต้องมีอุปกรณ์ประกอบร่วมกับหลอดด้วย 2 ชนิด คือ บัลลาสต์ (Ballast) และสตาร์ทเตอร์ (Starter)

ประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์:

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดเร็ว (Rapid Start Fluorescent Lamp):

- หลอดประเภทนี้จะมีการอุ่นไส้หลอดตลอดเวลา และไม่มีการใช้สตาร์ทเตอร์ ซึ่งช่วยให้การจุดหลอดสามารถทำได้เร็วขึ้น

2. หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบจุดติดทันที (Instant Start Fluorescent Lamp):

- หลอดประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีการอุ่นไส้หลอด และไม่มีสตาร์ทเตอร์ โดยจะสามารถเริ่มจุดติดได้ทันทีเมื่อเปิดใช้งาน

ประโยชน์และข้อดีของหลอดฟลูออเรสเซนต์:

- ประหยัดพลังงาน: เปล่งแสงโดยใช้พลังงานน้อยกว่าหลอดไส้ธรรมดา
- อายุการใช้งานยาวนาน: โดยทั่วไปหลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า
- ให้แสงที่กระจายได้ดี: เหมาะสำหรับการใช้ในพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างมาก เช่น โรงงานหรือสำนักงาน

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. การเลือกใช้ฟิวส์ควรคำนึงถึงข้อใด

- ก. ค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ข. ค่าความต้านทานไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้า
- ค. ค่าความเก็บประจุไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้า
- ง. ค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้า
- จ. ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก และค่าความเก็บประจุไฟฟ้า

2. ตัดตอนอัตโนมัติ (Circuit Breaker) มีข้อดีอย่างไร

- ก. ราคาถูก หาง่าย มีขายทั่วไป
- ข. ติดตั้งง่าย วงจรไม่ยุ่งยาก และไม่ซับซ้อน

- ค. เมื่อตัดแล้ว สามารถกลับมาใช้ได้ใหม่
 - ง. สามารถทนกระแสสูงๆ ได้
 - จ. ใช้กับแรงดันสูงๆ ได้
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดที่ทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก (Magnetic Type) มีหลักการทำงานอย่างไร
- ก. สนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงกดกระเบื้องปลดวงจรไฟฟ้า
 - ข. สนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขาออก
 - ค. สนามแม่เหล็กทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลวน
 - ง. สนามแม่เหล็กทำให้เกิดความเหนียวมากขึ้น
 - จ. สนามแม่เหล็กทำให้เกิดความต้านทานในวงจรไฟฟ้า
4. สวิตช์มีกี่แบบ
- ก. 2 แบบ
 - ข. 4 แบบ
 - ค. 6 แบบ
 - ง. 8 แบบ
 - จ. 10 แบบ
5. เครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใดต้องต่อสายดินเป็นอันดับแรก
- ก. โทรทัศน์
 - ข. เตารอบ
 - ค. ตู้เย็น
 - ง. วิทยุ
 - จ. พัดลม
6. หลักรูปร่างตามมาตรฐานจะต้องมีขนาดเท่าไร
- ก. ทำจากทองแดง มีความยาว 180 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $5/8$ นิ้ว
 - ข. ทำจากอลูมิเนียม มีความยาว 200 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $1/4$ นิ้ว
 - ค. ทำจากเหล็กชุบสังกะสี มีความยาว 240 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $3/4$ นิ้ว
 - ง. ทำจากเหล็กชุบกัลวาไนซ์ มีความยาว 260 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $1/2$ นิ้ว
 - จ. ทำจากเหล็กตีบุก มีความยาว 280 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว
7. การควบคุมมอเตอร์มีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร
- ก. เพื่อควบคุมการเริ่มเปิด และปิดมอเตอร์
 - ข. เพื่อควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์
 - ค. เพื่อป้องกันมอเตอร์จากความเสียหายในการใช้งาน
 - ง. เพื่อกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์

- จ. ถูกทุกข้อ
8. รีเลย์มีหน้าสัมผัสกี่แบบ
- ก. 2 แบบ คือแบบขึ้น และแบบลง
- ข. 2 แบบ คือแบบซ้าย และแบบขวา
- ค. 2 แบบ คือแบบปกติเปิด และปกติปิด
- ง. 2 แบบ คือแบบแรงดัน และแบบแรงดึง
- จ. 2 แบบ คือแบบหมุน และแบบกด
9. จุดมุ่งหมายเบื้องต้นในการควบคุมมอเตอร์คืออะไร
- ก. การเริ่มเดินและหยุดเดิน
- ข. การควบคุมไม่ให้เกินโหลด
- ค. การหมุนกลับทิศทาง
- ง. การควบคุมความเร็วรอบ
- จ. ข้อ ก. และ ค. เป็นข้อถูก
10. รีเลย์จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็กเพื่อควบคุมในข้อใด
- ก. แรงดันไฟฟ้า
- ข. กระแสไฟฟ้า
- ค. ความต้านทาน
- ง. หน้าสัมผัส

7. เอกสารอ้างอิง

- 7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุโขช พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 7.3 พันธศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.
- 7.5 ไวยจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ก. ค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า เพราะค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต้องเท่าเดิมมิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายกับเครื่องใช้ไฟฟ้า
2	ตอบ ค. เมื่อตัดแล้ว สามารถกลับมาใช้ได้ใหม่

	เพราะวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ออกแบบมาให้สามารถกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการของความร้อน สนามแม่เหล็ก และชนิดผสม
3	ตอบ ก. สนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงกดกระตือรือร้นของปลดวงจรไฟฟ้า เพราะถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปมีปริมาณเกินกว่าอัตราทนกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดถ้ามีปริมาณมากขึ้นจะทำให้มีสนามแม่เหล็กที่กระทำบนแกนเหล็กทางแนวตั้งมีมากขึ้น และสามารถปลดกระตือรือร้นที่เกี่ยวข้องอยู่บนคานทางแนวนอน สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้
4	ตอบ ง. 8 แบบ เพราะ 8 แบบ คือ 1 สวิตช์ขั้วเดียว ทางเดียว 2 สวิตช์ขั้วเดียวสองทาง 3 สวิตช์สองขั้วทางเดียว 4 สวิตช์สองขั้ว สองทาง 5 สวิตช์กดแบบปกติเปิด 6 สวิตช์กดแบบปกติปิด 7 สวิตช์แบบหมุน 8 สวิตช์แบบ Dual-in-Line package (DIP)
5	ตอบ ค. ตู้เย็น เพราะตู้เย็นมีความเสี่ยงจากไฟฟ้ารั่วเนื่องจากมีความชื้น และน้ำแข็งในช่องแช่แข็ง น้ำ และความชื้นเป็นตัวนำไฟฟ้ารั่วซึ่งผู้ใช้งานอาจถูกไฟฟ้าดูดได้
6	ตอบ ค. ทำจากเหล็กชุบสังกะสี มีความยาว 240 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว เพราะหลักดินตามมาตรฐานจะต้องมีขนาดความยาว 240 ซม. มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว หรือแท่งทองแดงยาว 8 ฟุต มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ตอกลึกลงไปดินลึกจากผิวดินอย่างน้อย 1 ฟุต
7	ตอบ จ. ถูกทุกข้อ เพราะวิธีการควบคุมมอเตอร์ขั้นพื้นฐานคือวงจรการควบคุมการเปิด ปิด มอเตอร์ วงจรป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้จากอุบัติเหตุ การควบคุมความเร็วรอบ และการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์
8	ตอบ ค. 2 แบบ คือแบบปกติเปิด และปกติปิด เพราะ รีเลย์จะมีหน้าสัมผัสอยู่ 2 แบบ คือแบบปกติเปิด (N.O.) และแบบปกติปิด (N.C.)
9	ตอบ จ. ข้อ ก. และ ค. เป็นข้อถูก เพราะจุดมุ่งหมายเบื้องต้นในการควบคุมมอเตอร์คือ การเริ่มเดินและหยุดเดิน และการหมุนกลับทิศทาง
10	ตอบ ง. หน้าสัมผัส เพราะแกนเหล็กจะอยู่บนหน้าสัมผัส เมื่อรีเลย์ทำงาน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กดูดแกนเหล็ก และหน้าสัมผัสบนแกนเหล็กก็เคลื่อนที่ทำงานตาม

	ใบงานที่ 4	หน่วยที่ 4
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 6-7
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานวงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานวงจรไฟฟ้า และเซลล์ไฟฟ้า		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้า
- 3.2 เซลล์ไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 อธิบายองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าได้
- 4.2 อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้
- 4.3 คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานของวงจรได้
- 4.4 อธิบายลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าได้
- 4.5 อธิบายการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้
- 4.6 บอกชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- | | |
|--|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0-30 V | 1 เครื่อง |
| 2. ตัวต้านทาน 100 Ω | 1 ตัว |
| 3. ตัวต้านทาน 220 Ω | 1 ตัว |
| 4. ตัวต้านทาน 270 Ω | 1 ตัว |
| 5. ตัวต้านทาน 340 Ω | 1 ตัว |
| 6. ตัวต้านทาน 470 Ω | 1 ตัว |
| 6. มัลติมิเตอร์ | 1 ตัว |

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

6.1 ต้องตรวจสอบย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องก่อนเสมอ โดยต้องตั้งย่านวัดไว้ที่ DCV และให้ย่านสูงกว่าขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด

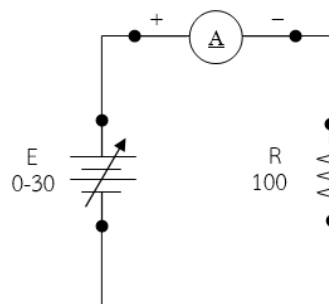
6.2 กรณีต้องปรับย่านวัดของมัลติมิเตอร์ลดลง เพื่อให้อ่านค่าได้สะดวก ต้องปลดสายวัดออก-จากวงจร ก่อน เมื่อปรับลดตำแหน่งย่านวัดเรียบร้อยแล้วจึงต่อสายวัดเข้าในวงจรอีกครั้งหนึ่ง

6.3 หากมัลติมิเตอร์เครื่องที่จะวัด มีย่านสูงสุดต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าที่จะวัด ต้องไม่นำมาใช้วัดเด็ดขาด เพราะจะทำให้มัลติมิเตอร์เสียหายได้

6.4 กรณีเข็มชี้มีการบ่ายเบนไปตำแหน่งสูงสุดทันทีในขณะที่ทำการวัดค่า ให้ปลดสายวัดออกจากวงจร หรือ ตัดไฟของแหล่งจ่ายไฟฟ้าออกจากวงจรทันที แล้วตรวจสอบการตั้งย่านวัดของมัลติ-มิเตอร์ให้ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง ก่อนการวัดค่าครั้งใหม่

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรทดลองกฎของโอห์มเมื่อความต้านทานคงที่

2. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไว้ที่ 0.25 A
3. ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าที่ต่ำสุดด้วยการปรับลูกบิดไปในทิศทาง ทวนเข็ม-นาฬิกา
4. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับเต้ารับ 220 VAC กดสวิตช์เปิด เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร
5. ปรับปุ่มปรับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ให้มีค่าแรงดันไฟฟ้า 4 V อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์ บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.1
6. ทำการทดลองใหม่ ด้วยการปรับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย ตามตารางการทดลองที่ 4.1 ตามลำดับ ตั้งแต่ 6-12 V แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าเมื่อความต้านทานคงที่

ค่าแรงดัน (V)	กระแสไฟฟ้า (A)		กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (Wh)
	ค่าที่วัดได้	ค่าที่คำนวณได้		
4	0.038	0.04	0.16	0.027
6	0.055	0.06	0.36	0.060

8	0.080	0.08	0.64	0.107
10	0.100	0.10	1.00	0.167
12	0.120	0.12	1.44	0.240

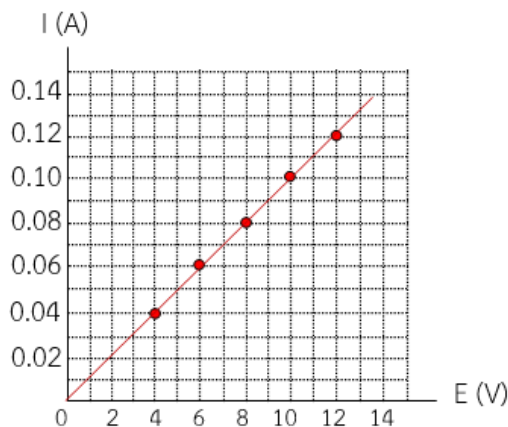
6. ปรับลดแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงลงตำแหน่งต่ำสุด กดสวิตช์ปิด และปลดเต้าเสียบออกจากเต้ารับ 220 VAC

8. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์ม $I = \frac{E}{R}$ จากค่าความต้านทานในวงจร 100 Ω บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 4.1

9. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้า จากสมการ $P = E \times I$ โดยใช้ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้ จากข้อ 8 แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.1

10. คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สูตร $W = P \times t$ เมื่อต่อวงจรไว้นาน 10 นาที แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.1

11. เขียนกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด และค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดในตารางที่ 4.1 ลงในตารางกราฟรูปที่ 4.2



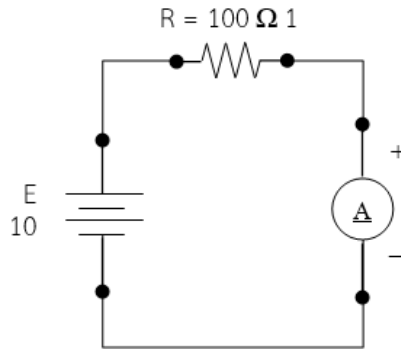
รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าเมื่อความต้านทานคงที่

12. จากตารางกราฟรูปที่ 4.2 กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด มีความสัมพันธ์กับค่าแรงดันไฟฟ้า ที่กำหนด คือ เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นในลักษณะแปรผันตรง

13. จากตารางที่ 4.1 ค่ากำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้ มีความสัมพันธ์กับ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดคือ แรงดันไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น กำลังไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นในลักษณะแปรผันตรง

14. จากวงจรรูปที่ 4.1 ถ้าวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานได้ 8 V กระแสไฟฟ้า 40 mA จะมีค่ากำลังไฟฟ้า 32 mW หรือ 0.32 W

15. ต่อกวงจรดังรูปที่ 4.3



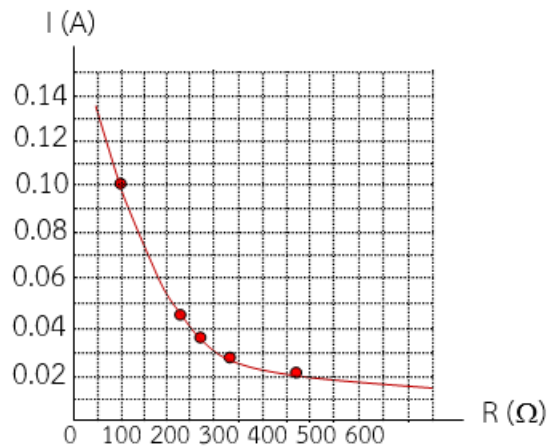
รูปที่ 4.3 วงจรทดลองกฎของโอห์มเมื่อแรงดันไฟฟ้าคงที่

16. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ไว้ที่ 0.25 A
16. ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าที่ต่ำสุดด้วยการปรับลูกบิดไปในทิศทาง ทวนเข็ม-นาฬิกา
18. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับเต้ารับ 220 VAC กดสวิตช์เปิด เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร
19. ปรับปุ่มปรับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าแรงดันไฟฟ้า 10 V
20. อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์ และบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.2
21. ปรับลดแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงลงต่ำแหน่งต่ำสุด กดสวิตช์ปิด และปลดเต้าเสียบออกจากเต้ารับ 220 VAC
22. เปลี่ยนตัวต้านทานให้มีค่าความต้านทาน 220 Ω ปฏิบัติตามข้อ 18-21 แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2
23. ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 22 ด้วยการเปลี่ยนตัวต้านทานให้มีค่าความต้านทาน ตามตารางการทดลองที่ 4.2ตามลำดับตั้งแต่ 270-470 Ω แล้วบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าเมื่อแรงดันไฟฟ้าคงที่

ค่าความต้านทาน $R (\Omega)$	กระแสไฟฟ้า (A)		กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (Wh)
	ค่าที่วัดได้	ค่าที่คำนวณได้		
100	0.095	0.100	1.00	0.167
220	0.042	0.045	0.45	0.075
270	0.035	0.037	0.37	0.068
340	0.025	0.029	0.29	0.048
470	0.020	0.021	0.21	0.035

24. เขียนกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด และค่าความต้านทานที่กำหนดในตารางที่ 4.2 ลงในตารางกราฟรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด และค่าความต้านทาน

25. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า โดยใช้กฎของโอห์ม $I = \frac{E}{R}$ จากค่าแรงดันไฟฟ้า 10 V และค่าความต้านทานตามตารางที่ 4.2 บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.2

26. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้า จากสมการ $P = E \times I$ โดยใช้ค่ากระแสไฟฟ้าที่คำนวณได้ จากข้อ 25 บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.2

26. คำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า โดยใช้สมการ $W = P \times t$ เมื่อต่อวงจรไว้นาน 10 นาที บันทึกค่าลงในตารางที่ 4.2

28. จากตารางกราฟรูปที่ 4.4 กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการวัด มีความสัมพันธ์ กับความต้านทานที่กำหนด คือ เมื่อความต้านทานมีค่ามากขึ้น กระแสไฟฟ้ามีค่าลดลงในลักษณะแปรผกผันกัน

29. ค่ากำลังไฟฟ้าที่คำนวณได้ มีความสัมพันธ์กับ ค่าความต้านทานที่กำหนดจากตารางที่ 4.2 คือ กำลังไฟฟ้ามีค่าลดลง เมื่อความต้านทานเพิ่มขึ้นมีลักษณะแปรผกผันกัน

8. สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองวงจรเมื่อความต้านทานคงที่ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับ กระแสไฟฟ้า และระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าเป็นลักษณะแปรผันตรง คือเมื่อแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าและ กำลังไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตรงกับกฎของโอห์มคือ $I \propto E$

จากผลการทดลองวงจรเมื่อแรงดันไฟฟ้าคงที่ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับ กระแสไฟฟ้า และระหว่างความต้านทานกับกำลังไฟฟ้ามีลักษณะแปรผกผัน คือ เมื่อความต้านทานเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าและ กำลังไฟฟ้าจะมีค่าลดลง ตรงกับกฎของโอห์มคือ $I \propto \frac{1}{R}$

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 องค์ประกอบของมอเตอร์

3.2 การควบคุมมอเตอร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชนิดของมอเตอร์ได้

4.2 อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ได้

4.3 บอกส่วนประกอบของมอเตอร์ได้

4.4 อธิบายการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

4.5 อธิบายการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยรีเลย์ได้

5. สาระการเรียนรู้

5.1 องค์ประกอบของมอเตอร์

5.2 การควบคุมมอเตอร์

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่งการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างเรียน

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 5	หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้องค์ประกอบมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 5

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 องค์ประกอบของมอเตอร์

3.2 การควบคุมมอเตอร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชนิดของมอเตอร์ได้

4.2 อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ได้

4.3 บอกส่วนประกอบของมอเตอร์ได้

4.4 อธิบายการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

4.5 อธิบายการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยรีเลย์ได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 องค์ประกอบของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) เป็นอุปกรณ์ที่หลายท่านคงคุ้นเคยและเคยได้ยินมาอย่างเนิ่นนาน มอเตอร์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล แล้วส่งพลังงานกลนั้นไว้ใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้า ปั่นน้ำ เคน หรือพัดลม โดยขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้ามีขนาดแตกต่างกันตามกำลังของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ที่ทำงาน ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมก็จะมีกำลังแรงที่มากกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าแบบทั่วๆ ไป แล้วส่วนสำคัญของมอเตอร์ไฟฟ้ามีอะไรบ้าง บทความนี้เราหาคำตอบมาให้แล้ว

ความเร็วของรอบมอเตอร์ไฟฟ้า สำคัญอย่างไร

ความเร็วของรอบมอเตอร์ไฟฟ้า มีความสำคัญสำหรับการเลือกซื้อมอเตอร์หรือเปลี่ยนมอเตอร์ ซึ่งหากเลือกมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบไม่ตรงกับความต้องการของโหลด จะทำให้ตัวมอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และจำนวนรอบของสนามแม่เหล็กหรือจำนวนรอบเพลลาของมอเตอร์โดยทั่วไป จะหมุนได้ภายในเวลา 1 นาที (r/min) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความเร็วซิงโครนัส คือ ความเร็วของสนามแม่เหล็กที่หมุนในมอเตอร์ เช่น 1000 รอบ/นาที, 1500 รอบ/นาที, 3000 รอบ/นาที ที่ความถี่ไฟฟ้า 50 Hz.

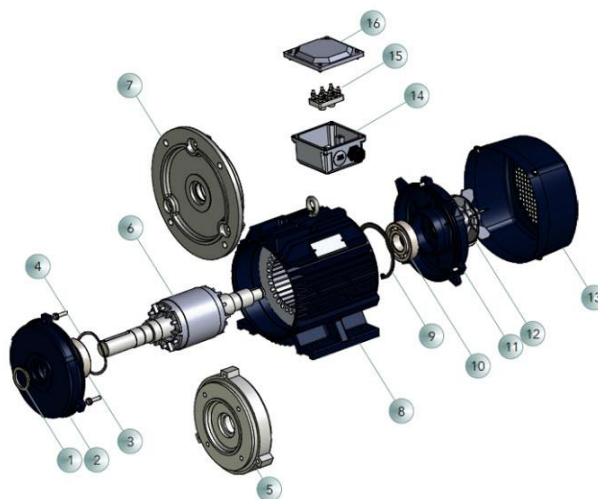
2. ความเร็วของโรเตอร์ คือ ความเร็วของเพลลา เช่น 930 รอบ/นาที, 1440 รอบ/นาที, 2870 รอบ/นาที ที่ความถี่ไฟฟ้า 50 Hz.

ในส่วนนี้จะเห็นได้ว่าความเร็วของโรเตอร์จะน้อยกว่าความเร็วของสนามแม่เหล็กเสมอ เพราะโรเตอร์หรือเพลลาเกิดการหมุนได้โดยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก ทั้งนี้จำนวนขั้ว (poles) ของมอเตอร์ จะสามารถบอกค่าความเร็วรอบของซิงโครนัสได้ โดยคำนวณจากสมการ ความเร็วของซิงโครนัส = $120 \times \text{ความถี่ไฟฟ้า} / \text{จำนวนขั้วของมอเตอร์}$ ตัวอย่างเช่น

มอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว จะมีความเร็วซิงโครนัส = 3000 รอบ/นาที

มอเตอร์ชนิด 4 ขั้ว จะมีความเร็วซิงโครนัส = 1500 รอบ/นาที

มอเตอร์ชนิด 6 ขั้ว จะมีความเร็วซิงโครนัส = 1000 รอบ/นาที



ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า มีอะไรบ้าง

1. ซีลเพลลา (Shaft seal)
2. ฝาหน้ามอเตอร์ (DE Endshield)
3. ลูกปืนหน้ามอเตอร์ (DE Bearing)
4. ซีลกันน้ำ (Wavy washer)
5. หน้าแปลนเล็ก Flang (B14A)
6. โรเตอร์และเพลลา (Rotor with shaft)
7. หน้าแปลนมาตรฐาน Flang (B5)
8. โครงมอเตอร์และขดลวดสเตเตอร์ภายใน (Stator housing with stator inside)
9. Circlip for fixing the bearing at NDE

10. ลูกปืนด้าน Non Drive end (NDE Bearing)
11. ฝาปิดท้ายมอเตอร์ (NDE Endshield)
12. พัดลมระบายความร้อน (Cooling fan)
13. ฝาครอบปิดพัดลม (Fan cover)
14. กล่องขั้วเข้าสายไฟมอเตอร์ (Terminal Box)
15. ขั้วต่อสายไฟมอเตอร์ (Terminal box with 6 pins and connection links)
16. ฝาครอบขั้วเข้าสายไฟ (Terminal box lid)

จากรายละเอียดส่วนประกอบเบื้องต้นเป็นรายละเอียดทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ามาตรฐานที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งรูปแบบของมอเตอร์ไฟฟ้ามีการใช้งานที่หลากหลายเพราะฉะนั้น ส่วนประกอบของมอเตอร์จึงแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย

ทำไมในอุตสาหกรรมจึงเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

เนื่องจากกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถสร้างกำลังได้มากต่อการใช้งานหลายพัน หรือหลายหมื่นกิโลวัตต์ ทำให้มีผลต่อการใช้งานในอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้พลังงานต่อเนื่องหลายชั่วโมงต่อกัน รวมถึงด้านเทคนิคที่ดีกว่าของมอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงกับมอเตอร์ไฟฟ้ามาตรฐาน

มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงมีการลงทุนโดยรวมน้อยกว่ามอเตอร์แบบมาตรฐานเนื่องด้วยกำลังไฟฟ้า ชั่วโมงการทำงาน และค่าใช้จ่ายโดยรวมเมื่อคำนวณออกมาแล้วมีต้นทุนที่น้อยกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าแบบธรรมดา ทำให้ในอุตสาหกรรมเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพ เพื่อใช้แบบลงทุนระยะยาวและคุ้มค่าในการใช้งานนั่นเอง

5.2 การควบคุมมอเตอร์

โดยทั่วไปจะควบคุมองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Speed Control)
2. ควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control)
3. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direction Control)

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสดังนั้น จะทำได้โดยการปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด ทำโดยการควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาเมเจอร์ และที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ ในกรณีสเตเตอร์แบบใช้ขดลวดพัน สำหรับการควบคุมการหมุน หรือการสลับทิศทางการหมุนนั้น ในกรณีมอเตอร์ไฟตรงสามารถทำได้โดยการสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟ ที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ สำหรับกรณีของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก แบบใช้แม่เหล็กถาวรเป็นสเตเตอร์ จะไม่สามารถควบคุมอะไรได้มากนัก โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จะถูกจำกัดด้วยขนาดแรงดัน โดยสามารถปรับได้ไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการ

ควบคุมแรงบิด อาจทำโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าแบบขดลวด (Wire Wound Resistor) แต่ก็เกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ตัวต้านทาน ฉะนั้นในปัจจุบัน จึงมักนิยมใช้การควบคุม ด้วยวงจรพัลส์วิธมอดูเลเตอร์ (Pulse Width Modulator) ซึ่งจะใช้วิธีจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์เป็นช่วง ๆ โดยการควบคุมแรงดัน คือการปรับช่วงกว้างของพัลส์ที่จ่ายให้นั่นเอง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลดกำลังสูญเสียได้มาก สำหรับการกลับทางหมุนของมอเตอร์ อาจใช้วิธีสลับขั้วด้วยมือ หรือใช้วงจรรีเลย์หรืออิเล็กทรอนิกส์เข้าไปควบคุม

สัญลักษณ์

ความหมาย

S1

สวิตช์ปุ่มกดหยุดเดินมอเตอร์ (Push Button Stop)

S2

สวิตช์ปุ่มกดเดินมอเตอร์ความเร็วต่ำ(Push Button Low Speed)

S3

สวิตช์ปุ่มกดเดินมอเตอร์ความเร็วสูง(Push Button Hing Speed)

F1

ฟิวส์ป้องกันวงจรกำลัง(Power Fuse)

F2

ฟิวส์ป้องกันวงจรควบคุม(Control Fuse)

F3

ส่วนป้องกันมอเตอร์ทำงานที่ความเร็วต่ำ(Overload Relay)

11 จาก 20

F4

ส่วนป้องกันมอเตอร์ทำงานที่ความเร็วสูง(Overload Relay)

K1

แมคเนติกคอนแทคเตอร์ต่อความเร็วต่ำ (Low Speed Contactor)

K2

แมคเนติกคอนแทคเตอร์ต่อความเร็วสูง (Hing Speed Contactor)

K3A

รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay)

M1

มอเตอร์3เฟสแบบสองความเร็ว (3 Phase Induction Motor 2 Speed)

จุดประสงค์ของการควบคุมมอเตอร์

- เพื่อการเริ่มเดินมอเตอร์(starting)
- เพื่อการหยุดมอเตอร์ (stopping)
- เพื่อการกลับทางหมุน (reversing)
- เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์(running)
- เพื่อการควบคุมความเร็ว (speed control)
- เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน (safety of operator)
- เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับมอเตอร์และระบบ (protection from damage)
- เพื่อการบำรุงรักษาอุปกรณ์เริ่มเดินมอเตอร์(maintenance of starting requirement)

ปัญหาการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่

๑. เกิดแรงดันตกในระบบ เป็นผลท ำให้โหลดอื่นๆ ที่ต่ออยู่ในวงจร เดียวกัน เช่น มอเตอร์ ไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอื่นๆ มีผลเสียหายได้
๒. ค่ากระแสขณะสตาร์ทสูง ท ำให้เกิดแรงบิดกระชากสูง อาจท ำให้เกิดผล เสียแก่ เครื่องจักร โหลดที่ใช้งาน และตัวมอเตอร์ที่ใช้งานได้
๓. มีโมเมนต์ของความเฉื่อยสูง ถ้าท ำการสตาร์ทบ่อยครั้ง ใช้ช่วงเวลาการ สตาร์ทนาน จะท ำให้เกิดความร้อนสูงในขดลวด ทำให้อายุการใช้งาน ของมอเตอร์สั้นลง

การควบคุมด้วยมือ

- เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมท ำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ ระบบกลไกทางกลท ำงาน ซึ่งการสั่งงานให้ระบบกลไก งานนี้โดย ส่วนมากจะใช้คนเป็นผู้สั่งงานแทบทั้งสิ้น ซึ่งมอเตอร์จะถูกควบคุมจาก การสั่งงานด้วยมือโดยการควบคุมผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น
 - ท็อกเกิลสวิตช์ (toggle switch)
 - เซฟตี้สวิตช์ (safety switch)
 - ทรัมสวิตช์(drum switch)
 - ตัวควบคุมแบบหน้างาน (face plate control)

การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic control)

- การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ โดยการใช้สวิตช์ปุ่มกด (push button) ที่สามารถ ควบคุมระยะไกล (remote control) ได้ ซึ่งมักจะต่อร่วมกับสวิตช์แม่เหล็ก (magnetic switch) ที่ใช้จ่ายกระแสจ ำนวนมาก ๆ ให้กับมอเตอร์แทนสวิตช์ ธรรมดา ซึ่งสวิตช์แม่เหล็กนี้อาศัยผลการท ำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรการ ควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัตินี้ ต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์จ่ายไฟให้กับสวิตช์ แม่เหล็ก สวิตช์แม่เหล็กจะดูให้หน้าสัมผัสมาแตะกันและจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ และถ้าต้องการหยุดมอเตอร์ก็จะต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์ปุ่มกดอีกเช่นเดิม จึง เรียกการควบคุมแบบนี้ว่า การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

การควบคุมอัตโนมัติ(Automatic control)

การควบคุมแบบนี้จะ อาศัยอุปกรณ์ขึ้น ๑ (pilot device) คอย ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ เช่น สวิตช์ลู่กลอยท ๑หน้าที่ ตรวจสอบระดับน้ำ ในถังคอยสั่งให้มอเตอร์ปั๊มท ๑งานเมื่อน้ำ ๑หมดถึง และสั่ง ให้มอเตอร์หยุดเมื่อน้ำ ๑เต็มถึง สวิตช์ความดัน (pressure switch) ท ๑หน้าที่ ตรวจสอบความดันลมเพื่อสั่งให้ปั๊มลมท ๑งานเทอร์โมสตัทท ๑หน้าที่ ตัดต่อวงจรไฟฟ้าตามอุณหภูมิสูงหรือต่ำ ๑ เป็นต้น วงจรการควบคุม มอเตอร์แบบนี้ เพียงแต่ใช้คนกดปุ่มเริ่มเดินมอเตอร์ในครั้งแรก เท่านั้น ต่อไปวงจรก็จะท ๑งานเองโดยอัตโนมัติตลอดเวลา

วงจรสายเดียว

วงจรสายเดียว เป็นแบบวงจรที่แสดงวงจรชนิดหนึ่งที่เขียนด้วย เส้นสายเดียวเท่านั้น จากวงจรในรูป จะแสดงให้เห็นเพียงแต่ – Power Supply จ ๑นวน Phase Wire ระดับแรงเคลื่อนและ ความถี่ จ ๑นวนสายไฟฟ้า ขนาดและชนิดของสายไฟฟ้า – ขนาดและจ ๑นวนของอุปกรณ์ เช่น Contactor Relay (K1) Overload Relay (F2) Motor (M1)

1. วงจรกำลัง (Power circuit)

- เป็นวงจรที่นำเอาแต่เฉพาะส่วนของวงจรกำลังที่จ่าย
- ก ๑ล่งไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์มาเขียนเท่านั้น ละเว้นการเขียนวงจร ควบคุม โดยปกติแล้วจะมีแต่เพียงฟิวส์ – เซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินในวงจรกำลัง (F1) คอนแทกเตอร์(K1) – หน้าสัมผัสหลัก (Main contact) โอเวอร์โวลต์รีเลย์ (ตัดส่วนที่เป็น หน้าสัมผัสออก) และมอเตอร์

2. วงจรควบคุม (Control circuit)

- เป็นวงจรแสดงล ๑ดับการท ๑งานของอุปกรณ์
- เริ่มตั้งแต่สายเมนจ่ายก ๑ล่งไฟฟ้า เข้าสู่ฟิวส์ หน้าสัมผัสของโอเวอร์โวลต์ สวิตช์ปุ่มกดปกติปิด (N.C.) หรือสวิตช์เปิด (OFF) สวิตช์ปุ่มกดปกติเปิด (N.O.) หรือสวิตช์เปิด (ON) และเรื่อยลงไปจนถึง
- ขดลวด (Coil) ของคอนแทกเตอร์และเข้าสู่สายนิวตรอน
- วงจรทั้งหมดนี้ไล่เรียงล ๑ดับกันตั้งแต่บนสุดจนถึงล่างสุด
- วงจรแสดงการท ๑งานนี้ มีประโยชน์มากในการออกแบบการท ๑งาน และ ตรวจสอบการท ๑งานของวงจร

ระบบการควบคุมมอเตอร์

ระบบการควบคุมมอเตอร์ มักจะแยกกันอยู่กับมอเตอร์ โดยเฉพาะ ตู้ควบคุม ยังประกอบด้วยแผงติดตั้ง Contactor ต่างๆ และฝาตู้ ซึ่งที่ ฝาตู้มักจะประกอบด้วยสวิตช์ต่างๆ หลอดสัญญาณ เครื่องวัด เป็นต้น ดังนั้น การที่จะน ๑สายไฟจากแผงควบคุมในตู้มายังฝาตู้มักจะประกอบ เข้าด้วยกันที่แผงต่อสาย (Terminal Box) โดยใช้ Wire Marker เป็น ตัวก ๑กับและชี้บอก เรามักจะเขียนวงจรจากชุดหนึ่งมายังอีกชุดหนึ่ง โดยเส้นวงจร เพียงแต่แสดงรายละเอียดที่ Terminal Box

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. ถ้ากระแสไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (Primary) เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อค่ากระแสทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) อย่างไร

- ก. ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะลดลง
- ข. ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะเพิ่มขึ้น
- ค. ค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. ค่ากระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง
- จ. ค่ากระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะเพิ่มขึ้น

2. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ

- ก. ระยะห่างระหว่างขดลวดปฐมภูมิ
- ข. ระยะห่างระหว่างขดลวดทุติยภูมิ
- ค. ชนิดของแกนที่ใช้พันขดลวด
- ง. คุณภาพของลวดทองแดง
- จ. จำนวนรอบของลวดทองแดง

3. อัตราส่วนรอบ (Turns Ratio) สามารถหาได้จากสมการในข้อใด

- ก. $\text{Turns Ratio} = \frac{N_a}{N_b}$
- ข. $\text{Turns Ratio} = \frac{N_q}{N_c}$
- ค. $\text{Turns Ratio} = \frac{N_s}{N_p}$
- ง. $\text{Turns Ratio} = \frac{N_p}{N_s}$
- จ. $\text{Turns Ratio} = \frac{N_k}{N_v}$

4. อัตราส่วนระหว่างแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ ต่อแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ เขียนเป็นสมการได้ข้อใด

- ก. $V_s = \frac{N_s}{N_p} \times V_p$
- ข. $V_a = \frac{N_e}{N_u} \times V_k$
- ค. $V_u = \frac{N_f}{N_c} \times V_p$
- ง. $V_w = \frac{N_o}{N_y} \times V_m$
- จ. $V_p = \frac{N_e}{N_d} \times V_l$

5. เมื่อขดลวดปฐมภูมิ หรือทุติยภูมิขาด หรือเปิดวงจร ค่าความต้านทานที่วัดได้จะต้องมีค่าเท่าไร

- ก. ระหว่าง 10 – 100 โอห์ม
- ข. ระหว่าง 200 – 500 โอห์ม

- ค. ระหว่าง 1k – 50k โอห์ม
- ง. ระหว่าง 100 – 500k โอห์ม
- จ. มีค่าอนันต์ (Infinity)

6. เมื่อขดลวดปฐมภูมิ หรือทุติยภูมิลัดวงจรอย่างสมบูรณ์ หรือเสียหายเพียงบางส่วน เราสามารถใช้เครื่องมือในข้อใดทดสอบได้

- ก. Multimeter
- ข. Function Generator
- ค. Kilo watt – Hour meter
- ง. Inductor Analyzer
- จ. Mega Ohm meter

7. การไบอัสตรง คืออะไร

- ก. ต่อแรงดันไฟบวกที่ด้าน N และต่อแรงดันไฟลบที่ด้าน P
- ข. ต่อแรงดันไฟบวกที่ด้าน COM และต่อแรงดันไฟลบที่ด้าน G
- ค. ต่อแรงดันไฟบวกที่ด้าน Line และต่อแรงดันไฟลบที่ด้าน Neutral
- ง. ต่อแรงดันไฟบวกที่ด้านอาโนด และต่อแรงดันไฟลบที่ด้านคาโทด
- จ. ต่อแรงดันไฟบวกที่ด้าน Primary และต่อแรงดันไฟลบที่ด้าน Secondary

8. ข้อใดคือโครงสร้างภายในของไดโอด

- ก. สารกึ่งตัวนำชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN
- ข. สารตัวนำไฟฟ้าชนิด J และ K มาต่อกัน และมีตัวต้านทานภายในเพื่อทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้า
- ค. สารตัวนำชนิด H และ U มาต่อขนานกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองขนานกันเรียกว่ารอยต่อ Hole
- ง. สารตัวนำไฟฟ้าชนิด T และ M มาต่ออนุกรมกัน และมีตัวเก็บประจุภายในเพื่อกรองกระแสไฟฟ้า
- จ. สารฉนวนไฟฟ้าชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN

9. การทดสอบไดโอด ใช้เครื่องมือในข้อใด

- ก. Volt Meter
- ข. Ohm Meter
- ค. Amp Meter
- ง. Oscilloscope

จ. Function Generator

10. แรงดันของซีเนอร์ไดโอดมีให้เลือกตั้งแต่กี่โวลต์

ก. 1.2 V

ข. 1.4 V

ค. 1.6 V

ง. 1.8 V

จ. 2.2 V

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.

7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.

7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.

7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.

7.5 ไวกงษ์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ จ. ค่ากระแสไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (Secondary) จะเพิ่มขึ้น เพราะเป็นหลักการของการเหนี่ยวนำไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า
2	ตอบ ง. คุณภาพของลวดทองแดง เพราะปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ มีดังนี้ ระยะห่างระหว่างขดลวดปฐมภูมิ ระยะห่างระหว่างขดลวดทุติยภูมิ ชนิดของแกนที่ใช้พันขดลวด และจำนวนรอบ
3	ตอบ ค. $\text{Turns Ratio} = \frac{N_s}{N_p}$ เพราะโดย N_s = จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ (Primary) N_p = จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ (Secondary)
4	ตอบ ก. $V_s = \frac{N_s}{N_p} \times V_p$ เพราะอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ ต่อแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ มีค่าเท่ากับ อัตราส่วนจำนวนรอบ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ $\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$ หรือ $V_s = \frac{N_s}{N_p} \times V_p$
5	ตอบ จ. มีค่าอนันต์ (Infinity)

	เพราะการเปิดวงจรของขดลวดปฐมภูมิ และทุติยภูมิสามารถตรวจสอบได้ง่าย โดยการปลดหม้อแปลงไฟฟ้าออกจากวงจรที่ต่ออยู่ จากนั้นให้วัดค่าความต้านทานของขดลวดด้วยโอห์มมิเตอร์ ค่าความต้านทานที่วัดได้จะเหมือนกับการวัดค่าตัวเหนี่ยวนำ นั่นคือ ความต้านทานของขดลวดปกติจะมีค่าน้อยมากประมาณ 10 – 100 โอห์ม แต่ถ้าขดลวดเปิดวงจรหรือขาด จะพบว่าความต้านทานที่วัดได้มีค่าเป็นอนันต์ (Infinity)
6	ตอบ ง. Inductor Analyzer เพราะการวัดค่าความต้านทานตามปกติของขดลวดจะมีค่าใกล้เคียงกับเมื่อขดลวดเกิดการลัดวงจรนั่นเอง วิธีแก้ไขทำได้โดยการใช้เครื่องวัดค่าความเหนี่ยวนำ (Inductor Analyzer) ซึ่งเครื่องวัดนี้สามารถทดสอบค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง เช่นทดสอบหาค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดแต่ละขดภายในหม้อแปลงไฟฟ้าได้ เป็นต้น
7	ตอบ ง. ต่อแรงดันไฟบวกที่ด้านแอนโอด และต่อแรงดันไฟลบที่ด้านคาโทด เพราะไดโอดจะทำงานเหมือนสวิตช์ โดยถ้าศักย์ไฟฟ้าทางด้านแอนโอดเป็นบวกเมื่อเทียบกับคาโทด ไดโอดจะปิดสวิตช์ (กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้) สภาวะการทำงานของไดโอดลักษณะนี้เรียกว่า ไดโอดอยู่ในสภาวะ ON หรือไบอัสตรง ในทางตรงกันข้าม ถ้าศักย์ไฟฟ้าทางด้านแอนโอดเป็นลบ เมื่อเทียบกับคาโทด ไดโอดจะเปิดสวิตช์ (กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้) สภาวะการทำงานของไดโอดลักษณะนี้เรียกว่า ไดโอดอยู่ในสภาวะ OFF หรือไบอัสกลับ
8	ตอบ ก. สารกึ่งตัวนำชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN เพราะโครงสร้างภายในของไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN โดยรอยต่อนี้จะยอมให้อิเล็กตรอนอิสระที่มีอยู่มากในด้าน N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P จึงทำให้เกิดประจุไฟฟ้าลบใน P ขึ้น และทั้งบริเวณที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกมาจาก N ให้ประจุไฟฟ้าบวก
9	ตอบ ข. Ohm Meter เพราะการทดสอบการทำงานของไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ โดยไดโอดที่อยู่ในสภาพดี และยังใช้งานได้ เมื่อได้รับการไบอัสตรง จะมีค่าความต้านทานต่ำ แต่เมื่อได้รับการไบอัสกลับจะมีค่าความต้านทานสูง
10	ตอบ ง. 1.8 V เพราะแรงดันของซีเนอร์ไดโอดจะมีให้เลือกตั้งแต่ 1.8 โวลต์จนถึงหลายร้อยโวลต์ ซีเนอร์ไดโอดที่ใช้งานสำหรับแรงดันต่ำ และใช้งานทั่วไปได้แก่ซีเนอร์ไดโอดค่า 3.3 V , 4.7 V , 5.1 V , 5.6 V , 6.2 V และ 9.1 V เป็นต้น

	ใบงานที่ 5		หน่วยที่ 5
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น		สอนครั้งที่ 8-9
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น		ทฤษฎี 2 ชม.
	ชื่อเรื่อง/งานมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น		ปฏิบัติ 6 ชม.

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้องค์ประกอบมอเตอร์และการควบคุมเบื้องต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 องค์ประกอบของมอเตอร์

3.2 การควบคุมมอเตอร์

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชนิดของมอเตอร์ได้

4.2 อธิบายหลักการทำงานของมอเตอร์ได้

4.3 บอกส่วนประกอบของมอเตอร์ได้

4.4 อธิบายการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

4.5 อธิบายการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยรีเลย์ได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0 - 30 V 1 เครื่อง

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 V 1 ตัว

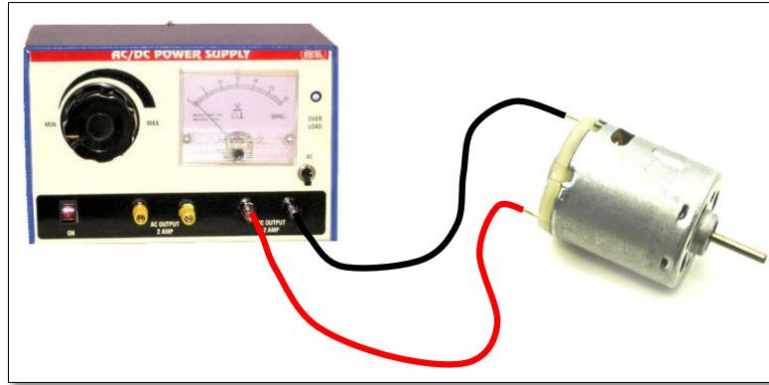
3. แผงประกอบวงจรพร้อมสายต่อวงจร 1 ชุด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ต้องตรวจสอบขั้วของมอเตอร์ให้ถูกต้องก่อนเสมอ

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ต่อมอเตอร์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 แสดงการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์

2. ปรับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าต่ำสุด
3. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V
4. เปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ ปรับแรงดันไฟฟ้าให้มีค่า 6 V สังเกตทิศทางการหมุนของมอเตอร์ บันทึกผลลงในตารางที่ 7.1
5. ปรับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจนถึง 12 V สังเกตทิศทางการหมุนของมอเตอร์ บันทึกผลลงในตารางที่ 7.1
6. สังเกตการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ ขณะปรับแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นบันทึกผลลงในตารางที่ 7.1
7. ปรับลดแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงลงเป็นลำดับจนมีค่าต่ำสุดและสังเกต การเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ บันทึกผลลงในตารางที่ 7.1
8. ปิดสวิตช์หยุดจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แล้วสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟฟ้า
9. ทดลองใหม่ โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อที่ 4 – 7

8. สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการปฏิบัติงาน สรุปได้ว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา ในขณะที่ป้อนแรงดันไฟฟ้าตรงให้กับขั้วของมอเตอร์ และกลับทิศทางการหมุน เมื่อสลับสายของแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขั้วของมอเตอร์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วเพิ่มขึ้นตามขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นและความเร็วลดลงเมื่อทำการลดขนาดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 6

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

3.2 สายดิน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกการทำงานของฟิวส์ได้

4.2 อธิบายหลักการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติได้

4.3 อธิบายหลักการทำงานของสวิตช์นิรภัยได้

4.4 บอกประโยชน์สายดินได้

4.5 อธิบายการติดตั้งหลักดินและสายดินได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

5.2 สายดิน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่างการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน์ : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

3.2 สายดิน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกการทำงานของฟิวส์ได้

4.2 อธิบายหลักการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติได้

4.3 อธิบายหลักการทำงานของสวิตช์นิรภัยได้

4.4 บอกประโยชน์สายดินได้

4.5 อธิบายการติดตั้งหลักดินและสายดินได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

อุปกรณ์ป้องกัน เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้า ในกรณีที่ไฟช็อต ไฟดูด ไฟรั่ว หรือเกิดการลัดวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจะช่วยลดอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าได้ มาดูกันว่าอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้ามีอะไรบ้าง

- **เมนสวิตช์ (Main Switch)** หรือ สวิตช์ประธาน เป็นอุปกรณ์ตัวหลักที่ใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้าของสายเมนเข้าอาคารกับสายภายในทั้งหมด ทำหน้าที่คอยควบคุมการใช้ไฟฟ้า ประกอบด้วย เครื่องปลดวงจร และเครื่องป้องกันกระแสเกิน ให้การทำงานของบ้านและอาคารมีความปลอดภัยมากขึ้น



- เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) หรือ สวิตช์ตัดไฟอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้า สามารถตัดกระแสไฟฟ้าเกินหรือกระแสไฟฟ้าลัดวงจรโดยอัตโนมัติได้ด้วย



- ฟิวส์ (Fuse) เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินอีกชนิด ที่ทำหน้าที่ตัดไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเกินค่าที่กำหนด ซึ่งเมื่อฟิวส์ทำงานแล้วจะต้องเปลี่ยนฟิวส์ใหม่ และฟิวส์ที่ใช้เปลี่ยนต้องมีขนาดกระแสไม่เกินขนาดฟิวส์เดิม



- เครื่องตัดไฟรั่ว (Residual Current Device) คือ เครื่องตัดไฟฟ้าอัตโนมัติ ที่ตัดกระแสไฟฟ้าภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยจะตัดไฟเมื่อมีกระแสรั่วเกิดขึ้นกับวงจรไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า

-เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิต เบรกเกอร์ คืออุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าในกรณีที่เกิดความผิดปกติ เช่น กระแสไฟฟ้าสูงเกินค่าที่กำหนด หรือไฟฟ้าลัดวงจร อุปกรณ์นี้จะทำการตัดกระแสไฟฟ้าให้อยู่ในระดับปลอดภัย และสามารถรีเซ็ตเพื่อให้กระแสไฟฟ้ากลับมาไหลต่อได้หลังจากเกิดความผิดปกติ

RCCB (Residual Current Circuit Breaker)

เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันความเสี่ยงจากกระแสไฟฟ้ารั่ว (Residual Current) หรือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีปัญหา เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ารั่วจากสายไฟหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ RCCB จะทำงานโดยตัดกระแสไฟฟ้าให้หยุดทันที เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์

การติดตั้ง RCCB จำเป็นต้องทำในวงจำกัดของระบบไฟฟ้า โดยควรเลือกติดตั้งเฉพาะจุดที่มีความเสี่ยงสูง เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น หรือในวงจรไฟฟ้าบางส่วน และต้องใช้ควบคู่กับฟิวส์และเบรกเกอร์ เพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อเกิดความผิดปกติในวงจร อุปกรณ์ RCCB จะทำงานได้ตรงตามที่ต้องการ และป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากอุบัติเหตุที่กล่าวไปข้างต้น

RCBO (Residual Current Circuit Breakers with Overload Protection)

เป็นอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกับ [RCCB](#) แต่มีความแตกต่างคือ RCBO จะมีฟิวส์และเบรกเกอร์ในตัว จึงสามารถป้องกันความเสี่ยงจากทั้งกระแสไฟฟ้ารั่วและกระแสไฟฟ้าเกินในระบบได้อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก นิยมติดตั้งภายในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิตเป็นหลัก



5.2 สายดิน

สายดิน (Earthing System/Grounding System) เป็นตัวนำหรือสายไฟที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ทำหน้าที่นำทางกระแสไฟฟ้าที่รั่วให้ไหลลงไปสู่พื้นดิน หรือนำทางกลับไปยังระบบตัดไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายถึงชีวิตต่อผู้ใช้งานที่สัมผัสกระแสไฟฟ้ารั่วโดยไม่ได้ตั้งใจ

ระบบสายดิน มีอะไรบ้าง

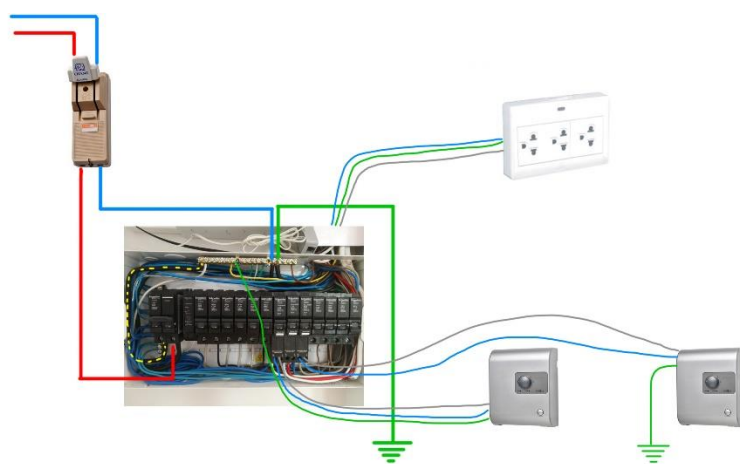
ในระบบสายดินจะมีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วน ดังนี้

1. ตัวนำไฟฟ้า (Grounding Wire)

ตัวนำไฟฟ้า หรือที่เราเรียกกันติดปากว่า “สายดิน” เป็นสายไฟฟ้าประเภทตัวนำทองแดง หุ้มด้วยฉนวนและเปลือก PVC มีลักษณะใกล้เคียงกับสายไฟฟ้าทั่วไป โดยทั่วไปจะใช้สีของเปลือกสายไฟฟ้าเป็นสีเขียวแถบเหลือง ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่ใช้กันทั่วโลก และในการติดตั้งจะต้องใช้เส้นเดียวยาวตลอดแนว ไม่มีการตัดหรือต่อสายไฟ โดยสายดินสามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่

- สายดินที่ใช้ในวงจรย่อย

เป็นสายดินสำหรับต่อกับเต้ารับหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับใช้กับเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดไม่เกิน 20 แอมแปร์ และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 4 ตร.มม. สำหรับใช้กับเครื่องป้องกันกระแสเกินพิกัดไม่เกิน 40 แอมแปร์



- สายดินสำหรับต่อกับหลักดิน

เป็นสายขนาดใหญ่ที่รวมสายดินจากวงจรย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 10 ตร.มม. และควรเดินสายผ่านท่อ

2. หลักดิน (Ground Rod)



เป็นแท่งโลหะที่ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้ารั่วและถ่ายเทพริชจุไฟฟ้าลงสู่พื้นดิน โดยส่วนใหญ่จะใช้วัสดุเป็นเหล็กหุ้มทองแดง ทองแดง หรือเหล็กอาบสังกะสี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 16 มม. (5/8 นิ้ว) มีความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร และมีค่าความต้านทานเมื่อตอกลงดินไม่เกิน 5 โอห์ม

การทำงานของสายดิน

ก่อนอื่นเราต้องเข้าใจธรรมชาติของไฟฟ้าก่อนซึ่งธรรมชาติของไฟฟ้านั้น จะเคลื่อนที่จากบริเวณที่มี ศักย์ทางไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าน้อยกว่าหรือบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

พื้นโลก(พื้นดิน)มีศักย์ทางไฟฟ้าเป็นศูนย์ และในระบบผลิตและจำหน่ายกระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งนั้นก็ได้มี การต่อลงดิน เพื่อเทียบศักย์ไฟฟ้าให้เป็น 0 เทียบเท่ากับพื้นดิน

เมื่อเราไปสัมผัสกับพื้นผิวหรือโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้ารั่วออกมา และเท้าของเรายืนอยู่บน พื้น นั้นทำให้เกิดค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดที่ร่างกายเราสัมผัสอยู่ในขณะนั้น ไฟฟ้าจะใช้ ร่างกายของเราเป็นสื่อเพื่อเดินทางผ่าน ในที่นี้กระแสไฟฟ้าก็จะผ่านตัวเราเพื่อไปลงสู่ดินนั่นเอง

ถ้ามีการติดตั้งสายดินที่โครงเครื่องใช้ไฟฟ้าเอาไว้ หากมีกระแสไฟฟ้ารั่วลงมาที่โครงเครื่องใช้ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่รั่วออกมานั้น ก็จะเดินทางลงสู่ดินผ่านทางสายดิน ซึ่งเมื่อใดที่เราไปจับโครงเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มี การติดตั้งสายดิน ก็จะไม่ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า เพราะไฟฟ้าเลือกที่จะไหลผ่านช่องทางที่สะดวกที่สุด ซึ่งนั่นก็คือทางสายดิน แทนการไหลผ่านร่างกายมนุษย์ เนื่องจากเมื่อเทียบกันแล้วสายดินมีความต้านทานต่ำ กว่าร่างกายมนุษย์หลายเท่า ไฟฟ้าจึงเลือกเดินทางผ่านสายดิน แทนที่จะผ่านร่างกายเรา



เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องมีและไม่มีสายดิน

เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทที่ต้องมีสายดิน คือเครื่องใช้ไฟฟ้ารวมทั้งอุปกรณ์ติดตั้งทางไฟฟ้าที่มีโครงหรือ เปลือกหุ้มเป็นโลหะซึ่งบุคคลมีโอกาสมสัมผัสได้ต้องมีสายดิน เช่น ตู้เย็น , เตาไรต์,เครื่องซักผ้า ,หม้อหุงข้าว , เครื่องปรับอากาศ , เตาไมโครเวฟ , กระทะไฟฟ้า , กระติกน้ำร้อน , เครื่องทำน้ำร้อนหรือน้ำอุ่น , เครื่องปั๊ มนมปิ้ง รวมถึงเครื่องมือช่างบางชนิด เป็นต้น ซึ่งจะเรียกเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ว่าเป็น **เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท 1**

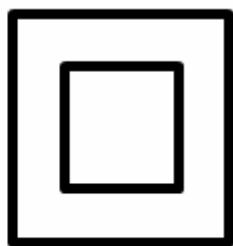
เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทที่ไม่ต้องมีสายดิน

ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้งานในระดับแรงดัน ต่ำกว่า 50 V หรือเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ลักษณะ ทางกายภาพมีฉนวนห่อหุ้มมิดชิดในการใช้งานปกติไม่มีโอกาสที่ผู้ใช้งานจะสัมผัสโดนส่วนที่มีไฟฟ้าซึ่งจะเรียก

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ต้องมีสายดินว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท 2 ซึ่งมีสัญลักษณ์แสดงไว้อย่างชัดเจนว่าไม่ต้องมีสายดิน ตัวอย่างของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภท 2 เช่น วิทยุ , โทรศัพท์ , พัดลมตั้งพื้น/โต๊ะ โคมไฟแสงสว่างชนิดตั้งโต๊ะ เป็นต้น



แบบ A



แบบ B

สัญลักษณ์แบบ A และ B สำหรับแสดงบนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ต้องมีสายดิน (ประเภท 2)

ระบบสายดินตามมาตรฐานการไฟฟ้าฯ

ระบบสายดินที่ติดตั้งในบ้านพักอาศัยเป็นส่วนหนึ่งของมาตรการด้านความปลอดภัย ที่ทางกรมการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้ออกเป็นข้อบังคับให้ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภาคครัวเรือนต้องปฏิบัติตาม

เหตุผลที่ทางกรมการไฟฟ้าต้องออกเป็นกฎข้อบังคับก็เนื่องมาจากในอดีต มีผู้ได้รับอันตรายจากการใช้ไฟฟ้าบ่อยครั้งมีทั้งได้รับบาดเจ็บ ไปจนถึงขั้นเสียชีวิตก็มีอยู่ไม่น้อย

สาเหตุส่วนใหญ่ก็มักจะมาจากการถูกไฟดูดจากการไปสัมผัสหรือใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีไฟรั่ว ด้วยเหตุนี้เองสายดินจึงได้กลายมาเป็นข้อบังคับเพื่อความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า



องค์ประกอบหลักของสายดิน

สายดินมีองค์ประกอบหลักๆที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน ซึ่งได้แก่ สายตัวนำไฟฟ้าหรือสายดิน และหลักดิน

สายดินที่นำมาติดตั้ง

สายดินที่ใช้ในระบบไฟฟ้าทั่วไป จะมีลักษณะทางกายภาพ คือเป็นสายไฟฟ้าชนิดแกนเดี่ยว ภายในสายประกอบด้วยลวดตัวนำที่ทำมาจากทองแดง และหุ้มด้วยฉนวนประเภท PVC

ตามมาตรฐาน ได้กำหนดให้ใช้สายที่มีฉนวนสีเขียวหรือสีเขียวสลับแถบสีเหลือง เป็นสีเฉพาะของสายดิน สายดินในระบบไฟฟ้ายังสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มหลักๆคือ

1. สายดินที่ใช้ในวงจรย่อยซึ่งเป็นสายดินที่ต่อมาจากเต้ารับ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ
2. สายสำหรับต่อหลักดิน เป็นสายขนาดใหญ่ที่จะรวมสายดินจากวงจรย่อยต่างๆเข้าด้วยกัน แล้วต่อไปลงที่หลักดินที่ตอกลงไปในดิน

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดค่าสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

การเลือกขนาดสายต่อหลักดิน โดยพิจารณาจากขนาดตัวนำประธาน (สายเมน) ของระบบไฟฟ้า

หลักดิน

หลักดินเป็นโลหะตัวนำไฟฟ้ามีหน้าที่ถ่ายเทประจุไฟฟ้าให้กระจายลงสู่พื้นดิน โดยเมื่อมีกระแสไฟฟ้ารั่วจากเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อสายดินอยู่ กระแสไฟฟ้าที่รั่วก็จะเดินทางจากสายดินมาสู่หลักดินแล้วถ่ายเทลงสู่พื้นดิน

หลักดินที่ใช้กับระบบสายดินมีลักษณะทางกายภาพเป็นแท่งโลหะ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้เป็นแท่งทองแดงหรือเหล็กชุบทองแดงเพื่อป้องกันสนิมและการกัดกร่อน

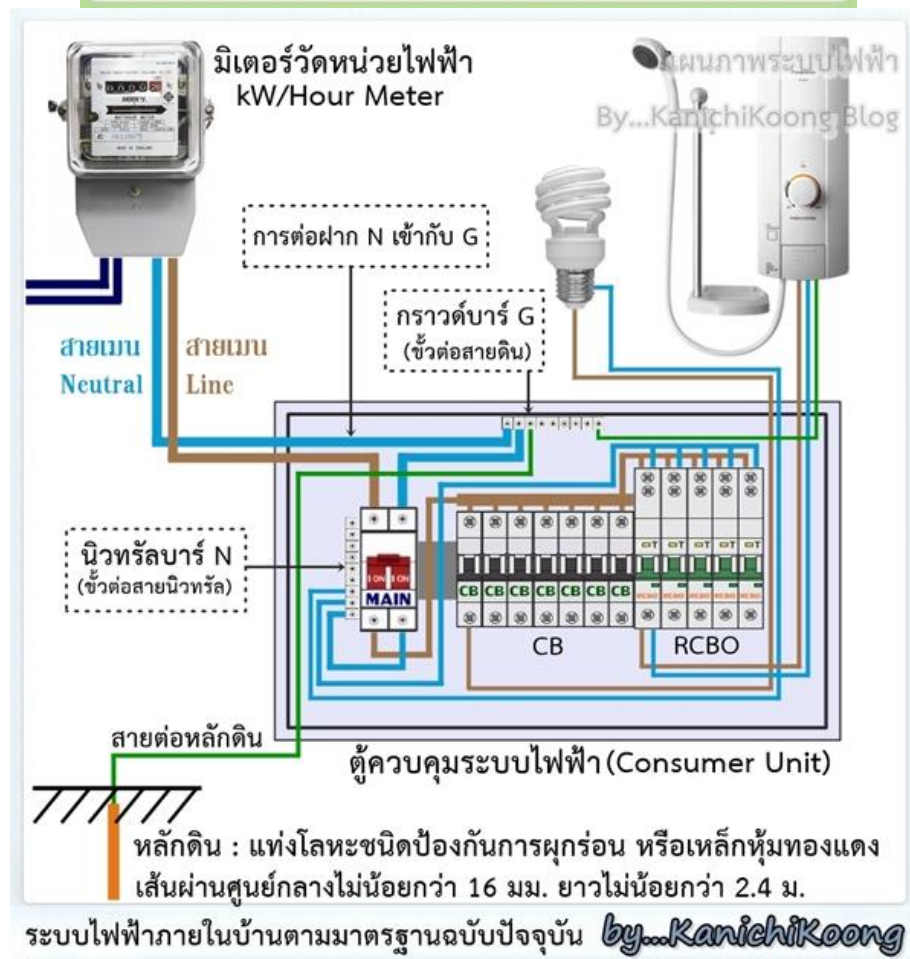
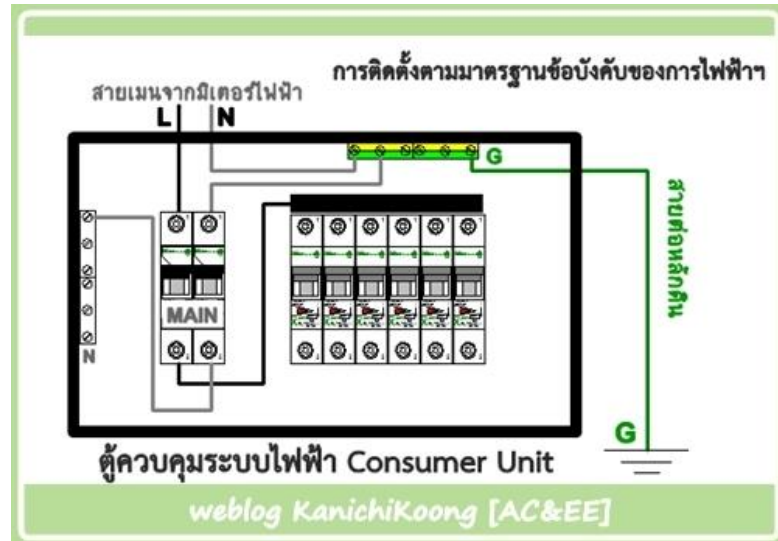
ตามมาตรฐานกำหนดให้หลักดินที่จะนำมาติดตั้งกับระบบไฟฟ้า มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. (5/8 นิ้ว) และมีความยาว 2.4 เมตร ซึ่งนี่คือแท่งหลักดินขนาดมาตรฐานที่ใช้ตอกลงไปในพื้นดิน

และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าของประเทศไทย ก็ได้กำหนดค่าความต้านทานของหลักดินที่ตอกลงไป โดยหลักดินที่ได้มาตรฐาน ต้องมีความต้านทานดิน ไม่เกิน 5 โอห์ม



ข้อกำหนดในการติดตั้งระบบสายดินที่ถูกต้อง ตามมาตรฐาน

1. จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (สายต่อฝากที่เชื่อมนิวทรัลเข้ากับสายดิน) ต้องอยู่ด้านไฟเข้าของเครื่องตัดวงจรตัวแรกในตู้สวิตช์บอร์ดหลัก
2. ภายในอาคารหลังเดียวกัน หรือกรณีบ้าน 1 หลัง ระบบไฟฟ้าไม่ควรมีจุดต่อลงดินมากกว่า 1 จุด
3. สายดินและสายนิวทรัล สามารถต่อร่วมกันได้เพียงแห่งเดียว ที่จุดต่อลงดินภายในตู้เมนสวิตช์ ห้ามต่อร่วมกันในที่อื่น ๆ อีก เช่น ในแผงสวิตช์ย่อยของชั้นบน
4. ตู้เมนสวิตช์สำหรับห้องชุดของอาคาร และตู้แผงสวิตช์ประจำชั้นของอาคาร ให้ถือว่าเป็นแผงสวิตช์ย่อย ห้ามต่อสายนิวทรัลและสายดินร่วมกัน
5. ไม่ควรต่อโครงโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าลงดินโดยตรง แต่ถ้าได้ดำเนินการไปแล้ว ถ้าเป็นไปได้ให้แก้ไข โดยมีการต่อลงดินที่เมนสวิตช์ อย่างถูกต้องแล้วเดินสายดินจากเมนสวิตช์มาต่อร่วมกับสายดินที่ใช้อยู่เดิม
6. ไม่ควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด 120/240 V กับระบบไฟ 220 V เพราะพิกัด IC จะลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง
7. การติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่วหรืออุปกรณ์ป้องกันไฟดูด เป็นเพียงมาตรการเสริมรองลงมา เพื่อเสริมการป้องกันให้สมบูรณ์แบบยิ่งยวดเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ระบบสายดินก็ยังคงเป็นสิ่งสำคัญที่มาก่อนเป็นอันดับแรก
8. วงจรสายดินที่ถูกต้องตามมาตรฐาน ในสภาวะปกติจะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล
9. ถ้าเดินสายไฟในท่อโลหะ จะต้องเดินสายดินรวมในท่อเส้นนั้นด้วย
10. ดวงโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์ติดตั้งที่เป็นโลหะควรต่อลงดิน มิฉะนั้นต้องอยู่เกินระยะที่บุคคลทั่วไปสัมผัสไม่ถึง (สูงตั้งแต่ 2.40 เมตร ขึ้นไป หรือห่างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ในแนวราบ)
11. ขนาดและชนิดของอุปกรณ์ระบบสายดิน ต้องเป็นไปตามมาตรฐานกฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าของการไฟฟ้าในท้องถิ่น

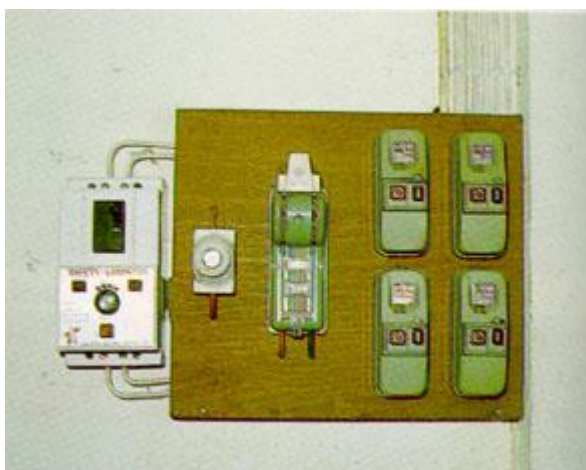


แผนภาพแสดงการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่มีสายดิน สำหรับระบบไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย (1 เฟส) เป็นรูปแบบที่ถูกต้อง ตามข้อบังคับของการไฟฟ้า และมาตรฐานของ วสท.

การติดตั้งระบบสายดิน เข้ากับแผงควบคุมไฟฟ้าแบบเก่า

ในกรณีที่ต้องการติดตั้งระบบสายดินแต่แผงควบคุมไฟฟ้าที่เป็นแผงหลัก ไม่ได้ใช้เป็นผู้ควบคุมไฟฟ้า Consumer Unit

ซึ่งแผงควบคุมไฟฟ้างดกล่าวเป็นแผงควบคุมไฟฟ้าแบบเก่าที่นิยมใช้ในสมัยก่อน มีลักษณะเป็นแผงไม้หรือพลาสติกที่มีเมนสวิตช์และอุปกรณ์อื่นๆติดตั้งอยู่



หากต้องการติดตั้งระบบสายดินก็สามารถทำได้ โดยให้จุดต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (สายต่อฝากที่เชื่อมนิวทรัลเข้ากับสายดิน) อยู่ด้านไฟเข้าของเมนสวิตช์ตัวแรกของระบบ

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. ฟิวส์ทำงานอย่างไร

- ก. เมื่อกระแสไฟฟ้าเกินพิกัดที่กำหนด จะทำให้ฟิวส์ร้อนและขาดออกจากกัน
- ข. เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกินพิกัดที่กำหนด ฟิวส์จะขยายตัวและขาดออกจากกัน
- ค. เมื่อความต้านทานเกินพิกัดที่กำหนด ฟิวส์จะหดตัวและขาดออกจากกัน
- ง. เมื่อสนามแม่เหล็กมีความเข้มเกินพิกัดที่กำหนด ฟิวส์จะร้อนและขาดออกจากกัน
- จ. เมื่อความดันเกินพิกัดที่กำหนด ฟิวส์จะขยายตัวและขาดออกจากกัน

2. ฟิวส์ชนิดหลอมละลายช้า (Slow Blow) โดยส่วนใหญ่จะใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทใด เพราะอะไร

- ก. หม้อหุงข้าว และเครื่องทำความร้อน เพราะมีอุณหภูมิใช้งานที่สูง
- ข. ปั๊มน้ำ เพราะขณะมอเตอร์ทำงานจะใช้กระแสไฟฟ้าสูงชั่วขณะ
- ค. โทรทัศน์ และเครื่องเสียง เพราะต้องใช้เวลาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- ง. คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ส่องสว่าง เพราะใช้งานที่มีด
- จ. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ต้องการการตัดไฟช้า

3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดที่ทำงานโดยอาศัยความร้อน (Thermal Type) มีหลักการทำงานอย่างไร

- ก. แรงดันไฟฟ้าขาเข้า และแรงดันไฟฟ้าขาออก
 - ข. กระแสไฟฟ้าขาเข้า และกระแสไฟฟ้าขาออก
 - ค. ความต้านทานขาเข้า และความต้านทานขาออก
 - ง. คุณสมบัติของโลหะสองชนิด ที่มีการขยายตัวไม่เท่ากัน
 - จ. คุณสมบัติของสนามแม่เหล็กของวงจรไฟฟ้า
4. สวิตช์ ทำงานอย่างไรในวงจร
- ก. ลด – เพิ่ม แรงดันไฟฟ้า
 - ข. ตัด – ต่อ กระแสไฟฟ้า
 - ค. ปิด – เปิด วงจรไฟฟ้า
 - ง. ปรับค่ากระแสในวงจรไฟฟ้า
 - จ. ลด – เพิ่ม ความต้านทานไฟฟ้า
5. การต่อลงดินมีประโยชน์อย่างไร
- ก. เพื่อการประหยัดไฟฟ้า
 - ข. เพื่อความปลอดภัย
 - ค. เพื่อให้หลอดไฟสว่างมากขึ้น
 - ง. เพื่อลดการใช้กำลังไฟฟ้า
 - จ. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า
6. การต่อลงดินที่ระบบสายส่งไฟฟ้า เป็นวิธีที่ทำการต่อสายลงดินที่สายอะไร
- ก. สาย line1
 - ข. สาย line 2
 - ค. สาย line 3
 - ง. สาย Neutral
 - จ. สาย Control
7. การต่อลงดินของอุปกรณ์ไฟฟ้า ควรต่อจากจุดไหน
- ก. จุดที่ไฟเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - ข. จุดพักสายในอุปกรณ์ไฟฟ้า
 - ค. ตำแหน่งที่แผงควบคุม
 - ง. ตำแหน่งที่สวิตช์ปิด – เปิด
 - จ. ตำแหน่งที่โครงของอุปกรณ์
8. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุมมอเตอร์
- ก. สวิตช์ที่ใช้เท้าเหยียบ
 - ข. ลิ้มิตสวิตช์

ค. สวิตช์ลูกลอย

ง. สวิตช์แรงดัน

จ. สวิตช์แสง

9. การควบคุมด้วยเครื่องจักรจากระยะไกลและแบบอัตโนมัติ จะใช้อุปกรณ์พิเศษมาต้องทำงานร่วมกับสวิตช์หลัก อุปกรณ์พิเศษนี้มีชื่อว่าอะไร

ก. Magnetic Switches

ข. Special Switches

ค. Float Switches

ง. Dimmer Switches

จ. Toggle Switches

10. การป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้งานที่ดีที่สุดคืออะไร

ก. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันที่มีคุณภาพดี

ข. ให้พนักงานพักผ่อนอย่างเพียงพอ

ค. เพิ่มการตรวจสอบในทุกขั้นตอน

ง. ให้ผู้ปฏิบัติคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอันดับแรก

จ. เพิ่มขนาดของฟิวส์

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.

7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.

7.3 พันธศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.

7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.

7.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ก. เมื่อกระแสไฟฟ้าเกินพิกัดที่กำหนด จะทำให้ฟิวส์ร้อนและขาดออกจากกัน เพราะฟิวส์มีอัตราทนกระแส เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะทำให้พลังงานเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งถ้ากระแสไฟฟ้าเกินพิกัดที่กำหนดของฟิวส์ ความร้อนที่เกิดขึ้นก็จะหลอมละลายวัสดุที่นำมาใช้ทำฟิวส์ให้ขาดออกจากกัน
2	ตอบ ข. ป้อนน้ำ เพราะขณะมอเตอร์ทำงานจะใช้กระแสไฟฟ้าสูงชั่วขณะ

	เพราะขณะมอเตอร์เริ่มสตาร์ท จะใช้กระแสไฟฟ้ามากถึง 125% ของกระแสปกติ ฉะนั้นจึงต้องใช้ฟิวส์ชนิดหลอมละลายช้า (Slow Blow) กับมอเตอร์ไฟฟ้าทุกชนิด
3	ตอบ ง. คุณสมบัติของโลหะสองชนิด ที่มีการขยายตัวไม่เท่ากัน เพราะคุณสมบัติการขยายตัวของโลหะแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน (Thermal Expansion Coefficient) ของโลหะชนิดนั้นๆ
4	ตอบ ค. ปิด – เปิด วงจรไฟฟ้า เพราะสวิตช์มีหน้าที่ปิด และเปิดวงจรไฟฟ้า ส่วนการตัด และต่อ วงจรไฟฟ้า เป็นหน้าที่ของเซอร์กิตเบรกเกอร์
5	ตอบ ข. เพื่อความปลอดภัย เพราะการต่อตัวนำระหว่างวงจรไฟฟ้ากับดิน มีจุดมุ่งหมายเพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่ว ที่มีสาเหตุมาจากการชำรุด หรือการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้ที่อาจเข้าไปสัมผัสและถูกไฟฟ้าดูด
6	ตอบ ง. สาย Neutral เพราะสาย Neutral ต้องทำการต่อลงดิน ทั้งระบบไฟฟ้า 1 เฟส และระบบไฟฟ้า 3 เฟส ตามข้อบังคับของการไฟฟ้า และความปลอดภัยของสภาวิศวกรรมการสถาน
7	ตอบ จ. ตำแหน่งที่โครงของอุปกรณ์ เพราะเป็นตำแหน่งที่เสี่ยงเกิดไฟรั่ว และไฟอาจรั่วลงโครงได้ จึงจำเป็นต้องต่อลงดินจากโครงของอุปกรณ์ไฟฟ้า
8	ตอบ จ. สวิตช์แสง เพราะสวิตช์แสงเป็นสวิตช์ที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าไม่สูง เพราะฉะนั้นสวิตช์แสงจึงไม่เหมาะในการควบคุมมอเตอร์
9	ตอบ ก. Magnetic Switches เพราะเป็นการควบคุมโดยใช้การควบคุมปุ่มสวิตช์ที่เปิด ปิดแผงควบคุมที่อยู่ภายในห้องควบคุม หรือที่ตู้ควบคุมเพื่อที่จะควบคุมการเริ่มเดิน และหยุดมอเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ
10	ตอบ ข. ให้พนักงานพักผ่อนอย่างเพียงพอ เพราะความปลอดภัยในการทำงานต้องมาจากผู้ปฏิบัติงานที่ได้พักผ่อนเพียงพอ และผู้ปฏิบัติงานมีร่างกายแข็งแรง

	ใบงานที่ 6	หน่วยที่ 6
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 10-11
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าและการต่อสายดิน

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในระบบไฟฟ้า

3.2 สายดิน

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกการทำงานของฟิวส์ได้

4.2 อธิบายหลักการทำงานของสวิตช์ตัดวงจรอัตโนมัติได้

4.3 อธิบายหลักการทำงานของสวิตช์นิรภัยได้

4.4 บอกประโยชน์สายดินได้

4.5 อธิบายการติดตั้งหลักดินและสายดินได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- | | |
|----------------------|-----------|
| 1. มัลติมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 2. ปลั๊กฟิวส์ | 1 ตัว |
| 3. คาร์tridge ฟิวส์ | 1 ตัว |
| 4. เซอร์กิตเบรกเกอร์ | 1 ตัว |
| 5. เครื่องตัดไฟรั่ว | 1 เครื่อง |

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ตรวจสอบการต่อสายไฟให้ถูกต้อง

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ที่ $R \times 1$ ปรับแต่งเข็มชี้ให้ตรงตำแหน่งศูนย์โอห์ม
2. วัดค่าความต้านทานที่ขาทั้งสองข้างของปลั๊กฟิวส์ บันทึกค่าที่อ่านลงในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 7.1 การตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ป้องกัน

อุปกรณ์ป้องกัน	ค่าความต้านทาน (Ω)				สภาพของ อุปกรณ์ป้องกัน
	วัดครั้งที่ 1		วัดครั้งที่ 2		
ปลั๊กฟิวส์	0		0		ดี
คาร์ทริดจ์ฟิวส์	0		0		ดี
เซอร์กิตเบรกเกอร์	(L) ∞	(N) ∞	(L) 0	(N) 0	ดี
เครื่องตัดไฟรั่ว	(L) ∞	(N) ∞	(L) 0	(N) 0	ดี

3. กลับขั้วปลั๊กฟิวส์ วัดค่าความต้านทานที่ขาทั้งสองข้างของปลั๊กฟิวส์ บันทึกค่าลงในตารางที่ 7.1
4. กำหนดสภาพของปลั๊กฟิวส์ จากผลการวัดค่าความต้านทาน บันทึกผลลงในตารางที่ 7.1
5. เปลี่ยนอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเป็น คาร์ทริดจ์ฟิวส์ ทำการทดลองเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2, 3 และ 4
6. เปลี่ยนอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเป็น เซอร์กิตเบรกเกอร์ วัดค่าความต้านทานที่ขาทั้งสองข้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขณะสวิตช์ตัดวงจร บันทึกค่าลงในตารางที่ 7.1
7. โยกสวิตช์ต่อวงจร วัดค่าความต้านทานที่ขาทั้งสองข้าง ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1
8. กำหนดสภาพของเซอร์กิตเบรกเกอร์ จากผลการวัดค่าความต้านทาน ลงในตารางที่ 9.1
9. เปลี่ยนอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า เป็น เครื่องตัดไฟรั่ว วัดความต้านทานที่ขาทั้งสองข้างของ-เครื่องตัดไฟรั่ว ขณะสวิตช์ตัดวงจร บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1
10. โยกสวิตช์ต่อวงจร วัดค่าความต้านทานที่ขาทั้งสองข้างของเครื่องตัดไฟรั่ว บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1
11. กำหนดสภาพของเครื่องตัดไฟรั่วจากผลการวัดค่าความต้านทานลงในตารางที่ 9.1
12. การกำหนดสภาพของฟิวส์ พิจารณาจาก สภาพของฟิวส์ปกติที่ต้องเป็นตัวนำ จึงควรมีความต้านทานค่าต่ำมาก ๆ เมื่อวัดค่าความต้านทานได้ 0 โอห์ม จึงแสดงว่า ฟิวส์ มีสภาพดี .
13. การกำหนดสภาพของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ พิจารณาจาก สภาพของหน้าสัมผัส เมื่อสวิตช์ตัดวงจร หน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องมีสถานะเปิดวงจร เมื่อสวิตช์ต่อวงจร ต้องมีหน้าสัมผัสสถานะปิดวงจร เมื่อวัดค่าความต้านทานขณะสวิตช์ตัดวงจร ได้ ∞ และขณะที่สวิตช์ต่อวงจรได้ 0 โอห์ม จึงแสดงว่า เซอร์กิตเบรกเกอร์ อยู่ในสภาพดี

14. การกำหนดสภาพของเครื่องตัดไฟรั่ว พิจารณาจาก หน้าสัมผัสของเครื่องตัดไฟรั่ว ต้องมีสถานะเปิด วงจร ขณะสวิตช์ตัดวงจร และมีหน้าสัมผัสสถานะปิดวงจร ขณะสวิตช์ต่อวงจร เมื่อวัดค่าความต้านทานขณะ สวิตช์ตัดวงจรได้ ∞ และค่าความต้านทานขณะสวิตช์ต่อวงจร ได้ 0 โอห์ม จึงแสดงว่า เครื่องตัดไฟรั่วอยู่ในสภาพดี

8. สรุปและวิจารณ์ผล

1. ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่ในสภาวะปกติ เป็นตัวนำที่มีค่าความต้านทานน้อยมาก ๆ เมื่อวัดค่าความ ต้านทานแล้วได้ 0 โอห์ม จึงแสดงว่า ฟิวส์ อยู่ในสภาพดี ถ้าวัดค่าความต้านทานแล้วได้ค่า ∞ แสดงว่า ฟิวส์ขาด

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่มีหน้าสัมผัสสถานะเปิดวงจร เมื่อสวิตช์ตัด-วงจร และหน้าสัมผัส สถานะปิดวงจร เมื่อสวิตช์ต่อวงจร ดังนั้นค่าความต้านทานที่วัดได้ขณะสวิตช์ตัดวงจร เป็น ∞ และขณะสวิตช์ต่อ วงจร ได้ 0 โอห์ม หมายถึง เซอร์กิตเบรกเกอร์มีสภาพดี

3. เครื่องตัดไฟรั่ว เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่มีหน้าสัมผัสเช่นเดียวกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ จึงมีการตรวจสอบที่มี ผลลักษณะเดียวกัน นั่นคือ เมื่อสวิตช์ต่อวงจร หน้าสัมผัสต้องมีสถานะปิดวงจร เมื่อวัดค่าความต้านทานขณะสวิตช์ ปิดวงจร ได้ค่า ∞ และขณะสวิตช์ต่อวงจร ได้ 0 โอห์ม แสดงว่า เครื่องตัดไฟรั่วมีสภาพดี

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวิชา (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนชั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 7

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บูรณาการกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชนิดของตัวต้านทานได้

4.2 อ่านค่าความต้านทานได้

4.3 คำนวณค่าตัวต้านทานได้

4.4 อธิบายหลักการของตัวเหนี่ยวนำได้

4.5 บอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้

4.6 อ่านค่าตัวเหนี่ยวนำได้

4.7 คำนวณค่าตัวเหนี่ยวนำได้

4.8 อธิบายหลักการของตัวเก็บประจุได้

4.9 บอกชนิดของตัวเก็บประจุได้

4.10 อ่านค่าความจุได้

- 4.11 คำนวณค่าตัวเก็บประจุได้
- 4.12 อธิบายหลักการทำงานของหม้อแปลงได้
- 4.13 บอกชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าได้

5. สารการเรียนรู้

- 5.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- 5.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่งการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน์ : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชนิดของตัวต้านทานได้

4.2 อ่านค่าความต้านทานได้

4.3 คำนวณค่าตัวต้านทานได้

4.4 อธิบายหลักการของตัวเหนี่ยวนำได้

4.5 บอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้

4.6 อ่านค่าตัวเหนี่ยวนำได้

4.7 คำนวณค่าตัวเหนี่ยวนำได้

4.8 อธิบายหลักการของตัวเก็บประจุได้

4.9 บอกชนิดของตัวเก็บประจุได้

4.10 อ่านค่าความจุได้

4.11 คำนวณค่าตัวเก็บประจุได้

4.12 อธิบายหลักการทำงานของหม้อแปลงได้

4.13 บอกชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าได้

5. สารการเรียนรู้

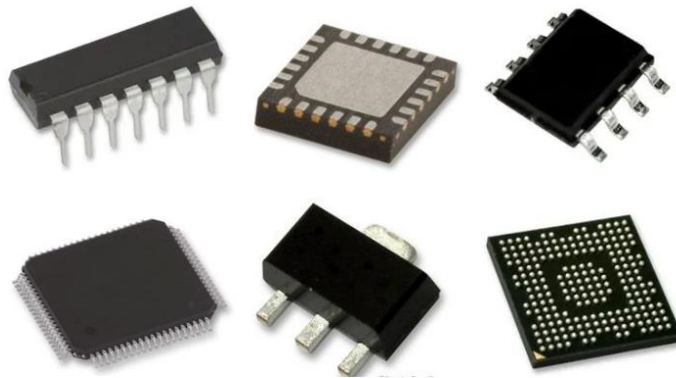
5.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เป็น Active Component , Passive Component และ คอยล์(Coil) ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นชิ้นส่วนที่จะเป็นอุปกรณ์ที่มีการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า โดยมีชิ้นส่วน หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนประกอบ จะทำหน้าที่ควบคุมการ

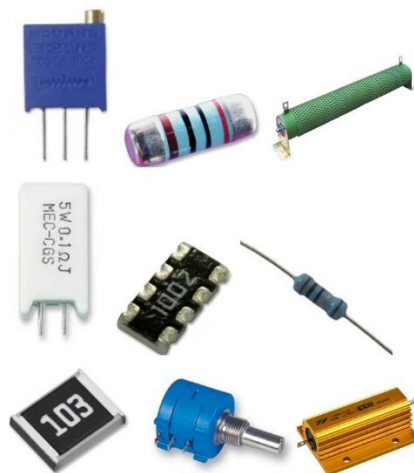
ไหลของกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะสามารถใช้งานได้ก็ต่อเมื่อมีการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แล้ว ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทางใดทางหนึ่ง เช่น มีขนาดของกระแสไฟฟ้าลดลง หรือมีขนาดความต่างศักย์เปลี่ยนแปลงไป

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มีอะไรบ้าง

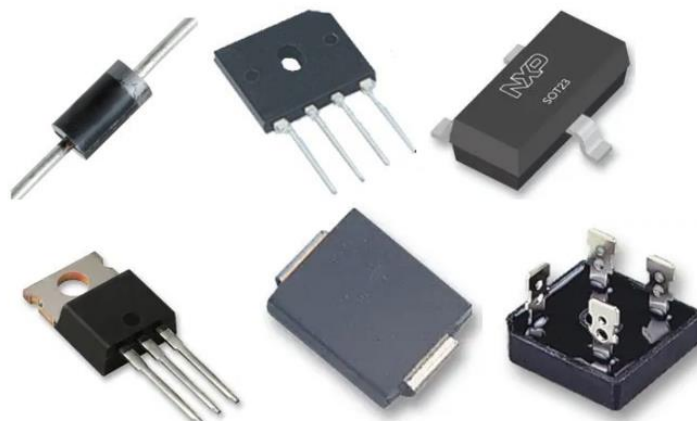
1. ไอซี (IC) ย่อมาจาก Integrated Circuit เรียกว่า วงจรรวม หรือ วงจรเบ็ดเสร็จ เป็นวงจรที่นำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic) ชนิดต่างๆ ได้แก่ ตัวต้านทาน(Resistor) ตัวเก็บประจุ ไดโอด(Diode) ทรานซิสเตอร์(Transistor) และองค์ประกอบต่างๆ ของวงจรมาต่อรวมกัน โดยการย่อส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวให้มาอยู่บนแผงวงจรให้ขนาดเล็กลง



2. ตัวต้านทาน(Resistor) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการต้านการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้า ทำหน้าที่ลดค่าแรงดันไฟฟ้า และควบคุมปริมาณอัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ตัวต้านทานมีรูปแบบ และขนาดแตกต่างกันตามลักษณะของการใช้งาน นอกจากนี้ตัวต้านทานที่ผลิตออกมาในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด นำมาใช้ประกอบในวงจรทางด้านไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปอย่างแพร่หลาย



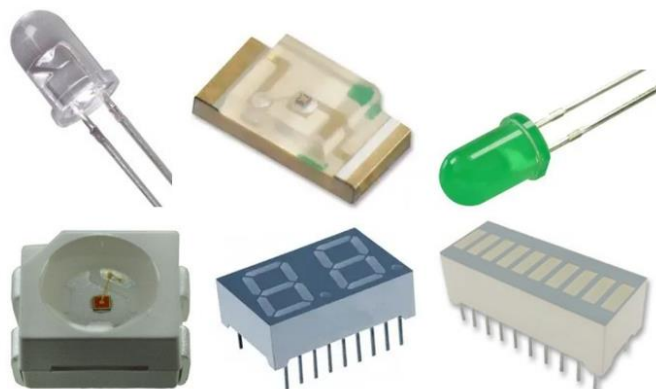
5. ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ที่ได้เกิดจากสารกึ่งตัวนำชนิดพี และสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น มาต่อชนกัน เรียกว่า รอยต่อพี-เอ็น ไดโอดมีคุณสมบัติ คือ สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าจากภายนอกให้ไหลผ่านได้ทิศทางเดียว ส่วนกระแสที่ไหลทิศทางตรงข้ามกันจะถูกกั้น สามารถนำไดโอดมาใช้เป็นตัวเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier) ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และใช้เป็นตัวแยกสัญญาณในเครื่องรับวิทยุได้



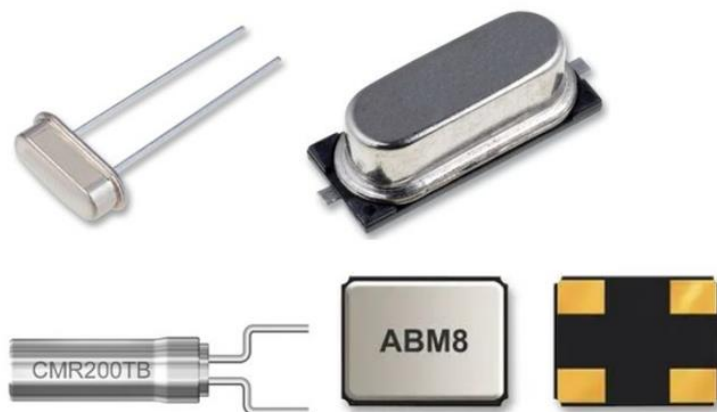
6. ตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวตัวเหนี่ยวนำพลังงานจะถูกเก็บไว้ชั่วคราวในรูปสนามแม่เหล็กในคอยล์นั้น ทำให้เกิดการพองตัว และการยุบตัวของสนามแม่เหล็กขึ้นมา โดยใช้ลวดตัวนำจำพวกทองแดงม้วนกันเป็นวงกลมเรียงกันหลายๆรอบ ลักษณะการพันลวดตัวนำแตกต่างกันทำให้ตัวเหนี่ยวนำแตกต่างกัน เรียกว่าคอยล์ (Coil) หรือรีแอคเตอร์ (Reactor)



7. ไดโอดเปล่งแสง(LED) ย่อมาจากคำว่า(Light-Emitting Diode) ซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียว และเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็น โดยหลอด LED สามารถเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างก็ยิ่งดีกว่าหลอดไฟขนาดเล็กทุกๆ ไป.



8. คริสตัล (Crystal) เป็นอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าความถี่คงที่ ที่เราเรียกว่า สัญญาณนาฬิกา โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง เป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อใช้ในอุปกรณ์ส่งวิทยุ หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ผลึกควอตซ์(หินเขี้ยวหนุมาน)แผ่นบางๆ มีแผ่นโลหะฉาบอยู่ 2 ด้านที่เชื่อมต่อกับขั้วต่อภายนอก



9. เซนเซอร์(Sensor) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ตรวจจับเหตุการณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมของตัวมันเอง เช่น การเปลี่ยนแปลงของแสง อุณหภูมิ วัตถุ เป็นต้น จากนั้นมันก็จะให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันออกมาและส่งไปยังศูนย์ควบคุม เซนเซอร์เป็นตัวแปรสัญญาณชนิดหนึ่ง มันสามารถให้สัญญาณออกมาได้หลากหลายชนิด แต่โดยทั่วไปจะใช้สัญญาณไฟฟ้า



10. สวิตช์ (Switch) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถตัดการเชื่อมต่อ หรือเชื่อมต่อเส้นทางการนำไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ชัดแจ้งหะกระแสไฟฟ้าหรือเปลี่ยนเส้นทางจากตัวนำหนึ่งไปยังอีกตัวนำหนึ่ง สวิตช์ประเภททั่วไปที่สุดคือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประกอบด้วยหน้าสัมผัสทางไฟฟ้า ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้หนึ่งชุดขึ้นไป ที่เชื่อมต่อกับวงจรภายนอก เมื่อหน้าสัมผัสคู่หนึ่งสัมผัสกัน กระแสสามารถผ่าน ได้



5.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงไฟฟ้าจากระบบหนึ่งไปยังระบบอื่น ๆ โดยมีหน้าที่หลักคือ เปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้า ซึ่งสามารถเพิ่มหรือลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งานภายในระบบ ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นส่วนสำคัญในระบบไฟฟ้า เพราะช่วยให้การไหลของไฟฟ้าเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

หม้อแปลงไฟฟ้ามีกี่ชนิด

หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนด โดยปกติจะนิยมใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

- การแบ่งหม้อแปลงไฟฟ้าตามวัสดุที่ใช้เป็นฉนวน
 - หม้อแปลงไฟฟ้าแบบใช้ของเหลวเป็นฉนวน (Liquid-Immersed Transformers)
 - หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนของเหลวติดไฟได้ (Flammable Liquid – Insulated Transformer)

หรือที่นิยมเรียกว่า หม้อแปลงน้ำมัน (Oil Type Transformer) เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ฉนวนฉนวนเป็นสารฉนวนและระบายความร้อน มีข้อดีคือดูแลรักษาได้ง่าย ราคาถูก มักใช้ในระบบไฟฟ้าทั่วไปที่ติดตั้งภายนอกอาคาร

- หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนของเหลวติดไฟยาก (Less-flammable Fluid-Insulated Transformer)

เป็นหม้อแปลงที่ใช้ของเหลวติดไฟยากเป็นฉนวน โดยส่วนมากนิยมใช้เป็นซิลิโคน ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร หากเป็นภายในอาคารต้องติดตั้งภายในห้องหรือพื้นที่ปิดเท่านั้น

- หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ (Non-Flammable Fluid-Insulated Transformer)

เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้สารเคมีไม่ติดไฟ อาทิ เปอร์คลอโรเอทิลีน (Perchloroethylene: PCE) หรือโพลีคลอรีเนตไบฟีนีล (Polychlorinated Biphenyl: PCB) เป็นฉนวน มีราคาสูง และเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงไม่นิยมนำมาใช้งาน

- หม้อแปลงไฟฟ้าแบบแห้ง (Dry-Type Transformers)

เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้สารเรซิน (Resin) เป็นฉนวนแทนน้ำมันหรือของเหลว มักใช้ในสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยสูง เช่น อาคารสูง หรือสถานที่ที่มีความไวต่อไฟฟ้าสูง

การแบ่งหม้อแปลงไฟฟ้าตามระบบไฟฟ้าที่ใช้งาน

- หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส (Single Phase Transformer)

ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากเสาไฟฟ้าแรงดันต่ำให้สามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าบ้านได้ ขนาดที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน ได้แก่ 30 kVA และ 50 kVA

- หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส (Three Phase Transformer)

ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าแรงดันสูง (22,000 โวลต์) ให้สามารถส่งไปยังผู้ใช้รายย่อย (220 โวลต์) มีขนาดให้เลือกใช้งานตั้งแต่ 50-2000 kVA

- การแบ่งตามลักษณะแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า

- หม้อแปลงไฟฟ้าแบบคอร์ (Core Type Transformer)

ทำงานโดยใช้ขดลวดพันล้อมรอบแกนเหล็กปฐมภูมิและทุติยภูมิ สามารถระบายความร้อนได้ดีกว่า เหมาะกับหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ในระบบจ่ายไฟฟ้า

- หม้อแปลงไฟฟ้าแบบเชลล์ (Shell Type Transformer)

ทำงานโดยใช้ขดลวดพันล้อมรอบแกนกลางของแกนเหล็ก เพื่อให้แกนเหล็กปฐมภูมิและทุติยภูมิอยู่ล้อมรอบขดลวด มีขนาดเล็ก ราคาประหยัด เหมาะกับหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้งานตามบ้านเรือนหรือสถานที่ต่าง

- การแบ่งหม้อแปลงไฟฟ้าตามลักษณะการใช้งาน

- หม้อแปลงไฟฟ้าเพิ่ม (Step-up Transformer)

ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น นิยมใช้สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าขนาด 220V ให้เป็น 230V สำหรับใช้งานในบ้านเรือน หรือ 380V สำหรับใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

- หม้อแปลงไฟฟ้าลด (Step-down Transformer)

ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง โดยแปลงไฟฟ้าแรงดันสูงขนาด 22,000V จากระบบจ่ายไฟฟ้าให้เหลือ 220V สำหรับใช้งานในครัวเรือน

- หม้อแปลงไฟฟ้าไอโซเลท (Isolation Transformer)

ทำหน้าที่แยกกระแสไฟฟ้า 2 ฝั่งออกจากกัน เพื่อสร้างความสม่ำเสมอให้กระแสไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องมือบางชนิดที่ต้องการความเสถียรสูง



หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

หลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. กระแสไฟฟ้าเข้าสู่หม้อแปลง

กระแสไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าผ่านทางสายไฟที่เชื่อมต่อกับหม้อแปลง

2. การแปลงแรงดัน

หม้อแปลงไฟฟ้าจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากระดับที่เข้าสู่หม้อแปลง (ระดับแรงดันที่สูงหรือต่ำกว่า) เป็นระดับแรงดันที่ต้องการสำหรับการใช้งานในระบบไฟฟ้า การแปลงแรงดันนี้เกิดจากการใช้ลวดหม้อแปลงแม่เหล็กภายในหม้อแปลงที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าแม่เหล็กในวงจร

3. การส่งออกกระแสไฟฟ้า

หลังจากที่หม้อแปลงไฟฟ้าแปลงแรงดันไฟฟ้าสำเร็จแล้ว จะส่งออกกระแสไฟฟ้าที่มีระดับแรงดันและความถี่ที่หม้อแปลงระบุไว้ไปยังระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่ต้องการใช้งาน

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. ข้อใดคือโครงสร้างภายในของไดโอด

- ก. สารกึ่งตัวนำชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN
- ข. สารตัวนำไฟฟ้าชนิด J และ K มาต่อกัน และมีตัวต้านทานภายในเพื่อทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้า
- ค. สารตัวนำชนิด H และ U มาต่อขนานกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองขนานกันเรียกว่ารอยต่อ

Hole

- ง. สารตัวนำไฟฟ้าชนิด T และ M มาต่ออนุกรมกัน และมีตัวเก็บประจุภายในเพื่อกรองกระแสไฟฟ้า
- จ. สารฉนวนไฟฟ้าชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN

2. การทดสอบไดโอด ใช้เครื่องมือในข้อใด

- ก. Volt Meter
- ข. Ohm Meter
- ค. Amp Meter
- ง. Oscilloscope
- จ. Function Generator

3. แรงดันของซีเนอร์ไดโอดมีให้เลือกตั้งแต่กี่โวลต์

- ก. 1.2 V
- ข. 1.4 V
- ค. 1.6 V
- ง. 1.8 V

จ. 2.2 V

4. ซีเนอร์ไดโอดที่นิยมใช้มากที่สุดมีอัตราทนกำลังงานสูงสุดเท่ากับเท่าใด

ก. 250 mW และ 500 mW

ข. 500 mW และ 5 W

ค. 250 mW และ 350 mW

ง. 500 mW และ 1 W

จ. 850 mW และ 3 W

5. สูตรคำนวณกำลังงานเพื่อคำนวณหากระแสซีเนอร์สูงสุดคือ

ก. $I_{uv} = \frac{P_X}{V_Z}$

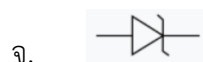
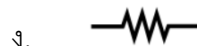
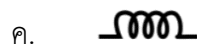
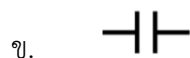
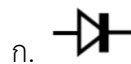
ข. $I_{ZN} = \frac{P_E}{V_K}$

ค. $I_{ZM} = \frac{P_D}{V_Z}$

ง. $I_{ZC} = \frac{P_R}{V_Z}$

จ. $I_{YM} = \frac{P_T}{V_O}$

6. สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดคือข้อใด



7. ทรานซิสเตอร์มีกี่ชนิด

ก. 2 ชนิด คือชนิดใช้แสง และชนิดใช้แรงดันไฟฟ้า

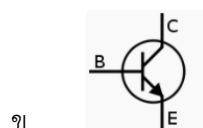
ข. 2 ชนิด คือชนิด NPN และชนิด PNP

ค. 2 ชนิด คือชนิดใช้แรงดัน และชนิดสนามแม่เหล็ก

ง. 2 ชนิด คือชนิด PPT และชนิด BPB

จ. 2 ชนิด คือชนิดกระแสตรง และชนิดกระแสสลับ

8. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN



ค. 

ง. 

จ. 

9. ข้อใดคือบอกถึงโครงสร้างภายในของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ได้ถูกต้องที่สุด

- ก. คือการใช้ตัวต้านทาน 2 ตัวมาต่ออนุกรมกัน
- ข. คือการใช้ไดโอด 2 ตัว มาต่อแบบหลังชนหลัง
- ค. คือการใช้ตัวเหนี่ยวนำ 2 ตัวมาต่ออนุกรมกัน
- ง. คือการใช้ไดโอด 2 ตัว มาต่อแบบหน้าชนหลัง
- จ. คือการใช้ไดโอด 1 ตัว มาต่อกับตัวเหนี่ยวนำ 1 ตัว

10. ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่อะไรได้บ้าง

- ก. ลดแรงดันไฟฟ้า
- ข. สวิตช์
- ค. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้
- ง. ข้อ ก. และ ข. เป็นข้อถูก
- จ. ข้อ ข. และ ค. เป็นข้อถูก

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.

7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.

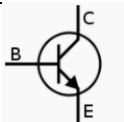
7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.

7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.

7.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ก. สารกึ่งตัวนำชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN เพราะโครงสร้างภายในของไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด N และ P มาต่อกัน ซึ่งจุดที่สารกึ่งตัวนำทั้งสองสัมผัสกันเรียกว่ารอยต่อ PN โดยรอยต่อนี้จะยอมให้อิเล็กตรอนอิสระที่มีอยู่มากในด้าน N เคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลใน P จึงทำให้เกิดประจุไฟฟ้าลบใน P ขึ้น และทั้งบริเวณที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกมาจาก N ให้ประจุไฟฟ้าบวก
---	--

2	ตอบ ข. Ohm Meter เพราะการทดสอบการทำงานของไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ โดยไดโอดที่อยู่ในสภาพดี และยังสามารถใช้งานได้ เมื่อได้รับการไบอัสตรง จะมีค่าความต้านทานต่ำ แต่เมื่อได้รับการไบอัสกลับจะมีค่าความต้านทานสูง
3	ตอบ ง. 1.8 V เพราะแรงดันของซีเนอร์ไดโอดจะมีให้เลือกตั้งแต่ 1.8 โวลต์จนถึงหลายร้อยโวลต์ ซีเนอร์ไดโอดที่ใช้งานสำหรับแรงดันต่ำ และใช้งานทั่วไปได้แก่ซีเนอร์ไดโอดค่า 3.3 V , 4.7 V , 5.1 V , 5.6 V , 6.2 V และ 9.1 V เป็นต้น
4	ตอบ ง. 500 mW และ 1 W เพราะเป็นซีเนอร์ไดโอดที่นิยมใช้มากที่สุดมีอัตราทนกำลังงานสูงสุด
5	ตอบ ค. $I_{ZM} = \frac{P_D}{V_Z}$ เพราะ I_{ZM} = กระแสซีเนอร์สูงสุด P_D = อัตราการแพร่กระจายพลังงาน V_Z = แรงดันซีเนอร์
6	ตอบ จ.  เพราะ เป็นสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอด
7	ตอบ ข. 2 ชนิด คือชนิด NPN และชนิด PNP เพราะการแบ่งชนิดของทรานซิสเตอร์จะแบ่งชนิดตามลักษณะของโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำ มี 2 ชนิดคือ ชนิด NPN และชนิด PNP
8	ตอบ ข.  เพราะ เป็นสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ ชนิด NPN
9	ตอบ ข. คือการใช้ไดโอด 2 ตัว มาต่อแบบหลังชนหลัง เพราะ จากภาพขยายของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN จะเห็นว่าทรานซิสเตอร์ชนิดนี้ ประกอบด้วย ไดโอด 2 ตัว ได้แก่ B-C และ B-E โดยเมื่อเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ไดโอดทั้งสองตัวจะต่อกันแบบหลังชนหลัง (Back – to – Back) แต่ถ้าเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ไดโอดทั้งสองจะชี้เข้าไปยังขาเบส
10	ตอบ จ. ข้อ ข. และ ค. เป็นข้อถูก เพราะการเปิด ปิด วงจรของทรานซิสเตอร์จะถูกควบคุมโดย B-E ไดโอด นั่นคือเมื่อ B-E ได้รับไบอัสตรง ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสถานะ ON แต่ถ้า B-E ได้รับไบอัสกลับ ทรานซิสเตอร์จะอยู่

	สภาวะ OFF และเมื่อจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ที่เบส ทำให้เกิดค่าความต้านทานต่ำระหว่างอิมิตเตอร์ และคอลเลคเตอร์ (ปิดสวิตช์) และเมื่อให้แรงดันไฟฟ้า 0 โวลต์ จ่ายเข้าที่เบสกลับทำให้ค่าความต้านทานสูงระหว่างอิมิตเตอร์ และคอลเลคเตอร์ (เปิดสวิตช์) ทหรานซิสเตอร์จึงทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้
--	--

	ใบงานที่ 7	หน่วยที่ 7
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 12-13
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3.2 หม้อแปลงไฟฟ้า

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกชนิดของตัวต้านทานได้

4.2 อ่านค่าความต้านทานได้

4.3 คำนวณค่าตัวต้านทานได้

4.4 อธิบายหลักการของตัวเหนี่ยวนำได้

4.5 บอกชนิดของตัวเหนี่ยวนำได้

4.6 อ่านค่าตัวเหนี่ยวนำได้

4.7 คำนวณค่าตัวเหนี่ยวนำได้

4.8 อธิบายหลักการของตัวเก็บประจุได้

4.9 บอกชนิดของตัวเก็บประจุได้

4.10 อ่านค่าความจุได้

4.11 คำนวณค่าตัวเก็บประจุได้

4.12 อธิบายหลักการทำงานของหม้อแปลงได้

4.13 บอกชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ชนิด 4 แถบสี ค่าแตกต่างกัน 10 ตัว

2. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ชนิด 5 แถบสี ค่าแตกต่างกัน 10 ตัว

3. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว

4. แผงวงจรและสายต่อวงจร 1 ชุด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ตรวจสอบแถบสีและค่าตัวต้านทานให้ถูกต้องก่อนนำไปต่อวงจร

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การทดลองที่ 1 การอ่านค่าความต้านทาน

1. บันทึกแถบสีของตัวต้านทานชนิด 4 แถบสี จำนวน 10 ตัว ลงในตารางที่ 10.1 ช่องรหัสสี และอ่านค่ารหัสสีความต้านทานของตัวต้านทาน บันทึกค่าลงในช่องตัวเลขที่อ่านได้ ค่าที่อ่านได้จากแถบสีและช่องค่าความผิดพลาด

ตารางที่ 10.1 ตารางบันทึกค่าความต้านทานของตัวต้านทานชนิด 4 แถบสี

ตัว ที่	รหัสสี	ค่าที่อ่านได้		ค่าความ ผิดพลาด
		จากแถบสี	จากการวัด	

2. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์เป็นย่านวัดโอห์ม ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับค่าความต้านทานที่จะวัด ปรับเข็มของมิเตอร์ให้ชี้ค่าตรงเลขศูนย์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานชนิด 4 แถบสี ทั้ง 5 ตัว บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.1 ช่องค่าที่อ่านได้จากการวัด

3. บันทึกแถบสีของตัวต้านทานชนิด 5 แถบสี จำนวน 10 ตัว ลงในตารางที่ 10.2 ช่องรหัสสี และอ่านค่ารหัสสีความต้านทานของตัวต้านทานแล้วบันทึกค่าลงในช่องตัวเลขที่อ่านได้ ค่าที่อ่านได้จากแถบสีและช่องค่าความผิดพลาด

ตารางที่ 10.2 ตารางบันทึกค่าความต้านทานของตัวต้านทานชนิด 5 แลบสี

ตัว ที่	รหัสสี	ค่าที่อ่านได้		ค่าความ ผิดพลาด
		จากแลบสี	จากการวัด	

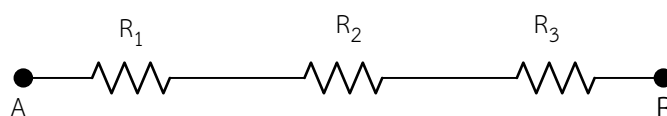
ตารางที่ 10.2 (ต่อ) ตารางบันทึกค่าความต้านทานของตัวต้านทานชนิด 5 แลบสี

ตัว ที่	รหัสสี	ค่าที่อ่านได้		ค่าความ ผิดพลาด
		จากแลบสี	จากการวัด	

4. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์เป็นย่านวัดโอห์ม ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับค่าความต้านทานที่จะวัดปรับเข็มของมิเตอร์ให้ชี้ค่าตรงเลขศูนย์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานชนิด 5 แลบสี ทั้ง 10 ตัว บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.2 ช่องค่าที่อ่านได้จากการวัด

การทดลองที่ 2 การต่อวงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม ขนาน และผสม

1. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่านวัด $\times 10$ และปรับเข็มชี้ให้ตรงเลขศูนย์
2. ต่อตัวต้านทานดังรูปที่ 10.1 ใช้ตัวต้านทานในการทดลองที่ 1



รูปที่ 10.1 แสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

3. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมที่จุด A-B และค่าความต้านทานของตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.3 ช่องค่าที่วัดได้

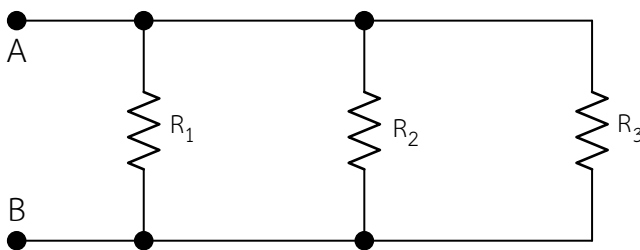
ตารางที่ 10.3 ตารางบันทึกค่าความต้านทานเมื่อต่อแบบอนุกรม

จุดที่วัด	ค่าที่อ่านได้จากการวัด				ค่าที่คำนวณได้
	A-B	R ₁	R ₂	R ₃	
ค่าความต้านทาน (Ω)	790Ω	100Ω	220Ω	470Ω	790Ω

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\
 &= 100 + 220 + 470 \\
 &= 790 \Omega
 \end{aligned}$$

4. ต่อตัวต้านทาน ดังรูปที่ 10.2 ใช้ตัวต้านทานในการทดลองที่ 1



รูปที่ 10.2 แสดงการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

5. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมที่จุด A-B และค่าความต้านทานของตัวต้านทาน R₁, R₂ และ R₃ บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.4 ช่องค่าที่วัดได้

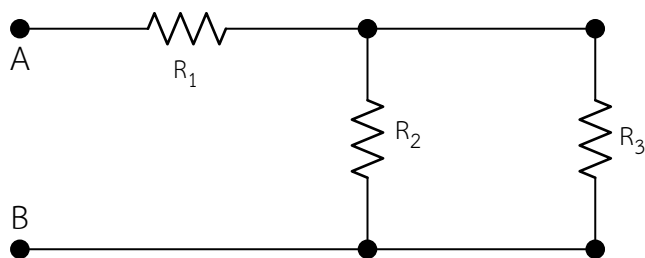
ตารางที่ 10.4 ตารางบันทึกค่าความต้านทานเมื่อต่อแบบขนาน

จุดที่วัด	ค่าที่อ่านได้จากการวัด				ค่าที่คำนวณได้
	A-B	R ₁	R ₂	R ₃	
ค่าความต้านทาน (Ω)	60Ω	100Ω	220Ω	470Ω	58.82 Ω

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\
 &= \frac{1}{100} + \frac{1}{220} + \frac{1}{470} \\
 &= \frac{431}{25850} \\
 &= 0.017 \\
 R_T &= \frac{1}{0.017} \\
 &= 58.82\Omega
 \end{aligned}$$

6. ต่อตัวต้านทาน ดังรูปที่ 10.3 ใช้ตัวต้านทานในการทดลองที่ 1



รูปที่ 10.3 แสดงการต่อตัวต้านทานแบบผสม (ขนาน-อนุกรม)

7. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมที่จุด A-B และค่าความต้านทาน ของตัวต้านทาน R₁, R₂ และ R₃ บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.5 ช่องค่าที่อ่านได้

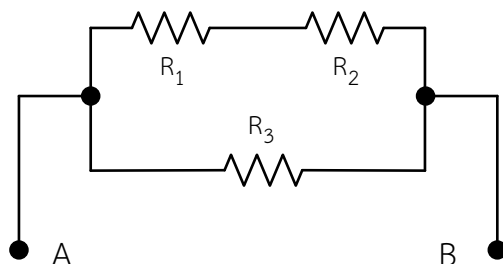
ตารางที่ 10.5 ตารางบันทึกค่าความต้านทานเมื่อต่อแบบผสม (ขนาน-อนุกรม)

จุดที่วัด	ค่าที่อ่านได้จากการวัด				ค่าที่คำนวณได้
	A-B	R ₁	R ₂	R ₃	
ค่าความต้านทาน (Ω)	250Ω	100Ω	220Ω	470Ω	249.86Ω

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 R_{T1} &= \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} & R_T &= R_1 + R_{T1} \\
 &= \frac{220 \times 470}{220 + 470} & &= 100 + 149.86 \\
 &= 149.86 \Omega & &= 249.86 \Omega
 \end{aligned}$$

8. ต่อตัวต้านทาน ดังรูปที่ 10.4 ใช้ตัวต้านทานในการทดลองที่ 1



รูปที่ 10.4 แสดงการต่อตัวต้านทานแบบผสม (อนุกรม-ขนาน)

9. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานรวมที่จุด A-B และค่าความต้านทาน ของตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.6 ช่องค่าที่อ่านได้

ตารางที่ 10.6 ตารางบันทึกค่าความต้านทานเมื่อต่อแบบผสม (อนุกรม-ขนาน)

จุดที่วัด	ค่าที่อ่านได้จากการวัด				ค่าที่คำนวณได้
	A-B	R_1	R_2	R_3	
ค่าความต้านทาน (Ω)	190 Ω	100 Ω	220 Ω	470 Ω	190.38 Ω

การคำนวณ

$$\begin{aligned}
 R_{T1} &= R_1 + R_2 \\
 &= 100 + 220 \\
 &= 320 \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_T &= \frac{R_{T1} \times R_3}{R_{T1} + R_3} \\
 &= \frac{320 \times 470}{320 + 470} \\
 &= 190.38 \Omega
 \end{aligned}$$

10. คำนวณค่าความต้านทานรวม จากค่าความต้านทาน ของตัวต้านทานที่กำหนดในการต่อตัวต้านทาน รูปที่ 10.1, 10.2, 10.3 และ 10.4 บันทึกค่าลงในตารางที่ 10.3, 10.4, 10.5 และ 10.6 ช่องค่าที่คำนวณได้ของทุกตาราง

11. เปรียบเทียบค่าความต้านทานที่วัดได้ของตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 จากตารางที่ 10.3, 10.4, 10.5 และ 10.6 กับค่าความต้านทานที่อ่านค่าได้ มีค่า.....ไม่ตรงกัน.....

เพราะ ตัวต้านทานแต่ละตัวมีค่าความผิดพลาดภายในตัวซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวต้านทานแต่ละตัวเช่นกัน

12. เปรียบเทียบค่าความต้านทานรวมที่คำนวณได้ กับค่าที่วัดได้ จากตารางที่ 10.3, 10.4, 10.5 และ 10.6 แต่ละตารางมีค่า ไม่ตรงกัน เพราะ ค่าความผิดพลาดของตัวต้านทานแต่ละตัว และลักษณะการต่อตัวต้านทาน ซึ่ง ทำให้ค่าความต้านทานและค่าความผิดพลาดมีค่า น้อยลงหรือเพิ่มขึ้น

8. สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองที่ 1.สรุปได้ว่า การอ่านค่าความต้านทาน กรณีตัวต้านทานแบบ .4. แบนสีต้องอ่านค่าแถบสีที่ขีดกัน ให้แถบสีซ้ายมือสุดแปลเป็นตัวเลขหลักสิบ แถบสีถัดไปเป็นหลักหน่วย ค่าตัวคูณและค่าผิดพลาดอยู่ ขวามือสุด ส่วนตัวต้านทานแบบ .5. แบนสี อ่านค่า .3. แถบสีที่ขีดกันด้านซ้ายมือสุดแปลเป็นตัวเลข แถบสีถัดไปเป็น ค่าตัวคูณและค่าผิดพลาดอยู่ขวามือสุด ตรวจสอบได้จากการอ่านค่าจากการวัดด้วยมัลติมิเตอร์

จากผลการทดลองที่ 2.สรุปได้ว่า การต่อตัวต้านทานทุกแบบ ได้ค่าความต้านทานรวมเป็นไปตามคุณสมบัติของการต่อตัวต้านทานแบบนั้น ๆ ส่วนค่าความต้านทาน ที่วัดครอบคลุมตัวต้านทาน R1, R2 และ R3 ในการต่อแบบอนุกรม จะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว ส่วนในการต่อแบบขนาน แบบผสม (ขนาน-อนุกรม) และแบบผสม (อนุกรม-ขนาน) มีค่าความต้านทานของตัวต้านทาน R1, R2 และ R3 ไม่เท่ากับค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว เนื่องจากผลความต้านทานของตัวต้านทานส่วนที่ต่อแบบขนานจะวัดค่าได้

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 8

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 รีเลย์ ไมโครโฟน และลำโพง

3.2 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายหลักการทำงานของรีเลย์ได้

4.2 อธิบายการใช้งานหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้

4.3 บอกชนิดของรีเลย์ได้

4.4 บอกชนิดของไมโครโฟนได้

4.5 อธิบายหลักการทำงานของไมโครโฟนได้

4.6 บอกชนิดของลำโพงได้

4.7 อธิบายหลักการทำงานของลำโพงได้

4.8 อธิบายการใช้งานของลำโพงได้

4.9 อธิบายคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำได้

- 4.10 อธิบายชนิด และการใช้งานไดโอดได้
- 4.11 อธิบายหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ได้
- 4.12 อธิบายชนิด และการใช้งานทรานซิสเตอร์ได้
- 4.13 อธิบายการต่อวงจรอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้

5. สารการเรียนรู้

- 5.1 รีเลย์ ไมโครโฟน และลำโพง
- 5.2 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระดมสมองแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียน

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 รีเลย์ ไมโครโฟน และลำโพง

3.2 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายหลักการทำงานของรีเลย์ได้

4.2 อธิบายการต่อใช้งานหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้

4.3 บอกชนิดของรีเลย์ได้

4.4 บอกชนิดของไมโครโฟนได้

4.5 อธิบายหลักการทำงานของไมโครโฟนได้

4.6 บอกชนิดของลำโพงได้

4.7 อธิบายหลักการทำงานของลำโพงได้

4.8 อธิบายการต่อใช้งานของลำโพงได้

4.9 อธิบายคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำได้

4.10 อธิบายชนิด และการใช้งานไดโอดได้

4.11 อธิบายหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ได้

4.12 อธิบายชนิด และการใช้งานทรานซิสเตอร์ได้

4.13 อธิบายการต่อวงจรอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้

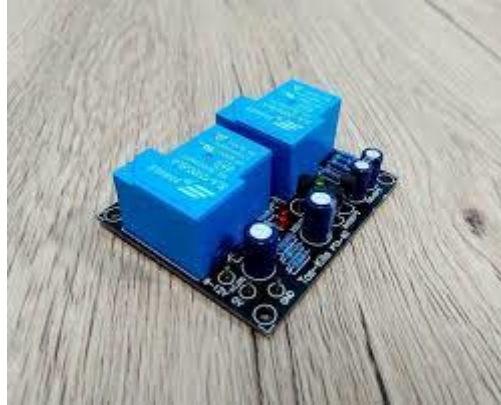
5. สารการเรียนรู้

5.1 รีเลย์ ไมโครโฟน และลำโพง

รีเลย์ (Relay):

- เป็นอุปกรณ์สวิตช์ไฟฟ้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรด้วยสัญญาณไฟฟ้าขนาดเล็ก

- ในระบบเสียง รีเลย์มักใช้เพื่อป้องกันลำโพงจากการกระชากของกระแสไฟฟ้าในช่วงเปิด-ปิดเครื่องขยายเสียง หรือเพื่อสลับแหล่งสัญญาณเสียง
- ตัวอย่างการใช้งาน: รีเลย์ป้องกันลำโพง (Speaker Protection Relay) จะช่วยป้องกันลำโพงไม่ให้เสียหายจากสัญญาณไฟฟ้าที่แรงเกินไป



ไมโครโฟน (Microphone):

- ทำหน้าที่รับเสียงและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า
- มีหลายประเภท เช่น ไมโครโฟนแบบไดนามิก, คอนเดนเซอร์, หรือริบบอน
- ใช้ในการบันทึกเสียง, การถ่ายทอดเสียงผ่านระบบเสียง, หรือการสื่อสาร



ลำโพง (Speaker):

- ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าและแปลงกลับเป็นคลื่นเสียง
- มีหลายประเภท เช่น ลำโพงแบบไดนามิก, ลำโพงแบบ Electrostatic, หรือลำโพงแบบ Ribbon
- ใช้ในการสร้างเสียงที่ผู้ฟังได้ยิน



5.2 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor devices) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน (Si) หรือเจอร์เมเนียม (Ge) มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน ทำให้สามารถควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าได้ อุปกรณ์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น ไดโอด (Diode), ทรานซิสเตอร์ (Transistor), และวงจรรวม (Integrated Circuit - IC)



อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญต่อแผงวงจรไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีอยู่หลายชนิด ดังนี้

- ตัวต้านทาน (Resistor) ทำหน้าที่ในการต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า
- ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ทำหน้าที่สะสมประจุไฟฟ้า หรือคายประจุไฟฟ้าให้กับวงจร
- ซิลิกอนชิป (Silicon chip) หรือวงจรรวม เป็นวงจรที่รวมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน

ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลหรือประมวลผล

- ทรานซิสเตอร์ (Transistor) ทำหน้าที่เปิด - ปิดสัญญาณไฟฟ้า หรือขยายสัญญาณไฟฟ้า
- ไดโอด (Diode) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไหลทางเดียว

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถูกนำไปใช้ประโยชน์มากมาย เช่น เป็นแผงวงจรในคอมพิวเตอร์ ใช้บันทึกข้อมูลในบัตร ATM หรือโน้ตบุ๊กมือถือ และเป็นส่วนประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้าอีกด้วย

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดทำมาจากสารกึ่งตัวนำ ได้แก่ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และวงจรรวม ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ แยกตามจำนวนขาของอุปกรณ์ โดยไดโอดมีขาต่อ 2 ขา ทรานซิสเตอร์มีขาต่อ 3 ขา และวงจรรวมมีขาต่อหลายสิบขา แล้วสารกึ่งตัวนำมีความสำคัญต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้อย่างไร ทำไมถึงต้องใช้สารกึ่งตัวนำเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์เหล่านี้

สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) คือ วัสดุที่มีสมบัติของการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่างตัวนำและฉนวน ส่วนมากจะมีส่วนประกอบของธาตุเจอร์เมเนียม (Germanium) ซิลิคอน (Silicon) ซึ่งเป็นธาตุกึ่งโลหะ และซีลีเนียม (Selenium) โดยความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ นั่นคือ ที่อุณหภูมิเข้าใกล้ศูนย์เคลวิน สารกึ่งตัวนำจะไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ เนื่องจาก เมื่อวัสดุกึ่งตัวนำจะเป็นผลึกโควาเลนต์ อิเล็กตรอนทั้งหมดที่อยู่ในเนื้อวัสดุจะถูกตรึงอยู่ในพันธะโควาเลนต์ ซึ่งเป็นพันธะที่ทำให้อะตอมสามารถยึดเหนี่ยวอยู่ด้วยกันได้ ทำให้ไม่มีอิเล็กตรอนที่เป็นอิสระอยู่ในผลึก เมื่อไม่มีอิเล็กตรอนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ จึงทำให้สารกึ่งตัวนำไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ แต่ในอุณหภูมิสูงกว่าปกติ อิเล็กตรอนบางส่วนจะได้รับพลังงานจากความร้อนเพียงพอที่จะทำให้หลุดออกจากพันธะ กลายเป็นอิเล็กตรอนที่อิสระและสามารถเคลื่อนที่ได้ สารกึ่งตัวนำจึงสามารถนำไฟฟ้าได้

การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิจะมีสมบัติตรงข้ามกับโลหะ เนื่องจากโลหะจะมีอิเล็กตรอนอิสระ (free electron) และเคลื่อนที่ได้โดยอิสระอยู่แล้ว ทำให้นำไฟฟ้าได้ดี แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ไอออนบวกที่อยู่ตรงกลางจะเกิดการสั่นด้วยความถี่สูง อิเล็กตรอนอิสระที่เคยเคลื่อนที่ได้โดยสะดวกก็จะเคลื่อนที่ได้ยากขึ้น ดังนั้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น การนำไฟฟ้าของโลหะจึงลดลง

นอกจากการนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแล้ว ยังขึ้นอยู่กับสิ่งไม่บริสุทธิ์ที่เจือปนอยู่ในเนื้อสารด้วย ดังนั้นเราจึงแบ่งประเภทสารกึ่งตัวนำได้เป็น 2 ประเภท คือ สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ และสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์

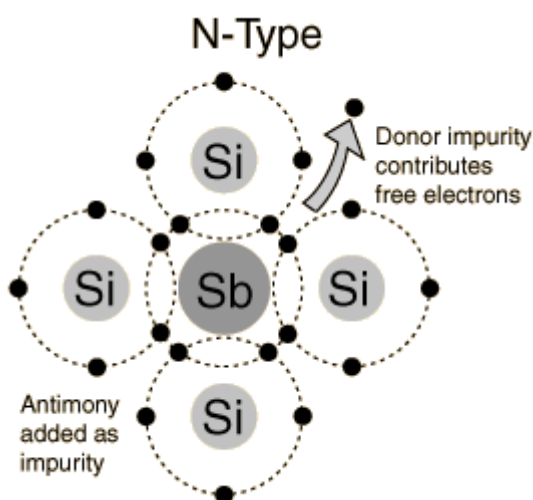
สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์

อย่างที่เคยกล่าวไปในตอนต้นว่าที่อุณหภูมิเข้าใกล้ศูนย์เคลวิน หรือ ศูนย์องศาสัมบูรณ์ จะไม่มีอิเล็กตรอนอิสระที่สามารถเคลื่อนที่ได้ภายในโครงสร้างของวัสดุที่เป็นสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ทำให้สารกึ่งตัวนำไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์องศาสัมบูรณ์ หรือมีการผ่านสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มของสนามมากพอเข้าไป วิธีการนี้จะทำให้อิเล็กตรอนบางส่วนหลุดออกจากพันธะ เมื่ออิเล็กตรอนหลุดออกมา จะทำให้เกิดช่องว่างขึ้น เราเรียกแทนช่องว่างนี้ว่า โฮล (Hole) และเมื่อมีช่องว่างเกิดขึ้น จะมีอิเล็กตรอนตัวอื่นเคลื่อนที่มาแทนในตำแหน่งโฮลถัด ๆ กัน การเคลื่อนที่เข้าแทนที่ของอิเล็กตรอนเป็นเส้นตรง ทำให้มองได้ว่าโฮลมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทิศตรงข้ามกับทิศที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยเช่นกัน ทั้งที่จริงแล้วโฮลนั้นอยู่กับที่ ถ้าเราใส่สนามไฟฟ้าให้สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ อิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ตรงข้ามกับทิศของสนามไฟฟ้า ส่วนโฮลจะเคลื่อนที่ทิศเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า การนำไฟฟ้าจึงเกิดขึ้นได้จากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและโฮล

สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์

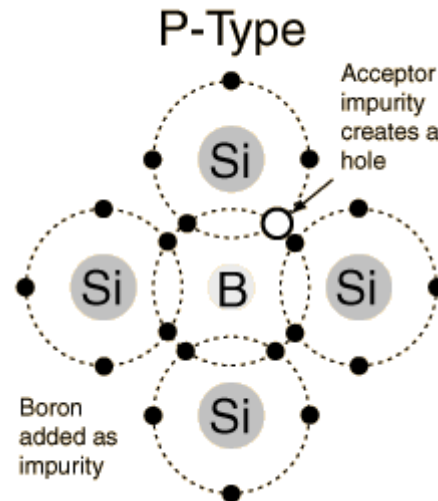
จากข้อมูลข้างต้น เราคงทราบกันแล้วว่า การนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์นั้นเกิดได้บางสภาวะเท่านั้น และเนื่องจากสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์นั้น มีจำนวนอิเล็กตรอนอิสระอยู่น้อย จึงทำให้การนำไฟฟ้าเป็นไปได้ไม่ดีนัก ดังนั้นเพื่อเป็นการปรับปรุงสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ให้มีประสิทธิภาพในการนำไฟฟ้าที่ดีขึ้น เราจึงมีการผสมสารเจือปนบางอย่างให้กับสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ เราจึงเรียกสารกึ่งตัวนำที่ได้จากการใส่สารเจือปนว่า สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P

- สารกึ่งตัวนำชนิด N(N - Type) ทำได้โดยการผสมสารเจือปนโดเนอร์ (Donor) ในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ ซึ่งสารเจือปนโดเนอร์จะทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนอิสระ (Donor แปลว่า ผู้ให้) เป็นธาตุหมู่ V ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) อาร์เซนิก (As) และแอนติโมนี (Sb) ซึ่งหลังจากการเจือปนโดเนอร์ ที่เป็นธาตุหมู่ V ไปในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุในหมู่ IV ซึ่งมีอิเล็กตรอนในวงนอกสุดเพียง 4 ตัว จึงทำให้มีอิเล็กตรอนอิสระเกินมาในสารกึ่งตัวนำ 1 ตัว โดยอิเล็กตรอนอิสระที่เกินมานั้น สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในผลึกของสารกึ่งตัวนำชนิดนี้ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ และเนื่องจากในผลึกมีอิเล็กตรอนเกินมา ทำให้มีประจุลบมากกว่าประจุบวก ดังนั้น สารกึ่งตัวนำชนิด N จึงมีประจุเป็นลบ



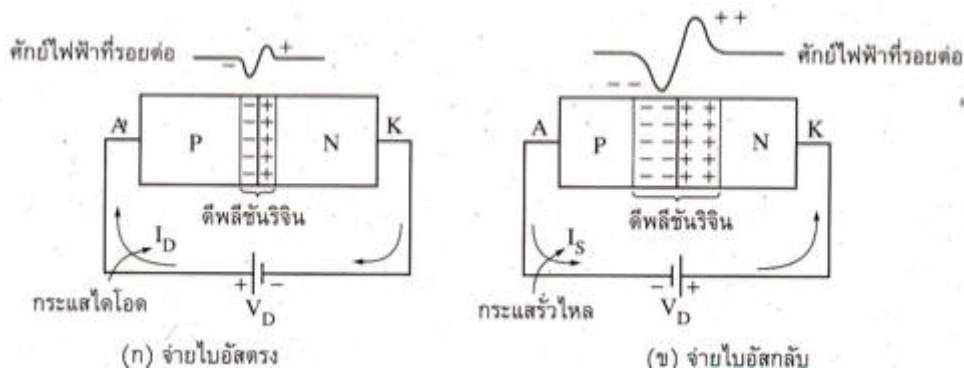
รูปที่ 1 ซิลิกอน (Si) ที่เจือปนด้วยแอนติโมนี (Sb) ทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระเกินมา 1 ตัวเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N - Type

- สารกึ่งตัวนำชนิด P(P - Type) ทำได้โดยการผสมสารเจือปนแอคเซปเตอร์ (Acceptor) ในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ ซึ่งสารเจือปนแอคเซปเตอร์จะทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนอิสระ (Acceptor แปลว่า ผู้รับ) เป็นธาตุหมู่ III ได้แก่ โบรอน (B) แกลเลียม (Ga) อลูมิเนียม (Al) และอินเดียม (In) ซึ่งหลังจากการเจือปนแอคเซปเตอร์ ที่เป็นธาตุหมู่ III ไปในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุในหมู่ IV ซึ่งมีอิเล็กตรอนในวงนอกสุด 4 ตัว จะทำให้อิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำหายไป 1 ตัว ทำให้เกิดช่องว่าง หรือ โฮล ขึ้นในสารกึ่งตัวนำชนิดนี้ และเนื่องจากมีอิเล็กตรอนในผลึกหายไป ทำให้ประจุลบน้อยกว่าประจุบวก ดังนั้น สารกึ่งตัวนำชนิด P จึงมีประจุเป็นบวก



รูปที่ 2 ซิลิกอน (Si) ที่เจือปนด้วยโบรอน (B) ทำให้ขาดอิเล็กตรอน 1 ตัว เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P – Type

เมื่อเรารู้จักกับสารกึ่งตัวนำกันแล้ว จะเห็นว่าเราสามารถควบคุมการนำไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำได้ ดังนั้น ถ้าเรานำสารกึ่งตัวนำมาเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เราก็จะสามารถควบคุมการนำไฟฟ้าของ อุปกรณ์เหล่านั้นได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น ไดโอด เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด P – Type มาต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิด N – Type กลายเป็นหัวต่อ PN การต่อในที่นี้จะใช้วิธีปลูกผลึก บริเวณที่เป็นหัวต่อ PN จะเป็นรอยต่อระหว่างผลึกสารกึ่งตัวนำชนิด P และผลึกสารกึ่งตัวนำชนิด N โดยบริเวณรอยต่อ จะมีเขตปลอดพาหะ (Depletion region) เมื่อจ่ายแรงดันไฟบวกขั้วให้ไดโอด หรือจ่ายแรงดันไฟบวกให้ด้านที่เป็น P บริเวณเขตปลอดพาหะจะแคบ ไดโอดจะมีความต้านทานต่ำและยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เรียก ภาวณี้ว่า ไบอัสตรง (forward bias) แต่ถ้าจ่ายแรงดันไฟกลับขั้วให้กับไดโอด หรือจ่ายแรงดันไฟบวกให้ด้านที่เป็น N บริเวณเขตปลอดพาหะจะกว้างขึ้น ไดโอดจะมีความต้านทานสูงและไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เรียกภาวณี้ว่า ไบอัสกลับ (reverse bias) แสดงดังรูป



รูปที่ 3 แสดงการทำงานของไดโอด โดยสัญลักษณ์ A แทนคาแอโนด และ K แทนคาแคโทด

จากข้อความข้างต้น จะเห็นว่าการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ สามารถควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าได้จากสมบัติของสารกึ่งตัวนำ และเราก็สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อีกหลายชนิด

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. SCR ทำงานคล้ายกับอะไร

- ก. สวิตช์เปิด ปิด
- ข. ตัวต้านทาน
- ค. ตัวเก็บประจุ
- ง. ทรานซิสเตอร์
- จ. ไดโอด

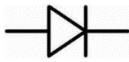
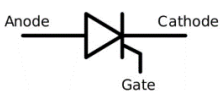
2. SCR มีโครงสร้างภายในประกอบด้วยชั้นของสารตัวนำกี่ชั้น อะไรบ้าง

- ก. 3 ชั้น PNP
- ข. 3 ชั้น NPN
- ค. 4 ชั้น NNPP
- ง. 4 ชั้น PPPN
- จ. 4 ชั้น PNPN

3. ถ้าป้อนสัญญาณไฟสลับผ่าน SCR ขาเกตของ SCR จะตอบสนองสัญญาณ และกระตุ้นให้ SCR ทำงานเฉพาะสัญญาณใด

- ก. สัญญาณเฉพาะครึ่งลบ
- ข. สัญญาณเฉพาะครึ่งบวก
- ค. สัญญาณบวก และลบ
- ง. สัญญาณสแควร์เวฟ
- จ. ตอบสนองทุกสัญญาณ

4. สัญลักษณ์ของ SCR ไวแสงคือข้อใด

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

5. SCR ไวแสงนิยมใช้ในวงจรใด

- ก. วงจรควบคุมแสงสว่าง
- ข. วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์

- ค. วงจรซาร์จแบตเตอรี่
 - ง. วงจรควบคุมอุณหภูมิ
 - จ. วงจรสัญญาณเตือนภัย
6. โวลต์มิเตอร์ใช้สำหรับทำการวัดค่าอะไร
- ก. วัดค่ากระแสไฟฟ้า
 - ข. วัดค่าความต้านทาน
 - ค. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า
 - ง. วัดค่าความถี่ไฟฟ้า
 - จ. วัดค่ากำลังงานไฟฟ้า
7. การวัดแรงดันไฟฟ้าใช้เครื่องมืออะไร และต้องต่ออย่างไร
- ก. ใช้แอมป์มิเตอร์ และต่อแบบอนุกรม
 - ข. ใช้โวลต์มิเตอร์ และต่อแบบขนาน
 - ค. ใช้มัลติมิเตอร์ และต่อแบบทแยง
 - ง. ใช้มัลติมิเตอร์ และต่อแบบผสม
 - จ. ใช้เครื่องมืออะไรก็ได้ และต่อแบบไหนก็ได้
8. การทำงานของเครื่องวัดแบบแอนะล็อกใช้หลักการใด
- ก. สนามแม่เหล็ก
 - ข. แรงโน้มถ่วง
 - ค. แรงอัด
 - ง. แรงดัน
 - จ. แรงกด
9. การใช้เครื่องวัดแบบแอนะล็อกควรวางเครื่องวัดให้อยู่ในแนวราบ หรือแนวระดับเพราะเหตุใด
- ก. ความไวในการวัด จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็ม
 - ข. แรงโน้มถ่วงจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็ม
 - ค. แรงกดดันจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็ม
 - ง. แรงกดอากาศจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็ม
 - จ. สนามแม่เหล็กจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็ม
10. การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สายสีแดงของเครื่องวัดจะต้องต่อเข้ากับข้อใด
- ก. ด้านที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก (+)
 - ข. ด้านที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ (-)
 - ค. ด้านที่เป็นสายเฟส (P)
 - ง. ด้านที่เป็นสายนิวตรอน (N)

จ. ด้านที่เป็นสายต่อลงดิน (E)

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.

7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.

7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.

7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.

7.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ก. สวิตช์เปิด ปิด เพราะ SCR เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าปริมาณมากๆ ก่อนที่จะไหลไปยังโหลด แต่เนื่องด้วย SCR เป็นอุปกรณ์ประเภท Solid-State Device ดังนั้นการทำงานที่สวิตช์ของ SCR จึงเกิดขึ้นเร็วมาก
2	ตอบ ง. 4 ชั้น PPPN เพราะ SCR เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 4 ชั้น ซึ่งได้รับการโด๊ป (Dope) ในปริมาณแตกต่างกัน และมีขั้วต่อใช้งาน 3 ขั้ว ได้แก่ อาโนด (A) คาโทด (K) และเกต (G)
3	ตอบ ข. สัญญาณเฉพาะครึ่งบวก เพราะถ้าป้อนสัญญาณไฟสลับผ่าน SCR ขาเกตของ SCR จะตอบสนองสัญญาณ และกระตุ้นให้ SCR ทำงานเฉพาะสัญญาณครึ่งบวก
4	ตอบ ก.  เพราะ เป็นสัญลักษณ์ของ SCR ไวแสง
5	ตอบ จ. วงจรสัญญาณเตือนภัย เพราะ SCR ไวแสงจะทำงานเป็นสวิตช์ที่ทำงานด้วยแสงชนิดหนึ่ง โดยลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ SCR แต่มีความแตกต่างเพียงว่าการทำงานของ SCR ไวแสงจะมีความไวต่อแสงมาก จึงสามารถใช้แสงที่มาตกกระทบเป็นตัวกระตุ้นให้ SCR ไวแสงทำงานได้ จึงเหมาะกับวงจร
6	ตอบ ค. วัดค่าแรงดันไฟฟ้า เพราะแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ และมีเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าคือ โวลต์มิเตอร์
7	ตอบ ข. ใช้โวลต์มิเตอร์ และต่อแบบขนาน

	เพราะการวัดแรงดันไฟฟ้าจะต้องต่อวงจรของโวลต์มิเตอร์ แบบขนานเท่านั้น
8	ตอบ ก. สนามแม่เหล็ก เพราะขดลวดเคลื่อนที่ภายในเครื่องวัดแบบแอนะล็อกนี้จะเป็นตัวผ่านของกระแสไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า หรือความต้านทานไฟฟ้า โดยการวัดผ่านสายทั้งสอง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในขดลวดจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น โดนสนามแม่เหล็กนี้จะให้กำเนิดชั่วเหนื่อทางด้านขวา และชั่วใต้ทางด้านซ้ายของขดลวดเคลื่อนที่นี้
9	ตอบ ข. แรงโน้มถ่วงจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็ม เพราะการวัดที่ได้ผลของการวัดที่ถูกต้องนั้นควรวางเครื่องวัดให้อยู่ในแนวราบหรือแนวระดับของการวัด เนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก มีผลต่อการเคลื่อนที่ของเข็มเครื่องวัด
10	ตอบ ก. ด้านที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก (+) เพราะถ้าต่อผิด เมื่อทำการวัดเข็มของเครื่องวัดจะชี้กลับด้าน

	ใบงานที่ 8	หน่วยที่ 8
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 14-15
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 2 ชม. ปฏิบัติ 6 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 รีเลย์ ไมโครโฟน และลำโพง

3.2 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 อธิบายหลักการทำงานของรีเลย์ได้

4.2 อธิบายการต่อใช้งานหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้

4.3 บอกชนิดของรีเลย์ได้

4.4 บอกชนิดของไมโครโฟนได้

4.5 อธิบายหลักการทำงานของไมโครโฟนได้

4.6 บอกชนิดของลำโพงได้

4.7 อธิบายหลักการทำงานของลำโพงได้

4.8 อธิบายการต่อใช้งานของลำโพงได้

4.9 อธิบายคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำได้

4.10 อธิบายชนิด และการใช้งานไดโอดได้

4.11 อธิบายหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ได้

4.12 อธิบายชนิด และการใช้งานทรานซิสเตอร์ได้

4.13 อธิบายการต่อวงจรอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- | | |
|----------------------------------|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0-30 V | 1 เครื่อง |
| 2. มัลติมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 3. ไดโอดชนิดซิลิกอน | 1 ตัว |

4. ตัวต้านทาน $1\text{ k}\Omega$ 2 W

1 ตัว

5. แผงประกอบวงจรและสายต่อวงจร

1 ชุด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ตรวจสอบขั้วของไดโอดและการตั้งขั้วของมัลติมิเตอร์

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การทดลองที่ 1 การตรวจสอบขาของไดโอด

1. ตั้งขั้วของมัลติมิเตอร์ที่ $R \times 1$

2. ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบขาของไดโอด สังเกตการเคลื่อนที่ของเข็มมิเตอร์ มีการเคลื่อนที่อย่างไร..ไม่มีการเคลื่อนที่..

3. สลับขั้วของมัลติมิเตอร์ ตรวจสอบขาของไดโอด การเคลื่อนที่ของเข็มมิเตอร์ มีการเคลื่อนที่อย่างไร

..มีการเคลื่อนที่ขึ้นไป..เกือบถึงค่าอนันต์..

4. ขาแอโนดกับขั้วของมัลติมิเตอร์สี..ดำ..หรือขั้ว..บวก..ของแบตเตอรี่ภายใน

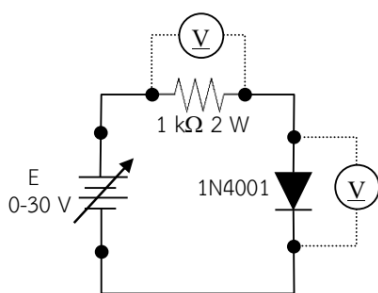
5. ขาแคโทดกับขั้วของมัลติมิเตอร์สี..แดง..หรือขั้ว..ลบ..ของแบตเตอรี่ภายใน

6. จากข้อ 4 และ 5 บอกชนิดของสารกึ่งตัวนำได้ คือ ขาแอโนด เป็นชนิด..P..ขาแคโทด เป็นชนิด..N..

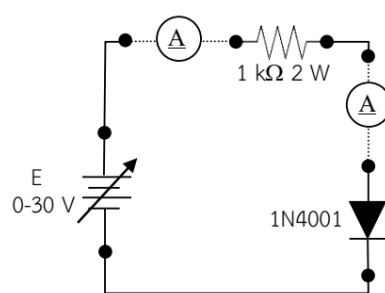
หมายเหตุ ขั้วของมัลติมิเตอร์จะเป็นขั้วลบของแบตเตอรี่ และขั้วของมัลติมิเตอร์เป็นขั้วบวกของแบตเตอรี่

การทดลองที่ 2 การทดสอบสภาวะของไดโอด

1. ต่อวงจรไดโอดแบบไบแอสตรงดังรูปที่ 15.1



ก. การวัดแรงดันไฟฟ้า



ข. การวัดกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 15.1 แสดงการต่อวงจรไดโอดแบบไบแอสตรง

2. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าต่ำสุด

3. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

4. กดเปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร และปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่า

5. ตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ เป็น 10 VDC วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน และตัวไดโอดดังรูปที่ 15.1 ก. บันทึกผลลงในตารางที่ 15.1

6. กดสวิตช์ปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

7. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ เป็น 50 mA ต่อในวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้างดรูปที่ 15.1 ข.

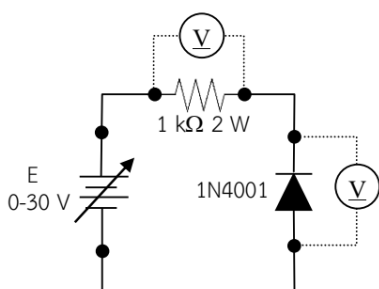
8. กดเปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร อ่านค่ากระแสไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 15.1

ตารางที่ 15.1 ตารางบันทึกผลการต่อไดโอดแบบไบแอสตรง

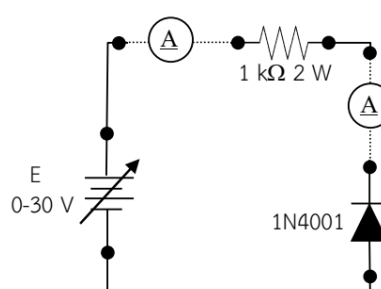
ตำแหน่งที่วัด	ผลการทดลอง	
	ไดโอด	ตัวต้านทาน
แรงดันไฟฟ้า (V)	0.7	8
กระแสไฟฟ้า (mA)	9	9

9. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าต่ำสุด กดสวิตช์ปิด และปลดเต้าเสียบออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

10. ต่อวงจรไดโอดแบบไบแอสกลับ ดังรูปที่ 15.2



ก. การวัดแรงดันไฟฟ้า



ข. การวัดกระแสไฟฟ้า

รูปที่ 15.2 แสดงการต่อวงจรไดโอดแบบไบแอสกลับ

11. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าต่ำสุด

12. ต่อเต้าเสียบของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

13. กดเปิดสวิตช์ ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่า 9 V

14. ตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ เป็น 10 VDC วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน และตัวไดโอดดังรูปที่ 15.2 ก.

บันทึกผลลงในตารางที่ 15.2

15. กดสวิตช์ปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

16. ตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์ เป็น 50 μ A ต่อในวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้างดรูปที่ 15.2 ข.

17. กดเปิดสวิตช์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร อ่านค่ากระแสไฟฟ้า แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 15.2

ตารางที่ 15.2 ตารางบันทึกผลการต่อไดโอดแบบไบแอสกลับ

ตำแหน่งที่วัด	ผลการทดลอง	
	ไดโอด	ตัวต้านทาน
แรงดันไฟฟ้า (V)	9	0
กระแสไฟฟ้า (μA)	3	3

18. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าต่ำสุด กดสวิตช์ปิด และปลดเต้าเสียบออก จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสกลับ 220 V

19. จากตารางที่ 15.1 ผลการวัดกระแสไฟฟ้า แสดงถึงสถานะของไดโอด คือ.....ไดโอดนำกระแส หรือไดโอด ต่อดวงจร.....

20. จากตารางที่ 15.2 ผลการวัดกระแสไฟฟ้า แสดงถึงสถานะของไดโอด คือ.....ไดโอดไม่นำกระแส หรือ ไดโอดต่อดวงจร

8. สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการปฏิบัติงาน สรุปได้ว่า การทำให้ไดโอดมีสภาพนำกระแส หรือต่อดวงจร ต้องต่อขั้วบวกของ แหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าที่ขั้วแอโนด และต่อขั้วลบเข้าที่ขั้วแคโทด การทำให้ไดโอดมีสภาพไม่นำกระแส หรือต่อดวงจร ต้องต่อลักษณะขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าที่ขั้วแอโนด และขั้วบวกเข้าที่ขั้วแคโทด และโดยหลักการนี้ จะทำให้ สามารถบอกได้ว่าไดโอดมีสภาพดีหรือเสีย ด้วยการใช้อิโหมมิเตอร์วัดที่ขาทั้งสองของไดโอด ถ้าได้ผลไดโอด นำกระแสหนึ่งครั้ง ไม่นำกระแสหนึ่งครั้ง แสดงว่าไดโอดดี นำไปใช้งานได้ แต่ถ้าไม่เป็นไปตามที่กล่าวมาแล้ว แสดง ว่าไดโอดเสีย

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และสุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอ็มพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 9
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 16-18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

2.1 มาตรฐานอาชีพฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

1) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

-เกณฑ์ผ่าน 50%

2) วิธีประเมิน

-ให้นักเรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 9

-ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจร

อิเล็กทรอนิกส์

3) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

4) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

2.2 บุคลากรกลุ่มอาชีพ ช่างอิเล็กทรอนิกส์

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แผ่นวงจรพิมพ์และการสร้างแบบลายวงจร

3.2 การบัดกรี

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกประเภทของแผ่นวงจรพิมพ์ได้

4.2 อธิบายขั้นตอนในการทำแผ่นวงจรพิมพ์ได้

4.3 บอกลักษณะของหัวแร้งบัดกรี และตะกั่วบัดกรีได้

4.4 อธิบายเทคนิคในการบัดกรี และถอนบัดกรีได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 แผ่นวงจรพิมพ์และการสร้างแบบลายวงจร

5.2 การบัดกรี

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 การนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูนำเสนอข้อมูล โดยครอบคลุมถึงเนื้อหาของการเรียนรู้ แต่ละหัวข้อนั้นจะมีการนำเสนอ ก่อนเข้าสู่บทเรียนที่แตกต่างกันในแต่ละหัวข้อ

6.1.2 ครูใช้คำถามนำในการระหว่างการแนะนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการนำเข้าสู่บทเรียน

6.2 การเรียนรู้

6.2.1 ครูให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้จากสื่อ ใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียน โดยเน้นการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

6.2.2 ครูและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในหัวข้อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3 การสรุป

6.3.1 ครูสรุปสาระการเรียนรู้ ในด้านของทฤษฎี และการปฏิบัติ พร้อมทั้งองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

6.3.2 ครูสังเกตพฤติกรรม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และผลสัมฤทธิ์จากการทำกิจกรรมกลุ่ม ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อสิ่งพิมพ์ : เอกสารประกอบการเรียนรู้ จากหนังสือเรียนรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

7.2 สื่อโสตทัศน : โปรแกรมนำเสนอข้อมูล (Power point) ประกอบเอกสารการเรียนรู้

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

.....

.....

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

.....

.....

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

การสังเกต และพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้

9.2 วิธีการประเมิน

แบบทดสอบเฉพาะหน่วยและแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

9.3 เครื่องมือประเมิน

ใบงาน แบบทดสอบเฉพาะหน่วย และแบบวัดผลประเมินความรู้หลังเรียน

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

10.2 ปัญหาที่พบ

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

	ใบความรู้ที่ 9	หน่วยที่ 9
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 16-18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แผ่นวงจรพิมพ์และการสร้างแบบลายวงจร

3.2 การบัดกรี

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกประเภทของแผ่นวงจรพิมพ์ได้

4.2 อธิบายขั้นตอนในการทำแผ่นวงจรพิมพ์ได้

4.3 บอกลักษณะของหัวแร้งบัดกรี และตะกั่วบัดกรีได้

4.4 อธิบายเทคนิคในการบัดกรี และถอนบัดกรีได้

5. สารการเรียนรู้

5.1 แผ่นวงจรพิมพ์และการสร้างแบบลายวงจร

แผงวงจรพิมพ์ (PCB) เรียกอีกอย่างว่าแผงวงจรพิมพ์ (PWB) เป็น โครงสร้างแกนวิซ แบบหลาย ชั้นของตัวนำและฉนวนโดยแต่ละชั้นจะมีลวดลายของรอย ระบาย และลักษณะอื่นๆ (คล้ายกับสายไฟบนพื้นผิวเรียบ) ที่แกะสลักจากแผ่นทองแดงหนึ่งแผ่นขึ้นไปทีละชั้นบนหรือระหว่างแผ่นชั้นของวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า

[¹] PCB ใช้ในการเชื่อมต่อหรือ"ต่อสาย" ส่วนประกอบเข้าด้วยกันในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนประกอบไฟฟ้าอาจยึดติดกับแผ่นตัวนำบนชั้นนอก โดยทั่วไปแล้วจะทำโดย การบัดกรีซึ่งจะเชื่อมต่อทางไฟฟ้าและยึดส่วนประกอบเข้ากับแผงวงจรด้วยกลไก กระบวนการผลิตอื่นจะเพิ่มviasซึ่งเป็นรูเจาะบุด้วยโลหะที่ช่วยให้เชื่อมต่อไฟฟ้าระหว่างตัวนำได้กับแผงวงจรที่มีด้านมากกว่าหนึ่งด้าน

ปัจจุบันแผงวงจรพิมพ์ถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์เกือบทั้งหมด ทางเลือกอื่นสำหรับ PCB ได้แก่การพันลวดและการสร้างแบบจุดต่อจุดซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นที่นิยมแต่ปัจจุบันแทบไม่ได้ใช้แล้ว PCB ต้องใช้ความพยายามในการออกแบบเพิ่มเติมเพื่อวางโครงร่างวงจร แต่การผลิตและการประกอบสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ ซอฟต์แวร์ อัตโนมัติสำหรับการออกแบบอิเล็กทรอนิกส์มีให้ใช้งานเพื่อทำงานส่วนใหญ่ของเค้าโครง

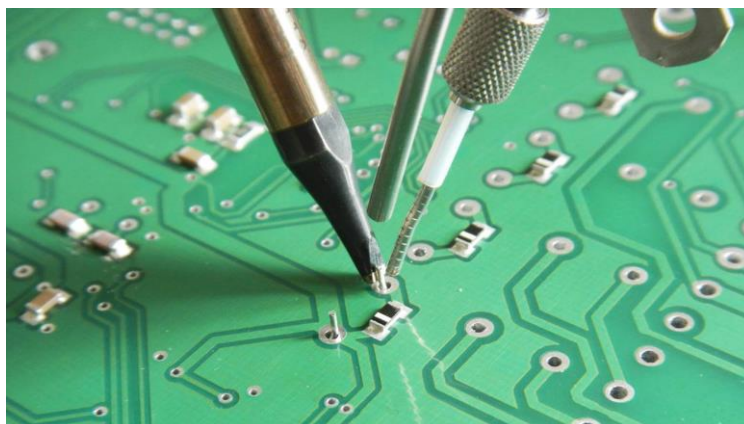
การผลิตวงจรจำนวนมากด้วย PCB นั้นถูกกว่าและเร็วกว่าวิธีการเดินสายอื่นๆ เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆ จะถูกประกอบและเดินสายในขั้นตอนเดียว สามารถผลิต PCB ได้จำนวนมากในเวลาเดียวกัน และต้องทำแค่โครงเพียงครั้งเดียว นอกจากนี้ PCB ยังสามารถผลิตด้วยมือในปริมาณน้อยได้ ซึ่งให้ประโยชน์ที่ลดลง



PCB อาจเป็นแบบด้านเดียว (ชั้นทองแดงหนึ่งชั้น) สองด้าน (ชั้นทองแดงสองชั้นทั้งสองด้านของชั้นพื้นผิวหนึ่งชั้น) หรือหลายชั้น (ชั้นพื้นผิวซ้อนกันโดยมีแผ่นทองแดงขบประกบอยู่ระหว่างแต่ละชั้นและที่ชั้นนอก) PCB หลายชั้นให้ความหนาแน่นของส่วนประกอบที่สูงกว่ามาก เนื่องจากรอยวงจรในชั้นในจะใช้พื้นที่ผิวระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ความนิยมที่เพิ่มขึ้นของ PCB หลายชั้นที่มีแผ่นทองแดงมากกว่าสองแผ่น และโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีมากกว่าสี่แผ่นนั้นเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการใช้เทคโนโลยีการติดตั้งบนพื้นผิวอย่างไรก็ตาม PCB หลายชั้นทำให้การซ่อมแซม การวิเคราะห์ และการดัดแปลงวงจรภาคสนามทำได้ยากขึ้นมากและมักจะไม่สามารถใช้งานได้จริง

5.2 การบัดกรี

การบัดกรีเป็นกระบวนการทางความร้อนสำหรับการเชื่อมวัสดุเข้าด้วยกัน ด้วยการใช้หัวแร้งหรือเลเซอร์เพื่อให้ความร้อนที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมด้วยบัดกรีที่แข็งแรงและการหลอมลวดบัดกรี ซึ่งช่วยให้ส่วนประกอบและวัสดุต่างๆ เช่น นิกเกิล ทองแดง โลหะ เหล็กกล้า เหล็ก และอลูมิเนียม สามารถยึดติดกันอย่างแน่นหนา โลหะผสมที่หลอมละลายได้ง่ายที่เรียกว่าลวดบัดกรี ทำหน้าที่เป็นวัสดุเชื่อมต่อกับจุดบัดกรี



เทคโนโลยีกระบวนการบัดกรีเป็นส่วนหนึ่งของโลหะบัดกรีที่ตั้งโปรแกรมได้อัตโนมัติและมีเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบการทำงานมากมาย กรรมวิธีพิเศษ คือการบัดกรีใต้ภาวะสุญญากาศหรือภายใต้ก๊าซเฉื่อย ซึ่งทำให้สามารถสร้างความบริสุทธิ์ได้อย่างมากตามข้อกำหนด เช่น ในการติดตั้งสารกึ่งตัวตัวนำหรือในการสร้างระบบสุญญากาศสูงหรือการหล่อต้อเล็กทรอนิกส์

หัวแร้ง แบ่งออกง่ายๆด้วยกัน 3 แบบ

แบบที่ 1 คือ แบบหัวแร้งแช่ โดยจะมีกำลังวัตต์ต่ำ จึงต้องแช่หัวแร้งเพื่อให้ความร้อนส่งถึง และละลายตะกั่วได้

แบบที่ 2 คือ แบบหัวแร้งแช่ โดยจะมีกำลังวัตต์สูง แต่จะมีปลายหัวแร้งที่ใหญ่ ทำให้เหมาะกับการงานชิ้นใหญ่เท่านั้น

แบบที่ 3 คือ แบบหัวแร้งแช่ พร้อมปั๊มแรงกำลังวัตต์ โดยจะมีปั๊มกดจาก 20W เป็น 130W เพื่อส่งกำลังไฟทำให้ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว

โดยทุกแบบจะมี 2 รูปทรง คือ ทรงปิ่น และ ทรงปากกา

วิธีบัดกรี ด้วยหัวแร้ง

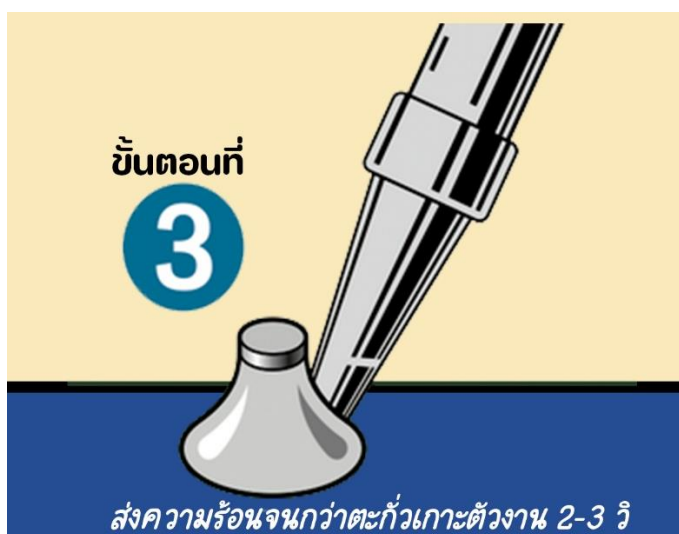
ขั้นตอนที่ 1 - ใช้หัวแร้งจี้ 1-2 วินาที เพื่อส่งความร้อนไปยังตัวชิ้นงาน



ขั้นตอนที่ 2 - จี้ไว้ แล้วป้อนตะกั่วลงยังชิ้นงาน ให้พอดี



ขั้นตอนที่ 3 - จี้ออให้ตะกั่วเกาะชิ้นงาน ค้างไว้ 2-3 วินาที แล้วดึงหัวแร้งออก



ขั้นตอนที่ 4 - ทิ้งให้เซตตัว ก็เป็นอันเสร็จสมบูรณ์



วิธีตรวจสอบดูว่าชิ้นงานสมบูรณ์ หรือไม่



Not Enough Solder - ตะกั่วไม่เพียงพอ

สถานการณ์ดังกล่าวอาจทำให้เกิดการเชื่อมแบบเสมือนจริงและการเชื่อมต่อในวงจรไม่ดี

Cold Joint - ข้อต่อเย็น

ข้อต่อเย็นจะเกิดขึ้นเมื่อตะกั่วบัดกรีไม่ละลายหมดเมื่อบัดกรี ส่งผลให้มีข้อต่อที่ไม่เหมาะสมเกิดขึ้น



Short - ตะกั่วสั้น

ตะกั่วสั้น ทำให้ติดกันเหมือนสะพานเกิดขึ้นเมื่อตะกั่วบัดกรีไม่แยกออกจากตะกั่วสองเส้นหรือตะกั่วมากไป ก่อนบัดกรี

*แก้ด้วยการ เพิ่มฟลักซ์

Too Much Solder - ตะกั่วเยอะเกินไป

*ปัญหาที่จะตามมาคือการนำไฟฟ้าไม่เพียงพอและขัดขวางไม่ให้เชื่อมต่อทำหน้าที่ตามที่ต้องการ



Too Much Heat - ความร้อนสูงเกินไป

ความร้อนสูงเกินไปอาจทำให้พื้นผิวโลหะเปลี่ยนสี ผิดรูป หรือแม้แต่ละลายได้

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

1. แรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรมจะเท่ากันทุกจุดหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - ก. มีค่าเท่ากันทุกจุด เพราะในวงจรมีการต่อถึงกัน
 - ข. มีค่าเท่ากันทุกจุด เพราะค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากัน
 - ค. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่าความต้านทานต่างกัน
 - ง. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากัน
 - จ. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่าแรงดันไฟฟ้าต่างกัน
2. หลอดไส้ที่ใช้ในปัจจุบันมีกี่แบบ
 - ก. 2 แบบ คือ แบบทรงกระบอก และทรงกลม
 - ข. 2 แบบ คือ แบบสี่เหลี่ยม และแบบวงกลม
 - ค. 2 แบบ คือ แบบขั้วเกลียว และแบบขั้วไขว
 - ง. 2 แบบ คือ แบบผลิตในประเทศ และผลิตต่างประเทศ
 - จ. 2 แบบ คือ แบบแรงต่ำ และแรงสูง
3. หลอดไส้มีขนาดตั้งแต่กี่วัตต์
 - ก. 1 – 50 วัตต์
 - ข. 1 – 100 วัตต์
 - ค. 1 – 250 วัตต์
 - ง. 1 - 500 วัตต์
 - จ. 1 – 1,500 วัตต์
4. เพราะเหตุใดภายในหลอดไส้ จึงต้องมีการบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซอาร์กอน หรือก๊าซไนโตรเจน
 - ก. เพราะก๊าซอาร์กอนช่วยให้หลอดสว่างมากขึ้น
 - ข. เพราะก๊าซไนโตรเจนทำให้แสงเป็นธรรมชาติ
 - ค. เพราะก๊าซเฉื่อยป้องกันลูกไหม้ของไส้หลอด
 - ง. เพราะก๊าซเฉื่อยหาง่าย ราคาถูก และปลอดภัย
 - จ. เพราะก๊าซไนโตรเจน ช่วยรักษาสีหลอด
5. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - ก. ตัวต้านทาน
 - ข. ไส้หลอด
 - ค. คาปาซิเตอร์
 - ง. แผ่นไบเมทัลลิก
 - จ. สตาร์ทเตอร์
6. บัลลาสต์ ทำหน้าที่อย่างไร

- ก. เพิ่มความต้านทานไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติดแล้ว
- ข. เพิ่มกระแสไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติด
- ค. เพิ่มความจุไฟฟ้า ขณะหลอดติดแล้ว
- ง. เพิ่มความเหนี่ยวนำไฟฟ้า ขณะหลอดติดแล้ว
- จ. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติด

7. หลอดไอปรอทมีขนาดตั้งแต่กี่วัตต์

- ก. 20 – 100 วัตต์
- ข. 50 – 1,000 วัตต์
- ค. 50 – 2,000 วัตต์
- ง. 40 – 3,000 วัตต์
- จ. 30 – 3,500 วัตต์

8. หลอดไอปรอทนิยมใช้ในงานประเภทไหนบ้าง เพราะอะไร

- ก. ใช้ในงานไฟถนน เพราะมีแสงสีส้ม
- ข. ใช้ในงานกลางแจ้งทั่วไป เพราะติดตั้งง่าย
- ค. ใช้ในงานอุตสาหกรรม เพราะอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- ง. ใช้ในงานโฆษณาต่าง ๆ เพราะสามารถออกแบบให้สีต่างๆ ได้
- จ. ใช้ในห้างสรรพสินค้า เพราะหลอดชนิดนี้ให้ความร้อนต่ำ

9. พิวส์ที่ดีต้องมีคุณสมบัติตามข้อใด

- ก. มีความต้านทานสูง
- ข. มีความเหนี่ยวนำสูง
- ค. มีจุดหลอมละลายต่ำ
- ง. ทำงานได้ดีในอุณหภูมิต่ำ
- จ. ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี

10. การเลือกใช้ฟิวส์ควรคำนึงถึงข้อใด

- ก. ค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า
- ข. ค่าความต้านทานไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้า
- ค. ค่าความเก็บประจุไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้า
- ง. ค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้า
- จ. ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก และค่าความเก็บประจุไฟฟ้า

7. เอกสารอ้างอิง

- 7.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 7.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 7.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 7.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.
- 7.5 ไวกจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

1	ตอบ ค. มีค่าไม่เท่ากัน เพราะค่าความต้านทานต่างกัน เพราะแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรมคร่อมตัวต้านทานทุกตัวที่กระแสไหลผ่าน ซึ่งแรงดันไฟฟ้าจะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่กระแสไหลผ่าน ดังนั้น จึงทำให้แรงดันไฟฟ้าภายในวงจรอนุกรมแต่ละจุดจึงมีค่าไม่เท่ากัน โดยสามารถคำนวณได้จากการใช้กฎของโอห์ม
2	ตอบ ค. 2 แบบ คือ แบบชั่วคราวเกลียว และแบบชั่วคราวเขี้ยว เพราะโดยจะมีความแตกต่างกันที่ชั่วคราว สำหรับการการทำงานของหลอดไส้ จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด ทำให้เกิดความร้อนและเปล่งแสงออกมา
3	ตอบ จ. 1 – 1,500 วัตต์ เพราะหลอดไส้มีขนาดตั้งแต่ 1 – 1,500 วัตต์
4	ตอบ ค. เพราะก๊าซเฉื่อยป้องกันลูกไหม้ของไส้หลอด เพราะก๊าซเฉื่อยป้องกันลูกไหม้ของไส้หลอด และช่วยยืดอายุของไส้หลอดให้นานขึ้น ก๊าซเฉื่อยเช่นก๊าซอาร์กอน ก๊าซไนโตรเจน เป็นต้น
5	ตอบ ก. ตัวต้านทาน เพราะส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์มี หลอด ไส้หลอด คาปาซิเตอร์ แผ่นไบเมทัลลิก จุดสัมผัส บัลลัสต์ สตาร์ทเตอร์
6	ตอบ จ. เพิ่มแรงดันไฟฟ้า ขณะหลอดเริ่มติด เพราะขณะหลอดเริ่มติดบัลลัสต์จะแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในการจุดไส้หลอดให้ติด ซึ่งเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่สูงมาก เมื่อหลอดติดแล้วบัลลัสต์ จะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้เข้าสู่สภาวะปกติ
7	ตอบ ง. 40 – 3,000 วัตต์ เพราะ หลอดไอปรอทมีขนาดตั้งแต่ 40 – 3,000 วัตต์

8	ตอบ ง. ใช้ในงานโฆษณาต่าง ๆ เพราะสามารถออกแบบให้สีต่างๆ ได้ เพราะสามารถออกแบบให้สีต่างๆ ได้
9	ตอบ ค. มีจุดหลอมละลายต่ำ เพราะฟิวส์ที่ดีต้องประกอบด้วยเส้นลวดที่ทำจากวัสดุที่มีจุดหลอมละลายต่ำบรรจุในภาชนะ ห่อหุ้ม
10	ตอบ ก. ค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า เพราะค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าต้องเท่าเดิมมิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายกับ เครื่องใช้ไฟฟ้า

	ใบงานที่ 9	หน่วยที่ 9
	รหัสวิชา 20100 – 1005 ชื่อวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น	สอนครั้งที่ 16-18
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์	ทฤษฎี 3 ชม. ปฏิบัติ 9 ชม.
ชื่อเรื่อง/งานเทคนิคการบัดกรีและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

3.1 แผ่นวงจรพิมพ์และการสร้างแบบลายวงจร

3.2 การบัดกรี

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.1 บอกประเภทของแผ่นวงจรพิมพ์ได้

4.2 อธิบายขั้นตอนในการทำแผ่นวงจรพิมพ์ได้

4.3 บอกลักษณะของหัวแร้งบัดกรี และตะกั่วบัดกรีได้

4.4 อธิบายเทคนิคในการบัดกรี และถอนบัดกรีได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

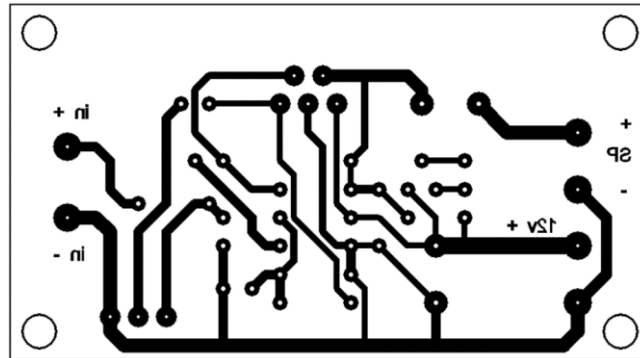
- | | |
|------------------------------------|--------|
| 1. มัลติมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 2. แผ่นวงจรพิมพ์เปล่า ขนาด 2" x 2" | 1 แผ่น |
| 3. กระดาษสติ๊กเกอร์สีดำ | 1 แผ่น |
| 4. ปากกาเคมี สีดำ | 1 ด้าม |
| 5. สารละลายกรดกัดแผ่นวงจรพิมพ์ | 1 ขวด |
| 6. น้ำยาเคลือบสาร | 1 ขวด |
| 7. ไยขัดพร้อมผงซักฟอก | 1 ชุด |
| 8. คัดเตอร์ คีมตัด คีมปากยาว | 1 ตัว |
| 9. หัวแร้งบัดกรี ขนาด 25 W | 1 ตัว |
| 10. ตะกั่วบัดกรีขนาด 60/40 | 1 หลอด |
| 11. ที่ดูดตะกั่ว | 1 ตัว |

12. สายไฟฟ้า THW 1 มม.² ยาว 1 เมตร 1 เส้น

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

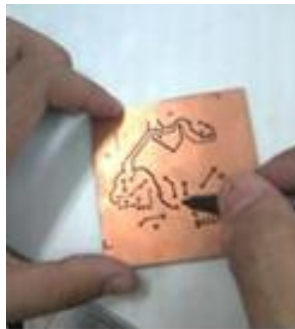
7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การทดลองที่ 1 ลายวงจรพิมพ์

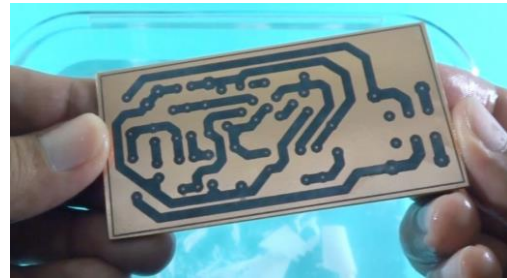


รูปที่ 16.1 ลายวงจรพิมพ์

1. นำลายวงจรพิมพ์ลงบนกระดาษ
2. ตัดกระดาษสติ๊กเกอร์สีดำบนหน้าแผ่นทองแดง แล้วนำลายวงจรพิมพ์ที่พิมพ์เรียบร้อยแล้ววางลงบนแผ่นทองแดง
3. ใช้คัตเตอร์แกะลายวงจรพิมพ์ตามลายวงจร
4. ลอกสติ๊กเกอร์ในส่วนที่ไม่ใช่ลายวงจรออก และใช้ปากกาเคมีเขียนตัวย่อที่ไม่สมบูรณ์

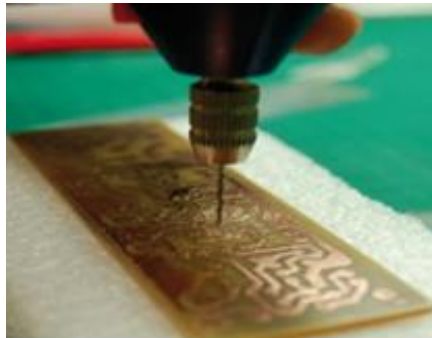


5. นำแผ่นวงจรพิมพ์ไปกีดในสารละลาย จนเหลือแต่ลายวงจร ตรวจสอบลายวงจรที่ได้ หากมีเส้นทองแดงที่ไม่ต้องการ ต้องกัดออกใหม่ให้หมด



6. ทำความสะอาดแผ่นวงจรพิมพ์ โดยใช้ใยขัดขัดสีที่เคลือบลายวงจรออกจนสะอาดและเช็ดให้แห้ง แล้วเคลือบลายวงจรด้วยน้ำยาเคลือบสาร

7. เจาะรูตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยใช้ดอกสว่านตามขนาดขาของอุปกรณ์



การทดลองที่ 2 การบัดกรีตัวอักษรเข้ากับโครง

1. วาดโครงตัวอักษรภาษาอังกฤษ ขนาดความสูง 3 ซม. ลงบนกระดาษแข็งดังรูปที่ 16.2



รูปที่ 16.2 แสดงตัวอักษรลวดทองแดง

2. ปอกฉนวนสายไฟฟ้า THW ออก ให้เหลือเฉพาะลวดทองแดง ตัดลวดทองแดงเป็นโครงยึดตัวอักษร ให้มีขนาดความยาวมากกว่าความยาวของตัวอักษรที่วางจนครบ จำนวน 2 เส้น

3. ใช้คีมปากยาวดัดลวดทองแดงที่เหลือให้เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษตามแบบจนครบทุกตัว

4. จัดวางตัวอักษรเข้ากับโครงยึดบนกระดาษแข็งที่ใช้เป็นแบบ

5. ใช้หัวแร้งที่ร้อนพร้อมใช้งาน ทำการบัดกรียึดตัวอักษรกับโครงลวดทองแดงตามแบบโดยให้ตะกั่วบัดกรีเกาะติดลวดทองแดงตัวอักษรและโครงยึดติดแน่นครบทุกจุด ในลักษณะเป็นมันวาว และสวยงาม

6. ตรวจสอบจุดบัดกรี จุดใดที่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ เป็นตามด ยึดไม่ติด รอยบัดกรีใหญ่เกินไป หรือไม่เป็นมันวาว ให้ทำการถอนบัดกรี และบัดกรีใหม่ให้สวยงาม

7. ปัญหาที่พบในการบัดกรี คือ.....ตัวอักษรและโครงมีการขยับขณะทำการบัดกรี.....แก้ปัญหาโดยต้องมีผู้ช่วยปฏิบัติงาน ในการใช้คีมจับตัวอักษรและโครงให้ไม่ขยับเวลาใช้หัวแร้งให้ความร้อนกับชิ้นงาน

8. ชิ้นงานที่สำเร็จแล้วมีสภาพ.....รอยต่อติดแน่น และเป็นมันวาว ดูสวยงาม.....

9. ปฏิบัติตามขั้นตอนเดิม แต่ให้เปลี่ยนรูปแบบลวดลายเส้นทองแดงตามต้องการ

8. สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดลองที่ 1 พบว่า การนำแผ่นวงจรพิมพ์ไปกัดในสารละลาย โดยใช้เวลามากกว่า 2๐ นาที จะทำให้ตรงขอบของลายทองแดงไม่เรียบ เพราะถูกสารละลายกัดออกไป และเมื่อทำการบัดกรีอุปกรณ์ที่ประกอบบนแผ่นวงจรพิมพ์จะติดยาก อาจเนื่องจากการเคลือบลายทองแดงไว้นาน จึงควรเคลือบลายทองแดงหลังจากบัดกรีอุปกรณ์ให้เรียบร้อยแล้ว

จากการทดลองที่ 2 พบว่า ถ้าสิ่งที่ต้องการบัดกรีมีอิสระในการยึดติด จะทำให้มีการขยับในขณะบัดกรีได้ ต้องมีผู้ช่วยในการจับยึดชิ้นส่วนให้แน่นขณะบัดกรี จึงจะได้ชิ้นงานที่ยึดติดกันได้แน่น มีรอยบัดกรีเป็นมันวาวและมีความสวยงาม

9. การประเมินผล

ใบประเมินผลวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์		ค่าน้ำหนัก คะแนน หมวดวัด (คะแนน)	ค่าน้ำหนัก คะแนนที่ แท้จริง (คะแนน)
หน่วยที่ชื่อหน่วย..... เรื่อง..... ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....			
ลำดับที่	รายการแบบประเมิน		
1.	แบบฝึกหัด	30	3
2.	ใบงาน - การเตรียมเก็บรักษาเครื่องมือ (10) - ทักษะในการปฏิบัติงาน (20) - ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน (15) - ความถูกต้องของใบงาน (15)	60	6
3.	คุณธรรมจริยธรรม - ความตรงต่อเวลา (2) - การแต่งกาย (2) - ความตั้งใจในการปฏิบัติงาน (2) - การทำงานร่วมกับผู้อื่น (2) - ความรับผิดชอบ (2)	10	1
คะแนนรวมที่ได้		100	10

ข้อเสนอแนะ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 10.1 บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
- 10.2 บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
- 10.3 พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
- 10.4 มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.
- 10.5 ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.

บรรณานุกรม

1. บุญสืบ โพธิ์ศรี และคณะ. ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2550.
2. บุญสืบ โพธิ์ศรี และศุภโชค พานทอง. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : นนทบุรี : รัตนโรจน์การพิมพ์, 2556.
3. พันธุ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.
4. มงคล พรหมเทศ และณรงค์ชัย กล่อมสุนทร. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. : กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2556.
5. ไวยพจน์ ศรีธัญ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. : นนทบุรี : อักษรใหม่การพิมพ์, 2558.