



แผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเภทวิชา อุตสาหกรรม

กลุ่มอาชีพ พลังงาน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

จัดทำโดย

นางสาวณัชชญาพัชร แก้วขาว

วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม

คำนำ

แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการสอน วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 21015-2002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ พลังงาน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เนื้อหาภายในเล่มประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้ในการจัดการศึกษาด้านวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และเพื่อยกระดับการศึกษาวิชาชีพของผู้เรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ แผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนการศึกษาแห่งชาติ เป็นไปตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ มาตรฐานการศึกษาของชาติ กรอบคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ นอกจากนี้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา โดยมีผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชาคือ ใช้งานไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต มอสเฟต และอุปกรณ์ไทรสเตอร์ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานต่าง ๆ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด
2. ประกอบและทดสอบวงจรเรียงกระแสและวงจรกรองกระแส
3. ประกอบและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบปรับค่าได้
4. วัดทดสอบคุณลักษณะทรานซิสเตอร์และจัดวงจรไบแอส
5. ประกอบและทดสอบวงจรขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนต่างๆ
6. ประกอบและทดสอบวงจรขยายสัญญาณด้วยเฟตและมอสเฟต
7. ประกอบและทดสอบวงจรสวิตช์และวงจรควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยไทรสเตอร์
8. ประกอบและประยุกต์ใช้งานวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรควบคุมอัตโนมัติ

ข้าพเจ้า หวังเป็นอย่างยิ่งว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ฉบับนี้ คงจะมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ไม่มากนักน้อย

นางสาวณัชชญาพัชร แก้วขาว

สารบัญ

หน้า

คำนำ	x
สารบัญ	x
ลักษณะรายวิชา	x
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)	x
หน่วยการเรียนรู้	x
การวางแผนการจัดการเรียนรู้	x
หน่วยที่ 1 งาน	x
แผนการจัดการเรียนรู้	x
ใบความรู้	x
ใบกิจกรรม	x
ใบงาน	x
ใบมอบหมายงาน	x
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	x
หน่วยที่ 2 งาน	x
แผนการจัดการเรียนรู้	x
ใบความรู้	x
ใบกิจกรรม	x
ใบงาน	x
ใบมอบหมายงาน	x
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	x
หน่วยที่ 3 งาน	x
หน่วยที่ 4 งาน	x
บรรณานุกรม	x
ภาคผนวก	x

หลักสูตรรายวิชา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ พลังงาน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

รหัส 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

ใช้งานไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต มอสเฟต และอุปกรณ์ไทรสเตอร์ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานต่าง ๆ

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
2. มีทักษะในการประกอบ การวัดและทดสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพ มีกิริยาในการค้นคว้าเพิ่มเติม ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ คำนึงถึงความปลอดภัยและปลอดภัย
4. สามารถประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
2. วัดและทดสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
3. ประกอบและทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. ประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอม สารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็นและรอยต่อพีเอ็น โครงสร้างสัญลักษณ์ คุณลักษณะทางไฟฟ้าและการให้ไบอัสไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต มอสเฟต อุปกรณ์ไทรสเตอร์ การทำงานของวงจรคอมมอนแบบต่าง ๆ ของทรานซิสเตอร์ เฟต มอสเฟต การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรขยายสัญญาณ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย วงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรอื่น ๆ การอ่านคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การแปลความหมายของคุณลักษณะทางไฟฟ้า และการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

รหัส 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป	
	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย	จิต พิสัย	ประยุกต์ ใช้			
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์						
วัดทดสอบและจำแนก คุณลักษณะสารกึ่งตัวนำ และไดโอด	1	1	1	-	-	-	5	2	2	12	2/8	
ประกอบและทดสอบวงจร เรียงกระแสและวงจรกรอง กระแส	-	1	2	-	-	-	5	2	1	11	2/8	
ประกอบและทดสอบวงจร เพาเวอร์ซัพพลายแบบปรับ ค่าได้	-	2	3	-	-	-	8	4	2	19	3/12	
วัดทดสอบคุณลักษณะ ทรานซิสเตอร์และจัดวงจร ไบอัส	1	1	1	-	-	-	4	2	1	10	2/8	
ประกอบและทดสอบ วงจรขยายสัญญาณด้วย ทรานซิสเตอร์แบบคอมมอน ต่างๆ	1	2	-	-	-	-	4	2	1	10	2/8	
ประกอบและทดสอบ วงจรขยายสัญญาณด้วยเฟต และมอสเฟต	1	-	2	-	-	-	4	2	1	10	2/8	
ประกอบและทดสอบวงจร สวิตช์และวงจรควบคุม กำลังไฟฟ้าด้วยไทรสเตอร์	-	2	2	-	-	-	8	4	2	18	3/12	
ประกอบและประยุกต์ใช้ งานวงจรออสซิลเลเตอร์และ วงจรควบคุมอัตโนมัติ	-	1	2	-	-	-	4	2	1	10	2/8	
รวม	4	10	13	-	-	-	42	20	11	100	18/72	
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (เมื่อเรียนรายวิชานี้สำเร็จแล้วทำอะไรได้)												
รวมทั้งรายวิชา											100	

หน่วยการเรียนรู้

รหัส 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 3 หน่วยกิต

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
1	วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	2	8	10
2	ประกอบและทดสอบวงจรเรียงกระแสและวงจรกรองกระแส	2	8	10
3	ประกอบและทดสอบวงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบปรับค่าได้	3	12	15
4	วัดทดสอบคุณลักษณะทรานซิสเตอร์และจัดวงจรไบอัส	2	8	10
5	ประกอบและทดสอบวงจรขยายสัญญาณด้วยทรานซิสเตอร์แบบคอมมอนต่างๆ	2	8	10
6	ประกอบและทดสอบวงจรขยายสัญญาณด้วยเฟตและมอสเฟต	2	8	10
7	ประกอบและทดสอบวงจรสวิตช์และวงจรควบคุมกำลังไฟฟ้าด้วยไทรสเตอร์	3	12	15
8	ประกอบและประยุกต์ใช้งานวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรควบคุมอัตโนมัติ	2	8	10
	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	1	4	5
รวม		19	76	95

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อวัดตรวจสอบสภาพทางไฟฟ้า หาข้อมูลอุปกรณ์และวิเคราะห์คุณลักษณะ V-I Curve สำหรับงานซ่อมบำรุงและคัดเลือกรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อกิจการทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย
- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. สารการเรียนรู้

1. โครงสร้างและทฤษฎีสารกึ่งตัวนำ
 - 1.1 โครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำ

- 1.1.1 โครงสร้างของอะตอมและเวเลนซ์อิเล็กตรอนของซิลิคอนและเจอร์เมเนียม
- 1.1.2 กระบวนการโด๊ปสารเจือปนเพื่อสร้างสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น
- 1.2 คุณสมบัติรอยต่อพีเอ็นและแรงดันกำแพง
 - 1.2.1 พาหะส่วนมากและพาหะส่วนน้อยในสารกึ่งตัวนำ
 - 1.2.2 การเกิดรอยต่อพีเอ็นและบริเวณแบริเอรดิฟเฟอเรนเชียลรวมถึงแรงดันกำแพง
- 2. หลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของไดโอด
 - 2.1 สัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอด
 - 2.1.1 สัญลักษณ์มาตรฐานของไดโอดสัญญาณ ไดโอดกำลัง และซีเนอร์ไดโอด
 - 2.1.2 การพิจารณาขั้วแอโนดและแคโทดพร้อมค่าพิกัดกระแสและแรงดันสูงสุด
 - 2.2 การให้ไบอัสและกราฟคุณลักษณะ
 - 2.2.1 หลักการให้ไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับที่มีผลต่อบริเวณแบริเอรดิฟเฟอเรนเชียล
 - 2.2.2 กราฟคุณลักษณะทางไฟฟ้า V-I Curve และแรงดันร่วงพังปา
- 3. การวัดทดสอบและประยุกต์ใช้งานซีเนอร์ไดโอด
 - 3.1 คุณลักษณะทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด
 - 3.1.1 ปรากฏการณ์พังทลายแบบซีเนอร์และอวาลานซ์
 - 3.1.2 พิกัดแรงดันซีเนอร์และพิกัดกำลังทนได้จากคู่มืออุปกรณ์
 - 3.2 วงจรทดสอบและการรักษาระดับแรงดัน
 - 3.2.1 การต่อวงจรทดสอบซีเนอร์ไดโอดในสภาวะไบอัสย้อนกลับ
 - 3.2.2 พฤติกรรมรักษาระดับแรงดันเมื่อกระแสไหลดเปลี่ยนแปลง
- 4. งานวัดตรวจสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด
 - 4.1 ขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือวัดและอุปกรณ์
 - 4.1.1 การตรวจสอบความพร้อมใช้งานและเลือกย่านวัดของมัลติมิเตอร์
 - 4.1.2 การคัดแยกและตรวจสอบสภาพเบื้องต้นของไดโอดชนิดต่างๆ
 - 4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานวัดและทดสอบ
 - 4.2.1 การวัดหาขั้วและตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์
 - 4.2.2 การต่อวงจรทดสอบและบันทึกค่าเพื่อเขียนกราฟ V-I Curve
 - 4.3 การตรวจสอบผลงานและการบำรุงรักษา
 - 4.3.1 การประเมินความถูกต้องของแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและกราฟคุณลักษณะ
 - 4.3.2 การทำความสะอาดเครื่องมือและจัดเก็บอุปกรณ์ตามมาตรฐานความปลอดภัย
- 5. ศึกษาโครงสร้างสารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น และรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำ — ชิ้นงาน:
แผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ
 - 5.1.1 ศึกษาโครงสร้างสารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น
 - 5.1.2 รอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำ — ชิ้นงาน: แผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น

6. อ่านคู่มือผู้ผลิต (Data Sheet) และวัดตรวจสอบหาข้อผิดพลาด ของไดโอดชนิดต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์ — ชิ้นงาน: แบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานและหาข้อผิดพลาด

6.1.1 อ่านคู่มือผู้ผลิต (Data Sheet)

6.1.2 วัดตรวจสอบหาข้อผิดพลาด ของไดโอดชนิดต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์ — ชิ้นงาน: แบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทาน

7. ต่อดiodeและวัดทดสอบคุณลักษณะ V-I Curve ไปข้างหน้า/ไปสลับกลับ และแรงดันรักษาระดับของซีเนอร์ไดโอด — ชิ้นงาน: กราฟคุณลักษณะทางไฟฟ้า V-I Curve และวงจรทดสอบการรักษาระดับแรงดันของซีเนอร์ไดโอด

7.1.1 ต่อดiode

7.1.2 วัดทดสอบคุณลักษณะ V-I Curve ไปข้างหน้า

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. สร้างแรงจูงใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมโครงสร้างสารกึ่งตัวนำ [MIAP — 1. M - สร้างแรงจูงใจ (Motivation)] (ทฤษฎี, เดียว, 25 นาที)

ครู:

1) (10 นาที) ครูเปิดวิดีโอสาธิตการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในสมาร์ทโฟน แล้วตั้งคำถามกระตุ้นคิด 'ทำไมชิปประมวลผลจึงต้องทำมาจากสารกึ่งตัวนำซิลิคอน' โดยใช้เทคนิคถาม-ตอบ สังเกตการมีส่วนร่วมของนักเรียน

2) (15 นาที) ครูแจกแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) หน่วยที่ 1 ให้นักเรียนทำเดี่ยวๆ เพื่อสำรวจความรู้เดิมเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมและเวเลนซ์อิเล็กตรอน พร้อมบันทึกคะแนนเก็บไว้เปรียบเทียบ

นักเรียน:

1) (10 นาที) นักเรียนดูวิดีโอและร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นตอบคำถามครูรายบุคคล เกี่ยวกับความสำคัญของสารกึ่งตัวนำในชีวิตประจำวัน

2) (15 นาที) นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1 จำนวน 10 ข้อ ปรนัย 4 ตัวเลือกลงในกระดาษคำตอบที่ครูแจก แล้วส่งคืนครู

2. ให้ความรู้โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น [MIAP — 2. I - ให้ข้อมูล/เนื้อหา (Information)] (ทฤษฎี, เดียว, 50 นาที)

ครู:

1) (20 นาที) ครูใช้สไลด์นำเสนอประกอบการบรรยายสรุปเรื่อง โครงสร้างอะตอมซิลิคอนเจอร์เมเนียม กระบวนการโด๊ปสารชนิดพีและเอ็น พร้อมแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง 'โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น'

2) (30 นาที) ครูสาธิตการเขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะบนกระดาน พร้อมอธิบายสัญลักษณ์ไดโอดและการพิจารณาขั้วแอโนด-แคโทดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง

นักเรียน:

1) (20 นาที) นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 และจดบันทึกสาระสำคัญลงในสมุดบันทึก พร้อมซักถามข้อสงสัยในจุดที่ยังไม่เข้าใจกับครู

2) (30 นาที) นักเรียนสังเกตขั้นตอนการเขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นจากครู และฝึกวาดแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นลงในกระดาษร่างตามที่ครูสาธิต

3. ปฏิบัติการเขียนแผนภาพและวัดตรวจสอบไดโอดเบื้องต้น (ปฏิบัติ, จับคู่, 190 นาที)

ครู:

1) (40 นาที) ครูมอบหมายใบงานที่ 1 'การเขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ' เคารพให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องรายบุคคล

2) (80 นาที) ครูแจกใบปฏิบัติงานที่ 1 'การวัดตรวจสอบหาขั้วและสภาพดีเสียของไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์' ครูสาธิตการใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทานเพื่อหาขั้วแอโนด-แคโทด และตรวจสอบสภาพดี-เสีย จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติจริง

3) (70 นาที) ครูให้ผู้เรียนจับคู่ตรวจสอบผลการวัดค่าความต้านทานของกันและกัน สังเกตความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและให้คำแนะนำเพิ่มเติมสำหรับผู้เรียนที่ปฏิบัติช้า

นักเรียน:

1) (40 นาที) นักเรียนทำใบงานที่ 1 วาดแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะด้วยตนเอง ส่งชิ้นงานให้ครูตรวจสอบ

2) (80 นาที) นักเรียนรับอุปกรณ์ มัลติมิเตอร์ และไดโอดชนิดต่างๆ ปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานที่ 1 วัดค่าความต้านทานเพื่อหาขั้วและตรวจสอบสภาพดี-เสีย บันทึกผลลงในแบบบันทึก

3) (70 นาที) นักเรียนจับคู่ผลัดกันตรวจสอบผลการวัดในแบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานและหาขั้วไดโอด พร้อมปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของครู

4. สรุปผลการเรียนรู้และประเมินผลการปฏิบัติงานสัปดาห์ที่ 1 (ทฤษฎีและปฏิบัติ, ทั้งชั้น, 35 นาที)

ครู:

1) (20 นาที) ครูสุ่มตัวอย่างนักเรียน 2-3 คนออกมานำเสนอสรุปสาระสำคัญประจำสัปดาห์ พร้อมใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนคิด (Reflection) ว่า 'วันนี้ได้เรียนรู้อะไร ติดขัดปัญหาใด และจะนำไปประยุกต์ใช้ในงานซ่อมอย่างไร'

2) (15 นาที) ครูสรุปเชื่อมโยงเนื้อหาโครงสร้างสารกึ่งตัวนำกับการนำไปใช้จริงในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมให้ประเมินตนเอง (Self-Assessment) และเก็บบันทึกหลังการสอน

นักเรียน:

1) (20 นาที) นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้หน้าชั้นเรียน และเขียนบันทึกการสะท้อนคิด (Reflection) ลงในแบบบันทึกประจำตัวสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และปัญหาที่พบ

2) (15 นาที) นักเรียนทำแบบประเมินตนเอง (Self-Assessment) ทำกิจกรรม และร่วมกันทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงาน จัดเก็บเครื่องมือและมัลติมีเตอร์เข้าที่ตามมาตรฐานความปลอดภัย

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น (สื่อการสอน) — เอกสารประกอบการเรียนรู้เนื้อหาโครงสร้างอะตอม เวเลนซ์อิเล็กตรอน และรอยต่อพีเอ็น

7.2 ใบปฏิบัติงานที่ 1 การวัดตรวจสอบหาข้อผิดพลาดของไดโอด (สื่อการสอน) — คู่มือปฏิบัติงานการใช้มัลติมิเตอร์วัดทดสอบไดโอดเบื้องต้น

7.3 ชุดอุปกรณ์ไดโอดและมัลติมิเตอร์ดิจิทัล (สื่อการสอน) — อุปกรณ์และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าสำหรับใช้ในการทดลองประจำกลุ่ม

7.4 สไลด์นำเสนอชุดที่ 1 โครงสร้างสารกึ่งตัวนำ (สื่อการสอน) — ไฟล์สื่อประกอบการบรรยายสรุปเนื้อหาทฤษฎี

7.5 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 1 (สื่อการสอน) — แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำและไดโอด

8. หลักฐานการเรียนรู้

8.1 หลักฐานความรู้

1. ระบุหรืออธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำและกลไกการเกิดรอยต่อพีเอ็นในรูปแบบแผนภาพ

2. ระบุหรืออธิบายเกี่ยวกับการอ่านค่าพิกัดสัญลักษณ์และผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อหาข้อผิดพลาด

3. แสดงหลักฐานเอกสารเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เช่น แบบบันทึกผลการทดสอบ ภาพถ่ายชิ้นงานใบงานที่ 1

8.2 หลักฐานการปฏิบัติงาน

1. แสดงผลงานการเขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน

2. แสดงการใช้เครื่องมือในการวัดค่าความต้านทานเพื่อหาข้อผิดพลาด แคลคูลัส และตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอด

3. แสดงหลักฐานเอกสารเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เช่น ภาพถ่ายการต่อวงจรทดสอบ บันทึกผลการวัดและใบรับรองการปฏิบัติงาน

9. การวัดและประเมินผล

9.1 เกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. ความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาดหะ (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป)
2. ทักษะการใช้มัลติมิเตอร์วัดหาข้อและตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดได้อย่างถูกต้อง (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป)
3. พฤติกรรมความละเอียดรอบคอบและการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือ (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90 ขึ้นไป)

9.2 วิธีการประเมิน

1. ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและแบบบันทึกผลการวัด
2. ประเมินทักษะการปฏิบัติงานวัดทดสอบไดโอดด้วยแบบประเมินการปฏิบัติงาน (Rubric)
3. สังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยและกิจนิสัยในการทำงานด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม

9.3 เครื่องมือประเมิน

1. แบบตรวจประเมินชิ้นงานแผนภาพและแบบบันทึกผลการวัด
2. แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (Performance Assessment Rubric)
3. แบบสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ตารางการวัดและประเมินผล

เครื่องมือประเมิน	วิธีการประเมิน	เกณฑ์การปฏิบัติงาน
แบบตรวจประเมินชิ้นงานแผนภาพและแบบบันทึกผลการวัด	ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและแบบบันทึกผลการวัด	ความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาดหะ (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป)
แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (Performance Assessment Rubric)	ประเมินทักษะการปฏิบัติงานวัดทดสอบไดโอดด้วยแบบประเมินการปฏิบัติงาน (Rubric)	ทักษะการใช้มัลติมิเตอร์วัดหาข้อและตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดได้อย่างถูกต้อง (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป)
แบบสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	สังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยและกิจนิสัยในการทำงานด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม	พฤติกรรมความละเอียดรอบคอบและการปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือ (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90 ขึ้นไป)

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

10.2 ปัญหาที่พบ

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน จัดทำแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ พร้อมทำแบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกชิ้นและตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดตามมาตรฐาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อวัดตรวจสอบสภาพทางไฟฟ้า หาข้อมูลอุปกรณ์และวิเคราะห์คุณลักษณะ V-I Curve สำหรับงานซ่อมบำรุงและคัดเลือกว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อยางทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย
- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. สารการเรียนรู้

1. โครงสร้างและทฤษฎีสารกึ่งตัวนำ

- โครงสร้างของอะตอมและเวเลนซ์อิเล็กตรอน: สารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ ซิลิคอน (Silicon) และเจอร์เมเนียม (Germanium) ซึ่งมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน (อิเล็กตรอนวงนอกสุด) จำนวน 4 ตัว อะตอมเหล่านี้จะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ (Covalent Bond)

- กระบวนการโด๊ป (Doping): คือการเติมสารเจือปนลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เพื่อให้มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1) สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type Semiconductor): เกิดจากการเติมสารเจือปนกลุ่มที่ 3 (เช่น โบรอน) ทำให้เกิด 'โฮล' (Hole) ซึ่งเป็นพาหะนำไฟฟ้าประจุบวก

2) สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type Semiconductor): เกิดจากการเติมสารเจือปนกลุ่มที่ 5 (เช่น ฟอสฟอรัส) ทำให้มี 'อิเล็กตรอนอิสระ' เกินมา ซึ่งเป็นพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ

2. คุณสมบัติรอยต่อพีเอ็นและแรงดันก้ำแพง

- เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นมาเชื่อมต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) บริเวณรอยต่อ จะเกิดการแพร่กระจายของพาหะ ทำให้เกิด 'บริเวณปลอดพาหะ' (Depletion Region) และสร้างสนามไฟฟ้าภายในที่เรียกว่า 'แรงดันก้ำแพง' (Barrier Potential) โดยสารซิลิคอนมีแรงดันก้ำแพงประมาณ 0.7 โวลต์ และเจอร์เมเนียมประมาณ 0.3 โวลต์

3. สัญลักษณ์และหลักการวัดตรวจสอบไดโอด

- สัญลักษณ์ของไดโอดประกอบด้วยขั้วแอโนด (Anode: A) และขั้วแคโทด (Cathode: K) โดยแถบคาดสีที่ตัวถังไดโอดจะแสดงฝั่งขั้วแคโทด

- การวัดตรวจสอบสภาพดี-เสียและหาขั้วด้วยมัลติมิเตอร์ (ดิจิทัลดหรือแอนาล็อกตั้งย่านวัดความต้านทานหรือไดโอด):

- ไบอัสตรง (Forward Bias): เมื่อนำสายวัดขั้วบวกต่อที่แอโนดและขั้วลบต่อที่แคโทด ไดโอดจะนำกระแส ทำให้มัลติมิเตอร์อ่านค่าความต้านทานต่ำได้

- ไบอัสย้อนกลับ (Reverse Bias): เมื่อสลับสายวัด ไดโอดจะไม่นำกระแส มัลติมิเตอร์จะอ่านค่าความต้านทานสูงมาก (หรือขึ้น OL ในดิจิทัลมัลติมิเตอร์) หากวัดทั้งสองครั้งแล้วเพิ่มขึ้นหรืออ่านค่าต่ำทั้งสองครั้งแสดงว่าไดโอดลัดวงจร (เสีย)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบท้ายใบความรู้:

1. สารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน (Silicon) มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด

ก. 2 ตัว

ข. 3 ตัว

ค. 4 ตัว

ง. 5 ตัว

2. การเติมสารเจือปนกลุ่มที่ 5 ลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ จะทำให้เกิดสารกึ่งตัวนำชนิดใด และมีพาหะนำไฟฟ้าส่วนมากคืออะไร

ก. ชนิดพี, โฮล

ข. ชนิดเอ็น, อิเล็กตรอนอิสระ

ค. ชนิดพี, อิเล็กตรอนอิสระ

ง. ชนิดเอ็น, โฮล

3. ค่าแรงดันกำแพง (Barrier Potential) ของสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอนที่อุณหภูมิห้องมีค่าประมาณเท่าใด

ก. 0.2 โวลต์

ข. 0.3 โวลต์

ค. 0.5 โวลต์

ง. 0.7 โวลต์

4. แถบคาตาสีที่ปรากฏอยู่บนตัวถังของไดโอด ใช้สำหรับบอกสิ่งใด

ก. ขั้วแอโนด (Anode)

ข. ขั้วแคโทด (Cathode)

ค. ค่าความต้านทานภายใน

ง. ค่ากระแสสูงสุด

5. ในการใช้มัลติมิเตอร์วัดตรวจสอบไดโอด หากวัดทั้งสองครั้ง (สลับสายวัด) แล้วปรากฏว่าอ่านค่าความต้านทานต่ำทั้งสองครั้ง สรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ไดโอดปกติ

ข. ไดโอดขาด (Open)

ค. ไดโอดลัดวงจร (Short)

ง. แบตเตอรี่มัลติมิเตอร์หมด

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

1. เอกสารประกอบการสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

2. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบท้ายใบความรู้:

1. ค. 4 ตัว

2. ข. ชนิดเอ็น, อิเล็กตรอนอิสระ

3. ง. 0.7 โวลต์

4. ข. ขั้วแคโทด (Cathode)

5. ค. ไดโอดลัดวงจร (Short)

	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ผู้เรียนสามารถสร้างแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกขั้วและตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอดตามมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อบอร์ดทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย

- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 มัลติมิเตอร์ดิจิทัลหรือแอนาล็อก จำนวน 1 เครื่อง
- 5.2 ไดโอดซิลิคอนและเจอร์เมเนียมหลากหลายเบอร์ จำนวน 5 ตัว
- 5.3 กระดาษวาดภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น จำนวน 1 แผ่น

5.4 แบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทาน จำนวน 1 ชุด

5.5 ดินสอ ปากกา และยางลบ จำนวน 1 ชุด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ให้ผู้เรียนจัดทำแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกข้อใดข้อใดลงในแบบบันทึกที่กำหนดให้ครบถ้วน พร้อมทั้งส่งมอบงานให้ครูผู้สอนตรวจประเมินตามกำหนด นักเรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและความเรียบร้อยของลายเส้นในแผนภาพก่อนส่งมอบงานทุกครั้ง เกณฑ์การให้คะแนนและการประเมินผลให้ศึกษาจากแบบประเมินใบงานที่กำหนดไว้ ะมัดระวังการตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหายต่อเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยและเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อม

7.2 ศึกษาใบความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น

7.3 วาดแผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะลงในกระดาษ

7.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น

7.5 เตรียมมัลติมิเตอร์และตั้งย่านวัดค่าความต้านทานให้เหมาะสม

7.6 วัดค่าความต้านทานในสภาวะไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับเพื่อจำแนกข้อใดข้อใด

7.7 บันทึกผลการวัดค่าความต้านทานและสภาพดีเสียของไดโอดลงในแบบบันทึก

7.8 ตรวจสอบความเรียบร้อยและความถูกต้องของข้อมูลในแบบบันทึกผลการวัด

7.9 ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงานและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่อย่างปลอดภัย

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนสรุปผลการปฏิบัติงานโดยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นกับค่าความต้านทานที่วัดได้ พร้อมทั้งวิจารณ์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวัดทดสอบเพื่อนำไปปรับปรุงในงานครั้งต่อไป

9. การประเมินผล

เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกข้อใดข้อใดและตรวจสอบสภาพไดโอด

- 1) การวาดแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ
- 2) ทักษะการตั้งค่าและใช้งานมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าความต้านทาน
- 3) การจำแนกข้อใดข้อใด-แคโทด และการตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอด
- 4) การบันทึกผลการวัดและความถูกต้องของข้อมูลในแบบบันทึก
- 5) การสรุปผลปฏิบัติงานและวิจารณ์ผลตามหลักการทางวิศวกรรม
- 6) มาตรฐานความปลอดภัย การทำความสะอาด และการจัดเก็บเครื่องมือ

คะแนนเต็ม 30 คะแนน · เกณฑ์ผ่าน 24 คะแนน

ผ่านเกณฑ์ที่ 24 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ 80)

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 1) เอกสารประกอบการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1
- 2) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น
- 3) คู่มือการใช้งานมัลติมิเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

	ใบมอบหมายงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลงานหรือผลการปฏิบัติงาน

1. แผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ 2. แบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกขั้วและตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอด

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อกิจรทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย
- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. รายละเอียดของงาน

1. เขียนแผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นชนิด P และ N พร้อมแสดงการกระจายตัวของพาหะ 2. ใช้อุปกรณ์มัลติมิเตอร์ทำการวัดค่าความต้านทานของไดโอดเพื่อจำแนกขั้วแอโนด-แคโทด และตรวจสอบสถานะดี-เสีย ของไดโอดชนิดต่างๆ ตามขั้นตอนที่กำหนด

(อาจมีแบบ รูปภาพ หรืออื่น ๆ ประกอบ)

6. กำหนดเวลาส่งงาน ภายในคาบเรียนสัปดาห์ที่ 1

7. แนวทางการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาทฤษฎีการโดปปี้งสารกึ่งตัวนำและคุณสมบัติรอยต่อพีเอ็นจากใบความรู้ที่ 1 2. ปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานที่ 1 โดยเริ่มจากการเตรียมเครื่องมือวัดและเลือกย่านวัดให้เหมาะสมกับงาน 3. จัดวางไดโอดและต่อสายวัดมัลติมิเตอร์ตามตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อป้องกันความผิดพลาด 4. บันทึกผลการวัดลงในแบบบันทึกโดยละเอียดและรอบคอบ 5. ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงานและจัดเก็บเครื่องมือคืนตามมาตรฐานความปลอดภัย

8. แหล่งค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น 2. ใบปฏิบัติงานที่ 1 เรื่อง การวัดตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและสภาพดีเสียของไดโอด 3. มัลติมิเตอร์ดิจิทัลและแอนะล็อก 4. ชุดไดโอดทดลอง

9. การประเมินผล

1. ความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80) 2. ความแม่นยำในการวัดหาข้อผิดพลาดและสรุปสภาพดีเสียของไดโอด (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80) 3. พฤติกรรมการใช้เครื่องมือวัดตามมาตรฐานความปลอดภัยและความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90)

	ใบกิจกรรมที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูผลงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้การปฏิบัติกิจกรรม

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อตรวจสอบสภาพทางไฟฟ้า หาข้อมูลอุปกรณ์และวิเคราะห์คุณลักษณะ V-I Curve สำหรับงานซ่อมบำรุงและคัดเลือกว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำกิจกรรม

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อกิจการทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย

- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 มัลติมิเตอร์ (ดิจิตอลและแอนะล็อก)
- 5.2 ไดโอดชนิดต่างๆ
- 5.3 สมุดบันทึกและกระดาษร่าง
- 5.4 อุปกรณ์เครื่องเขียน

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างอะตอม สารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น รวมถึงกลไกการเกิดรอยต่อพีเอ็น
2. เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ ตามขั้นตอนที่กำหนด
3. จัดเตรียมมัลติมิเตอร์ เลือกย่านวัดความต้านทาน (Ohms) ให้เหมาะสมเพื่อเตรียมวัดไดโอด
4. ปฏิบัติการวัดหาขั้วไดโอด (แอนโนด-แคโทด) โดยสังเกตค่าความต้านทานต่ำและสูง
5. ทดสอบสภาพดี-เสียของไดโอด โดยบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทาน
6. ปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย จัดเก็บเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าที่ให้เรียบร้อยหลัง

ใช้งาน

7. สรุปและอภิปราย

สรุปผลการวิเคราะห์โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและทดสอบสภาพของไดโอด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวัดจริงไปใช้จำแนกขั้วและตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุง

8. การประเมินผล

ประเมินจากความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น ความแม่นยำในการวัดหาขั้วและตรวจสอบสภาพไดโอด รวมถึงพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือวัดตามเกณฑ์ที่กำหนด

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

คู่มือการใช้งานมัลติมิเตอร์, ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น, มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์

	ใบความรู้ที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน จัดทำแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ พร้อมทำแบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกชิ้นและตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดตามมาตรฐาน		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อวัดตรวจสอบสภาพทางไฟฟ้า หาข้อมูลอุปกรณ์และวิเคราะห์คุณลักษณะ V-I Curve สำหรับงานซ่อมบำรุงและคัดเลือกว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำหน่วย

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อยางทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย
- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. สารการเรียนรู้

1. โครงสร้างและทฤษฎีสารกึ่งตัวนำ

- โครงสร้างของอะตอมและเวเลนซ์อิเล็กตรอน: สารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ ซิลิคอน (Silicon) และเจอร์เมเนียม (Germanium) ซึ่งมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน (อิเล็กตรอนวงนอกสุด) จำนวน 4 ตัว อะตอมเหล่านี้จะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ (Covalent Bond)

- กระบวนการโด๊ป (Doping): คือการเติมสารเจือปนลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เพื่อให้มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1) สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type Semiconductor): เกิดจากการเติมสารเจือปนกลุ่มที่ 3 (เช่น โบรอน) ทำให้เกิด 'โฮล' (Hole) ซึ่งเป็นพาหะนำไฟฟ้าประจุบวก

2) สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type Semiconductor): เกิดจากการเติมสารเจือปนกลุ่มที่ 5 (เช่น ฟอสฟอรัส) ทำให้มี 'อิเล็กตรอนอิสระ' เกินมา ซึ่งเป็นพาหะนำไฟฟ้าประจุลบ

2. คุณสมบัติรอยต่อพีเอ็นและแรงดันก้ำกั้ว

- เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นมาเชื่อมต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) บริเวณรอยต่อ จะเกิดการแพร่กระจายของพาหะ ทำให้เกิด 'บริเวณปลอดพาหะ' (Depletion Region) และสร้างสนามไฟฟ้าภายในที่เรียกว่า 'แรงดันก้ำกั้ว' (Barrier Potential) โดยสารซิลิคอนมีแรงดันก้ำกั้วประมาณ 0.7 โวลต์ และเจอร์เมเนียมประมาณ 0.3 โวลต์

3. สัญลักษณ์และหลักการวัดตรวจสอบไดโอด

- สัญลักษณ์ของไดโอดประกอบด้วยขั้วแอโนด (Anode: A) และขั้วแคโทด (Cathode: K) โดยแถบคาดสีที่ตัวถังไดโอดจะแสดงฝั่งขั้วแคโทด

- การวัดตรวจสอบสภาพดี-เสียและหาขั้วด้วยมัลติมิเตอร์ (ดิจิทัลดหรือแอนาล็อกตั้งย่านวัดความต้านทานหรือไดโอด):

- ไบอัสตรง (Forward Bias): เมื่อนำสายวัดขั้วบวกต่อที่แอโนดและขั้วลบต่อที่แคโทด ไดโอดจะนำกระแส ทำให้มัลติมิเตอร์อ่านค่าความต้านทานต่ำได้

- ไบอัสย้อนกลับ (Reverse Bias): เมื่อสลับสายวัด ไดโอดจะไม่นำกระแส มัลติมิเตอร์จะอ่านค่าความต้านทานสูงมาก (หรือขึ้น OL ในดิจิทัลมัลติมิเตอร์) หากวัดทั้งสองครั้งแล้วเพิ่มขึ้นหรืออ่านค่าต่ำทั้งสองครั้งแสดงว่าไดโอดลัดวงจร (เสีย)

6. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบทดสอบท้ายใบความรู้:

1. สารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอน (Silicon) มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด

ก. 2 ตัว

ข. 3 ตัว

ค. 4 ตัว

ง. 5 ตัว

2. การเติมสารเจือปนกลุ่มที่ 5 ลงในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ จะทำให้เกิดสารกึ่งตัวนำชนิดใด และมีพาหะนำไฟฟ้าส่วนมากคืออะไร

ก. ชนิดพี, โพล

ข. ชนิดเอ็น, อิเล็กตรอนอิสระ

ค. ชนิดพี, อิเล็กตรอนอิสระ

ง. ชนิดเอ็น, โพล

3. ค่าแรงดันกำแพง (Barrier Potential) ของสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิคอนที่อุณหภูมิห้องมีค่าประมาณเท่าใด

ก. 0.2 โวลต์

ข. 0.3 โวลต์

ค. 0.5 โวลต์

ง. 0.7 โวลต์

4. แถบคาตาสีที่ปรากฏอยู่บนตัวถังของไดโอด ใช้สำหรับบอกสิ่งใด

ก. ขั้วแอโนด (Anode)

ข. ขั้วแคโทด (Cathode)

ค. ค่าความต้านทานภายใน

ง. ค่ากระแสสูงสุด

5. ในการใช้มัลติมิเตอร์วัดตรวจสอบไดโอด หากวัดทั้งสองครั้ง (สลับสายวัด) แล้วปรากฏว่าอ่านค่าความต้านทานต่ำทั้งสองครั้ง สรุปได้ว่าอย่างไร

ก. ไดโอดปกติ

ข. ไดโอดขาด (Open)

ค. ไดโอดลัดวงจร (Short)

ง. แบตเตอรี่มัลติมิเตอร์หมด

7. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

1. เอกสารประกอบการสอน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

2. กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์.

8. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

เฉลยแบบทดสอบท้ายใบความรู้:

1. ค. 4 ตัว

2. ข. ชนิดเอ็น, อิเล็กตรอนอิสระ

3. ง. 0.7 โวลต์

4. ข. ขั้วแคโทด (Cathode)

5. ค. ไดโอดลัดวงจร (Short)

	ใบงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

ผู้เรียนสามารถสร้างแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกขั้วและตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอดตามมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้า

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อบอร์ดทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย

- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 มัลติมิเตอร์ดิจิทัลหรือแอนาล็อก จำนวน 1 เครื่อง
- 5.2 ไดโอดซิลิคอนและเจอร์เมเนียมหลากหลายเบอร์ จำนวน 5 ตัว
- 5.3 กระดาษวาดภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น จำนวน 1 แผ่น

5.4 แบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทาน จำนวน 1 ชุด

5.5 ดินสอ ปากกา และยางลบ จำนวน 1 ชุด

6. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

ให้ผู้เรียนจัดทำแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกข้อใดข้อใดลงในแบบบันทึกที่กำหนดให้ครบถ้วน พร้อมทั้งส่งมอบงานให้ครูผู้สอนตรวจประเมินตามกำหนด นักเรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและความเรียบร้อยของลายเส้นในแผนภาพก่อนส่งมอบงานทุกครั้ง เกณฑ์การให้คะแนนและการประเมินผลให้ศึกษาจากแบบประเมินใบงานที่กำหนดไว้ ะมัดระวังการตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหายต่อเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

7. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

7.1 สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยและเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อม

7.2 ศึกษาใบความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น

7.3 วาดแผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะลงในกระดาษ

7.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น

7.5 เตรียมมัลติมิเตอร์และตั้งย่านวัดความต้านทานให้เหมาะสม

7.6 วัดค่าความต้านทานในสภาวะไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับเพื่อจำแนกข้อใดข้อใด

7.7 บันทึกผลการวัดค่าความต้านทานและสภาพดีเสียของไดโอดลงในแบบบันทึก

7.8 ตรวจสอบความเรียบร้อยและความถูกต้องของข้อมูลในแบบบันทึกผลการวัด

7.9 ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงานและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่อย่างปลอดภัย

8. สรุปและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนสรุปผลการปฏิบัติงานโดยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นกับค่าความต้านทานที่วัดได้ พร้อมทั้งวิจารณ์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการวัดทดสอบเพื่อนำไปปรับปรุงในงานครั้งต่อไป

9. การประเมินผล

เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกข้อใดข้อใดและตรวจสอบสภาพไดโอด

- 1) การวาดแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ
- 2) ทักษะการตั้งค่าและใช้งานมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าความต้านทาน
- 3) การจำแนกข้อใดข้อใด-แคโทด และการตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอด
- 4) การบันทึกผลการวัดและความถูกต้องของข้อมูลในแบบบันทึก
- 5) การสรุปผลปฏิบัติงานและวิจารณ์ผลตามหลักการทางวิศวกรรม
- 6) มาตรฐานความปลอดภัย การทำความสะอาด และการจัดเก็บเครื่องมือ

คะแนนเต็ม 30 คะแนน · เกณฑ์ผ่าน 24 คะแนน

ผ่านเกณฑ์ที่ 24 คะแนนขึ้นไป (ร้อยละ 80)

10. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

- 1) เอกสารประกอบการสอนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1
- 2) ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น
- 3) คู่มือการใช้งานมัลติมิเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

	ใบมอบหมายงานที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลงานหรือผลการปฏิบัติงาน

1. แผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ 2. แบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกขั้วและตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอด

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อกิจรทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย
- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. รายละเอียดของงาน

1. เขียนแผนภาพแสดงโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นชนิด P และ N พร้อมแสดงการกระจายตัวของพาหะ 2. ใช้อุปกรณ์มัลติมิเตอร์ทำการวัดค่าความต้านทานของไดโอดเพื่อจำแนกขั้วแอโนด-แคโทด และตรวจสอบสถานะดี-เสีย ของไดโอดชนิดต่างๆ ตามขั้นตอนที่กำหนด

(อาจมีแบบ รูปภาพ หรืออื่น ๆ ประกอบ)

6. กำหนดเวลาส่งงาน ภายในคาบเรียนสัปดาห์ที่ 1

7. แนวทางในการปฏิบัติงาน

1. ศึกษาทฤษฎีการโดปปี้งสารกึ่งตัวนำและคุณสมบัติรอยต่อพีเอ็นจากใบความรู้ที่ 1 2. ปฏิบัติตามใบปฏิบัติงานที่ 1 โดยเริ่มจากการเตรียมเครื่องมือวัดและเลือกย่านวัดให้เหมาะสมกับงาน 3. จัดวางไดโอดและต่อสายวัดมัลติมิเตอร์ตามตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อป้องกันความผิดพลาด 4. บันทึกผลการวัดลงในแบบบันทึกโดยละเอียดและรอบคอบ 5. ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงานและจัดเก็บเครื่องมือคืนตามมาตรฐานความปลอดภัย

8. แหล่งค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น 2. ใบปฏิบัติงานที่ 1 เรื่อง การวัดตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและสภาพดีเสียของไดโอด 3. มัลติมิเตอร์ดิจิทัลและแอนะล็อก 4. ชุดไดโอดทดลอง

9. การประเมินผล

1. ความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80) 2. ความแม่นยำในการวัดหาข้อผิดพลาดและสรุปสภาพดีเสียของไดโอด (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80) 3. พฤติกรรมการใช้เครื่องมือวัดตามมาตรฐานความปลอดภัยและความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90)

	ใบกิจกรรมที่ 1	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและไดโอด	ทฤษฎี 1 ชม. ปฏิบัติ 4 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน ชูผลงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด		

1. ผลลัพธ์การเรียนรู้การปฏิบัติกิจกรรม

ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องโครงสร้างสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อตรวจสอบสภาพทางไฟฟ้า หาข้อบกพร่องและวิเคราะห์คุณลักษณะ V-I Curve สำหรับงานซ่อมบำรุงและคัดเลือกว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในงานอาชีพ

2. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สาขาอาชีพช่างไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ (โทรทัศน์) ระดับ 1

3. สมรรถนะประจำกิจกรรม

- 3.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและคุณลักษณะทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำและไดโอด
- 3.2 เขียนแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอน
- 3.3 ตรวจสอบสภาพการทำงานของไดโอดและซีเนอร์ไดโอดตามขั้นตอน
- 3.4 บำรุงรักษามัลติมิเตอร์และจัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานความปลอดภัย

4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 4.1 ระบุโครงสร้างของอะตอมและสารกึ่งตัวนำได้
- 4.2 ระบุสัญลักษณ์และพิกัดทางไฟฟ้าของไดโอดได้
- 4.3 อธิบายรอยต่อพีเอ็นตามทฤษฎีสารกึ่งตัวนำได้
- 4.4 ประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบสภาพไดโอดได้
- 4.5 เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะตามขั้นตอนได้ถูกต้อง
- 4.6 ต่อกิจการทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับของไดโอดตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง
- 4.7 จัดเก็บไดโอดและบำรุงรักษามัลติมิเตอร์ตามมาตรฐานความปลอดภัยได้ถูกต้อง
- 4.8 มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย

- 4.9 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารกึ่งตัวนำและไดโอดเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงได้

5. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

- 5.1 มัลติมิเตอร์ (ดิจิตอลและแอนะล็อก)
- 5.2 ไดโอดชนิดต่างๆ
- 5.3 สมุดบันทึกและกระดาษร่าง
- 5.4 อุปกรณ์เครื่องเขียน

6. ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ศึกษาทฤษฎีโครงสร้างอะตอม สารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็น รวมถึงกลไกการเกิดรอยต่อพีเอ็น
2. เขียนแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ ตามขั้นตอนที่กำหนด
3. จัดเตรียมมัลติมิเตอร์ เลือกย่านวัดความต้านทาน (Ohms) ให้เหมาะสมเพื่อเตรียมวัดไดโอด
4. ปฏิบัติการวัดหาขั้วไดโอด (แอนโนด-แคโทด) โดยสังเกตค่าความต้านทานต่ำและสูง
5. ทดสอบสภาพดี-เสียของไดโอด โดยบันทึกผลลงในแบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทาน
6. ปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย จัดเก็บเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าที่ให้เรียบร้อยหลัง

ใช้งาน

7. สรุปและอภิปราย

สรุปผลการวิเคราะห์โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและทดสอบสภาพของไดโอด เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวัดจริงไปใช้จำแนกขั้วและตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุง

8. การประเมินผล

ประเมินจากความถูกต้องของแผนภาพโครงสร้างรอยต่อพีเอ็น ความแม่นยำในการวัดหาขั้วและตรวจสอบสภาพไดโอด รวมถึงพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือวัดตามเกณฑ์ที่กำหนด

9. เอกสารอ้างอิง /เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

คู่มือการใช้งานมัลติมิเตอร์, ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างสารกึ่งตัวนำและรอยต่อพีเอ็น, มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์

	แบบทดสอบ	หน่วยที่ 1
	รหัสวิชา 20105-2002 วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ	ทฤษฎี 1 ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ (สัปดาห์ที่ 1)		ปฏิบัติ 4 ชม.

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. เวเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) หมายถึง
ข้อใด

ก. อิเล็กตรอนวงนอกสุดของอะตอม

ข. อิเล็กตรอนวงในสุดที่ยึดติดกับนิวเคลียส

ค. อิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่นอกอะตอม

ง. จำนวนโปรตอนรวมกับนิวตรอน

2. สารกึ่งตัวนำแท้ (Intrinsic Semiconductor) มี
ลักษณะตามข้อใด

ก. เป็นสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ที่ไม่มีสารเจือปน

ข. เป็นสารกึ่งตัวนำที่เติมสารเจือปนประเภทพี

ค. เป็นสารกึ่งตัวนำที่เติมสารเจือปนประเภทเอ็น

ง. เป็นสารนำไฟฟ้าที่ดีเยี่ยมที่อุณหภูมิห้อง

3. สารกึ่งตัวนำชนิด P (P-Type Semiconductor)
เกิดจากการเจือสารในกลุ่มใด

ก. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 3 เช่น
โบรอน

ข. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 5 เช่น
ฟอสฟอรัส

ค. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 เช่น
ซิลิคอน

ง. ธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 เช่น
สังกะสี

4. บริเวณรอยต่อ (PN Junction) ที่ไม่มีพาหะนำ
ไฟฟ้าอิสระเหลืออยู่ เรียกว่าอะไร

ก. Valence Band

ข. Depletion Region

ค. Conduction Band

ง. Barrier Potential

5. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำได้ถูกต้อง
ที่สุด

ก. นำไฟฟ้าได้ดีกว่าโลหะทุกชนิด

ข. เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้เลย
ภายใต้ทุกเงื่อนไข

ค. มีความสามารถในการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง
ตัวนำและฉนวน

ง. นำไฟฟ้าได้เฉพาะในสถานะที่เป็นของเหลว
เท่านั้น

6. สัญลักษณ์แผนผัง (Schematic Symbol) ของได
โอด ลูกศรชี้ไปในทิศทางใด

ก. จากแคโทดไปแอโนด

ข. จากแอโนดไปแคโทด

ค. จากขั้วบวกไปขั้วลบของแหล่งจ่ายเสมอ

ง. ชี้ออกจากตัวไดโอดทั้งสองด้าน

7. ค่า PIV (Peak Inverse Voltage) ของไดโอดมี
ความหมายตรงกับข้อใด

ก. แรงดันไฟตรงสูงสุดในสภาวะไบอัสตรง

ข. แรงดันไฟกลับสูงสุดที่ไดโอดทนได้ก่อนจะพัง
ทลาย

ค. แรงดันตกคร่อมไดโอดขณะนำกระแส

ง. แรงดันเริ่มต้นในการนำกระแสของไดโอด

8. ในสภาวะการต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ของได
โอดปกติ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอย่างไร

- ก. กระแสไหลผ่านได้สูงมาก
- ข. กระแสไหลผ่านได้ตามปกติเหมือนไบอัสตรง
- ค. มีกระแสรั่วไหล (Leakage Current) ค่าเล็กน้อยไหลผ่าน
- ง. ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเลยในทุกกรณี
9. ข้อใดคือชื่อเรียกกลุ่มของไดโอดที่ออกแบบมาเพื่อให้แสงสว่างเมื่อได้รับไบอัสตรง
- ก. Zener Diode
- ข. Schottky Diode
- ค. Light Emitting Diode (LED)
- ง. Photodiode
10. หากต้องการตรวจสอบสภาพของไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์แบบเข็มในย่านวัดโอห์ม หากไดโอดปกติผลการวัดควรเป็นอย่างไร
- ก. เข็มขึ้นทั้งสองครั้งที่สลับสายวัด
- ข. เข็มไม่ขึ้นเลยทั้งสองครั้งที่สลับสายวัด
- ค. เข็มขึ้นครั้งเดียว (ความต้านทานต่ำ) เมื่อไบอัสตรง และไม่ขึ้น (ความต้านทานสูงมาก) เมื่อไบอัสกลับ
- ง. เข็มตีกลับสุดสเกลทั้งสองครั้ง
11. ช่างเทคนิคทำการวัดไดโอดด้วยดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital Multimeter) โดยตั้งย่านวัดไปที่สัญลักษณ์ไดโอด (Diode Test) ปรากฏว่าวัดครั้งที่หนึ่งได้ค่าแรงดัน 0.65V และสลับสายวัดแล้วอ่านค่าได้ OL (Open Loop) สภาพของไดโอดนี้คืออะไร
- ก. ไดโอดลัดวงจร (Short Circuit)
- ข. ไดโอดขาดใน (Open Circuit)
- ค. ไดโอดปกติ (Good Condition)
- ง. ไดโอดรั่ว (Leaky Diode)
12. ในการทดสอบไดโอดเปล่งแสง (LED) ด้วยมัลติมิเตอร์แบบดิจิทัลในย่านวัดไดโอด ข้อใดคืออาการแสดงที่บ่งบอกว่า LED ปกติและต่อถูกขั้ว
- ก. มิเตอร์ส่งเสียงร้องเตือนและแสดงค่า 0.00V

ข. LED สว่างขึ้นพร้อมแสดงค่าแรงดันตกคร่อมบนจอ

- ค. มิเตอร์แสดงค่า OL และไม่มีแสงสว่าง
- ง. เกิดความร้อนสูงที่ตัว LED ทันที

13. หากผลการวัดไดโอดซีเนอร์ (Zener Diode) ด้วยมัลติมิเตอร์ในย่านวัดโอห์มพบว่า ได้ค่าความต้านทานสูงมากในทิศทางเดียว แต่ในทิศทางกลับกันเข็มมิเตอร์กลับตีขึ้น (มีความต้านทานต่ำแต่ไม่ถึงศูนย์) ข้อสรุปได้นำเชื่อถือที่สุด

- ก. ซีเนอร์ไดโอดตัวนี้ขาดใน
- ข. ซีเนอร์ไดโอดตัวนี้ลัดวงจรสมบูรณ์
- ค. ซีเนอร์ไดโอดอาจปกติ เนื่องจากย่านวัดโอห์มของมิเตอร์แรงดันต่ำกว่าค่าแรงดันซีเนอร์ (Zener Voltage)
- ง. ซีเนอร์ไดโอดเสื่อมสภาพเพราะค่าความต้านทานไม่เป็นอนันต์

14. ข้อใดคือความเสี่ยงสูงสุดหากใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดความต้านทาน (Rx1) ไปวัดค่าความต้านทานในขณะที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังจ่ายไฟอยู่

- ก. ค่าที่อ่านได้จะคลาดเคลื่อนเล็กน้อย
- ข. ฟิวส์ในมัลติมิเตอร์ขาดหรือวงจรภายในมิเตอร์เสียหาย
- ค. ทำให้ไดโอดในวงจรกลายเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดใหม่
- ง. ไม่มีผลกระทบใดๆ ต่ออุปกรณ์

15. หากท่านต้องการตรวจสอบว่าไดโอดเกิดอาการรั่วซึม (Leaky Diode) หรือไม่ เครื่องมือและวิธีใดมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือที่สุด

- ก. ใช้ไขควงลองไฟแตะที่ขาไดโอด
- ข. ใช้มัลติมิเตอร์ดิจิทัลตั้งย่านวัดไดโอด หรือย่านโอห์มสูงๆ (เช่น Rx10k ในอนาล็อก) ตรวจสอบกระแสรั่วไหลขณะไบอัสกลับ
- ค. สังเกตด้วยตาเปล่าว่ามีรอยไหม้หรือไม่

ง. ใช้แอมป์มิเตอร์วัดกระแสสลับที่ไหลผ่าน
16. เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มาเชื่อมต่อกัน จะเกิดบริเวณรอยต่อ (PN Junction) บริเวณดังกล่าวจะเกิดขึ้นกันบางๆ ที่ไม่มีพาหะอิสระเรียกว่าอะไร

ก. ชั้นดีเพลชัน (Depletion Region)

ข. ชั้นวาเลนซ์แบนด์ (Valence Band)

ค. ชั้นคอนดักชันแบนด์ (Conduction Band)

ง. ชั้นอินทรินซิก (Intrinsic Layer)

17. สารกึ่งตัวนำชนิด N (N-type Semiconductor) มีพาหะนำไฟฟ้าส่วนใหญ่ (Majority Carrier) คือข้อใด

ก. โฮล (Hole)

ข. โปรตอน (Proton)

ค. อิเล็กตรอนอิสระ (Free Electron)

ง. ไอออนบวก (Positive Ion)

18. เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าภายนอกแบบ 'ไบอัสกลับ' (Reverse Bias) ให้กับรอยต่อ PN จะส่งผลอย่างไรต่อความกว้างของชั้นดีเพลชัน (Depletion Region)

ก. ความกว้างของชั้นดีเพลชันจะแคบลงเรื่อยๆ

ข. ความกว้างของชั้นดีเพลชันจะกว้างขึ้นกว่าเดิม

ค. ความกว้างของชั้นดีเพลชันจะสลายตัวหายไปทันที

ง. ความกว้างไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่สารละลายตัว

19. ปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้นเมื่อมีการป้อนแรงดันไบอัสตรงที่มีค่าสูงกว่าค่า barrier potential ให้กับรอยต่อ PN

ก. ชั้นดีเพลชันขยายตัวสูงสุดและไม่มีกระแสไหล

ข. ชั้นดีเพลชันแคบลง กระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่สามารถไหลผ่านรอยต่อได้ง่าย

ค. สารกึ่งตัวนำหลอมละลายกลายเป็นของเหลว

ง. เกิดสนามแม่เหล็กถาวรขึ้นรอบรอยต่อ

20. ข้อใดคือลักษณะสำคัญของ 'กระแสรั่วไหล' (Leakage Current) ที่เกิดขึ้นในรอยต่อ PN เมื่อได้รับแรงดันไบอัสกลับ

ก. กระแสที่มีค่าสูงมากๆ เกิดจากพาหะส่วนใหญ่ไหลวน

ข. กระแสที่มีค่าต่ำมากๆ เกิดจากพาหะส่วนน้อย (Minority Carrier) ที่ถูกขับเคลื่อนด้วยสนามไฟฟ้าสนามกลับ

ค. กระแสที่เกิดจากการลัดวงจรของภายนอกตัวถึง

ง. กระแสสลับความถี่สูงที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ

ชุดงานสร้างแผนภาพโครงสร้างและบันทึกการวัดทดสอบไดโอด

ชื่อ - สกุล รหัสประจำตัว ชั้น/กลุ่ม วันที่ประเมิน

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน / เกณฑ์การให้คะแนน						คะแนน ที่ได้
		5 (ดีเยี่ยม)	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	0 (ไม่มีผลงาน)	
1	การวาดแผนภาพโครงสร้างรอยต่อที่ เอ็นและการกระจายตัวของพาดหะ	แผนภาพถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ตามหลักการทาง ฟิสิกส์	แผนภาพถูกต้องเกือบทั้งหมด มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	แผนภาพถูกต้องในส่วนสำคัญ แต่รายละเอียดบางส่วนไม่ ชัดเจน	แผนภาพมีข้อผิดพลาดในส่วน โครงสร้างหลัก	แผนภาพไม่ถูกต้อง ขาดองค์ ประกอบสำคัญหลายประการ	ไม่มีผลงานการวาดแผนภาพ	
2	ทักษะการตั้งค่าและใช้งานมัลติมิเตอร์ เพื่อวัดค่าความต้านทาน	เลือกย่านวัดถูกต้องแม่นยำ ปฏิบัติงานรวดเร็วและ ปลอดภัย	เลือกย่านวัดถูกต้อง ปฏิบัติ งานได้ถูกต้อง	เลือกย่านวัดถูกต้อง แต่ใช้เวลา ในการปรับตั้งค่านาน	ตั้งย่านวัดไม่เหมาะสม แต่ สามารถแก้ปัญหาได้ด้วย ตนเอง	ตั้งย่านวัดผิดพลาดบ่อยครั้ง ต้องได้รับคำแนะนำอย่างต่อเนื่อง	ไม่สามารถใช้งานมัลติมิเตอร์ ได้	
3	การจำแนกข้อแอนโนต-แคโทด และการ ตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอด	จำแนกข้อและตรวจสอบสภาพ ได้ถูกต้องแม่นยำทุกตัว	จำแนกข้อและตรวจสอบสภาพ ได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด	จำแนกข้อได้ถูกต้อง แต่ผิด พลาดในการตรวจสอบสภาพ เล็กน้อย	จำแนกข้อได้บางส่วน และ ตรวจสอบสภาพได้ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถจำแนกข้อและตรวจ สอบสภาพได้ถูกต้อง	ไม่มีผลงานการจำแนกและ ตรวจสอบ	
4	การบันทึกผลการวัดและความถูกต้อง ของข้อมูลในแบบบันทึก	บันทึกข้อมูลครบถ้วน ชัดเจน เป็นระเบียบและมีความถูก ต้องสูง	บันทึกข้อมูลครบถ้วน ชัดเจน มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย	บันทึกข้อมูลครบถ้วน แต่อ่าน ลำบากหรือมีข้อมูลคลาด เคลื่อนบางจุด	บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน ขาด สาระสำคัญ	บันทึกข้อมูลไม่เป็นระเบียบ และความถูกต้องต่ำ	ไม่มีแบบบันทึกผลการวัด	
5	การสรุปผลปฏิบัติงานและวิจารณ์ผล ตามหลักการทางวิศวกรรม	สรุปผลได้ตรงประเด็น วิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ ชัดเจน วิวิจารณ์ข้อผิดพลาดได้ ดี	สรุปผลและวิเคราะห์ความ สัมพันธ์ได้ดี มีการวิจารณ์ผล งาน	สรุปผลได้ตามหัวข้อ แต่การ วิเคราะห์ยังขาดความลึกซึ้ง	สรุปผลได้เพียงผิวเผิน ขาด ความเชื่อมโยงกับทฤษฎี	สรุปผลไม่ถูกต้องตามหลักการ ที่เรียน	ไม่มีการสรุปผลการปฏิบัติงาน	
6	มาตรฐานความปลอดภัย การทำความ สะอาด และการจัดเก็บเครื่องมือ	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย อย่างเคร่งครัด โต๊ะสะอาด เครื่องมือจัดเก็บถูกต้อง	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยดี มาก มีการดูแลรักษาอุปกรณ์ดี	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย ทั่วไป จัดเก็บอุปกรณ์ได้ตาม ปกติ	ละเลยความปลอดภัยบาง ประการ การจัดเก็บอุปกรณ์ไม่ เป็นระเบียบ	ไม่ปฏิบัติตามกฎความ ปลอดภัย และละเลยการจัด เก็บเครื่องมือ	ไม่ปฏิบัติงานตามมาตรฐาน ความปลอดภัย	
รวมคะแนน (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)								

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน / เกณฑ์การให้คะแนน						คะแนน ที่ได้
		5 (ดีเยี่ยม)	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	0 (ไม่มีผลงาน)	

เกณฑ์การผ่าน ได้ 24 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน (ร้อยละ 80)

ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ / /

[illegible]

ที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน (ข้อละ 5 คะแนน)						รวม (30)	ผลการประเมิน	
			1	2	3	4	5	6		ผ่าน	ไม่ผ่าน
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											

รายการประเมิน

1. การวาดแผนภาพโครงสร้างรอยต่อที่เอ็นและการกระจายตัวของพาหะ
2. ทักษะการตั้งค่าและใช้งานมัลติมิเตอร์เพื่อวัดค่าความต้านทาน
3. การจำแนกข้อแวนด-แคโทด และการตรวจสอบสภาพดีเสียของไดโอด
4. การบันทึกผลการวัดและความถูกต้องของข้อมูลในแบบบันทึก
5. การสรุปผลปฏิบัติงานและวิจารณ์ผลตามหลักการทางวิศวกรรม
6. มาตรฐานความปลอดภัย การทำความสะอาด และการจัดเก็บเครื่องมือ

เกณฑ์การผ่าน รวมได้ 24 คะแนนขึ้นไป จาก 30 คะแนน (ร้อยละ 80)

ลงชื่อ ครูผู้สอน
(.....)
วันที่ / /

แบบประเมินผลงาน

แบบตรวจประเมินชิ้นงานแผนภาพและแบบบันทึกผลการวัด

รหัสวิชา 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1 วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ

ชื่อ - สกุล รหัสประจำตัว ชั้น/กลุ่ม วันที่ประเมิน

คำชี้แจง ให้วงกลมล้อมรอบระดับคะแนนที่ตรงกับผลการปฏิบัติงานจริงของผู้เรียนในแต่ละรายการ แล้วบันทึกคะแนนลงในช่อง “คะแนนที่ได้”

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน / เกณฑ์การให้คะแนน						คะแนน ที่ได้
		5 (ดีเยี่ยม)	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	0 (ไม่มีผลงาน)	
1	ความถูกต้องของโครงสร้างอะตอม ซิลิคอน เจอร์เมเนียม และกระบวนการ โดปปิงสารชนิดพีและเอ็นในแผนภาพ	ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตาม หลักการทุกประการ ราย ละเอียดชัดเจน	ถูกต้องดีมาก มีข้อบกพร่อง เล็กน้อยไม่1%สำคัญ	ถูกต้องปานกลาง พอเข้าใจ หลักการ	ถูกต้องน้อย มีข้อผิดพลาดใน จุดสำคัญ	ไม่ถูกต้องตามหลักการ ต้อง ปรับปรุงแก้ไขส่วนใหญ่	ไม่มีผลงาน หรือไม่ส่งชิ้นงาน	
2	ความถูกต้องของการวาดแผนภาพรอย ต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะ ส่วนหน้าและส่วนรอยต่อ	วาดแผนภาพแสดงการกระจาย ตัวของพาหะและสัญลักษณ์ ได้อัตโนมัติถูกต้องครบถ้วน	วาดถูกต้องดีมาก ขาดราย ละเอียดปลีกย่อยเล็กน้อย	วาดถูกต้องพอใช้ สัดส่วนและ ทิศทางเคลื่อนที่ของพาหะ คลาดเคลื่อนบ้าง	วาดไม่ค่อยถูกต้องตามหลัก การรอยต่อพีเอ็น	วาดผิดพลาด ไม่แสดงลักษณะ รอยต่อพีเอ็นที่ถูกต้อง	ไม่มีผลงาน หรือไม่ส่งชิ้นงาน	
3	ความครบถ้วนและความถูกต้องของ ข้อมูลในแบบบันทึกผลการวัดค่าความ ต้านทานเพื่อจำแนกขั้วไดโอด	บันทึกผลการวัดค่าความต้าน ทานไบอัสตรงและไบอัสย้อน กลับครบถ้วนและถูกต้องตรง ตามความเป็นจริง	บันทึกข้อมูลครบถ้วน ถูกต้อง ดีมาก	บันทึกข้อมูลครบถ้วน แต่มี ตัวเลขค่าความต้านทานคลาด เคลื่อนจากการอ่านค่าเล็กน้อย	บันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน ขาด ข้อมูลในบางเงื่อนไขการวัด	บันทึกข้อมูลผิดพลาดและไม่ สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง	ไม่มีผลงาน หรือไม่ส่งชิ้นงาน	
4	การสรุปผลการตรวจสอบสภาพดี-เสีย ของไดโอดจากค่าความต้านทานที่วัดได้	สรุปผลการวิเคราะห์สภาพดี- เสียของไดโอดแต่ละเบอร์ได้ อย่างแม่นยำและมีเหตุผล รองรับชัดเจน	สรุปผลถูกต้องดีมาก อธิบาย สภาพดี-เสียได้ชัดเจน	สรุปผลถูกต้องปานกลาง พอ อธิบายได้	สรุปผลคลาดเคลื่อนบางตัว ไม่ สัมพันธ์กับค่าความต้านทานที่ วัดได้	สรุปผลไม่ถูกต้องตามหลักการ วัดไดโอด	ไม่มีผลงาน หรือไม่ส่งชิ้นงาน	
รวมคะแนน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)								

เกณฑ์การผ่าน ได้ 16 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (ร้อยละ 80)

ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ / /

ที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน (ข้อละ 5 คะแนน)				รวม (20)	ผลการประเมิน	
			1	2	3	4		ผ่าน	ไม่ผ่าน
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

รายการประเมิน

1. ความถูกต้องของโครงสร้างอะตอมซิลิคอน เจอร์เมเนียม และกระบวนการโด๊ปिंग สารชนิดพีและเอ็นในแผนภาพ
2. ความถูกต้องของการวาดแผนภาพรอยต่อพีเอ็นและการกระจายตัวของพาหะส่วน หนาและส่วนรอยต่อ
3. ความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูลในแบบบันทึกผลการวัดค่าความต้านทานเพื่อจำแนกขั้วไดโอด
4. การสรุปผลการตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดจากค่าความต้านทานที่วัดได้

เกณฑ์การผ่าน รวมได้ 16 คะแนนขึ้นไป จาก 20 คะแนน (ร้อยละ 80)

ลงชื่อ

ครูผู้สอน
 (.....)
 วันที่ / /

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน (Performance Assessment Rubric)

รหัสวิชา 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1 วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ

ชื่อ - สกุล รหัสประจำตัว ชั้น/กลุ่ม วันที่ประเมิน

คำชี้แจง ให้วงกลมล้อมรอบระดับคะแนนที่ตรงกับผลการปฏิบัติงานจริงของผู้เรียนในแต่ละรายการ แล้วบันทึกคะแนนลงในช่อง “คะแนนที่ได้”

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน / เกณฑ์การให้คะแนน						คะแนน ที่ได้
		5 (ดีเยี่ยม)	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	0 (ไม่มีผลงาน)	
1	การเตรียมความพร้อมและการตั้งค่านำวัดของมัลติมิเตอร์เพื่อวัดความต้านทานไดโอด	เลือกย่านวัดความต้านทานของมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสอบเทียบเครื่องมือก่อนใช้งานทุกครั้ง	เลือกย่านวัดถูกต้องดีมาก ปฏิบัติด้วยความมั่นใจ	เลือกย่านวัดถูกต้องแต่ต้องให้ครูแนะนำซ้ำในบางครั้ง	เลือกย่านวัดไม่เหมาะสมกับค่าความต้านทานของไดโอด ทำให้การอ่านค่าผิดพลาด	ไม่สามารถตั้งค่านำวัดมัลติมิเตอร์ได้ด้วยตนเอง	ไม่มีการปฏิบัติงาน	
2	ทักษะการจับถือสายวัด (Probes) และการสัมผัสขั้วแอโนด-แคโทดของไดโอดอย่างถูกวิธี	จับสายวัดมั่นคง สัมผัสขั้วอุปกรณ์แบบสนิท ไม่เกิดการสั่นหรือสัมผัสโดนมือขณะวัด	ปฏิบัติได้ดีมาก มีความระมัดระวังในการสัมผัสขั้วอุปกรณ์	ปฏิบัติได้ดีปานกลาง มีการสั่นหลุดของสายวัดบ้างเล็กน้อย	จับสายวัดไม่ถูกวิธี ทำให้ค่าที่วัดได้ไม่เสถียรและอ่านค่าได้ยาก	จับสายวัดผิดวิธีและอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์	ไม่มีการปฏิบัติงาน	
3	ขั้นตอนการปฏิบัติงานวัดเพื่อจำแนกขั้วแอโนดและแคโทด (ไบอัสตรงและไบอัสย้อนกลับ)	ปฏิบัติครบทุกขั้นตอนตามใบปฏิบัติงาน สลับสายวัดเพื่อทดสอบทั้งสองสภาวะได้อย่างคล่องแคล่ว	ปฏิบัติถูกต้องตามขั้นตอนเรียบร้อยดีมาก	ปฏิบัติถูกต้องตามขั้นตอนหลัก แต่ต้องดูคู่มือปฏิบัติงานประกอบบ่อยครั้ง	ปฏิบัติข้ามขั้นตอนหรือสลับขั้นตอนการทดสอบทำให้เสียเวลา	ไม่สามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่กำหนดในใบปฏิบัติงานได้	ไม่มีการปฏิบัติงาน	
4	ความรวดเร็วและความคล่องแคล่วในการตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดหลายตัวตามกำหนด	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา มีความคล่องแคล่ว แม่นยำ และจัดเก็บอุปกรณ์เรียบร้อย	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา มีความคล่องแคล่วดี	ปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนดแต่มีความลังเลในบางขั้นตอน	ปฏิบัติงานล่าช้า ทำงานไม่ทันตามกำหนดเวลา	ไม่สามารถปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จได้	ไม่มีการปฏิบัติงาน	
รวมคะแนน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)								

เกณฑ์การผ่าน ได้ 16 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (ร้อยละ 80)

ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ / /

ที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน (ข้อละ 5 คะแนน)				รวม (20)	ผลการประเมิน	
			1	2	3	4		ผ่าน	ไม่ผ่าน
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

รายการประเมิน

1. การเตรียมความพร้อมและการตั้งค่ายานวัดของมัลติมิเตอร์เพื่อวัดความต้านทานไดโอด
2. ทักษะการจับถือสายวัด (Probes) และการสัมผัสขั้วแอโนด-แคโทดของไดโอดอย่างถูกต้อง
3. ขั้นตอนการปฏิบัติงานวัดเพื่อจำแนกขั้วแอโนดและแคโทด (ไปัสตรงและไปัสย้อนกลับ)
4. ความรวดเร็วและความคล่องแคล่วในการตรวจสอบสภาพดี-เสียของไดโอดหลายตัวตามกำหนด

ลงชื่อ ครูผู้สอน
(.....)
วันที่ / /

เกณฑ์การผ่าน รวมได้ 16 คะแนนขึ้นไป จาก 20 คะแนน (ร้อยละ 80)

แบบสังเกตพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

รหัสวิชา 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร หน่วยที่ 1 วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ

ชื่อ - สกุล รหัสประจำตัว ชั้น/กลุ่ม วันที่ประเมิน

คำชี้แจง ให้วงกลมล้อมรอบระดับคะแนนที่ตรงกับผลการปฏิบัติจริงของผู้เรียนในแต่ละรายการ แล้วบันทึกคะแนนลงในช่อง “คะแนนที่ได้”

ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน / เกณฑ์การให้คะแนน						คะแนน ที่ได้
		5 (ดีเยี่ยม)	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)	0 (ไม่มีผลงาน)	
1	การแต่งกายถูกต้องตามระเบียบปฏิบัติ ในห้องปฏิบัติการ (สวมเสื้อเชิ้ต รองเท้าหุ้มส้น รวบผมเรียบร้อย)	แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ ความปลอดภัยครบถ้วน สมบูรณ์ตลอดเวลา	แต่งกายถูกต้องดีมาก ขาดการ จัดระเบียบเล็กน้อยตอนเริ่ม ต้น	แต่งกายถูกต้องปานกลาง ตัก เตือนแล้วปฏิบัติทันที	แต่งกายไม่ครบตามระเบียบ ความปลอดภัย ต้องตักเตือน หลายครั้ง	ไม่ปฏิบัติตามระเบียบการแต่ง กายในห้องปฏิบัติการ	ไม่เข้าร่วมปฏิบัติงานหรือ ฝ่าฝืนกฎรุนแรง	
2	ความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือวัด (มัลติมิเตอร์) ไม่ให้เกิดความเสียหายจาก การตั้งย่านวัดผิด	ตรวจสอบความพร้อมและตั้ง ย่านวัดด้วยความรอบคอบ ระมัดระวังเครื่องมือตลอด เวลา	ปฏิบัติด้วยความระมัดระวังดี มาก	มีความระมัดระวังปานกลาง แต่ต้องมีครูคอยเตือนเรื่องการ ตั้งย่านวัด	ใช้งานเครื่องมือด้วยความ ประมาท เสี่ยงต่อความเสี หายของอุปกรณ์	ใช้เครื่องมือผิดวิธีจนเกิดความ เสียหายต่ออุปกรณ์วัด	ไม่มีพฤติกรรมปฏิบัติ	
3	การปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับและ ข้อควรระวังด้านความปลอดภัยขณะ ปฏิบัติงาน	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย สูง ไม่หยอกล้อกัน และเตือน เพื่อนร่วมทีมได้	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย ได้ดีมาก	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย เมื่อมีครูกำกับดูแลใกล้ชิด	มีพฤติกรรมเสี่ยงต่อความ ปลอดภัย เช่น หยอกล้อกัน ขณะใช้เครื่องมือ	ฝ่าฝืนกฎความปลอดภัยอย่าง ชัดเจน เป็นอันตรายต่อตนเอง และผู้อื่น	ไม่มีพฤติกรรมปฏิบัติ	
4	ความรับผิดชอบในการทำความสะอาด โต๊ะปฏิบัติงานและจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์เข้าที่หลังเสร็จงาน	ทำความสะอาดพื้นที่และจัด เก็บมัลติมิเตอร์ สายวัด อุปกรณ์เข้าที่อย่างเรียบร้อย สมบูรณ์ด้วยตนเอง	ปฏิบัติหน้าที่ทำความสะอาด และจัดเก็บได้ดีมาก	ทำความสะอาดและจัดเก็บ อุปกรณ์ได้เรียบร้อยเมื่อได้ รับคำสั่ง	เก็บอุปกรณ์ไม่ครบถ้วน ทั้ง ความสกปรกไว้ที่โต๊ะปฏิบัติ งาน	ไม่ยอมทำความสะอาดและ เก็บอุปกรณ์หลังเลิกปฏิบัติงาน	ไม่ปฏิบัติงาน	
รวมคะแนน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)								

เกณฑ์การผ่าน ได้ 18 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (ร้อยละ 90)

ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ / /

ที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน (ข้อละ 5 คะแนน)				รวม (20)	ผลการประเมิน	
			1	2	3	4		ผ่าน	ไม่ผ่าน
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

รายการประเมิน

1. การแต่งกายถูกต้องตามระเบียบปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ (สวมเสื้อเชิ้ต รองเท้าหุ้มส้น รวบผมเรียบร้อย)
2. ความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือวัด (มัลติมิเตอร์) ไม่ให้เกิดความเสียหายจากการตั้งย่านวัดผิด
3. การปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับและข้อควรระวังด้านความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน
4. ความรับผิดชอบในการทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงานและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่หลังเสร็จงาน

ลงชื่อ ครูผู้สอน
(.....)
วันที่ / /

เกณฑ์การผ่าน รวมได้ 18 คะแนนขึ้นไป จาก 20 คะแนน (ร้อยละ 90)

แบบประเมินพฤติกรรมด้านจิตพิสัย

แบบประเมินเจตคติและกิจนิสัยด้านความละเอียดรอบคอบและความปลอดภัย

รหัสวิชา 20105-2002 ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

หน่วยที่ 1 วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ

สิ่งที่ประเมิน มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีเกี่ยวกับความละเอียดรอบคอบในการวัดทดสอบสารกึ่งตัวนำและคำนึงถึงความปลอดภัย (A5)

ชื่อ - สกุล รหัสประจำตัว ชั้น/กลุ่ม

วันที่ประเมิน ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

คำชี้แจง สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน แล้ววงกลมล้อมรอบระดับที่ตรงกับพฤติกรรมที่พบในแต่ละรายการ และบันทึกคะแนนลงในช่อง “คะแนนที่ได้”

ที่	พฤติกรรมที่สังเกต	ระดับความถี่ของพฤติกรรม			คะแนน ที่ได้
		3 (ประจำ)	2 (บางครั้ง)	1 (นานๆ ครั้ง)	
1	ตรวจสอบความพร้อมและสภาพของเครื่องมือวัดก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง	ตรวจสอบความพร้อมและสภาพของเครื่องมือวัดก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง	ตรวจสอบความพร้อมและสภาพของเครื่องมือวัดเป็นบางครั้ง	ตรวจสอบความพร้อมและสภาพของเครื่องมือวัดนานๆ ครั้ง	
2	ตั้งย่านวัด (Range) ของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัดก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง	ตั้งย่านวัด (Range) ของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องเหมาะสมทุกครั้งที่ทำารวัด	ตั้งย่านวัด (Range) ของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องเหมาะสมเป็นบางครั้ง	ตั้งย่านวัด (Range) ของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องเหมาะสมนานๆ ครั้ง	
3	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างเคร่งครัดตลอดเวลา	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานทุกครั้ง ปฏิบัติกิจกรรม	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเป็นบางครั้ง	ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานนานๆ ครั้ง	
4	บันทึกผลการวัดและทดสอบสารกึ่งตัวนำด้วยความประณีต ตรงตามความเป็นจริงทุกครั้ง	บันทึกผลการวัดและทดสอบด้วยความประณีตตรงตามความเป็นจริงทุกครั้ง	บันทึกผลการวัดและทดสอบด้วยความประณีตตรงตามความเป็นจริงเป็นบางครั้ง	บันทึกผลการวัดและทดสอบด้วยความประณีตตรงตามความเป็นจริงนานๆ ครั้ง	
5	ทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือวัดรวมถึงอุปกรณ์ทดสอบเข้าที่ให้เรียบร้อยหลังเสร็จงานทุกครั้ง	ทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อยทุกครั้งหลังเสร็จงาน	ทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อยเป็นบางครั้ง	ทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่เรียบร้อยนานๆ ครั้ง	
รวมคะแนน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)					

เกณฑ์การผ่าน ได้ 14 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน (ร้อยละ 90) ลงชื่อ ผู้ประเมิน

การแปลผล 14-15 = ดี (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90), 12-13 = พอใช้, (.....)

ต่ำกว่า 12 = ปรับปรุง วันที่ / /

ผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ข้อเสนอแนะ

แบบประเมินเจตคติและกิจนิสัยด้านความละเอียดรอบคอบและความปลอดภัย

หน่วยที่ 1 วัดทดสอบและจำแนกคุณลักษณะสารกึ่งตัวนำและ

ระดับชั้น/กลุ่ม ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

[illegible]

ที่	รหัสประจำตัว	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน (ข้อละ 3 คะแนน)					รวม (15)	ผลการประเมิน	
			1	2	3	4	5		ผ่าน	ไม่ผ่าน
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										

พฤติกรรมที่สังเกต

1. ตรวจสอบความพร้อมและสภาพของเครื่องมือวัดก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง
2. ตั้งย่านวัด (Range) ของมัลติมิเตอร์ให้ถูกต้องเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัดก่อนทำการทดสอบทุกครั้ง
3. ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยในการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์อย่างเคร่งครัดตลอดเวลา
4. บันทึกผลการวัดและทดสอบสารกึ่งตัวนำด้วยความประณีต ตรงตามความเป็นจริงทุกครั้ง
5. ทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือวัดรวมถึงอุปกรณ์ทดสอบเข้าที่ให้เรียบร้อยหลังเสร็จงานทุกครั้ง

ลงชื่อ ครูผู้สอน
(.....)
วันที่ / /

เกณฑ์การผ่าน รวมได้ 14 คะแนนขึ้นไป จาก 15 คะแนน (ร้อยละ 90)

การแปลผล 14-15 = ดี (ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 90), 12-13 = พอใช้,

ต่ำกว่า 12 = ปรับปรุง