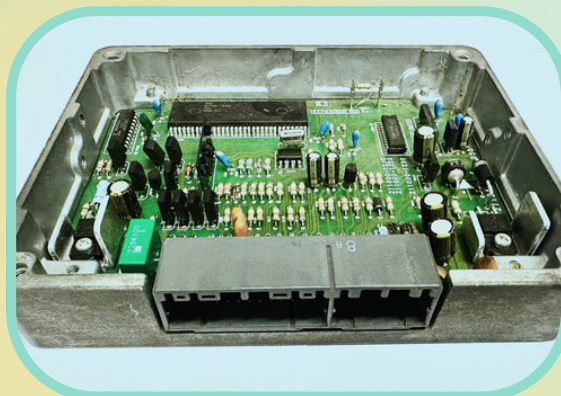




ชุดการสอนที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น
รหัสวิชา 20101-2103
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562



นายจิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข
ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

ชุดการสอนวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 นี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับประกอบการเรียนการสอน ตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

เนื้อหาวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ในชุดการสอนนี้ ประกอบด้วย 7 หน่วย ได้แก่ ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง ตัวต้านทาน ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง ตัวเก็บประจุ ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ชุดการสอนที่ 6 เรื่อง อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์ ชุดการสอนที่ 7 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ วัตถุประสงค์ของการจัดทำชุดการสอนนี้ เพื่อต้องการเผยแพร่ให้ผู้ที่ต้องการศึกษา และผู้สนใจได้อ่านและนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสามารถแนะนำผู้อื่นได้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยเนื้อหาทฤษฎี ใบแบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน ใบมอบงาน และใบงาน เนื้อหามีการลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีการอธิบายขั้นตอนภาพประกอบและนำข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาเสริมเนื้อหาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กล่าวคือ เมื่อได้อ่านแล้วจะมีความเข้าใจได้ง่ายสามารถนำไปสู่ปฏิบัติงานได้และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาในวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้จัดทำได้เตรียมแบบประเมินผล ใบมอบงาน แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แบบสรุปผลการประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และบันทึกหลังการสอนเพื่อให้การจัดกิจกรรมระหว่างครูและผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์

ผู้จัดทำมีความตั้งใจ และความมุ่งมั่นในการที่จะพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการสอนวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 นี้ จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอน ความดีของชุดการสอนนี้สำเร็จขึ้นได้ ขอมอบแก้บิดามารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อเสนอแนะหรือติชมประการใดผู้จัดทำขอน้อมรับเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาจะได้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ศึกษาและผู้สนใจต่อไป จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
สารบัญรูป	ง
หลักสูตรรายวิชา	1
การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้	2
การกำหนดระดับความสำคัญของแบบทดสอบสอบ	3
โครงการจัดการเรียนรู้ประจำวิชา	4
สมรรถนะประจำหน่วย	6
การวิเคราะห์รายละเอียดหัวการเรียนรู้	9
การวิเคราะห์หัวข้อย่อย	11
การวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	19
คู่มือครูชุดการสอนที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	35
โครงการจัดการเรียนรู้ประจำหน่วย	40
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11	41
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	48
เอกสารประกอบการสอน	55
ลำดับการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน	56
คำแนะนำสำหรับผู้เรียน	57
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	58
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	60
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	62
ใบความรู้ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	63
ใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	73
เฉลยใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	75
ใบมอบบงาน เรื่อง อภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	78
แบบประเมินผลใบมอบบงาน เรื่อง อภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	79
ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง	84
แบบประเมินใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง	91

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
เกณฑ์ประเมินประเมินใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง	92
ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์	94
แบบประเมินใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์	102
เกณฑ์ประเมินใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์	103
แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	106
แบบสรุปประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	107
เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	109
แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	111
เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	112
บันทึกหลังการสอน	116
บรรณานุกรม	120
ภาคผนวก	121

สารบัญรูป

เรื่อง

หน้า

รูปที่ 5.1 โครงสร้างภายในของไดโอดเปล่งแสง	64
รูปที่ 5.2 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์	64
รูปที่ 5.3 โครงสร้างของโฟโตไดโอด	65
รูปที่ 5.4 โฟโตไดโอดและสัญลักษณ์	65
รูปที่ 5.5 โครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรสมมูลของโฟโตทรานซิสเตอร์	66
รูปที่ 5.6 โฟโตทรานซิสเตอร์	66
รูปที่ 5.7 วงจรไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง	67
รูปที่ 5.8 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตไดโอด	68
รูปที่ 5.9 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์	69
รูปที่ 5.10 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง	70
รูปที่ 5.11 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตไดโอด	71

หลักสูตรรายวิชา

วิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101 – 2103

สาขาวิชาเครื่องกล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น
2. สามารถวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น
3. มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงาน รับผิดชอบ ประณีต รอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาดปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

และรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น
2. ใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น
3. วัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงาน การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ สมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณ ในการควบคุมรถยนต์

การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้
 วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103
 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชา อุตสาหกรรม
 ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และความสอดคล้องของหลักสูตรรายวิชา

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย	จุดประสงค์รายวิชา			สมรรถนะรายวิชา		
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3
1	เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์		✓	✓		✓	✓
2	ตัวต้านทาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓

การกำหนดระดับความสำคัญของแบบทดสอบสอบ
 วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103
 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
 ทฤษฎี 1 ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 2 หน่วยกิต

ตารางที่ 2 ตารางกำหนดระดับความสำคัญของแบบทดสอบ (Test Blueprint)

ระดับพฤติกรรม ชื่อหน่วย	พุทธิพิสัย						รวม	ลำดับความสำคัญ
	ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์		
1. เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์	2	4	10				16	2
2. ตัวต้านทาน	2	4	7				13	4
3. ตัวเก็บประจุ	3	4	8				15	4
4. อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	4	5	11				20	1
5. อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	3	4	6				13	4
6. อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	3	4	5				12	5
7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	2	3	6				11	6
สอบปลายภาค								
รวม	19	28	53				100	
ลำดับความสำคัญ	3	2	1					

โครงการจัดการเรียนรู้ประจำวิชา

ตารางที่ 3 โครงการจัดการเรียนรู้ประจำวิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103

โครงการจัดการเรียนรู้ประจำรายวิชา						
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์						
ลำดับ ที่	สอน ครั้ง ที่	หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ชม./ครั้ง		ชั่วโมง รวม
				ท.	ป.	
1-4	1-4	1	เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยนต์ 1.1 คุณสมบัติของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยนต์ 1.2 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยนต์ 1.3 การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยนต์	4	12	16
5	5	2	ตัวต้านทาน 2.1 หน้าที่ของตัวต้านทาน 2.2 ชนิดของตัวต้านทาน 2.3 การอ่านค่าความต้านทาน 2.4 การต่อวงจรตัวต้านทาน 2.5 การวัดค่าความต้านทาน	1	3	4
6	6	3	ตัวเก็บประจุ 3.1 หน้าที่และคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ 3.2 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ 3.3 ชนิดของตัวเก็บประจุ 3.4 การอ่านค่าความจุไฟฟ้าตัวเก็บประจุ 3.5 การต่อวงจรตัวเก็บประจุ 3.6 การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุ	1	3	4
7-10	7-10	4	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 4.1 โครงสร้างของอะตอม 4.2 ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ	4	12	16

ตารางที่ 3 โครงการจัดการเรียนรู้ประจำวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 (ต่อ)

สัปดาห์ ที่	สอน ครั้งที่	หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ชม./ครั้ง		ชั่วโมง รวม
				ท.	ป.	
			4.3 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N 4.4 หน้าที่และหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่ง ตัวนำ 4.5 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ			
11-12	11-12	5	อุปกรณ์สารตัวนำทางแสง 5.1 โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำทางแสง 5.2 หลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำทางแสง 5.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ทางแสง	2	6	8
13-16	13-16	6	อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์ 6.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับ และส่งสัญญาณในรถยนต์ 6.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ และส่งสัญญาณในรถยนต์ 6.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับและส่ง สัญญาณในรถยนต์	4	12	16
17	17	7	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้า รถยนต์ 7.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ 7.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ 7.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	1	3	4
18			สอบปลายภาค	1	3	4
รวม				18	54	72

สมรรถนะประจำหน่วย

ตารางที่ 4 รายละเอียดสมรรถนะประจำหน่วย

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
1	เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์	1.1 คุณสมบัติของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ 1.2 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ 1.3 การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติ ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ 2. ใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์
2	ตัวต้านทาน	2.1 หน้าที่ของตัวต้านทาน 2.2 ชนิดของตัวต้านทาน 2.3 การอ่านค่าความต้านทาน 2.4 การต่อวงจรตัวต้านทาน 2.5 การวัดค่าความต้านทาน	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ ชนิด และการอ่านค่าตัวต้านทาน 2. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อวงจร และการวัดค่าความต้านทาน 3. ต่อวงจรตัวต้านทานและวัดค่าความต้านทาน
3	ตัวเก็บประจุ	3.1 หน้าที่และคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ 3.2 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ 3.3 ชนิดของตัวเก็บประจุ 3.4 การอ่านค่าความจุไฟฟ้าตัวเก็บประจุ 3.5 การต่อวงจรตัวเก็บประจุ 3.6 การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุ	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ โครงสร้าง ชนิด และคุณสมบัติตัวเก็บประจุ 2. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอ่านค่าตัวเก็บประจุ 3. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อวงจร การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุ 4. ต่อวงจร วัดและทดสอบตัวเก็บประจุ

ตารางที่ 4 รายละเอียดสมรรถนะประจำหน่วย (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
4	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	4.1 โครงสร้างของอะตอม 4.2 ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ 4.3 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N 4.4 หน้าที่และหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 4.5 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของอะตอม 2. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ 3. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N 4. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่และหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ 5. วัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
5	อุปกรณ์สารตัวนำทางแสง	5.1 โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำทางแสง 5.2 หลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำทางแสง 5.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำทางแสง 2. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง 3. วัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
6	อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	6.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์

ตารางที่ 4 สมรรถนะประจำหน่วย (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย
6	อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	6.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์ 6.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	2. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์ 3. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์ 4. วัดและทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์
7	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	7.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ 7.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ 7.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	1. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่โครงสร้างและหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ 2. แสดงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์ 3. วัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์

การวิเคราะห์รายละเอียดหัวข้อการเรียนรู้

ตารางที่ 5 รายละเอียดหัวข้อการเรียนรู้และแหล่งข้อมูลประจำหน่วยการเรียนรู้

หัวข้อการเรียนรู้และแหล่งข้อมูล							
รายวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2							
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์							
หน่วยที่	ชื่อหน่วย/หัวข้อการเรียนรู้	แหล่งข้อมูลการเรียนรู้					
		A	B	C	D	E	F
1	เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์						
	1.1 คุณสมบัติของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1.2 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	1.3 การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	ตัวต้านทาน						
	2.1 หน้าที่ของตัวต้านทาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2.2 ชนิดของตัวต้านทาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2.3 การอ่านค่าความต้านทาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2.4 การต่อวงจรตัวต้านทาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2.5 การวัดค่าความต้านทาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ตัวเก็บประจุ						
	3.1 หน้าที่และคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3.2 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3.3 ชนิดของตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3.4 การอ่านค่าความจุไฟฟ้าตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3.5 การต่อวงจรตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3.6 การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	สารกึ่งตัวนำ						
	4.1 โครงสร้างของอะตอม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4.2 ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓

การวิเคราะห์หัวข้อย่อย

ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อย่อย วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 หน่วยที่ 2 เรื่อง ตัวต้านทาน

ลำดับที่	หัวข้อย่อย	แหล่งข้อมูล					
		A	B	C	D	E	F
1	หน้าที่และชนิดของตัวต้านทาน	✓		✓	✓		
2	การอ่านค่าความต้านทาน	✓		✓	✓		
3	การต่อวงจรตัวต้านทาน	✓		✓	✓		
4	การวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรตัวต้านทาน	✓		✓	✓		
5	ปฏิบัติตามใบมอบบงาน	✓		✓	✓		
6	ปฏิบัติงานตามใบงาน	✓		✓	✓		

แหล่งข้อมูล

A : หลักสูตรรายวิชา B : ประสบการณ์ของผู้สอน C : ผู้เชี่ยวชาญ
D : ตำราหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง E : สถานประกอบการ F : สื่อออนไลน์ อื่นๆ

การวิเคราะห์หัวข้อย่อย

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อย่อย วิชางานอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 หน่วยที่ 3 เรื่อง ตัวเก็บประจุ

ลำดับที่	หัวข้อย่อย	แหล่งข้อมูล					
		A	B	C	D	E	F
1	หน้าที่และคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	โครงสร้างของตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	ชนิดของตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	การอ่านค่าความจุไฟฟ้าตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	การต่อวงจรตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	ปฏิบัติตามใบมอบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	ปฏิบัติงานตามใบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล

A : หลักสูตรรายวิชา

B : ประสบการณ์ของผู้สอน

C : ผู้เชี่ยวชาญ

D : ตำราหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง

E : สถานประกอบการ

F : สื่อออนไลน์ อื่นๆ

การวิเคราะห์หัวข้อย่อย

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อย่อย วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 หน่วยที่ 4 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ

ลำดับที่	หัวข้อย่อย	แหล่งข้อมูล					
		A	B	C	D	E	F
1	โครงสร้างของอะตอม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	หน้าที่และหลักการทำงานอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	ปฏิบัติตามใบมอบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	ปฏิบัติงานตามใบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล

A : หลักสูตรรายวิชา

B : ประสบการณ์ของผู้สอน

C : ผู้เชี่ยวชาญ

D : ตำราหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง

E : สถานประกอบการ

F : สื่อออนไลน์ อื่นๆ

การวิเคราะห์หัวข้อย่อย

ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อย่อย วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 หน่วยที่ 5 เรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง

ลำดับที่	หัวข้อย่อย	แหล่งข้อมูล					
		A	B	C	D	E	F
1	โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำทางแสง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	หลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำทางแสง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	ปฏิบัติตามใบมอบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	ปฏิบัติงานตามใบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล

A : หลักสูตรรายวิชา

B : ประสบการณ์ของผู้สอน

C : ผู้เชี่ยวชาญ

D : ตำราหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง

E : สถานประกอบการ

F : สื่อออนไลน์ อื่นๆ

การวิเคราะห์หัวข้อย่อย

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อย่อย วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราชการ 2562 หน่วยที่ 7 เรื่อง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์

ลำดับที่	หัวข้อย่อย	แหล่งข้อมูล					
		A	B	C	D	E	F
1	หน้าที่ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	หลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	การวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	ปฏิบัติตามใบมอบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	ปฏิบัติงานตามใบงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล

A : หลักสูตรรายวิชา B : ประสบการณ์ของผู้สอน C : ผู้เชี่ยวชาญ
D : ตำราหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง E : สถานประกอบการ F : สื่อออนไลน์ อื่นๆ

ตารางที่ 13 Job Listing Sheet. ประจำหน่วยการเรียนรู้ รายวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์
เบื้องต้นรหัสวิชา 2101-2103 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

Job Listing Sheet	
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2	
หน่วยที่/ชื่อหน่วย	ชื่องาน (Jobs)
1. เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	ใบงานที่ 1.1 เรื่อง งานใช้งานมัลติมิเตอร์วัดค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์
	ใบงานที่ 1.2 เรื่อง งานการใช้งานออสซิลโลสโคป
	ใบงานที่ 1.3 เรื่อง งานประยุกต์ใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. ตัวต้านทาน	ใบงานที่ 2.1 เรื่อง งานต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ และวัดค่าในวงจรตัวต้านทาน
3. ตัวเก็บประจุ	ใบงานที่ 3.1 เรื่อง งานต่อวงจรและวัดค่าในวงจรตัวเก็บประจุ
4. สารกึ่งตัวนำ	ใบงานที่ 4.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด
	ใบงานที่ 4.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์
	ใบงานที่ 4.3 เรื่อง งานวัดและทดสอบเฟตและเอสซีอาร์
5. สารกึ่งตัวนำทางแสง	ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
	ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
6. อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์	ใบงานที่ 6.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบตัวตรวจจับและส่งสัญญาณแรงดันอากาศ
	ใบงานที่ 6.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบตัวตรวจจับและส่งสัญญาณเพลาค้อเหวี่ยง
	ใบงานที่ 6.3 เรื่อง งานวัดและทดสอบตัวตรวจจับและส่งสัญญาณอัตราการไหลของอากาศ
7. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์	ใบงานที่ 7.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์

การวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น

รหัสวิชา 20101 -2103 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์															
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย					จิตพิสัย				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หน่วยที่ 1 เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์																
1.1 คุณสมบัติของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์		✓											✓			
1.2 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์		✓						✓					✓			
1.3 การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์		✓						✓					✓			
1.4 ปฏิบัติตามใบมอบงาน		✓						✓					✓			
1.5 ปฏิบัติงานตามใบงาน		✓											✓			
หน่วยที่ 2 ตัวต้านทาน																
2.1 หน้าที่และชนิดของตัวต้านทาน	✓												✓			
2.2 การอ่านค่าความต้านทาน		✓						✓					✓			
2.3 การต่อวงจรตัวต้านทาน		✓						✓					✓			
2.4 การวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรตัวต้านทาน		✓						✓					✓			
2.5 ปฏิบัติตามใบมอบงาน		✓						✓					✓			
2.6 ปฏิบัติงานตามใบงาน		✓						✓					✓			
หน่วยที่ 3 ตัวเก็บประจุ																
3.1 หน้าที่และคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ	✓												✓			
3.2 โครงสร้างของตัวเก็บประจุ		✓											✓			
3.3 ชนิดของตัวเก็บประจุ		✓											✓			
3.4 การอ่านค่าความจุไฟฟ้าตัวเก็บประจุ			✓										✓			
3.5 การต่อวงจรตัวเก็บประจุ		✓						✓					✓			
3.6 การวัดและทดสอบตัวเก็บประจุ		✓						✓					✓			
3.7 ปฏิบัติตามใบมอบงาน		✓						✓					✓			
3.8 ปฏิบัติงานตามใบงาน		✓						✓					✓			

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น
รหัสวิชา 20101-2103 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 (ต่อ)

ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์															
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย					จิตพิสัย				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หน่วยที่ 4 สารกึ่งตัวนำ																
4.1 โครงสร้างของอะตอม		✓										✓				
4.2 ตัวนำ ฉนวน และสารกึ่งตัวนำ		✓										✓				
4.3 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ		✓											✓			
4.4 หน้าที่และหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		✓											✓			
4.5 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		✓						✓					✓			
4.6 ปฏิบัติตามใบมอบงาน		✓						✓						✓		
4.7 ปฏิบัติงานตามใบงาน			✓					✓						✓		
หน่วยที่ 5 สารกึ่งตัวนำทางแสง																
5.1 โครงสร้างของสารกึ่งตัวนำทางแสง		✓						✓					✓			
5.2 หลักการทำงานของสารกึ่งตัวนำทางแสง		✓						✓					✓			
5.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		✓						✓						✓		
5.4 ปฏิบัติตามใบมอบงาน		✓						✓								
5.5 ปฏิบัติงานตามใบงาน		✓						✓						✓		
หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์																
6.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์		✓						✓						✓		

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น
รหัสวิชา 20101-2103 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 (ต่อ)

ชื่อหน่วย/หัวข้อย่อย	ระดับพฤติกรรมที่พึงประสงค์															
	พุทธิพิสัย						ทักษะพิสัย					จิตพิสัย				
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หน่วยที่ 6 อุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์																
6.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์		✓											✓			
6.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับและส่งสัญญาณในรถยนต์		✓						✓					✓			
6.4 ปฏิบัติตามใบมอบงาน		✓						✓					✓			
6.5 ปฏิบัติงานตามใบงาน			✓					✓					✓			
หน่วยที่ 7 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์																
7.1 หน้าที่ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์		✓											✓			
7.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์		✓											✓			
7.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระบบประจุไฟฟ้ารถยนต์		✓						✓					✓			
7.4 ปฏิบัติตามใบมอบงาน			✓					✓					✓			
7.5 ปฏิบัติงานตามใบงาน			✓					✓					✓			

หมายเหตุ

พุทธพิสัย

- | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|
| 1 = ความจำ | 2 = ความเข้าใจ | 3 = การนำไปใช้ |
| 4 = การวิเคราะห์ | 5 = การสังเคราะห์ | 6 = การประเมินค่า |

ทักษะพิสัย

- | | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 = การเลียนแบบ | 2 = การทำตามแบบ | 3 = การทำอย่างถูกต้องแม่นยำ |
| 4 = การทำอย่างผสมผสาน | 5 = การทำอย่างอัตโนมัติ | |

จิตพิสัย

- | | | |
|----------------------|------------------------|-------------------|
| 1 = การรับรู้ | 2 = การตอบสนอง | 3 = การเห็นคุณค่า |
| 4 = การจัดระบบการคิด | 5 = การมีลักษณะเฉพาะตน | |

ตารางที่ 15 รายการงาน (Task Listing Sheet.) ใบงานที่ 5.1

Task Listing Sheet	
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2 หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง	
ชื่องาน (Jobs)	ขั้นตอนการทำงาน Tasks (steps) in performing the job
ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบ ไดโอดเปล่งแสง	1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง 3. ทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง 4. ต่อบอร์ดไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง 5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง 6. ทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจรได้ถูกต้อง 7. ปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด 8. การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์

ตารางที่ 16 รายละเอียดรายการงาน (Task Detailing Sheet.) ใบงานที่ 5.1

Task Detailing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2												
หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง												
ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง												
Tasks (or steps)	Knowledge	N	O	TK			Skills	N	O	TS		
				R	A	T				I	C	A
1. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการใช้งานคุณลักษณะเฉพาะและข้อกำหนดของเครื่องมือแต่ละชนิดที่เกี่ยวข้องกับงาน	x		x	x		เลือกเครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะงานและสภาพแวดล้อม	x		x	x	
	เข้าใจหลักการความปลอดภัยในการเลือกใช้และจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์	x		x	x		ตรวจสอบความพร้อมและความปลอดภัยของเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนนำไปใช้งาน	x		x	x	
2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการเลือกย่านการวัดของมัลติมิเตอร์ในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง	x		x	x		มีทักษะในการเลือกใช้การเลือกย่านการวัดของมัลติมิเตอร์ในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงที่ถูกต้อง	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและตรวจสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์	x		x	x		มีทักษะในการวัดและตรวจสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์ที่ถูกต้อง	x		x	x	

ตารางที่ 16 รายละเอียดรายการงาน (Task Detailing Sheet.) ใบงานที่ 5.1 (ต่อ)

Task Detailing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2												
หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง												
ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง												
Tasks (or steps)	Knowledge	N	O	TK			Skills	N	O	TS		
				R	A	T				I	C	A
3. ทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัส	x		x	x		มีทักษะการการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัส	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัสอย่างปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัสที่ปลอดภัย	x		x	x	
4. ต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการต่อวงจรไดโอดเปล่งแสง	x		x	x		มีทักษะการต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงที่ถูกต้อง	x		x	x	
	การต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงได้อย่างปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้องและปลอดภัย	x		x	x	
5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการเลือกย่านมัลติมิเตอร์วัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไดโอดเปล่งแสง	x		x	x		มีทักษะในการเลือกย่านมัลติมิเตอร์ในการวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไดโอดเปล่งแสงที่ถูกต้อง	x		x	x	

ตารางที่ 16 รายละเอียดรายการงาน (Task Detailing Sheet.) ใบงานที่ 5.1 (ต่อ)

Task Detailing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2												
หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง												
ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง												
Tasks (or steps)	Knowledge	N	O	TK			Skills	N	O	TS		
				R	A	T				I	C	A
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรไดโอดเปล่งแสง	x		x	x		มีทักษะการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรไดโอดเปล่งแสง	x		x	x	
6. ทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจรได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจร	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจรที่ถูกต้อง	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจรที่ปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจรที่ปลอดภัย	x		x	x	
7. ปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	มีความรู้ในการวางแผนและจัดลำดับความสำคัญของงาน	x		x	x		มีทักษะการจัดการทำงานให้เหมาะสมเพื่อให้เสร็จตามเวลา	x		x	x	
	มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาอย่างเหมาะสม	x		x	x		การแก้ไขปัญหาและตัดสินใจ ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกำหนดเวลา	x		x	x	

ตารางที่ 17 รายการจุดประสงค์งาน (Objective Listing Sheet.) ใบงานที่ 5.1

Objective Listing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2 หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง												
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)	ISL						PSL					
	R	U	Ap	An	E	C	I	M	P	A	N	
1. บอกคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงได้	x	x	I									
2. อธิบายหลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสงได้	X	X	I									
3. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้	x	x	I									
4. มีทักษะในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง							x	x	I			
5. มีทักษะการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง							x	x	I			
6. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้							x	x	I			
7. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้							x	x	I			

ความหมายของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้, (Bloom's Taxonomy ; 2001)

ด้านความรู้

R = จำ (Remembering) U = เข้าใจ (Understanding) Ap = ประยุกต์ใช้, (Applying)

An = วิเคราะห์ (Analyzing) E = ประเมินค่า (Evaluating) C = คิดสร้างสรรค์ (Creating)

ด้านทักษะ

I = สังเกตและเลียนแบบ (Imitation) M = ทำตามได้ (Manipulation) P = ทำได้ถูกต้อง (Precision)

A = เรียนรู้วิธีการทำอย่างถูกต้อง (Articulation) N = ทำได้อย่างอัตโนมัติ (Naturalization)

ระดับความสำคัญ X = สำคัญมากที่สุด, I = สำคัญมาก, O = สำคัญ

ตารางที่ 15 รายการงาน (Task Listing Sheet.) ใบงานที่ 5.2

Task Listing Sheet	
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2 หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์	
ชื่องาน (Jobs)	ขั้นตอนการทำงาน Tasks (steps) in performing the job
ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบ โฟโตไดโอดและ โฟโตทรานซิสเตอร์	1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง 3. ทำการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง 4. ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง 5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง 6. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจรได้ถูกต้อง 7. วัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง 8. ปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด 9. การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์

ตารางที่ 16 รายละเอียดรายการงาน (Task Detailing Sheet.) ใบงานที่ 5.2

Task Detailing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2												
หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง												
ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์												
Tasks (or steps)	Knowledge	N	O	TK			Skills	N	O	TS		
				R	A	T				I	C	A
1. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการใช้งานคุณลักษณะเฉพาะและข้อกำหนดของเครื่องมือแต่ละชนิดที่เกี่ยวข้องกับงาน	x		x	x		เลือกเครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะงานและสภาพแวดล้อม	x		x	x	
	เข้าใจหลักการความปลอดภัยในการเลือกใช้และจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์	x		x	x		ตรวจสอบความพร้อมและความปลอดภัยของเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนนำไปใช้งาน	x		x	x	
2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการเลือกย่านการวัดของมัลติมิเตอร์ในการวัดและทดสอบโฟโตไดโอด	x		x	x		มีทักษะในการเลือกใช้การเลือกย่านการวัดของมัลติมิเตอร์ในการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดที่ถูกต้อง	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและตรวจสอบโฟโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์	x		x	x		มีทักษะในการวัดและตรวจสอบโฟโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ที่ถูกต้อง	x		x	x	

ตารางที่ 16 รายละเอียดรายการงาน (Task Detailing Sheet.) ใบงานที่ 5.2 (ต่อ)

Task Detailing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2												
หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง												
ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์												
Tasks (or steps)	Knowledge	N	O	TK			Skills	N	O	TS		
				R	A	T				I	C	A
3. ทำการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัส	x		x	x		มีทักษะการการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสที่ถูกต้อง	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสอย่างปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสที่ปลอดภัย	x		x	x	
4. ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการต่อวงจรโฟโตไดโอด	x		x	x		มีทักษะการต่อวงจรโฟโตไดโอดที่ถูกต้อง	x		x	x	
	การต่อวงจรโฟโตไดโอดได้อย่างปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้องและปลอดภัย					
5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการเลือกย่านมัลติมิเตอร์ในการวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรโฟโตไดโอด	x		x	x		มีทักษะในการเลือกย่านมัลติมิเตอร์ในการวัดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรโฟโตไดโอดที่ถูกต้อง	x		x	x	

ตารางที่ 16 รายละเอียดรายการงาน (Task Detailing Sheet.) ใบงานที่ 5.2 (ต่อ)

Task Detailing Sheet												
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ทฤษฎี 1 ปฏิบัติ 3 หน่วยกิต 2												
หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง												
ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์												
Tasks (or steps)	Knowledge	N	O	TK			Skills	N	O	TS		
				R	A	T				I	C	A
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรโฟโตไดโอด	x		x	x		มีทักษะการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรโฟโตไดโอด	x		x	x	
6. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจรได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจร	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดในวงจรที่ถูกต้อง	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดในวงจรที่ปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดในวงจรที่ปลอดภัย	x		x	x	
7. วัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์	x		x	x		มีทักษะการการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ถูกต้อง	x		x	x	
	มีความรู้และเข้าใจหลักการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์อย่างปลอดภัย	x		x	x		มีทักษะการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ถูกต้องและปลอดภัย	x		x	x	

คู่มือครู
ชุดการสอนที่ 5
เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

คำชี้แจง ชุดการสอน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ โครงสร้าง หลักการทำงาน การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ คุณสมบัติ หลักการทำงาน การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อให้ผู้เรียนเรียนเรื่องสารกึ่งตัวนำทางแสงแล้วสามารถ

- 2.1 บอกหน้าที่และโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำทางแสงได้
- 2.2 อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
- 2.3 วัดและตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
- 2.4 ปฏิบัติตามใบมอบงานได้
- 2.5 ปฏิบัติงานตามใบงานได้

3. ส่วนประกอบของชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง มีดังนี้

- 3.1 คู่มือครูชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.2 โครงการสอนชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง โฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 3.5 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.6 คำแนะนำสำหรับผู้เรียน
- 3.7 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3.8 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.9 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.10 ใบความรู้ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.11 ใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.12 เฉลยใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.13 ใบมอบงาน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

- 3.14 แบบประเมินใบมอบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.15 ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 3.16 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด
- 3.17 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด
- 3.18 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 3.19 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 3.20 แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 3.21 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
- 3.22 สื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 3.23 บันทึกหลังการสอน
- 3.24 บรรณานุกรม

4. เวลาที่ใช้

ใช้เวลาในการสอนจำนวน 8 ชั่วโมง

5. การเตรียมการล่วงหน้า

สิ่งที่ครูต้องเตรียมการล่วงหน้า มีดังนี้

- 5.1 ศึกษาคู่มือครู
- 5.2 ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 และ 12
- 5.3 ศึกษาชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.4 กิจกรรมเสริมการเรียนรู้ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.5 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.6 ใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.7 เฉลยใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.8 ใบมอบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.9 แบบประเมินใบมอบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
- 5.10 ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
- 5.11 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
- 5.12 ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 5.13 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 5.14 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
- 5.15 แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

6. สื่อการเรียนการสอน

6.1 สื่อสิ่งพิมพ์

ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

6.2 สื่อโสตทัศน์

สื่อ Power Point ประกอบการสอน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

6.3 สื่อของจริง ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ มัลติมิเตอร์ดิจิตอล

มัลติมิเตอร์แอนะล็อก บอร์ดทดลอง อุปกรณ์ปิดช่องรับแสง

7. การจัดชั้นเรียน

การจัดชั้นเรียนตามปกติสำหรับการสอนทฤษฎี โดยจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก อภิปราย อธิบายสาธิต จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ ใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว ประกอบ สรุปการเรียนรู้ ภาคปฏิบัติจัดกลุ่มการเรียนรู้โดยการแบ่งกลุ่มแบบความสามารถคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยครูเตรียมโต๊ะอุปกรณ์ เครื่องมืออุปกรณ์ให้ใช้ครบทุกกลุ่ม ครูสาธิตให้ดูและควบคุมดูแลพฤติกรรม การปฏิบัติงานให้คำชี้แนะหากพบปัญหา

8. วิธีใช้ชุดการสอน

8.1 ศึกษาคู่มือและแผนการจัดการเรียนรู้

8.2 ศึกษาวิธีการใช้สื่อการเรียนการสอน

8.2 ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือวัดอุปกรณ์

8.3 ศึกษาวิธีการวัดผลและประเมินผล

9. ขั้นตอนการสอน

9.1 ครูชี้แจงให้ผู้เรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทของผู้เรียนในการใช้ชุดการสอน

9.2 ครูชี้แจงกับผู้เรียนตกลงวิธีการวัดผลประเมินผลพร้อมกำหนดเวลาส่งงานกับครู

9.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ชี้นำอภิปรายและสรุป

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล

9.4 ขณะผู้เรียนปฏิบัติงานตามใบงาน ครูควรควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของผู้เรียนหากผู้เรียน มีปัญหาขณะปฏิบัติงานจะได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ

9.5 ครูควบคุมและติดตามผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนให้เป็นไปตามขั้นตอนตามใบงาน

9.6 การสรุปบทเรียนและการปฏิบัติงานควรเป็นกิจกรรมร่วมของผู้เรียนทุกกลุ่มหรือตัวแทน
กลุ่มร่วมกันสรุปบทเรียนและการปฏิบัติงาน

9.7 สังเกตพฤติกรรมผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน

9.8 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

9.9 ตรวจสอบผลงานการปฏิบัติงานตามใบงาน

9.10 ตรวจสอบแบบทดสอบหลังเรียนแล้วแจ้งผลให้ผู้เรียนทราบ

9.11 สอนซ่อมเสริมหรือมอบหมายงานเพิ่มให้กับผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์

10. การใช้สื่อการเรียนการสอนชุดการสอนที่ 5 เรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง

ผู้เรียนศึกษาวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองจากคู่มือ หรือผู้สอนชี้แจงให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

11. บทบาทของผู้เรียน

11.1 ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของครูและกลุ่ม

11.2 ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมตามที่มอบหมายและร่วมกันอภิปราย เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

11.3 ผู้เรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

11.4 ผู้เรียนปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและทรานซิสเตอร์

11.5 ผู้เรียนต้องส่งงานให้ตรงตามเวลาที่กำหนด

12. การวัดและประเมินผล

12.1 วิธีวัดผล

12.1.1 สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

12.1.2 ตรวจสอบผลประเมินจากการอภิปรายและแบบฝึกหัด

12.1.3 ตรวจสอบผลการปฏิบัติงานตามใบงาน

12.1.4 ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

12.1.5 ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

12.2 เครื่องมือวัด

12.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
ทางแสง

12.2.2 ใบมอบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

12.2.3 แบบประเมินใบมอบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

12.2.4 ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

- 12.2.5 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
- 12.2.6 ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโพโตไดโอดและทรานซิสเตอร์
- 12.2.7 แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโพโตไดโอดและทรานซิสเตอร์
- 12.2.8 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 12.2.9 แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 12.2.10 แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

12.3 เกณฑ์การประเมินผล

- 12.3.1 ได้คะแนนพฤติกรรมระหว่างการเรียนและการปฏิบัติงานไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
- 12.3.2 ได้คะแนนรวมตามแบบประเมินผลใบมอບงาน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
- 12.3.3 ได้คะแนนจากการประเมินผลใบงาน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
- 12.3.4 ได้คะแนนจากการทำแบบบัตรฝึกหัด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
- 12.3.5 ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

	โครงการเรียนรู้ประจำหน่วย	
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น	รหัสวิชา 2101-2103
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
เรื่อง 1. หน้าที่และคุณสมบัติของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง 2. หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง 3. การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		
จุดประสงค์การสอน		รายการสอน
1. บอกหน้าที่และโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำทางแสงได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้ 3. วัดและตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้ 4. ปฏิบัติตามใบมอบงานได้ 5. ปฏิบัติงานตามใบงานได้		1. หน้าที่และคุณสมบัติของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง 2. หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง 2.1 ไดโอดเปล่งแสง 2.2 โฟโตไดโอด 2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ 3. การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง 4. ปฏิบัติตามใบมอบงาน 5. ปฏิบัติงานตามใบงาน
วิธีการสอน บรรยาย/ถาม-ตอบ สาธิต ปฏิบัติงานตามใบงาน ครูควรกำหนดตามความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์		
สื่อการสอน สื่อ Power Point แผ่นที่ 1-36 สื่อของจริง ใบความรู้ใบแบบฝึกหัด ใบงาน แบบทดสอบ		หนังสืออ้างอิง บรรณานุกรม ลำดับที่ 1-4
การประเมิน คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบประเมินผลใบมอบงาน แบบประเมินผลใบงาน ใบแบบฝึกหัด แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11

รหัสวิชา 20101-2103 ชื่อวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น 2 (4)
หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

สอนครั้งที่ 11
จำนวน 4 ชั่วโมง

หัวเรื่อง

1. หน้าที่และคุณสมบัติของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
3. การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

สาระสำคัญ

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงแต่ละตัวมีคุณสมบัติ หน้าที่ โครงสร้าง และหลักการทำงานที่แตกต่างกัน จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับหน้าที่ โครงสร้าง หลักการทำงาน ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการวัดและทดสอบอย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ คุณสมบัติ และหลักการทำงาน ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้

- 1.1 บอกหน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
- 1.2 อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้

2. ด้านทักษะ

ผู้เรียนมีทักษะการวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 3.1 มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบ
- 3.2 มีระเบียบวินัยและการแต่งกายเรียบร้อย
- 3.3 มีความประณีต รอบคอบและปลอดภัย
- 3.4 มีความสะอาดและรักษาสภาพแวดล้อม

กิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ตอบสนองด้านทักษะการจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียน 8 ตัวชี้วัด ดังนี้

ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จำนวน 10 ข้อ (10 นาที)

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 1 ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียน

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาการเรียนรู้ ที่ครูได้สร้างและพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียน เรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1. บอกหน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
2. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
3. วัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้

ครูออกแบบโครงสร้างกิจกรรม หรือเนื้อหาการเรียนรู้ในชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ได้แก่ หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง วิธีการวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

ครูแจ้งการวัดผลประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัด แบบประเมินใบมอผลงาน แบบประเมินใบงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยม และลักษณะอันพึงประสงค์ แจ้งระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 ใช้เวลาเรียนรวมทั้งหมด จำนวน 4 ชั่วโมง

ครูแจ้งกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ร่วมกันศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามใบมอผลงาน เรื่อง การอธิบายเรื่องสารกึ่งตัวนำทางแสง และการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

ตัวชี้วัดที่ 2 ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่ โดยนำเครื่องมือวัด และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสารกึ่งตัวนำ และสารกึ่งตัวนำทางแสง มาแสดงให้ผู้เรียนดูและใช้คำถามนำให้ผู้เรียนร่วมอธิบาย ครูอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาและทบทวน

ความรู้ประสบการณ์เดิม เชื่อมโยงกับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน เรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง โดยเฉพาะ ไดโอด ซึ่งเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำพื้นฐานที่สำคัญ ครูตั้งคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ตัวอย่างคำถาม

1. ถ้าผู้เรียนทราบหรือไม่ว่าไดโอดมีหน้าที่อย่างไร
2. ผู้เรียนทราบหรือไม่ว่าการวัดและทดสอบไดโอดสิ่งที่ต้องรู้ก่อนคืออะไร
3. อุปกรณ์ตัวนี้มีโครงสร้างพื้นฐานมาจากไดโอด ผู้เรียนทราบหรือไม่ว่าอุปกรณ์ตัวนี้คืออะไร

ครูอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาและทบทวนความรู้ประสบการณ์เดิม เรื่อง เครื่องมือวัดและทดสอบ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รถยนต์ ที่เคยเรียนผ่านมาจากชุดการสอนที่ 1 และชุดการสอนที่ 4 โดยครูอธิบายเนื้อหาเดิม ในส่วนของการใช้เครื่องมือวัดค่าต่าง ๆ ได้แก่ การวัดและทดสอบไดโอด การวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ อธิบายให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน เรื่อง สารกึ่งตัวนำ โดยเฉพาะเรื่อง มัลติมิเตอร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเรื่อง สารกึ่งตัวนำ พร้อมกับแสดงสื่อของจริง ได้แก่ มัลติมิเตอร์แอนะล็อก มัลติมิเตอร์ดิจิทัล เพาเวอร์ซัพพลายแบบ DC ออสซิลโลสโคป

หากพบผู้เรียนที่ขาดความรู้และทักษะเดิม ให้ช่วยเหลือโดยให้คำอธิบายเพิ่มเติมและมอบหมายงานให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในชุดการสอน วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง เพื่อให้ผู้เรียนไปสืบค้นข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ ส่งให้ผลผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมได้ เป็นการแสดงให้เห็นถึง คิดค้นและปรับเปลี่ยน วิธีการใหม่ ๆ ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่

2. ขั้นตอนปฏิบัติการ (2 ชั่วโมง 20 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 3 ผู้เรียนได้สร้างความรู้เอง หรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้สร้างความรู้เอง หรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการที่ต้องใช้ความรู้หรือทักษะหลากหลาย ได้แก่ ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะการคิด ทักษะการพูด ทักษะการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากสื่อการเรียนรู้ที่ครูสร้างและพัฒนาขึ้น โดยศึกษาเนื้อหาจากใบความรู้ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ใบมอบงาน และใบงาน ในชุดการสอนวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมรูปแบบกระบวนการกลุ่ม ดังนี้

ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยปฏิบัติตามใบมอบงาน เรื่อง การอภิปราย เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง โดยให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น จากนั้นครูใช้เทคนิคให้ผู้เรียนทุกกลุ่มสรุปประสบการณ์ใหม่แล้วออกมานำเสนอสรุปประสบการณ์ใหม่หน้าชั้นเรียน ให้ครูและเพื่อนได้รับฟัง โดยให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานกลุ่มอื่นได้ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 5 ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูแจ้งกิจกรรมที่จะปฏิบัติ คือ การปฏิบัติกิจกรรมในใบงานที่ 5.1 เรื่อง การวัดและทดสอบ ไดโอดและซีเนอร์ไดโอด แจ้งเวลาในการประกอบกิจกรรม จำนวน 1 ชั่วโมง ครูอธิบายลำดับการประกอบกิจกรรมเพิ่มเติม ครูอธิบายทบทวนความรู้เดิม ที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านมาแล้วจากเรื่อง เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถยนต์ โดยเฉพาะ เรื่อง การใช้มัลติมิเตอร์ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด ครูนำเครื่องมือวัดได้แก่ มัลติมิเตอร์แอนะล็อก มัลติมิเตอร์ดิจิทัล พร้อมอุปกรณ์การเรียนมาวางไว้ให้ผู้เรียนดู แล้วครูตั้งคำถามนำเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิม ได้แก่

1. ถ้าจะวัดไดโอดต้องใช้เครื่องมือตัวไหน
2. ถ้าต้องการวัดไดโอดต้องย่านการวัดขอมัลติมิเตอร์ไปที่สัญลักษณ์อะไร

ครูแจ้งแบบประเมินการปฏิบัติงาน ได้แก่ แบบประเมินการปฏิบัติงาน แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรม และลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินการเรียนรู้

ให้ผู้เรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด เพื่อทบทวนพร้อมกับเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามในกรณีที่มีข้อสงสัยในขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ครูให้ผู้เรียนเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามขั้นตอนการปฏิบัติในใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด พร้อมกับศึกษาใบบันทึกผลการปฏิบัติงาน และให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามกลุ่มที่ได้แบ่งไว้ เพื่อบูรณาการทักษะต่าง ๆ ได้ประยุกต์ใช้ทักษะที่ได้รับการพัฒนาในสถานการณ์หรือการแก้ปัญหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม

ตัวชี้วัดที่ 7 ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูได้จัดบรรยากาศในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม โดยมีการดำเนินการใน 2 ประการ ได้แก่

1. การจัดบรรยากาศทางกายภาพ คือ การจัดให้มีสื่อการเรียนการสอนที่เพียงพอกับจำนวนผู้เรียนและจัดโต๊ะวางสื่อการเรียนการสอนให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้สื่อการเรียนที่หลากหลาย จัดมุมวิชาการ จัดมุมวางคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมและการสืบค้นข้อมูลไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข

2. การจัดบรรยากาศที่ส่งผลต่อด้านจิตใจ คือ การจัดรูปแบบการปฏิบัติกิจกรรม กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ที่ไม่ดีได้รับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ครูสร้างความอบอุ่น มีความสัมพันธ์อันดีต่อผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกล้าแสดงออก แสดงให้เห็นถึงการคิดค้นและปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ในการสร้างบรรยากาศชั้นเรียน ให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม ในการจัดกิจกรรมเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. ขั้นตอนิปรายและสรุป (40 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 4 ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูได้วิเคราะห์และวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับความยากง่ายเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน จัดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในรูปแบบกิจกรรมกลุ่มเป็นการทำให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกัน ผู้เรียนมีโอกาสนสะท้อนถึงความสำเร็จการเรียนรู้ในกลุ่ม หรืออธิบายข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้ เป็นการส่งผลให้ ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ อีกทั้ง ครูอธิบายสรุปเนื้อหาผลการนำเสนอการอภิปราย จากการปฏิบัติงานตามใบมอบงาน สะท้อนการนำเสนอและการปฏิบัติงานที่เกิดจากความสำเร็จหรือข้อผิดพลาด กล่าวชมเชยผู้ที่มีความรู้และทักษะที่ดี อีกทั้งให้กำลังใจผู้เรียนที่ยังไม่สามารถพัฒนาตนเองได้เท่ากับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครูชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่เกิดจากการเรียนรู้ การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงการคิดค้นวิธีการใหม่ ๆ ปรับเปลี่ยนในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ

ตัวชี้วัดที่ 6 ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูสังเกตหรือค้นหาข้อผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียน โดยครูใช้แบบประเมินพฤติกรรมการการเรียนรู้ แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม จาก 2 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามใบมอบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงและนำผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามที่ได้รับมอบหมาย

กิจกรรมที่ 2 การปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดและซีเนอร์ไดโอด โดยผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ครูใช้แบบประเมินในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากแบบประเมิน ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปเนื้อหา เรื่อง ตัวต้านทาน จากแบบสรุปเนื้อหาในชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงและนำผลที่ได้จากการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม ครูบอกข้อควรปรับปรุงหรือแก้ไขในการปฏิบัติกิจกรรม สะท้อนกลับให้ผู้เรียนได้รับรู้ข้อมูลว่าตนเอง มีทักษะและองค์ความรู้ในระดับใดและมีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาตนเอง ครูอธิบายสรุปผลการปฏิบัติให้ผู้เรียนรู้วิธีการปฏิบัติและวิธีการแก้ไขปัญหา เป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิดค้นและปรับเปลี่ยน วิธีการใหม่ ๆ ในการให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

4. ชั้นประเมินผล (40 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 8 ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูใช้วิธีการถาม ตอบ เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจ ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองหรือถูกเพื่อนประเมินร่วมกับครูประเมินในระหว่างการเรียนรู้หรือเมื่อจบบทเรียนผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ด้วยการใช้แบบประเมินที่ครูได้สร้างและพัฒนาขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนเพิ่มเติมภายหลังจากจบบทเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยมอบหมายงานให้ผู้เรียนทุกคนได้ไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากสื่อต่าง ๆ โดยผู้เรียนได้สืบค้นอย่างอิสระจากสื่อออนไลน์และสรุปสาระสำคัญส่งผ่านระบบออนไลน์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามใบงานในเวลาว่างเพื่อให้เกิดความชำนาญยิ่งขึ้น เป็นการฝึกการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง แสดงให้เห็นถึงการคิดค้นและปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง ในการจัดกิจกรรมเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียน

ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบรายบุคคล เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ครูและผู้เรียนช่วยกันเฉลยแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรใบความรู้ หน่วยที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. สื่อประกอบการสอน Power Point แผ่นที่ 1- 36
3. อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
4. ใบมอบบงาน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

การวัดผลประเมินผล

1. คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนชุดที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. คะแนนจากการอภิปรายงานกลุ่มใบมอบบงาน เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
3. คะแนนจากปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
4. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์
5. คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. ห้องสมุด
2. หนังสือเรียน
3. ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้เรียนนำเครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาทบทวนวิธีการใช้งาน และฝึกทักษะเพิ่มเติม
2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือทบทวนเนื้อหาจากระบบออนไลน์ ได้แก่
 - 2.1 <https://www.youtube.com/watch?v=MKI7pYWG29s>
 - 2.2 <https://www.youtube.com/watch?v=rNoHLOumplk&t=315s>

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12

รหัสวิชา 20101-2103 ชื่อวิชางานอิเล็กทรอนิกส์ถยนต์เบื้องต้น 2 (4)
หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

สอนครั้งที่ 12
จำนวน 4 ชั่วโมง

หัวเรื่อง

1. โฟโตไดโอด
2. หลักการทำงานของโฟโตไดโอด
3. การวัดและทดสอบสอปโฟโตไดโอด
4. โฟโตทรานซิสเตอร์
5. หลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์
6. การวัดและทดสอบสอปโฟโตทรานซิสเตอร์
7. ปฏิบัติงานตามใบงาน

สาระสำคัญ

โฟโตไดโอด (Photo Diode) มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า มีโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระดาษใส โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด (IR Photo Diode)

โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เช่นเดียวกับโฟโตไดโอด แต่จะมีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวขยายกระแสไฟฟ้า มีโครงสร้างประกอบด้วยโฟโตไดโอดซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส-อีมิเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ หลักการทำงาน การวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้

- 1.1 บอกหน้าที่และหลักการทำงานของโฟโตไดโอดได้
- 1.2 บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดได้
- 1.3 อธิบายวิธีการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้
- 1.4 บอกหน้าที่และหลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
- 1.5 บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
- 1.6 อธิบายวิธีการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้

2. ด้านทักษะ

- 2.1 ผู้เรียนมีทักษะในการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้
- 2.2 ผู้เรียนมีทักษะในการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 3.1 มีความตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบ
- 3.2 มีระเบียบวินัยและการแต่งกายเรียบร้อย
- 3.3 มีความประณีต รอบคอบและปลอดภัย
- 3.4 มีความสะอาดและรักษาสภาพแวดล้อม

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ตอบสนองด้านทักษะการจัดการเรียนรู้และการจัดการ ชั้นเรียน 8 ตัวชี้วัด

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 1 ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียน

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาการเรียนรู้ ที่ครูได้สร้างและพัฒนาขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียนในใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1. บอกหน้าที่และหลักการทำงานของโฟโตไดโอดได้
2. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดได้
3. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้

4. บอกหน้าที่และหลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้

5. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้

6. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้

ครูแจ้งการวัดผลประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย ได้แก่ แบบประเมินใบงาน แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล แบบสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยม และลักษณะอันพึงประสงค์ แจ้งระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ใช้เวลาเรียนรวมทั้งหมด จำนวน 4 ชั่วโมง ครูแจ้งกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้ร่วมกันศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมในใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์

ตัวชี้วัดที่ 2 ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาและทบทวนความรู้ประสบการณ์เดิม เรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสงจากที่เคยเรียนผ่านมาโดยครูอธิบายเนื้อหาเดิม ในส่วนของการวัดและทดสอบสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต เอสซีอาร์ อธิบายให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาใหม่ที่จะเรียน ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโต ทรานซิสเตอร์ โดยเฉพาะวิธีการวัดและทดสอบไดโอดและทรานซิสเตอร์ พร้อมกับแสดงสื่อของจริง

ครูนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่โดยนำสื่อการเรียนการสอนมาแสดง ได้แก่ ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงประกอบด้วย ใบความรู้ใบ แบบฝึกหัด ใบมอบงาน ใบงาน สื่อ Power Point สื่อของจริง ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสงโฟโตไดโอดโฟโตทรานซิสเตอร์ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ ประกอบด้วย มัลติมิเตอร์แอนะล็อก มัลติมิเตอร์ดิจิตอล บอร์ดทดลอง โดยครูตั้งคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ตัวอย่างคำถาม

1. โฟโตไดโอดทำงานอย่างไร

2. การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงเป็นหน้าที่ของอุปกรณ์ตัวใด

3. การวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ต้องปรับสวิตช์ย่านการวัดของมัลติมิเตอร์ไปที่ตำแหน่งใด

หากพบผู้เรียนที่ขาดความรู้และทักษะเดิม ให้การช่วยเหลือโดยให้คำอธิบายเพิ่มเติมและมอบหมายงานให้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในชุดการสอน วิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103 ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง เพื่อให้ผู้เรียนไปสืบค้นข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมได้

2. ชั้นประกอบกิจกรรม (1 ชั่วโมง 20 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 3 ผู้เรียนได้สร้างความรู้เอง หรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูอธิบายชี้แจงการปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยใช้สื่อต่าง ๆ ได้แก่ โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ มัลติมิเตอร์แอนะล็อก มัลติมิเตอร์ดิจิทัล บอร์ดทดลอง สอนประกอบการบรรยายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ใช้สื่อของจริง ภาพเคลื่อนไหว ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ **ผู้เรียนได้สร้างความรู้เอง หรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ต้องใช้ความรู้หรือทักษะหลากหลาย** โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ทักษะที่หลากหลายในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะกระบวนการกลุ่ม ทักษะการคิด ทักษะการพูด ทักษะการอ่าน การเขียน ทักษะการฟัง ทักษะการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ให้การสนับสนุนการเรียนรู้ ครูใช้เทคนิคให้ผู้เรียนสรุปความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ด้วยตนเอง ได้แก่ การให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม โดยครูจัดกลุ่มให้แต่ละคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ร่วมกันศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมในใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ จากใบงานในชุดการสอนวิชางานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง และสืบค้นในสื่อออนไลน์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มแล้วสรุป **ประสบการณ์ใหม่** เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง **คิดค้นและปรับเปลี่ยน** ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น จากนั้นให้ผู้เรียนทุกกลุ่มออกมานำเสนอสรุปประสบการณ์ใหม่หน้าชั้นเรียน ให้ครูและเพื่อนได้รับฟัง โดยให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ผลงานกลุ่มอื่นได้ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 5 ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูอธิบายลำดับการประกอบกิจกรรม และให้ผู้เรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์และโฟโตทรานซิสเตอร์และปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในใบงานพร้อมกับศึกษาใบบันทึกผลการปฏิบัติงาน โดยปฏิบัติงานตามกลุ่มที่ได้แบ่งไว้แล้ว เพื่อบูรณาการทักษะต่าง ๆ และประยุกต์ทักษะใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้ในการปฏิบัติงาน และให้ผู้เรียนสอบถาม เมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมและให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์และโฟโตทรานซิสเตอร์

ผู้เรียนช่วยกันสรุปผลการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์ และทำแบบฝึกหัดรายบุคคล จากชุดการสอนวิชางานอิเล็กทรอนิกส์สร้อยยนต์ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 7 ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูได้จัดบรรยากาศในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม โดยมีการดำเนินการใน 2 ประการ ได้แก่

1. **การจัดบรรยากาศทางกายภาพ** คือ การจัดให้มีสื่อการเรียนการสอนที่เพียงพอกับจำนวนผู้เรียนและจัดโต๊ะวางสื่อการเรียนการสอนให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ใช้สื่อการเรียนที่หลากหลาย จัดมุมวิชาการ จัดมุมวางคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูล อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมและการสืบค้นข้อมูลไว้ให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความสุข

2. **การจัดบรรยากาศที่ส่งผลต่อด้านจิตใจ** คือ การจัดรูปแบบการปฏิบัติกิจกรรมกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ที่ไม่ดีได้รับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ครูสร้างความอบอุ่น มีความสัมพันธ์อันดีต่อผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกล้าแสดงออก แสดงให้เห็นถึงการคิดค้นและปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ในการสร้างบรรยากาศชั้นเรียน ให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม ในการจัดกิจกรรมเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. **ชั้นอภิปรายและสรุปผล 20 นาที)**

ตัวชี้วัดที่ 4 ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูได้วิเคราะห์และวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับความยากง่ายเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน จัดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในรูปแบบกิจกรรมกลุ่มเป็นการทำให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกัน ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนถึงความสำเร็จการเรียนรู้ในกลุ่ม หรืออธิบายข้อผิดพลาดจากการเรียนรู้ เป็นการส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ อีกทั้ง ครูอธิบายสรุปเนื้อหาผลการนำเสนอ การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ สะท้อนการนำเสนอ และการปฏิบัติงานที่เกิดจากความสำเร็จหรือข้อผิดพลาด โดยใช้แบบสรุปเนื้อหาจากชุดการสอนวิชางานอิเล็กทรอนิกส์สร้อยยนต์เบื้องต้น ในชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง กล่าวชมเชยผู้ที่มีความรู้และทักษะที่ดี อีกทั้งให้กำลังใจผู้เรียนที่ยังไม่สามารถพัฒนาตนเองได้เท่ากับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ครูชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่เกิดจากการเรียนรู้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นถึง การคิดค้นและปรับเปลี่ยน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 6 ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ครูสังเกตหรือค้นหาข้อผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียน โดยครูใช้แบบประเมินพฤติกรรมการการเรียนรู้ แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และแบบประเมินใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ และนำผลจากการปฏิบัติกิจกรรม ให้แต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตามที่ได้รับมอบหมาย

ครูใช้แบบประเมินในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากแบบประเมิน ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ และนำผลที่ได้จากการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม สะท้อนกลับให้ผู้เรียนได้รับรู้ข้อมูลว่าตนเอง มีทักษะและองค์ความรู้ในระดับใดและมีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงและพัฒนาตนเอง ครูอธิบายสรุปผลการปฏิบัติให้ผู้เรียนรู้วิธีการปฏิบัติและวิธีการแก้ไขปัญหา เป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิดค้นและปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ในการให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้

4. ชั้นประเมินผล (70 นาที)

ตัวชี้วัดที่ 8 ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง

การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึง “คิดค้นและปรับเปลี่ยน (Invent and Transform)”

ให้ผู้เรียนทำการทดสอบตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองหรือถูกเพื่อนประเมินร่วมกับครูประเมินในระหว่างการเรียนรู้หรือเมื่อจบบทเรียนผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ด้วยการใช้อย่างแบบประเมินที่ครูได้สร้างและพัฒนาขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนเพิ่มเติมภายหลังจากจบบทเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยมอบหมายงานให้ผู้เรียนทุกคนได้ไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากสื่อต่าง ๆ โดยผู้เรียนได้สืบค้นอย่างอิสระจากสื่อออนไลน์และสรุปสาระสำคัญ ส่งผ่านระบบออนไลน์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ ในเวลาว่างเพื่อให้เกิดความชำนาญยิ่งขึ้น เป็นการฝึกการวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง แสดงให้เห็นถึงการคิดค้น และปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง ในการจัดกิจกรรมเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียน

ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จำนวน 10 ข้อ (10 นาที)

สื่อการเรียนการสอน

1. บัตรใบความรู้ หน่วยที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. สื่อประกอบการสอน Power Point แผ่นที่ 1 - 36
3. สื่อของจริง ได้แก่ ไดโอดแบบธรรมดา ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
4. ใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์

การวัดผลประเมินผล

1. คะแนนจากแบบประเมินผลใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
2. คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
3. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์
4. คะแนนจากการทำใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
5. แบบทดสอบหลังเรียนชุดการสอนที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. ห้องสมุด
2. หนังสือเรียน
3. ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้เรียนนำออสซิลโลสโคปฝึกทักษะเพิ่มเติมตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์
2. ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือทบทวนเนื้อหาจากระบบออนไลน์
 - 2.1 <https://www.youtube.com/watch?v=nIPnQ4Hfo1E>
 - 2.2 <https://www.youtube.com/watch?v=Zvx-XbRAGnA>

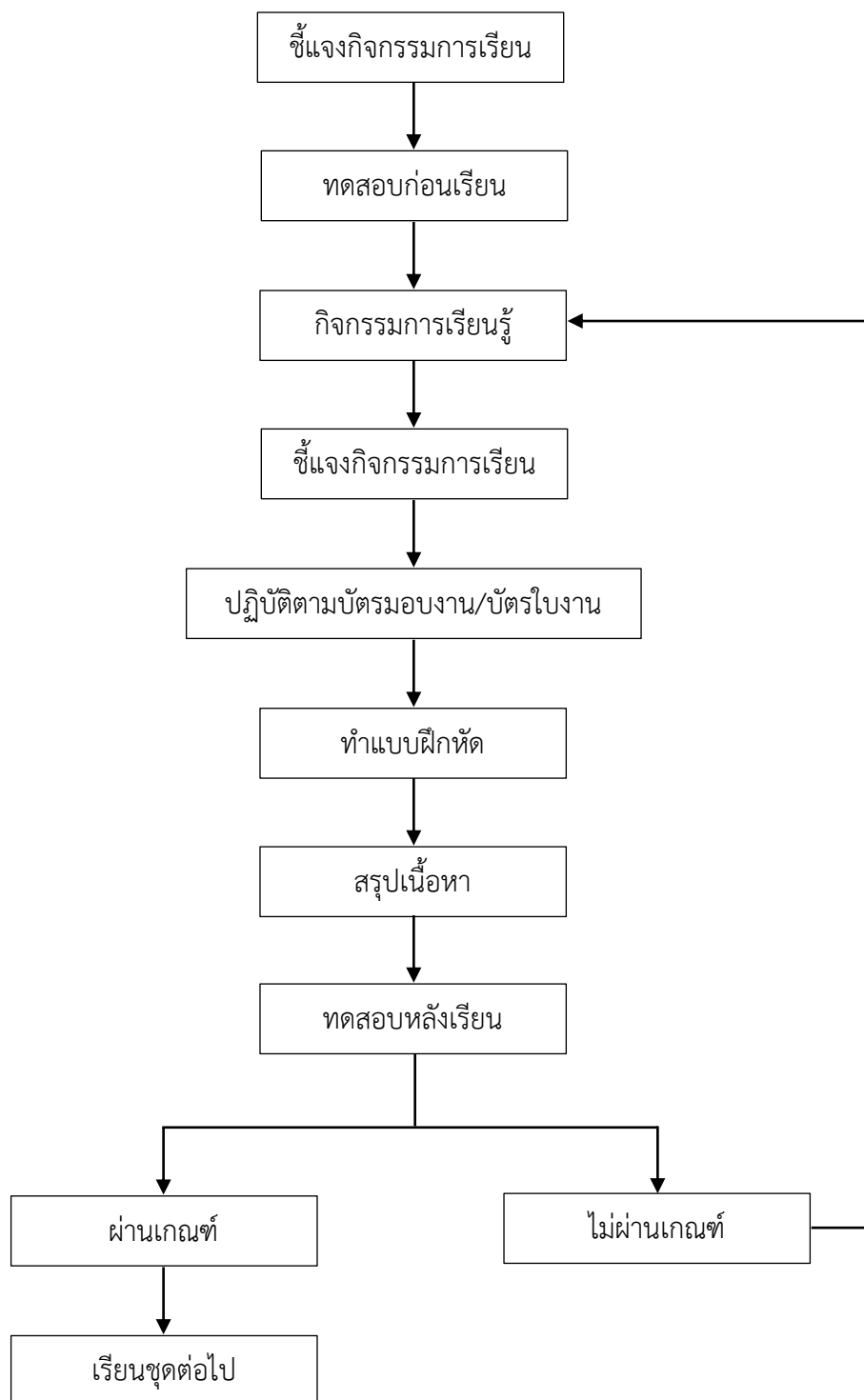
เอกสารประกอบการสอน
วิชางานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์

ชุดการสอนที่ 5
เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

นายจิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข

วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน



คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

การเรียนรู้ครั้งที่ 11 ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ
2. ศึกษาใบความรู้เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
3. ศึกษาใบมอบงานและทำใบมอบงาน เรื่อง การอธิบายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
4. ศึกษาใบงานและทำใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

การเรียนรู้ครั้งที่ 12 ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาใบความรู้เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. ศึกษาใบงานและปฏิบัติงานตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์
3. ทำใบแบบฝึกหัด เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
4. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
2. บอกโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
3. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
4. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบสารกึ่งตัวนำทางแสงได้
5. ปฏิบัติตามใบมอบงานได้
6. ปฏิบัติงานตามใบงานได้

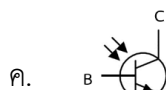
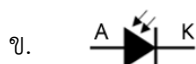
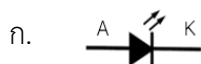
เนื้อหา ชุดการสอนที่ 5
เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

1. หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
3. การวัดและตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
หน่วยที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

คำชี้แจง ให้เลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง
 - ก. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง
 - ข. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ค. เป็นสวิตช์และขยายสัญญาณของวงจร
 - ง. ขยายสัญญาณของวงจร
2. ข้อใดบอกคุณสมบัติของโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง
 - ก. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง
 - ข. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ค. เป็นสวิตช์และขยายสัญญาณของวงจร
 - ง. ขยายสัญญาณของวงจร
3. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสง
 - ก. มีสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N และขั้ว D – S – G
 - ข. มีสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มีขั้ว B – E – C
 - ค. มีสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มีขั้วแอโนดและคาโทด
 - ง. มีสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N ขั้ว D – S – G
4. ข้อใดเป็นสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง



5. ข้อใดบอกคุณสมบัติของของโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง
 - ก. ประกอบด้วยโฟโตไดโอด และทรานซิสเตอร์อยู่ในตัวเดียวกัน
 - ข. มีสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N รอยต่อของสารกึ่งตัวนำหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้
 - ค. ประกอบด้วยขาแอโนดและขาแคโทด โดยมีโฟโตไดโอดต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับขาคอลเลคเตอร์
 - ง. มีสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N รอยต่อของสารกึ่งตัวนำหุ้มด้วยวัสดุที่แสงไม่สามารถผ่านได้
6. ข้อใดอธิบายการทำงานของไดโอดเปล่งแสง เมื่อจ่ายไฟบวกให้ขาแอโนด (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K)
 - ก. ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานลดลง
 - ข. อิเล็กตรอนไม่สามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P ได้
 - ค. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานลดลง
 - ง. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง
7. ข้อใดเป็นหลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์
 - ก. กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงที่โฟโตไดโอดจะถูกขยายด้วยโฟโตทรานซิสเตอร์
 - ข. รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ จะต่อไบอัสตรงที่รอยต่อทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง
 - ค. เมื่อมีแสงมาตกกระทบโฟโตไดโอดจะนำกระแส ทำให้มีกระแสไหลที่ขาเบส ทรานซิสเตอร์จึงสามารถนำกระแสได้
 - ง. ความเข้มข้นของแสงน้อย จะทำให้กระแสไหลผ่านระหว่างขาคอลเลคเตอร์ ไปยังขาอิมิตเตอร์มากขึ้น
8. ข้อใดอธิบายการตรวจสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อกได้ถูกต้อง
 - ก. ขั้วลบของมัลติมิเตอร์กับขาแคโทด ขั้วบวกต่อกับขาแอโนด
 - ข. ขั้วบวกของมัลติมิเตอร์กับขาแคโทด ขั้วลบต่อกับขาแอโนด
 - ค. ปรับมัลติมิเตอร์ไปที่การวัดค่าความต้านทาน $R \times 1$
 - ง. ปรับมัลติมิเตอร์ไปที่การวัดค่าแรงดันไฟฟ้า DCV

9. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการตรวจสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง

- ก. ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบ โดยทำการไปอัสกลับ แล้วใช้แสงมากระตุ้นที่ขาเบสเพื่อให้เกิดการทำงาน
- ข. ใช้มัลติมิเตอร์ตรวจสอบ โดยทำการไปอัสตรง แล้วใช้แสงมากระตุ้นที่ขาเบสเพื่อให้เกิดการทำงาน
- ค. ใช้ไฟจากแบตเตอรี่รถยนต์กระตุ้น แล้วใช้แสงมากระตุ้นที่ขาเบสเพื่อให้เกิดการทำงาน
- ง. ใช้ไฟจากแบตเตอรี่ 1.5 โวลท์ มากระตุ้น แล้วใช้แสงมากระตุ้นที่ขาเบสเพื่อให้เกิดการทำงาน

10. ข้อใดกล่าวถึงวิธีการตรวจสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ ด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิทัลได้ถูกต้อง

- ก. ต่อสายมัลติมิเตอร์บวกกับขา E ต่อสายลบกับขา B มีเสียงของมัลติมิเตอร์ดังขึ้นแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ดี
- ข. ต่อสายมัลติมิเตอร์บวกกับขา B ต่อสายลบกับขา E มีเสียงของมัลติมิเตอร์ดังขึ้นแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ดี
- ค. ต่อสายมัลติมิเตอร์ลบกับขา B ต่อสายบวกกับขา E มีเสียงของมัลติมิเตอร์ดังขึ้นแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ดี
- ง. ต่อสายมัลติมิเตอร์ลบกับขา B ต่อสายบวกกับขา C มีเสียงของมัลติมิเตอร์ดังขึ้นแสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์ดี

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หน่วยที่ 5 เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เฉลย	ก	ข	ค	ก	ก	ง	ค	ข	ก	ข

ใบความรู้

หน่วยที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

ในปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีบทบาทในวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่มากมาย เพราะสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงได้ พลังงานสามารถทำให้อิเล็กตรอนและโฮลในสารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ระหว่างรอยต่อ P-N ได้ เรียกว่าการไหลของอิเล็กตรอน ซึ่งจะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้รับ กล่าวคือ เมื่อมีความเข้มของแสงน้อยจะมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮลน้อย ในทางตรงข้ามถ้ามีความเข้มของแสงมากจะมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮลมาก ตัวอย่างสารกึ่งตัวนำทางแสง ได้แก่ แอลดีอาร์ (LDR) แอลอีดี (LED) โฟโตไดโอด (Photo diodes) โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

5.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงมีหลายประเภท และมีหน้าที่ต่างกัน ดังนี้

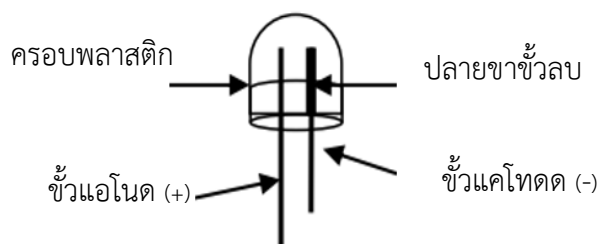
5.1.1 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)

ไดโอดเปล่งแสง มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง ไดโอดเปล่งแสง หรือเรียกว่า แอลอีดี สารกึ่งตัวนำที่นำมาผลิตเป็นไดโอดเปล่งแสง มีคุณลักษณะพิเศษ คือ สามารถเรืองแสงได้เมื่อได้รับไบอัสตรง เรียกว่า อิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence) ตัวอย่างของไดโอดเปล่งแสงที่นำมาใช้ในยนต์ ได้แก่ หลอดไฟหน้า หลอดไฟท้าย หลอดไฟเลี้ยว หลอดไฟสัญญาณ หลอดไฟแสงสว่างในห้องโดยสาร เป็นต้น และที่นำมาใช้ในวงจรทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ หลอดไฟ เครื่องคิดเลข นาฬิกา แสงที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงจะมีสีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเนื้อสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ผลิต ดังนี้

1. สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ ใช้ตัวย่อว่า GaAs ไดโอดจะเปล่งแสงอินฟราเรด
2. สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ฟอสไฟด์ ใช้ตัวย่อว่า GaAsP ไดโอดจะเปล่งแสงสีแดง หรือสีเหลือง
3. สารแกลเลียมฟอสไฟด์ ใช้ตัวย่อว่า GaP ไดโอดจะเปล่งแสง สีน้ำเงิน หรือ สีเขียว

ไดโอดเปล่งแสงเป็นการนำเอาสารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ฟอสไฟด์ (Gallium Arsenide Phosphide) และสารแกลเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide) มาทำเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N แทนสาร Si และ Ge

ไดโอดเปล่งแสง มีโครงสร้างเหมือนกันกับไดโอดทั่วไป คือ ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มีขั้วต่อออกมาใช้งานสองขั้ว คือขั้วแอนโนด (A) และขั้วแคโทด (K) ขาทั้งสองยาวไม่เท่ากัน โดยขาสั้นกว่าเป็นขั้วลบ ส่วนขาที่ยาวกว่าเป็นขั้วบวก และปลายขาทางด้านที่อยู่ในกรอบพลาสติกจะโตกว่าปลายขาบวก



รูปที่ 5.1 โครงสร้างภายในของไดโอดเปล่งแสง

ที่มา : จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข. 2565



(ก) ไดโอดเปล่งแสงสีต่าง ๆ (ข) สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง

รูปที่ 5.2 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์

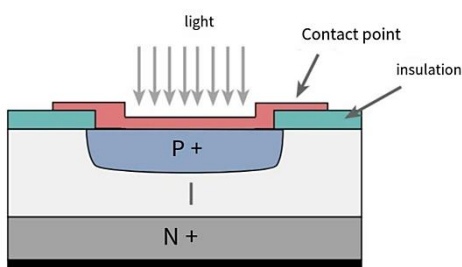
ที่มา : จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข. 2565

ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานยานยนต์ ที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. ใช้ในระบบให้แสงสว่าง เช่น ไฟหน้า ไฟท้าย ไฟเบรก ไฟเลี้ยว ไฟภายในรถ แอปพลิเคชันอื่นของไดโอดเปล่งแสงในอุตสาหกรรมยานยนต์ คือ จอแสดงผลแดชบอร์ด แผงหน้าปัดแสดงผล ซึ่งให้ข้อมูลที่ชัดเจน มีความสว่าง และปรับแต่งตั้งค่าให้แสดงข้อมูล เช่น ระดับความเร็วรถ ระดับปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง สถานะของเครื่องยนต์
2. ใช้ในด้านความปลอดภัยในยานยนต์ ประกอบด้วยไฟวิ่งกลางวัน ไฟหน้าแบบปรับได้ กล้องสำรอง ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันช่วยเพิ่มทัศนวิสัย ในขณะเดียวกัน ไฟหน้าแบบปรับได้จะเปลี่ยนตามความเร็วและมุมบังคับเลี้ยวของรถเพื่อให้แสงสว่างที่ดีที่สุด
3. ใช้ในการสื่อสารและการส่งสัญญาณ ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร ให้ความประหยัดพลังงานมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น มองเห็นได้ชัดเจน สามารถตั้งโปรแกรมให้เปลี่ยนสีได้เร็วกว่าสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ใช้ในยานพาหนะฉุกเฉิน รถตำรวจ รถพยาบาล เป็นต้น นอกจากจะใช้งานยานยนต์ยังมีการนำไปใช้ในงานอื่น ๆ อีก ได้แก่ การส่งสัญญาณการบินและการเดินเรือ ใช้ในอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น ในเครื่องเอกซเรย์ เครื่องสแกน CT และเครื่อง MRI กล้องสำหรับการผ่าตัด

5.1.2 โฟโตไดโอด (Photo Diode)

โฟโตไดโอด (Photo Diode) มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ามีโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด (IR Photo Diode)



รูปที่ 5.3 โครงสร้างของโฟโตไดโอด

ที่มา : <https://th.losshield.com/news/what-is-a-photodiode-part-69104125.html>



(ก) โฟโตไดโอด



(ข) สัญลักษณ์โฟโตไดโอด

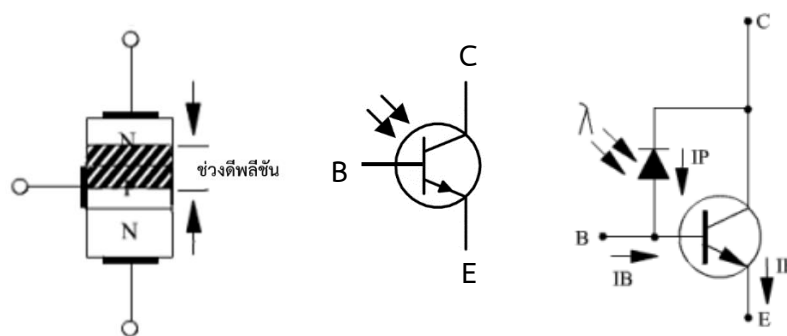
รูปที่ 5.4 โฟโตไดโอดและสัญลักษณ์

ที่มา : จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข. 2565

โฟโตไดโอดได้นำมาประยุกต์ใช้ในรถยนต์ ได้แก่ กล้องติดรถยนต์มองหลัง หรือเรียกว่า CCD (Charge-coupled Device) ซึ่งสามารถตรวจจับแสงและแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้น CCD จะแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณภาพดิจิทัล และนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรที่ต้องการความเร็วสูง เช่น เครื่องนับสิ่งของ ตัวรับรีโมทคอนโทรล วงจรกันขโมย ไม่กั้นรถยนต์ เป็นต้น เนื่องจากโฟโตไดโอดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อแสงต่ำ คืออยู่ในช่วง 1-10 mA เท่านั้น ดังนั้นการใช้งานโฟโตไดโอด จึงใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขยายกระแสเพิ่มเติม เรียกว่า โฟโตทรานซิสเตอร์

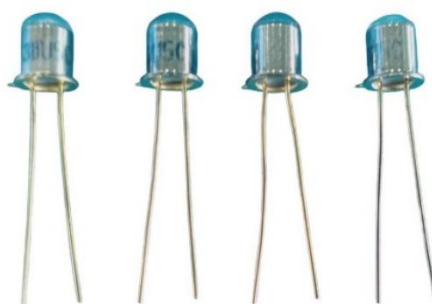
5.1.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

โฟโตทรานซิสเตอร์ มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกับโฟโตไดโอด จะมีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวขยายกระแสไฟฟ้า มีโครงสร้างประกอบด้วย โฟโตไดโอดซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ กระแสที่เกิดขึ้นจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นกับความเข้มแสง มีโครงสร้างสัญลักษณ์และวงจรสมมูลของโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 โครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรสมมูลของโฟโตทรานซิสเตอร์

ที่มา : <https://phototransistors.blogspot.com/2017/>



รูปที่ 5.6 โฟโตทรานซิสเตอร์

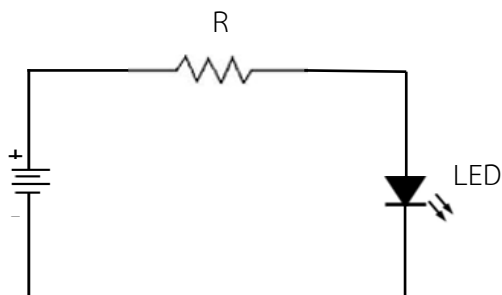
ที่มา : จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข. 2565

5.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

5.2.1 หลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงจะทำงานได้ต้องมีแรงดันไฟฟ้าแบบไบอัสตรง แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไดโอดเปล่งแสงสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหายแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ที่ 2–5 โวลต์

กระแสไฟฟ้าใช้งาน 5–20 มิลลิแอมแปร์ และต้องมีตัวต้านทานต่ออนุกรมไว้ในวงจรเพื่อจำกัดกระแสไฟฟ้าให้อยู่ในช่วง 5-20 มิลลิแอมแปร์ ดังในรูปที่ 5.7



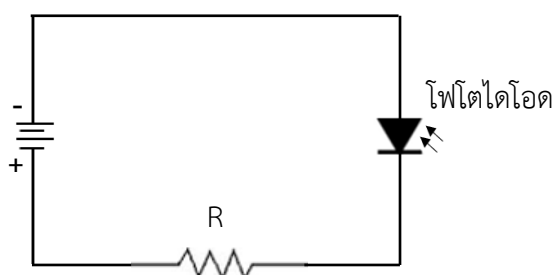
รูปที่ 5.7 วงจรไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง
ที่มา : จิรโรจน์ เลิศชนเปี่ยมสุข. 2565

จากรูปที่ 5.7 วงจรไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าในลักษณะการไบอัสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ (Visible Light) ด้วยตาเปล่าซึ่งอยู่ในช่วง 400–700 นาโนเมตร แต่ถ้าทำการโอ้อักลับไดโอดเปล่งแสงจะไม่สามารถทำงานได้ ถ้าพิจารณาสัญลักษณ์จะเห็นว่าคล้ายกับสัญลักษณ์ของไดโอดแบบธรรมดา เพียงแต่จะมีลูกศรชี้ออกมาเพื่อบอกให้ทราบว่าป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปล่งแสงออกมาจากตัวของมันเมื่อได้รับการไบอัส โดยปกติไดโอดธรรมดาเมื่อได้รับการไบอัสตรงจะไม่สามารถเปล่งแสงออกมาภายนอกให้เรามองเห็นได้ การที่เราสามารถมองเห็นแสงจากไดโอดเปล่งแสงได้เพราะเนื่องจากการผลิตมีการทำให้สารกึ่งตัวนำบางตัวมีความหนาลดลง ในขณะที่ได้รับการไบอัสตรงอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยที่คลื่นมีความยาวสม่ำเสมอ ในขณะที่อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปนั้นจะมีแสงเกิดขึ้น ทำให้เรามองเห็นแสงผ่านสารกึ่งตัวนำออกมา แต่แสงที่ได้จะกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบจึงมีการใส่ตัวสะท้อนแสงให้สามารถรวมแสงได้

5.2.2 หลักการทำงานของโฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันและมีแสงมาตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ P-N ถ้าแสงที่มากกระทบบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มากกระทบบ ถ้าทำการไบอัสตรง (Forward Bias) จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้เหมือนกับไดโอดธรรมดา สาเหตุที่ต่อไบอัสกลับให้กับโฟโตไดโอด เพราะต้องการให้ทำงานเฉพาะ ในขณะที่แสงมากระทบบเพื่อให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรเท่านั้น

เมื่อมีแสงมาตกกระทบบนที่รอยต่อ P-N โฟโตไดโอดจะเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ขณะแสงมาตกกระทบบนอิเล็กตรอนที่ยึดติดอยู่กับอะตอมจะหลุดออกจากวงโคจร เกิดเป็นอิเล็กตรอนอิสระและโฮล อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่เข้าไปในเขตปลอดพาหะ เกิดเป็นกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ มีปริมาณตามความเข้มของแสง เรียกว่า กระแสโฟโต (Current photo) โฟโตไดโอดจะมีความไวต่อแสงนำมาใช้ในงาน เช่น การวัดความเข้มของแสง การวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด การตรวจจับสัญญาณแสงด้วยความถี่สูง เป็นต้น



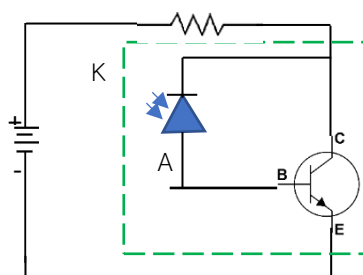
รูปที่ 5.8 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตไดโอด

ที่มา : จิรโรจน์ เลิศนเปี่ยมสุข. 2565

จากรูปที่ 5.8 การต่อวงจรโฟโตไดโอดเป็นการต่อวงจรแบบไบแอสกลับ เมื่อโฟโตไดโอดมีแสงมากระทบบนทำให้กระแสไบแอสกลับ (Reverse current) เพิ่มขึ้น กระแสนี้จะแปรผันตรงกับความเข้มของแสง (Light intensity) หน่วยเป็นลักส์ Lux หรือ Lumens

5.2.3 หลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

ในโครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นการรวมเอาโฟโตไดโอดและทรานซิสเตอร์มาอยู่ในตัวเดียวกัน โดยโฟโตไดโอดจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ หลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์จึงคล้ายกับโฟโตไดโอด มีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ เมื่อแสงตกกระทบบนที่รอยต่อ P-N โฟโตไดโอดจะเหนี่ยวนำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮล มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นที่โฟโตไดโอด ไบอัสที่ขาเบสทรานซิสเตอร์ให้สามารถนำกระแสคอลเล็กเตอร์ไปยังอิมิตอร์ได้ ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

ที่มา : จิรโรจน์ เลิศนเปี่ยมสุข. 2565

จากรูปที่ 5.9 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ด้วยการป้อนไฟให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์แบบไบอัสกลับ การไหลของกระแสจากขั้วคอลเล็กเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์จะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มากกระทบ กล่าวคือ ในขณะที่ยังไม่มีแสงมากระทบ กระแสไฟจากขั้วคอลเล็กเตอร์จะไหลไปยังขั้วของอิมิตเตอร์ไม่ได้เพราะยังไม่มีกระแสไฟมาไบอัสที่ขาเบสนั่นเอง ถ้ามีความเข้มของแสงที่มากกระทบโฟโตไดโอดน้อย จะมีกระแสไฟไหลผ่านจากขั้วคอลเล็กเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์ได้น้อยเช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีความเข้มของแสงมากกระทบที่โฟโตไดโอดด้วยความเข้มของแสงสูง จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วคอลเล็กเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์ได้มากขึ้น

5.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ สามารถทำการวัดและทดสอบได้ด้วยมัลติมิเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด N และชนิด P ดังนั้น การวัดและทดสอบจึงสามารถปฏิบัติได้เช่นเดียวกันกับการวัดอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทั่ว ๆ ไป

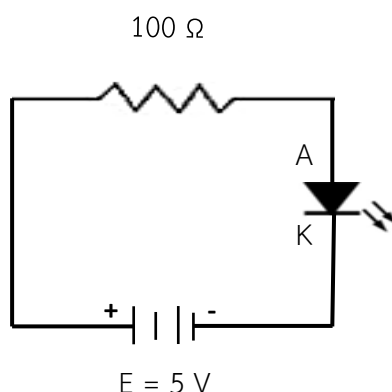
5.3.1 การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P กับชนิด N เช่นเดียวกับไดโอด แต่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้ ดังนั้นการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงจะปฏิบัติเช่นเดียวกับการวัดและทดสอบไดโอด คือต่อมัลติมิเตอร์ในลักษณะการไบอัสตรง การวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียของไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

1. ปรับย่านการวัดไปที่ Rx1
2. ใช้โพรบวัดขั้วสีดำ (ขั้วบวก) แตะที่ขั้วแอโนด โพรบวัดสีแดง (ขั้วลบ) แตะที่ขั้วแคโทด
3. ให้สังเกตที่ไดโอดเปล่งแสงจะมีแสงสว่างขึ้น และเข็มมัลติมิเตอร์จะตีขึ้น
4. สลับโพรบวัดมัลติเตอร์ แล้วสังเกตที่ไดโอดเปล่งแสงจะไม่มีแสงสว่างขึ้น
5. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 2-4 แล้ว ไดโอดเปล่งแสงและมัลติมิเตอร์ไม่แสดงอาการใด ๆ

แสดงว่าไดโอดเปล่งแสงเสีย

ในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง สามารถปฏิบัติได้ด้วยการต่อวงจร และป้อนไฟให้กับวงจร สำหรับแรงดันที่เหมาะสมที่สามารถทนได้สำหรับไดโอดเปล่งแสงคือ 1.6–3 โวลต์ ใช้กระแสประมาณ 20–50 มิลลิแอมป์ ถ้าต้องการป้อนแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 3 โวลต์ต้องมีตัวต้านทานแบบอนุกรมกับไดโอดเปล่งแสง เพื่อป้องกันไดโอดเปล่งแสงเสียหาย ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง
ที่มา : จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข. 2565

สำหรับค่าแรงดันที่ตกคร่อมของไดโอดเปล่งแสงของแต่ละสี มีดังนี้

สีแดง มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 1.7 โวลต์

สีส้ม มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 2 โวลต์

สีเหลือง มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 2.1 โวลต์

สีเขียว มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 2.2 โวลต์

สำหรับการวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียของไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิทัล
การใช้สายวัดของมัลติมิเตอร์จะปฏิบัติตรงข้ามกับการใช้สายวัดมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด

การวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อกได้ดังนี้

1. ปรับย่านการวัดไปที่ Rx1
2. ใช้สายวัดขั้วสีแดง (ขั้วลบ) แตะที่ขั้วแอนโนด (A) สายวัดสีดำ (ขั้วบวก) แตะที่ขั้วแคโทด (K)
3. ใช้มือปิด เปิดช่องรับแสงที่โฟโตไดโอด ให้สังเกตเข็มมัลติมิเตอร์ว่ากระดิกขึ้นลง

หรือไม่

4. สลับสายวัดมัลติเตอร์ แล้วใช้มือปิด เปิดช่องรับแสงที่โฟโตไดโอดอีกครั้ง และให้สังเกตที่มัลติมิเตอร์ว่าเข็มกระดิกขึ้นลง หรือไม่

5. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์จะต้องตีสขึ้น
6. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 4 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์จะต้องไม่ตีสขึ้น
7. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3-4 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์ไม่แสดงตามข้อ 5-6 แสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย

นอกจากวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อกแล้วยังสามารถใช้มัลติมิเตอร์ดิจิทัลในการวัดและทดสอบได้ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

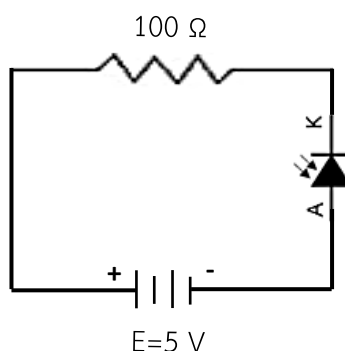
1. ปรับสวิตช์มัลติมิเตอร์ไปที่ย่านการวัดไดโอด

2. วัดครั้งที่ 1 ใช้โพรบวัดขั้วสีแดง (บวก) และที่ขั้วแอนด (A) โพรบวัดสีดำ (ลบ) และที่ขั้วแคโทด (K) แล้วอ่านค่าที่วัดได้

3. วัดครั้งที่ 2 ใช้โพรบวัดขั้วสีดำ (ลบ) และที่ขั้วแอนด (A) โพรบวัดสีแดง (บวก) และที่ขั้วแคโทด (K) แล้วอ่านค่าที่วัดได้

หมายเหตุ

1. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 2 แล้ว ต้องอ่านค่าที่วัดได้อยู่ระหว่าง 0.5-0.7 โวลต์
2. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3 แล้ว ต้องอ่านค่าที่วัดได้ OL
3. ถ้าค่าที่อ่านได้ไม่เป็นไปตาม ข้อ 2 และข้อ 3 แสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์เสีย
4. ทดสอบโดยการต่อวงจรโฟโตไดโอด ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตไดโอด

ที่มา : จิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข. 2565

5. ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า และป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน

6. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอด

วัดครั้งที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด

วัดครั้งที่ 2 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ใช้อุปกรณ์ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด

การวัดในขณะที่ปิดช่องรับแสงค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ต้องมีการเปลี่ยนแปลง ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย

5.3.3 การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์

จากโครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีโฟโตไดโอดกับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ จึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. วัดและทดสอบชุดโฟโตไดโอด คือ ระหว่างขั้ว C กับขั้ว B ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดทั่วไป

2. วัดและทดสอบชุดทรานซิสเตอร์ คือ ขั้ว B, C และ E ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทั่วไป

การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิทัล สามารถปฏิบัติได้ตามขั้นตอนดังนี้

ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดความต้านทาน แล้วทำการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยโพรบมัลติมิเตอร์บวกแตะที่ขาแอนโนด (A) และโพรบมัลติมิเตอร์ลบแตะที่ขาแคโทด (K)

วัดครั้งที่ 1 ให้ทำการวัดในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้

วัดครั้งที่ 2 ให้ทำการวัดในขณะที่ทำการปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้

หมายเหตุ

1. การวัดครั้งที่ 1 ต้องแสดงค่าที่อ่านได้ขึ้นมามีค่าใดค่าหนึ่ง เช่น 3.66 M Ω

2. การวัดครั้งที่ 2 ต้องแสดงค่าเป็น OL M Ω

3. การวัดทั้งสองครั้งต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าเสมอ และถ้าค่าที่วัดได้ไม่เป็นไปตาม

หมายเหตุข้อที่ 1 และข้อที่ 2 แสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์เสีย

สรุป เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

สารกึ่งตัวนำทางแสงมีโครงสร้างที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงได้ ได้แก่ แอลดีอาร์ (LDR) แอลอีดี (LED) โฟโตไดโอด (Photo diodes) โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) และอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมรถยนต์และนำมาใช้ในระบบต่าง ๆ คือ ระบบความปลอดภัย ระบบตรวจจับสัญญาณจากสถานะการทำงานของรถยนต์ ระบบให้แสงสว่างในรถยนต์ ใช้ในการสื่อสารและการส่งสัญญาณ ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร ยานพาหนะฉุกเฉิน เป็นต้น

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด N และชนิด P ดังนั้น การวัดและตรวจสอบจึงสามารถปฏิบัติได้เช่นเดียวกันกับการวัดอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทั่ว ๆ ไป ได้แก่ การไบอัสตรง และการไบอัสกลับ ให้กับรอยต่อ PN ของสารกึ่งตัวนำ เนื่องจากโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนแปลงค่าไปตามความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ ดังนั้นการทดสอบจะสามารถปฏิบัติได้โดยการวัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มของแสง โดยการปิด เปิดช่องรับแสงในขณะที่ทำการทดสอบ

	ใบแบบฝึกหัด	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 15 ชั่วโมง

จงเติมคำในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ไดโอดเปล่งแสงมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. จงบอกหน้าที่ของโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์

.....

.....

.....

.....

3. ไดโอดเปล่งแสงมีโครงสร้างอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. โฟโตทรานซิสเตอร์มีโครงสร้างอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

5. จงเขียนวงไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสงพร้อมกับอธิบายหลักการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. จงเขียนวงไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของโพโตทรานซิสเตอร์พร้อมอธิบายหลักการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. จงอธิบายหลักการวัดและตรวจสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. จงอธิบายหลักการตรวจสอบโพโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	เฉลยใบแบบฝึกหัด	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์สรณต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง	สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 15 ชั่วโมง

จงเติมคำในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ไดโอดเปล่งแสงมีคุณสมบัติอย่างไร

ตอบ.....ไดโอดเปล่งแสง มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสง.....

2. จงบอกคุณสมบัติของโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์

ตอบ

.....โฟโตไดโอด มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยจะมีพลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่มากกระทบ.....

.....โฟโตทรานซิสเตอร์ มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยมีโฟโตไดโอดทำหน้าที่ไบอัสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ และทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ

3. ไดโอดเปล่งแสงมีคุณสมบัติอย่างไร

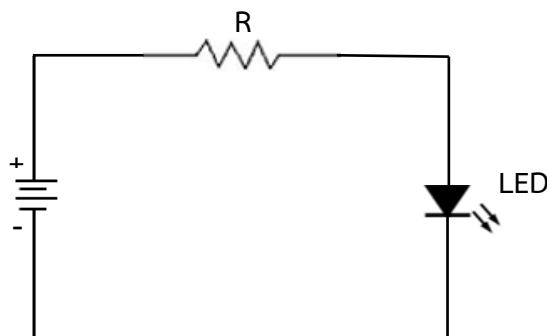
.....ตอบ ไดโอดเปล่งแสง มีคุณสมบัติสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้ ซึ่งมีส่วนประกอบของสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N.....

4. โฟโตทรานซิสเตอร์มีคุณสมบัติอย่างไร

.....ตอบ โฟโตทรานซิสเตอร์ ประกอบด้วยโฟโตไดโอด และทรานซิสเตอร์บรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกัน.....

5. จงเขียนวงจรไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสงพร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงาน

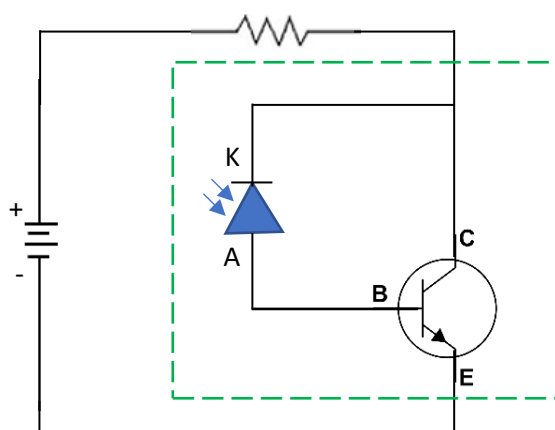
ตอบ



.....เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าในลักษณะการไบอัสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ (Visible Light) ด้วยตาเปล่าซึ่งอยู่ในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร แต่ถ้าทำการไบอัสกลับ ไดโอดเปล่งแสงจะไม่สามารถทำงานได้ ในขณะที่ได้รับการไบอัสตรง อิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ โดยที่คลื่นมีความยาวสม่ำเสมอ ในขณะที่อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปนั้นจะมีแสงเกิดขึ้น ทำให้เรามองเห็นแสงผ่านสารกึ่งตัวนำออกมา.....

6. จงเขียนวงจรไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์พร้อมอธิบายหลักการทำงาน

ตอบ



.....ป้อนไฟให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์แบบไบอัสกลับ การไหลของกระแสจากขั้วคอลเลกเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์จะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มากระทบ กล่าวคือ ในขณะที่ยังไม่มีแสงมากระทบ กระแสไฟจากขั้วคอลเลกเตอร์จะไหลไปยังขั้วของอิมิตเตอร์ไม่ได้ เพราะยังไม่มีกระแสไฟมาไบอัสที่ขาเบสนั่นเอง ถ้ามีความเข้มของแสงที่มากระทบโฟโตไดโอดน้อย จะมีกระแสไฟไหลผ่านจากขั้วคอลเลกเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์ได้น้อยเช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีความเข้มของแสงมากระทบที่โฟโตไดโอดด้วยความเข้มของแสงสูง จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วคอลเลกเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์ได้มากขึ้น.....

7. จงอธิบายหลักการวัดและตรวจสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

ตอบ

.....การวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียของไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก.....

-1. ปรับย่านการวัดไปที่ Rx1.....
-2. ใช้สายวัดขั้วสีดำ (ขั้วบวก) แต่ที่ขั้วแอนอด (A) สายวัดสีแดง (ขั้วลบ) และที่ขั้วแคโทด (K).....
-3. ให้สังเกตที่ไดโอดเปล่งแสง จะมีแสงสว่างขึ้น พร้อมกับสังเกตเห็นว่าเข็มมัลติมิเตอร์จะดีขึ้น.....
-4. สลับสายวัดมัลติเตอร์ แล้วสังเกตที่ไดโอดเปล่งแสงจะไม่มีแสงสว่างขึ้น.....
-5. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 2-4 แล้ว ไดโอดเปล่งแสงและมัลติมิเตอร์ไม่แสดงอาการใด ๆ แสดงว่าไดโอดเปล่งแสงเสีย.....

8. จงอธิบายหลักการตรวจสอบโฟโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

.....ตอบ

.....การวัดและตรวจสอบโฟโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก มีขั้นตอนดังนี้.....

.....1. ปรับย่านการวัดไปที่ Rx1.....

.....2. ใช้สายวัดขั้วสีแดง (ขั้วลบ) แตะที่ขั้วแอนโนด (A) สายวัดสีดำ (ขั้วบวก) แตะที่ขั้วแคโทด (K).....

.....3. ใช้มือปิด เปิดช่องรับแสงที่โฟโตไดโอด แล้วให้สังเกตที่มัลติมิเตอร์ว่าเข็มกระดิกขึ้นลง หรือไม่.....

.....4. สลับสายวัดมัลติเตอร์ แล้วใช้มือปิด เปิดช่องรับแสงที่โฟโตไดโอดอีกครั้ง และให้สังเกตที่มัลติมิเตอร์ว่าเข็มกระดิกขึ้นลง หรือไม่.....

.....5. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์จะต้องกระดิกขึ้นลงแสดงว่าโฟโตไดโอด.....

.....6. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 4 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์จะต้องไม่กระดิกขึ้นลงแสดงว่าโฟโตไดโอด.....

.....7. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3-4 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์ไม่แสดงตามข้อ 5-6 แสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย.....

	ใบมอบบงาน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง อภิปราย เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 1 ชั่วโมง
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอภิปราย สรุป หัวข้อเรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ข้อตกลงเบื้องต้น ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม โดยความสามารถคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อภิปรายเกี่ยวกับ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จากแนวคิดของกลุ่ม สื่อการเรียนการสอน - สื่อสิ่งพิมพ์ - ใบความรู้เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง - ใบมอบบงาน เรื่อง การอภิปรายเรื่องอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง - แบบประเมินผล - สื่อโสตทัศน์ - สื่อ Power Point ประกอบการเรียนรู้ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง - สื่อของจริง ได้แก่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นสารกึ่งตัวนำทางแสง ได้แก่ ไดโอดเปล่งแสง โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ ลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน - ให้ผู้เรียนกลุ่มโดยความสามารถคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้ผู้เรียนเลือกประธาน และเลขาธิการ - ให้แต่ละกลุ่มอภิปราย เกี่ยวกับ เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง - ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายความรู้เกี่ยวกับ สารกึ่งตัวนำทางแสง ตามแบบ ประเมินผลใบมอบบงาน เกณฑ์การประเมิน คะแนนรวมตามแบบประเมินผลใบมอบบงาน ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70		

	แบบประเมินผลใบมอบงาน		หน่วยที่ 1			
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103		สอนครั้งที่ 11			
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 8 ชั่วโมง			
ชื่อเรื่อง อภิปราย เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง			จำนวน 1 ชั่วโมง			
หัวข้ออภิปราย เรื่อง เครื่องมือวัดและทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ชื่อกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....						
หัวข้อประเมิน			ระดับคะแนน			
			4	3	2	1
1. การแบ่งหน้าที่ 2. ความรับผิดชอบ 3. การอภิปรายในกลุ่ม 4. การทำงานเป็นทีม 5. ความพร้อมในการนำเสนอ 6. การแสดงความคิดเห็น 7. ความชัดเจนในการนำเสนอ 8. การตอบข้อซักถาม 9. การแต่งกาย บุคลิกภาพ 10. การสรุปประเด็นสำคัญ						
รวมคะแนนทั้งหมด						
..... (.....) ผู้เรียน (นายจิรโรจน์ เลิศชนเปี่ยมสุข) ครูผู้สอน						

	แบบสรุปประเมินผลใบมอผลงาน		หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103		สอนครั้งที่ 11-13
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 12 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง อภิปราย เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง			จำนวน 1 ชั่วโมง
หัวข้ออภิปราย เรื่อง อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง ชื่อกลุ่ม สมาชิกกลุ่ม 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....			
รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ผลคะแนน	หมายเหตุ
1. การแบ่งหน้าที่	4		คะแนนเต็ม
2. ความรับผิดชอบ	4		รวม 40 คะแนน
3. การอภิปรายกลุ่ม	4		
4. การทำงานเป็นทีม	4		คะแนน เกณฑ์คุณภาพ
5. ความพร้อมในการนำเสนอ	4		35-40 ดีมาก
6. การแสดงความคิดเห็น	4		30 -34 ดี
7. ความชัดเจนในการนำเสนอ	4		25 -29 ปานกลาง
8. การตอบข้อซักถาม	4		20- 24 น้อย
9. การแต่งกาย บุคลิกภาพ	4		น้อยกว่า 20 น้อยมาก
10. การสรุปประเด็นสำคัญ	4		
..... (.....) ผู้เรียน (นายจิรโรจน์ เลิศชนเปี่ยมสุข) ครูผู้สอน			

เกณฑ์การประเมินใบมอบงาน		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
1. การแบ่งหน้าที่	4	มีการแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน เหมาะสมและกระจายภาระงานอย่างสมดุล
	3	มีการแบ่งหน้าที่ค่อนข้างชัดเจน การกระจายงานค่อนข้างสมดุล
	2	การแบ่งหน้าที่ยังไม่ค่อยชัดเจน การกระจายงานไม่ค่อยสมดุล
	1	ไม่มีการแบ่งหน้าที่ที่ชัดเจน การกระจายงานไม่สมดุล
2. ความรับผิดชอบ	4	ทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จครบถ้วนและตรงเวลา สม่ำเสมอ มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ช่วยเหลือผู้อื่นด้วยความเต็มใจเมื่อทำงานของตนเสร็จแล้ว
	3	ทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จและส่งตรงเวลาเป็นส่วนใหญ่ มีความตั้งใจในการทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
	2	ทำงานสำเร็จแต่มักเสร็จล่าช้าบ่อยครั้ง ต้องมีการกระตุ้นหรือติดตามจึงจะทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่นเป็นบางครั้ง
	1	ขาดความกระตือรือร้นในการทำงาน ไม่ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
3. การอภิปรายในกลุ่ม	4	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มอย่างเต็มที่ ช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีในการอภิปราย
	3	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มดี และมีส่วนในการสร้างบรรยากาศที่ดี
	2	ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มบ้าง และไม่ค่อยมีส่วนในการสร้างบรรยากาศที่ดี
	1	ไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม และไม่สนใจบรรยากาศการทำงานกลุ่ม

เกณฑ์การประเมินใบมอบงาน		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
4. การทำงานเป็นทีม	4	มีส่วนร่วมอย่างสม่ำเสมอและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายได้ครบถ้วน สื่อสารกับสมาชิกในทีมอย่างชัดเจนและสม่ำเสมอ
	3	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด แต่อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย มีการสื่อสารกับทีมในระดับที่เหมาะสม
	2	มีส่วนร่วมน้อย ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่ครบถ้วนให้ความช่วยเหลือเพื่อนร่วมทีมน้อย การสื่อสารกับทีมไม่สม่ำเสมอ
	1	ไม่มีส่วนร่วมเลย ไม่ให้ความช่วยเหลือเพื่อนร่วมทีมและแทบไม่มีการสื่อสารกับทีม
5. ความพร้อมในการนำเสนอ	4	เนื้อหาครบถ้วน ถูกต้อง และมีการจัดลำดับอย่างเป็นระบบ มีการยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย
	3	เนื้อหาครบถ้วน มีการจัดลำดับที่เข้าใจได้ มีการยกตัวอย่างประกอบ
	2	เนื้อหาค่อนข้างครบ แต่การจัดลำดับยังไม่ชัดเจน มีตัวอย่างประกอบบ้าง แต่ไม่ชัดเจน
	1	เนื้อหาไม่ครบถ้วน ขาดการจัดลำดับ ไม่มีตัวอย่างประกอบ
6. การแสดงความคิดเห็น	4	มีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างสม่ำเสมอและกระตือรือร้น แสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์และสร้างสรรค์ตลอดการอภิปราย
	3	มีส่วนร่วมในการอภิปรายเป็นระยะ และแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์หลายครั้ง
	2	มีส่วนร่วมในการอภิปรายเป็นบางครั้ง แสดงความคิดเห็นเมื่อถูกถาม
	1	แทบไม่มีส่วนร่วมในการอภิปราย ไม่แสดงความคิดเห็นแม้จะถูกถาม

เกณฑ์การประเมินใบมอบงาน		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
7. ความชัดเจนในการนำเสนอ	4	สื่อสารได้ชัดเจน เข้าใจง่าย ใช้น้ำเสียงและภาษากายที่เหมาะสม มีความรู้ในเนื้อหาที่นำเสนอดีมาก
	3	สื่อสารได้เข้าใจ ใช้น้ำเสียงและภาษากายที่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ มีความรู้ในเนื้อหาที่นำเสนอได้ดี
	2	สื่อสารได้เข้าใจบ้าง น้ำเสียงและภาษากายไม่ค่อยเหมาะสม ขาดความรู้ในเนื้อหาที่นำเสนอเป็นส่วนใหญ่
	1	สื่อสารไม่ชัดเจน เข้าใจยาก น้ำเสียงและภาษากายไม่เหมาะสม และขาดความรู้ในเนื้อหาที่นำเสนอ
8. การตอบข้อซักถาม	4	การตอบข้อซักถามได้ชัดเจน ถูกต้อง เข้าใจง่าย และมีความรู้ในเนื้อหาเป็นอย่างดี
	3	การตอบข้อซักถามได้ชัดเจน ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และมีความรู้ในเนื้อหาดี
	2	การตอบข้อซักถามได้บ้าง และมีความรู้ในเนื้อหาน้อย
	1	การตอบข้อซักถามไม่ได้เลย และไม่มีความรู้ในเนื้อหา
9. การแต่งกายบุคลิกภาพ	4	การแต่งกายถูกต้องตามระเบียบที่วิทยาลัยกำหนดถูกต้องทั้งหมด มีความสะอาด บุคลิกภาพดี
	3	การแต่งกายไม่ถูกต้องตามระเบียบที่วิทยาลัยกำหนดบ้าง มีความสะอาด บุคลิกภาพดี
	2	การแต่งกายไม่ถูกต้องตามระเบียบที่วิทยาลัยกำหนดเป็นส่วนใหญ่ ขาดความสะอาด บุคลิกภาพไม่เหมาะสม
	1	การแต่งกายไม่ถูกต้องตามระเบียบที่วิทยาลัยกำหนด ขาดความสะอาด บุคลิกภาพต้องปรับปรุง
10. การสรุปประเด็นสำคัญ	4	สรุปประเด็นสำคัญได้ถูกต้องครบถ้วนทั้งหมด
	3	สรุปประเด็นสำคัญได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
	2	สรุปประเด็นสำคัญได้บ้าง บางหัวข้อ
	1	สรุปประเด็นสำคัญไม่ได้เลย

	ใบงานที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์สัณยต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 16 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง		จำนวน 1 ชั่วโมง

หัวข้อชื่อเรื่องและงาน

ปฏิบัติตามใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

สาระการเรียนรู้

ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง ไดโอดเปล่งแสง หรือเรียกว่า แอลอีดี โดยสารกึ่งตัวนำที่นำมาผลิตเป็นไดโอดเปล่งแสง มีคุณลักษณะพิเศษ คือ สามารถเรืองแสงได้เมื่อได้รับไบอัสตรง เรียกว่า อิเล็กโทรลูมินิเซนต์ (Electroluminescence) แสงที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงจะมีสีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเนื้อสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ผลิต ดังนี้

1. สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ ใช้ตัวย่อว่า GaAs ไดโอดจะเปล่งแสงอินฟราเรด
2. สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ฟอสไฟด์ ใช้ตัวย่อว่า GaAsP ไดโอดจะเปล่งแสงสีแดง หรือสีเหลือง
3. สารแกลเลียมฟอสไฟด์ ใช้ตัวย่อว่า GaP ไดโอดจะเปล่งแสง สีน้ำเงิน หรือ สีเขียว

ไดโอดเปล่งแสงเป็นการนำเอาสารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ สารแกลเลียมอาร์ซีไนด์ฟอสไฟด์ (Gallium Arsenide Phosphide) และสารแกลเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide) มาทำเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N แทนสาร Si และ Ge

ไดโอดเปล่งแสง มีโครงสร้างเหมือนกันกับไดโอดทั่วไป คือ ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มีขั้วต่อออกมาใช้งานสองขั้ว คือ ขั้วแอโนด (A) และขั้วแคโทด (K) ขาทั้งสองยาวไม่เท่ากัน โดยขาสั้นกว่าเป็นขั้วลบ ส่วนขาที่ยาวกว่าเป็นขั้วบวก และปลายขาทางด้านที่อยู่ในกรอบพลาสติกจะโตกว่าปลายขาบวก

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสามารถวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงตามใบงาน

สมรรถนะด้านความรู้ (K)

1. บอกคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงได้
2. อธิบายหลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสงได้
3. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้

สมรรถนะด้านทักษะ (S)

มีทักษะในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

สมรรถนะด้านคุณธรรมจริยธรรม (A)

1. มีความตรงต่อเวลา
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความประณีต รอบคอบ
4. มีความสะอาดและปลอดภัย
5. รักษาสภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระ

1. การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
2. การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ตามที่กำหนดในใบงาน
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์
3. เตรียมพื้นที่ปฏิบัติงาน
4. ปฏิบัติตามใบงาน

จุดประสงค์การสอน

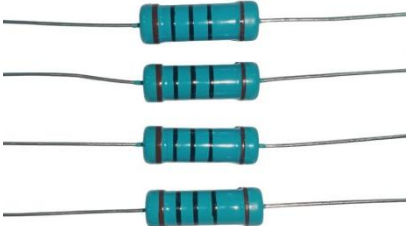
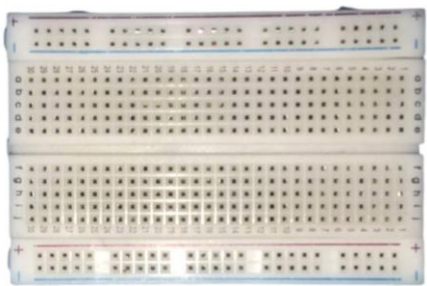
จุดประสงค์ทั่วไป

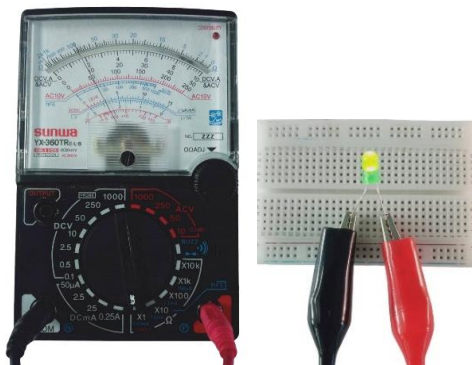
เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ โครงสร้าง การวัดและทดสอบ ไดโอดเปล่งแสง อย่างประณีต รอบคอบ สะอาดปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

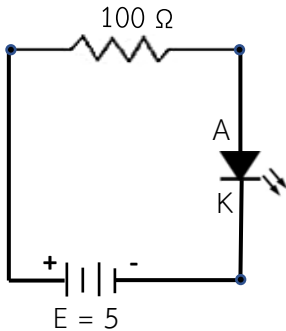
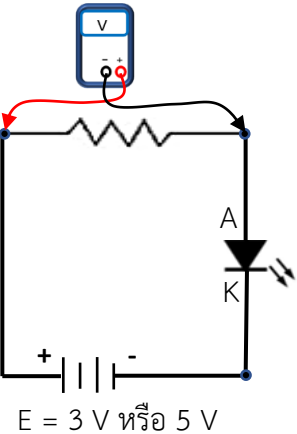
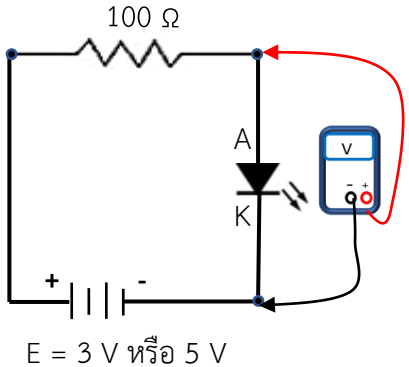
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากเรียนจบหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1. บอกคุณสมบัติของไดโอดเปล่งแสงได้
2. อธิบายหลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสงได้
3. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้
4. มีทักษะในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
5. มีทักษะการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง
6. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้
7. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้

	ใบงานที่ 5.1 (ต่อ)	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์สรณต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง		จำนวน 1 ชั่วโมง
คำสั่ง 1. ให้ผู้เรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานตามใบงาน 2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติงานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงตามที่กำหนดในใบงาน		
เครื่องมือ อุปกรณ์		
1. มัลติมิเตอร์แอนะล็อก 	2. ไดโอดเปล่งแสง 	
3. ตัวต้านทานค่า 100 Ω 	4. บอร์ดทดลอง 	

	ขั้นตอนปฏิบัติงาน		หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา	งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง			จำนวน 1 ชั่วโมง
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		รูปประกอบ	
การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง			
1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ 2. ปรับสวิตช์มัลติมิเตอร์ไปที่ Rx1 3. วัดและทดสอบด้วยการไบอัสตรง ใช้โพรบขั้วสีดำ (ขั้วลบ) และที่ขั้วแอโนด (A) โพรบสีแดง (ขั้วลบ) และที่ขั้วแคโทด (K) ให้สังเกตที่ไดโอดเปล่งแสง จะมีแสงสว่างขึ้น พร้อมกับสังเกตเห็นว่าเข็มมัลติมิเตอร์จะตีสขึ้น			
4. วัดและทดสอบด้วยการไบอัสกลับ สลับโพรบมัลติมิเตอร์ ใช้โพรบขั้วสีแดง (ขั้วลบ) และที่ขั้วแอโนด (A) โพรบสีดำ (ขั้วลบ) และที่ขั้ว แคโทด (K) แล้วสังเกตที่ไดโอดเปล่งแสงจะไม่มี แสงสว่างขึ้น			
หมายเหตุ ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3-4 แล้ว ไดโอดเปล่งแสงและมัลติมิเตอร์ไม่แสดงอาการใด ๆ แสดงว่า ไดโอดเปล่งแสงเสีย			

	ขั้นตอนปฏิบัติงานในงาน (ต่อ)		หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา	งานอิเล็กทรอนิกส์ระดับเบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย	อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง		งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		รูปประกอบ	
5. ต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงบนบอร์ดทดลอง โดยให้ต่อวงจรตามรูป			
6. ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า วัดครั้งที่ 1 ป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดันไฟฟ้า 3 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน วัดครั้งที่ 2 ป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน			
7. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสง วัดครั้งที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงในขณะที่ป้อนไฟฟ้าเข้าวงจร 3 โวลต์ วัดครั้งที่ 2 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงในขณะที่ป้อนไฟฟ้าเข้าวงจร 5 โวลต์ การวัดทั้งสองครั้งค่าแรงดันไฟฟ้าต้องมีการเปลี่ยนแปลง ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าไดโอดเปล่งแสงเสีย			

	แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.1	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง		จำนวน 1 ชั่วโมง
ชื่อ นามสกุล.....เลขที่กลุ่ม.....		
รายการ	ผลการวัดและทดสอบ	
การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง		
1. วัดและทดสอบด้วยการไบอัสตรง ทำการวัดในขณะที่ใช้โพรบขั้วสีดำ (ขั้วบวก) และที่ ขั้วแอโนด โพรบสีแดง (ขั้วลบ) และที่ขั้วแคโทด สังเกตที่ไดโอดเปล่งแสง จะมีแสงสว่างขึ้น พร้อม กับสังเกตเห็นว่าเข็มมัลติมิเตอร์จะติขึ้น	ลักษณะของไดโอดเปล่งแสง ☐ มีแสง ☐ ไม่มีแสง	
2. วัดและทดสอบด้วยการไบอัสกลับ สลับโพรบมัลติเตอร์ ใช้โพรบขั้วสีแดง (ขั้วลบ) และที่ขั้วแอโนด โพรบสีดำ (ขั้วบวก) และที่ขั้ว แคโทด แล้วสังเกตที่ไดโอดเปล่งแสงจะไม่มีแสงสว่าง ขึ้น	ลักษณะของไดโอดเปล่งแสง ☐ มีแสง ☐ ไม่มีแสง	
3. ปรับสวิตช์มัลติมิเตอร์ไปย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า แล้ววัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน วัดครั้งที่ 1 ป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดัน 3 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน วัดครั้งที่ 2 ป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดัน 5 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน	ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน วัดครั้งที่ 1 เท่ากับ..... วัดครั้งที่ 2 เท่ากับ.....	

	แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.1 (ต่อ)	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง		จำนวน 1 ชั่วโมง
4. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสง วัดครั้งที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ไดโอดเปล่งแสงในขณะที่ป้อนไฟฟ้าเข้าวงจร 3 โวลต์ วัดครั้งที่ 2 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ไดโอดเปล่งแสงในขณะที่ป้อนไฟฟ้าเข้าวงจร 5 โวลต์	ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสง วัดครั้งที่ 1 เท่ากับ..... วัดครั้งที่ 2 เท่ากับ.....	
สรุป จงอธิบายผลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสงทั้ง 2 ครั้ง ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ตอบ ไดโอดเปล่งแสง ☐ ดี ☐ เสีย		

	แบบประเมินผลใบงานที่ 5.1		หน่วยที่ 5			
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103		สอนครั้งที่ 11			
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 1 ชั่วโมง			
ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....เลขที่.....						
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง			จำนวน 3 ชั่วโมง			
หัวข้อประเมิน			4	3	2	1
1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง 3. ทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการโบ๊สได้ถูกต้อง 4. ต่อวงจรไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง 5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง 6. ทำการรวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงในวงจรได้ถูกต้อง 7. ปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด 8. การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์						
รวมคะแนนทั้งหมด						
ลงชื่อ.....ผู้เรียน (.....) ลงชื่อ.....ครูผู้สอน (นายจิรโรจน์ เลิศชนเปี่ยมสุข)						

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5.1		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
1. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ได้ถูกต้อง	4	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ครบถ้วนทุกอย่างตามที่กำหนดไว้ และจัดวางเป็นระเบียบ
	3	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ครบถ้วนทั้งหมด มีการจัดวางเป็นระเบียบ แต่มีการขาดหายไป 1 รายการ
	2	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ครบ มีการขาดหายไป 2 รายการ การจัดวางเป็นระเบียบเป็นบางส่วน
	1	เครื่องมือและอุปกรณ์เตรียมไม่ครบอย่างชัดเจน ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน
2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	4	เลือกย่านการวัดไดโอดได้ถูกต้องทุกครั้ง ไม่มีข้อผิดพลาด
	3	เลือกย่านการวัดได้ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง
	2	เลือกย่านการวัดผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถทดสอบได้ถูกต้อง
	1	ไม่สามารถเลือกย่านการวัดได้ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถทดสอบได้
3. ทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง	4	ทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสกลับของไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้องทุกครั้ง พร้อมสามารถวิเคราะห์ผลได้
	3	ทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสกลับได้ถูกต้องในบางครั้ง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง
	2	ทดสอบการไบอัสผิดพลาดบ่อยครั้ง ส่งผลให้ผลการทดสอบไม่สมบูรณ์
	1	ไม่สามารถทดสอบด้วยการไบอัสได้
4. ต่อดiode และทำไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	4	ต่อดiode เปล่งแสงได้ถูกต้องตามแบบทุกครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด
	3	ต่อดiode เปล่งแสงได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
	2	ต่อดiode เปล่งแสงผิดพลาดบ่อยครั้ง ทำให้วงจรไม่ทำงานตามที่คาดหวัง
	1	ไม่สามารถต่อดiode เปล่งแสงได้ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถทำการวัดและทดสอบได้

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5.1		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง	4	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง และไม่มีข้อผิดพลาด
	3	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
	2	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดมาก
	1	ไม่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
6. ต่ วงจรและทำการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสงได้ถูกต้อง	4	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสงในวงจรได้ถูกต้อง ไม่มีข้อผิดพลาด
	3	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสงในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
	2	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ไดโอดเปล่งแสงในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดมาก
	1	ไม่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมได้อย่างถูกต้อง
7. ปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	4	สามารถปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนดโดยไม่มีการล่าช้า
	3	ปฏิบัติงานเสร็จ แต่มีความล่าช้ามากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ไม่เกิน 2 นาที
	2	ปฏิบัติงานเสร็จ แต่มีความล่าช้ามากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ไม่เกิน 3 นาที
	1	ปฏิบัติงานเสร็จ แต่มีความล่าช้ามากกว่าเวลาที่กำหนดไว้เกิน 3 นาที ขึ้นไป
8. การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์	4	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ เรียบร้อยทุกรายการ
	3	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่ไม่ครบถ้วน 1 รายการ
	2	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่ไม่ครบถ้วน 2 รายการ
	1	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่ไม่ครบถ้วน 3 รายการ ขึ้นไป

	ใบงานที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 16 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง	งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์	จำนวน 2 ชั่วโมง

หัวข้อชื่อเรื่องและงาน

ปฏิบัติตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์

สาระการเรียนรู้

โฟโตไดโอด มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยจะมีพลังงานไฟฟ้ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงที่มากระทบ

โฟโตทรานซิสเตอร์ มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยมีโฟโตไดโอด ทำหน้าที่ป้อนให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ และทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ โครงสร้างของโฟโตไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์ ประกอบด้วยโฟโตไดโอด และทรานซิสเตอร์บรรจุอยู่ในตัวถังเดียวกัน

สมรรถนะที่พึงประสงค์

ผู้เรียนสามารถวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ตามใบงาน

สมรรถนะด้านความรู้ (K)

1. บอกหน้าที่ของโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
2. บอกโครงสร้างของโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
3. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ได้

สมรรถนะด้านทักษะ (S)

1. มีทักษะในการวัดและทดสอบโฟโตไดโอด
2. มีทักษะการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์

สมรรถนะด้านคุณธรรมจริยธรรม (A)

1. มีความตรงต่อเวลา
2. มีระเบียบวินัย
3. มีความประณีต รอบคอบ
4. มีความสะอาดและปลอดภัย
5. รักษาสภาพแวดล้อม

เนื้อหาสาระ

1. การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด
2. การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ตามที่กำหนดในใบงาน
2. ตรวจสอบสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์
3. เตรียมพื้นที่ปฏิบัติงาน
4. ปฏิบัติตามใบงาน

จุดประสงค์การสอน

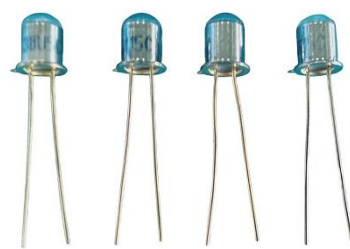
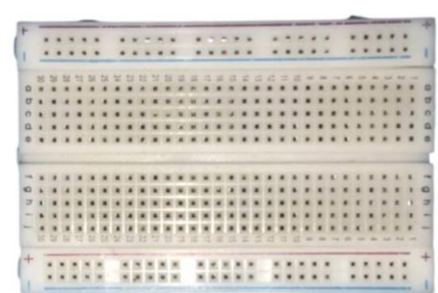
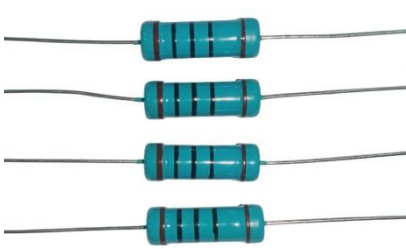
จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ โครงสร้าง การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด และโฟโตทรานซิสเตอร์ อย่างประณีต รอบคอบ สะอาดปลอดภัย และรักษาสภาพแวดล้อม

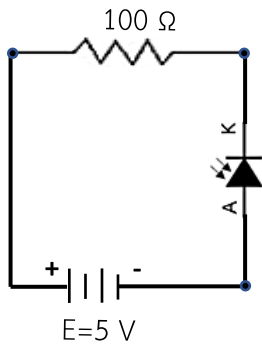
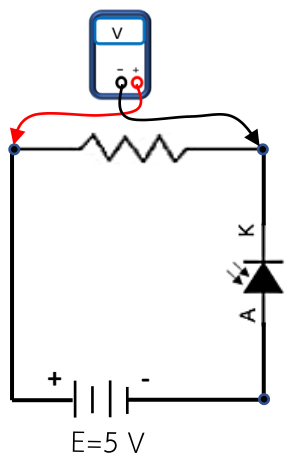
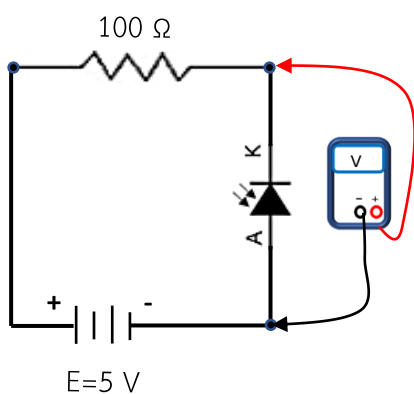
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

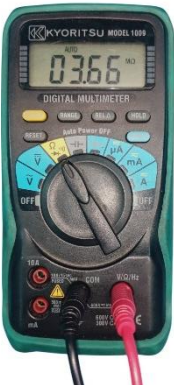
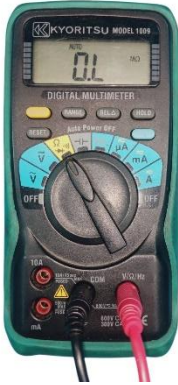
หลังจากเรียนจบหน่วยการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถ

1. บอกหน้าที่ของโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
2. บอกโครงสร้างของโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
3. อธิบายวิธีการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ได้
4. มีทักษะในการวัดและทดสอบโฟโตไดโอด
5. มีทักษะการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์
6. ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้
7. จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานได้

	ใบงานที่ 5.2 (ต่อ)	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์		จำนวน 2 ชั่วโมง
คำสั่ง 1. ให้ผู้เรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานตามใบงาน 2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติงานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ตามที่กำหนดในใบงาน		
เครื่องมือ อุปกรณ์		
1. โฟโตไดโอด 	2. โฟโตทรานซิสเตอร์ 	
3. มัลติมิเตอร์ดิจิทัล 	4. บอร์ดทดลอง 	
5. ตัวต้านทานค่า 100 Ω 	6. อุปกรณ์ปิดช่องรับแสง 	

	ขั้นตอนปฏิบัติงาน		หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103		สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์			จำนวน 2 ชั่วโมง
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		รูปประกอบ	
การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด			
1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ 2. ปรับสวิตช์โหมดมิเตอร์ไปที่ย่านการวัดไดโอด 3. วัดครั้งที่ 1 ด้วยการไบอัสตรง ใช้โพรบวัดขั้วสีแดง (บวก) แตะที่ขั้วแอนโนด (A) โพรบวัดสีดำ (ลบ) แตะที่ขั้วแคโทด (K) แล้วอ่านค่าที่วัดได้			
4. วัดครั้งที่ 2 ด้วยการไบอัสกลับ ใช้โพรบวัดขั้วสีดำ (ลบ) แตะที่ขั้วแอนโนด (A) โพรบวัดสีแดง (บวก) แตะที่ขั้วแคโทด (K) แล้วอ่านค่าที่วัดได้			
หมายเหตุ 1. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3 แล้ว ต้องอ่านค่าที่วัดได้อยู่ระหว่าง 0.5 -0.7 โวลต์ 2. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 4 แล้ว ต้องอ่านค่าที่วัดได้ OL 3. ถ้าค่าที่อ่านได้ไม่เป็นไปตามข้อ 3 และข้อ 4 แล้ว แสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย			

	ขั้นตอนปฏิบัติงานใบงาน (ต่อ)	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์		จำนวน 2 ชั่วโมง
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	รูปประกอบ	
5. ต่อวงจรโฟโตไดโอดบนบอร์ดทดลอง โดยให้ต่อวงจรตามรูป		
6. ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า และป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน		
7. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอด วัดครั้งที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด วัดครั้งที่ 2 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด การวัดในขณะปิดช่องรับแสงค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ต้องมีการเปลี่ยนแปลง ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย		

	ขั้นตอนปฏิบัติงานใบงาน (ต่อ)	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์สัณยต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์		จำนวน 2 ชั่วโมง
การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์		
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		รูปประกอบ
9. ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดความต้านทาน แล้วทำการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยโพรบมัลติมิเตอร์บวกแตะที่ขาแอนโนด (A) และโพรบมัลติมิเตอร์ลบแตะที่ขาแคโทด (K) วัดครั้งที่ 1 ให้ทำการวัดและทดสอบ โฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้ วัดครั้งที่ 2 ให้ทำการวัดและทดสอบ โฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ทำการปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้		 
หมายเหตุ 1. การวัดครั้งที่ 1 ต้องแสดงค่าที่อ่านได้ขึ้นมามีค่าใดค่าหนึ่ง เช่น 3.66 MΩ 2. การวัดครั้งที่ 2 ต้องแสดงค่าเป็น OL MΩ 3. การวัดทั้งสองครั้งต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าเสมอ และถ้าค่าที่วัดได้ไม่เป็นไปตามหมายเหตุ ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 แสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์เสีย		

	แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.2	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 2101-2103	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์		จำนวน 2 ชั่วโมง
ชื่อ นามสกุล.....เลขที่กลุ่ม.....		
รายการ		ผลการวัดและทดสอบ
การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด		
1. วัดครั้งที่ 1 ด้วยการไบอัสตรง ใช้โพรบวัดขั้วสีแดง (บวก) และที่ขั้วแอโนด (A) โพรบวัดสีดำ (ลบ) และที่ขั้วแคโทด (K)		ค่าอ่านที่ได้จากมัลติมิเตอร์ เท่ากับ.....
2. วัดครั้งที่ 2 ด้วยการไบอัสกลับ ใช้โพรบวัดขั้วสีดำ (ลบ) และที่ขั้วแอโนด (A) โพรบวัดสีแดง (บวก) และที่ขั้วแคโทด (K)		ค่าอ่านที่ได้จากมัลติมิเตอร์ เท่ากับ.....
3. ป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน		ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน เท่ากับ.....
4. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอด วัดครั้งที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด วัดครั้งที่ 2 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ใช้อุปกรณ์ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด		ผลการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมครั้งที่ 1 เท่ากับ..... ผลการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมครั้งที่ 2 เท่ากับ.....
สรุป		
จงอธิบายการวัดโฟโตไดโอดในขณะที่เปิดและปิดช่องรับแสงค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร		
ตอบ		
.....		
โฟโตไดโอด ☐ ดี ☐ เสีย		

	แบบบันทึกผลใบงานที่ 5.2 (ต่อ)	หน่วยที่ 5		
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 12		
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง		
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์		จำนวน 2 ชั่วโมง		
การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> 5. การวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยโพรบมัลติมิเตอร์ บวกแตะที่ขาแอมป์ (A) และโพรบมัลติมิเตอร์ลบ แตะที่ขาแคโทด (K) วัดครั้งที่ 1 วัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสง วัดครั้งที่ 2 ให้ทำการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ทำการปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ในวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ..... ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ในวัดครั้งที่ 2 เท่ากับ..... </td> </tr> </table>			5. การวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยโพรบมัลติมิเตอร์ บวกแตะที่ขาแอมป์ (A) และโพรบมัลติมิเตอร์ลบ แตะที่ขาแคโทด (K) วัดครั้งที่ 1 วัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสง วัดครั้งที่ 2 ให้ทำการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ทำการปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้	ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ในวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ..... ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ในวัดครั้งที่ 2 เท่ากับ.....
5. การวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยโพรบมัลติมิเตอร์ บวกแตะที่ขาแอมป์ (A) และโพรบมัลติมิเตอร์ลบ แตะที่ขาแคโทด (K) วัดครั้งที่ 1 วัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสง วัดครั้งที่ 2 ให้ทำการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ทำการปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้	ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ในวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ..... ค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์ในวัดครั้งที่ 2 เท่ากับ.....			
สรุป จงอธิบายการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่เปิดและปิดช่องรับแสงค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ตอบ โฟโตทรานซิสเตอร์ ☐ ดี ☐ เสีย				

	แบบประเมินผลใบงานที่ 5.2		หน่วยที่ 5			
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์สัณยต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103		สอนครั้งที่ 12			
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 16 ชั่วโมง			
ชื่อเรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์			จำนวน 2 ชั่วโมง			
ชื่อ-นามสกุล.....กลุ่ม.....เลขที่.....						
หัวข้อประเมิน			ระดับคะแนน			
			4	3	2	1
1. เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ถูกต้อง 2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง 3. ทำการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง 4. ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง 5. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง 6. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจรได้ถูกต้อง 7. วัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง 8. ปฏิบัติงานเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด 9. การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์						
รวมคะแนนทั้งหมด						
ลงชื่อ.....ผู้เรียน (.....) ลงชื่อ.....ครูผู้สอน (นายจิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข)						

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5.2		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
1. เตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ได้ถูกต้อง	4	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ครบถ้วนทุกอย่างตามที่กำหนดไว้ และจัดวางเป็นระเบียบ
	3	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ครบเกือบทั้งหมด มีการจัดวางเป็นระเบียบ แต่มีการขาดหายไป 1 รายการ
	2	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ครบ มีการขาดหายไป 2 รายการ การจัดวางเป็นระเบียบเป็นบางส่วน
	1	เครื่องมือและอุปกรณ์เตรียมไม่ครบอย่างชัดเจน ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน
2. ใช้มัลติมิเตอร์วัดและทดสอบโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง	4	เลือกย่านการวัดไดโอดได้ถูกต้องทุกครั้ง ไม่มีข้อผิดพลาด
	3	เลือกย่านการวัดได้ถูกต้อง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง
	2	เลือกย่านการวัดผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถทดสอบได้ถูกต้อง
	1	ไม่สามารถเลือกย่านการวัดได้ถูกต้อง ทำให้ไม่สามารถทดสอบได้
3. ทำการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยการไบอัสได้ถูกต้อง	4	วัดและทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสกลับของโฟโตไดโอดได้ถูกต้องทุกครั้ง พร้อมสามารถวิเคราะห์ผลได้
	3	วัดและทดสอบการไบอัสตรงและไบอัสกลับได้ถูกต้องในบางครั้ง แต่ยังมีข้อผิดพลาดบ้าง
	2	วัดและทดสอบการไบอัสผิดพลาดบ่อยครั้ง ส่งผลให้ผลการทดสอบไม่สมบูรณ์
	1	ไม่สามารถวัดและทดสอบด้วยการไบอัสได้
4. ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้อง	4	ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้องตามแบบทุกครั้ง โดยไม่มีข้อผิดพลาด
	3	ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ถูกต้องตามแบบทุกครั้ง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของวงจร
	2	ต่อวงจรโฟโตไดโอดได้ แต่มีข้อผิดพลาดหลายจุด ทำให้วงจรไม่สามารถทำงานได้
	1	ต่อวงจรไม่ได้อย่างถูกต้อง หรือไม่สามารถต่อวงจรได้

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5.2		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
5. วัดแรงดันไฟฟ้า ตกคร่อมที่ตัว ต้านทานในวงจรได้ ถูกต้อง	4	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง และไม่มีข้อผิดพลาด
	3	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
	2	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดมาก
	1	ไม่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
6. วัดแรงดันไฟฟ้า ตกคร่อมที่โฟโต ไดโอดในวงจรได้ ถูกต้อง	4	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจรได้ถูกต้องไม่ มีข้อผิดพลาด
	3	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
	2	วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอดในวงจรได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดมาก
	1	ไม่สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมได้อย่างถูกต้อง
7. วัดและทดสอบ โฟโตทรานซิสเตอร์ ได้ถูกต้อง	4	ทำการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้อย่างถูกต้อง ไม่มีข้อผิดพลาด และอธิบายค่าที่วัดได้อย่างชัดเจน
	3	ทำการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง แต่มี ข้อผิดพลาดเล็กน้อย และอธิบายค่าที่วัดได้เล็กน้อย
	2	ทำการวัดและทดสอบได้ แต่มีข้อผิดพลาดมาก อธิบาย ค่าที่วัดได้ไม่ชัดเจน
	1	ไม่สามารถทำการวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ได้ อย่างถูกต้อง และอธิบายค่าที่วัดไม่ได้
8. ปฏิบัติงานเสร็จ ตรงตามเวลาที่ กำหนด	4	สามารถปฏิบัติงานเสร็จตามเวลาที่กำหนดโดยไม่มีการล่าช้า
	3	ปฏิบัติงานเสร็จ แต่มีความล่าช้ามากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ ไม่เกิน 2 นาที
	2	ปฏิบัติงานเสร็จ แต่มีความล่าช้ามากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ ไม่เกิน 3 นาที
	1	ปฏิบัติงานเสร็จ แต่มีความล่าช้ามากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ เกิน 3 นาที ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินใบงานที่ 5.2		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนน
9. การทำความสะอาดและจัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์	4	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ เรียบร้อยทุกรายการ
	3	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่ไม่ครบถ้วน 1 รายการ
	2	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่ไม่ครบถ้วน 2 รายการ
	1	ทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่ไม่ครบถ้วน 3 รายการขึ้นไป

	แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	หน่วยที่ 5	
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103	สอนครั้งที่ 11-12	
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง	จำนวน 8 ชั่วโมง	
ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....เลขที่.....			
คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการประเมินพฤติกรรม			
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	จุดพิจารณาพฤติกรรม	พฤติกรรม	
		มี	ไม่มี
มีความตรงต่อเวลาและยอมรับผิดชอบ	1. เข้าเรียนตรงตามเวลา		
	2. วางแผนปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด		
	3. สามารถแก้ไขปัญหาที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด		
	4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามกำหนด		
	5. ส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามที่กำหนด		
มีความมีระเบียบวินัยและการแต่งกายเรียบร้อย	1. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบและข้อบังคับ		
	2. กระโปรง/กางเกงถูกต้องตามระเบียบและข้อบังคับ		
	3. รองเท้า ถุงเท้าถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับ		
	4. แต่งกายสะอาด เรียบร้อย		
	5. มีความความพร้อมในการเรียนและการปฏิบัติงาน		
มีความประณีตรอบคอบและปลอดภัย	1. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อตนเองและผู้อื่น		
	2. ใช้เครื่องมือถูกต้องเหมาะสมกับงาน		
	3. ปฏิบัติงานด้วยความประณีต และรอบคอบ		
	4. แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานได้		
	5. มีการวางแผนก่อนการปฏิบัติงานอย่างรอบคอบ		
มีความสะอาด และรักษาสภาพแวดล้อม	1. รักษาความสะอาดตนเองและส่วนรวม		
	2. รักษาความสะอาดห้องเรียนและสภาพแวดล้อม		
	3. ทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ครบทุกตัว		
	4. บำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์		
	5. จัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ ได้อย่างเรียบร้อย		
รวม			

	แบบสรุปประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์					หน่วยที่ 5	
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103					สอนครั้งที่ 11 - 12	
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง					จำนวน 8 ชั่วโมง	
เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน คุณลักษณะอันพึงประสงค์รายข้อ				สรุป	
		มีความตรงต่อเวลาและ ความรับผิดชอบ	มีระเบียบวินัยและการ แต่งกายเรียบร้อย	มีความประพฤติ รอบคอบ และปลอดภัย	มีความสะอาด และรักษาสภาพแวดล้อม	คะแนน เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน คุณลักษณะอันพึงประสงค์รายข้อ				สรุป	
		มีความตรงต่อเวลาและ ความรับผิดชอบ	มีระเบียบวินัยและการแต่ง กายเรียบร้อย	มีความประพฤติ รอบคอบ และปลอดภัย	มีความสะอาด และรักษาสภาพแวดล้อม	คะแนน เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายจิรโรจน์ เลิศชนเปี่ยมสุข)

	เกณฑ์การประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์		หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103		
	ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 8 ชั่วโมง
ข้อที่	คุณลักษณะที่พึงประสงค์	จุดพิจารณาพฤติกรรม	
1	มีความตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบ	1. เข้าเรียนตรงตามเวลา 2. วางแผนปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด 3. สามารถแก้ไขปัญหาที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด 4. ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตามที่กำหนด 5. มีความสนใจใฝ่รู้ มีการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	
2	มีความมีระเบียบวินัย และการแต่งกายเรียบร้อย	1. ทรงผมถูกต้องตามระเบียบและข้อบังคับ 2. กระโปรง/กางเกงถูกต้องตามระเบียบและข้อบังคับ 3. รองเท้า ถุงเท้าถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับ 4. แต่งกายสะอาด เรียบร้อย 5. มีความความร่วมมือในการเรียนและการปฏิบัติงาน	
3	มีความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย	1. ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อตนเองและผู้อื่น 2. ใช้เครื่องมือถูกต้องเหมาะสมกับงาน 3. ปฏิบัติงานด้วยความประณีต และรอบคอบ 4. แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงานได้ 5. มีการวางแผนก่อนการปฏิบัติงานอย่างรอบคอบ	
4	มีความสะอาด และรักษาสภาพแวดล้อม	1. รักษาความสะอาดตนเองและส่วนรวม 2. รักษาความสะอาดห้องเรียนและสภาพแวดล้อม 3. ทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์ได้ครบทุกตัว 4. บำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ 5. จัดเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ ได้อย่างเรียบร้อย	

เกณฑ์การให้คะแนน

จุดพิจารณาพฤติกรรม	ค่าคะแนน	ระดับคุณภาพ
ปฏิบัติครบทุกประเด็น	5	ดีมาก
ปฏิบัติได้ 4 ประเด็น	4	ดี
ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	3	ปานกลาง
ปฏิบัติได้ 1-2 ประเด็น	2	น้อย
ปฏิบัติไม่ได้ทุกประเด็น	1	น้อยมาก

สรุปคะแนนผลการประเมินคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คะแนนรวม
ทุกรายการ (4 รายการ) มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน และใช้เกณฑ์พิจารณาสรุปผลการประเมินผู้เรียน
รายบุคคล ดังนี้

คะแนน	17 – 20	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพพระดํบดีมาก
คะแนน	13 – 16	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพพระดํบดี
คะแนน	9 – 12	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพพระดํบปานกลาง
คะแนน	5 – 8	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพพระดํบน้อย
คะแนน	1 – 4	คะแนน	หมายถึง	มีคุณภาพพระดํบน้อยมาก

		แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้															หน่วยที่ 5					
		ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์ยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103															สอนครั้งที่ 11-12					
		ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง															จำนวน 8 ชั่วโมง					
ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม																				เฉลี่ย
		ความสนใจใฝ่รู้					ความร่วมมือ					การแลกเปลี่ยนเรียนรู้					การทำงานเป็นทีม					
1		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						

ลงชื่อผู้สังเกต

(นายจิรโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข)

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

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 5 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับน้อยที่สุด

การแปลความหมายของระดับคะแนน มีดังนี้

คะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

คะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

คะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับปานกลาง

คะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับน้อย

คะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง มีพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	จุดพิจารณาการให้คะแนน
1. ความสนใจใฝ่รู้	5	แสดงความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างต่อเนื่อง ตั้งคำถาม แสดงการคิดวิเคราะห์ ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมและนำไปประยุกต์ใช้ สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้อื่นเกิดความสนใจเรียนรู้
	4	แสดงความสนใจในการเรียนรู้เป็นประจำ ตั้งคำถามที่แสดงความสนใจและความเข้าใจ ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อได้รับการสนับสนุน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ได้ มีส่วนร่วมในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ แสดงความคิดสร้างสรรค์เป็นครั้งคราว
	3	แสดงความสนใจในการเรียนรู้เมื่อได้รับการกระตุ้น ตั้งคำถามเมื่อไม่เข้าใจ ค้นคว้าข้อมูลตามที่ได้รับมอบหมาย เชื่อมโยงความรู้ได้เมื่อมีแนวทางชัดเจน มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นบางครั้ง

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	จุดพิจารณาการให้คะแนน
	2	แสดงความสนใจในการเรียนรู้เป็นครั้งคราว ตั้งคำถามน้อย ค้นคว้าข้อมูลเมื่อได้รับการติดตาม เชื่อมโยงความรู้ได้บ้าง แต่ยังไม่ชัดเจน มีส่วนร่วมในกิจกรรมเมื่อได้รับการกระตุ้น แสดงความคิดเห็นได้บ้างแต่ต้องการการช่วยเหลือ
	1	แสดงความสนใจในการเรียนรู้น้อยมาก ไม่ตั้งคำถามหรือตั้ง คำถามที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่ค้นคว้าข้อมูลแม้ได้รับการ ช่วยเหลือ ไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่แสดง ความคิดหรือแสดงความคิดเห็นที่ไม่เหมาะสม
2. ความ ร่วมมือ	5	แสดงความเต็มใจและความกระตือรือร้นในการร่วมมือ เคารพและยอมรับความแตกต่างของผู้อื่น สร้างบรรยากาศ ที่ดีและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกคน เป็นแบบอย่างใน การแสดงความร่วมมือที่ดี
	4	แสดงความเต็มใจในการร่วมมือเป็นประจำ รับฟังและ เคารพความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างมีประสิทธิภาพ มีส่วนร่วมในการสร้างบรรยากาศที่ดี ให้ความร่วมมือได้ดีในสถานการณ์ต่างๆ
	3	ร่วมมือในกิจกรรมตามที่ได้รับการขอร้อง รับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่นได้พอสมควร ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ใน ระดับพื้นฐาน มีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนโดยทั่วไป ให้ความร่วมมือเมื่อเห็นประโยชน์ชัดเจน
	2	ร่วมมือในกิจกรรมเมื่อได้รับการกระตุ้น รับฟังความคิดเห็น ได้บ้าง ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้แต่ต้องการการช่วยเหลือ มี ความสัมพันธ์กับเพื่อนในระดับพื้นฐาน ให้ความร่วมมือ เมื่อได้รับการชี้แนะ
	1	ไม่ร่วมมือในกิจกรรมหรือต้องการการบังคับ ไม่รับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น มีความยากลำบากในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นสาเหตุหลักของข้อขัดแย้งในกลุ่ม ไม่ให้ความร่วมมือ
3. การแลกเปลี่ยน เรียนรู้	5	แบ่งปันความรู้และประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งคำถาม ที่กระตุ้นให้ผู้อื่นคิดวิเคราะห์ นำเสนอข้อมูลใหม่ ๆ ที่

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	จุดพิจารณาการให้คะแนน
		น่าสนใจและเป็นประโยชน์ เป็นผู้นำในการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้
	4	แบ่งปันความรู้และประสบการณ์เป็นประจำ ตั้งคำถามที่เหมาะสมและแสดงความสนใจต่อผู้อื่น นำเสนอข้อมูลได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย ช่วยส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม
	3	แบ่งปันความรู้เมื่อได้รับการกระตุ้น ตั้งคำถามเมื่อไม่เข้าใจหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม นำเสนอข้อมูลได้เมื่อมีโอกาสมที่เหมาะสม มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ระดับพื้นฐาน ช่วยเหลือผู้อื่นเมื่อสามารถทำได้
	2	แบ่งปันรู้น้อยและต้องการการสนับสนุน ตั้งคำถามน้อย มีส่วนร่วมในการเรียนรู้เมื่อได้รับการกระตุ้น ช่วยเหลือผู้อื่นได้เป็นครั้งคราว
	1	ไม่แบ่งปันความรู้ ไม่ตั้งคำถามหรือตั้งคำถามที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แม้ได้รับการสนับสนุน ไม่ช่วยเหลือผู้อื่นหรือให้การช่วยเหลือที่ไม่เหมาะสม
4. การทำงานเป็นทีม	5	แสดงทักษะการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ยืดหยุ่นตามสถานการณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นตัวอย่างในการสร้างวัฒนธรรมการทำงานเป็นทีมที่ดี
	4	มีบทบาทที่ชัดเจนและปฏิบัติหน้าที่ได้ตัวอย่างสม่ำเสมอ สื่อสารกับสมาชิกในทีมได้อย่างเหมาะสม สนับสนุนและให้กำลังใจแก่สมาชิกทีมอย่างสม่ำเสมอ แสดงภาวะผู้นำเมื่อจำเป็น
	3	ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายโดยทั่วไป สื่อสารกับสมาชิกทีมได้ในระดับพื้นฐาน ให้การสนับสนุนแก่สมาชิกทีมเมื่อมีโอกาส มีส่วนร่วมในกิจกรรมทีมตามแบบปกติ แสดงความเป็นผู้นำเป็นครั้งคราว

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้		
หัวข้อประเมิน	ระดับคะแนน	จุดพิจารณาการให้คะแนน
	2	ปฏิบัติหน้าที่ได้บางส่วนและต้องการการช่วยเหลือ สื่อสารกับสมาชิกทีมได้บ้างแต่ไม่สม่ำเสมอ ให้การสนับสนุนแก่สมาชิกทีมเป็นครั้งคราว แสดงความเป็นผู้นำได้น้อย
	1	ไม่ปฏิบัติหน้าที่หรือต้องการการควบคุมอย่างใกล้ชิด ไม่ช่วยแก้ไขปัญหาคือเป็นสาเหตุของปัญหา ไม่ให้การสนับสนุนหรือสร้างความขัดแย้งในทีม ไม่มีส่วนร่วมในทีม แม้ได้รับการช่วยเหลือ ไม่แสดงความเป็นผู้นำ

บันทึกหลังการสอน			
ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 2 (4) สอนครั้งที่ 11 หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์สกรีนกึ่งตัวนำทางแสง จำนวน 4 ชั่วโมง			
ข้อที่	หลักการของการจัดการเรียนรู้	ผลที่เกิดการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	บันทึก/ร่องรอย
1	ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียน	ผู้เรียนเข้าใจในหลักสูตร/วัตถุประสงค์ของบทเรียน/การวัดประเมินผล/สื่อ ที่ครูจะนำมาใช้ในการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	มีโครงการสอน
2	ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่	ครูอธิบายเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาใหม่ ให้ผู้เรียนได้เข้าใจเป็นอย่างดี โดยเฉพาะสกรีนกึ่งตัวนำที่นำมาผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ สารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N ที่นำมาผลิตเป็นไดโอด ที่เคยเรียนในชุดการสอนที่ 4 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ นำมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ประกอบเรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง	มีแผนการจัดการเรียนรู้
3	ผู้เรียนได้สร้างความรู้เองหรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้	ผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ในการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมกลุ่ม จากการปฏิบัติงานตามใบมอบงาน ใบงานที่ 5.1 เรื่อง งานวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง และสืบค้นจากสื่อต่างๆ	แบบฝึกหัด/ใบมอบงาน/ใบงาน
4	ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้	ขณะประกอบกิจกรรมครูได้สังเกตพัฒนาการของผู้เรียนแล้วได้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ กล่าวชมเชย จูงใจให้มุ่งมั่นในการเรียนรู้อย่างทั่วถึงทุกคน	แบบฝึกหัด/ใบมอบงาน/ใบงาน/แบบสังเกตพฤติกรรม

บันทึกหลังการสอน (ต่อ)			
ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 2 (4)		สอนครั้งที่ 11	
หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง		จำนวน 4 ชั่วโมง	
ข้อที่	หลักการของการจัดการเรียนรู้	ผลที่เกิดการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	บันทึก/ร่องรอย
5	ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้	ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกทักษะตามใบมอบงาน ใบงานและกิจกรรมต่างๆที่ครูกำหนดเพื่อพัฒนาทักษะให้มีความเชี่ยวชาญตามวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้	ใบมอบงาน/ แบบฝึกหัด/ใบงาน
6	ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้	ผลจากการสังเกตผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้และจากแบบประเมินใบงาน กิจกรรมต่างๆและแบบฝึกหัด ครูได้สะท้อนกลับข้อมูลให้ผู้เรียนทุกคนได้รับรู้ผลการพัฒนาตนเองเพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงผลการเรียนรู้ของตนเอง	แบบสังเกต พฤติกรรม/ แบบประเมิน
7	ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม	ครูได้ให้ผู้เรียนร่วมอภิปรายตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในบรรยากาศชั้นเรียน ที่ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข ผู้เรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 80 กล้าแสดงออกโดยเฉพาะการตอบคำถามที่ครูถามในชั้นเรียนและการร่วมกิจกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรม/ แบบประเมิน
8	ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง	ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กำหนดเป้าหมายและรูปแบบการค้นคว้าฝึกฝนเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยครูมอบหมายใบมอบงานให้ผู้เรียนไปสืบค้น ตามความถนัดและความสะดวกของผู้เรียนแบบนำตนเอง	ใบมอบงาน/ แบบประเมิน

บันทึกหลังการสอน			
ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 2 (4) สอนครั้งที่ 12 หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จำนวน 4 ชั่วโมง			
ข้อที่	หลักการของการจัดการเรียนรู้	ผลที่เกิดการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	บันทึก/ร่องรอย
1	ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสิ่งที่เรียนและเข้าใจบทเรียน	ผู้เรียนเข้าใจในหลักสูตร/วัตถุประสงค์ของบทเรียน/การวัดประเมินผล/สื่อ ที่ครูจะนำมาใช้ในการประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน	มีโครงการสอน
2	ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์เดิมกับการเรียนรู้ใหม่	ครูอธิบายเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับเนื้อหาใหม่ ให้ผู้เรียนได้เข้าใจเป็นอย่างดี โดยเฉพาะเรื่อง ไดโอดเปล่งแสง การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง ที่เคยเรียนผ่านมาแล้วนำมาให้ผู้เรียนได้ทบทวน เพื่อประยุกต์ใช้ในใบงานที่ 5.2 เรื่อง การวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์	มีแผนการจัดการเรียนรู้
	ผู้เรียนได้สร้างความรู้เอง หรือได้สร้างประสบการณ์ใหม่จากการเรียนรู้	ผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนวิธีการใหม่ ๆ ในการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมกลุ่มจากการปฏิบัติงานตามใบงาน และสืบค้นจากสื่อต่างๆ	แบบฝึกหัด/ใบมอบงาน/ใบงาน
4	ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้	ขณะประกอบกิจกรรมครูได้สังเกตพัฒนาการของผู้เรียนแล้วได้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ กล่าวชมเชย จูงใจให้มุ่งมั่นในการเรียนรู้อย่างทั่วถึงทุกคน	แบบฝึกหัด/ใบมอบงาน/ใบงาน/ แบบสังเกตพฤติกรรม
5	ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความเชี่ยวชาญจากการเรียนรู้	ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกทักษะตามใบงานที่ 5.2 เรื่อง งานวัดและทดสอบโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ และกิจกรรมต่างๆที่ครูกำหนดเพื่อพัฒนาทักษะให้มีความเชี่ยวชาญตามวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้	ใบมอบงาน/ แบบฝึกหัด/ใบงาน

บันทึกหลังการสอน (ต่อ)			
ชื่อวิชา งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น รหัสวิชา 20101-2103 2 (4) สอนครั้งที่ 12 หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จำนวน 4 ชั่วโมง			
ข้อที่	หลักการของการจัดการเรียนรู้	ผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน	บันทึก/ร่องรอย
6	ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้	ผลจากการสังเกตผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้และจากแบบประเมินใบงาน กิจกรรมต่างๆและแบบฝึกหัด ครูได้สะท้อนกลับข้อมูลให้ผู้เรียนทุกคนได้รับรู้ผลการพัฒนาตนเองเพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงผลการเรียนรู้ของตนเอง	แบบสังเกต พฤติกรรม/แบบ ประเมิน
7	ผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ในบรรยากาศชั้นเรียนที่เหมาะสม	ครูได้ให้ผู้เรียนร่วมอภิปรายตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็นในบรรยากาศชั้นเรียน ที่ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข ผู้เรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 80 กล้าแสดงออกโดยเฉพาะการตอบคำถามที่ครูถามในชั้นเรียนและการร่วมกิจกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรม/แบบ ประเมิน
8	ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้และมีการเรียนรู้แบบนำตนเอง	ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กำหนดเป้าหมายและรูปแบบการค้นคว้าฝึกฝนเรียนรู้อย่างต่อเนื่องโดยครูมอบหมายใบมอบงานให้ผู้เรียนไปสืบค้น ตามความถนัดและความสะดวกของผู้เรียนแบบนำตนเอง	ใบมอบงาน/แบบ ประเมิน

บรรณานุกรม

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และคณะ. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริม
อาชีวะ, 2562.

อำพล ชีอตรง. งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2564.

<https://th.losshield.com/news/what-is-a-photodiode-part-69104125.html> (สืบค้นเมื่อวันที่
24 มิถุนายน 2565)

<https://phototransistors.blogspot.com/2017/> (สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2565)

ภาคผนวก

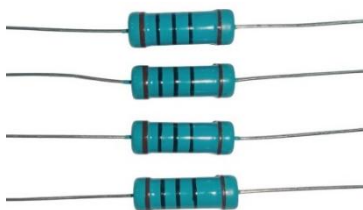
สื่อประกอบการสอน



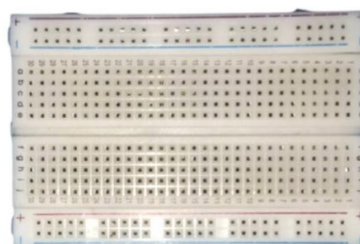
มัลติมิเตอร์ดิจิทัล



มัลติมิเตอร์แอนะล็อก



ตัวต้านทาน 100 Ω



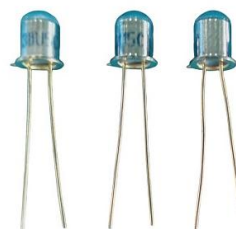
บอร์ดทดลอง



ไดโอดเปล่งแสง



โฟโตไดโอด



โฟโตทรานซิสเตอร์



ไดโอด



ซีเนอร์ไดโอด



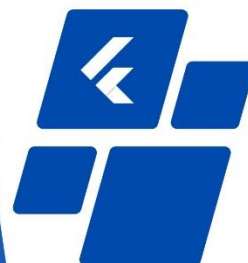
อุปกรณ์ปิดช่องรับแสง

สื่อ Power Point

ชุดการสอนที่ 5

เรื่อง สารกึ่งตัวนำทางแสง

จิระโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
2. บอกโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
3. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงได้
4. อธิบายวิธีการวัดและตรวจสอบสารกึ่งตัวนำทางแสงได้
5. ปฏิบัติตามบัตรมอบงานได้
6. ปฏิบัติงานตามบัตรงานได้

จิระโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

เนื้อหาสาระ

1. หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
2. หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง
3. การวัดและตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

จิระโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

ชุดการสอนที่ 5 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสงมีบทบาทในวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่มากมาย ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงได้ พลังงานสามารถทำให้อิเล็กตรอนและโฮลในสารกึ่งตัวนำเคลื่อนที่ระหว่างรอยต่อ P-N ได้ เรียกว่าการไหลของอิเล็กตรอน ซึ่งจะมีความหนาแน่นหรือขึ้นอยู่กับการพลังงานที่ได้รับกล่าวคือ เมื่อมีความเข้มของแสงน้อยจะมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮล ในทางตรงข้ามถ้ามีความเข้มของแสงมากจะมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮลมาก ตัวอย่างสารกึ่งตัวนำทางแสง ได้แก่ แอลดีอาร์ (LDR) แอลอีดี (LED) โฟโตไดโอด (Photo diodes) โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

จิวิโรจน์ เลิศอนแปงมสข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.1 หน้าที่และโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

5.1.1 ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode)

ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode) มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง ไดโอดเปล่งแสง หรือ แอลอีดี

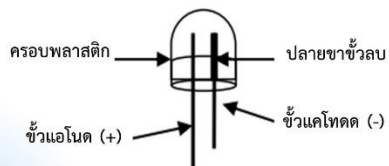
เป็นไดโอดที่ใช้สารประเภทแกลเลียมอาร์เซไนด์ฟอสไฟด์ (Gallium Arsenide Phosphide) หรือสารแกลเลียมฟอสไฟด์ (Gallium Phosphide) มาทำเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N แทนสาร Si และ Ge

มีคุณลักษณะพิเศษ คือ สามารถเรืองแสงได้เมื่อได้รับไบอัสตรง เรียกว่า อิเล็กโทรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence) ไดโอดเปล่งแสง นำมาใช้ทำเป็นอุปกรณ์ เช่น หลอดไฟ เครื่องคิดเลข นาฬิกา เป็นต้น ในปัจจุบันมีใช้งานแพร่หลายในหลอดไฟ คือ แอลอีดีชนิดเอสเอ็มดี (surface mount device) แสงที่เปล่งออกมาจากไดโอดเปล่งแสงจะมีสีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเนื้อสารกึ่งตัวนำที่ใช้ผลิต

จิวิโรจน์ เลิศอนแปงมสข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

1. สารแกลเลียมอาร์เซไนด์ ใช้ตัวย่อว่า GaAs เป็นไดโอดจะเปล่งแสงอินฟราเรด
2. สารแกลเลียมอาร์เซไนด์ฟอสไฟด์ ใช้ตัวย่อว่า GaAsP ไดโอดจะเปล่งแสงสีแดง หรือสีเหลือง
3. สารแกลเลียมฟอสไฟด์ ใช้ตัวย่อว่า GaP ไดโอดจะเปล่งแสง สีน้ำเงิน หรือ สีเขียว

ไดโอดเปล่งแสง มีโครงสร้างเหมือนกับไดโอดทั่วไป คือ ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N มีขั้วต่อออกมาใช้งานสองขั้ว คือ ขั้วแอโนด (A) และขั้วแคโทด (K) ขาทั้งสองยาวไม่เท่ากัน โดยขาที่สั้นกว่าเป็นขั้วลบ ส่วนขาที่ยาวกว่าเป็นขั้วบวก และปลายขาทางด้านที่อยู่ในกรอบพลาสติกจะดีกว่าปลายขาบวก



รูปที่ 5.1 โครงสร้างภายในของไดโอดเปล่ง

จิวิโรจน์ เลิศอนแปงมสข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ



(ก) ไดโอดเปล่งแสงสีต่าง ๆ



(ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 5.2 ไดโอดเปล่งแสงและสัญลักษณ์

ไดโอดเปล่งแสงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานยานยนต์ ที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. ใช้ในระบบให้แสงสว่างในรถยนต์ เช่น ไฟหน้า ไฟท้าย ไฟเบรก ไฟเลี้ยว ไฟภายในรถ แอพพลิเคชั่นอื่นขอไดโอดเปล่งแสงในอุตสาหกรรมยานยนต์ คือ จอแสดงผลแดชบอร์ด แผงหน้าปัดจอแสดงผล ซึ่งให้ข้อมูลที่ชัดเจน มีความสว่าง และปรับแต่งตั้งค่าให้แสดงข้อมูล เช่น ความเร็ว ระดับเชื้อเพลิง สถานะเครื่องยนต์

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

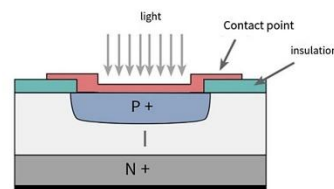
2. ใช้ในด้านความปลอดภัยในยานยนต์ ประกอบด้วยไฟวิ่งกลางวัน ไฟหน้าแบบปรับได้ กล้องสำรอง ไฟส่องสว่างในเวลากลางวันช่วยเพิ่มทัศนวิสัย ในขณะเดียวกันไฟหน้าแบบปรับได้จะเปลี่ยนตามความเร็วและมุมบังคับเลี้ยวของรถเพื่อให้แสงสว่างดีที่สุด
3. ใช้ในการสื่อสารและการส่งสัญญาณ ได้แก่ สัญญาณไฟจราจร ให้ความประหยัดพลังงานมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น มองเห็นได้ชัดเจน สามารถตั้งโปรแกรมให้เปลี่ยนสีได้เร็วกว่าสัญญาณไฟจราจรแบบเดิม ใช้ในยานพาหนะฉุกเฉิน รถตำรวจ รถพยาบาล เป็นต้น

ไดโอดเปล่งแสงมีการนำไปใช้ในงานอื่น ๆ อีกมากมาย ได้แก่ การส่งสัญญาณการบินและการเดินเรือ สามารถเปล่งแสงในทิศทางเฉพาะได้ทำให้มีประโยชน์ในการส่งสัญญาณทิศทางใช้ในอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น ในเครื่องเอกซเรย์ เครื่องสแกน CT และเครื่อง MRI กล้องสำหรับการผ่าตัด

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.1.2 โฟโตไดโอด (Photo Diode)

โฟโตไดโอด (Photo Diode) มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า โฟโตไดโอดมีโครงสร้างของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสงที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระดาษใส โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด (IR Photo Diode)



รูปที่ 5.3 โครงสร้างของโฟโตไดโอด

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

โฟโตไดโอดนิยมนำไปประยุกต์งานในวงจรที่ต้องการความเร็วสูง เช่น เครื่องนับสิ่งของ ตัวรับรีโมทคอนโทรล วงจรกันขโมยอินฟราเรด เป็นต้น เนื่องจากโฟโตไดโอดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อแสงต่ำ คืออยู่ในช่วง 1-10 mA เท่านั้น ดังนั้นการใช้งานโฟโตไดโอดจึงต้องมีตัวขยายกระแสเพิ่มเติม โดยใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขยายกระแสเพิ่มเติมอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า โฟโตทรานซิสเตอร์



(ก) โฟโตไดโอด

(ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 5.4 โฟโตไดโอดและสัญลักษณ์

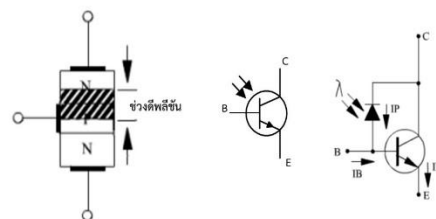
จิ๋วโรจน์ เลิศอนันต์มสข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.1.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

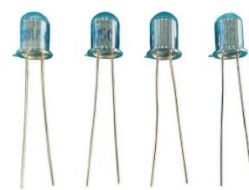
มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเช่นเดียวกับโฟโตไดโอด แต่จะมีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นตัวขยายกระแสไฟฟ้า

มีโครงสร้างประกอบด้วยโฟโตไดโอดซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ (Base-Emitter) ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแส ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มแสง

จิ๋วโรจน์ เลิศอนันต์มสข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ



รูปที่ 5.5 โครงสร้าง สัญลักษณ์และวงจรสมมูลของโฟโตทรานซิสเตอร์



รูปที่ 5.6 โฟโตทรานซิสเตอร์

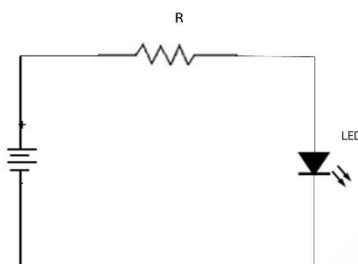
จิ๋วโรจน์ เลิศอนันต์มสข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

5.2.1 หลักการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง จะทำงานได้ต้องมีแรงดันไฟฟ้าแบบไบอัสตรง แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ที่ไดโอดเปล่งแสงสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความเสียหายแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ที่ 2 – 5 โวลต์ กระแสไฟฟ้าใช้งาน 5 – 20 มิลลิแอมแปร์ และต้องมีตัวต้านทานต่ออนุกรมไว้ในวงจรเพื่อจำกัดกระแสไฟฟ้าให้อยู่ในช่วง 5–20 มิลลิแอมแปร์ ดังในรูปที่ 5.7

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ



รูปที่ 5.7 วงจรไฟฟ้าพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

จากรูปที่ 5.7 เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าในลักษณะการไบอัสตรง ไดโอดเปล่งแสงจะเปล่งแสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ (Visible Light) ด้วยตาเปล่าซึ่งอยู่ในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร ถ้าทำการโอ้อิสกลับไดโอดเปล่งแสงจะไม่สามารถทำงานได้

ถ้าพิจารณาสัญลักษณ์ จะคล้ายกับสัญลักษณ์ของไดโอดแบบธรรมดา แต่จะมีลูกศรชี้ออกมาเพื่อบอกให้ทราบว่าป้อนเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปล่งแสงออกมาจากตัวของมันเมื่อได้รับการไบอัส

ไดโอดธรรมดาเมื่อได้รับการไบอัสตรงจะไม่สามารถเปล่งแสงออกมาให้เราเห็นได้

ไดโอดเปล่งแสง ในกระบวนการผลิตมีการทำให้สารกึ่งตัวนำบางตัวมีความหนาลดลง ในขณะที่ได้รับการไบอัสตรงอิเล็กตรอนอิสระจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ คลื่นมีความยาวสม่ำเสมอ ในขณะที่อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่จะมีแสงเกิดขึ้น ทำให้มองเห็นแสงผ่านสารกึ่งตัวนำออกมาแบบกระจายได้ จึงมีการใส่ตัวสะท้อนแสงให้สามารถรวมแสงได้

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.2.2 หลักการทำงานของโฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันและมีแสงมาตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ P-N ถ้าแสงที่มากตกกระทบบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มากตกกระทบบ ลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรง (Forward Bias) จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดาคือยอมให้กระแสไหลผ่านได้ สาเหตุที่ต่อไบอัสกลับให้กับโฟโตไดโอด เพราะต้องการให้ทำงานเฉพาะในขณะที่แสงมากระทบบเพื่อให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรเท่านั้น

5.2.2 หลักการทำงานของโฟโตไดโอด

โฟโตไดโอด มีหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

โฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันและมีแสงมาตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ P-N ถ้าแสงที่มากตกกระทบบมีความยาวคลื่นที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร

กระแสที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มากตกกระทบบ

สาเหตุที่ต่อไบอัสกลับให้กับโฟโตไดโอด เพราะต้องการให้ทำงานเฉพาะในขณะที่แสงมากระทบบเพื่อให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรเท่านั้น

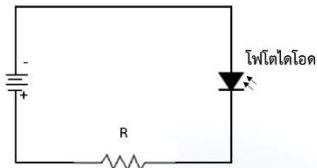
จิราธิปไตย เป็นเลิศ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

เมื่อมีแสงมาตกกระทบบที่รอยต่อ P-N โฟโตไดโอดจะเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เมื่อแสงมาตกกระทบบอิเล็กตรอนที่ยึดติดอยู่กับอะตอมจะหลุดออกจากวงโคจรเกิดเป็นอิเล็กตรอนอิสระ อิเล็กตรอนและโฮลจะเคลื่อนที่เข้าไปในเขตปลอดพาหะ เกิดเป็นกระแสไฟฟ้าย้อนกลับด้วยปริมาณที่เปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสงที่มากตกกระทบบ เรียกกระแสนี้ว่ากระแสโฟโต (Current photo)

โฟโตไดโอดจะมีความไวต่อแสงนำมาใช้ในงาน เช่น การวัดความเข้มของแสง การวัดระยะทางด้วยแสงอินฟราเรด การตรวจจับสัญญาณแสงด้วยความถี่สูง เป็นต้น

จิราธิปไตย เป็นเลิศ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

จากรูปที่ 5.3 การต่อวงจรโฟโตไดโอด เป็นการต่อวงจรแบบไบแอสกลับ เมื่อโฟโตไดโอดมีแสง มากระทบทำให้กระแสไบแอสกลับ (Reverse current) เพิ่มมากขึ้น กระแสนี้จะแปรผันตรงกับความเข้มของแสง (Light intensity) หน่วยเป็นลักส์ Lux หรือ Lumens



รูปที่ 5.8 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตไดโอด

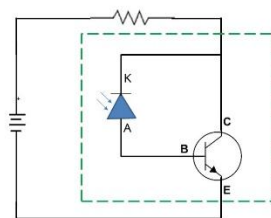
จิ๋วโจจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.2.3 หลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

โครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นการรวมเอาโฟโตไดโอดและทรานซิสเตอร์ มารวมอยู่ในตัวเดียวกัน โดยโฟโตไดโอดจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์

หลักการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์จะคล้ายกับโฟโตไดโอด แต่จะมีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ เมื่อมีแสงตกกระทบที่รอยต่อ P-N ของโฟโตไดโอด จะเหนี่ยวนำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮลมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นที่โฟโตไดโอด ไบอัสให้ขาเบสของทรานซิสเตอร์ให้สามารถนำกระแสคอลเล็กเตอร์ไปยังอิมิตเตอร์ได้ ดังรูปที่ รูปที่ 5.9

จิ๋วโจจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ



รูปที่ 5.9 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 5.9 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์ ด้วยการป้อนไฟให้กับโฟโตทรานซิสเตอร์แบบไบอัสกลับ การไหลของกระแสจากขั้วคอลเล็กเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์จะแปรผันกับกับความเข้มของแสงที่มากระทบ กล่าวคือ ในขณะที่ยังไม่มีแสงมากระทบ กระแสไฟจากขั้วคอลเล็กเตอร์จะไหลไปยังขั้วของอิมิตเตอร์ไม่ได้เพราะยังไม่มีกระแสไฟมาไบอัสที่ขาเบสนั่นเอง ถ้ามีความเข้มของแสงที่มากระทบโฟโตไดโอดน้อย จะมีกระแสไฟไหลผ่านจากขั้วคอลเล็กเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์ได้น้อยเช่นเดียวกัน แต่ถ้ามีความเข้มของแสงมากกระทบที่โฟโตไดโอดด้วยความเข้มของแสงสูง จะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วคอลเล็กเตอร์ไปยังขั้วอิมิตเตอร์ได้มากขึ้น

จิ๋วโจจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3 การวัดและทดสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง

5.3.1 การวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสง เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P กับชนิด N เช่นเดียวกับไดโอด แต่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงได้ ดังนั้นการวัดและทดสอบอาการดี หรือเสีย ของไดโอดเปล่งแสงจะปฏิบัติ เช่นเดียวกับการวัดและทดสอบไดโอด คือด้วยมัลติมิเตอร์โดยต่อสายวัดของมัลติเตอร์ ในลักษณะการไบอัสตรง

จิ๋วโรจน์ เลิศอนแปงมสธ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

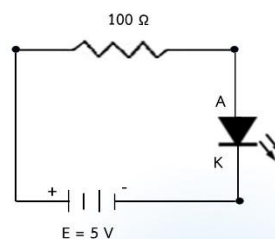
การวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียของไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

1. ปรับย่านการวัดไปที่ Rx1
2. ใช้สายวัดขั้วสีดำ (ขั้วบวก) และที่ขั้วแอนโนด (A) สายวัดสีแดง (ขั้วลบ) และที่ขั้วแคโทด (K)
3. ให้สังเกตที่ไดโอดเปล่งแสง จะมีแสงสว่างขึ้น พร้อมกับสังเกตเห็นว่าเข็มมัลติมิเตอร์จะตีขึ้น
4. สลับสายวัดมัลติเตอร์ แล้วสังเกตที่ไดโอดเปล่งแสงจะไม่มีแสงสว่างขึ้น
5. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 2-4 แล้ว ไดโอดเปล่งแสงและมัลติมิเตอร์ไม่แสดงอาการใด ๆ แสดงว่าไดโอดเปล่งแสงเสีย

สำหรับการวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียของไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิทัล การใช้สายวัดของมัลติมิเตอร์จะปฏิบัติตรงข้ามกับการใช้สายวัดมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

จิ๋วโรจน์ เลิศอนแปงมสธ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

ในการวัดและทดสอบไดโอดเปล่งแสง สามารถปฏิบัติได้ด้วยการต่อวงจร แล้วป้อนไฟจากแหล่งจ่ายให้กับวงจร สำหรับแรงดันที่เหมาะสมที่สามารถทนได้สำหรับไดโอดเปล่งแสงคือ 1.6 – 3 โวลต์ ใช้กระแสประมาณ 20 – 50 มิลลิแอมป์ ถ้าต้องการป้อนแรงดันไฟฟ้ามากกว่า 3 โวลต์ ต้องมีตัวต้านทานแบบอนุกรมกับไดโอดเปล่งแสง เพื่อป้องกันไดโอดเปล่งแสงเสียหาย ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 วงจรพื้นฐานควบคุมการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

จิ๋วโรจน์ เลิศอนแปงมสธ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

สำหรับค่าแรงดันที่ตกคร่อมของไดโอดเปล่งแสงของแต่ละสี มีดังนี้

สีแดง มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 1.7 โวลต์

สีส้ม มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 2 โวลต์

สีเหลือง มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 2.1 โวลต์

สีเขียว มีแรงดันตกคร่อมประมาณ 2.2 โวลต์

สำหรับการวัดและทดสอบอาการดีหรือเสียของไดโอดเปล่งแสงด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิตอล การใช้สายวัดของมัลติมิเตอร์จะปฏิบัติตรงข้ามกับการใช้สายวัดมัลติมิเตอร์แอนะล็อก

จิ๋วโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด

จากโครงสร้างและหลักการทำงานของโฟโตไดโอด สามารถทำการวัดและทดสอบอาการดีหรือเสีย ด้วยมัลติมิเตอร์แอนะล็อกโดยต่อแบบไบอัสกลับ ได้ดังนี้

1. ปรับย่านการวัดไปที่ Rx1
2. ใช้สายวัดขั้วสีแดง (ขั้วลบ) แต่ที่ขั้วแอโนด (A) สายวัดสีดำ (ขั้วบวก) และที่ขั้วแคโทด (K)
3. ใช้มือปิด เปิดช่องรับแสงที่โฟโตไดโอด แล้วให้สังเกตที่มัลติมิเตอร์ว่าเข็มกระดิกขึ้นลง หรือไม่

จิ๋วโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด (ต่อ)

4. สลับสายวัดมัลติมิเตอร์ แล้วใช้มือปิด เปิดช่องรับแสงที่โฟโตไดโอดอีกครั้ง และให้สังเกตที่มัลติมิเตอร์ว่าเข็มกระดิกขึ้นลง หรือไม่
5. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์จะต้องติขึ้น
6. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 4 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์จะต้องไม่ติขึ้น
7. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3-4 แล้ว เข็มมัลติมิเตอร์ไม่แสดงตามข้อ 5-6 แสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย

จิ๋วโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด (ต่อ)

การวัดและทดสอบโฟโตไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิทัล

1. ปรับสวิตช์มัลติมิเตอร์ไปที่ย่านการวัดไดโอด
2. วัดครั้งที่ 1 ใช้โพรบวัดขั้วสีแดง (บวก) และที่ขั้วแอนโนด (A) โพรบวัดสีดำ (ลบ) และที่ขั้วแคโทด (K) แล้วอ่านค่าที่วัดได้
3. วัดครั้งที่ 2 ใช้โพรบวัดขั้วสีดำ (ลบ) และที่ขั้วแอนโนด (A) โพรบวัดสีแดง (บวก) และที่ขั้วแคโทด (K) แล้วอ่านค่าที่วัดได้

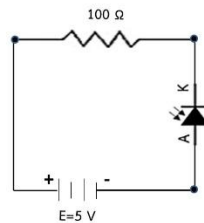
หมายเหตุ

1. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 2 แล้ว ต้องอ่านค่าที่วัดได้อยู่ระหว่าง 0.5 -0.7 โวลต์
2. ถ้าปฏิบัติตามข้อ 3 แล้ว ต้องอ่านค่าที่วัดได้ OL
3. ถ้าค่าที่อ่านได้ไม่เป็นไปตาม ข้อ 2 และข้อ 3 แล้ว แสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์เสีย

จิวิโรจน์ เลิศอนันต์มณฑล สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด (ต่อ)

4. ทดสอบโดยการต่อวงจรโฟโตไดโอด ตามรูป



จิวิโรจน์ เลิศอนันต์มณฑล สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตไดโอด (ต่อ)

5. ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้า และป้อนไฟเข้าวงจรด้วยแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ตัวต้านทาน
6. วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่โฟโตไดโอด
 - วัดครั้งที่ 1 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด
 - วัดครั้งที่ 2 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมในขณะที่ใช้อุปกรณ์ปิดช่องรับแสงของโฟโตไดโอด

การวัดในขณะที่ปิดช่องรับแสงค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ต้องมีการเปลี่ยนแปลง ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าโฟโตไดโอดเสีย

จิวิโรจน์ เลิศอนันต์มณฑล สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.3 การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์

จากโครงสร้างของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีโฟโตไดโอดกับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ จึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. วัดและทดสอบชุดโฟโตไดโอด คือ ระหว่างขั้ว C กับขั้ว B ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการวัดและทดสอบโฟโตไดโอดทั่วไป
2. วัดและทดสอบชุดทรานซิสเตอร์ คือ ขั้ว B, C และ E ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการวัดและทดสอบทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทั่วไป

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

5.3.2 การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ (ต่อ)

การวัดและทดสอบโฟโตทรานซิสเตอร์ด้วยมัลติมิเตอร์ดิจิทัล

ปรับสวิตช์ไปที่ย่านการวัดความต้านทาน แล้วทำการวัดโฟโตทรานซิสเตอร์ โดยโพรบมัลติมิเตอร์บวกและที่ขาแอนโนด (A) และโพรบมัลติมิเตอร์ลบและที่ขาแคโทด (K)

วัดครั้งที่ 1 ให้ทำการวัดในขณะที่ยังไม่ปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้

วัดครั้งที่ 2 ให้ทำการวัดในขณะที่ทำการปิดช่องรับแสง แล้วอ่านค่าที่วัดได้

หมายเหตุ

1. การวัดครั้งที่ 1 ต้องแสดงค่าที่อ่านได้ขึ้นมากำหนดค่าหนึ่ง เช่น 3.66 MΩ
2. การวัดครั้งที่ 2 ต้องแสดงค่าเป็น OL MΩ
3. การวัดทั้งสองครั้งต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าเสมอ และถ้าค่าที่วัดได้ไม่เป็นไปตามหมายเหตุข้อที่ 1 และข้อที่ 2 แสดงว่าโฟโตทรานซิสเตอร์เสีย

จิวิโรจน์ เลิศธนเปี่ยมสุข สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ



สรุป

สารกึ่งตัวนำทางแสงมีโครงสร้างที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงได้ ได้แก่ แอลดีอาร์ (LDR) แอลอีดี (LED)

โฟโตไดโอด (Photo diodes) โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมรถยนต์และนำมาใช้ในระบบต่าง ๆ ของรถยนต์ ได้แก่ ระบบความปลอดภัย ระบบตรวจจับสัญญาณจากสภาวะการทำงานของรถยนต์ ระบบให้แสงสว่างในรถยนต์ ใช้ในการสื่อสารและการส่งสัญญาณ ได้แก่ สัญญาณไฟจราจรยานพาหนะฉุกเฉิน เป็นต้น

สรุป

สารกึ่งตัวนำทางแสงมีโครงสร้างที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N สามารถเปลี่ยนพลังงาน แสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หรือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงได้ ได้แก่ แอลดีอาร์ (LDR) แอลอีดี (LED) โฟโตไดโอด (Photo diodes) โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรม รถยนต์และนำมาใช้ในระบบต่าง ๆ ของรถยนต์ ได้แก่ ระบบความปลอดภัย ระบบตรวจจับสัญญาณจากสภาวะการทำงานของรถยนต์ ระบบให้แสงสว่างในรถยนต์ ใช้ในการสื่อสารและการส่งสัญญาณ ได้แก่ สัญญาณไฟจราจรยานพาหนะ จุกเงิน เป็นต้น

จิ๋วโรจน์ เลิศอนันต์สมเดช สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

สรุป

การวัดและตรวจสอบอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ สามารถทำการวัดและตรวจสอบได้ด้วยมัลติมิเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทางแสง จะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด N และชนิด P ดังนั้น การวัดและตรวจสอบจึงสามารถปฏิบัติได้เช่นเดียวกันกับ การวัดอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำทั่ว ๆ ไป ได้แก่ การไบอัสตรง และการไบอัสกลับ ให้กับรอยต่อ PN ของสารกึ่งตัวนำ

จิ๋วโรจน์ เลิศอนันต์สมเดช สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

สรุป

เนื่องจากโฟโตไดโอดและโฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนแปลงค่าไปตามความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ ดังนั้นการทดสอบจะสามารถปฏิบัติได้โดยการวัดค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มของแสง โดยการปิด เปิดช่องรับแสงในขณะทำการทดสอบ

จิ๋วโรจน์ เลิศอนันต์สมเดช สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ

