



ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 (สำหรับ ครูผู้สอน)

เรื่อง การตรวจเช็คหาหา และหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

รายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
รหัสวิชา 2105 - 2005

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556



เรียบเรียงโดย

ครูผู้สอน ธีญญพิชชา ท้วมทับ

สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตต์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำนำ

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนี้ ผู้วิจัยได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาใช้งานร่วมกับการจัดการเรียนแบบมีส่วนร่วมสำหรับใช้ศึกษาหาความรู้ภาคทฤษฎีและฝึกทักษะการแก้ปัญหาการเรียนภาคปฏิบัติ กรณี เมื่อลงมือทดลองปฏิบัติต่อวงจรหรือจัดทำโครงงานแล้ววงจรไม่ทำงาน ในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105 – 2005 สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำตามกรอบ สารและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และยังส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ และนำแนวทางการแก้ปัญหาการเรียนภาคปฏิบัติงานตามใบงานการทดลอง หรือการต่อวงจรประยุกต์ใช้งานเพื่อจัดทำโครงงานได้ อีกทั้งยังส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน ฝึกให้ผู้เรียนมีกิจนิสัยที่ดีต่อความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ รู้จัก คิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็น และฝึกทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล เพื่อนำไปสู่การบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาสาเหตุการเรียนรู้ภาคปฏิบัติของผู้เรียน วิธีการสร้างชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนการสอน และกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของโครงการสอนเสริมทักษะมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแบบฝึกทักษะปฏิบัติให้กับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ จำนวน 7 ชุด ดังนี้

- ชุดที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์ และรูปร่างของจริงตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร
- ชุดที่ 2 เรื่อง การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนโปรโตบอร์ด
- ชุดที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก
- ชุดที่ 4 เรื่อง การตรวจเช็ควงจรอิเล็กทรอนิกส์ กรณี วงจรไม่ทำงานแบบเบื้องต้นด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก
- ชุดที่ 5 เรื่อง วิธีการต่อใช้งานตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรแบบเบื้องต้น
- ชุดที่ 6 เรื่อง การออกแบบและจัดทำโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ใช้งานจริงสู่ชุมชน และการนำเสนอโครงงาน
- ชุดที่ 7 เรื่อง ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคทฤษฎี

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ชุดนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจนยิ่งขึ้นมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจศึกษาที่นำไปเป็นแนวทางการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์ คณะผู้บริหาร คณะครู และผู้เรียนสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนผู้มีส่วนช่วยเหลือทุกคนที่ได้ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ ชี้แนะในการจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้ภาคปฏิบัติในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ชุดนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้เรียน ครูผู้สอน และผู้สนใจนำไปใช้ในการพัฒนาเยาวชนไทย ให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้และมีความสุขในการดำรงชีวิตในอนาคต

ธัญญ์พิชชา ท้วมทับ

สารบัญ

	หน้า
คู่มือการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้	4
คำชี้แจง และคำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับครูผู้สอน	6
บทบาทของครูผู้สอน	7
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	9
คำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 และบทบาทของผู้เรียน	20
แผนผัง รูปแบบการจัดห้องเรียน	23
แผนผัง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	24
แบบทดสอบก่อนเรียน และกระดาษคำตอบ	25
เนื้อหา – ใบความรู้ และแบบฝึกทักษะปฏิบัติของ ชุดย่อยที่ 3.1 – 3.3	
ชุดย่อยที่ 3.1 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือ เสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ สำหรับเปิด – ปิดการทำงานของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก	28
- แผนผัง มโนทัศน์การจัดการเรียนรู้ ชุดย่อยที่ 3.1	29
- เรื่องที่ 1 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)	
เนื้อหา – ใบความรู้ และแบบฝึกทักษะปฏิบัติ	31
แบบบันทึกการประเมินผลคะแนนแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1	40
- เรื่องที่ 2 ตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode)	
เนื้อหา – ใบความรู้ และแบบฝึกทักษะปฏิบัติ	41
แบบบันทึกการประเมินผลคะแนนแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2	53
ชุดย่อยที่ 3.2 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมหรือส่วนประมวลผลการทำงานของโหลดในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก	-
ชุดย่อยที่ 3.3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นเอาต์พุต หรือเป็นตัวโหลดแสดงผลของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก	-
แบบทดสอบหลังเรียน และกระดาษคำตอบ	54
แบบสรุปประเมินผลคะแนนภาคปฏิบัติ ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3	56
แบบสรุปประเมินผลคะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3	60
แหล่งข้อมูลอ้างอิง	61
ภาคผนวก	
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	-
เฉลยแบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้ ชุดย่อยที่ 1	-
เฉลยแบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้ ชุดย่อยที่ 2	-
เฉลยแบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้ ชุดย่อยที่ 3	-

คู่มือการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

1. ข้อเสนอแนะในการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

การใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก ใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ของโครงการสอนเสริมทักษะ ในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105 – 2005 ใช้เวลาเรียนรู้ ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 และวันเสาร์ที่ 23 ธ.ค. 60 รวมจำนวน 12 ชั่วโมง แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 3 ชุดย่อย โดยเรียนรู้ชุดย่อยละ 4 ชั่วโมง

2. ส่วนประกอบของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก มีดังนี้

- 2.1 คู่มือการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้
- 2.2 คำชี้แจง และคำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับครูผู้สอน
- 2.3 บทบาทของครูผู้สอน
- 2.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
- 2.5 คำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 และบทบาทของผู้เรียน
- 2.6 แผนผัง รูปแบบการจัดห้องเรียน สำหรับการเรียนด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 2.7 ขั้นตอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 2.8 แบบทดสอบก่อนเรียน และกระดาษคำตอบ
- 2.9 เนื้อหา – ใบความรู้ และแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1 - 3

ชุดย่อยที่ 1 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือ เสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ สำหรับเปิด – ปิดการทำงานของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 จำนวน 4 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น.

ชุดย่อยที่ 2 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมหรือส่วนประมวลผลการทำงานของโหลด ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 จำนวน 4 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 13.30 – 17.30 น.

ชุดย่อยที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นเอาต์พุต หรือเป็นตัวโหลดแสดงผลของวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก ในวันเสาร์ที่ 23 ธ.ค. 60 จำนวน 4 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น.

- 2.10 แบบทดสอบหลังเรียน และกระดาษคำตอบ
- 2.11 แบบบันทึกผลการประเมินชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3

3. ส่วนประกอบของกิจกรรม (แบบฝึกทักษะที่ 1 - 3)

- 3.1 ใบความรู้/แบบฝึกทักษะปฏิบัติ
- 3.2 แบบบันทึกการฝึกทักษะปฏิบัติ
- 3.3 แบบเฉลยแบบฝึกทักษะปฏิบัติ
- 3.4 เกณฑ์การให้คะแนน

4. ส่วนประกอบของแบบทดสอบ

- 4.1 แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน และกระดาษคำตอบ
- 4.2 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – แบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ

คำชี้แจง และคำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับครูผู้สอน**คำชี้แจงการใช้**

การใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ซึ่งใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สำหรับโครงการสอนเสริมทักษะ ใช้ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105 – 2204 ใช้เวลาเรียนรู้ ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 และวันเสาร์ที่ 23 ธ.ค. 60 รวมจำนวน 12 ชั่วโมง แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 3 ชุดย่อย โดยเรียนรู้ชุดย่อยละ 4 ชั่วโมง

การจัดกิจกรรมของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 นี้ แบ่งออกเป็น 3 ชุดย่อย ดังนี้

- ชุดย่อยที่ 1 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือ เสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ สำหรับเปิด – ปิดการทำงานของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น. จำนวน 4 ชั่วโมง
- ชุดย่อยที่ 2 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมหรือส่วนประมวลผลการทำงานของโหลดในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 ตั้งแต่เวลา 13.30 – 17.30 น. จำนวน 4 ชั่วโมง
- ชุดย่อยที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นเอาต์พุต หรือเป็นตัวโหลดแสดงผลของวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ในวันเสาร์ที่ 23 ธ.ค. 60 ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น. จำนวน 4 ชั่วโมง

บทบาทของครูผู้สอน

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การตรวจเช็คหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

1. ครูผู้สอนศึกษาชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยมีรายละเอียด ดังนี้
 - 1.1 ต้องศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ของโครงการสอนเสริมทักษะให้ละเอียด ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.2 ศึกษาคู่มือการใช้ชุดเสริมทักษะ และคำแนะนำการใช้ สำหรับครูผู้สอน
 - 1.3 จัดเตรียมสื่อและกิจกรรมตามลำดับการใช้ก่อนเรียน – หลังเรียน
2. ครูผู้สอนควรตรวจสอบความพร้อมของชุดอุปกรณ์สำหรับใช้ฝึกทักษะปฏิบัติตามใบงานการทดลองที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ล่วงหน้าตามรายการสิ่งที่ต้องเตรียมล่วงหน้า
3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของสื่อการเรียนการสอน ตรวจสอบการใช้งานสื่อให้เกิดความชำนาญก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง ตรวจสอบว่ามีความเรียบร้อยครบถ้วนตามที่ระบุไว้ในชุดเสริมทักษะการเรียนรู้หรือไม่
3. จัดเตรียมห้องเรียนให้เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน
4. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำขั้นตอนการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ แนวทางการฝึกทักษะปฏิบัติ และวิธีการวัดประเมินผลในระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
5. ต้องแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ ก่อนการเรียนการสอน
6. ครูผู้สอนแจกแบบทดสอบก่อนเรียนให้ผู้เรียนลงมือทำ ให้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที
7. ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม เพื่อเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ และเน้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนและระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยจากการใช้อุปกรณ์ที่มีไฟฟ้า
8. การสอนโดยครูผู้สอนใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ของ ดุษฎี โยธธา : 2557 และคณะ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้ (ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากคำแนะนำการใช้ สำหรับครูผู้สอน)
 - 6.1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน
 - 6.2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ
 - 6.3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ
 - 6.4 ขั้นแสวงหาความรู้
 - 6.5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้
 - 6.6 ขั้นนำเสนอผลงาน
9. ขณะผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมครูผู้สอนควรเดินตรวจสอบดูแลการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด หากผู้เรียนกลุ่มใด หรือคนใดมีปัญหา ครูผู้สอนต้องเข้าช่วยเหลือ คอยให้คำแนะนำและตอบ

ข้อซักถาม ครูต้องให้ความช่วยเหลือเพื่อให้ปัญหานั้นหมดไปทันที พร้อมกับประเมินทักษะกระบวนการแก้ปัญหาการฝึกทักษะปฏิบัติตามใบงานและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

10. ขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรม ครูผู้สอนไม่ควรพูดเสียงดัง หากมีสิ่งใดจะพูดเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคล ต้องไม่เป็นการรบกวนการทำกิจกรรมของผู้เรียนกลุ่มอื่นหรือบุคคลอื่น
11. ครูผู้สอนควรเก็บแบบบันทึกการฝึกทักษะของกลุ่ม เพื่อเช็คความถูกต้อง และให้คะแนนประเมินผล หลังจากผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอนแล้ว
12. ครูผู้สอนแจกแบบทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนลงมือทำ ให้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที
11. หลังจากผู้เรียนทำกิจกรรมครบทุกขั้นตอนแล้วครูเฉลยแบบทดสอบกิจกรรมร่วมกับผู้เรียนตรวจสอบ
12. ครูผู้สอนบันทึกผลการประเมินทุกด้านของผู้เรียน
13. เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนครูผู้สอนควรตรวจสอบ และอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เมื่อผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมเสร็จสิ้นครบทุกขั้นตอนแล้ว โดยให้ผู้เรียนเก็บวัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อยเพื่อสะดวกในการใช้ครั้งต่อไปทุกครั้ง

สิ่งที่ครูผู้สอนต้องเตรียมล่วงหน้า

1. ครูผู้สอนศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. แบบทดสอบก่อนเรียน ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน
3. คู่มือการใช้งานและบทบาทของผู้เรียน เท่ากับจำนวนกลุ่ม
4. ครูผู้สอนเตรียมใบเนื้อหา - ความรู้ สื่อการเรียนการสอนประจำชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 แบบฝึกทักษะปฏิบัติตามใบงานการทดลอง และเกณฑ์การให้คะแนน เท่ากับจำนวนกลุ่ม
5. ครูผู้สอนเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติกิจกรรมการทดลองสำหรับชุดย่อยทั้ง 3 ชุด ไว้ล่วงหน้า
6. แบบทดสอบหลังเรียน ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เพื่อวัดความก้าวหน้าหลังการเรียนรู้ และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. เฉลยแบบฝึกทักษะปฏิบัติ เท่ากับจำนวนกลุ่ม
8. แบบบันทึกผลการฝึกทักษะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เท่ากับจำนวนกลุ่ม
9. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เท่ากับจำนวนกลุ่ม
10. แบบสังเกตพฤติกรรมคุณลักษณะพึงประสงค์ เท่ากับจำนวนกลุ่ม

การวัดและประเมินผล (ถือเกณฑ์การผ่าน ร้อยละ 80)

1. ด้านความรู้ (K)
2. ด้านทักษะปฏิบัติ (P)
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)
4. แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

	แผนการจัดการเรียนรู้	
	โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้	
	รหัสวิชา 2105 - 2005	ชื่อวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
	สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์	ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม
	หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 50 ชั่วโมง	

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้มีความรู้และเข้าใจโครงสร้าง สัญลักษณ์ ชนิด และรูปร่างของจริงของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานประเภทต่างๆ ในวงจร
2. เพื่อให้มีทักษะการนำตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ไปต่อใช้งานในวงจร
3. เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดหาหา สภาพดี หรือเสียของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร
4. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐานการเรียนรู้

1. เข้าใจโครงสร้าง สัญลักษณ์ รูปร่างของจริงของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. เข้าใจการนำตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ไปต่อใช้งานในวงจร
3. เข้าใจการตรวจเช็ควัดหาหา สภาพดี หรือเสียของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

สมรรถนะการเรียนรู้

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานต่างๆ
2. การวัดและทดสอบตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานต่างๆ ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก
3. การคิด วิเคราะห์ และรู้จักการนำวงจรไปต่อประยุกต์ใช้งานจริง
4. รู้จักวิธีการแก้ปัญหาการลงมือทดลองปฏิบัติต่อวงจร
5. การประกอบวงจร และประยุกต์ใช้งานวงจรเป็นโครงการงาน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการต่อตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นวงจรประยุกต์ใช้งานจริงลงบน โปรโตบอร์ด รู้จักโครงสร้าง สัญลักษณ์ ชนิด และรูปร่างของจริงตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทต่างๆ ในวงจร การตรวจเช็ควงจรอิเล็กทรอนิกส์ กรณี วงจรไม่ทำงานแบบเบื้องต้น การตรวจเช็คหาหา สภาพดี หรือเสียของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก การต่อใช้งานตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร และการออกแบบและจัดทำโครงการงานอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ใช้งานได้จริงสู่ชุมชน

เงื่อนไขความรู้ : ด้านความรู้ (K) และด้านทักษะปฏิบัติ (P)

- ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจในการคิด วิเคราะห์ และรู้จักวิธีการแก้ปัญหาการลงมือทดลองปฏิบัติต่อวงจร
- ผู้เรียนอธิบายและแสดงการนำตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อประยุกต์ใช้งานจริงในวงจร

เงื่อนไขคุณธรรม : ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

- ผู้เรียนมีความตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ อดทน และการทำงานเป็นกลุ่ม

เงื่อนไขสมรรถนะ : (C)

- รู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และใช้เทคโนโลยีเป็น

การประเมินผลการเรียนรู้

รายวิชานี้แบ่งออกเป็น 7 ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลให้ดำเนินการดังนี้

วิธีการวัดผล และประเมินผลการเรียนเสริมทักษะฯ ดังนี้

วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัดผล	ค่าประสิทธิภาพ
1. คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (คุณธรรม จริยธรรม)	แบบสังเกตพฤติกรรมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์	เกณฑ์ผ่านระดับ 2 “พอใช้” ขึ้นไป	-
2. การวัดผลจากการตรวจแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 80	E ₁
3. การวัดผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้	แบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้		
4. จัดทำชิ้นงานหรือโครงงาน	แบบประเมินการจัดทำโครงงาน		
5. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เกณฑ์ผ่านร้อยละ 80	E ₂

การวิเคราะห์หัวข้อการเรียนรู้

โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
เพื่อแก้ปัญหการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ ในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
รหัสวิชา 2105 – 2005

สำหรับผู้เรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่าง อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 50 ชั่วโมง

หน่วย การ เรียนรู้ ที่	ชุดเสริม ทักษะ การ เรียนรู้ที่	ชื่อหัวข้อเรื่อง	แหล่งข้อมูล					จำนวน ชั่วโมง
			A	B	C	D	E	
1	1	- แนะนำเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเสริม ทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้	/	/	/	/	/	4
2	2	การต่อวงจรประยุกต์ใช้งานตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบน โพรโทบอร์ด	/	/	/	/	/	4
3	3	การตรวจเช็คหาขาส และหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์ แบบอะนาล็อก	/	/	/	/	/	12
4	4	การตรวจเช็ควงจรอิเล็กทรอนิกส์ กรณี วงจรไม่ทำงาน แบบเบื้องต้นด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก	/	/	/	/	/	4
5	5	วิธีการต่อใช้งานตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรให้ทำงานแบบเบื้องต้น	/	/	/	/	/	12
6	6	การออกแบบ และการจัดทำโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ ประยุกต์ใช้งานจริงสู่ชุมชน และการนำเสนอโครงงาน	/	/	/	/	/	12
7	7	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	/	/	/	/	/	2
รวม								50

- หมายเหตุ - แหล่งข้อมูล A = หลักสูตรรายวิชา B = เอกสารและตำรา
C = ผู้เชี่ยวชาญ D = ประสบการณ์ตนเอง
E = อื่นๆ
- วันเวลาอาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความเหมาะสม



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสีย ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560

หัวข้อเรื่องและงาน

ด้านความรู้ (K : ภาคทฤษฎี) และด้านทักษะ/กระบวนการ (P : ภาคปฏิบัติ)

1. การตรวจเช็คหาฯ และการหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก
 - 1.1 วิธีการตรวจเช็คหาฯ และการหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภท ทำหน้าที่ สำหรับเปิด-ปิดการทำงานของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก
 - 1.2 วิธีการตรวจเช็คหาฯ และการหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภท ทำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมหรือประมวลผลการทำงานของโหลดในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก
 - 1.3 วิธีการตรวจเช็คหาฯ และการหาสภาพดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภท ทำหน้าที่ เป็นเอาต์พุต หรือเป็นตัวโหลดแสดงผลของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A : คุณธรรม จริยธรรม)

มีความตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ อดทน และฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

ด้านสมรรถนะ (C)

รู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และใช้เทคโนโลยีเป็น

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้และเข้าใจโครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร
2. เพื่อให้มีทักษะการวัดหาฯ และวัดหาสภาพ ดี หรือเสียของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีต่อความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ รู้จัก คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็น และมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสีย
ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสามารถ.....

1. บอกโครงสร้างของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรได้
2. บอกสัญลักษณ์ของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรได้
3. อธิบายวิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์อะนาล็อกได้
4. แสดงการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์อะนาล็อกได้

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3		
	โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้		
	ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก		
	รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร		
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560			
สื่อประกอบการเรียนรู้			
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้			
หน่วยการเรียนรู้ที่	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์ สื่อทัศน์ หุ่นจำลองหรือของจริง)	อ้างอิงเอกสารหมายเลข	
3	สื่อการสอน 1. แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก 2. ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก ซึ่งประกอบด้วย 2.1 ใบความรู้ - เนื้อหา 2.2 แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3.1 – 3.3 2.3 สื่อ Power point สำหรับเรียนรู้ภาคทฤษฎี - ปฏิบัติ 2.4 สื่อ VDO การทดลองปฏิบัติงานตามใบงาน 2.5 แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน 3. กระดานไวท์บอร์ด ปากกาเขียน พร้อมแปรงลบกระดาน 4. ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร 5. แผงโปรโตบอร์ด พร้อมสายเสียบวงจร 6. เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	01 	

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	
	โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้	
	ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสีย ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	
	รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560		

การประเมินผลการเรียน	
จากแผนการสอน วัดผล ประเมินผล ก่อนการเรียน ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหา หรือหลักเกณฑ์
1.	การวัดผลตามสภาพจริงภาคทฤษฎี (แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน) วิธีวัดประเมินผล ข้อละ 1 คะแนน ทำถูกต้อง ให้ 1 คะแนน ทำไม่ถูก ให้ 0 คะแนน
2.	การวัดผลตามสภาพจริงภาคทฤษฎี – ภาคปฏิบัติ (ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์) วิธีการสังเกตพฤติกรรมกรรมการถาม – ตอบ รายบุคคล รายกลุ่ม ระหว่างครูกับนักเรียน และการสังเกตพฤติกรรมการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม (เกณฑ์ให้คะแนนด้านคุณลักษณะฯ คือ ทำได้ดี ให้คะแนน 2 คะแนน ทำได้พอใช้ ให้คะแนน 1 คะแนน ทำไม่ได้ ให้คะแนน 0 คะแนน)
3.	การวัดผลตามสภาพจริงภาคปฏิบัติ (ด้านแบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้) เป็นการวัดผลตามสภาพจริงที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนการทดลองของ แบบฝึกทักษะปฏิบัติ (เกณฑ์วิธีการให้คะแนนแบบฝึกทักษะ คือ ตามแบบวัดผลตามสภาพจริงของ แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3.1 – 3.3 ดังนี้ ทำได้ดี หรือทำถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 2 คะแนน ทำได้พอใช้ หรือแก้ปัญหาจนทำได้ ให้คะแนน 1 คะแนน ทำไม่ได้ หรือยังแก้ปัญหาไม่ได้ ให้คะแนน 0 คะแนน)

แบบบันทึกสรุปผลการประเมินคะแนนระหว่างเรียน (E_1)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วย
มัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนตรวจและบันทึกผลการวัดผลตามสภาพจริงภาคทฤษฎี - ภาคปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน คะแนนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ และคะแนนแบบฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้ที่ 3.1 – 3.3 แล้วนำมาบันทึกลงแบบสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E_1)

สมาชิกกลุ่มย่อยที่

1. ชื่อ/กลุ่ม.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....แผนก.....
2. ชื่อ/กลุ่ม.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....แผนก.....
3. ชื่อ/กลุ่ม.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....แผนก.....
4. ชื่อ/กลุ่ม.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....แผนก.....

เลข ที่	คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน (E_1) ของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3			รวม 60 คะแนน	ระดับ คุณภาพ
	แบบทดสอบหลังเรียน	คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	แบบฝึกทักษะ ปฏิบัติฯ ที่ 3.1 – 3.3		
	20	10	30		
รวมคะแนนนักเรียนทั้ง 4 คน ทำได้					
ค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่ม = (ผลรวมคะแนนผู้เรียนทั้ง 4 คน ทำได้/จำนวนผู้เรียน)					
คิดเป็นร้อยละ = (ผลค่าเฉลี่ยคะแนนกลุ่ม ทำได้ $\times$ 100) / 60					

เกณฑ์การให้คะแนนระหว่างเรียน (E_1)

- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป | แปลผล อยู่ในระดับ ดีมาก | ระดับคุณภาพ 4 |
| ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 65 - 79 | แปลผล อยู่ในระดับ ดี | ระดับคุณภาพ 3 |
| ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 50 - 64 | แปลผล อยู่ในระดับ พอใช้ | ระดับคุณภาพ 2 |
| ได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ ต่ำกว่า 50 | แปลผล อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง | ระดับคุณภาพ 1 |

สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E_1) ของผู้เรียน

☐ ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 50 – 100)

☐ ไม่ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 0 - 49)

ข้อเสนอแนะของครูผู้สอน.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน
(นางสาวธัญญ์พิชชา ท่วมทับ)
...../...../.....

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้
	ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสีย ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก
	รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560

บันทึกหลังการสอน

หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้ โดยทำเครื่องหมาย/ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติม พร้อมรายงานผลการสอนผู้เรียนตามลำดับขั้น เพื่อได้รับทราบ

บันทึกหลังสอนของครูผู้สอน (เพิ่มเติม)

- ผลการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ผลการเรียนรู้/ทดลองปฏิบัติงานของผู้เรียน

.....

.....

.....

- ปัญหาที่ครูผู้สอนสังเกตพบขณะผู้เรียนใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

.....

.....

.....

- แนวทาง/วิธีการแก้ปัญหาของครูผู้สอน

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวธัญญพิชชา ท่วมทับ)
ครูผู้สอน

ลงชื่อ.....

(นายกิตติ กุตนันท์)
หัวหน้าสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

ลงชื่อ.....

(นายวีระชัย สมบัติคำไร)
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ส่วนที่ 2 สำหรับ นักเรียน

คำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 และบทบาทของผู้เรียน

เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

คำแนะนำการใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย

1. แบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที
2. เนื้อหา – ใบความรู้ และแบบฝึกทักษะปฏิบัติ การจัดกิจกรรมของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 นี้ แบ่งออกเป็น 3 ชุดย่อย ดังนี้
 - ชุดย่อยที่ 1 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือ เสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภททำหน้าที่ สำหรับเปิด – ปิดการทำงานของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์ แบบอะนาล็อก ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น. จำนวน 4 ชั่วโมง
 - ชุดย่อยที่ 2 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวควบคุมหรือส่วนประมวลผลการทำงานของโหลด ในวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธ.ค. 60 ตั้งแต่เวลา 13.30 – 17.30 น. จำนวน 4 ชั่วโมง
 - ชุดย่อยที่ 3 เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภททำหน้าที่ เป็นเอาต์พุต หรือเป็นตัวโหลดแสดงผลของวงจรด้วย มัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก ในวันเสาร์ที่ 23 ธ.ค. 60 ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น. จำนวน 4 ชั่วโมง
4. บันทึกผลการฝึกทักษะปฏิบัติตามกิจกรรมย่อยเรื่องต่างๆ ให้ครบทุกเรื่อง พร้อมทั้งนำเสนอส่งครูผู้สอน เมื่อฝึกทักษะปฏิบัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว
5. แบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที
6. ตรวจสอบผลการฝึกทักษะปฏิบัติ จากแบบเฉลยแบบฝึกทักษะทั้ง 3 ชุดย่อย

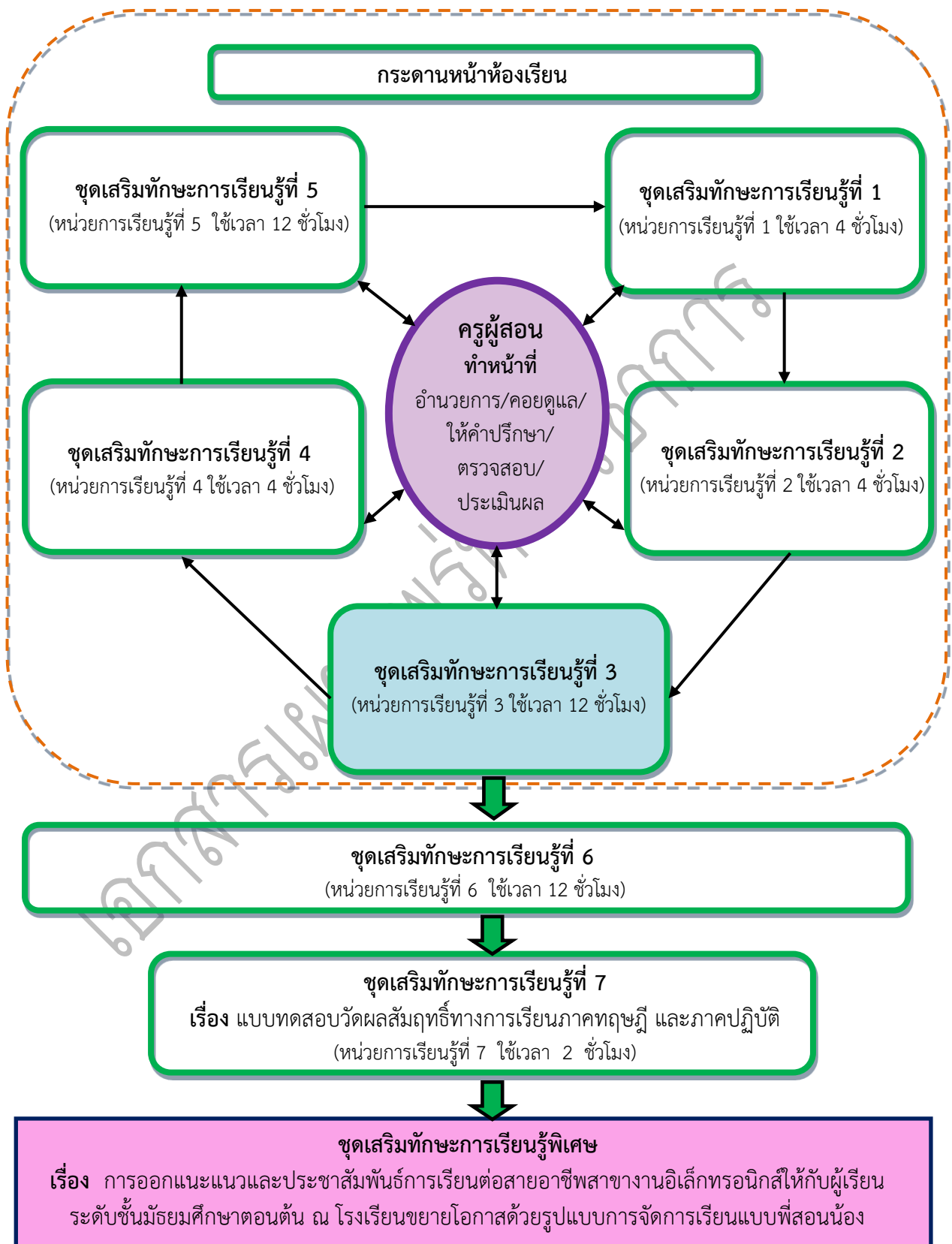
บทบาทของผู้เรียน

1. ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ แบ่งกลุ่มละ 4 คน โดยในกลุ่มให้มีผู้เรียนแต่ละผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อน 1 คน ปานกลาง 2 คน และเก่ง 1 คน เข้าร่วมเป็นสมาชิกในแต่ละกลุ่มให้เรียบร้อย ให้แต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่มหรือหัวหน้ากลุ่ม และเลขานุการกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่และงานที่กลุ่มมอบหมาย
 - 1.1 ประธานกลุ่ม หรือหัวหน้ากลุ่ม มีหน้าที่ดังนี้
 - 1.1.1 ควบคุมดูแลการดำเนินงานปฏิบัติกิจกรรมภายในกลุ่มให้เป็นระเบียบเรียบร้อยไม่ส่งเสียงดังรบกวนกลุ่มอื่นๆ ที่กำลังทำกิจกรรม

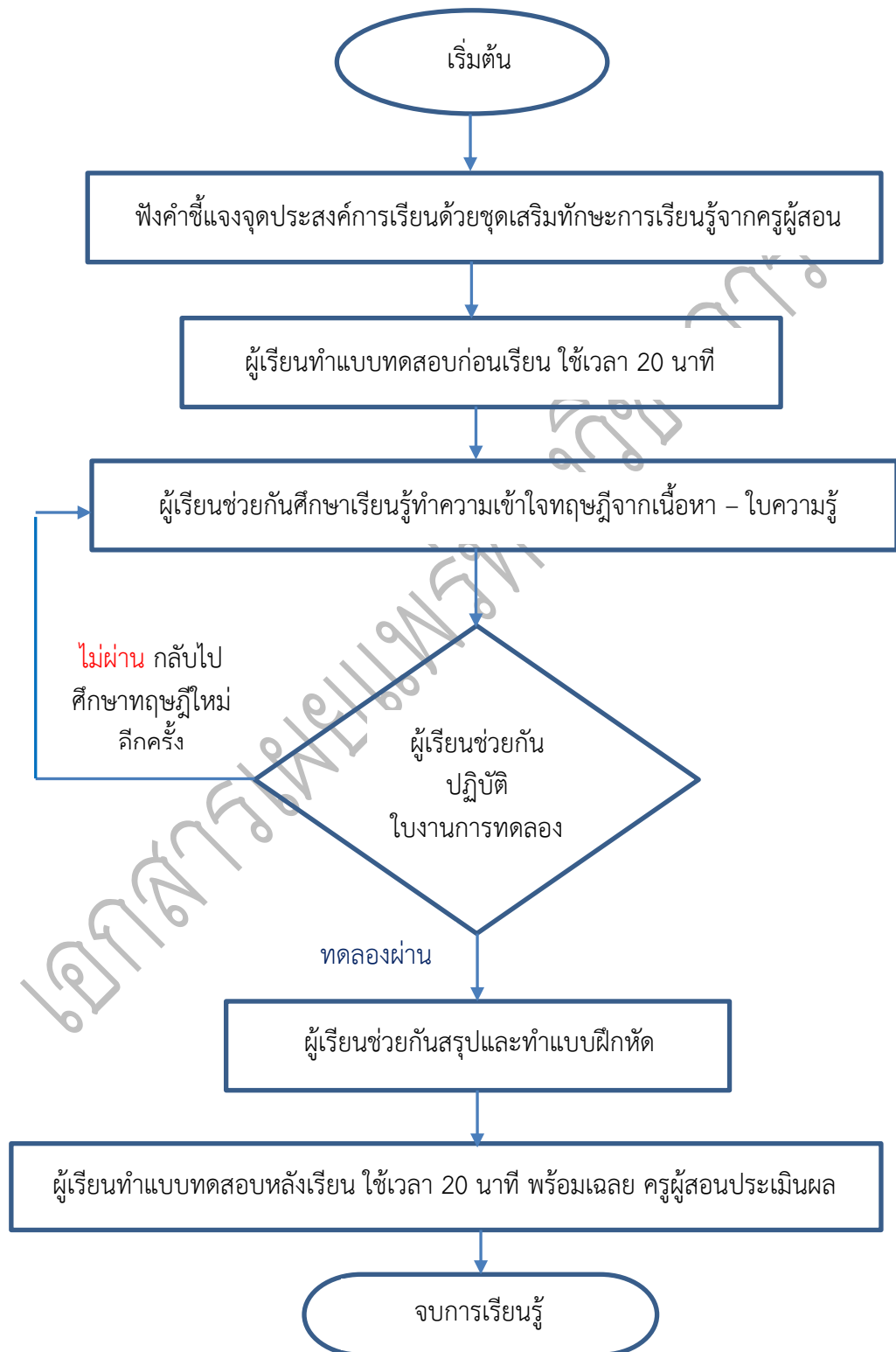
- 1.1.2 เป็นผู้ประสานการเรียนรู้ระหว่างครูผู้สอนกับสมาชิกในกลุ่ม
- 1.1.3 ตรวจสอบสื่อการเรียนรู้ประจำชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ว่าครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่
- 1.1.4 อ่านคำสั่ง แจกใบความรู้เนื้อหา และแบบฝึกทักษะปฏิบัติ พร้อมเฉลยแบบฝึกทักษะปฏิบัติให้แก่สมาชิกทุกคน แบ่งหน้าที่ช่วยกันศึกษาเรียนรู้ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยปฏิบัติตามกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนในคำสั่งที่ละขั้นตอนอย่างตั้งใจ
- 1.1.5 เมื่อฝึกทักษะปฏิบัติเสร็จแล้วให้นำแบบฝึกทักษะที่ทำเสร็จแล้ว มาส่งให้ครูผู้สอน ตรวจสอบผลการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งให้ช่วยกันตรวจสอบจากแบบเฉลยการฝึกทักษะปฏิบัติตามกิจกรรมให้ถูกต้อง
- 1.1.6 แบบฝึกทักษะชุดย่อยใดไม่ถูกต้อง ผู้เรียนต้องแก้ไขและลงมือทดลองปฏิบัติแบบฝึกทักษะชุดนั้นใหม่
- 1.1.7 เมื่อทำกิจกรรมตามชุดเสริมทักษะการเรียนรู้นั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนควรต้องตรวจสอบอุปกรณ์เก็บเข้าที่ให้เรียบร้อยเหมือนเดิมเสมอทุกครั้ง
- 1.1.8 ประสานงานกับครูผู้สอนเมื่อเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย
- 1.1.9 คอยควบคุมดูแลการปฏิบัติตามกิจกรรมให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด
- 1.2 เลขานุการกลุ่ม มีหน้าที่ ร่วมปฏิบัติตามกิจกรรมและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมของกลุ่มลงในบัตรบันทึกการทำกิจกรรมกลุ่ม
- 1.3 สมาชิกกลุ่ม มีหน้าที่ดังนี้
 - 1.3.1 ช่วยกันปฏิบัติตามกิจกรรมด้วยความตั้งใจให้ทันตามกำหนดเวลา โดยไม่ชวนเพื่อนคุยหรือเล่น
 - 1.3.2 ช่วยกันเก็บชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ให้เรียบร้อยก่อนย้ายไปศึกษาเรียนรู้กับชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ชุดต่อไป
 - 1.3.3 ใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยความระมัดระวัง ไม่ให้ชำรุดเสียหายและไม่ขีดเขียนข้อความรูปภาพ หรือเครื่องหมายใดๆ ลงในบัตรต่างๆ ยกเว้นบัตรกิจกรรมของผู้เรียน
 - 1.3.4 มีความซื่อสัตย์ในการทำกิจกรรม ไม่ลอกคำตอบจากเพื่อน หรืออ่านแบบเฉลย ก่อนตอบคำถาม
 - 1.3.5 ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้จากใบเนื้อหา โดยสามารถอ่านเพิ่มเติมจากใบเนื้อหาได้หลายๆ ครั้ง หรือจากสื่อการเรียนการสอน Power Point และจากสื่อการเรียนการสอน VDO ของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 แต่ต้องทำกิจกรรมในชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนดไว้
 - 1.3.6 ไม่ควรทำกิจกรรมหรือปรึกษางานกันเสียงดังเกินไป เพราะจะรบกวนกลุ่มอื่นๆ
 - 1.3.7 ถ้าไม่มีชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ใดว่างให้เข้าไปทำกิจกรรมชุดสำรอง หรือชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การจัดทำโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ใช้งานจริง สู่ชุมชน และการนำเสนอโครงงาน จนกว่าจะมีชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ว่าง จึงเข้าไปทำกิจกรรมในชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ว่าง จนครบทุกชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

2. ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้เวลา 20 นาที อย่างเต็มความสามารถตั้งใจปฏิบัติงาน ไม่ชวนเพื่อนคุย
3. อ่านใบคำสั่งและปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างตั้งใจ
4. การฝึกทักษะปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดให้ในชุดเสริมทักษะการเรียนรู้มีเวลาจำกัด ผู้เรียนต้องตั้งใจปฏิบัติงาน ร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งการจัดกิจกรรมของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 นี้ แบ่งออกเป็น 3 ชุดย่อย ดังรายละเอียดในคำแนะนำการใช้การใช้ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3
5. เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมครบทุกชุดเสริมทักษะการเรียนรู้แล้ว สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมกลุ่ม
6. ก่อนผู้เรียนเปลี่ยนกลุ่ม ให้ผู้เรียนช่วยกันตรวจสอบและเก็บอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่กลุ่มตนใช้แล้วเก็บเข้าที่ใส่กล่องให้เรียบร้อยทุกครั้ง ไม่ถือติดมือไปด้วยวันแต่แบบฝึกทักษะและกระดาษคำตอบของกลุ่มตนเอง และให้เปลี่ยนกลุ่มอย่างมีระเบียบเรียบร้อย
7. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เวลา 20 นาที และอย่างเต็มความสามารถตั้งใจปฏิบัติงาน ไม่ชวนเพื่อนคุย
8. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องจัดเอกสาร แบบฝึกทักษะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ และสื่อการเรียนรู้ประจำชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ให้เรียบร้อย ถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหายควรแจ้งให้ครูผู้สอนทราบทันที
9. การประเมินผลหลังเรียน ผู้เรียนควรปฏิบัติกิจกรรมให้ครบทุกกิจกรรมในแต่ละศูนย์การเรียนรู้โดยครูผู้สอนจะประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มร่วมกันเป็นกลุ่ม คุณลักษณะที่พึงประสงค์ และการตอบคำถาม
10. หากผู้เรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ขณะฝึกทักษะปฏิบัติงานให้รีบปรึกษาครูผู้สอนได้ทันที

แผนผัง รูปแบบการจัดห้องเรียน สำหรับการเรียนด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้



แผนผัง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน



แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
ใช้เวลา 20 นาที

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3)
เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร
ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

รายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105 – 2005 ครูผู้สอน ัญญ์พิชชา ท้วมทับ
ใช้เวลา 20 นาที จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งคำตอบ แล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในกระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

ชื่อ - สกุลระดับชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง

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

ข้อ	ก	ข	ค	ง
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ผลรวมคะแนนที่ได้

เกณฑ์การประเมินผล



ตอบถูก

ให้ข้อละ 1 คะแนน



ตอบผิด หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ

ให้ข้อละ 0 คะแนน

แปลผลการประเมิน

ดีมาก ได้คะแนน 18 – 20 คะแนน ดี ได้คะแนน 16 – 17 คะแนน
ปานกลาง ได้คะแนน 14 – 15 คะแนน พอใช้ ได้คะแนน 11 – 13 คะแนน
ต้องปรับปรุง ได้คะแนน 0 – 10 คะแนน

สรุปผลการประเมิน



ผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนน 11 – 20 คะแนน)



ไม่ผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนน 0 – 10 คะแนน)

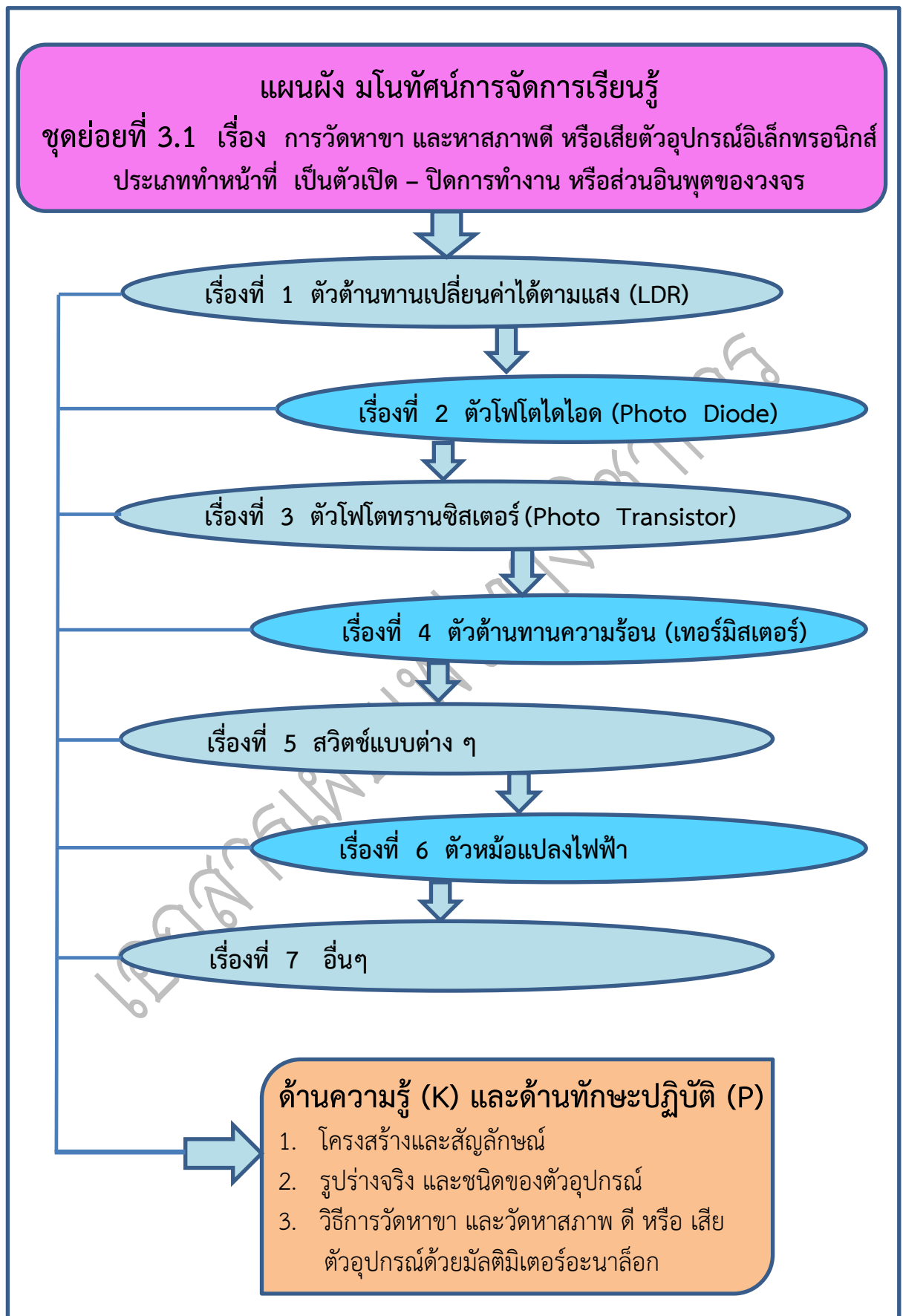
ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน

(นางสาวธัญญ์พิชชา ท้วมทับ)

ชุดย่อยที่ 3.1

เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพ ดี หรือเลว
ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมัลติมิเตอร์อะนาล็อก
ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวเปิด – ปิดการทำงาน หรือ
ส่วนอินพุตของวงจร

ใช้เวลาเรียนรู้ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ 4 ชั่วโมง
ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560
ตั้งแต่เวลา 08.30 – 12.30 น.



ใบความรู้ – เนื้อหา

เรื่องที่ 1 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)



ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 (ภาคทฤษฎี)

โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ชุดย่อยที่ 3.1 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวเปิด - ปิดการทำงาน หรือส่วนอินพุตของวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์อะนาล็อก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560

เรื่องที่ 1 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)

หัวข้อเรื่องและงาน

ด้านความรู้ (ภาคทฤษฎี : K)

1. โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)
 - 1.1 โครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)
 - 1.2 สัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)
2. วิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR) ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้และเข้าใจโครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง
2. เพื่อให้มีทักษะการวัดหาขา และวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก
3. เพื่อให้มีทัศนคติที่ดีต่อความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ รู้จัก คิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็น และฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสามารถ....

1. บอกโครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงได้
2. บอกสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงได้
3. อธิบายวิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อกได้

ชุด
เสริม
ทักษะ
การ
เรียนรู้
ที่ 3.1

ขั้นกระตุ้นความสนใจ

คำถามจากครูผู้สอน

1. ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเมื่อนำตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR) ไปต่อใช้งานในวงจร แล้ววงจรยังไม่ทำงาน ผู้เรียนคิดว่ามีสาเหตุเกิดจากเหตุผลใดได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

2. ผู้เรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาเมื่อนำตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR) ไปต่อใช้งานในวงจร แล้ววงจรยังไม่ทำงาน ด้วยวิธีการใดได้บ้าง

.....

.....

.....

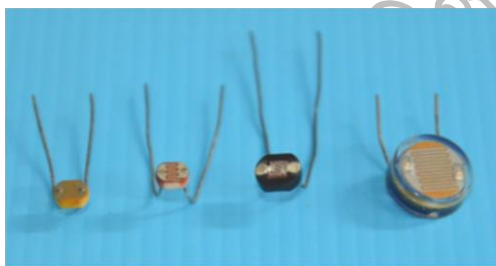
.....

ชุด
เสริม
ทักษะ
การ
เรียนรู้
ที่ 3.1

เนื้อหาสาระที่สำคัญ

ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)

LDR หรือตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor) หรือเรียกสั้นๆ ว่า LDR ทำมาจากสารกึ่งตัวนำอยู่ 2 ชนิด สารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe) **คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ LDR คือ** กรณีเมื่อมีแสงสว่างมาตกกระทบที่ตัว LDR จะมีค่าความต้านทานต่ำทำให้กระแสที่ไหลผ่านตัว LDR จะสูง และเมื่อไม่มีแสงตกกระทบตัว LDR จะมีค่าความต้านทานสูง ทำให้กระแสไหลได้น้อย ลักษณะการทำงานของตัว LDR จึงเปรียบเสมือน **ทำหน้าที่ เป็นสวิตช์ปิด - เปิดการทำงาน** ในวงจร ด้วยแสง รูปร่างของจริง LDR แสดงดังในภาพที่ 1.1



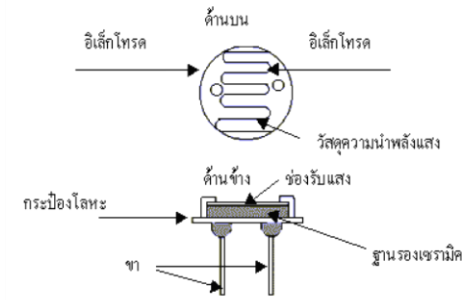
ภาพที่ 1.1 รูปร่างของจริง LDR
ที่มา : ัญญพิชชา ท้วมทับ, [2558].

ชุด
เสริม
ทักษะ
การ
เรียนรู้
ที่ 3.1

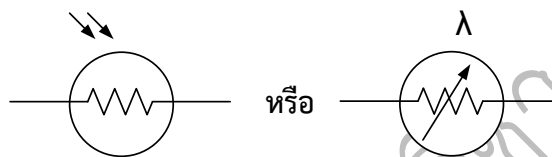
1. โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง LDR

ตัว LDR มีชื่อเรียกได้อีกหลายชื่อ เช่น โฟโตคอนดักทีฟเซลล์ (Photoconductive Cell) หรือตัวต้านทานไวแสง (LSR - Light Sensitive Resistor) ตัว LDR ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS : Cadmium Sulfide) หรือโมกซีแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมา เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้วต่อ ที่ค่าความต้านทานระหว่างขั้วต่อทั้งสอง สามารถเปลี่ยนค่าได้ตามความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง แสดงดังในภาพที่ 1.2 และภาพที่ 1.3

จากภาพที่ 1.2 สังเกตส่วนที่ขีดเป็นแนวเล็ก ๆ สีดำ ทำหน้าที่ เป็นตัวต้านทานไวแสง และแนวสีดำนั้น จะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง ส่วนสีทองนั้นเป็นตัวนำไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นส่วนที่มีไว้สำหรับต่อขาออกมาใช้งานภายนอก หรือเรียกว่า อิเล็กโทรด ส่วนที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิก และอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้มมัน ซึ่งมีได้หลายแบบ



ภาพที่ 1.2 โครงสร้างของ LDR

ที่มา : [Online], <http://www.oocities.org/sutadet/ldr1.gif>, [2558].

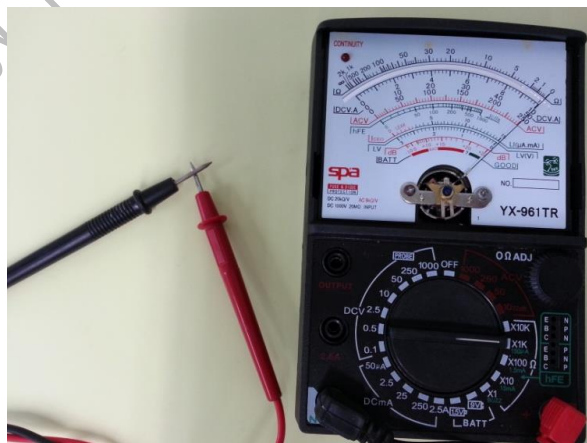
ภาพที่ 1.3 สัญลักษณ์ของ LDR

ที่มา : [Online], http://www.vcpbook.com/vcp_knowledge/1/15_9.jpg, [2558].

2. วิธีการวัดหาค่าความต้านทานตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า มีดังนี้

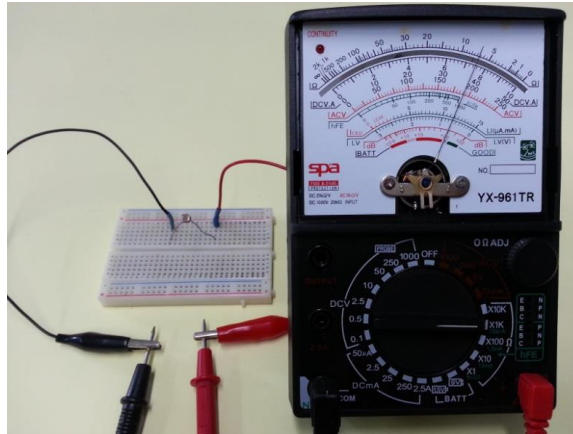
ขั้นตอนการวัดหาค่าความต้านทานตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า มีดังนี้

- 1) ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดโอห์มมิเตอร์ $R \times 1k$ แล้วทำการปรับศูนย์โอห์มก่อนนำไปวัดกรณี นำมิเตอร์วัด LDR ไม่ต้องคำนึงถึงขั้วศักย์ไฟฟ้าเพราะ LDR เป็นตัวต้านทานที่ไม่มีขั้ว แสดงดังในภาพที่ 1.4

ภาพที่ 1.4 การปรับศูนย์โอห์ม โดยการตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ $R \times 1k$

ที่มา : ัญญพิชชา ท้วมทับ, [2558].

2) จากนั้นนำสายวัดเข็มมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วต่อแต่ละข้างของ LDR ทั้ง 2 ขา กรณีนี้เป็นการวัด LDR ที่กำลังได้รับแสงก่อน ผลของการวัดมัลติมิเตอร์จะแสดงผลจากการวัด เข็มมิเตอร์จะขึ้น อ่านได้ค่าความต้านทานต่ำ (ประมาณ 7 k Ω) แสดงดังในภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.5 การใช้มัลติมิเตอร์วัด LDR กรณี ได้รับแสง

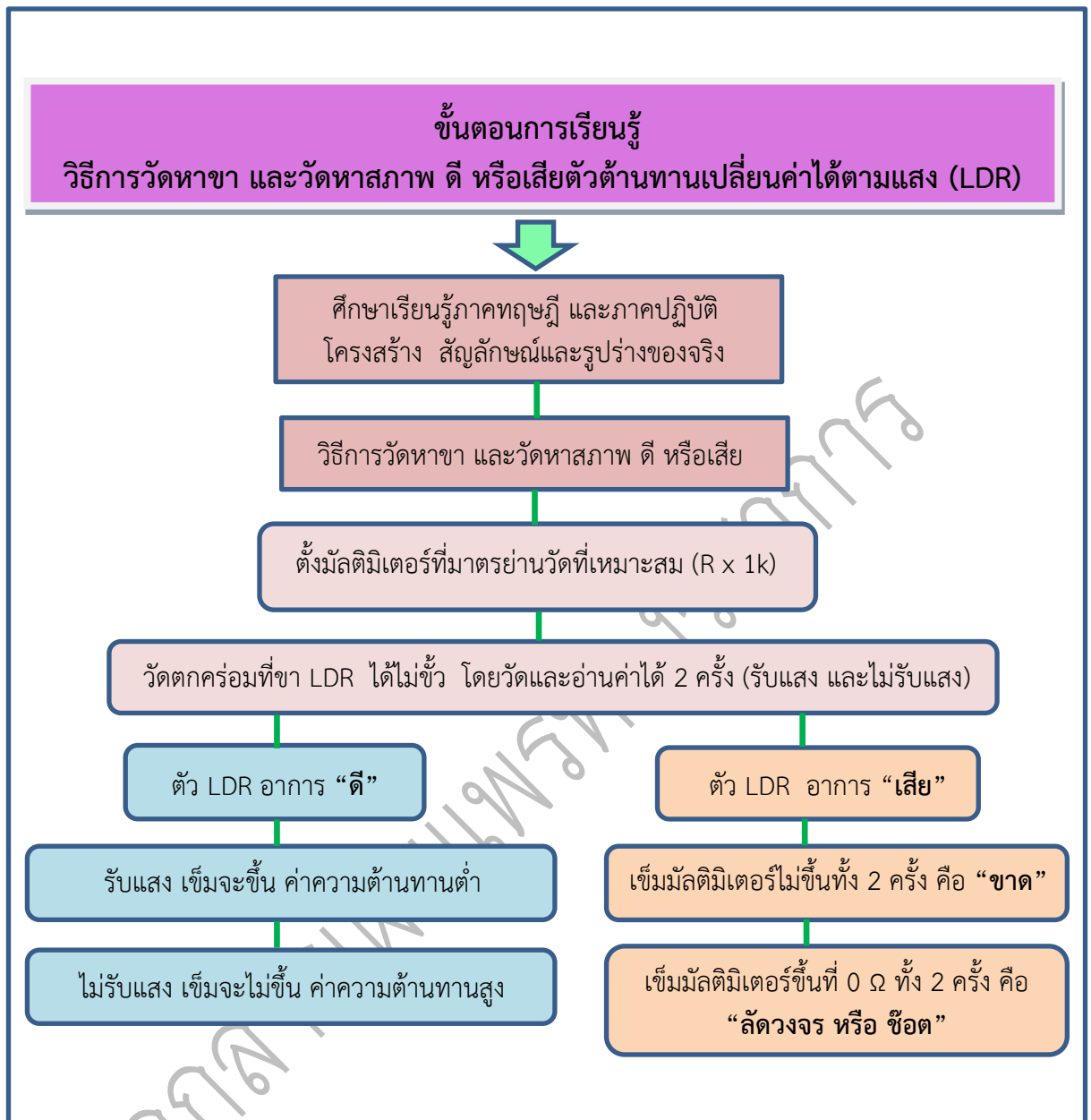
3) จากนั้นทำการสลับขั้วสายวัดมิเตอร์ แล้วทำการปิดการรับแสงของ LDR หรือวัดในกรณี ที่ LDR ไม่มีแสงมาตกกระทบสังเกตเข็มมิเตอร์อีกครั้ง เข็มมิเตอร์จะต้องขึ้น อ่านค่าความต้านทานจะต้องมีค่าความต้านทานสูงกว่า (ประมาณ 120 k Ω) กรณี LDR ไม่ได้รับแสง แสดงว่า LDR อยู่ในสภาพ “ ดี ” ใช้งานได้ แสดงดังในภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 การใช้มัลติมิเตอร์วัด LDR กรณี ไม่ได้รับแสง

ที่มา : ธีญญพิชชา ท้วมทับ, [2558].

- 4) แต่ถ้าเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นทั้งสองครั้ง แสดงว่า LDR มีอาการเสียแบบ “ ขาด ”
- 5) ถ้าขึ้นทั้ง 2 ครั้ง แล้วมีค่าเท่ากับ 0 Ω แสดงว่า LDR มีอาการเสียแบบ “ ลัดวงจร หรือ ช็อต ”



แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1
เรื่อง ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)
(ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 ชุดย่อยที่ 3.1)

	ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 (ภาคปฏิบัติ)	
	โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้	
	รหัสวิชา 2105 - 2005	ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
	ชุดย่อยที่ 3.1 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวเปิด – ปิดการทำงาน หรือส่วนอินพุตของวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์อะนาล็อก	
	แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพดี หรือเสียตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)	

หัวข้อเรื่อง

ด้านทักษะ (ภาคปฏิบัติ : P)

1. โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)
 - 1.1 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง
 - 1.2 รูปร่างของจริงตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง
2. วิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อก

ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. มีความรับผิดชอบ ความตั้งใจสนใจใฝ่รู้ อดทน รู้จัก คิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็น และมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่มได้
2. สร้างกิจนิสัยที่ดีในการ ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนสามารถสร้างกิจนิสัยที่ดี ในการทำงานได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (สามารถ...)

1. อธิบายโครงสร้างของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงได้
2. อธิบายสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงได้
3. อธิบายรูปร่างของจริงตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงได้
4. แสดงวิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง ด้วยเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

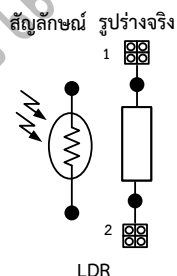
- | | | |
|---|---|---------|
| 1. มัลติมิเตอร์อะนาล็อก | 1 | เครื่อง |
| 2. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR) ตามตารางการทดลอง | 3 | ตัว |
| 3. แผงโปรโตบอร์ดพร้อมสายเสียบต่อวงจร | 1 | ชุด |

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

- 1) ควรตรวจสอบย่านวัดหาค่า ปรับเช็คศูนย์โอห์ม ($0\ \Omega$) ก่อนนำไปวัดตัวอุปกรณ์ฯ และ ขั้วศักย์ไฟฟ้าของสายมิเตอร์ในการวัดกระแส และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตามจุดต่างๆ ให้ถูกต้องทุกครั้ง ก่อนวัด
- 2) สำหรับตัว LDR เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่มีขั้ว เมื่อนำไปต่อใช้งานในวงจรหรือนำไปวัดหาสภาพ ดี หรือเสียของตัว LDR สามารถต่อหรือวัดได้เลย โดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของตัว LDR แต่ในกรณี วัดหาค่ากระแสไฟฟ้า และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตามจุดต่าง ๆ ให้ถูกต้องทุกครั้ง ต้องใช้ มัลติมิเตอร์วัดที่ขั้วศักย์ไฟฟ้าของขาตัว LDR ให้ถูกต้องตามการตกคร่อมของศักย์ไฟฟ้าเสมอ
- 3) **ในกรณี** วัดอุปกรณ์ตัว LDR ในการวัดแต่ละตัว อาจจะมีค่าความต้านทานภายใน กรณี รับแสง กับกรณี ไม่รับแสง มีค่าความต้านทานไม่เท่ากัน การตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์อาจจะต้องใช้ย่านการวัด $R \times 10$, $R \times 1\ k$ และ $R \times 10\ k$ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. การวัดหาค่า สภาพ ดี/เสียของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสงหรือตัว LDR



ภาพที่ 1.7 สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัว LDR
ที่มา : ัญญพิชชา ท้วมทับ, [2558].

วิธีการทดลอง

1.1 จากภาพที่ 1.7 ให้ผู้เรียนลงมือทดลองปฏิบัติวัดอุปกรณ์ ฯ ตัว LDR ลงบนโปรโตบอร์ด โดยให้ผู้เรียนนำมัลติมิเตอร์อะนาล็อก ตั้งย่านวัด $R \times 1k$ แล้วทำการปรับตั้งให้เข็มมัลติมิเตอร์ชี้ขึ้นไปยังตำแหน่งศูนย์โอห์ม หรือ $0\ \Omega$ จากนั้นให้นำสายมัลติมิเตอร์ขั้วบวก (สายสีแดง) และนำสายมัลติมิเตอร์ขั้วลบ (สายสีน้ำเงิน) ไปวัดที่ตัว LDR ให้ทำการวัดหาค่าความต้านทานของตัวอุปกรณ์ ให้วัดตัวละ 2 ครั้ง วัดในกรณี รับแสง 1 ครั้ง และวัดกรณี ไม่รับแสง 1 ครั้ง ให้ทดลองตัว LDR อย่างน้อย จำนวน 3 ตัว พร้อมทั้งบันทึกค่าที่วัดได้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ผลการทดลองใช้มัลติมิเตอร์อะนาล็อกวัดหาขา และหาสภาพดี หรือเสียของตัว LDR

ตัวอุปกรณ์ LDR	กรณี ตัว LDR อยู่สถานะ	ค่าความต้านทาน ที่วัดได้ (Ω)	ตัว LDR สภาพ ดี หรือเสีย
ตัวที่ 1	รับแสง		
	ไม่รับแสง		
ตัวที่ 2	รับแสง		
	ไม่รับแสง		
ตัวที่ 3	รับแสง		
	ไม่รับแสง		

สรุปเป็นลักษณะคำถามหลังการทดลองฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์และถูกต้องที่สุด (2 คะแนน)

1. จงเขียนสัญลักษณ์ของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง หรือตัว LDR (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายวิธีการวัดหาสภาพ ดี/เสียของตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง หรือตัว LDR มาพอเข้าใจ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการประเมินผลคะแนนแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1

เรื่องที่ 1 ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าได้ตามแสง (LDR)

- 1) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
- 2) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
- 3) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
- 4) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....

ข้อ	หัวข้อการประเมินผล	ผลประเมินคะแนน		
		2 ทำได้ ดี	1 ทำได้ พอใช้	0 ทำ ไม่ได้
	ด้าน ลงมือทดลองปฏิบัติตามตารางที่ 1.1 และด้าน สรุป/ถาม – ตอบ ตามแบบฝึกทักษะที่ 1			
1	วัดหาค่าความต้านทาน และอาการดี/เสียของ LDR ตัวที่ 1			
2	วัดหาค่าความต้านทาน และอาการดี/เสียของ LDR ตัวที่ 2			
3	วัดหาค่าความต้านทาน และอาการดี/เสียของ LDR ตัวที่ 3			
4	ผลการตอบคำถามข้อที่ 1			
5	ผลการตอบคำถามข้อที่ 2			
คะแนนที่ได้				
รวมคะแนนเต็ม 10 คะแนน ทำได้				

เกณฑ์วิธีการให้คะแนนแบบฝึกทักษะ ทำได้ดี หรือทำถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 2 คะแนน
 ทำได้พอใช้ หรือแก้ปัญหามาทำได้ ให้คะแนน 1 คะแนน
 ทำไม่ได้ หรือยังแก้ปัญหามาไม่ได้ ให้คะแนน 0 คะแนน

ดังนั้น คะแนนเก็บเต็ม 10 คะแนน แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1 ได้ =คะแนน

หมายเหตุ แบบประเมินผลการเรียนรู้ ภาคทดลองปฏิบัติตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1

เกณฑ์ให้คะแนนผ่าน พอใช้ ทำได้ 5 - 6 คะแนน
 ปานกลาง ทำได้ 7 คะแนน
 ดี ทำได้ 8 - 9 คะแนน
 ดีมาก ทำได้ 10 คะแนน
 และไม่ผ่านเกณฑ์ คือ ต้องปรับปรุง ทำได้ต่ำกว่า 5 คะแนน

สรุปผลการประเมินภาคปฏิบัติตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1

☐ ผ่านการทดลองปฏิบัติ ☐ ไม่ผ่านการทดลองปฏิบัติ

ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน

ใบความรู้ – เนื้อหา

เรื่องที่ 2 ตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode)



ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 (ภาคทฤษฎี)

โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้

รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

ชุดย่อยที่ 3.1 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวเปิด - ปิดการทำงาน หรือส่วนอินพุตของวงจรด้วย มัลติมิเตอร์อะนาล็อก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 4 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ที่ 10 ธันวาคม 2560

เรื่องที่ 2 ตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode)

หัวข้อเรื่องและงาน

ด้านความรู้ (ภาคทฤษฎี : K)

1. โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอด
 - 1.1 โครงสร้างของตัวโฟโตไดโอด
 - 1.2 สัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอด
2. วิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวโฟโตไดโอดด้วยเครื่องมือวัด มัลติมิเตอร์อะนาล็อก

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้และเข้าใจโครงสร้างของตัวโฟโตไดโอด
2. เพื่อให้ทักษะการวัดหาขา และบอกการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวโฟโตไดโอดด้วย เครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์อะนาล็อกได้
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยที่ดีต่อความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ รู้จัก คิดวิเคราะห์ และมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสามารถ....

1. บอกโครงสร้างของตัวโฟโตไดโอดได้
2. บอกสัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอดได้
3. อธิบายวิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวโฟโตไดโอดด้วยเครื่องมือวัด มัลติมิเตอร์อะนาล็อกได้

ชุด
เสริม
ทักษะ
การ
เรียนรู้
ที่ 3.1

ขั้นกระตุ้นความสนใจ

คำถามจากครูผู้สอน

1. ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นเมื่อนำตัวโฟโตไดโอดไปต่อใช้งานในวงจร แล้ววงจรยังไม่ทำงาน ผู้เรียนคิดว่ามีสาเหตุเกิดจากเหตุผลใดได้บ้าง

.....

.....

.....

.....

2. ผู้เรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาเมื่อนำตัวโฟโตไดโอดไปต่อใช้งานในวงจร แล้ววงจรยังไม่ทำงาน ด้วยวิธีการใดได้บ้าง

.....

.....

.....

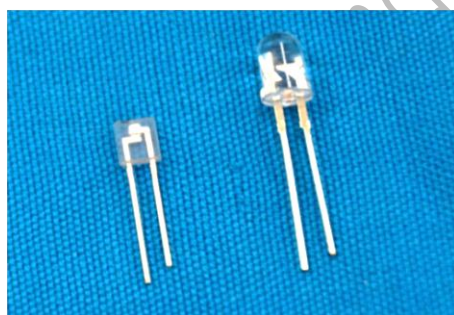
.....

เนื้อหาสาระที่สำคัญ

โฟโตไดโอด (Photo Diode)

โฟโตไดโอด (Photo Diode) หรือไดโอดพลังแสง เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่มีหลักการทำงานโดยอาศัยแสงในการเพิ่มพลังงานให้กับอิเล็กตรอนในเนื้อสารกึ่งตัวนำ โฟโตไดโอดเป็นอุปกรณ์ไวแสงชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยรอยต่อ PN เช่นเดียวกับ เซลล์พลังแสงอาทิตย์ มีลักษณะบางอย่างแตกต่างกัน คือการใช้งานตัวโฟโตไดโอดจะให้กระแสไหลผ่านตัวมันที่ขึ้นอยู่กับแสง

เมื่อโฟโตไดโอดถูกไบแอสกลับด้วยแรงดัน และมีแสงส่องไปที่บริเวณรอยต่อโฟโตไดโอด จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์ที่ควบคุมการทำงานได้ด้วยแสง และในการใช้งานของโฟโตไดโอด จะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าตัว LDR ตรงที่มีการทำงานได้เร็วกว่า รูปร่างของจริงโฟโตไดโอด แสดงดังในภาพที่ 2.1



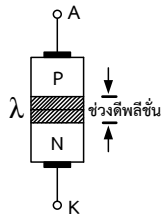
ภาพที่ 2.1 รูปร่างของจริงโฟโตไดโอด
ที่มา : ธีรณัฐพิชชา ท้วมทับ, [2558].

โฟโตไดโอดเป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด ในการใช้งานจะต้องต่อโฟโตไดโอดในลักษณะไบแอสกลับ โฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มาก หรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงมาตกกระทบ เมื่อโฟโตไดโอดได้รับไบแอสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มากตกกระทบก็จะทำให้ที่รอยต่อมีค่าความต้านทานต่ำ ทำให้เกิดมีกระแสไหลผ่านโฟโตไดโอดในวงจรได้สูง ในกรณี การนำโฟโตไดโอดไปต่อใช้งานลักษณะไบแอสตรง (Forward Bias) โฟโตไดโอดก็จะยังคงทำงานเหมือนกับไดโอดธรรมดา คือ ยอมให้กระแสไหลผ่านได้โดยไม่ต้องมีแสงมาตกกระทบที่รอยต่อ

ข้อสังเกต การดูว่าเป็น “โฟโตไดโอด” คือ ให้ส่องดูบนเลนส์ด้านบนหลอดโฟโตไดโอด จะสังเกตเห็นเป็นแผ่นหรือฐานรับแสงสีดำ แต่ถ้าเป็นไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด ด้านบนหลอดเมื่อส่องดูภายในจะเป็นแผ่นสีทองหรือเงินแทน

1. โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอด

จากภาพที่ 2.2 เป็นโครงสร้างของโฟโตไดโอด ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ตอน เหมือน ไดโอดธรรมดาที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุ ที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใสเพียงแต่เพิ่มช่องรับแสงให้ผ่านเข้ารอยต่อของโฟโตไดโอด



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของโฟโตไดโอด

ที่มา : [Online], <http://it.irpct.ac.th/elearning/mod/resource/view.php?id=48>, [2558].



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของโฟโตไดโอด

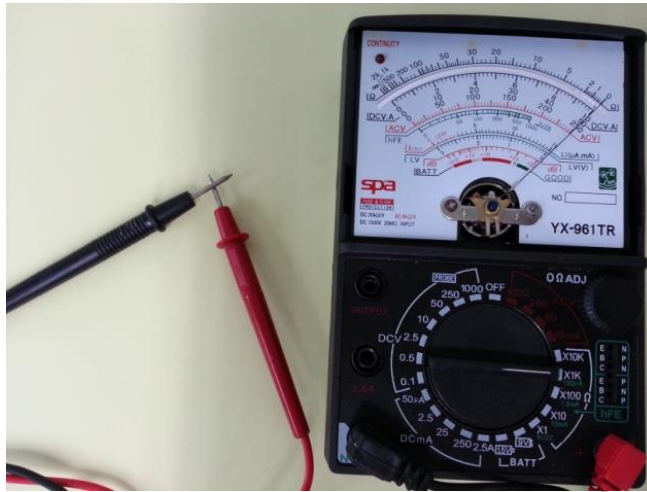
ที่มา : [Online], <http://ratthasat.siam2web.com/?cid=959801>, [2558].

จากภาพที่ 2.3 จึงทำให้สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอดเหมือนสัญลักษณ์ของไดโอด ธรรมดาและมีตัวแลมด้า (λ) หรือลูกศรชี้เข้าที่รอยต่อกำกับอยู่ด้วย

2. วิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวโฟโตไดโอดด้วยเครื่องมือวัด มัลติมิเตอร์อะนาล็อก

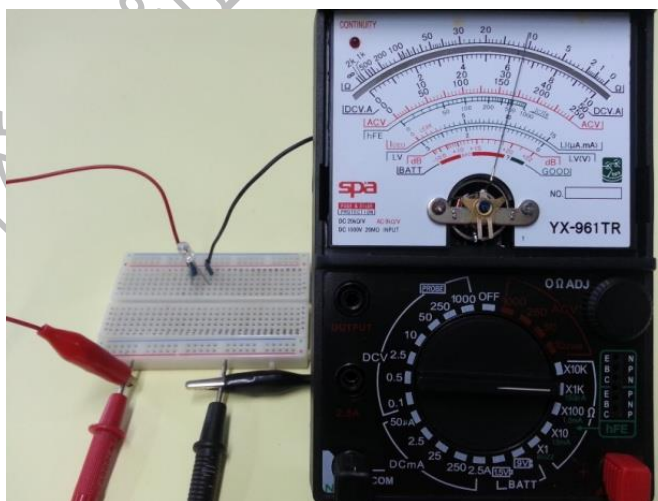
ขั้นตอนการวัดหาค่าความต้านทานตามคุณสมบัติทางไฟฟ้า มีดังนี้

1) ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดโอห์มมิเตอร์ $R \times 1k$ แล้วทำการปรับศูนย์โอห์มก่อนนำไปวัด ในการ นำมิเตอร์ไปวัดโฟโตไดโอดต้องคำนึงถึงขั้วศักย์ไฟฟ้า เพราะโฟโตไดโอดเป็นตัวยุปรณณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ถูก ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N การต่อสายมิเตอร์วัดมีลักษณะการวัดคล้ายการวัดไดโอด แสดงดังในภาพที่ 2.4



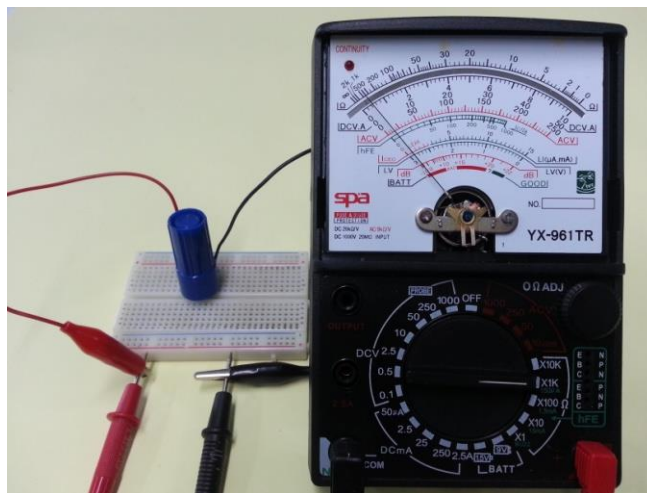
ภาพที่ 2.4 การตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ R $\times$ 1k
ที่มา : ธีรณัฐพิชชา ท้วมทับ, [2558].

2) จากนั้นนำสายวัดเข็มมิเตอร์ต่อเข้ากับขั้วต่อของโฟโตไดโอด ทั้ง 2 ขา โดยให้สายสีดำ (ขั้วศักย์ไฟฟ้าบวก) จับที่ขาแคโทด (K) และสายสีแดง (ขั้วศักย์ไฟฟ้าลบ) จับที่ขาแอนโนด (A) ของโฟโตไดโอด เป็นการวัดไบแอสกลับ กรณีนี้ เป็นการวัดโฟโตไดโอดที่กำลังรับแสงก่อน ผลของการวัดมัลติมิเตอร์จะแสดงผลจากการวัด เข็มมิเตอร์จะขึ้น อ่านได้ค่า ความต้านทานต่ำ (ประมาณ 13 k Ω) แสดงดังในภาพที่ 2.5



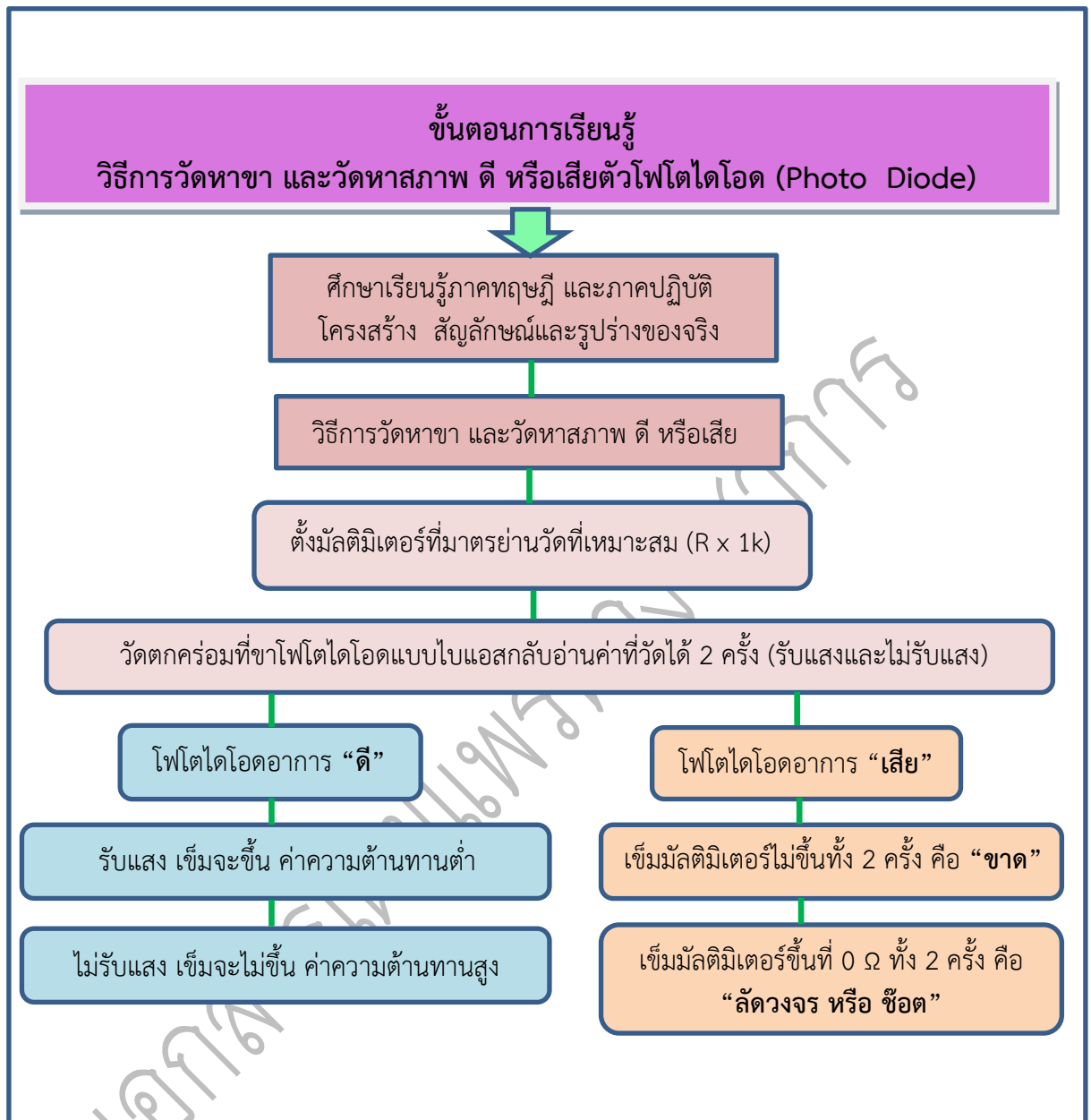
ภาพที่ 2.5 การใช้มัลติมิเตอร์วัดโฟโตไดโอด กรณี รับแสง
ที่มา : ธีรณัฐพิชชา ท้วมทับ, [2558].

3) จากนั้นทำการปิดการรับแสงของโฟโตไดโอด โดยให้สายสีดำ (ขั้วศักย์ไฟฟ้าบวก) จับที่ขาแคโทด (K) และสายสีแดง (ขั้วศักย์ไฟฟ้าลบ) จับที่ขาแอนโนด (A) ของโฟโตไดโอดเป็นการวัดไบแอสกลับ กรณีนี้ เป็นการวัดโฟโตไดโอดที่กำลังไม่ได้รับแสงผลของการวัดด้วยมัลติมิเตอร์จะแสดงผลจากการวัด คือ เข็มมิเตอร์จะไม่ขึ้น หรือเข็มมิเตอร์ขึ้นน้อย อ่านได้ค่าความต้านทานสูงกว่า (ประมาณ 140 k Ω) แสดงดังในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การใช้มัลติมิเตอร์วัดโฟโตไดโอด กรณี ไม่รับแสง
ที่มา : ธีรณัฐพิชชา ท้วมทับ, [2558].

- 4) แต่ถ้าเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่า โฟโตไดโอด มีอาการเสียแบบ “ขาด ”
- 5) ถ้าขึ้นทั้ง 2 ครั้ง แล้วมีค่าเท่ากับ 0 Ω แสดงว่า โฟโตไดโอด มีอาการเสียแบบ “ลัดวงจร หรือ ช็อต ”



แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2
เรื่อง ตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode)
(ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 ชุดย่อยที่ 3.1)

	ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 (ภาคปฏิบัติ)
	โครงการสอนเสริมทักษะด้วยชุดเสริมทักษะการเรียนรู้
	รหัสวิชา 2105 - 2005 ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
	ชุดย่อยที่ 3.1 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวเปิด - ปิดการทำงาน หรือส่วนอินพุตของวงจรด้วย มัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก
	แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2 เรื่อง การวัดหาขา และหาสภาพดี หรือเสีย ตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode)

หัวข้อเรื่อง

ด้านทักษะ (ภาคปฏิบัติ : P)

1. โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอด
 - 1.1 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอด
2. วิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวโฟโตไดโอดด้วยเครื่องมือวัด มัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. มีความรับผิดชอบ ตั้งใจ สนใจใฝ่รู้ อดทน รู้จัก คิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็น และมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่มได้
2. สร้างกิจนิสัยที่ดีในการ ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ในการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนสามารถสร้างกิจนิสัยที่ดี ในการทำงานได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (สามารถ...)

1. อธิบายโครงสร้างของตัวโฟโตไดโอดได้
2. อธิบายสัญลักษณ์ของตัวโฟโตไดโอดได้
3. แสดงวิธีการวัดหาขา และการวัดหาสภาพ ดี หรือ เสียของตัวโฟโตไดโอดด้วยเครื่องมือวัด มัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อกได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

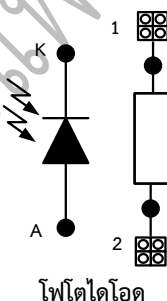
- | | | |
|--|---|---------|
| 1. มัลติมิเตอร์อะนาล็อก | 1 | เครื่อง |
| 2. ตัวโฟโตไดโอด (Diode) เบอร์ละ 1 ตัว ตามตารางการทดลอง | 3 | ตัว |
| 3. แผงโปรโตบอร์ดพร้อมสายเสียบต่อวงจร | 1 | ชุด |

ข้อแนะนำและข้อควรระวังก่อนการทดลอง

- 1) ควรตรวจสอบย่านวัดหาค่า ปรับเข็มศูนย์โอห์ม (0Ω) ก่อนนำไปวัดตัวอุปกรณ์ฯ และ ขั้วศักย์ไฟฟ้าของสายมิเตอร์ในการวัดกระแส และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตามจุดต่างๆ ให้ถูกต้องทุกครั้ง ก่อนวัด
- 2) สำหรับตัวโฟโตไดโอด เมื่อนำไปต่อใช้งานในวงจรหรือนำไปวัดหาสภาพ ดี หรือเสียของ ตัวโฟโตไดโอด
- 3) ก่อนทำการวัดควรตรวจสอบขาของโฟโตไดโอดก่อนทุกครั้ง เพราะอาจทำให้การวัดหาค่าที่ จุดต่างๆ ผิดพลาดได้ และอาจทำให้วงจรไม่สามารถทำงานได้
- 4) **ในกรณี** วัดอุปกรณ์ตัวโฟโตไดโอด ในการวัดแต่ละตัว อาจจะมีค่าความต้านทานภายใน กรณี รับแสง กับ กรณี ไม่รับแสง มีค่าไม่เท่ากัน การตั้งย่านวัดของมัลติมิเตอร์อาจจะต้องใช้ย่านการวัด $R \times 10$, $R \times 1 k$ และ $R \times 10 k$ อย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. การวัดหาค่า สภาพ ดี/เสียของตัวโฟโตไดโอด



ภาพที่ 2.7 สัญลักษณ์และรูปร่างของจริงตัวโฟโตไดโอด
ที่มา : ัญญพิชชา ท้วมทับ, [2558].

วิธีการทดลอง

1.1 จากภาพที่ 2.7 ให้ผู้เรียนลงมือทดลองปฏิบัติวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวโฟโตไดโอด ลงบน แผงโปรโตบอร์ด โดยให้ผู้เรียนนำมัลติมิเตอร์อะนาล็อก ตั้งย่านวัด $R \times 1k$ แล้วทำการปรับตั้งให้เข็ม มัลติมิเตอร์ชี้ขึ้นไปยังตำแหน่งศูนย์โอห์ม หรือ 0Ω จากนั้นให้นำสายมัลติมิเตอร์ขั้วบวก (สายสีแดง) และนำ สายมัลติมิเตอร์ขั้วลบ (สายสีน้ำเงิน) ไปวัดที่ตัวโฟโตไดโอดให้ทำการวัดหาค่าความต้านทานของตัวอุปกรณ์ ให้วัดตัวละ 2 ครั้ง วัดในกรณี รับแสง 1 ครั้ง และวัดกรณี ไม่รับแสง 1 ครั้ง ให้ผู้เรียนทดลองอย่างน้อย จำนวน 3 ตัว พร้อมทั้งบันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผลการทดลองใช้มัลติมิเตอร์อะนาล็อกวัดหาขา และหาสภาพดี หรือเสียของตัวโฟโตไดโอด

ตัวอุปกรณ์ โฟโตไดโอด	กรณี โฟโตไดโอด อยู่ในสถานะ	ค่าความต้านทาน ที่วัดได้ (Ω)	ตัวอุปกรณ์ โฟโตไดโอด สภาพ ดี หรือเสีย
ตัวที่ 1	รับแสง		
	ไม่รับแสง		
ตัวที่ 2	รับแสง		
	ไม่รับแสง		
ตัวที่ 3	รับแสง		
	ไม่รับแสง		

สรุปเป็นลักษณะคำถามหลังการทดลองฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์และถูกต้องที่สุด (2 คะแนน)

1. จงเขียนสัญลักษณ์และโครงสร้างของตัวโฟโตไดโอด (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงอธิบายวิธีการวัดหาสภาพ ดี/เสียของตัวโฟโตไดโอดมาพอเข้าใจ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกการประเมินผลคะแนนแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2

เรื่อง ตัวโฟโตไดโอด (Photo Diode)

- 1) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
 2) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
 3) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
 4) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....

ข้อ	หัวข้อการประเมินผล	ผลประเมินคะแนน		
		2 ทำได้ ดี	1 ทำได้ พอใช้	0 ทำ ไม่ได้
	ด้าน ลงมือทดลองปฏิบัติตามตารางที่ 2.1 และด้าน สรุป/ถาม - ตอบ ตามแบบฝึกทักษะที่ 2			
1	วัดหาค่าความต้านทาน และอาการดี/เสียของโฟโตไดโอด ตัวที่ 1			
2	วัดหาค่าความต้านทาน และอาการดี/เสียของโฟโตไดโอด ตัวที่ 2			
3	วัดหาค่าความต้านทาน และอาการดี/เสียของโฟโตไดโอด ตัวที่ 3			
4	ผลการตอบคำถามข้อที่ 1			
5	ผลการตอบคำถามข้อที่ 2			
คะแนนที่ได้				
รวมคะแนนเต็ม 10 คะแนน ทำได้				

เกณฑ์วิธีการให้คะแนนแบบฝึกทักษะ ทำได้ดี หรือทำถูกต้องสมบูรณ์ ให้คะแนน 2 คะแนน
 ทำได้พอใช้ หรือแก้ปัญหาคิดทำได้ ให้คะแนน 1 คะแนน
 ทำไม่ได้ หรือยังแก้ปัญหาคิดไม่ได้ ให้คะแนน 0 คะแนน

ดังนั้น คะแนนเก็บเต็ม 10 คะแนน แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2 ได้ =คะแนน

หมายเหตุ แบบประเมินผลการเรียนรู้ ภาคทดลองปฏิบัติตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1

เกณฑ์ให้คะแนนผ่าน	พอใช้	ทำได้	5 - 6	คะแนน
	ปานกลาง	ทำได้	7	คะแนน
	ดี	ทำได้	8 - 9	คะแนน
	ดีมาก	ทำได้	10	คะแนน
และไม่ผ่านเกณฑ์ คือ ต้องปรับปรุง		ทำได้ต่ำกว่า	5	คะแนน

สรุปผลการประเมินภาคปฏิบัติตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2

☐ ผ่านการทดลองปฏิบัติ ☐ ไม่ผ่านการทดลองปฏิบัติ

ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
ใช้เวลา 20 นาที

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3)
เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ประเภทต่างๆ ในวงจร ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

รายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
ใช้เวลา 20 นาที

รหัสวิชา 2105 – 2005
จำนวน 20 ข้อ

ครูผู้สอน ธีรณัฐพิชชา ท่วมทับ
คะแนนเต็ม 20 คะแนน

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งคำตอบ แล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในกระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง การตรวจเช็คหาขา และหาสภาพ ดี หรือเสียตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ในวงจร
ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

ชื่อ - สกุลระดับชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง

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

ข้อ	ก	ข	ค	ง
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ผลรวมคะแนนที่ได้

เกณฑ์การประเมินผล



ตอบถูก

ให้ข้อละ 1 คะแนน



ตอบผิด หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ

ให้ข้อละ 0 คะแนน

แปลผลการประเมิน

ดีมาก ได้คะแนน 18 – 20 คะแนน ดี ได้คะแนน 16 – 17 คะแนน
ปานกลาง ได้คะแนน 14 – 15 คะแนน พอใช้ ได้คะแนน 11 – 13 คะแนน
ต้องปรับปรุง ได้คะแนน 0 – 10 คะแนน

สรุปผลการประเมิน



ผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนน 11 – 20 คะแนน)



ไม่ผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนน 0 – 10 คะแนน)

ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน

(นางสาวธัญญ์พิชชา ท้วมทับ)

แบบสรุปประเมินผลคะแนนภาคปฏิบัติ

แบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3.1 – 3.3

ชุดเสริมทักษะการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวัดหาฯ และหาสภาพ ดี หรือเสีย
ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภททำหน้าที่ เป็นตัวเปิด – ปิดการทำงาน หรือส่วนอินพุต
ของวงจรด้วยมัลติมิเตอร์แบบอะนาล็อก

- 1) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
- 2) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
- 3) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....
- 4) ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....สาขาวิชา.....

ข้อ	หัวข้อการประเมินผล	ผลประเมินคะแนน	
		วัดความรู้/ ฝึกทักษะปฏิบัติได้ คะแนนแบบฝึกทักษะฯ ละ 10 คะแนน	หมายเหตุ
	ผลทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3.1 (ชุดย่อยที่ 3.1)		
1	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1		
2	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2		
3	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3		
4	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 4		
5	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 5		
6	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 6		
7	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 7		
	ผลทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3.2 (ชุดย่อยที่ 3.2)		
8	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1		
9	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2		
10	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3		
11	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 4		
12	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 5		
13	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 6		
14	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 7		
รวมคะแนนที่ได้ (ยกยอดไป)			

ข้อ	หัวข้อการประเมินผล	ผลประเมินคะแนน	
		วัดความรู้/ ฝึกทักษะปฏิบัติได้ คะแนนแบบฝึกทักษะฯ ละ 10 คะแนน	หมายเหตุ
15	ผลทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3.3 (ชุดย่อยที่ 3.3)		
16	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 1		
17	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 2		
18	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 3		
19	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 4		
20	ผลการทดลองตามแบบฝึกทักษะปฏิบัติที่ 5		
	รวมคะแนนที่ได้ (ยกยอดมา)		
	รวมคะแนนทั้งหมด 200 ทำได้		

ผลคะแนนการประเมินภาคปฏิบัติชุดย่อยที่ 3.1 - 3.3 (ชุดเสริมทักษะฯ ที่ 3)

ทำได้ = คะแนน จากคะแนนเต็ม 200 คะแนน

คิดให้เหลือคะแนนเก็บชุดย่อยที่ 3.1 เต็ม 10 คะแนน = (คะแนนที่ได้ / คะแนนเต็ม) × 10
= (..... /) × 10

ดังนั้น คะแนนเก็บเต็ม 10 คะแนน ชุดย่อยที่ 3.1 - 3.3 ทำได้ =คะแนน

หมายเหตุ แบบประเมินผลการเรียนรู้ ภาคทดลองปฏิบัติชุดย่อยที่ 3.1 - 3.3

เกณฑ์ให้คะแนนผ่าน	พอใช้	ทำได้	5 - 6	คะแนน
	ปานกลาง	ทำได้	7	คะแนน
	ดี	ทำได้	8 - 9	คะแนน
	ดีมาก	ทำได้	10	คะแนน
และไม่ผ่านเกณฑ์ คือ	ต้องปรับปรุง	ทำได้ต่ำกว่า	5	คะแนน

สรุปผลการประเมินภาคปฏิบัติชุดย่อยที่ 3.1 - 3.3 (ชุดเสริมทักษะฯ ที่ 3)

☐ ผ่านการทดลองปฏิบัติ ☐ ไม่ผ่านการทดลองปฏิบัติ

สาเหตุเพราะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน
(นางสาวธัญญพิชชา ท่วมทับ)

หมายเหตุ แบบประเมินผลด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ภาคทฤษฎี - ปฏิบัติชุดเสริมทักษะฯ ที่ 3

เกณฑ์ให้คะแนนผ่าน	พอใช้	ทำได้	5 - 6	คะแนน
	ปานกลาง	ทำได้	7	คะแนน
	ดี	ทำได้	8 - 9	คะแนน
	ดีมาก	ทำได้	10	คะแนน
และไม่ผ่านเกณฑ์ คือ	ต้องปรับปรุง	ทำได้ต่ำกว่า	5	คะแนน

สรุปผลด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ภาคทฤษฎี - ปฏิบัติชุดเสริมทักษะฯ ที่ 3

☐ ผ่านการด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ☐ ไม่ผ่านด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาเหตุเพราะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอนประเมิน
(นางสาวธัญญ์พิชชา ท้วมทับ)

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

ค้นคว้าจากหนังสือเรียน

ทรงวุฒิ วิมลพัชร. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพฯ : เอมพันธ์, 2543.

ธนกร ศิริพิทักษ์. **สารกึ่งตัวนำและวงจร**. ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2540.

นภัทร วัจนเทพินทร์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2545.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และจิรวัดน์ สุระเดโช. **สารกึ่งตัวนำและวงจร**. นนทบุรี : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,
2540.

พุทธารักษ์ แสงกิ่ง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2555.

พุทธารักษ์ แสงกิ่ง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. นนทบุรี : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2552.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2554.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2553.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ,
2542.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ,
2546.

อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2546.

อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์)**. นนทบุรี :
ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ, 2546.

อนันท์ คัมภีรานนท์. **ทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊ก, 2542.

แหล่งข้อมูลอ้างอิง (ต่อ)

ค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต

[Online], Available : <http://adisak-diy.com/bom/opto1.jpg>.

[Online], Available : http://dc108.4shared.com/doc/0_iv9cxK/preview_html_m4bd457d9.jpg.

[Online], Available : http://electronics.se-ed.com/contents/041s060/041s060_p06.gif.

[Online], Available : http://electronics.se-ed.com/contents/140s135/140s135_P15.gif.

[Online], Available : http://electronics.se-ed.com/contents/140s135/140s135_P18.gif.

[Online], Available : http://hades.mech.northwestern.edu/images/f/f2/Emitter_detector_pair.gif.

[Online], Available : <http://it.irpct.ac.th/elearning/mod/resource/view.php?id=48>.

[Online], Available : http://letsmakerobots.com/files/userpics/u1533/LDR_vs_PHOTOTRANSISTOR.jpg

[Online], Available : <http://parasite13.comyr.com/Theory%20&%20Principle1-5.html>.

[Online], Available : <http://phchitchai.wbvschool.net/archives/1139#UgGHmo45Ndg>.

[Online], Available : http://phchitchai.wbvschool.net/wp-content/uploads/2011/02/ldr2_thumb.jpg.

[Online], Available : <http://promoreports.in/MIS/ir-phototransistor-l14f1-i6.gif>.

[Online], Available : <https://sites.google.com/site/believess20/electronics/taw-tha-n-wi-saeng-ldr>

[Online], Available : http://s1.hubimg.com/u/7675804_f520.jpg.

[Online], Available : <http://www.bristolwatch.com/ele/img/opto3.jpg>.

[Online], Available : <http://www.electroniccircuits.com/wp-content/uploads/2010/03/LDR-Light-Detector-circuit.jpg>.

[Online], Available : <http://www.kingsolder.com/electronics/light/thermistor3.asp>.

[Online], Available : <http://ratthasat.siam2web.com/?cid=959801>.

[Online], Available : <http://www.oocities.org/sutadet/ldr.html>.

[Online], Available : <http://www.oocities.org/sutadet/ldr1.gif>.

แหล่งข้อมูลอ้างอิง (ต่อ)

ค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต

[Online], Available : <http://www.oocities.org/sutadet/ldr3.gif>.

[Online], Available : http://www.vcpbook.com/vcp_knowledge/1/15_9.jpg.

[Online], Available : <http://www.talkingelectronics.com/projects/SpotMistakes/images/Page13/LDR-to-Relay.gif>.

[Online], Available : http://www.electroschematics.com/wp-content/uploads/2009/12/clip_image00214.gif.

[Online], Available : <http://www.eleccircuit.com/wp-content/uploads/2008/08/light-actuated-relay-circuits-by-photo-transistor.jpg>.

[Online], Available : <http://www.seekic.com/uploadfile/ic-circuit/2009614225511460.gif>.

[Online], Available : http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_12.htm.

[Online], Available : <http://www.9engineer.com/Instrument/what%20is%20Thermistor.htm>.