แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ
ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รหัส 1011-1402 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
(Electronic Devices and Circuit)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

จัดทำโดย
อาจารย์ คจรศักดิ์ สิงหันต์
สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยนครพนม

คำนำ

วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 1011-1402 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2559 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ จัดอยู่ในหมวดวิชาชีพเลือก ผู้จัดทำได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 15 หน่วยการเรียน ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ และส่วนที่เป็นทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน ฝึกความใจกว้าง (Grouping) มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใดเป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกันเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ

ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ผู้สอน ผู้ประสาทวิชาความรู้ เอกสาร หนังสือ สื่ออินเตอร์เน็ต ห้องสมุด ตลอดจนนักศึกษา คณะครู-อาจารย์ ทุกท่านที่ร่วมแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ร่วมกัน ณ โอกาสนี้

คจรศักดิ์ สิงหันต์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยนครพนม

รายละเอียดของรายวิชา

สาขาวิชา/คณะ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

หมวดที่ 1. ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

1.รหัสและชื่อรายวิชา 1011-1402 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
2.จำนวนหน่วยกิต 2(1-3-3) 2 หน่วยกิต
3.หลักสูตร และประเภทของรายวิชา **3.1 หลักสูตร** ประกาศนียบัตรวิชาชีพ **3.2 ประเภทของรายวิชา** ช่างอุตสาหกรรม
4.อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อาจารย์ คจรศักดิ์ สิงหันต์
5.ภาคการศึกษา ชั้นปีที่เรียน ภาคการศึกษาที่ 1 ระดับชั้นปีที่ 2
6.รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (pre-requisite) วิชาเครื่องวัดไฟฟ้า , วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
7.รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน วิชาเครื่องวัดอุตสาหกรรมและควบคุมเบื้องต้น
8.สถานที่เรียน ห้อง 5205 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง
9.วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา ครั้งล่าสุด -

1.1 ตารางวิเคราะห์รายวิชา

รหัสวิชา 1011-1402 วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร จำนวน 2 หน่วยกิต

ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

พฤติกรรมการเรียนรู้ / ชื่อหน่วยการสอน/การเรียนรู้	ด้านพุทธิพิสัย						ด้านทักษะพิสัย(5)	ด้านจิตพิสัย(5)	รวม(40)	ลำดับความสำคัญ	จำนวนชั่วโมง
	ความรู้ (5)	ความเข้าใจ(5)	นำไปใช้(5)	วิเคราะห์(5)	สังเคราะห์(5)	ประเมินค่า(5)					
สารกึ่งตัวนำและไดโอด	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริจด์	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	8
ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสงและตัวต้านทานไวแสง	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
ทรานซิสเตอร์	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
วงจรทรานซิสเตอร์	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
เทคนิคการไบอัสทรานซิสเตอร์และวงจรเร็กกูเลเตอร์	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	8
วงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
การอ่านคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการทำแผ่นวงจรพิมพ์	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
วงจรขยายแบบต่างๆ	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
ยูนิจังชั่นทรานซิสเตอร์ และวงจร Relaxation Oscillator	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
เจเฟต	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
มอสเฟต	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	4
เอส ซี อาร์	5	5	5	4	4	4	5	5	37	3	8
รวมคะแนน	75	75	75	60	60	60	75	75	555	45	72
ลำดับความสำคัญ	5	5	5	4	4	4	5	5	4	3	

คำอธิบาย 5 หมายถึง ระดับความสำคัญของแต่ละรายการมี 5 ระดับ คือ 1, 2, 3, 4, 5

1.2 ตารางวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้

รหัสวิชา 1011-4102 ชื่อวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร
จำนวนหน่วยกิต 2 หน่วยกิต จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ 4 ชั่วโมง รวม 72 ชั่วโมงต่อภาคเรียน

หน่วยการสอน	สมรรถนะการเรียนรู้
หน่วยการสอนที่ 1 สารกึ่งตัวนำและไดโอด	1. บอกลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางอะตอมของสารกึ่งตัวนำได้ 2. คำนวณหาจำนวนอิเล็กตรอนแต่ละวงโคจรอิเล็กตรอนได้ 3. บอกความหมายของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์และสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ได้ 4. บอกโครงสร้าง สัญลักษณ์ของไดโอดสารกึ่งตัวนำชนิดรอยต่อ P-N ได้ 5. บอกลักษณะการไบแอสไดโอดได้ 6. บอกคุณลักษณะของไดโอดชนิดรอยต่อ P-N ได้ 7. บอกวิธีการตรวจสอบไดโอดด้วยมัลติมิเตอร์ได้ 8. สามารถต่อวงจรการทดลองหาคุณลักษณะของไดโอดได้
หน่วยการสอนที่ 2 สารกึ่งตัวนำ	1. บอกคุณลักษณะและการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้ 2. คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้ 3. บอกลักษณะและการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น เมื่อมีตัวเก็บประจุกรองสัญญาณได้ 4. สามารถต่อวงจรการทดลองหาคุณลักษณะของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้
หน่วยการสอนที่ 3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง	1. บอกคุณลักษณะและการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแท็ปกลางได้

	2. คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง ทั้งขณะไม่มีตัวเก็บประจุและขณะมีตัวเก็บประจุกรองสัญญาณได้ 3. สามารถต่อวงจรเพื่อทำการทดลองหาคุณลักษณะของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลางได้
หน่วยการสอนที่ 4 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	1. บอกคุณลักษณะและการทำงานของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้ 2. คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ทั้งขณะไม่มีตัวเก็บประจุและขณะมีตัวเก็บประจุกรองสัญญาณได้ 3. สามารถต่อวงจรการทดลองหาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ได้
หน่วยการสอนที่ 5 ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสงและตัวต้านไวแสง	1. บอกคุณลักษณะและการทำงานของซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสงและตัวต้านทานไวแสงได้ 2. คำนวณหาค่าต่างๆ ในวงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่ได้ 3. สามารถต่อวงจรการทดลองหาคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสงและตัวต้านทานไวแสงได้
หน่วยการสอนที่ 6 ทรานซิสเตอร์	1. บอกลักษณะโครงสร้าง สัญลักษณ์ และชนิดต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ได้ 2. บอกวิธีการจัดไบแอสให้แก่ทรานซิสเตอร์ได้ 3. บอกคุณลักษณะของทรานซิสเตอร์ได้ 4. บอกวิธีตรวจสอบหาขาและชนิดต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ได้ 5. สามารถประกอบวงจรการทดลองหาคุณลักษณะของทรานซิสเตอร์ได้

หน่วยการสอนที่ 7 วงจรทรานซิสเตอร์	1. บอกวิธีการจัดวงจรทรานซิสเตอร์แบบต่างๆ ได้ 2. คำนวณหาอัตราการขยายต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ได้ 3. บอกวิธีการควบคุมการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ได้ 4. คำนวณหาค่าต่างๆ ในการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์ได้ 5. สามารถบัดกรีประกอบวงจรทรานซิสเตอร์ได้
หน่วยการสอนที่ 8 เทคนิคการไบแอสทรานซิสเตอร์และวงจรเร็กกูเลเตอร์	1. คำนวณหาค่าต่างๆ ในวงจรการไบแอสทรานซิสเตอร์แบบต่างๆ ได้ 2. บอกหลักการใช้ทรานซิสเตอร์ในวงจรเร็กกูเลเตอร์ได้ 3. คำนวณหาค่าต่างๆ ในการนำทรานซิสเตอร์ไปใช้ในวงจรเร็กกูเลเตอร์ได้ 4. สามารถต่อวงจรการทดลองใช้ทรานซิสเตอร์ในวงจรเร็กกูเลเตอร์ได้
หน่วยการสอนที่ 9 วงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง	1. สามารถคำนวณหาขนาดอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสงได้ 2. บอกหลักการทำงานของวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสงได้ 3. สามารถบัดกรีประกอบวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสงได้
หน่วยการสอนที่ 10 อ่านคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการทำแผ่นวงจรพิมพ์	1. อธิบายรายละเอียดตามคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ 2. บอกข้อมูลต่างๆ ของไดโอดแต่ละเบอร์ตามคู่มือได้ 3. บอกข้อมูลต่างๆ ของทรานซิสเตอร์แต่ละเบอร์ตามคู่มือได้ 4. บอกความหมายของแผ่นวงจรพิมพ์ได้

	5. อธิบายขั้นตอนการทำแผ่นวงจรพิมพ์ได้ 6. จัดทำแผ่นวงจรพิมพ์และสามารถนำไปใช้งานได้
หน่วยการสอนที่ 11 วงจรขยายแบบต่างๆ	1. อธิบายการทำงานของวงจรขยายแต่ละแบบได้ 2. บอกความแตกต่างของวงจรขยายแต่ละแบบได้ 3. บอกลักษณะของสัญญาณในวงจรขยายแต่ละแบบได้ 4. สร้างวงจรขยายเสียงให้สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
หน่วยการสอนที่ 12 ยูนิจังชั่นทรานซิสเตอร์ และวงจร Relaxation Oscilator	1. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ UJT ได้ 2. บอกคุณลักษณะของ UJT ได้ 3. คำนวณหาค่าต่างๆ ในวงจรการใช้งาน UJT ได้ 4. บอกวิธีการตรวจสอบ UJT ได้ 5. สามารถต่อวงจรการทดลองหาคุณลักษณะของ UJT ได้
หน่วยการสอนที่ 13 เจเฟต	1. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเจเฟตชนิดต่างๆ ได้ 2. บอกวิธีการไบแอสเจเฟตได้ 3. บอกคุณลักษณะของเจเฟตชนิดต่างๆ ได้ 4. บอกวิธีการตรวจสอบเจเฟตได้ 5. สามารถต่อวงจรทดลองหาคุณลักษณะของเจเฟตได้
หน่วยการสอนที่ 14 มอสเฟต	1. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของมอสเฟตชนิดต่างๆ ได้ 2. บอกวิธีการไบแอสมอสเฟตได้ 3. บอกคุณลักษณะของมอสเฟตชนิดต่างๆ ได้ 4. บอกวิธีการตรวจสอบมอสเฟตได้ 5. สามารถต่อวงจรทดลองหาคุณลักษณะของมอสเฟตได้

หน่วยการสอนที่ 15 เอส ซี อาร์	1. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR ได้ 2. บอกคุณลักษณะการใช้งาน SCR ได้ 3. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟตรงเอาต์พุตในวงจรเรียงกระแสใช้ SCR แบบต่างๆ ได้ 4. บอกวิธีการตรวจสอบ SCR ได้ 5. สามารถบัดกรีประกอบวงจรการใช้งาน SCR ได้

1.3 ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

โดยบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง /ผล 5 มิติ / นโยบาย 3 D และ 11 ดี 11 เก่ง

รหัส 1011-1402 **วิชา**วัสดุกึ่งตัวนำ **หน่วยกิต** 2(1-3-3)

ระดับชั้น 2 **สาขาวิชา**ไฟฟ้ากำลัง

ชื่อหน่วยการสอน/ สมรรถนะรายวิชา	ทางสายกลาง										รวม(50)	ลำดับความสำคัญ
	3ห่วง			2 เงื่อนไข								
				ความรู้			คุณธรรม					
	พอประมาณ(5)	มีเหตุผล(5)	มีภูมิคุ้มกัน(5)	รอบรู้(5)	รอบคอบ(5)	ระมัดระวัง(5)	ซื่อสัตย์สุจริต(5)	ขยันอดทน(5)	มีสติปัญญา(5)	แบ่งปัน(5)		
1. สารกึ่งตัวนำและไดโอด	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	49	5
2. วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	49	5
3. วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	48	5
4. วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริจด์	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48	5
5. ซีเนอร์ไดโอด ไดโอดเปล่งแสงและตัวต้านทานไวแสง	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48	5
6. ทรานซิสเตอร์	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48	5
7. วงจรทรานซิสเตอร์	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	47	5
8. เทคนิคการไบอัสทรานซิสเตอร์และวงจรเร็กกูเลเตอร์	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
9. วงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
10. การอ่านคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการทำแผ่นวงจรพิมพ์	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	49	5
11. วงจรขยายแบบต่างๆ	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
12. ยูนิจังชั่นทรานซิสเตอร์ และวงจร Relaxation Oscillator	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
13. เจเฟต	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
14. มอสเฟต	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5

15. เอส ซี อาร์	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
รวม	67	75	60	75	53	75	75	66	75	75	708	5
ลำดับความสำคัญ	3	5	2	5	5	5	5	3	5	5	4	

หมวดที่ 2. จุดประสงค์และมาตรฐานรายวิชา

1.จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างการทำงานและลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อให้มีทักษะการอ่านสัญลักษณ์ การต่อ การวัดและทดสอบ วงจรอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อให้มีทักษะเกี่ยวกับการทำแผ่นลายวงจรพิมพ์ ประกอบ บัดกรีอุปกรณ์ แก้ไขจุดบกพร่องของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ
4. เพื่อให้มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบสะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ

2.มาตรฐานรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
2. ต่อวงจรและวัดค่าของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
3. ทดสอบและแก้ไขจุดบกพร่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร

3.คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างของสารกึ่งตัวนำชนิด P ชนิด N โครงสร้างหลักการทำงาน สัญลักษณ์ ลักษณะสมบัติทางไฟฟ้า การต่อ การวัดและทดสอบไดโอด ไทริสเตอร์ วงจรรวมตั้งเวลา รักษาแรงดันให้คงที่ และ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง วงจรเรียงกระแสด้วยไดโอด วงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ วงจรกำเนิดสัญญาณ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การทำแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบและบัดกรีอุปกรณ์ทดสอบและแก้ไข จุดบกพร่อง

หมวดที่ 3. ลักษณะและการดำเนินการ

1. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา			
บรรยาย 1 ชั่วโมง	สอนเสริม 3	การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/ การฝึกงาน 3	การศึกษาด้วยตนเอง 3 ชั่วโมง
2. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล 72 ชั่วโมง/สัปดาห์			

หมวดที่ 4. การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. คุณธรรม จริยธรรม

1.1 คุณธรรม จริยธรรม ที่ต้องพัฒนา

1. มีความขยันหมั่นเพียร ตั้งใจเรียน มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี
2. มีความซื่อสัตย์ พูดจาสุภาพ
3. ทำตนให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ไม่เห็นแก่ตัว ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. กล้าแสดงความคิดเห็น
5. มีน้ำใจกับเพื่อนร่วมห้อง และมีความสามัคคีในหมู่คณะ

1.2 วิธีการสอน

แจ้งเนื้อหา จุดประสงค์การเรียน และอภิปรายถึงเนื้อหา สาระการเรียนรู้ร่วมกับนักศึกษา ตามเนื้อหาการเรียนรู้หน่วยการเรียน ตกลงหลักเกณฑ์การวัดผล และการให้คะแนนในส่วนต่างๆ ร่วมกัน ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และเขียนรายงานสรุปผลการเรียนรู้

1.3 วิธีการประเมินผล

1. คะแนนคุณธรรมจริยธรรม
2. คะแนนระหว่างเรียน ได้แก่คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน คะแนนทดสอบย่อย และคะแนนการปฏิบัติงาน
3. คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์

บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

หลักความพอประมาณ

เตรียมความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์ สอดคล้องกับงานและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างคุ้มค่า ประหยัด

หลักความมีเหตุผล

ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง และสำเร็จภายในเวลาที่กำหนดอย่างมีเหตุผล

หลักการมีภูมิคุ้มกัน

ศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างภาคภูมิใจ และสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน

เงื่อนไขความรู้

ทฤษฎีและปฏิบัติให้มีทักษะในการคิดแก้ปัญหา ปฏิบัติจริง

เงื่อนไขคุณธรรม

มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่การงานของตนเอง สังคมส่วนร่วม และประเทศชาติ

2. ความรู้

1. ความรู้ที่ต้องได้รับ ได้แก่ การทำแบบฝึกหัด การปฏิบัติงานตามใบงาน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้

2. วิธีการสอน ได้แก่ อธิบายโครงสร้างเนื้อหา บทเรียน กิจกรรม งาน ภารกิจ สรุปสาระสำคัญของบทเรียน ตอบคำถามเพื่อการทบทวน นำเสนอผลงานจากแบบทดสอบและภารกิจการฝึกทักษะ

3. วิธีการประเมินผล ได้แก่ แบบฝึกหัดและการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ผลการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การมีส่วนร่วมในการซักถาม ตอบคำถาม การมีส่วนร่วมในการอภิปราย สังเกตจากการทำงานกลุ่ม การประเมินตนเอง และการเขียนรายงานตนเอง (Self-Report)

3. ทักษะทางปัญญา

1. ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา ได้แก่ การฝึกทบทวนเนื้อหาก่อนเรียนและหลังเรียน การค้นคว้าเพิ่มเติมจากสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้

2. วิธีการสอน ได้แก่ อธิบายโครงสร้างเนื้อหา บทเรียน กิจกรรม งาน ภารกิจ สรุปสาระสำคัญของบทเรียน ตอบคำถามเพื่อการทบทวน นำเสนอผลงานจากแบบทดสอบและภารกิจการฝึกทักษะ

3. วิธีการประเมินผล ได้แก่ แบบฝึกหัดและการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ผลการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การมีส่วนร่วมในการซักถาม ตอบคำถาม การมีส่วนร่วมในการอภิปราย สังเกตจากการทำงานกลุ่ม การประเมินตนเอง และการเขียนรายงานตนเอง (Self-Report)

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา ได้แก่ การมอบหมายงานในชั้นเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 3-5 คน ออกมาอภิปรายและสรุปผลงานร่วมกันหน้าชั้นเรียน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรม ประสบการณ์ ข่าวสารในท้องถิ่นจากสื่อต่างๆ ช่วยกันทำความสะอาดห้องเรียน

2. ได้แก่ อธิบายโครงสร้างเนื้อหา บทเรียน กิจกรรม งาน ภารกิจ สรุปสาระสำคัญของบทเรียน ตอบคำถามเพื่อการทบทวน นำเสนอผลงานจากแบบทดสอบและภารกิจการฝึกทักษะ

3. วิธีการประเมินผล ได้แก่ แบบฝึกหัดและการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ผลการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การมีส่วนร่วมในการซักถาม ตอบคำถาม การมีส่วนร่วมในการอภิปราย สังเกตจากการทำงานกลุ่ม การประเมินตนเอง และการเขียนรายงานตนเอง (Self-Report)

2. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ต้องพัฒนา สามารถคัดเลือกแหล่งข้อมูล

1. สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือประกอบการเรียนการสอน Power Point แบบฟอร์มการแนะนำตนเองของนักศึกษา แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. สื่อโสตทัศน์ ได้แก่ เครื่องโปรเจคเตอร์ เครื่องขยายเสียง ไมโครโฟน ลำโพง สื่อคอมพิวเตอร์นำเสนอโดยโปรแกรม Power Point

3. สื่อของจริง ได้แก่ ไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เฟต ไอซีออปแอมป์ ไอซีเวลา ไอซีกำเนิดสัญญาณ ไอซีรักษาแรงดัน SCR ไตรแอก ไดแอก UJT , SCS , GTO โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ LASCR , LDR เทอร์มิเตอร์

4. แหล่งการเรียนรู้ ได้แก่ ห้องสมุดคณะฯ ศูนย์วิทยบริการ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยศึกษาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ศูนย์หนังสือ ห้องสมุดประชาชน บุคลากรในท้องถิ่น ผู้ประกอบการ สถานประกอบการ สื่อและสิ่งพิมพ์ประเภทต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ศูนย์ฝึกอบรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กรมประชาสัมพันธ์ ครูผู้สอน CAI VCD E-Learning และเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น

2.2 วิธีการสอน ได้แก่ อธิบายโครงสร้างเนื้อหา บทเรียน กิจกรรม งาน ภารกิจ สรุปสาระสำคัญของบทเรียน ตอบคำถามเพื่อการทบทวน นำเสนอผลงานจากแบบทดสอบและภารกิจการฝึกทักษะ

2.3 วิธีการประเมินผล ได้แก่ แบบฝึกหัดและการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ผลการปฏิบัติงาน การมีส่วนร่วมในกิจกรรม การมีส่วนร่วมในการซักถาม ตอบคำถาม การมีส่วนร่วมในการอภิปราย สังเกตจากการทำงานกลุ่ม การประเมินตนเอง และการเขียนรายงานตนเอง (Self-Report)

หมวดที่ 5. แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการประเมินผล

5.1 แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ					
สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	หมายเหตุ
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1	1. วัตถุต่างๆรอบตัว 2. โครงสร้างอะตอม 3. วงโคจรของอิเล็กตรอน 4. จำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละวงโคจร 5. ตัวนำ กึ่งตัวนำ และฉนวน	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
2	1. การพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ 2. สารกึ่งตัวนำ 3. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 4. สารกึ่งตัวนำผสม 5. สารกึ่งตัวนำชนิด P 6. สารกึ่งตัวนำชนิด N 7. คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
3	1. สัญลักษณ์และโครงสร้างของไดโอด	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้	

	2. การจ่ายไบอัสตรงและไบอัสกลับ 3. กราฟคุณสมบัติของไดโอด 4. วงจรแปลงไฟสลับเป็นไฟตรง 5. วงจรทวีแรงดัน 6. วงจรตัดสัญญาณและยกระดับสัญญาณ 7. ซีเนอร์ไดโอด 8. กราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด 9. วงจรทำงานของซีเนอร์ไดโอด			3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
4	1. สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ 2. การไบอัสและการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ 3. ดีพลีชันริจินตรงรอยต่อของทรานซิสเตอร์ 4. การนำกระแสของ PNP และ NPN ทรานซิสเตอร์	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
5	1. ฟิลด์เอฟเฟคทรานซิสเตอร์ 2. เจเฟตชนิดเอ็นแชลแนล 3. เจเฟตชนิดพีแชลแนล 4. ดีพลีชันมอสเฟตชนิดเอ็นแชลแนล	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน	

	5. ดีพลีชันมอสเฟตชนิดพีแชลแนล 6. เอนฮานซ์เมนมอสเฟตชนิดเอ็นแชลแนล 7. เอนฮานซ์เมนมอสเฟตชนิดเอ็นแชลแนล			7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
6	1. อินติเกรตเต็ด เซอร์กิต 2. รูปร่างและโครงสร้างของไอซีออปแอมป์ 3. ลักษณะและสัญลักษณ์ของออปแอมป์ 4. คุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติ 5. อัตราขยายแรงดันแบบลูปเปิดและปิด 6. วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส 7. วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
7	1. ไอซีตั้งเวลา 2. วงจรตั้งเวลาใช้ไอซี 555 3. วงจรกำเนิดสัญญาณใช้ไอซี 555 4. ไอซีตั้งเวลา 556 5. ไอซีรักษาแรงดัน 6. ไอซีรักษาแรงดันสามขา 7. ไอซีรักษาแรงดันชนิดปรับค่าแรงดันได้	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	

8	1. อุปกรณ์ไทริสเตอร์ 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR 3. วงจรสมมูลของ SCR 4. การทำงานและการจ่ายแรงดันให้ SCR 5. การทำให้ SCR หยุดนำกระแส 6. การนำ SCR ไปใช้งานในวงจรแรงดันไฟสลับ 7. การใช้ SCR ควบคุมเฟสการเรียงกระแส	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
9-10	1. อุปกรณ์ใช้งานกับแรงดันไฟสลับ 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของไตรแอก 3. การทำงานและการจ่ายแรงดันให้ไตรแอก 4. การทำให้ไตรแอกหยุดนำกระแส 5. ไดแอก 6. การจ่ายแรงดันและการทำงานของไดแอก	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย 11. ทดสอบเก็บคะแนนกลางภาค	
11-12	1. UJT 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ UJT 3. การจ่ายไบอัสให้ UJT 4. กราฟคุณสมบัติของ UJT	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง	

	5. วงจรกำเนิดความถี่แบบรีแลกเซชัน 6. วงจรทำงานของ UJT ร่วมกับ SCR			6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
13-14	1. SCS 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCS 3. การทำงานและการจ่ายแรงดันให้ SCS 4. การควบคุมให้ SCS หยุดนำกระแส 5. วงจรใช้งาน SCS 6. GTO 7. โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ GTO 8. การทำงานและการหยุดทำงานของ GTO 9. วงจรกำเนิดสัญญาณฟันเลื่อยใช้ GTO	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
15-16	1. แสง 2. โฟโตไดโอด 3. โฟโตทรานซิสเตอร์ 4. โฟโตดาร์ลิงตัน 5. SCR ทำงานด้วยแสง 6. วงจรสมมูลและการทำงานของ LASCR 7. เลเซอร์ไดโอด 8. อุปกรณ์แยกกันทางแสง	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล	

				9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
17-18	1. การพัฒนาด้านอิเล็กทรอนิกส์ 2. LDR 3. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตามแสง 4. วงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ใช้ LDR 5. มิเตอร์วัดแสงใช้ LDR 6. เทอร์มิเตอร์ 7. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในตัวเทอร์มิเตอร์ 8. การประยุกต์ใช้งานเทอร์มิเตอร์	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย 11. ทดสอบเก็บคะแนนปลายภาค	

5.2 แผนการประเมินผลการเรียนรู้		
วิธีการประเมินผลนักศึกษา	**สัปดาห์ที่ประเมิน**	**สัดส่วนของการ ประเมินผล**
คุณธรรม จริยธรรม (กิริยามารยาท การเข้าชั้นเรียน และการแต่งกาย) งานที่มอบหมาย (แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ใบงานการทดลอง แบบทดสอบย่อย Pretest -Posttest)	1-18 1-18	20 % 40 %
แบบทดสอบกลางภาค	9	20 %
แบบทดสอบปลายภาค	18	20 %

หมวดที่ 6. ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

6.1 หนังสือ และเอกสารประกอบการสอนหลัก

พุทธรักษ์ แสงกิ่ง และไชยศ บุญคง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2558.

6.2 หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิง ที่สำคัญ

ชิงชัย ศรีสุรัตน์ และวีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2546.

พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2557.

พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2541.

พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. ทฤษฎี**อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2541.

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว. **เลเซอร์เอนจิเนียริ่ง.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

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

อุดมศักดิ์ ยังยืน. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี, 2528.