



**แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ  
ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**

**รหัส 1030-4114 วิชาวัสดุกึ่งตัวนำ  
(Semiconductor Material)**

**หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ  
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม**

**จัดทำโดย  
อาจารย์ คจรศักดิ์ สิงห์นัต  
สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง**

**คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยนครพนม**

## คำนำ

วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า รหัสวิชา 1030-4114 จำนวน 2 หน่วยกิต 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2558 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ จัดอยู่ในหมวดวิชาเลือก วิชาชีพสาขางาน ผู้จัดทำ ได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น 13 หน่วยการเรียนรู้ ได้จัดแผนการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้น สมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ และส่วน ที่เป็นทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอน ตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็น สถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน ฝึกความใจกว้าง (Grouping) มุ่ง สร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิต ที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใดเป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกันเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของ ประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการ วิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ

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

จรัสศักดิ์ สิงห์ตันต์  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยนครพนม

## รายละเอียดของรายวิชา

สาขาวิชา/คณะ

สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

### หมวดที่ 1. ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

<b>1.รหัสและชื่อรายวิชา</b> 1030-4114                      วิชาวัสดุกึ่งตัวนำ
<b>2.จำนวนหน่วยกิต</b> 2 หน่วยกิต
<b>3.หลักสูตร และประเภทของรายวิชา</b> <b>3.1 หลักสูตร</b> ประกาศนียบัตรวิชาชีพ <b>3.2 ประเภทของรายวิชา</b> ช่างอุตสาหกรรม
<b>4.อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา</b> อาจารย์ คจรศักดิ์    สิงห์ตันต์
<b>5.ภาคการศึกษา ชั้นปีที่เรียน</b> ภาคการศึกษาที่ 2    ระดับชั้นปีที่ 3
<b>6.รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (pre-requisite)</b> วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
<b>7.รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน</b> วิชาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 2
<b>8.สถานที่เรียน</b> ห้อง 5205 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง
<b>9.วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา ครั้งล่าสุด</b> -

### 1.1 ตารางวิเคราะห์รายวิชา

รหัสวิชา 1030-4114 วิชาวัสดุกึ่งตัวนำ จำนวน 2 หน่วยกิต

ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ชื่อหน่วยการสอน/การเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้	ด้านพุทธิพิสัย						ด้านทักษะพิสัย(5)	ด้านจิตพิสัย(5)	รวม(40)	ลำดับความสำคัญ	จำนวนชั่วโมง
	ความรู้ (5)	ความเข้าใจ(5)	นำไปใช้(5)	วิเคราะห์(5)	สังเคราะห์(5)	ประเมินค่า(5)					
การป้องกันอุบัติเหตุเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทางไฟฟ้า	5	5	5	4	4	4	5	5	37	5	10
ชนิดและการใช้งานของสายไฟฟ้า	5	5	5	4	5	4	5	5	38	5	10
อุปกรณ์และเครื่องมือ	4	5	5	4	4	4	5	5	36	5	10
การต่อสายไฟฟ้าแบบต่างๆ	5	5	5	5	5	4	5	5	39	5	5
วิธีการเดินสายไฟฟ้าในอาคาร	5	5	5	5	5	5	5	5	40	5	15
อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า	5	5	5	5	5	5	5	5	40	5	5
ตู้สวิตช์บอร์ดและอุปกรณ์ประกอบ	5	5	5	5	5	5	5	5	40	5	5
ระบบป้องกันสัญญาณเตือนภัยเบื้องต้น	4	5	4	4	4	4	5	5	35	4	5
การติดตั้งไฟฟ้าในพื้นที่อันตราย	4	5	4	4	4	4	5	5	35	4	5
การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า	5	5	5	5	5	5	5	5	40	5	20
<b>รวมคะแนน</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>380</b>	<b>48</b>	<b>90</b>
<b>ลำดับความสำคัญ</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

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

## 1.2 ตารางวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้

รหัสวิชา 1030-4114 ชื่อวิชาวัสดุกึ่งตัวนำ

จำนวนหน่วยกิต 2 หน่วยกิต จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ 4 ชั่วโมง รวม 72 ชั่วโมงต่อภาคเรียน

หน่วยการสอน	สมรรถนะการเรียนรู้
หน่วยการสอนที่ 1 โครงสร้างอะตอม	<ol style="list-style-type: none"><li>1. บอกสาระสำคัญประจำหน่วยได้</li><li>2. อธิบายโครงสร้างของอะตอมและส่วนประกอบภายในได้</li><li>3. บอกลักษณะวงโคจรของอิเล็กตรอนในแต่ละวงได้</li><li>4. แสดงวิธีคำนวณหาจำนวนอิเล็กตรอนแต่ละวงโคจรได้</li><li>5. บอกชื่อและชนิดของธาตุต่างๆได้</li><li>6. อธิบายคุณสมบัติของตัวนำ กึ่งนำ และฉนวนได้</li></ol>
หน่วยการสอนที่ 2 สารกึ่งตัวนำ	<ol style="list-style-type: none"><li>1. บอกสาระสำคัญประจำหน่วยได้</li><li>2. อธิบายโครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำชนิดต่างๆได้</li><li>3. อธิบายลักษณะการจับตัวกันของสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ได้</li><li>4. อธิบายลักษณะการจับตัวกันของสารกึ่งตัวนำชนิดพีได้</li><li>5. อธิบายลักษณะการจับตัวกันของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นได้</li><li>6. บอกลักษณะที่แตกต่างกันของสารกึ่งตัวนำชนิด พี และชนิด เอ็น ได้</li><li>7. บอกคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด พี และชนิด เอ็น ได้</li></ol>
หน่วยการสอนที่ 3 ไดโอดและซีเนอร์ไดโอด	<ol style="list-style-type: none"><li>1. บอกโครงสร้างและบอกตำแหน่งขาของไดโอดได้</li><li>2. อธิบายการเกิดดีพลีชันรีจันตรงรอยต่อ พี-เอ็น ได้</li></ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. อธิบายการทำงานของไดโอดในการจ่ายไบอัสตรงและไบอัสกลับ ได้</li> <li>4. เขียนกราฟคุณสมบัติของไดโอดได้</li> <li>5. อธิบายการนำไดโอดไปใช้แปลงไฟสลับเป็นไฟตรงได้</li> <li>6. เขียนวงจรทวิแรงดันได้</li> <li>7. เขียนวงจรตัดสัญญาณและยกระดับสัญญาณได้</li> <li>8. อธิบายกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดได้</li> <li>9. อธิบายการทำงานของซีเนอร์ไดโอดในช่วงไบอัสกลับได้</li> <li>10. เขียนวงจรการต่อซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานได้</li> </ol>
<p>หน่วยการสอนที่ 4 ทรานซิสเตอร์</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกข้อดีของทรานซิสเตอร์เทียบกับหลอดสุญญากาศได้</li> <li>2. บอกชนิดของทรานซิสเตอร์จากโครงสร้างได้</li> <li>3. บอกชนิดของทรานซิสเตอร์จากสัญลักษณ์ได้</li> <li>4. เขียนสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ได้ถูกต้อง</li> <li>5. บอกวิธีการจ่ายแรงดันไบอัสที่ถูกต้องให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้</li> <li>6. อธิบายการทำงานนำกระแสของทรานซิสเตอร์ได้</li> </ol>
<p>หน่วยการสอนที่ 5 เฟด</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกคุณสมบัติที่ดีของเฟดเป็นข้อๆ ได้</li> <li>2. บอกประเภทต่างๆ ของเฟดได้</li> <li>3. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของเฟดแบบต่างๆ ได้</li> <li>4. อธิบายการทำงานของเจฟตชนิดเอ็นแชลแนลและพีแชลแนลได้</li> <li>5. อธิบายการทำงานของดีฟลิชันมอสเฟตชนิดเอ็นแชลแนลและพีแชลแนลได้</li> <li>6. อธิบายการทำงานของเอนฮานซ์เมนต์มอสเฟตชนิดเอ็นแชลแนลและพีแชลแนลได้</li> </ol>

<p>หน่วยการสอนที่ 6</p> <p>ไอซีออปแอมป์</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกข้อดีของไอซีเป็นข้อๆได้</li> <li>2. บอกลักษณะและโครงสร้างของไอซีออปแอมป์ได้</li> <li>3. อธิบายความแตกต่างของขาอินเวอร์ติงและนอนอินเวอร์ติงได้</li> <li>4. เขียนสัญลักษณ์ของวงจรออปแอมป์ได้</li> <li>5. อธิบายวิธีการจ่ายแรงดันเข้าวงจรออปแอมป์ได้</li> <li>6. บอกคุณสมบัติทางอุดมคติของออปแอมป์ได้</li> <li>7. บอกความแตกต่างกันของวงจรรขยายลูปเปิดกับวงจรรขยายลูปปิดได้</li> <li>8. เขียนวงจรรขยายสัญญาณแบบกลับเฟสได้</li> <li>9. เขียนวงจรรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟสได้</li> </ol>
<p>หน่วยการสอนที่ 7</p> <p>ไอซีเวลา ไอซีกำเนิดสัญญาณ และไอซีรักษาแรงดัน</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บอกรูปร่างและขาต่อใช้งานของ IC 555 ได้</li> <li>2. เขียนวงจรตั้งเวลาใช้ IC 555 ได้</li> <li>3. เขียนวงจรถูกกำเนิดสัญญาณใช้ IC 555 ได้</li> <li>4. บอกขาต่อใช้งานของ IC 555 ได้</li> <li>5. บอกคุณสมบัติของ ไอซีรักษาแรงดันได้</li> <li>6. เขียนโครงสร้างและขาต่อใช้งานของไอซีรักษาแรงดันสามขาได้</li> <li>7. บอกเบอร์และวงจรทำงานของไอซีรักษาแรงดันสามขาได้</li> <li>8. เขียนวงจร ไอซีรักษาแรงดันชนิดปรับค่าแรงดันได้</li> </ol>
<p>หน่วยการสอนที่ 8</p> <p>ซิลิคอน ไตรอเล็คติไฟเออร์ (SCR)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR ได้</li> <li>2. เขียนวงจรสมมูลของ SCR ได้</li> <li>3. อธิบายการจ่ายไบอัสให้ตัว SCR ได้</li> <li>4. อธิบายการทำงานในสถานะไม่นำกระแสและนำกระแสของ SCR ได้</li> <li>5. บอกวิธีการควบคุมให้ SCR ที่นำกระแสแล้วหยุดนำกระแสได้</li> <li>6. เขียนกราฟคุณสมบัติของ SCR ได้</li> </ol>

	<p>7. อธิบายการทำงานของ SCR ในวงจรจ่ายแรงดันไฟสลับได้</p> <p>8. บอกหลักการควบคุมเฟสการเรียงกระแสของ SCR ได้</p>
<p>หน่วยการสอนที่ 9 ไทรแอกและไดแอก</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ ไทรแอกได้</li> <li>2. เขียนวงจรสมมูลของ ไทรแอกได้</li> <li>3. อธิบายการจ่ายไบอัสให้ตัว ไทรแอกได้</li> <li>4. อธิบายการทำงานในสถานะไม่นำกระแสและนำกระแสของ ไทรแอกได้</li> <li>5. บอกวิธีการควบคุมให้ ไทรแอกที่นำกระแสแล้วหยุดนำกระแสได้</li> <li>6. เขียนกราฟคุณสมบัติของ ไทรแอกได้</li> <li>7. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ ไดแอกได้</li> <li>8. เขียนวงจรสมมูลของ ไดแอกได้</li> <li>9. อธิบายการจ่ายแรงดันและการทำงานของ ไดแอกได้</li> <li>10. เขียนกราฟคุณสมบัติของ ไดแอกได้</li> </ol>
<p>หน่วยการสอนที่ 10 ยูนิจันชัน ทรานซิสเตอร์ (UJT)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ UJT ได้</li> <li>2. เขียนวงจรเทียบเท่าของ UJT ได้</li> <li>3. อธิบายการจ่ายไบอัสให้ UJT ได้</li> <li>4. อธิบายการทำงานของวงจร UJT ได้</li> <li>5. เขียนกราฟคุณสมบัติของ UJT ได้</li> <li>6. อ่านตารางข้อมูลของ UJT ได้</li> <li>7. บอกรายละเอียดและคุณสมบัติต่างๆ ของ UJT ได้</li> <li>8. เขียนวงจรและอธิบายการทำงานของวงจรกำเนิดความถี่แบบรีแลกเซชันได้</li> <li>9. เขียนสมการหาค่าเวลาและความถี่ของวงจรกำเนิดความถี่แบบรีแลกเซชันได้</li> <li>10. เขียนวงจรและอธิบายการทำงานของวงจรทำงานของ UJT ร่วมกับ SCR ได้</li> </ol>



<p><b>หน่วยการสอนที่ 11</b>          ซิลิคอนไดออกไซด์ (SCR) และเกตเทิร์นออฟ          สวิตช์ (GTO)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR ได้</li> <li>2. เขียนวงจรสมมูลของ SCR ได้</li> <li>3. อธิบายการจ่ายไบอัสให้ตัว SCR ได้</li> <li>4. อธิบายการทำงานของ SCR ได้</li> <li>5. เขียนวงจรควบคุมให้ SCR หยุดนำกระแสได้</li> <li>6. เขียนวงจรและอธิบายการทำงานของวงจรแจ้งเหตุ ใช้ SCR ได้</li> <li>7. เขียนวงจรและอธิบายการทำงานของวงจรถัก สัญญาณพัลส์ใช้ SCR ได้</li> <li>8. เขียนวงจรและอธิบายการทำงานของวงจรถูก ใช้ SCR ได้</li> <li>9. บอกประโยชน์ของ GTO ในการนำไปใช้งานได้</li> <li>10. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ GTO ได้</li> <li>11. อธิบายการทำงานและการหยุดทำงานของ GTO ได้</li> <li>12. บอกวิธีการควบคุมให้ GTO ที่นำกระแสแล้วหยุด นำกระแสได้</li> <li>13. อ่านตารางข้อมูลของ GTO ได้</li> <li>14. บอกคุณสมบัติและรายละเอียดต่างๆของ GTO ได้</li> <li>15. อธิบายการทำงานของวงจรถักสัญญาณพิน เดี่ยวใช้ GTO ได้</li> </ol>
<p><b>หน่วยการสอนที่ 12</b>          อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. อธิบายลักษณะของคลื่นแสงและการตอบสนองต่อ ความยาวคลื่นแสงได้</li> <li>2. อธิบายลักษณะและการทำงานของโฟโตไดโอดได้</li> <li>3. บอกโครงสร้างและเขียนสัญลักษณ์ของ โฟโตทรานซิสเตอร์ได้</li> <li>4. อธิบายการจ่ายไบอัสให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน ได้</li> <li>5. บอกลักษณะของโฟโตคาร์ลิงตันได้</li> <li>6. บอกโครงสร้างและสัญลักษณ์ของ SCR ทำงานด้วย แสงได้</li> <li>7. อธิบายการทำงานของ SCR ทำงานด้วยแสงได้</li> </ol>

	<p>8. เขียนวงจรเทียบเท่าและวงจรจ่ายไบอัสให้ LASCR ได้</p> <p>9. อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของ เลเซอร์ไดโอดได้</p> <p>10. อธิบายโครงสร้างและหลักการทำงานของอุปกรณ์ แยกกันทางแสงแบบต่างๆ</p>
<p><b>หน่วยการสอนที่ 13</b>          อุปกรณ์เปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสงและความร้อน</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของตัวต้านทาน เปลี่ยนค่าตามแสง (LDR) ได้</li> <li>2. บอกชนิดของสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ในการผลิต LDR ได้</li> <li>3. อธิบายคุณสมบัติของ LDR ที่มีผลต่อแสงมาตกกระทบได้</li> <li>4. อธิบายการทำงานของวงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ใช้ LDR ได้</li> <li>5. อธิบายการทำงานของวงจรมิเตอร์วัดแสงใช้ LDR ได้</li> <li>6. บอกลักษณะและชนิดของสารใช้ผลิตมิเตอร์ได้</li> <li>7. อธิบายคุณสมบัติของเทอร์มิเตอร์แบบ NTC และแบบ PTC ได้</li> <li>8. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานและอุณหภูมิของเทอร์มิเตอร์ได้</li> <li>9. อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในตัวเทอร์มิเตอร์ได้</li> <li>10. บอกการประยุกต์ใช้งานเทอร์มิเตอร์ได้</li> </ol>

### 1.3 ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา

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

รหัส 1030-4114 วิชาวัสดุกึ่งตัวนำ หน่วยกิต 2(2-2-5)

ระดับชั้น 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง

ชื่อหน่วยการสอน/ สมรรถนะรายวิชา	ทางสายกลาง										รวม(50)	ลำดับความสำคัญ
	3 ท่วง			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. โครงสร้างอะตอม	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	49	5
2. สารกึ่งตัวนำ	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	49	5
3. ไดโอดและซีเนอร์ไดโอด	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	48	5
4. ทรานซิสเตอร์	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48	5
5. เฟต	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48	5
6. ไอซีออปแอมป์	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	48	5
7. ไอซีเวลา ไอซีกำเนิดสัญญาณ และ ไอซีรักษาแรงดัน	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	47	5
8. ซีลิกอนคอนโทรลเรกติไฟเออร์ (SCR)	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
9. ไตรแอก และ ไดแอก	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
10. ยูนิจังก์ชัน ทรานซิสเตอร์ (UJT)	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	49	5
11. ซีลิกอลคอนโทรลสวิตช์ (SCS) และ เกตเทิร์นออฟสวิตช์ (GTO)	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
12. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางแสง	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
13. อุปกรณ์เปลี่ยนค่าความต้านทานตามแสงและความร้อน	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	46	5
<b>รวม</b>	<b>59</b>	<b>65</b>	<b>52</b>	<b>65</b>	<b>59</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>56</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>606</b>	<b>5</b>
<b>ลำดับความสำคัญ</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	

## หมวดที่ 2. จุดประสงค์และมาตรฐานรายวิชา

### 1.จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์
2. เพื่อให้มีทักษะในการประกอบ วัด ทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
3. เพื่อให้มีทัศนคติในการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมและปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบและปลอดภัย

### 2.มาตรฐานรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ
2. วัดและทดสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

### 3.คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้างของอะตอมสารกึ่งตัวนำชนิดพี ชนิดเอ็น และรอยต่อ พี-เอ็น โครงสร้าง สัญลักษณ์ คุณลักษณะทางไฟฟ้าและการให้ไบอัสไดโอด ซีเนอร์ไดโอด ทานซิสเตอร์ เฟต และ อุปกรณ์ไทรสเตอร์ การทำงานของวงจรคอมมอนแบบต่างๆ ของทรานซิสเตอร์และเฟต วงจรขยายคลาส A , B , AB , และ D การคัปปลิง วงจรขยายแบบคาสเคด ดาร์ลิ่งตัน วงจรคอมพลิเมตารี การใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในวงจรขยายสัญญาณ วงจรเพาเวอร์ซัพพลาย วงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรอื่นๆ การอ่าน คู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การแปลความหมายของคุณลักษณะทางไฟฟ้า

### หมวดที่ 3. ลักษณะและการดำเนินการ

1. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา			
บรรยาย 2 ชั่วโมง	สอนเสริม 5	การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/ การฝึกงาน 2	การศึกษาด้วยตนเอง 5 ชั่วโมง
2. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล 72 ชั่วโมง/สัปดาห์			

### หมวดที่ 4. การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. คุณธรรม จริยธรรม
<p><b>1.1 คุณธรรม จริยธรรม ที่ต้องพัฒนา</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. มีความขยันหมั่นเพียร ตั้งใจเรียน มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี</li> <li>2. มีความซื่อสัตย์ พุดจาสุภาพ</li> <li>3. ทำตนให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ไม่เห็นแก่ตัว ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น</li> <li>4. กล้าแสดงความคิดเห็น</li> <li>5. มีน้ำใจกับเพื่อนร่วมห้อง และมีความสามัคคีในหมู่คณะ</li> </ol>
<p><b>1.2 วิธีการสอน</b></p> <p>แจ้งเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และอภิปรายถึงเนื้อหา สาระการเรียนรู้ร่วมกับนักศึกษา ตามเนื้อหา การเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ ตกลงหลักเกณฑ์การวัดผล และการให้คะแนนในส่วนต่างๆ ร่วมกัน ให้นักศึกษา ทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และเขียนรายงานสรุปผลการเรียนรู้</p>
<p><b>1.3 วิธีการประเมินผล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. คะแนนคุณธรรมจริยธรรม</li> <li>2. คะแนนระหว่างเรียน ได้แก่คะแนนทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน คะแนนทดสอบย่อย และคะแนน การปฏิบัติงาน</li> <li>3. คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์</li> </ol>

## บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

### หลักความพอประมาณ

เตรียมความพร้อมด้านวัสดุ อุปกรณ์ สอดคล้องกับงานและใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างคุ้มค่า ประหยัด

### หลักความมีเหตุผล

ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง และสำเร็จภายในเวลาที่กำหนดอย่างมีเหตุผล

### หลักการมีภูมิคุ้มกัน

ศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างภาคภูมิใจ และสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน

### เงื่อนไขความรู้

ทฤษฎีและปฏิบัติให้มีทักษะในการคิดแก้ปัญหา ปฏิบัติจริง

### เงื่อนไขคุณธรรม

มีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ทำงานของตนเอง 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 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ศิลปวัฒนธรรม ประสพการณ์ ข่าวสารในท้องถิ่นจากสื่อต่างๆ ช่วยกันทำความสะอาดห้องเรียน

2. ได้แก่ อธิบายโครงสร้างเนื้อหา บทเรียน กิจกรรม งาน ภารกิจ สรุปสาระสำคัญของบทเรียน ตอบคำถามเพื่อการทบทวน นำเสนอผลงานจากแบบทดสอบและภารกิจการฝึกทักษะ

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

#### 2. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ต้องพัฒนาสามารถคัดเลือกแหล่งข้อมูล

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

2. สื่อโสตทัศนฯ ได้แก่ เครื่องโปรเจกเตอร์ 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 สืบเนื่องจากการทำงานกลุ่ม การประเมินตนเอง และการเขียนรายงานตนเอง (Self-Report)

หมวดที่ 5. แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการประเมินผล

5.1 แผนจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ					
ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อที่ใช้	หมายเหตุ
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
1	1. วัตถุประสงค์รอบตัว 2. โครงสร้างอะตอม 3. วงโคจรของอิเล็กตรอน 4. จำนวนอิเล็กตรอนในแต่ละวงโคจร 5. ตัวนำ กึ่งตัวนำ และฉนวน	2	2	1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักเรียนทำทดสอบย่อย	
2	1. การพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ 2. สารกึ่งตัวนำ 3. สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์ 4. สารกึ่งตัวนำผสม 5. สารกึ่งตัวนำชนิด P 6. สารกึ่งตัวนำชนิด N 7. คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N	2	2	1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักเรียนปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักเรียนทำทดสอบย่อย	



3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สัญลักษณ์และโครงสร้างของไดโอด</li> <li>2. การจ่ายไบอัสตรงและไบอัสกลับ</li> <li>3. กราฟคุณสมบัติของไดโอด</li> <li>4. วงจรแปลงไฟสลับเป็นไฟตรง</li> <li>5. วงจรทวิแรงดัน</li> <li>6. วงจรตัดสัญญาณและยกระดับสัญญาณ</li> <li>7. ซีเนอร์ไดโอด</li> <li>8. กราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด</li> <li>9. วงจรทำงานของซีเนอร์ไดโอด</li> </ol>	2	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน</li> <li>2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้</li> <li>3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้</li> <li>4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน</li> <li>5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง</li> <li>6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน</li> <li>7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ</li> <li>8. ครูทำการประเมินผล</li> <li>9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน</li> <li>10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย</li> </ol>	
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์</li> <li>2. การไบอัสและการนำกระแสของทรานซิสเตอร์</li> <li>3. ดีพลีชันรีจันตรงรอยต่อของทรานซิสเตอร์</li> <li>4. การนำกระแสของ PNP และ NPN ทรานซิสเตอร์</li> </ol>	2	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน</li> <li>2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้</li> <li>3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้</li> <li>4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน</li> <li>5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง</li> <li>6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน</li> <li>7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหาอุปสรรค/ข้อเสนอแนะ</li> <li>8. ครูทำการประเมินผล</li> <li>9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน</li> <li>10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย</li> </ol>	
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ฟิรต์ออฟเฟคทรานซิสเตอร์</li> <li>2. เจเฟตชนิดเอ็นแชลแนล</li> <li>3. เจเฟตชนิดพีแชลแนล</li> </ol>	2	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน</li> <li>2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้</li> <li>3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้</li> <li>4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน</li> </ol>	

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

				9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
8	1. อุปกรณ์ไทรสเตอร์ 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ ของ SCR 3. วงจรสมมูลของ SCR 4. การทำงานและการจ่าย แรงดันให้ SCR 5. การทำให้ SCR หยุด นำกระแส 6. การนำ SCR ไปใช้งานใน วงจรแรงดันไฟสลับ 7. การใช้ SCR ควบคุมเฟส การเรียงกระแส	2	2	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครอบบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครอบบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหา อุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
9-10	1. อุปกรณ์ใช้งานกับ แรงดันไฟสลับ 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ ของไทรแอก 3. การทำงานและการจ่าย แรงดันให้ไทรแอก 4. การทำให้ไทรแอกหยุด นำกระแส 5. ไซด์แอก 6. การจ่ายแรงดันและการ ทำงานของไทรแอก	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครอบบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครอบบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหา อุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย 11. ทดสอบเก็บคะแนนกลางภาค	
11-12	1. UJT 2. โครงสร้างและสัญลักษณ์ ของ UJT	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครอบบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครอบบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้	

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

	7. เลเซอร์ไดโอด 8. อุปกรณ์แยกกันทางแสง			อุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย	
17-18	1. การพัฒนาได้น อิเล็กทรอนิกส์ 2. LDR 3. ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าตาม แสง 4. วงจรควบคุมแรงดันให้คงที่ ใช้ LDR 5. มิเตอร์วัดแสงใช้ LDR 6. เทอร์มิเตอร์ 7. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิใน ตัวเทอร์มิเตอร์ 8. การประยุกต์ใช้งานเทอร์ มิเตอร์	4	4	1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ครูบรรยายเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3. ครูบรรยายเนื้อหาจากใบความรู้ 4. ครูอธิบายขั้นตอนการทำใบงาน 5. ครูสาธิต/ปฏิบัติจริง 6. นักศึกษาปฏิบัติตามใบงาน 7. ครูและนักศึกษาร่วมกันสรุป/ปัญหา อุปสรรค/ข้อเสนอแนะ 8. ครูทำการประเมินผล 9. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน 10. นักศึกษาทำทดสอบย่อย 11. ทดสอบเก็บคะแนนปลายภาค	

5.2 แผนการประเมินผลการเรียนรู้		
วิธีการประเมินผลนักศึกษา	สัปดาห์ที่ ประเมิน	สัดส่วนของ การ ประเมินผล
คุณธรรม จริยธรรม (กิจยามารยาท การเข้าชั้นเรียน และการแต่งกาย)	1-18	20 %
งานที่มอบหมาย (แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ใบงานการทดลอง แบบทดสอบย่อย Pretest -Posttest)	1-18	50 %
แบบทดสอบกลางภาค	9	15 %
แบบทดสอบปลายภาค	18	15 %

## หมวดที่ 6. ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### 6.1 หนังสือ และเอกสารประกอบการสอนหลัก

ชิงชัย ศรีสุรัตน์ และวีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพฯ. กรุงเทพฯ, 2546.

### 6.2 หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิง ที่สำคัญ

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

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

พันศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 2**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2541.

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

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