

แผนการสอน	หน่วยที่ 4
วิชา : การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง	สอนครั้งที่ 10-12
ชื่อหน่วย : วงจรพีความถี่	รวม 9 ชั่วโมง
ชื่อเรื่อง : วงจรพีความถี่	จำนวน 9 ชั่วโมง
<p><b>สาระการเรียนรู้</b></p> <p>4.1 วงจรพีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ไดโอด</p> <p>4.1.1 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับของวงจรพีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ไดโอด</p> <p>4.1.1.1 การประมาณค่า <math>I_{D1}</math> และ <math>I_{D2}</math></p> <p>4.1.1.2 การประมาณค่า <math>F_{R(L43)}</math></p> <p>4.1.1.3 การประมาณค่า <math>B_{W(L43)}</math></p> <p>4.1.1.4 การประมาณค่า <math>V_o</math></p> <p>4.1.2 การออกแบบวงจรพีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ไดโอด</p> <p>4.1.2.1 การประมาณค่า <math>C_{CM}</math></p> <p>4.1.2.2 การประมาณค่า <math>I_{D1}</math> และ <math>I_{D2}</math></p> <p>4.1.2.3 การเลือกใช้ <math>T_3</math></p> <p>4.1.2.4 การประมาณค่า <math>V_{o(0-\pi)}</math> และ <math>V_{o(\pi-2\pi)}</math></p> <p>4.1.2.5 การประมาณค่า <math>R_1</math> และ <math>R_2</math></p> <p>4.2 วงจรพีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ทรานซิสเตอร์และไดโอด</p> <p>4.2.1 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง</p> <p>4.2.2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับความถี่กลางช่วง <math>(0-\pi)</math></p> <p>4.2.3 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับความถี่กลางช่วง <math>(\pi-2\pi)</math></p> <p>4.2.4 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ตัดด้านต่ำ</p> <p>4.2.5 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ตัดด้านสูง</p> <p>4.2.6 การปรับแต่ง <math>V_{o(0-\pi)}</math> และ <math>V_{o(\pi-2\pi)}</math> ให้เท่ากัน</p> <p>4.2.7 การออกแบบวงจรพีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ทรานซิสเตอร์และไดโอด</p> <p>4.2.7.1 การกำหนดค่า <math>I_C</math></p> <p>4.2.7.2 การประมาณค่า <math>R_C, R_E, R_{B1}</math> และ <math>R_{B2}</math></p>	

- 4.2.7.3 การเปลี่ยนค่าความต้านทานให้เป็นค่ามาตรฐาน
- 4.2.7.4 การตรวจสอบจุดทำงานของทรานซิสเตอร์
- 4.2.7.5 การประมาณค่า  $C_B$ ,  $C_C$  และ  $C_E$
- 4.2.7.6 การเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุให้เป็นค่ามาตรฐาน
- 4.2.7.7 การตรวจสอบ  $F_H$  ของวงจร
- 4.2.7.8 การตรวจสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์
- 4.2.7.9 การตรวจสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของตัวต้านทาน
- 4.2.7.10 การตรวจสอบคุณลักษณะทางไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

#### 4.3 วงจรทวิความถี่แบบคอนเวอร์เตอร์

#### สาระสำคัญ

วงจรทวิความถี่ สัญญาณด้านออก จะมีความถี่เป็น 2 เท่า หรือ 3 เท่าของสัญญาณที่ป้อนเข้า โดยส่วนมาก จะนิยมใช้ทวิความถี่ 2 เท่า หลักการของวงจรทวิความถี่ 2 เท่า ใช้หลักการของการเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น โดยไม่ต้องกรองกระแสให้เรียบ

วงจรทวิความถี่ 2 เท่า โดยใช้ไดโอด เป็นวงจรที่ต้องอาศัยหม้อแปลงจูน เพื่อกรองความถี่ให้ผ่านได้เพียงความถี่เดียว ใช้ไดโอด 2 ตัว ต่อแบบเต็มคลื่นทำการเรียงกระแสไฟฟ้า จะได้สัญญาณด้านออกมีความถี่เป็น 2 เท่า

วงจรทวิความถี่ 2 เท่า โดยใช้ทรานซิสเตอร์ และไดโอด เป็นวงจรทวิความถี่ 2 เท่า โดยไม่ต้องใช้หม้อแปลงจูน แต่ใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ จัดเฟสให้แก่ไดโอด จึงตอบสนองความถี่ได้กว้าง และแม่นยำ

วงจรทวิความถี่แบบคอนเวอร์เตอร์ สัญญาณออก มีความถี่เท่ากับ ผลบวกของสัญญาณเข้ากับสัญญาณจากวงจรออสซิลเลเตอร์

#### สมรรถนะที่พึงประสงค์

##### ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ในวงจรทวิความถี่ 2 เท่า โดยใช้ไดโอด ได้ถูกต้อง
2. สามารถประมาณค่า  $F_R$ ,  $I_{D1}$ ,  $I_{D2}$ ,  $V_{o(0-\pi)}$ ,  $V_{o(\pi-2\pi)}$  และ  $V_1$  ได้ถูกต้อง
3. สามารถออกแบบวงจรทวิความถี่ 2 เท่า โดยใช้ไดโอด ได้ถูกต้อง
4. สามารถอธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ ในวงจรทวิความถี่ 2 เท่า โดยใช้ทรานซิสเตอร์ และไดโอด ได้ถูกต้อง

## หน่วยที่ 4 วงจรทวีความถี่

<p>5. สามารถประมาณค่า <math>I_B, I_C, V_{CE}, R_i, R_{in}, F_L</math> และ <math>F_H</math> ของวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ และไดโอด ได้ถูกต้อง</p> <p>6. สามารถประมาณค่า <math>I_{D_1}, I_{D_2}, V_{o(0-\pi)}</math> และ <math>V_{o(\pi-2\pi)}</math> ของวงจรที่ใช้ทรานซิสเตอร์ และไดโอด ได้ถูกต้อง</p> <p>7. สามารถออกแบบวงจรทวีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ใช้ทรานซิสเตอร์ และไดโอด ได้ถูกต้อง</p> <p>8. สามารถอธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ในวงจรทวีความถี่แบบคอนเวอร์เตอร์ ได้ถูกต้อง</p> <p>9. สามารถประมาณค่าความถี่ออสซิลเลตของ <math>\omega_{osc}</math> ได้ถูกต้อง</p> <p><b>ด้านทักษะ</b></p> <p>1. สามารถประกอบวงจรที่ได้จากการออกแบบ ได้ถูกต้อง</p> <p>2. สามารถตรวจสอบค่า <math>V_{in}, I_{D_1}, I_{D_2}</math> และ <math>V_o</math> ได้ถูกต้อง</p> <p>3. สามารถแก้ไขค่า <math>V_{o(0-\pi)}</math> ให้เท่ากับ <math>V_{o(\pi-2\pi)}</math> ได้ถูกต้อง</p> <p>4. สามารถใช้เครื่องทดสอบหรือเครื่องมือวัด ได้ถูกต้อง</p> <p><b>ด้านคุณธรรมจริยธรรม</b></p> <p>1. มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความประณีตรอบคอบ และตรงเวลา</p> <p>2. มีความซื่อสัตย์, ความสนใจใฝ่รู้, ความอดทน และเป็นผู้มีรัชส์ดี</p> <p>3. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้</p> <p><b>เนื้อหาสาระ</b></p> <p>อ้างอิงเอกสารประกอบการเรียนวิชา การวิเคราะห์ห้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง หน่วยที่ 3 วงจรทวีความถี่ (หน้า 273-308)</p> <p><b>กิจกรรมการเรียนการสอน</b></p>		
กิจกรรมการเรียนการสอน		
กิจกรรมครู	สื่อการเรียนการสอน	กิจกรรมนักเรียน
สอนครั้งที่ 10 เวลา 3 ชั่วโมง		
<p>ชั้นนำเข้าสู่การเรียนการสอน (30 นาที)</p> <p>1. บรรยายภาพโดยรวมเพื่อก่อให้เกิดแนวคิด หรือ ให้เกิดปัญหา</p> <p>1) วงจรทวีความถี่โดยใช้ไดโอด</p>	<p>1. เพาเวอร์พอยต์ เพิ่มข้อมูล “วงจรทวีความถี่_20.pptx” ภาพนิ่ง 1-20</p>	<p>1. ฟัง และจดบันทึก ผู้เรียนร่วมกันกำหนด ปัญหา</p>

## หน่วยที่ 4 วงจรทวิความถี่

2) วงจรทวิความถี่โดยใช้ทรานซิสเตอร์ และ ไดโอด		
<b>ชั้นควบคุมการปฏิบัติงาน (120 นาที)</b> 2. ให้ผู้เรียนปฏิบัติใบงานที่ 4.1-4.3 1) ตอบข้อสงสัยของผู้เรียน โดยแนะนำแนวทางในการค้นหาคำตอบ 2) ควบคุมห้องเรียน 3) คอยตักเตือนพฤติกรรมของผู้เรียน ให้มีความซื่อสัตย์ ตรงเวลา มีความสนใจใฝ่รู้ มีความอดทน เป็นผู้มัธยัสถ์ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	2. ใบงานที่ 4.1-4.3	2. ปฏิบัติใบงานที่ 4.1-4.3 ค้นคว้าหาคำตอบ และ สงสัยได้ถาม
<b>ชั้นสรุปผล (- นาที)</b> 3. ยังไม่สรุป		3. ปฏิบัติงานต่อ
<b>ชั้นประเมินผล (30 นาที)</b> 4. ตรวจสอบงานที่ 4.1-4.3 ตามลำดับเลขที่ของผู้เรียน เก็บคะแนน กระตุ้นให้งานมีความก้าวหน้า และชี้จุดบกพร่อง		4. ส่งใบงานที่ 4.1-4.3
<b>สอนครั้งที่ 11 เวลา 3 ชั่วโมง (ลงปฏิบัติ)</b>		
<b>ชั้นนำเข้าสู่การเรียนการสอน (10 นาที)</b> 5. ชี้แจงการลงปฏิบัติใบงานที่ 4.4 (ปฏิบัติ)		5. รับฟังการชี้แจง
<b>ชั้นควบคุมการปฏิบัติงาน (140 นาที)</b> 6. ให้ผู้เรียนปฏิบัติใบงานที่ 4.4 1) ตอบข้อสงสัยของผู้เรียน โดยแนะนำแนวทางในการค้นหาคำตอบ 2) ควบคุมห้องเรียน 3) คอยตักเตือนพฤติกรรมของผู้เรียน ให้มีความซื่อสัตย์ ตรงเวลา มีความสนใจใฝ่รู้ มีความอดทน เป็นผู้มัธยัสถ์ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	6. ใบงานที่ 4.4 (ปฏิบัติ)	6. ปฏิบัติใบงานที่ 4.4 ค้นคว้า หาคำตอบ และ สงสัยได้ถาม
<b>ชั้นสรุปผล (- นาที)</b> 7. ยังไม่สรุป		7. ปฏิบัติงานต่อ
<b>ชั้นประเมินผล (30 นาที)</b> 8. ตรวจสอบงานที่ 4.1-4.4 เก็บคะแนน		8. ส่งใบงานที่ 4.1-4.4
<b>สอนครั้งที่ 12 เวลา 3 ชั่วโมง</b>		

## หน่วยที่ 4 วงจรทวีความถี่

<p><b>ขั้นนำเข้าสู่การเรียนการสอน (5 นาที)</b></p> <p>9. ชี้แจงการส่งงาน และการทดสอบ</p>		<p>9. รับฟังการชี้แจง เรียนรู้ และปฏิบัติตาม</p>
<p><b>ขั้นควบคุมการปฏิบัติงาน (45 นาที)</b></p> <p>10. ให้ผู้เรียนสะสางงานที่ยังไม่สำเร็จ</p> <p>1) ตอบข้อสงสัยของผู้เรียน โดยแนะนำแนวทางในการค้นหาคำตอบ</p> <p>2) ควบคุมห้องเรียน</p> <p>3) คอยตักเตือนพฤติกรรมของผู้เรียน ให้มีความซื่อสัตย์ ตรงเวลา มีความสนใจใฝ่รู้ มีความอดทน เป็นผู้มีริษย์สดี และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้</p>		<p>10. ผู้เรียนสะสางงานที่ยังไม่สำเร็จ</p>
<p><b>ขั้นสรุปผล (20 นาที)</b></p> <p>11. สรุปสาระสำคัญ เกี่ยวกับใบงานที่ 4.1-4.4 ผู้สอน และผู้เรียนร่วมกันสรุปผล</p>	<p>11. เพาเวอร์พอยต์ เพิ่มข้อมูล “วงจรทวีความถี่_20.pptx” ภาพนิ่ง 1-20</p>	<p>11. ผู้เรียนร่วมกันสรุปผล</p>
<p><b>ขั้นประเมินผล (110 นาที)</b></p> <p>12. ทำการทดสอบครั้งที่ 4 (90 นาที)</p> <p>13. ตรวจใบงานที่ 4.1-4.4, เก็บคะแนน และรับส่งแบบฝึกหัดที่ 4 (20 นาที)</p>	<p>12. แบบทดสอบที่ 4</p>	<p>12. ทำแบบทดสอบที่ 4</p> <p>13. ส่งใบงานที่ 4.1-4.4 และ แบบฝึกหัดที่ 4</p>
<p><b>งานที่มอบหมาย หรือกิจกรรมนอกห้องเรียน</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>แบบฝึกหัดที่ 4 วงจรทวีความถี่</li> <li>เข้าใช้ <a href="http://www.troratad.com/_hifre_test4/hifre_test4_login_new.php">http://www.troratad.com/_hifre_test4/hifre_test4_login_new.php</a> เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะในการคำนวณ และเพิ่มแหล่งการเรียนรู้</li> <li>ให้ศึกษาหน่วยที่ 5 วงจรออสซิลเลเตอร์ย่านความถี่สูง ล่วงหน้า</li> </ol> <p><b>สื่อการเรียนการสอน</b></p> <p><b>สื่อสิ่งพิมพ์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เอกสารประกอบการเรียน วิชาการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง หน่วยที่ 4 วงจรทวีความถี่ (หน้า 273-308)</li> <li>ใบงานที่ 4.1 วงจรทวีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ไดโอด (เอกสารประกอบการเรียนฯ หน้า</li> </ol>		

## หน่วยที่ 4 วงจรทวิความถี่

309-313)

3. ใบงานที่ 4.2 วงจรทวิความถี่ 2 เท่าโดยใช้ทรานซิสเตอร์และไดโอด (เอกสารประกอบการเรียนฯ หน้า 314-326)
4. ใบงานที่ 4.3 วงจรทวิความถี่แบบคอนเวอร์เตอร์ (เอกสารประกอบการเรียนฯ หน้า 327-328)
5. ใบงานที่ 4.4 การตรวจสอบวงจรทวิความถี่ 2 เท่าโดยใช้ทรานซิสเตอร์ และไดโอด (เอกสารประกอบการเรียนฯ หน้า 329-332)
6. แบบฝึกหัดที่ 4 วงจรทวิความถี่ (เอกสารประกอบการเรียนฯ หน้า 334-338)
7. แบบทดสอบที่ 4 วงจรทวิความถี่ (รายงานการใช้ฯ หน้า 79-82)

**เครื่องฉายคอมพิวเตอร์**

1. เพาเวอร์พอยต์ เพิ่มข้อมูล “วงจรทวิความถี่\_20.pptx”

**การประเมินผล**

ก่อนเรียน การซักถาม

ขณะเรียนหรือปฏิบัติใบงาน การซักถาม การสังเกต ตรวจสอบใบงานที่ 4.1-4.4

หลังเรียน แบบทดสอบที่ 4

เกณฑ์ผ่าน 50% ขึ้นไป สำหรับผู้ประเมินไม่ผ่าน สอบถามหาสาเหตุ และแก้ไขจุดบกพร่อง เพื่อให้ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ 50% ขึ้นไป

**บันทึกหลังการสอน****ผลการใช้แผนการสอน**

1. เนื้อหา มีรายละเอียดครอบคลุมมาตรฐานรายวิชา
2. เวลา เวลาในหน่วยนี้ 9 ชม. เหมาะสม
3. สื่อการสอน ยังไม่พบปัญหา

**ผลการเรียนของนักเรียน**

1. การแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเองประมาณ 96%
2. การประเมินผล การประเมินผลของหน่วยที่ 4 ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ ทุกคน

**ผลการสอนของครู**

1. ความสัมพันธ์ของเนื้อหากับเวลา *เหมาะสม*
2. ปัญหา ผู้เรียนบางคน ไม่สามารถประมาณค่า ความถี่เรโซแนนซ์ของ  $T_3$  ในวงจรพีความถี่ 2 เท่าโดยใช้ไดโอด จึงแนะนำว่า ค่าความถี่เรโซแนนซ์ของ  $T_3$  จะเกี่ยวข้องกับขดลวด  $L_{23}$ ,  $L_{33}$  และ  $C_{CM}$  โดย  $L_{23}$  และ  $L_{33}$  ต่อกันมีทิศทางในการพันเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ติดตามผลผู้เรียนประมาณค่าได้ถูกต้อง

หน่วยที่ 4 วงจรพีความถี่

