

# แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

## การทดลองหาคณะลักษณะของไดโอด และการประยุกต์ใช้งาน

### หัวข้อเนื้อหา

1. ทฤษฎีของไดโอด
2. การทดลองหาคณะลักษณะของไดโอด
3. การทดลองการประยุกต์ใช้งานไดโอด

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อฝึกทักษะการต่อวงจรไดโอดแบบไบอัสตรง และไบอัสกลับ
2. เพื่อทดลองให้ทราบถึงการทำงานของไดโอดที่ใช้ในวงจรกระแสกลับ
3. เพื่อทดลองการนำไดโอดมาใช้ในวงจรต่าง ๆ ระดับประยุกต์

### วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
  - 1.1 วิธีสอนแบบบรรยาย
  - 1.2 วิธีสอนแบบอภิปราย
  - 1.3 วิธีสอนแบบปฏิบัติการ
  - 1.4 วิธีสอนแบบเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน
  - 2.1 อธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับไดโอดและการประยุกต์ใช้งาน
  - 2.2 อธิบายขั้นตอนการทดลองที่เกี่ยวข้องกับไดโอด
  - 2.3 อธิบายขั้นตอนการทดลองการประยุกต์ใช้งานไดโอด
  - 2.4 อธิบายการบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
  - 2.5 นักศึกษาทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และตอบคำถาม

ท้ายการทดลอง

### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 1
2. ใบประกอบ
3. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

### การวัดผลและการประเมินผล

1. การเข้าเรียน
2. เอกสารปฏิบัติการ
3. สอบกลางภาค

4. สอบปลายภาค

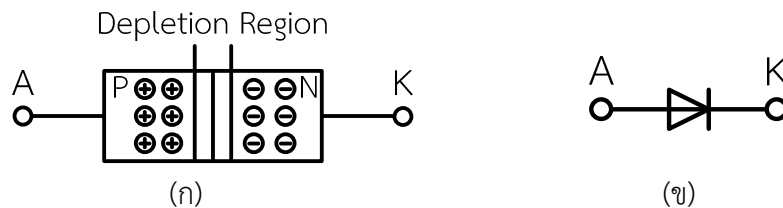
# บทที่ 1

## การทดลองไดโอด และการประยุกต์ใช้งาน

### 1.1 ไดโอด (Diode)

#### 1.1.1 หลักการพื้นฐานของไดโอด

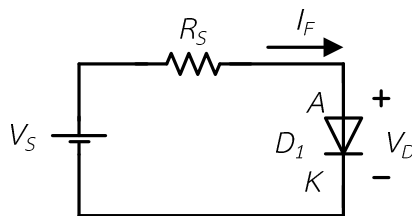
ไดโอด คืออุปกรณ์ที่สร้างขึ้นจากสารกึ่งตัวนำซิลิกอน หรือเยอรมันเนียม ซึ่งสารซิลิกอนหรือเยอรมันเนียมถูกโด๊ปให้เป็นชนิดพี (P Type) และชนิดเอ็น (N Type) แล้วนำมาสร้างเป็นตัวไดโอด ซึ่งตัวไดโอดมี 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode: A) และแคโทด (Cathode: K) รูปที่ 1.1 (ก) แสดงโครงสร้างของไดโอด ซึ่งขั้วแอโนดต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดพี และขั้วแคโทดต่อกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น รูปที่ 1.1 (ข) แสดงสัญลักษณ์ของไดโอด การทำงานของไดโอดมี 2 ลักษณะ คือการไบอัสตรงและการไบอัสกลับ



รูปที่ 1.1 ไดโอด (ก) โครงสร้าง และ (ข) สัญลักษณ์

#### 1.1.2 การไบอัสตรง (Forward bias)

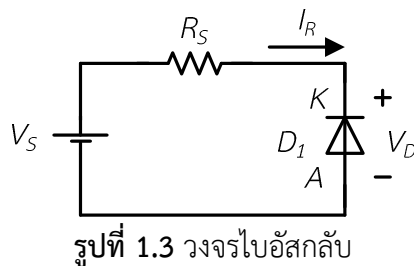
การไบอัสตรง (Forward bias) คือการป้อนแรงดันไบอัสให้แรงดันที่ขั้วแอโนดสูงกว่าแรงดันที่ขั้วแคโทด อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเคลื่อนที่ไปยังย่านดีพลีชันที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง ขณะเดียวกันย่านดีพลีชันถูกดึงอิเล็กตรอนไปยังสารกึ่งตัวนำชนิดพี ส่งผลให้ย่านดีพลีชันแคบลง ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นไปยังชนิดพี และมีกระแสไหลตรงผ่านตัวไดโอด ดังวงจรในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 วงจรไบอัสตรง

### 1.1.3 การไบอัสกลับ (Reversed bias)

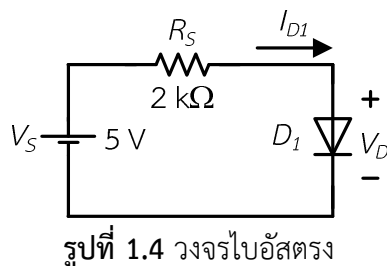
การไบอัสกลับ (Reversed bias) คือการต่อแรงดันไบอัสให้แรงดันที่ขั้วแอโนดต่ำกว่าแรงดันที่ขั้วแคโทด อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นเคลื่อนที่ลักษณะถูกดึงออกมาจากตัวสาร และดึงอิเล็กตรอนที่ย่านดีพลีชันออกมา และอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปยังสารกึ่งตัวนำชนิดพี ทำให้อ่านดีพลีชันเป็นกลางมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้อ่านดีพลีชันกว้างมากขึ้น และมีกระแสไหลย้อนกลับผ่านตัวไอโอด รูปที่ 1.3 แสดงวงจรไบอัสกลับให้กับไดโอด ซึ่งกระแสที่ไหลย้อนกลับเนื่องจากการต่อไบอัสกลับนี้จะมีปริมาณน้อยมาก มีค่าประมาณไมโครแอมป์ ซึ่งถ้าเพิ่มแรงดันมากขึ้นจนถึงแรงดันพังทลาย (Breakdown voltage) อาจทำให้ไดโอดเสียหายได้



### 1.1.4 กราฟคุณลักษณะการทำงานของไดโอด

รูปที่ 1.4 แสดงกราฟคุณลักษณะการทำงานของไดโอด การไบอัสตรงด้วยการป้อนแรงดันตกคร่อมไดโอดน้อยกว่า 0.5 V ไดโอดจะมีกระแสไหลน้อยมากระดับไมโครแอมป์ เมื่อแรงดันตกคร่อมไดโอดมากกว่า 0.5 V และน้อยกว่า 0.7 V ไดโอดเริ่มมีกระแสไหลเพิ่มขึ้นจนกระทั่งแรงดันตกคร่อมไดโอดเท่ากับ 0.7 V ไดโอดจะมีกระแสไหลคงที่ การไบอัสกลับให้กับไดโอด ไดโอดจะมีกระแสไหลน้อยมากประมาณนาโนแอมป์หรือไม่มีการไหลจนกระทั่งแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าเท่ากับ  $V_{ZK}$  ไดโอดจะมีกระแสไหลจำนวนมา ขณะที่แรงดันไบอัสกลับมีค่าคงที่ คุณลักษณะไบอัสกลับดังกล่าวถูกนำมาสร้างเป็นอุปกรณ์ซีเนอร์ไดโอด จะกล่าวในบทถัดไป

**ตัวอย่างที่ 1** กระแส  $I_{D1}$  ที่ไหลผ่าน  $R_S$  มีค่าเท่าไร

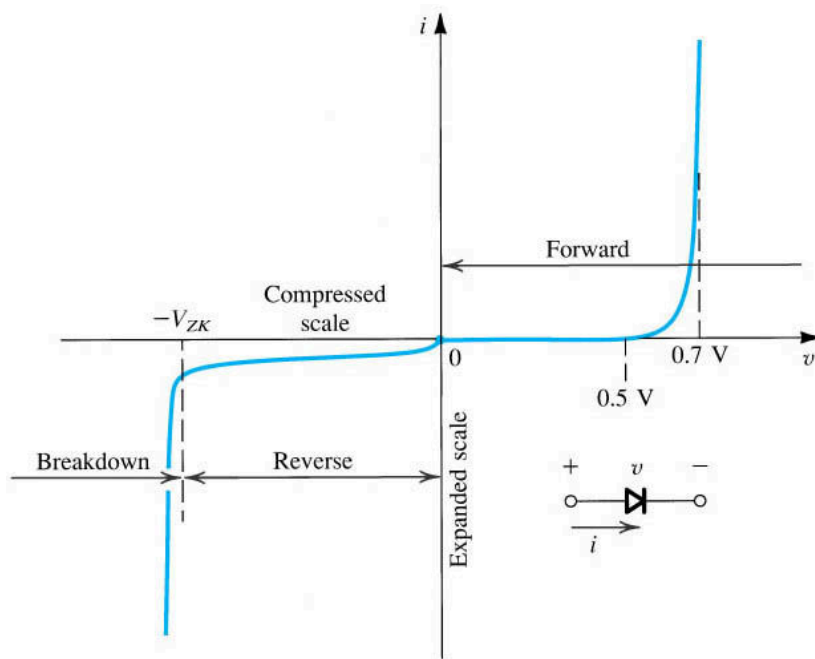


**วิธีทำ** วงจรในรูปที่ 1.5 ไดโอดถูกต่อในลักษณะไบอัสตรง และแรงดันที่ขาแอโนดสูงกว่าขาแคโทด 0.7 V ดังนั้น ไดโอดนำกระแสและแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าเท่ากับ 0.7 V

$$I_{D1} = \frac{V_1 - V_{D1}}{R_1} \tag{1.1}$$

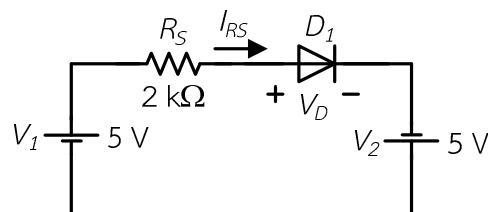
$$= \frac{5V - 0.7V}{2k\Omega} \tag{1.2}$$

$$= 2.15 \text{ mA}$$



รูปที่ 1.5 กราฟคุณลักษณะการทำงานของไดโอด (Sedra and Smith)

ตัวอย่างที่ 2 กระแส  $I_{RS}$  ที่ไหลผ่าน  $R_S$  มีค่าเท่าไร



รูปที่ 1.6 วงจรไบอัสตรง

วิธีทำ วงจรในรูปที่ 1.6 ไดโอดถูกต่อในลักษณะไบอัสตรง และแรงดันที่ขาแอนโอดสูงกว่าขาแคโทด 0.7 V ดังนั้น ไดโอดนำกระแสและแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าเท่ากับ 0.7 V กระแส  $I_{RS}$  เท่ากับ

$$I_{RS} = \frac{V_1 - V_{D1} + V_2}{R_S} \tag{1.3}$$

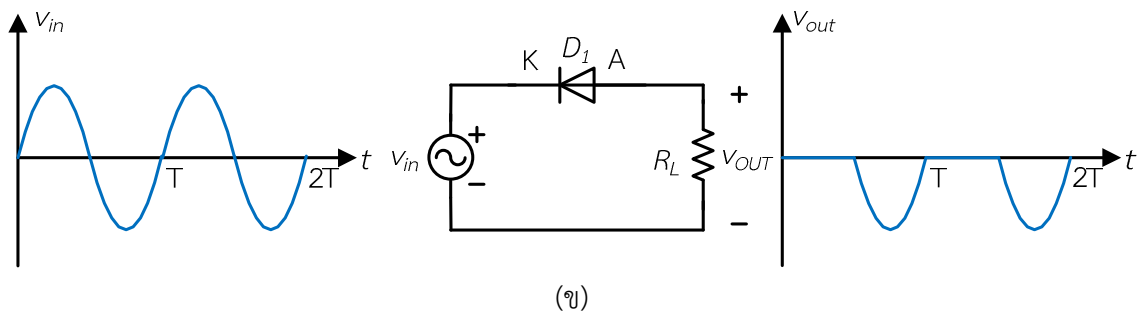
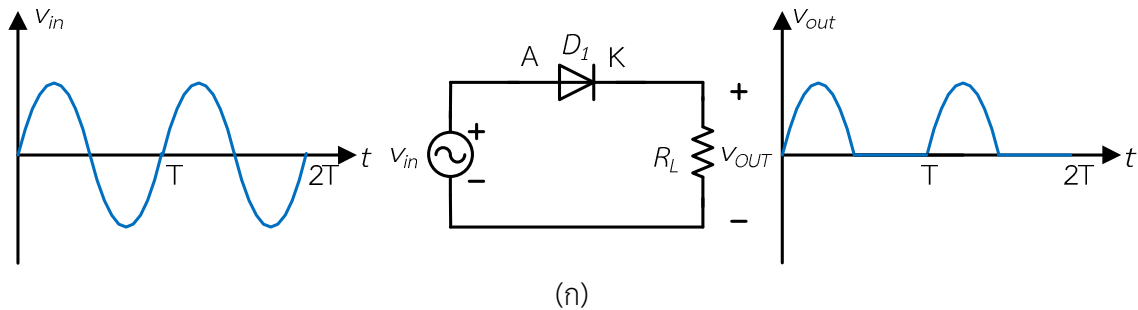
$$= \frac{5V - 0.7V + 5V}{2k\Omega} \tag{1.4}$$

$$= 4.65 \text{ mA}$$

### 1.2 การใช้ไดโอดทำงานแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

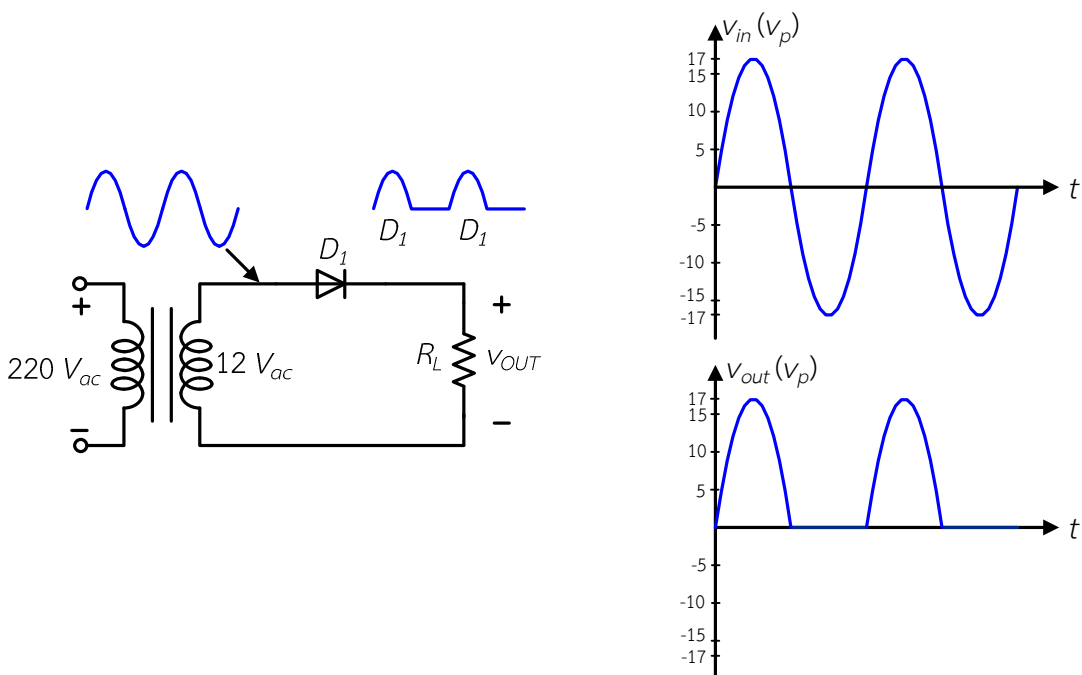
การประยุกต์ใช้งานไดโอดกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ คือการนำไดโอดมาต่อเป็นวงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) ซึ่งเป็นการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันที่มีทิศทางเดียว วงจรเรียงกระแสถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

- ก. วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier Circuit)
- ข. วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier Circuit)
  - ข.1 แบบไดโอด 2 ตัว
  - ข.2 แบบไดโอดบริดจ์



รูปที่ 1.7 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (ก) ครึ่งคลื่นบวก และ (ข) ครึ่งคลื่นลบ

รูปที่ 1.7 แสดงการต่อใช้งานไดโอดกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ รูปที่ 1.7 (ก) แสดงการแปลงไฟ  
 บวกออกครึ่งคลื่น การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าซีกบวกเข้ามาที่ขาแอนโนดและมี  
 แรงดันมากกว่า 0.5 V ไดโอดจะนำกระแส กระแสไหลผ่านตัวต้านทานเกิดแรงดันที่ตัวต้านทาน ซึ่งมี  
 ลักษณะตามแรงดันไฟฟ้าพีคบวก เมื่อแรงดันไฟฟ้าพีคลบเข้ามาที่ขาแอนโนด ไดโอดไม่นำกระแส ส่งผลให้  
 ไม่มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทานเกิดแรงดันที่ตัวต้านทาน รูปที่ 1.7 (ข) แสดงการแปลงไฟลบออกครึ่ง  
 คลื่น การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าพีคบวกเข้ามาที่ขาแคโทด ไดโอดไม่นำกระแส  
 ส่งผลให้ไม่มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทานเกิดแรงดันที่ตัวต้านทาน เมื่อแรงดันไฟฟ้าพีคลบเข้ามาที่ขา  
 แคโทดและมีแรงดันน้อยกว่า 0.5 V ไดโอดจะนำกระแส กระแสไหลผ่านตัวต้านทานในลักษณะไหลย้อน  
 ขึ้นทำให้เกิดแรงดันที่ตัวต้านทาน ซึ่งมีลักษณะตามแรงดันไฟฟ้าพีคลบ

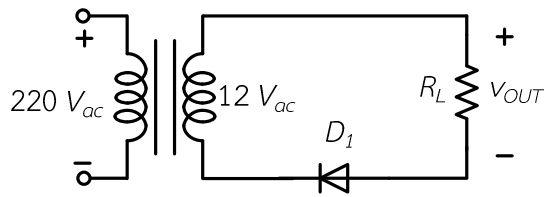


รูปที่ 1.8 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

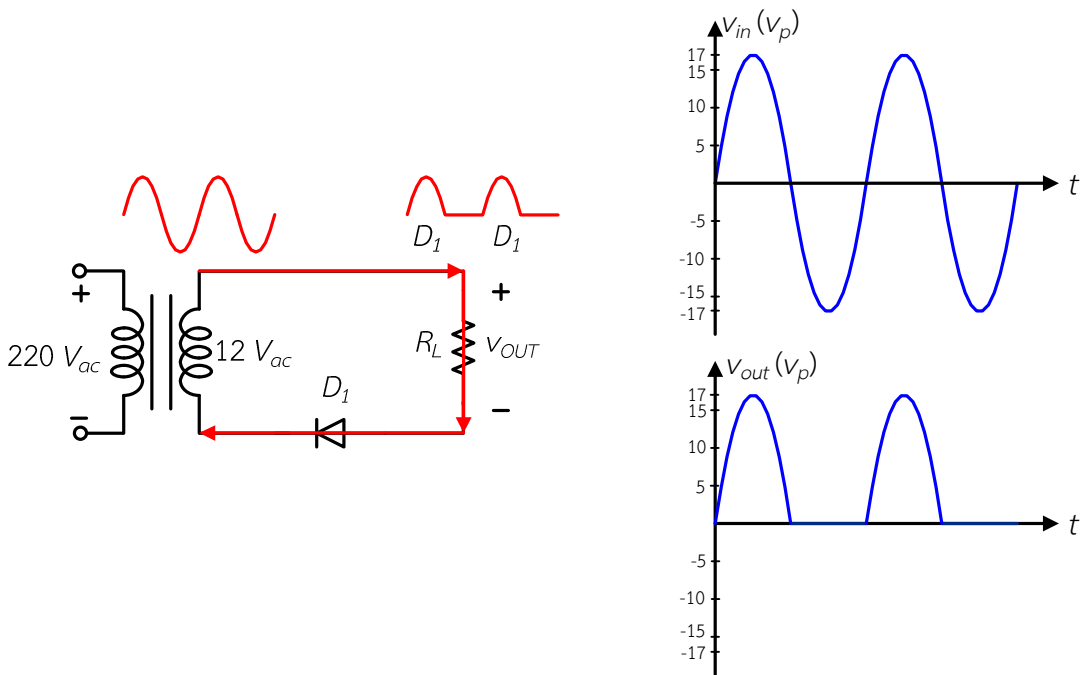
### 1.3 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

รูปที่ 1.8 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ประกอบด้วยหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ  
 ภาคอินพุต (Output) และไดโอด D<sub>1</sub> หม้อแปลงทำหน้าที่ลดทอนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V<sub>rms</sub> ให้  
 ออกเท่ากับ 12 V<sub>rms</sub> การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันไฟฟ้าพีคบวกเข้ามาที่ขาแอนโนด และ  
 มีแรงดันมากกว่า 0.5 V ซึ่งวงจรมีการไบอัสตรง ไดโอดจะนำกระแส กระแสไหลผ่านตัวต้านทานเกิด  
 แรงดันที่ตัวต้านทาน แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานมีลักษณะเดียวกับแรงดันไฟฟ้าพีคบวก เมื่อ  
 แรงดันไฟฟ้าพีคลบเข้ามาที่ขาแอนโนดไดโอดจะไม่นำกระแส เนื่องจากวงจรมีการไบอัสตรง และเมื่อ  
 แรงดันไฟฟ้าพีคบวกเข้ามาที่ขาแอนโนดอีกครั้ง ไดโอดจะนำกระแส ซึ่งวงจรจะทำงานลักษณะไบอัสตรง  
 และไบอัสกลับสลับกันไป แรงดันเอาต์พุตมีลักษณะไฟฟ้ากระแสสลับเพียงครึ่งคลื่น

ตัวอย่างที่ 3 ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

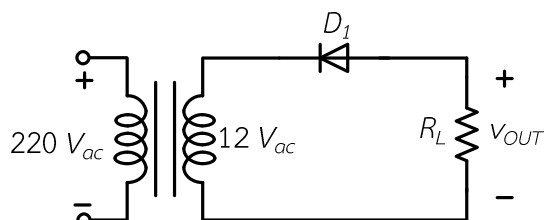


รูปที่ 1.9 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น



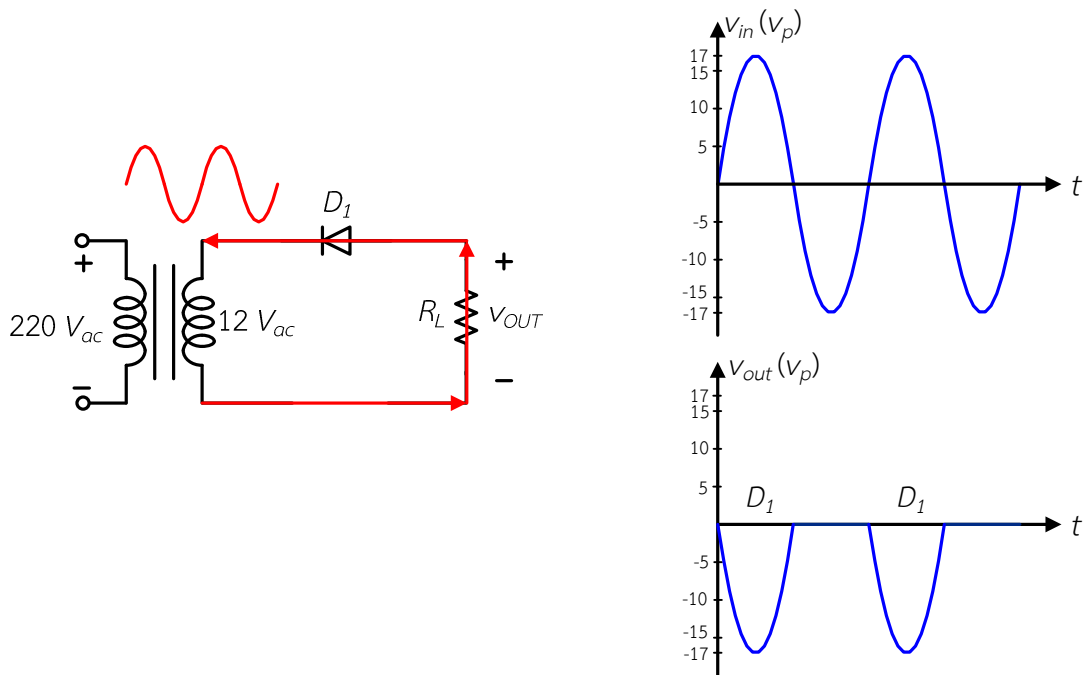
รูปที่ 1.10 (ก) วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น และ (ข) สัญญาณอินพุต และเอาต์พุต

ตัวอย่างที่ 4 ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น



รูปที่ 1.11 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

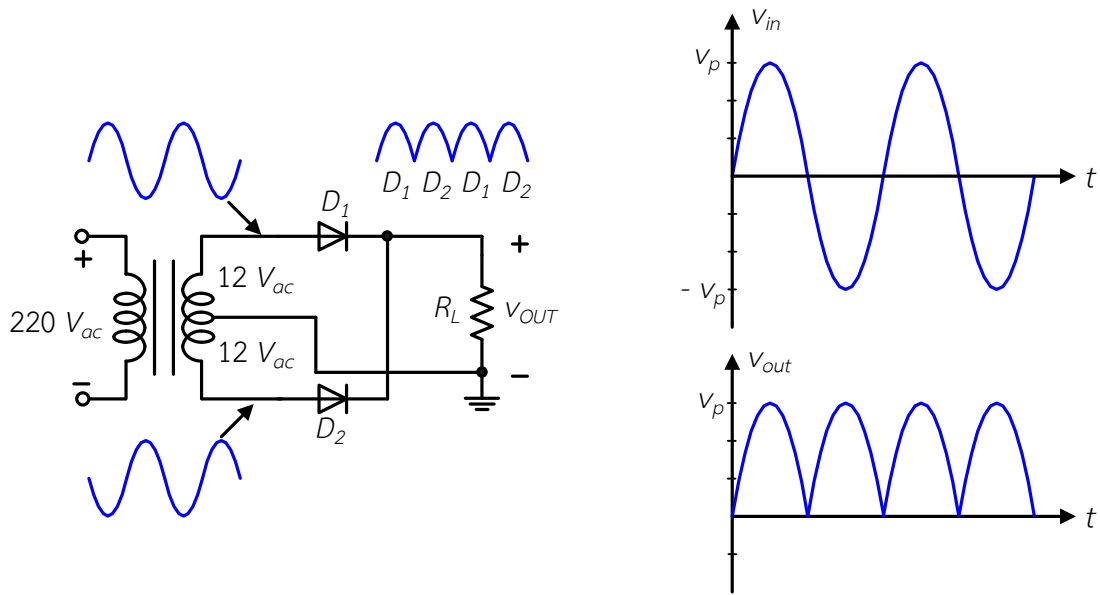




รูปที่ 1.12 (ก) วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น และ (ข) สัญญาณอินพุต และเอาต์พุต

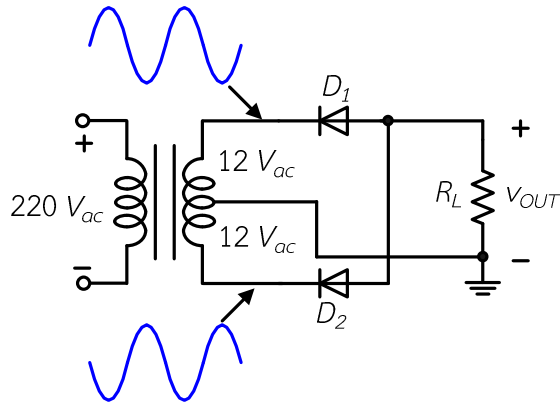
#### 1.4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงแบบเซ็นเตอร์แทป

รูปที่ 1.13 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นประกอบด้วยหม้อแปลงแบบแทปกลางชนิด 3 ขั้ว และไดโอด  $D_1$  และ  $D_2$  การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันอินพุตพีคบวกเข้ามาที่ขดปฐมภูมิของหม้อแปลง ขั้วทุติยภูมิจะมีแรงดันพีคบวกออกมาที่ขั้วแอโนดของ  $D_1$  และจะมีแรงดันพีคลบที่ขั้วแอโนดของ  $D_2$  ขณะที่ขากลางจะเป็นขากลางรูด ลักษณะของแรงดันดังกล่าว ไดโอด  $D_1$  ถูกไบอัสตรง ขณะที่  $D_2$  ถูกไบอัสกลับ เอาต์พุตของวงจรจะมีกระแสไหลผ่านไดโอด  $D_1$  ผ่าน  $R_L$  ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับพีคบวก  $V_{RL}$  ในทางตรงข้าม เมื่อแรงดันอินพุตพีคลบเข้าที่อินพุตของหม้อแปลงภาคเอาต์พุตโพสิทีฟจะมีแรงดันพีคลบออกมาที่ขั้วแอโนดของ  $D_1$  และจะมีแรงดันพีคบวกที่ขั้วแอโนดของ  $D_2$  ลักษณะของแรงดันดังกล่าว ไดโอด  $D_1$  ถูกไบอัสกลับ ขณะที่  $D_2$  ถูกไบอัสตรง เอาต์พุตของวงจรจะมีกระแสไหลผ่านไดโอด  $D_2$  ผ่าน  $R_L$  ส่งผลให้มีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับพีคบวก  $V_{RL}$  อีกครั้ง แรงดันเอาต์พุตของวงจรมีลักษณะเป็นแรงดันแบบเต็มคลื่น



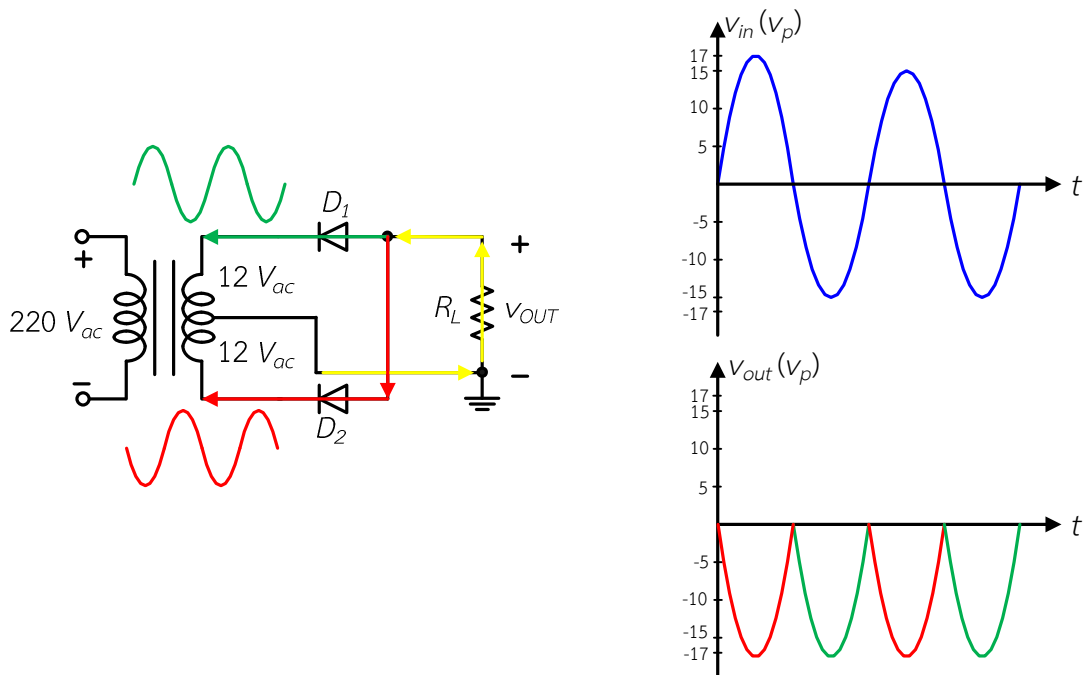
รูปที่ 1.13 (ก) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แท็ป และ (ข) สัญญาณอินพุต และเอาต์พุต

ตัวอย่างที่ 1.5 ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แท็ป



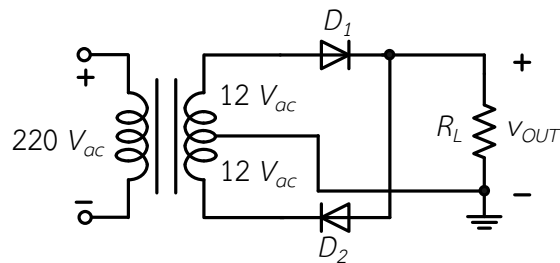
รูปที่ 1.14 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แท็ป

เมื่อแรงดันอินพุตที่คลบปรากฏที่หม้อแปลงขั้วทุติยภูมิ ไดโอด  $D_1$  และ  $D_2$  สลับกันทำงาน ดังนั้นกระแสจะไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_L$  ลักษณะกลับทิศทางของแรงดัน ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตมีลักษณะแรงดันแบบเต็มคลื่นที่คลบ ดังแสดงในรูปที่ 1.15



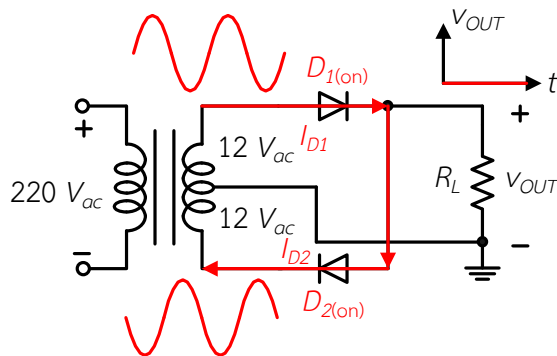
รูปที่ 1.15 (ก) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป และ (ข) สัญญาณอินพุต และ เอาต์พุต

ตัวอย่างที่ 1.6 ทำการวาดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป และหาค่าแรงดันเอาต์พุต



รูปที่ 1.16 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป

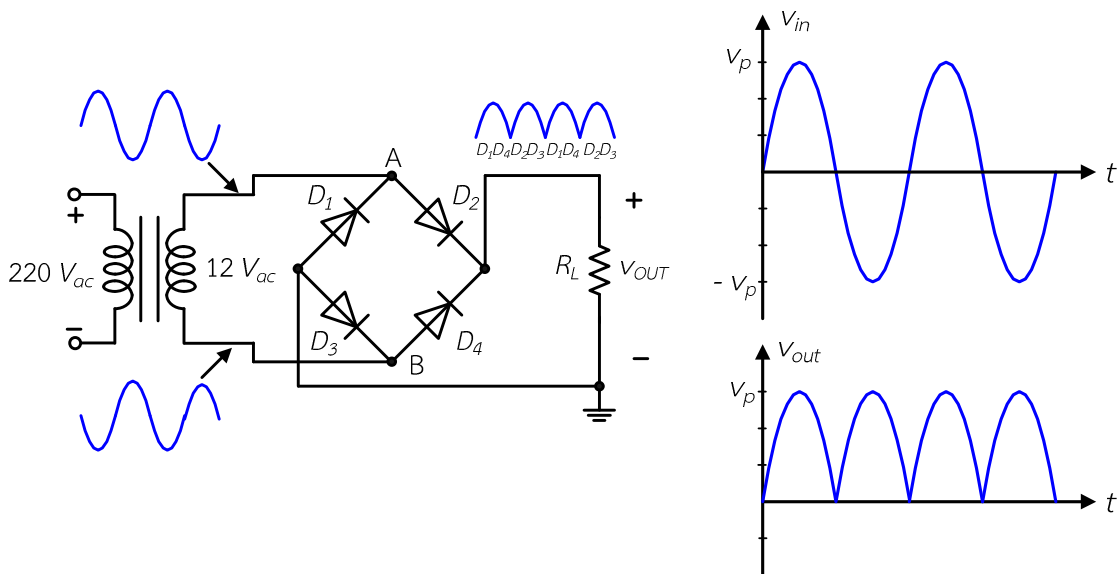
เนื่องจากไดโอด  $D_1$  และ  $D_2$  ทำงานพร้อมกัน ดังนั้น กระแสจะไหลจากหม้อแปลงขั้วทุติยภูมิผ่าน ไดโอด  $D_1$  และ  $D_2$  และเข้าหม้อแปลงครบวงจร ส่งผลให้ไม่มีกระแสไหลผ่านโหลด แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังแสดงในรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แท็ป

### 1.5 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

รูปที่ 1.18 แสดงวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงและไดโอด  $D_1 - D_4$  ไดโอด 4 ตัว ต่อลักษณะวงจรบริดจ์ การทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันอินพุตพีคบวกเข้ามาที่ขั้วปฐมภูมิของหม้อแปลง ขั้วทุติยภูมิเกิดแรงดันพีคบวกที่โหนด A (เมื่อวัดเทียบกับโหนด B) ซึ่งต่อกับขาแคโทด  $D_1$  และขาแอนโนดของ  $D_2$  ขณะที่โหนด B มีแรงดันพีคลบ (เมื่อวัดเทียบกับโหนด A) ซึ่งต่อกับขาแคโทด  $D_3$  และขาแอนโนดของ  $D_4$  ส่งผลให้ไดโอด  $D_2$  และ  $D_3$  ถูกไบอัสตรง ขณะที่ไดโอด  $D_1$  และ  $D_4$  ถูกไบอัสกลับ หม้อแปลงมีกระแสไหลผ่านไดโอด  $D_2$  ตัวต้านทาน  $R_L$  และไดโอด  $D_3$  ครบวงจร กระแสดังกล่าวทำให้เกิดแรงดัน  $V_{out}$  ที่มีลักษณะแรงดันพีคบวก เมื่อแรงดันอินพุตไฟฟ้ากระแสสลับพีคลบเข้ามาที่ขั้วปฐมภูมิของหม้อแปลง ที่โหนด A ของขดลวดทุติยภูมิเกิดแรงดันพีคลบ ขณะเดียวกัน ที่โหนด B ของขดลวดทุติยภูมิเกิดแรงดันพีคบวก ส่งผลให้ไดโอด  $D_1$  และ  $D_4$  ถูกไบอัสตรง ไดโอด  $D_2$  และ  $D_3$  ถูกไบอัสกลับ ลักษณะดังกล่าวหม้อแปลงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอด  $D_1$  ตัวต้านทาน  $R_L$  และไดโอด  $D_4$  กระแสดังกล่าวทำให้เกิดแรงดัน  $V_{out}$  ซึ่งมีลักษณะเป็นแรงดันไฟฟ้าพีคบวก แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตมีลักษณะเป็นแรงดันไฟฟ้าแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 1.18 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

ตัวอย่างที่ 1.7 ให้คำนวณหาค่าแรงดันเอาต์พุต

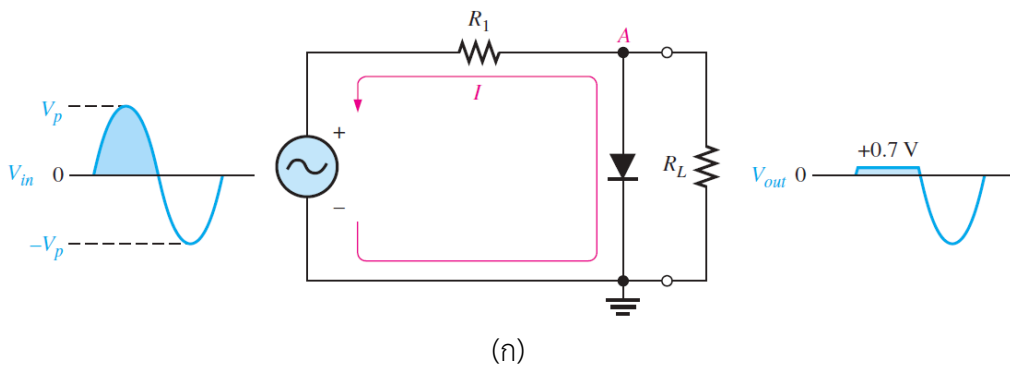
วิธีทำ พิจารณาไดโอดทำงานลักษณะอุดมคติ แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ

$$V_{out} = 1.414V_{rms} \tag{1.5}$$

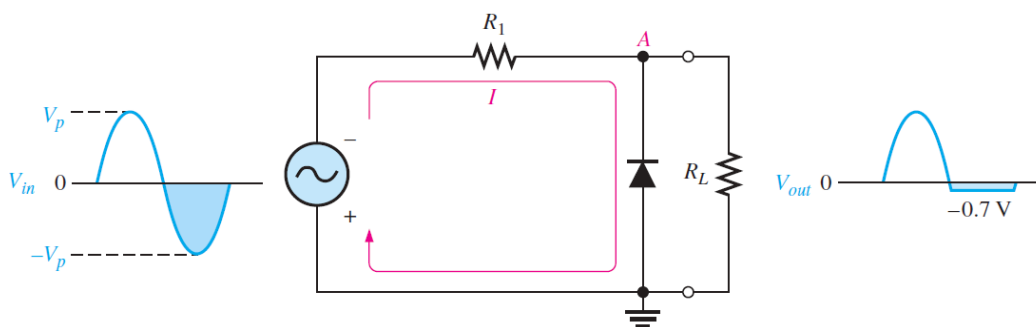
$$= 1.414 \times 12 \text{ V} = 16.968 \text{ V} \tag{1.6}$$

### 1.6 วงจรคลิปปเปอร์ไดโอด (Diode clipper or diode limiter)

วงจรคลิปปเปอร์หรือวงจรจำกัดสัญญาณ คือ วงจรที่นำตัวไดโอดมาทำหน้าที่จำกัดสัญญาณอินพุตที่เข้ามาไม่ให้มากกว่าแรงดันที่กำหนดไว้ รูปที่ 1.19 (ก) แสดงวงจรคลิปปเปอร์พีคบวกด้วยไดโอด การทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันพีคบวกเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะนำกระแส ทำให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมไดโอดเท่ากับ 0.7 V เมื่อแรงดันพีคลบเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะไม่นำกระแส ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับอินพุต รูปที่ 1.19 (ข) แสดงแรงดันคลิปปเปอร์พีคลบด้วยไดโอด การทำงานของวงจรอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแรงดันพีคบวกเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะไม่นำกระแส ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับอินพุต เมื่อแรงดันพีคลบเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะนำกระแส ทำให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมไดโอดเท่ากับ 0.7 V ในลักษณะกลับหัว



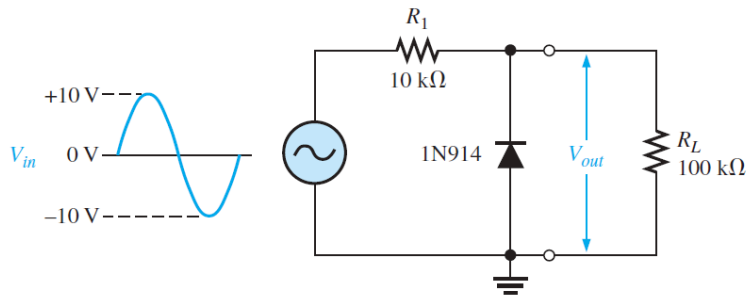
(ก)



(ข)

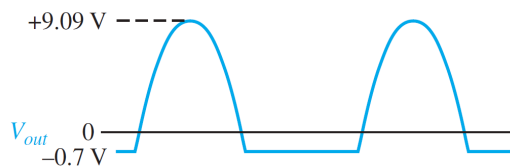
รูปที่ 1.19 วงจรคลิปปเปอร์ (ก) ตัดสัญญาณซีกบวก และ (ข) ตัดสัญญาณซีกลบ (Thomas L. Floyd)

**ตัวอย่างที่ 1.8** การคำนวณหาแรงดันเอาต์พุตสูงสุด และวาทแรงดันเอาต์พุตของวงจรคลิปปเปอร์ไดโอด



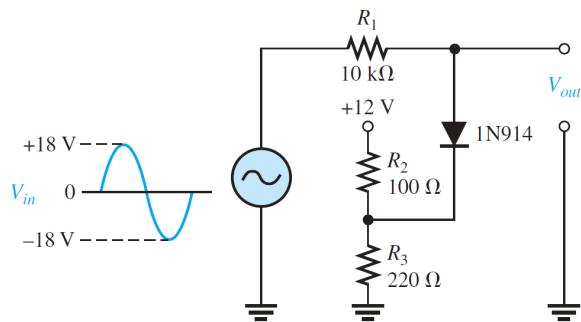
**รูปที่ 1.20** วงจรคลิปปเปอร์ไดโอด (Thomas L. Floyd)

**วิธีทำ** เมื่อแรงดันพีคบวกเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะไม่นำกระแส ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับอินพุต เมื่อแรงดันพีคลบเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะนำกระแส ทำให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับ 0.7 V รูปที่ 1.21 แสดงแรงดันคลิปปเปอร์



**รูปที่ 1.21** สัญญาณเอาต์พุตของวงจร (Thomas L. Floyd)

**ตัวอย่างที่ 1.9** การคำนวณหาแรงดันเอาต์พุตสูงสุด และวาทแรงดันเอาต์พุตของวงจรคลิปปเปอร์ไดโอด



**รูปที่ 1.22** วงจรคลิปปเปอร์ไดโอด (Thomas L. Floyd)

**วิธีทำ** แรงดันไบอัสมีค่าเท่ากับ

$$V_{BIAS} = \left( \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) V_S \tag{1.7}$$

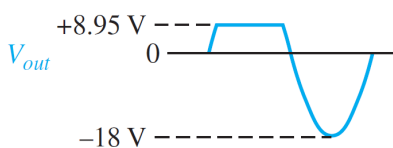
$$= \left( \frac{200\Omega}{100\Omega + 200\Omega} \right) \times 12V = 8.25V \tag{1.8}$$

แรงดันคลิปปเปอร์มีค่าเท่ากับ

$$V_{clipper} = V_{BIAS} + V_D \tag{1.9}$$

$$= 8.25 \text{ V} + 0.7 \text{ V} = 8.95 \text{ V} \tag{1.10}$$

เมื่อแรงดันพีคบวกเข้ามาที่วงจร วงจรจะทำการคลิปปแรงดันให้มีค่าเท่ากับ 8.95 V เมื่อแรงดันพีคลบเข้ามาที่วงจร ไดโอดจะไม่นำกระแส ส่งผลให้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับอินพุต รูปที่ 1.29 แสดงแรงดันคลิปปเปอร์

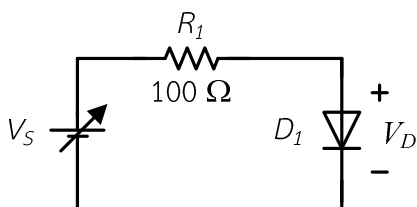


รูปที่ 1.23 สัญญาณเอาต์พุตของวงจร (Thomas L. Floyd)

## 1.7 การทดลองหาคคุณลักษณะของไดโอด

### 1.7.1 การทดลองการไบอัสกระแสตรง (มนตรี ศิริปรัชญานันท์)

1.7.1.1 ให้ต่อวงจรการไบอัสกระแสตรงตามวงจรในรูปที่ 1.24 ทำการปรับแรงดันไบอัส ( $V_S$ ) ตามค่าในตาราง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1.1

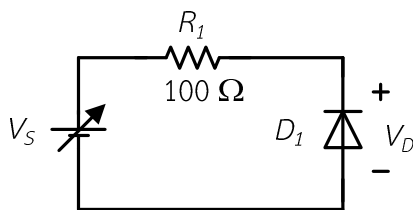


รูปที่ 1.24 การไบอัสตรง (Forward bias)

ตารางที่ 1.1 ผลการทำลองคุณลักษณะกระแสและแรงดันไดโอดขณะไบอัสตรง

$V_S$	0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	V
$I_D$													A
$V_D$													V

1.7.1.2 ให้ต่อวงจรการไบอัสกลับตามวงจรในรูปที่ 1.25 ทำการปรับแรงดันไบอัส ( $V_S$ ) ตามค่าในตาราง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 1.2



รูปที่ 1.25 การไบอัสกลับ (Reverse bias)

ตารางที่ 1.2 ผลการทำลองคุณลักษณะกระแสและแรงดันไดโอดขณะไบอัสกลับ

$V_S$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	3	4	6	8	10	12	V
$I_D$														A
$V_D$														V

1.7.1.3 ให้นำผลการทดลองในตารางที่ 1.1 และ 1.2 มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันในการไบอัสตรงและไบอัสกลับ

1.7.1.4 สรุปผลการทดลอง

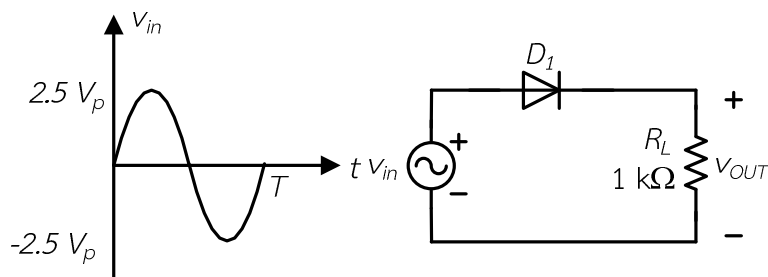
.....

.....

.....

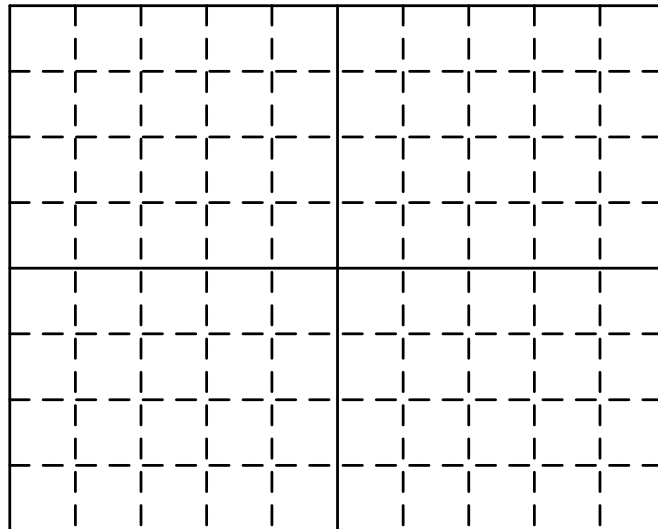
### 1.7.2 การทดลองการไบอัสกระแสสลับ

1.7.2.1 ให้ต่อวงจรเรกติไฟ์ลแบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier) ตามวงจรในรูปที่ 1.26 และป้อนสัญญาณแรงดัน  $5 V_{pp}$  ความถี่ของสัญญาณ 1 kHz ให้วาดภาพสัญญาณแรงดัน  $V_D$  และ  $V_{out}$  เปรียบเทียบกับ  $v_{in}$  พร้อมทั้งระบุขนาดต่าง ๆ ให้ชัดเจนลงในรูปที่ 1.27



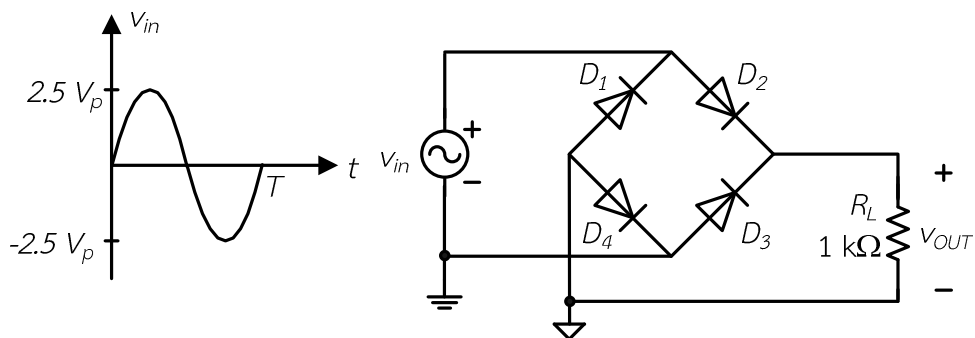
รูปที่ 1.26 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น





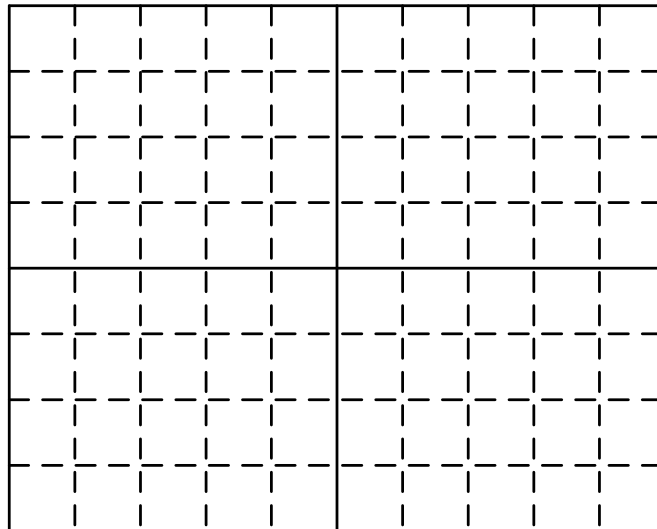
รูปที่ 1.27 สัญญาณ  $V_D$   $v_{out}$  และ  $v_{in}$

1.7.2.2 ให้นักศึกษาต่อวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น ตามวงจรในรูปที่ 1.28 และป้อนสัญญาณแรงดัน  $5 V_{pp}$  ความถี่ของสัญญาณ 1 kHz



รูปที่ 1.28 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

1.7.2.3 ให้วาดภาพสัญญาณแรงดัน  $V_D$  และ  $v_{out}$  เปรียบเทียบกับ  $v_{in}$  ลงในรูปที่ 1.29 พร้อมทั้งระบุขนาดต่าง ๆ ให้ชัดเจน



รูปที่ 1.29 สัญญาณ  $V_D$ ,  $V_{out}$  และ  $V_{in}$

1.7.2.4 สรุปผลการทดลอง

.....

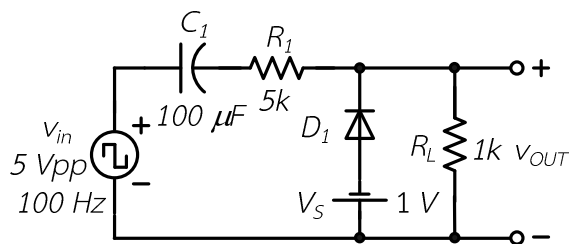
.....

.....

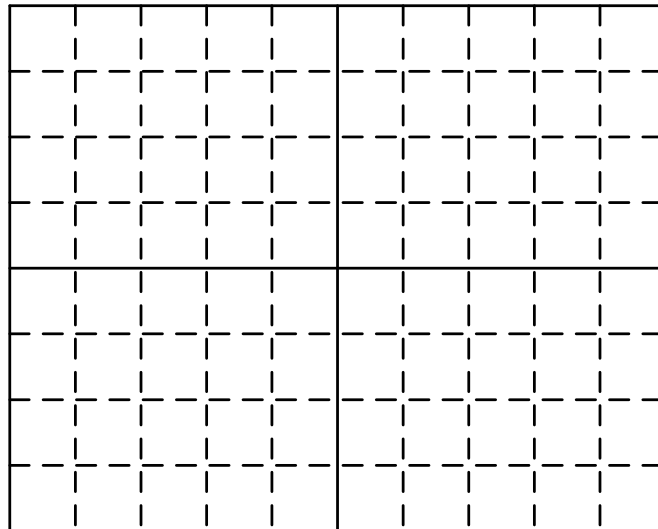
1.8 การทดลองการประยุกต์ใช้งานไดโอด

1.8.1 การทดลองการไบอัสกระแสตรง และกระแสสลับ (มนตรี ศิริปรัชญานันท์)

1.8.1.1 ให้ต่อวงจรตามรูปที่ 1.30 ทำการวัดและวาดภาพสัญญาณ  $V_{in}$  และ  $V_{out}$  ลงในกราฟรูปที่ 1.31 พร้อมทั้งระบุขนาดต่าง ๆ ให้ชัดเจน พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของวงจร

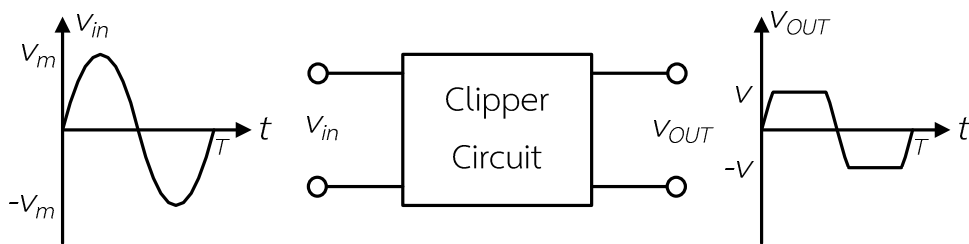


รูปที่ 1.30 วงจรคลิปปเปอร์

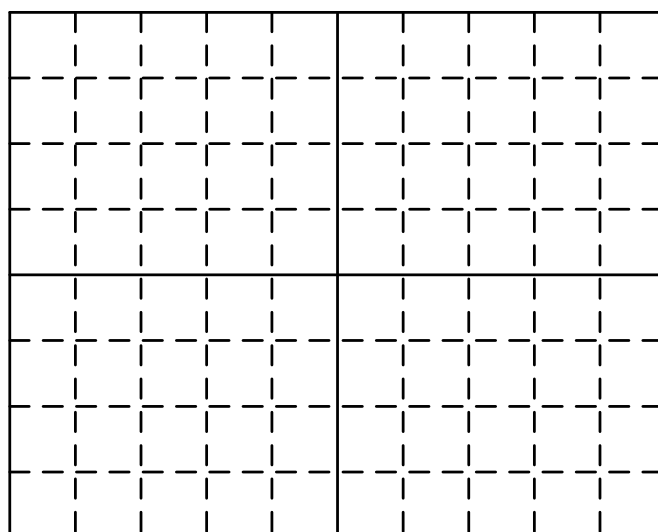


รูปที่ 1.31 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุต

1.8.1.2 ให้ออกแบบวงจรคลิปปเปอร์เพื่อให้ได้สัญญาณ  $v_{out}$  มีลักษณะดังรูปที่ 1.32 และให้ต่อวงจรเพื่อพิสูจน์การทำงาน พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของวงจร

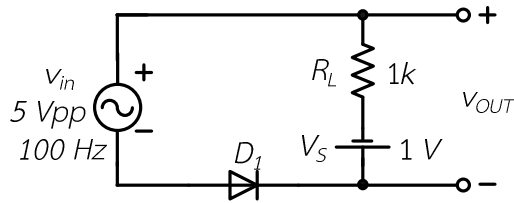


รูปที่ 1.32 บล็อกไดอะแกรมและสัญญาณของวงจรคลิปปเปอร์

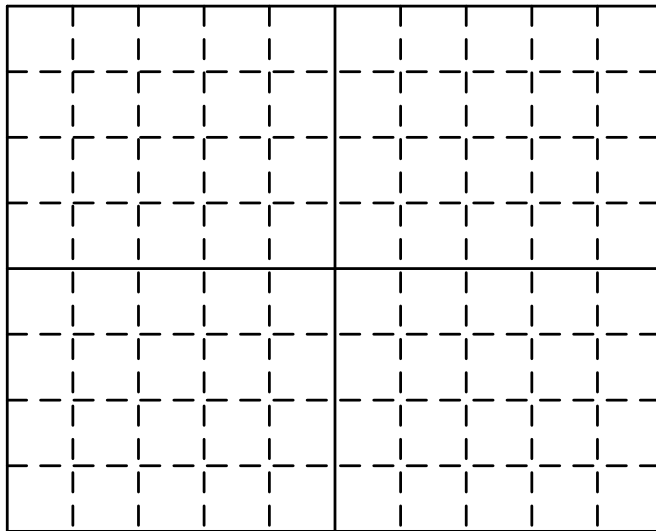


รูปที่ 1.33 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุต

1.8.1.3 ให้ต่อวงจรในรูปที่ 1.34 ทำการวัดและวาดภาพสัญญาณ  $V_{in}$  และ  $V_{out}$  ลงในกราฟรูปที่ 1.35 พร้อมทั้งระบุขนาดต่าง ๆ ให้ชัดเจน และอธิบายการทำงานของวงจร พร้อมทั้งอธิบายการทำงานของวงจร



รูปที่ 1.34 วงจรคลิปปเปอร์



รูปที่ 1.35 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุต

1.8.1.4 สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

### 1.9 บทสรุป

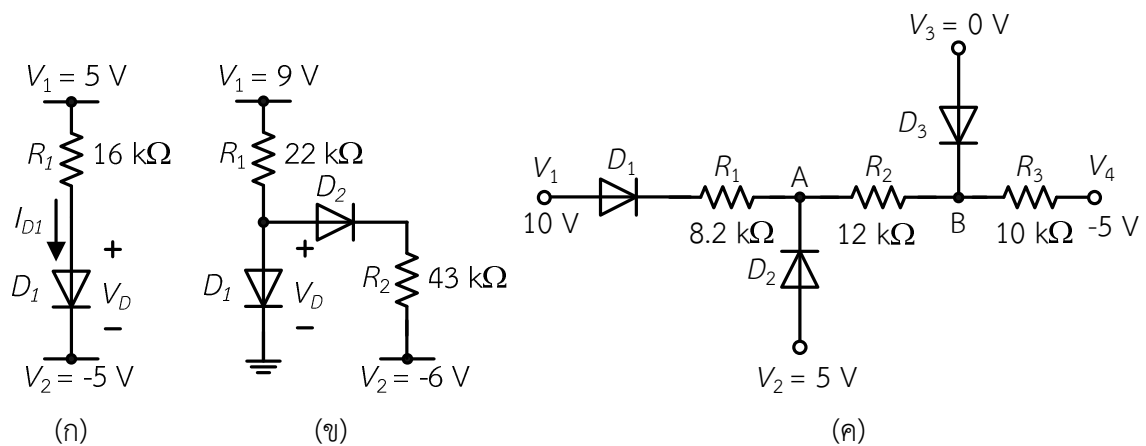
บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีไดโอด และการต่อวงจรไดโอดแบบเพื่อไบอัสตรงและ ไบอัสกลับ ไดโอดถูกนำมาต่อใช้งานเป็นวงจรเรียงกระแส และวงจรจำกัดแรงดันเอาต์พุต การทำลองหาคคุณลักษณะของไดโอดเพื่อให้เข้าใจคุณลักษณะของไดโอดมากยิ่งขึ้น การทดลองต่อไดโอดในวงจรเรียงกระแส และวงจรจำกัดแรงดันเพื่อให้ นักศึกษามีทักษะการต่อวงจร และเข้าใจการทำงานของไดโอดในการประยุกต์ใช้งาน ลักษณะวงจรต่าง ๆ ได้

### คำถามหลังการทดลอง

1. ให้อธิบายการทำงานของไดโอดที่สังเกตได้จากการทดลอง
2. ทำไมกระแสที่ไหลผ่านไดโอดขณะที่ต่อไดโอดแบบไบอัสตรงกับไบอัสกลับจึงมีค่าแตกต่างกัน ?
3. ให้อธิบายการทำงานของไดโอดที่สังเกตได้จากการทดลอง
4. ภาพแรงดันเอาต์พุตที่ได้แตกต่างกันจากอุดมคติเท่าไร เพราะอะไร ?
5. ในการทดลองที่ 1.8.3 ถ้านำขาแอนโอดของไดโอดไปต่อด้านบนของแหล่งจ่ายสัญญาณ และขาแคโทดของไดโอดต่อกับตัวต้านทาน  $1\text{ k}\Omega$  แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะเหมือนหรือแตกต่างจากการทดลองหรือไม่ เพราะเหตุใด

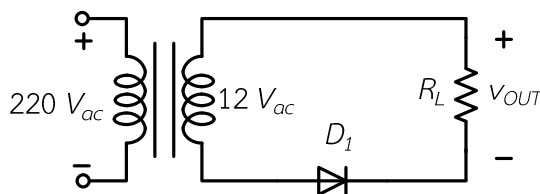
### แบบฝึกหัดท้ายบท

1. กระแส  $I_{R1}$  ที่ไหลผ่าน  $R_1$  ของวงจรในรูปที่ 1.37 (ก) มีค่าเท่าไร
2. ให้คำนวณหากระแส  $I_{R1}$  และ  $I_{R3}$  ที่ไหลผ่าน  $R_1$  และ  $R_2$  ของวงจรในรูปที่ 1.37 (ข)
3. กระแส  $I_{R1}$   $I_{R2}$  และ  $I_{R3}$  ที่ไหลผ่าน  $R_1$   $R_2$  และ  $R_3$  ของวงจรในรูปที่ 1.37 (ค) มีค่าเท่าไร



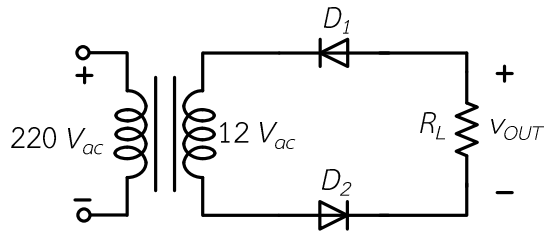
รูปที่ 1.36 วงจรไบอัสกระแสตรง (Donald A. Neamen)

3. ให้อธิบายแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น



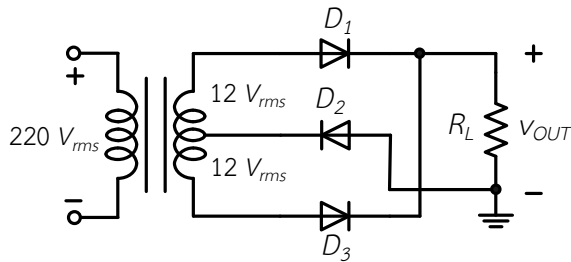
รูปที่ 1.37 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

4. ให้อ่านแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น



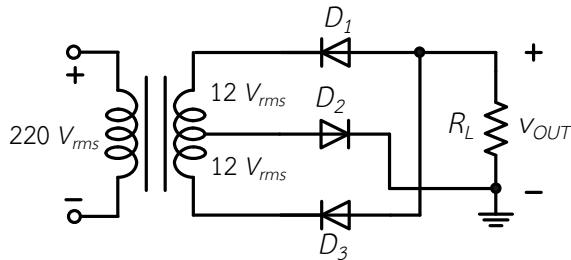
รูปที่ 1.38 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

5. ให้อ่านแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป



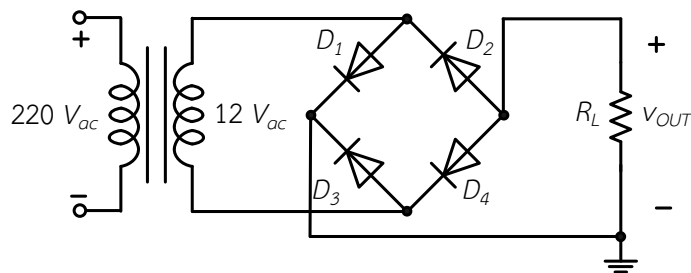
รูปที่ 1.39 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป

6. ทำการวัดแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น แบบเซ็นเตอร์แทป และหาค่าแรงดันเอาต์พุต



รูปที่ 1.40 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป

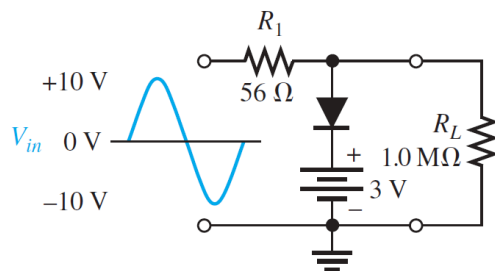
7. ให้อ่านแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น และคำนวณหาค่าแรงดันเอาต์พุต



รูปที่ 1.41 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

8. จากตัวอย่างที่ 1.9 ถ้าต้องการให้แรงดันเอาต์พุตที่ถูกคลิปมีค่าเท่ากับ 6.7 V แรงดันไบอัสที่ขาแคโทดมีค่าเท่าไร

9. ให้คำนวณหาแรงดันเอาต์พุตสูงสุด และवादแรงดันเอาต์พุตของวงจรคลิปเปอร์ไดโอด



รูปที่ 1.42 วงจรจำกัดแรงดัน (Thomas L. Floyd)

