แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2
เรื่องวงจรใช้งานไดโอด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. วงจรเรียงกระแส(Rectifier circuit)มีกี่ชนิด

   ก. 1 ชนิด

   ข. 2 ชนิด

   ค. 3 ชนิด

   ง. 4 ชนิด

2. สมการการแรงดันไฟกระแสตรงของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ตรงกับข้อใด

   ก. V_{DC} = 0.318Vm

   ข. V_{DC} = 0.707Vm

   ค. V_{DC} = 0.636Vm

   ง. V_{DC} = 1.414Vm

3. สมการการแรงดันไฟกระแสตรงของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น ตรงกับข้อใด

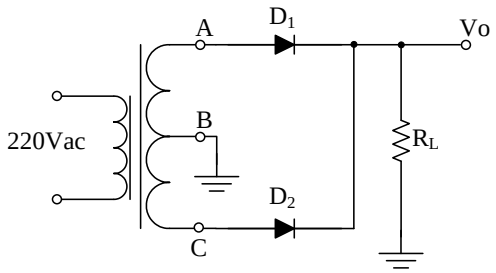
   ก. V_{DC} = 0.318Vm

   ข. V_{DC} = 0.707Vm

   ค. V_{DC} = 0.636Vm

   ง. V_{DC} = 1.414Vm

4. จากวงดังรูป กำหนดให้ขั้ว A มีความต่างศักย์เป็นบวก ขั้ว B มีความต่างศักย์เป็นลบ ทิศทางการไหลของกระแสเป็นเช่นไร



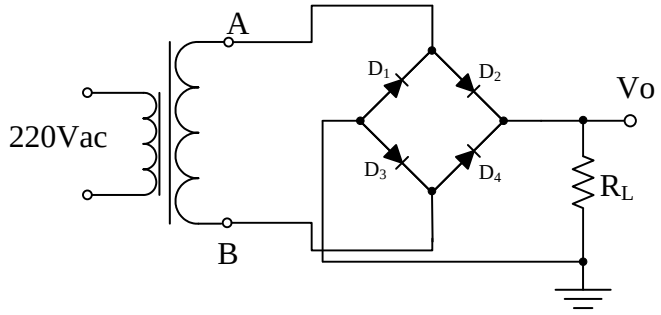
   ก. ขั้ว A D1 RL D2 ขั้ว C

   ข. ขั้ว B D2 RL D1 ขั้ว A

   ค. ขั้ว A D1 RL ขั้ว B

   ง. ขั้ว C D2 RL ขั้ว B

5. จากวงดังรูป กำหนดให้ขั้ว A มีความต่างศักย์เป็นลบ ขั้ว B มีความต่างศักย์เป็นบวก ทิศทางการไหลของกระแสเป็นเช่นไร



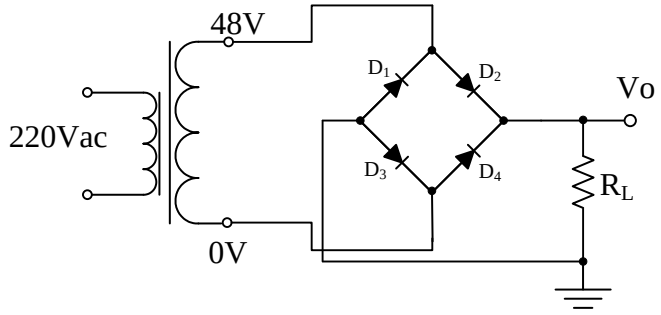
ก. ขั้ว A D2 RL D4 ขั้ว B

ข. ขั้ว A D2 RL D3 ขั้ว B

ค. ขั้ว B D3 D1 ขั้ว A

ง. ขั้ว B D4 RL D1 ขั้ว A

6. จากวงจรดังรูป ถ้าป้อนแรงดันเอซี เท่ากับ 48 V -0 ค่าแรงดัน V_{dc} ที่เอาต์พุตมีค่าเท่าไหร่



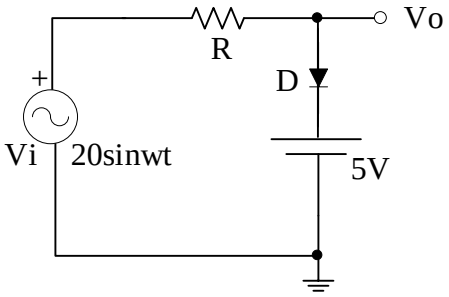
ก. 15.26 V

ข. 43 V

ค. 30.52 V

ง. 48 V

7. วงจรดังรูปถ้าสัญญาณอินพุตเป็นช่วงบวก ให้คำนวณหาค่าสัญญาณเอาต์พุต



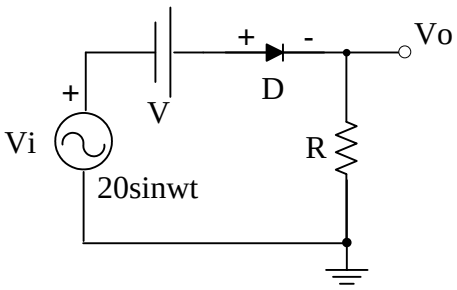
ก. 0V

ข. 5V

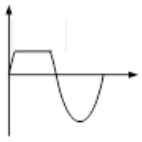
ค. 20sinwt

ง. 20sinwt + 5V

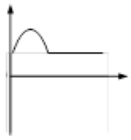
8. วงจรดังรูปสัญญาณเอาต์พุตตรงกับข้อใด



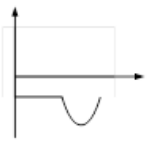
ก



ข

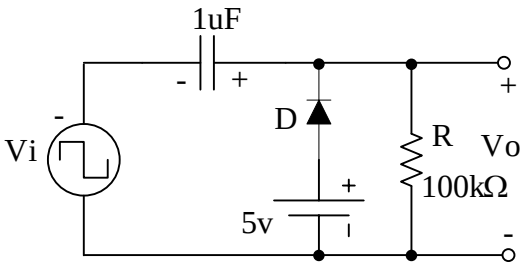


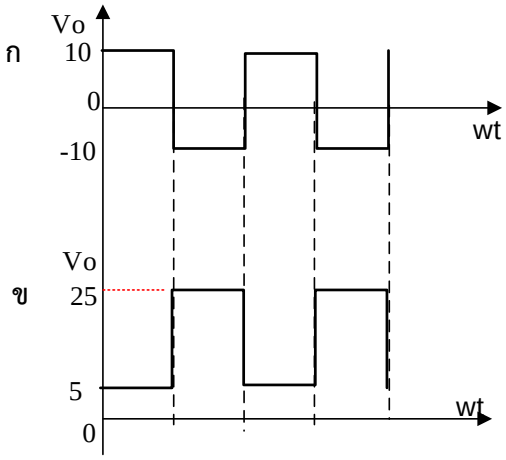
ค

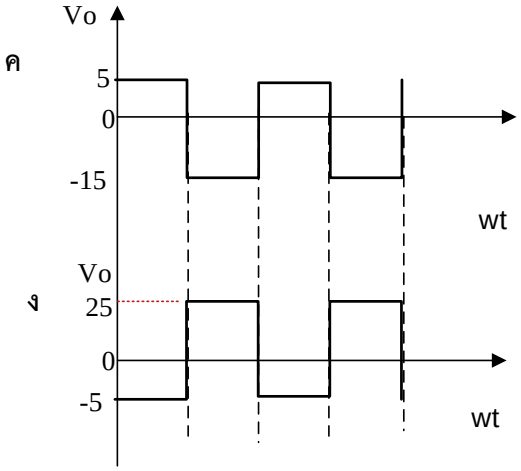


ง

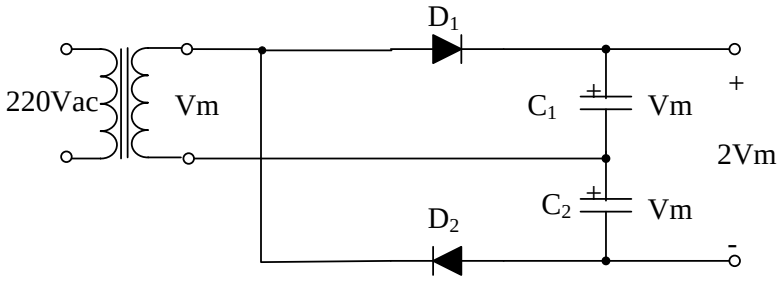
9. วงจรดังรูปเมื่อกำหนดให้สัญญาณ Vi = 10Vp สัญญาณเอาต์พุต Vo ตรงกับข้อใด







10. จากวงจรดังรูป คือวงจรอะไร



ก. วงจรทวีแรงดัน

ข. วงจรตัดรูปคลื่นแบบอนุกรม

ค. วงจรยกระดับสัญญาณ

ง. วงจรรักษาระดับแรงดัน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนวงจรใช้งานไดโอด

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

หน่วยที่ 2
วงจรใช้งานไดโอด

การนำไดโอดไปใช้งานสามารถใช้งานได้ทั้งกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งเมื่อนำมาประกอบเป็นวงจรแล้ว ก็จะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไปตามสัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตของวงจร

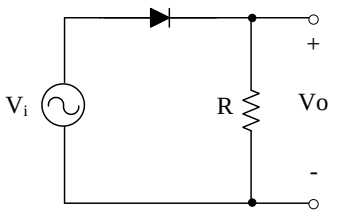
การวิเคราะห์การทำงานของแต่ละวงจรก็จะต้องใช้คุณสมบัติของวงจรสมมูลทางไฟฟ้าของไดโอดมาช่วยในการวิเคราะห์การทำงาน

2.1 วงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit)

โดยทั่วไปแล้ววงจรที่นิยมนำไดโอดมาประยุกต์ใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับคือวงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนจากค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สามารถจัดวงจรได้ 2 แบบคือ

- วงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น (Half wave rectifier)
- วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier)

2.1.1 วงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น (Half wave rectifier)

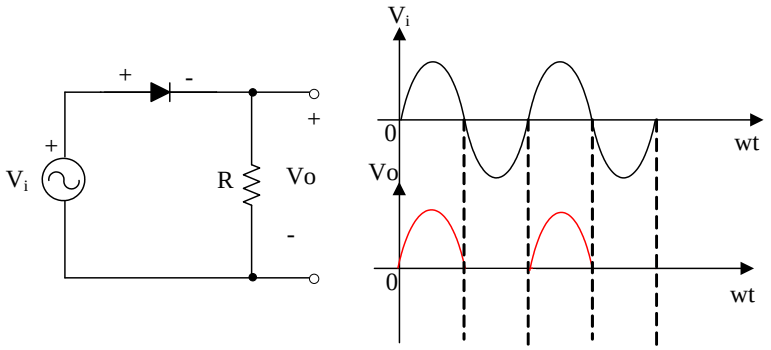


รูปที่ 2.1 วงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น

การทำงานวงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น

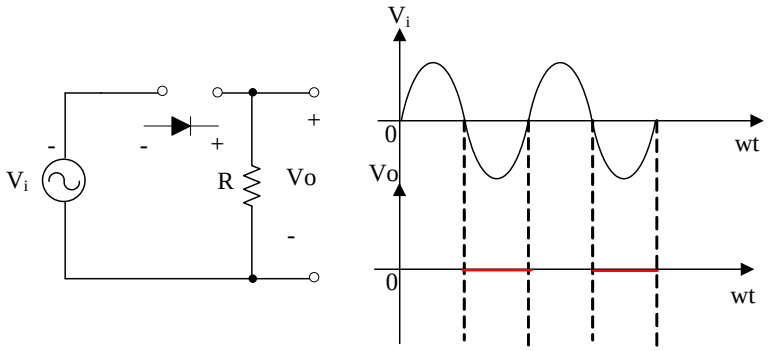
จากสัญญาณอินพุตที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งมีสัญญาณทั้งช่วงบวกและสัญญาณช่วงลบ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาการทำงานออกเป็น 2 ช่วงดังนี้

จากรูปที่ 2.1 เมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณช่วงบวก จะทำให้เกิดแรงดันที่ตกคล่อมไดโอดไฟบวกที่ขาแอโนด และไฟลบที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร สัญญาณอิพุตช่วงบวกผ่านไดโอดไปปรากฏที่เอาท์พุตได้ดังรูปที่ 2.2



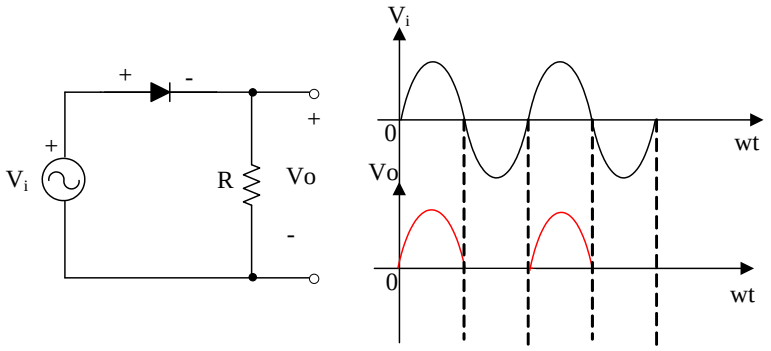
รูปที่ 2.2 การทำงานช่วงบวกของวงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น

จากรูปที่ 2.1 เมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณช่วงลบ จะทำให้เกิดแรงดันที่ตกคล่อมไดโอดไฟลบที่ขาแอโนด และไฟบวกที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสกลับ ไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร สัญญาณอิพุตช่วงบลบไม่สามารถผ่านไดโอดไปได้ แรงดันที่เอาท์พุตมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ ได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การทำงานช่วงลบของวงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น

เมื่อนำผลการทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์ แบบครึ่งคลื่นทั้ง 2 ช่วงมาเขียนสัญญาณแบบต่อเนื่องได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 สัญญาณเอาท์พุตของวงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น

จากการทำการของวงจรเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าแรงดันเฉลี่ยของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านเอาท์พุต ซึ่งจะได้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้ากระตรง ได้ดังต่อไปนี้

$$V_{av} = V_{DC} = \frac{1}{T} \int_{o}^{T} v\,dt$$

$$= \frac{1}{2\pi} \left[\int_{o}^{\pi} vm \sin wt\, dwt + \int_{\pi}^{2\pi} o\,dt \right]$$

$$= \frac{V_m}{2\pi} (-\cos wt) \int_{o}^{\pi}$$

$$= \frac{V_m}{2\pi} (-\cos \pi - (-\cos 0))$$

$$= \frac{2V_m}{2\pi} = \frac{V_m}{3.14}$$

$$V_{DC} = 0.318\ V_m$$

กรณีพิจารณา ค่าแรงดันคัทอินของไดโอด ซึ่งใช้ไดโอด 1 ตัว หาค่าได้ดังนี้

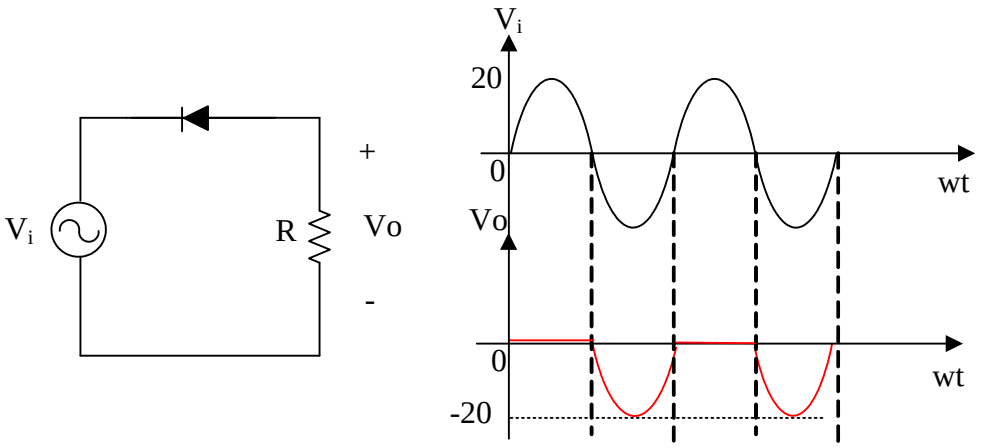
$$V_{DC} = 0.318\ (V_m - V_T)$$

จากการวิเคราะห์ด้วยคณิตศาสตร์ จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ทางด้านเอาท์พุต มีค่าประมาณ 0.318ของค่าแรงดันสูงสุด หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นได้ประมาณ 31.8 % ของค่าแรงดันสูงสุด

กรณีพิจารณาค่าอัตราทนแรงดันไฟป้อนกลับของไดโอด(Peak Inverse Voltage : PIV) จะหาค่าในช่วงที่ไดโอดถูกไบอัสกลับ จากวงจรใช้แหล่งจ่ายอินพุตอันเดียว ได้ค่าแรงดัน PIV ดังนี้

$$PIV \geq V_m$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้ากระตรง ทางด้านเอาท์พุต V_{DC}



วิธีทำ

พิจารณา อุดมคติ จากสูตร

V_{DC} = 0.318 V_m

= 0.318 (-20 v)

V_{DC} = -6.36 v ตอบ

พิจารณาตามชนิดของไดโอด(V_T) ด้วยจากสูตร

V_{DC} = 0.318 (V_m- V_T)

= 0.318 (-20+0.7)

V_{DC} = -6.14 v ตอบ

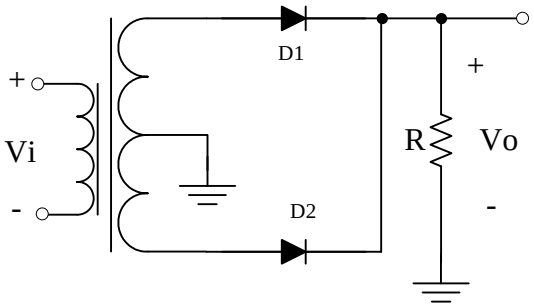
2.1.2. วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier)

สำหรับการจัดวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่น (Full wave rectifier) จัดวงจรได้ 2 แบบ

- วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง(0V)
- วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอด(Bridge diode)

2.1.2.1วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง (CENTER – TAPPED)

การจัดวงจรแบบนี้จะอาศัยการทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์แบบครึ่งคลื่น โดยใช้ไดโอด 2 ตัว ให้ไดโอดผลัดการทำงานในช่วงบวก 1 ตัวและอีก 1 ตัวทำงานในช่วงลบ โดยทางอินพุตจะต้องใช้หม้อแปลงชนิดมีแท็ปกลางเพื่อแยกสัญญาณดังรูปข้างล่าง

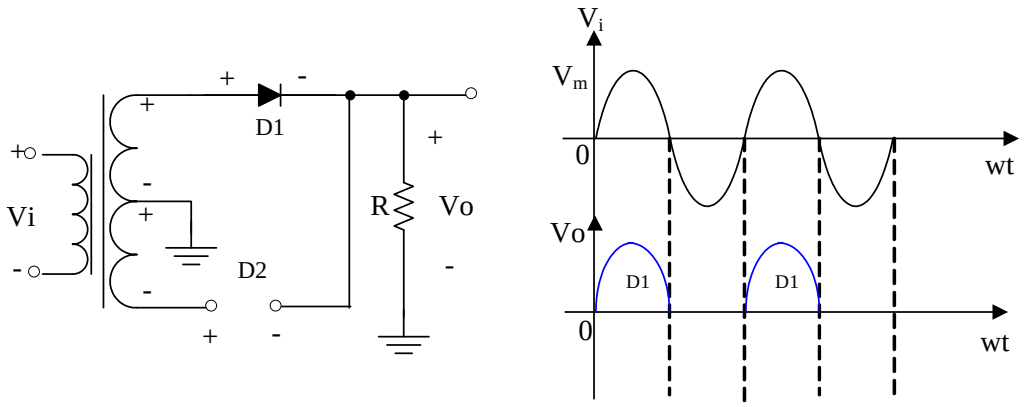


รูปที่ 2.5 วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง (Tranformer CENTER – TAPPED)

การทำงานวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง

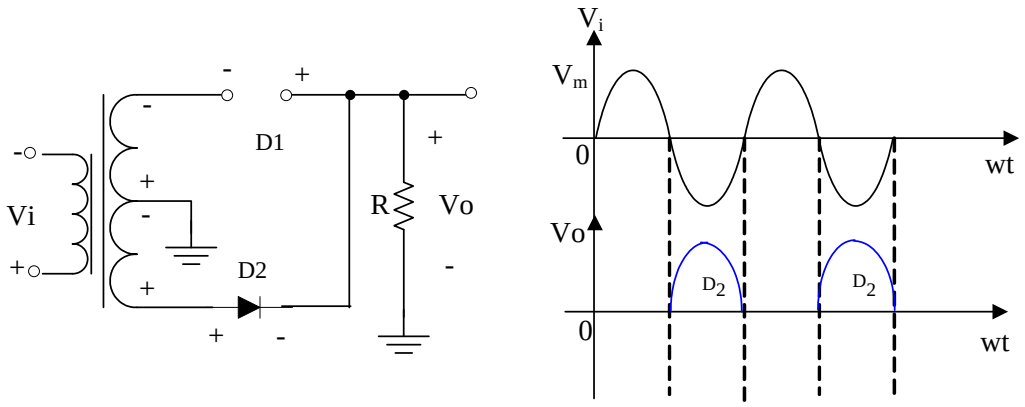
จากสัญญาณอินพุตที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งมีสัญญาณทั้งช่วงบวกและสัญญาณช่วงลบ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาการทำงานออกเป็น 2 ช่วงดังนี้

จากรูปที่ 2.5 เมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณช่วงบวก จะทำให้แรงดันที่หม้อแปลงขดด้านบนเป็นบวก และขดด้านล่างเป็นลบ เป็นผลให้เกิดแรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_1 ไฟบวกที่ขาแอโนด และไฟลบที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร ส่วนเกิดแรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_2 ไฟลบที่ขาแอโนด และไฟบวกที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสกลับ ไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร สัญญาณอินพุตช่วงบวกผ่านไดโอดไปปรากฏที่เอาท์พุตได้ดังรูปที่ 2.6



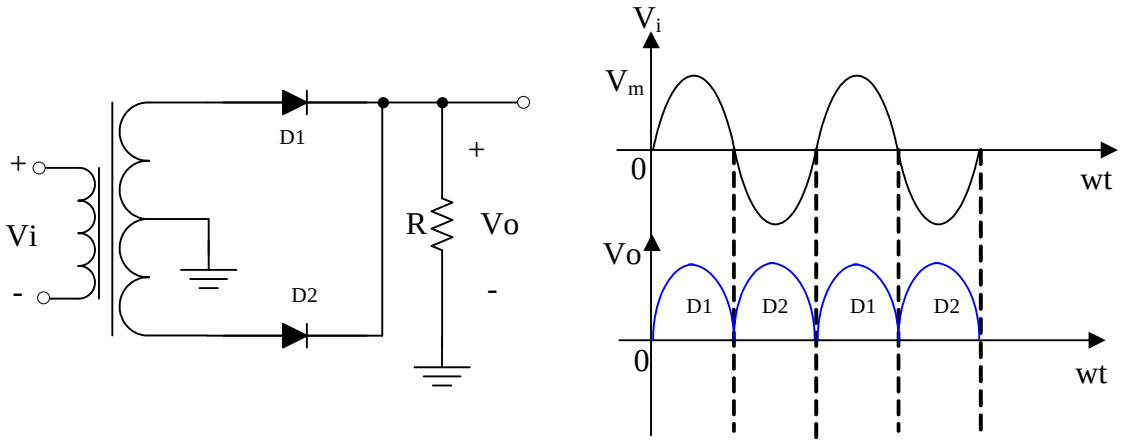
รูปที่ 2.6 การทำงานช่วงบวกของวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง

จากรูปที่ 2.5 เมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณช่วงลบ จะทำให้แรงดันที่หม้อแปลงขดด้านบนเป็นลบ และขดด้านล่างเป็นบวก เกิดแรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_1 ไฟลบที่ขาแอโนด และไฟบวกที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสกลับ ไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร ส่วนแรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_2 ไฟบวกที่ขาแอโนด และไฟลบที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร สัญญาณอินพุตช่วงบวกผ่านไดโอดไปปรากฏที่เอาท์พุตได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การทำงานช่วงลบของวงจรเรกติไฟเออร์ แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง

เมื่อนำผลการทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์ แบบเต็มคลื่นชนิดใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลางทั้ง 2 ช่วง มาเขียนสัญญาณแบบต่อเนื่องได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์ แบบเต็มคลื่นแบบใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง

จากการทำการของวงจรเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าแรงดันเฉลี่ยของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านเอาท์พุต ซึ่งจะได้เป็นค่าแรงดันไฟฟ้ากระตรง ได้ดังต่อไปนี้

$$V_{av} = V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v\,dt$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin wt \; dwt$$

$$= \frac{V_m}{\pi} (-\cos wt) \int_0^{\pi}$$

$$= \frac{V_m}{\pi} [-\cos \pi - (-\cos)]$$

$$= 2 \cdot \frac{V_m}{\pi}$$

$$= 2 (0.318 V_m)$$

$$V_{DC} = 0.636 \; V_m$$

กรณีพิจารณา ค่าแรงดันคัทอินของไดโอด ซึ่งใช้ไดโอดทำงานช่วงละ 1 ตัว หาค่าได้ดังนี้

$$V_{DC} = 0.636 (V_m - V_T)$$

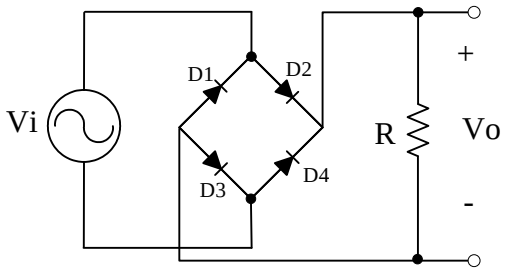
กรณีพิจารณาค่าอัตราทนแรงดันไฟป้อนกลับของไดโอด(Peak Inverse Voltage : PIV) จะหาค่าในช่วงที่ไดโอดถูกไบอัสกลับ จากวงจรใช้แหล่งจ่ายอินพุต มี 2 แหล่ง ได้ค่า PIV ดังนี้

$$PIV = V_m + V_m$$

$$PIV \geq 2Vm$$

2.1.2.2 วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นบริดจ์ไดโอด(Bridge diode)

การจัดวงจรแบบนี้จะใช้หม้อแปลงเพียงขดเดียว แต่จะต้องใช้ไดโอด 4 ตัว ผลัดการทำงานในช่วงบวก 2 ตัวและอีก 2 ตัวทำงานในช่วงลบ ดังวงจร รูปข้างล่าง

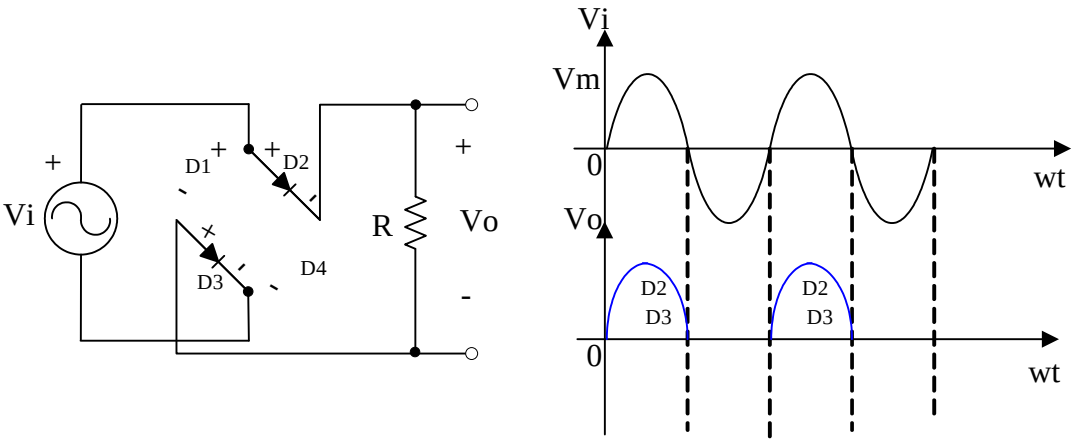


รูปที่ 2.9 วงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอด(Bridge diode)

การทำงานวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอด(Bridge diode)

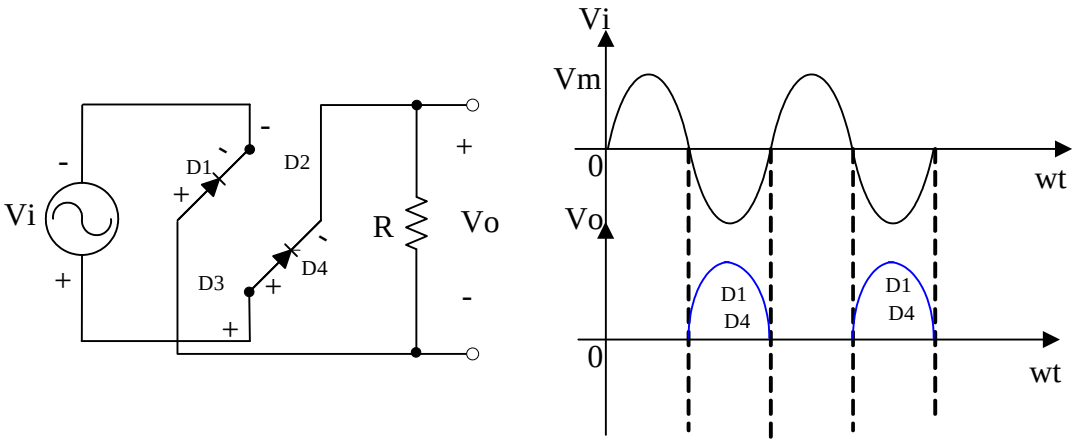
จากสัญญาณอินพุตที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งมีสัญญาณทั้งช่วงบวกและสัญญาณช่วงลบ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาการทำงานออกเป็น 2 ช่วงดังนี้

จากรูปที่ 2.9 เมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณช่วงบวก จะทำให้แรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_2 ไฟบวกที่ขาแอโนด และไฟลบที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร ส่วนแรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_1 ไฟบวกที่ขาแคโธด และไฟลบที่ขาแอโนด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสกลับ ไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร และขดด้านล่างเป็นลบ ไดโอด D_3 ได้รับไบอัสตรง และลบ ไดโอด D_4 ได้รับไบอัสกลับ สัญญาณอินพุตช่วงบวกผ่านไดโอด D_2 และไดโอด D_3 ไปปรากฏที่เอาท์พุตได้ดังรูปที่ 2.10



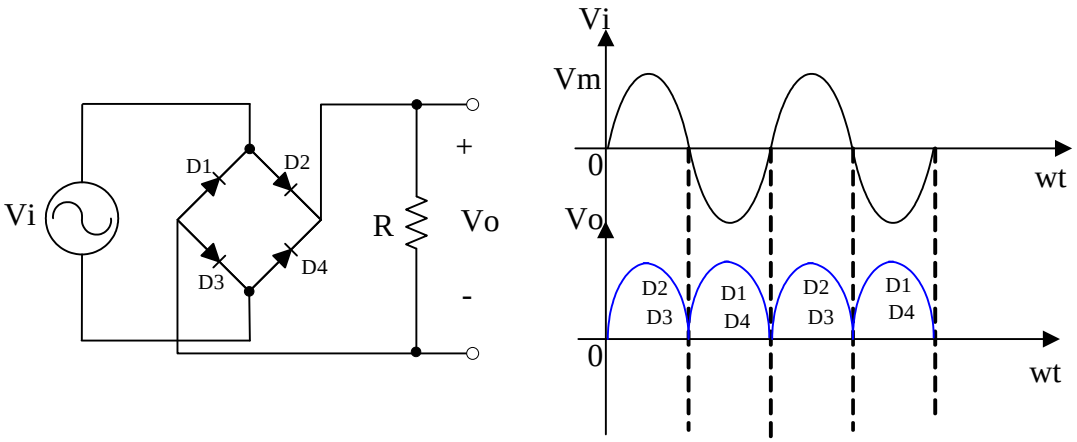
รูปที่ 2.10 การทำงานช่วงบวกของวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอด

จากรูปที่ 2.10 เมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้าเป็นสัญญาณช่วงลบ จะทำให้แรงดันที่ที่ตกคล่อมไดโอด D_1 ไฟลบที่ขาแคโธด และ ไฟบวกที่ขาแอโนด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสตรง ไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร ส่วนแรงดันที่ตกคล่อมไดโอด D_2 ไฟลบที่ขาแอโนด และ ไฟบวกที่ขาแคโธด นั้นแสดงว่าไดโอดได้รับไบอัสกลับ ไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร และขดด้านล่างเป็นบวก D_3 ได้รับไบอัสกลับ และไดโอด D_4 ได้รับไบอัสตรง สัญญาณอินพุตช่วงบวกผ่านไดโอด D_4 และไดโอด D_1 ไปปรากฏที่เอาท์พุตได้ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การทำงานช่วงลบของวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอด

เมื่อนำผลการทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์ แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอดทั้ง 2 ช่วงมาเขียนสัญญาณแบบต่อเนื่องได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอด

จากการทำงานของวงจรเรกติไฟเออร์แบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์ไดโอด สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุต มีลักษณะสัญญาณเหมือนกับวงจรเรกติไฟเออร์ แบบเต็มคลื่นชนิดใช้หม้อแปลงมีแท็ปกลาง นั้นแสดงว่าสามารถคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยสมการเดียวกันได้

$$V_{DC} = 0.636\ Vm$$

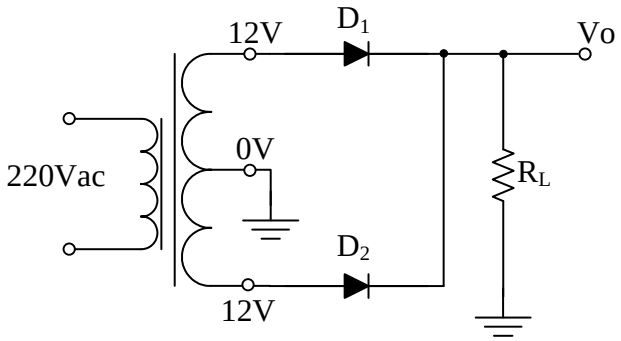
กรณีพิจารณา ค่าแรงดันคัทอินของไดโอด ซึ่งใช้ไดโอดทำงานช่วงละ 2 ตัว หาค่าได้ดังนี้

$$V_{DC} = 0.636(V_m - 2V_T)$$

กรณีพิจารณาค่าอัตราทนแรงดันไฟป้อนกลับของไดโอด(Peak Inverse Voltage : PIV) จะหาค่าในช่วงที่ไดโอดถูกไบอัสกลับ จากวงจรใช้แหล่งจ่ายอินพุตอันเดียว ได้ค่าแรงดัน PIV ดังนี้

$$\therefore \quad PIV \geq Vm$$

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปจงคำนวณหาค่าแรงดัน ดี-ซี ที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเซ็นเตอร์แทป และให้หาค่าแรงดัน PIV ของไดโอด D_1 และ D_2



วิธีทำ จากสูตร

$$V_{DC} = 0.636\ V_m$$

จากวงจรไม่ได้ให้ค่าแรงดัน Vm แต่ให้ค่าเป็นแรงดันอาร์เอ็มเอส 12V จะต้องเปลี่ยนเป็นแรงดัน Vm จากสมการ $V_m = \sqrt{2}$ Vrms แทนค่าลงในสมการ Vm ได้ดังนี้

$$V_{DC} = 0.636\sqrt{2}\ Vrms$$

$$V_{DC} = 0.636\sqrt{2}\ 12V$$

$$V_{DC} = 10.793\ V \qquad \text{ตอบ}$$

ค่าแรงดัน PIV ของไดโอด D_1 และ D_2 จากสมการ

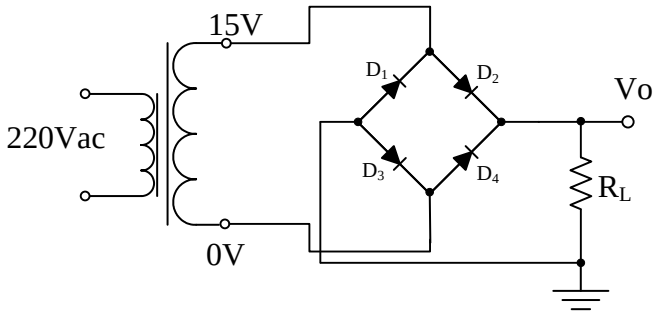
$$PIV \geq 2Vm$$

$$= 2\times\sqrt{2}\ Vrms$$

$$= 2\times\sqrt{2}\times 12$$

$$PIV \geq 33.941\ V \qquad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปจงคำนวณหาค่าแรงดัน ดี-ซี ที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์เรกติไฟเออร์ และให้หาค่าแรงดัน PIV ของไดโอดทั้งหมด



วิธีทำ จากสูตร

$$V_{DC} = 0.636\ V_m$$

จากวงจรไม่ได้ให้ค่าแรงดัน Vm แต่ให้ค่าเป็นแรงดันอาร์เอ็มเอส 15V จะต้องเปลี่ยนเป็นแรงดัน Vm จากสมการ $V_m = \sqrt{2}$ Vrms แทนค่าลงในสมการ Vm ได้ดังนี้

$$V_{DC} = 0.636\sqrt{2}\ \text{Vrms}$$

$$V_{DC} = 0.636\sqrt{2} \times 15\text{V}$$

$$V_{DC} = 13.491\text{V}$$ ตอบ

ค่าแรงดัน PIV ของไดโอด D_1 และ D_2 จากสมการ

$$\text{PIV} \geq \text{Vm}$$

$$= \sqrt{2}\ \text{Vrms}$$

$$= \sqrt{2} \times 15$$

$$\text{PIV} \geq 21.213\text{V}$$ ตอบ

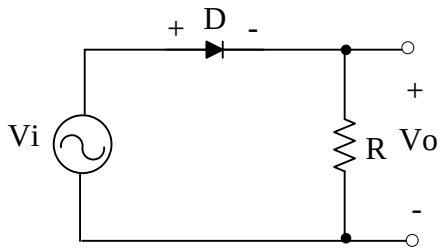
2.2 วงจรตัดรูปสัญญาณ (Clippers Circuit)

วงจรตัดรูปสัญญาณจะอาศัยคุณสมบัติของไดโอดที่นำกระแสได้ทางเดียวคือไบอัสตรงซึ่งการต่อวงจรไดโอดต่อได้ 2 แบบคือ

- วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม (Series Clippers Circuit) แบ่งได้ 2 ชนิด
  - ตัดรูปสัญญาณที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์
  - ตัดรูปสัญญาณที่ระดับแรงดันค่าต่างๆ
- วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน (Paralle Clippers Circuit) แบ่งได้ 2 ชนิด
  - ตัดรูปสัญญาณที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์
  - ตัดรูปสัญญาณที่ระดับแรงดันค่าต่างๆ

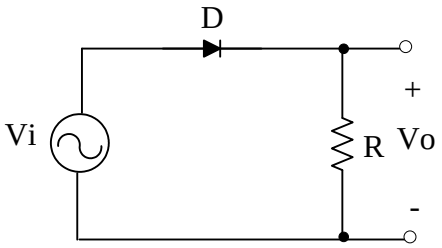
2.2.1 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม (Series Clippers Circuit)

การต่อวงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรมนี้ สังเกตุได้จากไดโอดจะถูกต่ออนุกรมกับขั้ววัดที่เอาท์พุตและสัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุต จะได้เหมือนกับสัญญาณอินพุตที่ทำให้ไดโอดได้รับไบอัสตรง ตามรูปข้างล่าง



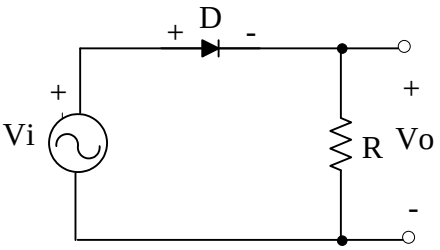
รูปที่ 2.13 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม

2.2.1.1 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม ชนิดตัดที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์
วงจรจะประกอบด้วย ไดโอด และตัวต้านทาน (โหลด) ดังรูปที่ 2.14

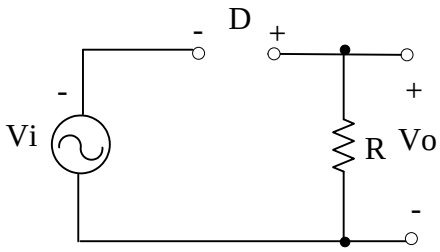


รูปที่ 2.14 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรมชนิดตัดที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์

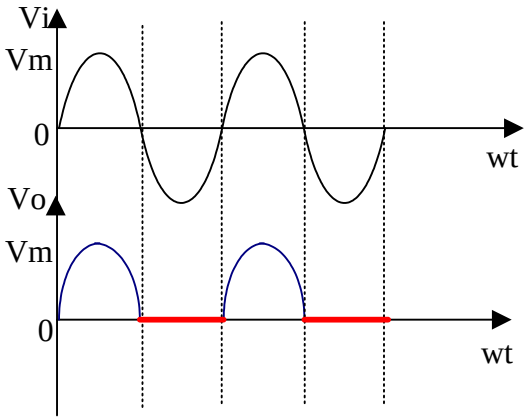
การทำงานของวงจร เมื่อสัญญาณอินพุตช่วงบวกไดโอดจะถูกไบอัสตรงไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร สัญญาณจากอินพุตก็จะมาปรากฏที่เอาท์พุต และในช่วงสัญญาณอินพุตช่วงลบไดโอดจะถูกไบอัสกลับไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร สัญญาณจากอินพุตก็จะไม่สมารถมาปรากฏที่เอาท์พุตได้มีค่าเท่ากับศูนย์ โวลต์ ดังรูปที่ 2.15



ก) ไดโอดได้รับไบอัสตรง

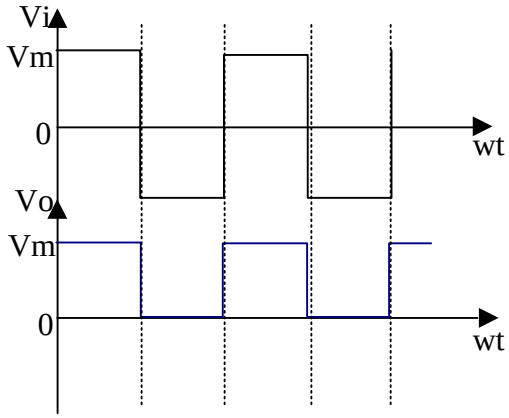


ข) ไดโอดได้รับไบอัสกลับ

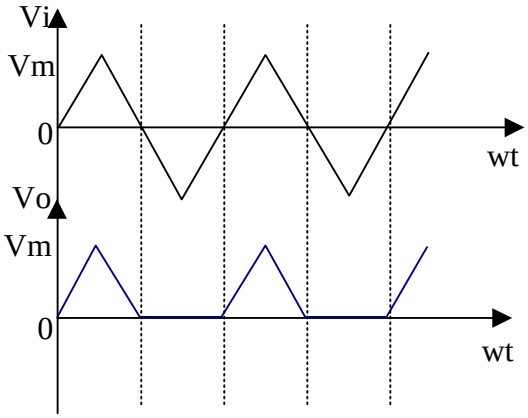


รูปที่ 2.15 การทำงานของวงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรมชนิดตัดที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์

ในทำนองเดียวกันถ้าสัญญาณที่อินพุตเป็นรูปคลื่นสามเหลี่ยมหรือรูปคลื่นสี่เหลี่ยม จะได้สัญญาณเฉพาะช่วงบวกเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.16



ก) สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยม

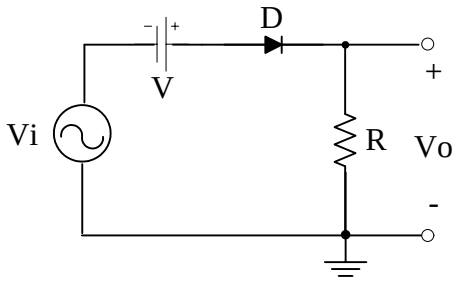


ข) สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณสามเหลี่ยม

รูปที่ 2.16 ผลของสัญญาณเอาท์พุตของวงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม

2.2.1.2 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม ชนิดตัดที่ระดับแรงดันต่างๆ

วงจรชนิดนี้จะเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปในวงจรอีก 1 ตัวคือแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งจะต่ออนุกรมกับไดโอด ดังวงจรในรูปที่ 2.17

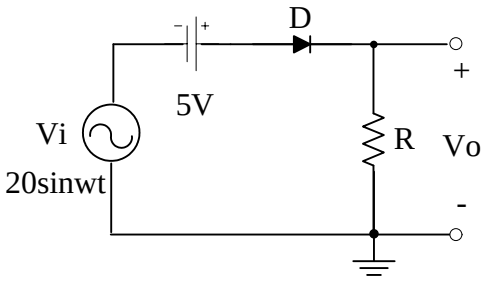


รูปที่ 2.17 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม ชนิดตัดที่ระดับแรงดันต่างๆ

ขั้นตอนการพิจารณา วงจร Clipper ที่ระดับแรงดันต่างๆ

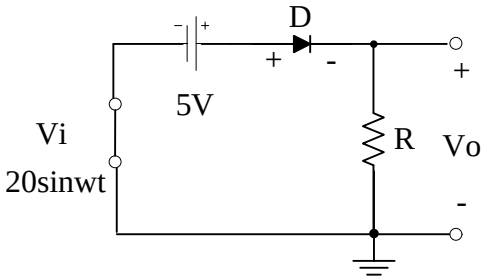
1. พิจารณาที่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระสตรงก่อน สมมติให้สัญญาณที่อินพุต Vi=0 (แทนด้วยการลัดวงจร) เพื่อดูว่าไดโอดไบอัสตรงหรือไบอัสกลับ
2. เขียนสมการหาค่าแรงดันที่เอาท์พุต V_O ตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ
3. พิจารณาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi)ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง จะแบ่งการพิจารณาดังนี้
   3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง มีทิศทางกระแสเสริมกัน ไดโอดถูกไบอัสตรงหรือไบอัสกลับ เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ เพื่อหาค่าแรงดันทางเอาท์พุต V_O
   3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง มีทิศทางกระแสหักล้างกัน เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ เพื่อหาค่าแรงดันทางเอาท์พุต V_O ต้องสมมติเงื่อนไขดังนี้
      - แรงดันอินพุต Vi มีค่าน้อยกว่า แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ไดโอดไบอัสตรงหรือไบอัสกลับแล้วให้เขียนสมการหาค่าแรงดันทางเอาท์พุต V_O
      - แรงดันอินพุต Vi มีค่ามากกว่า แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ไดโอดไบอัสตรงหรือไบอัสกลับแล้วให้เขียนสมการหาค่าแรงดันทางเอาท์พุต V_O
4. เขียนรูปสัญญาณทางเอาท์พุต จากค่าแรงดันเอาท์พุตที่ได้จากข้อ 2 และข้อ 3

ตัวอย่างที่ 4 จากวงจรตัดรูปสัญญาณ ให้เขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

1. พิจารณาที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง สมมติให้สัญญาณ Vi=0 ไดโอดถูกไบอัสตรง



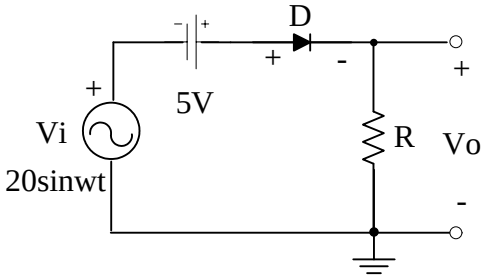
2. เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ

$$V_O = 5V + V_i$$

$$V_O = 5\ V$$

3. พิจารณาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง

3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงบวก มีทิศทางกระแสเสริมกัน กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง ไดโอดถูกไบอัสตรง

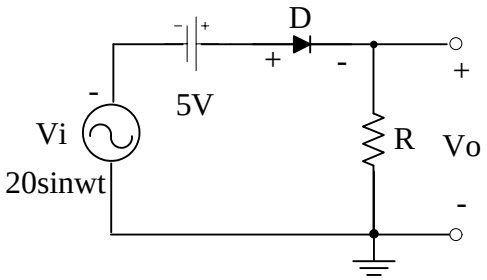


เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ

$$V_O = 5\ V + V_i$$

$$Vo = 20\ \sin wt + 5\ V$$

3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงลบมีทิศทางกระแสหักล้างกัน กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง จะมีเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้



ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

$V_I < 5$ V. ไดโอดถูกไบอัสตรง

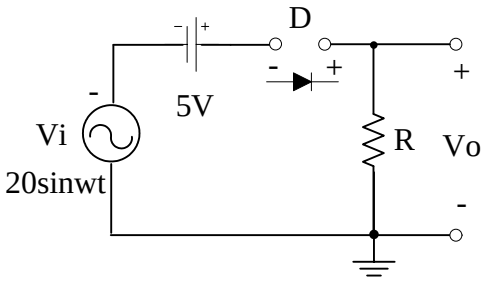
$V_O = 5\text{ V} - V_i$

$= 5\text{ V} - 20\sin wt$

$V_O = -15\sin wt$

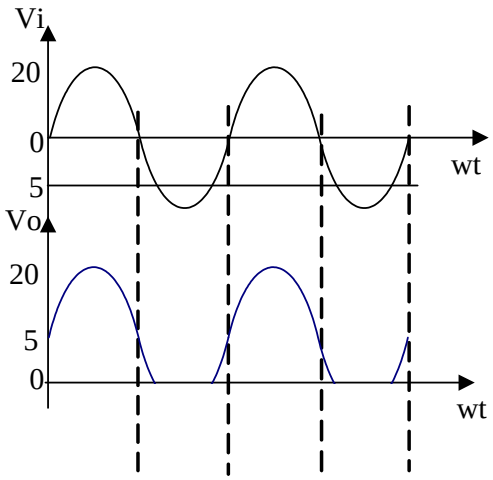
ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

ถ้า $V_I > 5$ V ; ไดโอดถูกไบอัสกลับ

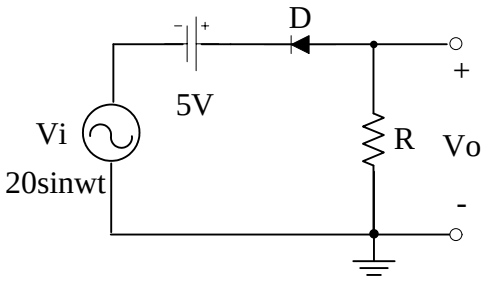


$V_O = 0$

4. เขียนรูปสัญญาณทางเอาท์พุต

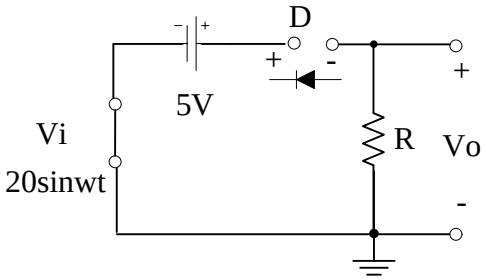


ตัวอย่างที่ 5 จากวงจรตัดรูปสัญญาณ ให้เขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

1. พิจารณาที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง สมมติให้สัญญาณ Vi=0 ไดโอดถูกไบอัสกลับ

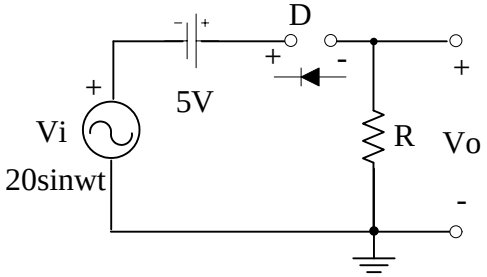


2. เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ

V_O = 5 V

3. พิจารณาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง

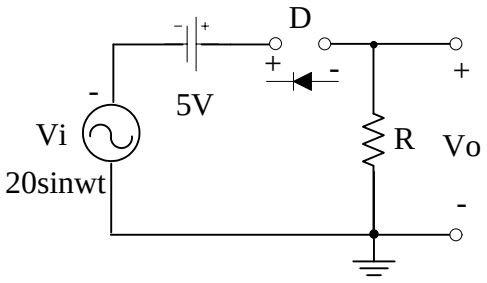
3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงบวก มีทิศทางกระแสเสริมกัน กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง ไดโอดถูกไบอัสกลับ



เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ

V_O = 0

3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงลบมีทิศทางกระแสหักล้างกัน กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง จะมีเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้



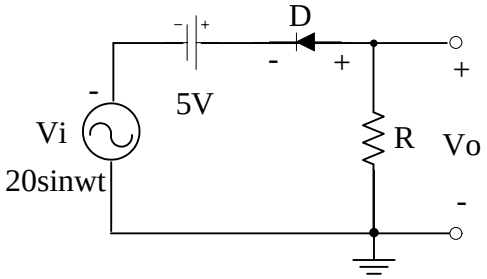
ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

$V_I < 5$ V. ไดโอดถูกไบอัสกลับ

$V_O = 0$

ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

ถ้า $V_I > 5$ V ; ไดโอดถูกไบอัสตรง

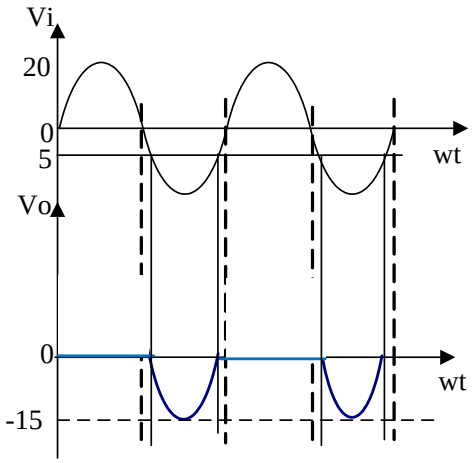


$V_O = 5\text{ V} - V_i$

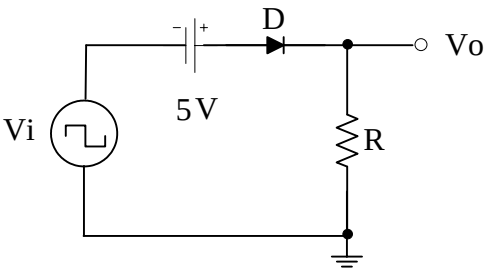
$= 5\text{ V} - 20\sin wt$

$V_O = -15\sin wt$

4. เขียนรูปสัญญาณทางเอาท์พุต



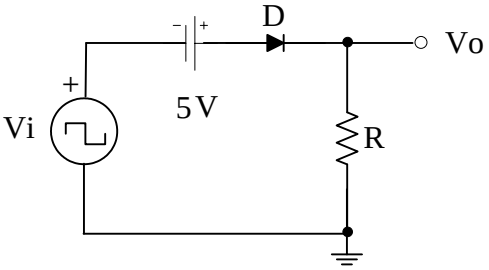
ตัวอย่างที่ 6 จากวงจรตัดรูปสัญญาณ ให้เขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

กรณีที่สัญญาณ Vi เป็นสัญญาณสี่เหลี่ยม ซึ่งจะมีการพิจารณาเหมือนกับไฟฟ้ากระแสตรง ดังนั้นจะข้ามขั้นตอนที่ 1 ที่พิจาณา Vi = 0 และข้ามไปขั้นตอนที่ 2 เลย

1. ช่วง อินพุตV_i เป็นช่วงบวก ทิศทางกระแสเสริมกันกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง ไดโอดถูกไบอัสตรง

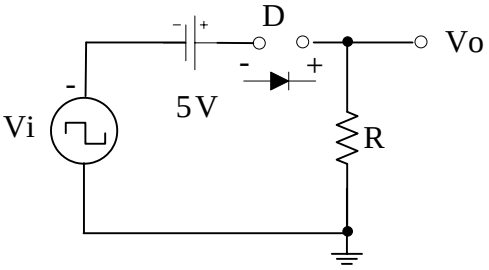


เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ

$V_O = 5 + 20$

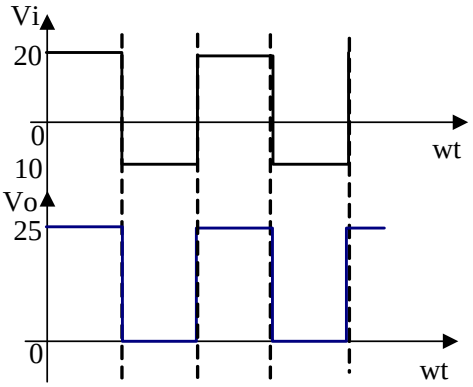
$V_O = 25\ V$

2. ช่วง อินพุต V_i เป็นช่วงลบ ไดโอดถูกไบอัสตรง



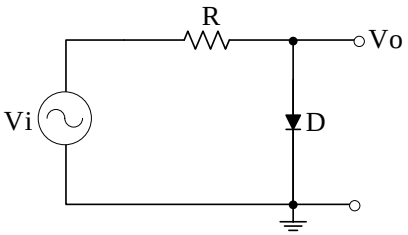
$V_O = 0\ V$

3. เขียนรูปสัญญาณที่เอาท์พุต



2.2.2 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน (parallel *clipper*)

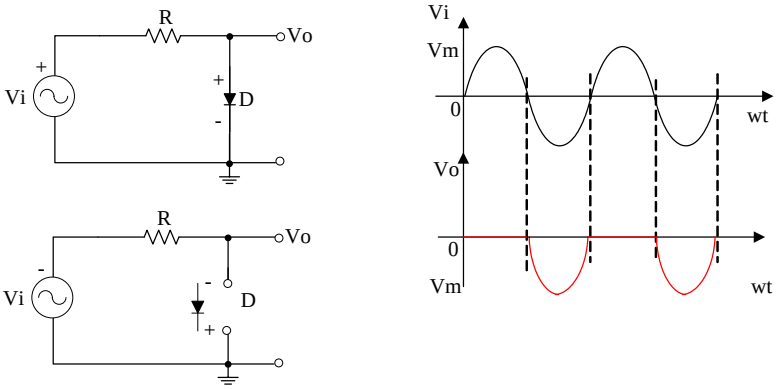
การต่อวงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนานนี้ สังเกตุได้จากไดโอดจะถูกต่อขนานกับขั้ววัดที่เอาท์พุตและสัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุต จะได้เหมือนกับสัญญาณอินพุตที่ทำให้ไดโอดได้รับไบอัสกลับ ตามรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.18 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน

2.2.2.1 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน ชนิดตัดที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์

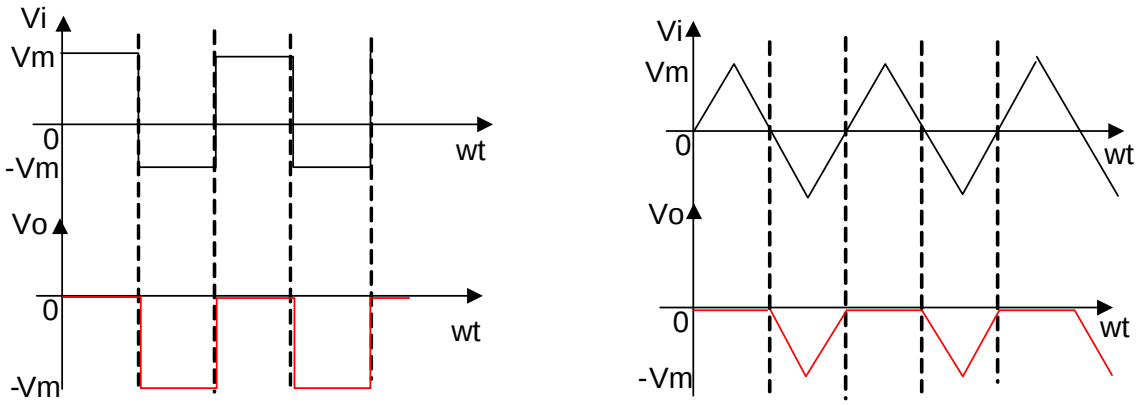
วงจรจะประกอบด้วย ไดโอด และตัวต้านทาน (โหลด) ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนานชนิดตัดที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์

การทำงานของวงจร เมื่อสัญญาณอินพุตช่วงบวกไดโอดจะถูกไบอัสตรงไดโอดเหมือนถูกลัดวงจร สัญญาณที่เอาท์พุตได้มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ และในช่วงสัญญาณอินพุตช่วงลบไดโอดจะถูกไบอัสกลับไดโอดเหมือนถูกเปิดวงจร สัญญาณที่เอาท์พุต จะมีค่าเหมือนกับสัญญาณที่อินพุต ดังรูปที่ 19

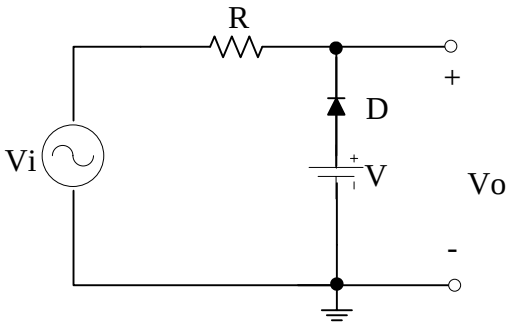
ในทำนองเดียวกันถ้าสัญญาณที่อินพุตเป็นรูปคลื่นสามเหลี่ยมหรือรูปคลื่นสี่เหลี่ยม จะได้สัญญาณเฉพาะช่วงบวกเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 ผลของสัญญาณเอาท์พุตของวงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน

2.2.2.2 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน ชนิดตัดที่ระดับแรงดันต่างๆ

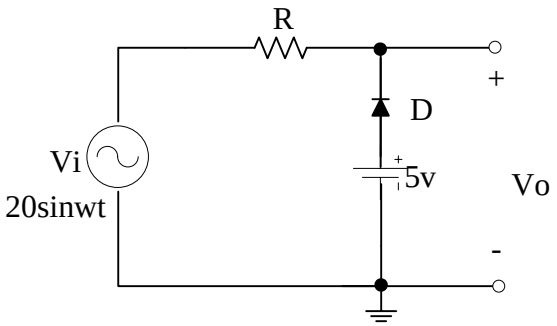
วงจรชนิดนี้จะเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปในวงจรอีก 1 ตัวคือแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งจะต่ออนุกรมกับไดโอด ดังวงจรในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน ชนิดตัดที่ระดับแรงดันต่างๆ

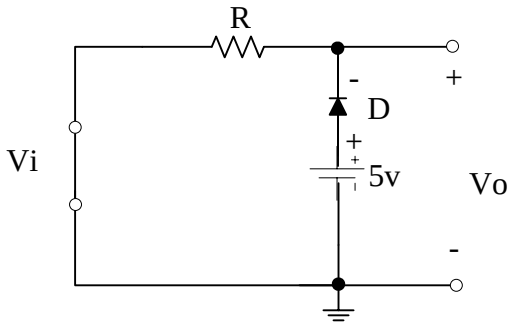
สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์วงจรตัดรูปสัญญาณแบบขนาน ชนิดตัดที่ระดับแรงดันต่างๆ จะเหมือนกับวงจรตัดรูปสัญญาณแบบอนุกรม ชนิดตัดที่ระดับแรงดันต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 7 จากวงจรตัดรูปสัญญาณ ให้เขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

1. พิจารณาที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง สมมติให้สัญญาณ Vi=0 ไดโอดถูกไบอัสตรง



2. เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ

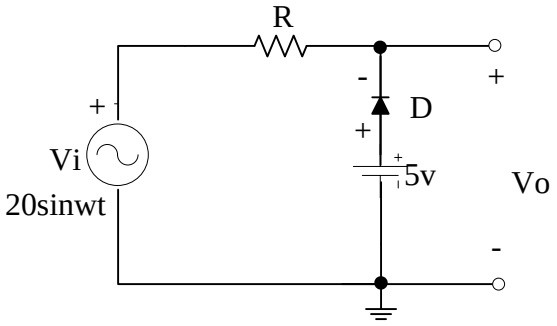
$$V_O = 5\ V$$

3. พิจารณาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง

3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงลบมีทิศทางกระแสหักล้างกันกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง จะมีเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้

- ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

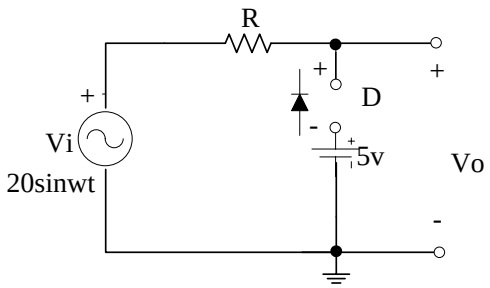
$$V_I < 5\ V.$$ ไดโอดถูกไบอัสตรง



V_O = 5 V

ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

ถ้า V_I > 5 V ; ไดโอดถูกไบอัสกลับ

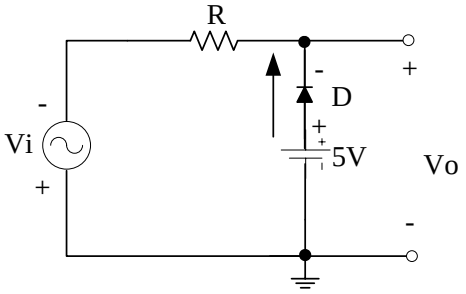


V_O = V_i - 5v

= 20sinwt - 5 V

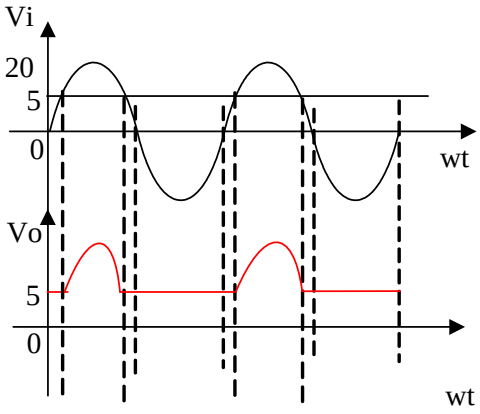
V_O = -15sinwt

3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงลบ มีทิศทางกระแสเสริมกัน กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง ไดโอดถูกไบอัสตรง

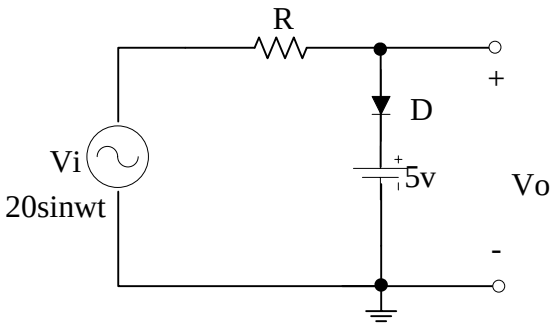


V_O = 5V

4. เขียนรูปคลื่นทางเอาท์พุต

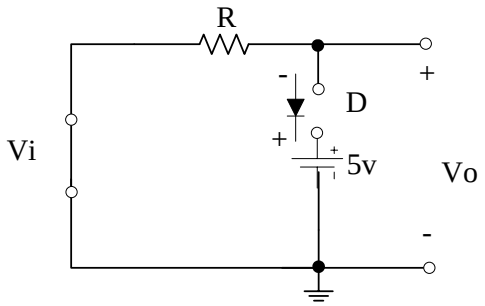


ตัวอย่างที่ 8 จากวงจรตัดรูปสัญญาณ ให้เขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

1. พิจารณาที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง สมมติให้สัญญาณ Vi=0 ไดโอดถูกไบอัสกลับ



2. เขียนสมการตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

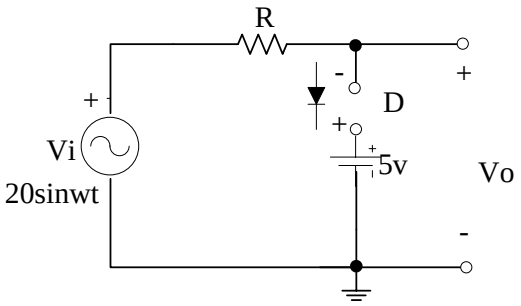
$$V_O = 0\ V$$

3. พิจารณาแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง

3.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงบวกมีทิศทางกระแสหักล้างกันกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง จะมีเงื่อนไขการพิจารณาดังนี้

- ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

$V_I < 5\ V.$ ไดโอดถูกไบอัสกลับ

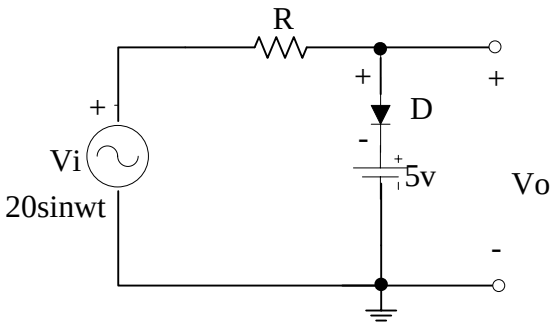


$$V_O = V_i$$

$$V_O = 5\sin wt$$

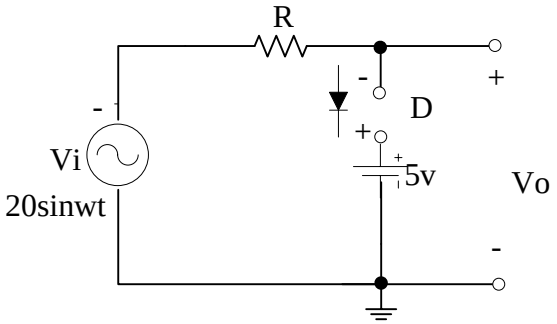
ช่วงที่อินพุต V_i มีค่าแรงดันสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าตรง 5v

ถ้า $V_I > 5\ V$; ไดโอดถูกไบอัสตรง



$V_O = 5\ V$ ตอบ

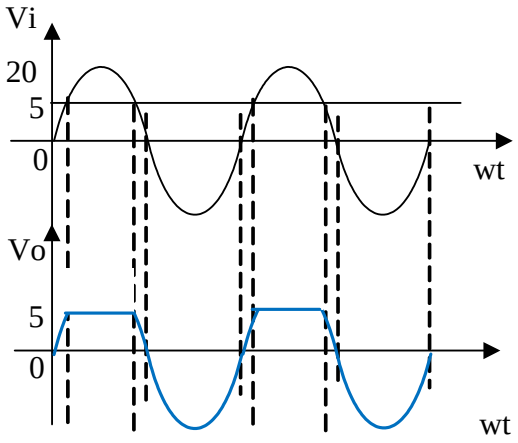
3.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (Vi) เป็นช่วงลบ มีทิศทางกระแสเสริมกัน กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าตรง ไดโอดถูกไบอัสกลับ



$V_O = -V_i$

$V_O = -20\sin wt$ ตอบ

4. เขียนรูปคลื่นทางเอาท์พุต

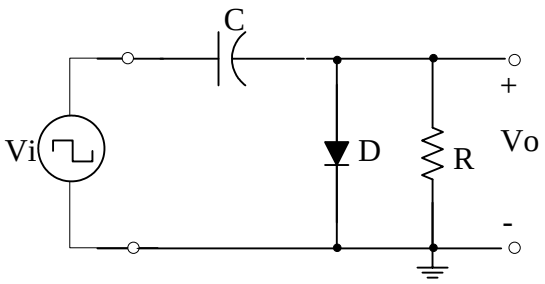


2.3 วงจรยกระดับสัญญาณ (CLAMPER CIRCUIT)

วงจรยกระดับสัญญาณจะประกอบด้วยตัวต้านทาน(R) ตัวคาปาซิเตอร์ (C) และไดโอด ซึ่งการยกระดับของสัญญาณจะอาศัยการเก็บประจุและคายประจุของตัวคาปาซิเตอร์ ซึ่งเวลาในการเก็บประจุและคายประจุของตัวคาปาซิเตอร์ จะถูกกำหนดด้วยค่าเวลาคงที่ของวงจร จะถูกกำหนดด้วยค่าของตัวต้านทาน และตัวคาปาซิเตอร์ (Time Constant ; τ = R.C) ซึ่งเวลาที่ ตัวคาปาซิเตอร์เก็บประจุเต็มที่จะมีค่าเท่ากับ 5τ และค่าเวลา 5τ จะต้องมากกว่าเวลาครึ่งไซเคิล ($\frac{T}{2}$) ของสัญญาณที่อินพุต ในการจัดวงจรยกระดับสัญญาณ จะมีการจัดได้ 2 แบบคือ

1. วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดัน 0 v
2. วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดันค่าต่างๆ

2.3.1 วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดัน 0 v

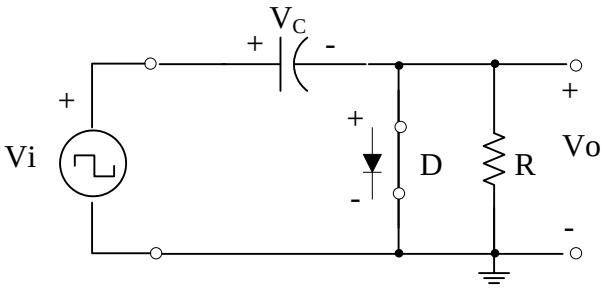


รูปที่ 2.22 วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดัน 0V

การทำงานของวงจรยกระดับสัญญาณจะเริ่มจากสมมติให้ตัวคาปาซิเตอร์เก็บประจุก่อน ซึ่งไดโอดถูกไบอัสตรงซึ่งจะถูกแทนด้วยการลัดวงจรเป็นผลให้ตัวต้านทานลัดวงจรไปด้วย คาปาซิเตอร์จึงเก็บประจุอย่างเต็มที่ และหลังจากนั้นไดโอดจะถูกไบอัสกลับ ซึ่งจะถูกแทนด้วยการเปิดวงจร จะสมมติให้คาปาซิเตอร์ยังไม่คายประจุแบบทันทีทันใด และหาผลของสัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุต มีขั้นตอนการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. พิจารณาสัญญาณอินพุต ที่ทำให้ไดโอดถูกไบอัสตรง (นำกระแส) คือสัญญาณช่วงบวก ไดโอดจะถูกแทนด้วยการลัดวงจร
2. กำหนดขั้วแรงดันที่ไดโอดและขั้วแรงดันที่ตกคล่อมคาปาซิเตอร์ตามขั้วแรงดันที่ไดโอด ตามรูป

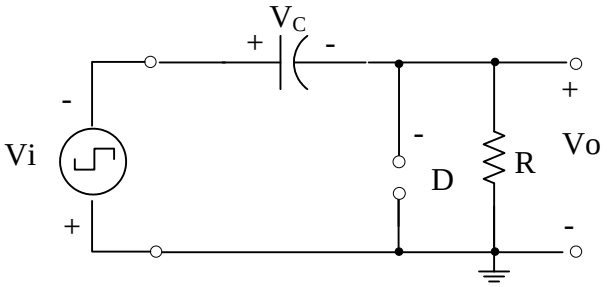


3. หาค่าแรงดันที่เอาท์พุต และค่าแรงดันที่คาปาซิเตอร์(V_C) ตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

Vo = 0V

Vc = Vi

4. พิจารณาสัญญาณอินพุต ที่ทำให้ไดโอดถูกไบอัสกลับ (ไม่นำกระแส) คือสัญญาณช่วงลบ ไดโอดจะถูกแทนด้วยการเปิดวงจร ตามรูปข้างล่าง



แรงดันที่เอาท์พุต ตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

Vo = $-V_C$ - Vi

แทนค่าแรงดัน Vc

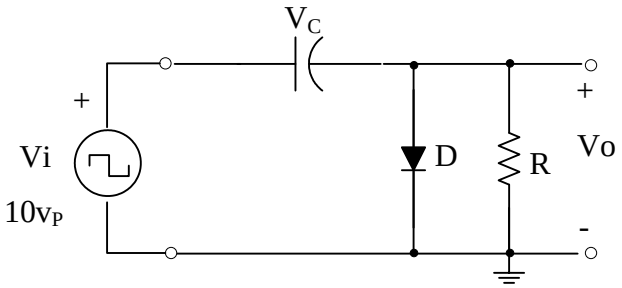
Vc = Vi

= -Vi - Vi

Vo = - 2Vi

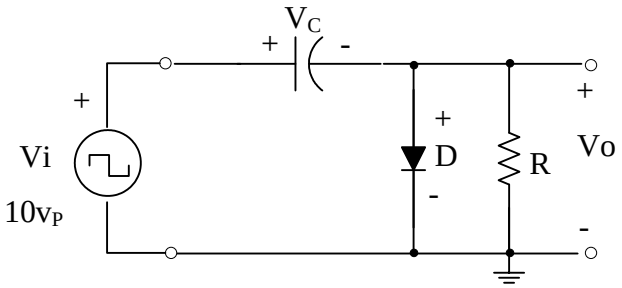
4. เขียนรูปสัญญาณที่เอาท์พุต

ตัวอย่างที่ 9 จากวงจร จงคำนวณหาค่าแรงดันและเขียนรูปสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1และ2 สัญญาณอินพุต ที่ทำให้ไดโอดถูกไบอัสตรง คือช่วงบวก และกำหนดขั้วแรงดันที่ไดโอด และขั้วแรงดันที่ตกคล่อมคาปาซิเตอร์



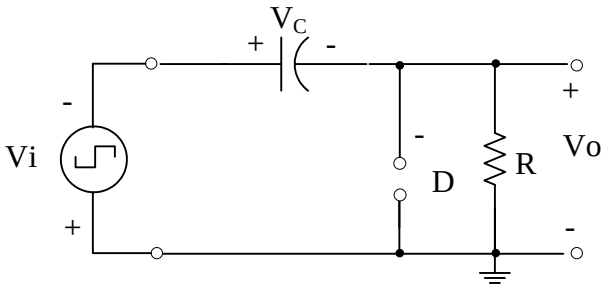
ขั้นตอนที่ 3 หาค่าแรงดันที่เอาท์พุต และค่าแรงดันที่คาปาซิเตอร์(V_C) ตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

V_O = 0 v

V_c = Vi

V_c = 10V

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาไดโอดถูกไบอัสกลับ สัญญาณอินพุตคือช่วงลบ



V_O = $-V_C - V_I$

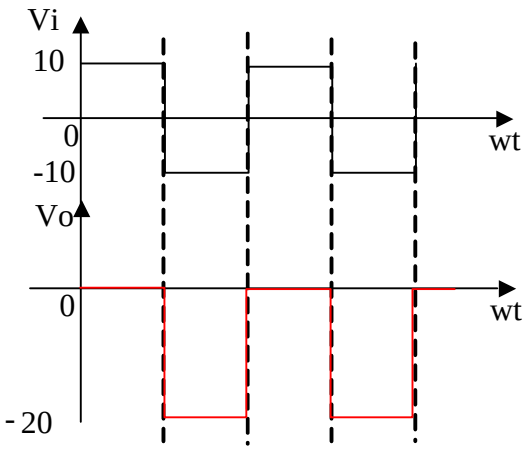
แทนค่าแรงดัน Vc

V_c = 10V

V_O = -10V - 10V

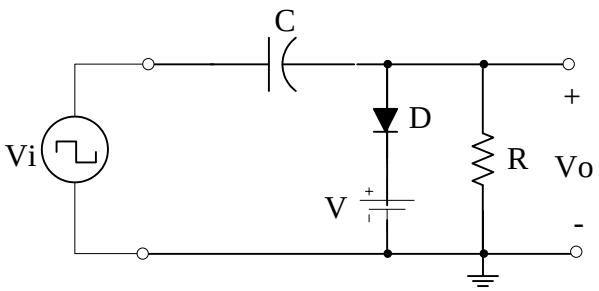
V_O = -20V

4. เขียนรูปสัญญาณที่เอาท์พุต



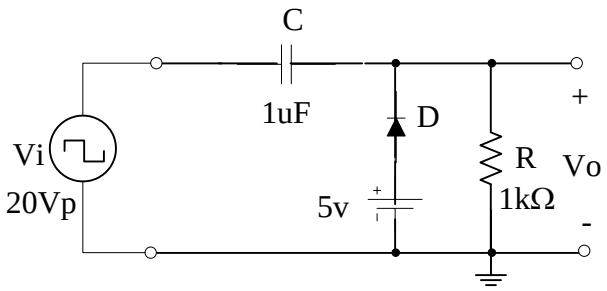
2.3.2 วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดันไฟกระแสตรงค่าต่างๆ

วงจรชนิดนี้จะเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปในวงจรอีก 1 ตัวคือแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งจะต่ออนุกรมกับไดโอด ดังวงจรในรูปที่ 22 การวิเคราะห์การทำงานของวงจรก็จะเหมือนกับ วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดัน 0V



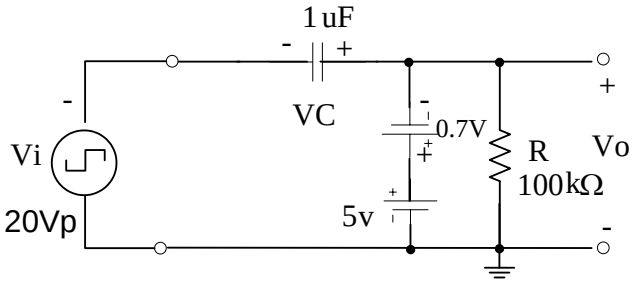
รูปที่ 2.23 วงจรยกระดับสัญญาณ ที่ระดับแรงดันไฟกระแสตรงค่าต่างๆ

ตัวอย่างที่ 10 จากวงจรสมมติให้ใช้ไดโอดชนิดซิลิกอน จงคำนวณหาค่าแรงดันและเขียนรูปสัญญาณทางเอาท์พุต



วิธีทำ

ขั้นตอนที่ 1และ2 สัญญาณอินพุต ที่ทำให้ไดโอดถูกไบอัสตรง คือช่วงลบ และกำหนดขั้วแรงดันที่ไดโอด และขั้วแรงดันที่ตกคล่อมคาปาซิเตอร์ ตารูป



ขั้นตอนที่ 3 หาค่าแรงดันที่เอาท์พุต และค่าแรงดันที่คาปาซิเตอร์(V_C) ตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

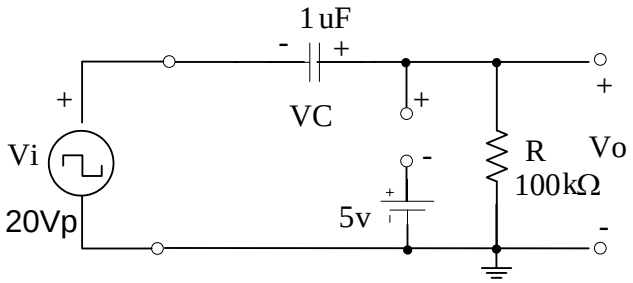
V_O = -0.7V + 5V

V_O = 4.3 V ตอบ

V_c = -0.7 + 5 V + 20V

V_c = 24.3 V ตอบ

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาไดโอดถูกไบอัสกลับ สัญญาณอินพุตคือช่วงบวก



หาค่าแรงดันที่เอาท์พุต ตามกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์

$$V_O = V_C + V_I$$

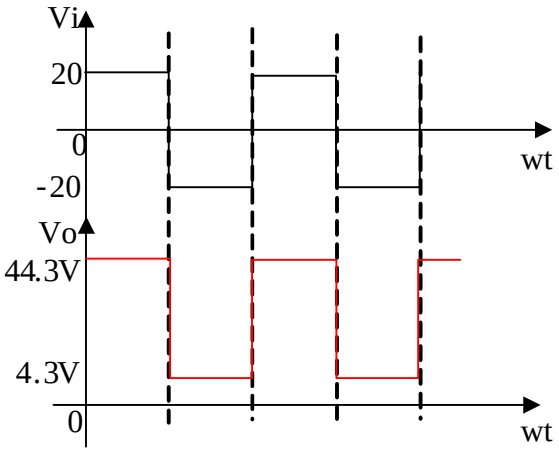
แทนค่าแรงดัน Vc

$$V_c = 24.3V$$

$$V_O = 24.3V + 20V$$

$$V_O = 44.3\ V$$

5.เขียนรูปสัญญาณที่เอาท์พุต

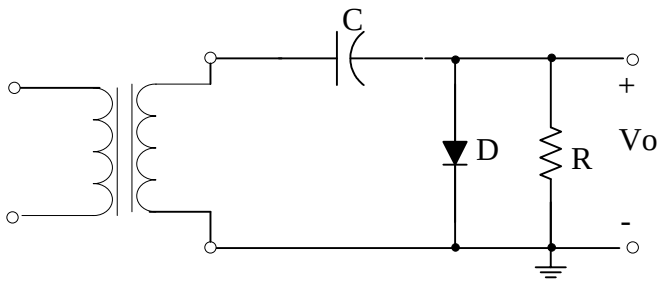


2.4 วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multiplier circuit)

วงจรทวีแรงดันเป็นวงจรที่ใช้เพื่อเพิ่มขนาดของแรงดันไฟตรงให้มีค่าสูงขึ้นกว่าปกติ โดยที่กระแสเอาต์พุตจะมีค่าลดลง วงจรดังกล่าวถูกนำไปใช้งานในลักษณะที่ไม่ต้องคำนึงถึงเสถียรภาพของแรงดัน

หลักการทำงานคือ ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวเก็บและคายประจุในแต่ละฝั่งของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งก็คือวงจรยกระดับสัญญาณนั้นเอง

2.4.1 วงจรทวีแรงดันแบบครึ่งคลื่น



รูปที่ 2.24 วงจรทวีแรงดันแบบครึ่งคลื่น

การทำงานของวงจรทวีแรงดันแบบครึ่งคลื่น ขณะที่สัญญาณในช่วงบวกของไฟฟ้ากระแสสลับไดโอด D_1 จะนำกระแสและเกิดกระแสไหลผ่าน D_1 ทำให้เกิดการประจุแรงดันที่ตัวเก็บประจุ C ดังนั้นแรงดันเอาต์พุตของวงจรจึงมีค่าเท่ากับแรงดันที่ตกคร่อมไดโอดขณะนำกระแส

$$Vo = V_D = 0.7\ V$$

ในส่วนของสัญญาณช่วงลบของไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอด D จะไม่นำกระแส กระแสไฟฟ้าจึงไหลผ่านไปยังโหลด R_L เข้ามาประจุที่ตัวคาปาซิเตอร์ C และในจังหวะเดียวกันนี้ ตัวคาปาซิเตอร์ C ก็จะคายประจุออกมาในทิศทางเดียว กับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ดังนั้น แรงดันเอาต์พุตจึงมีค่าเท่ากับแรงดันอินพุตรวมกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับแรงดันอินพุต ทำให้แรงดันเอาต์พุตมีค่าเป็น 2 เท่าของแรงดันอินพุต

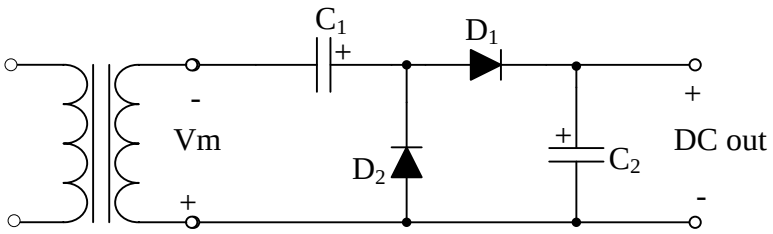
$$Vo = -V_C - V_i$$

สมมติให้ $V_C = V_i$

$$Vo = -V_i - V_i$$

$$Vo = -2V_i$$

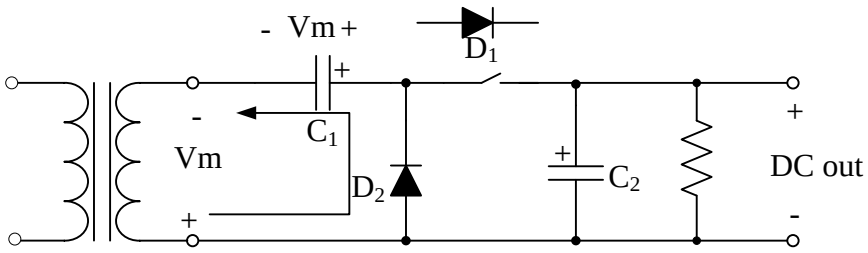
2.4.2 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า แบบครึ่งคลื่น



รูปที่ 2.25 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบครึ่งคลื่น

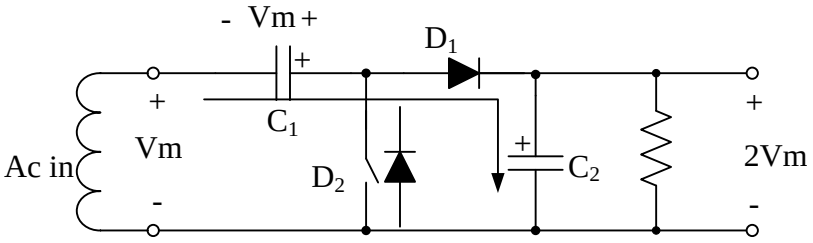
การทำงานของวงจรทวีแรงดันแบบครึ่งคลื่น ขณะที่สัญญาณในด้านลบของไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอด D_2 จะนำกระแสส่วนไดโอด D_1 จะไม่นำกระแส ทำให้เกิดการเก็บประจุแรงดันที่ตัวคาปาซิเตอร์ C_1

$$V_{C1} = V_i = Vm$$



รูปที่ 2.26 การทำงานสัญญาณอินพุตช่วงลบของวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบครึ่งคลื่น

ในส่วนของสัญญาณช่วงบวกของไฟฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอด D_1 จะนำกระแส ส่วนไดโอด D_2 ไม่นำกระแสไฟฟ้า ตัวคาปาซิเตอร์ C_2 จะเก็บประจุ จากการคายประจุของตัวคาปาซิเตอร์ C_1 และแรงดันอินพุตที่เข้ามาใหม่



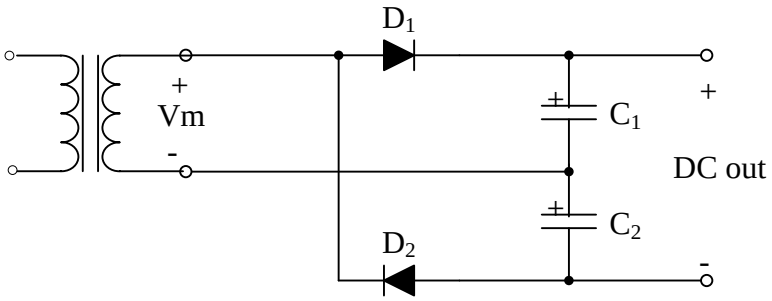
รูปที่ 2.27 การทำงานสัญญาณอินพุตช่วงบวกของวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบครึ่งคลื่น

$$V_{C2} = V_{C1} + V_i$$
$$= V_m + V_m$$
$$Vo = 2V_m$$

หมายเหตุ

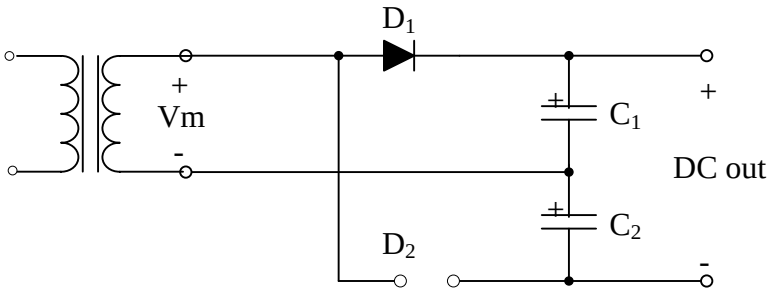
ตัวคาปาซิเตอร์ C_1 มีค่าพิกัดทนแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตสูงสุด ส่วนตัวเก็บประจุ C_2 มีค่าพิกัดทนแรงดันเท่ากับ 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอินพุต

2.4.3 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 2.28 วงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบเต็มคลื่น

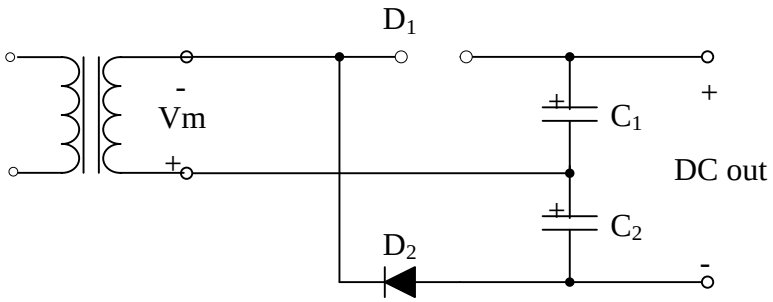
การทำงานของวงจร ขณะที่สัญญาณในช่วงบวกของไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอด D_1 จะนำกระแส ส่วนไดโอด D_2 จะไม่นำกระแส ทำให้เกิดการเก็บประจุแรงดันที่ตัวคาปาซิเตอร์ C_1 ดังนั้น



รูปที่ 2.29 การทำงานสัญญาณอินพุตช่วงบวกของวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบเต็มคลื่น

$$Vo1 = V_{C1}$$
$$= V_i$$
$$Vo1 = Vm$$

ในส่วนของสัญญาณช่วงลบของไฟฟ้ากระแสสลับไดโอด D_2 จะนำกระแส ส่วนไดโอด D_1 จะหยุดนำกระแสไฟฟ้า กระแสจะไหลผ่าน D_2 ทำให้เกิดการเก็บประจุแรงดันที่ตัวคาปาซิเตอร์ C_2 ตามสมการข้างล่าง



รูปที่ 2.30 การทำงานสัญญาณอินพุตช่วงลบของวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบเต็มคลื่น

$$Vo2 = V_{C2}$$
$$= V_i$$
$$Vo2 = Vm$$

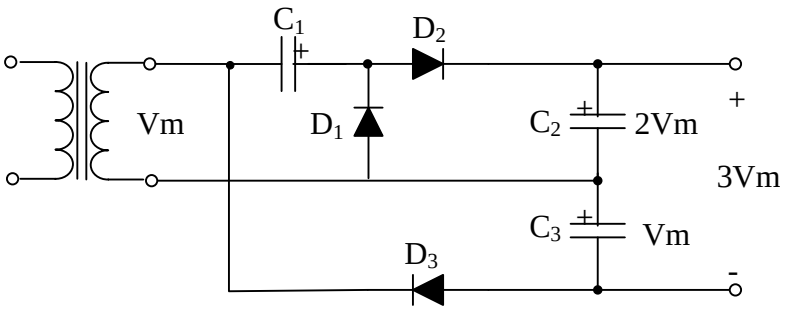
แรงดันเอาต์พุต จึงมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันที่ตกคร่อมตัวคาปาซิเตอร์ทั้ง C_1 และ C_2 ตามสมการข้างล่าง

$$Vo = V_{o1} + V_{o2}$$
$$= V_{C1} + V_{C2}$$
$$= V_m + V_m$$
$$Vo = 2V_m$$

หมายเหตุ

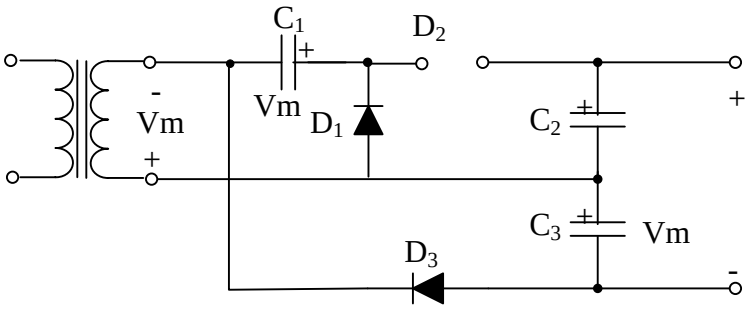
ตัวคาปาซิเตอร์ C_1 และ C_2 มีค่าพิกัดทนแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตสูงสุด

2.4.4 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่าแบบเต็มคลื่น



รูปที่ 2.31 วงจรทวีแรงดัน 3 เท่าแบบเต็มคลื่น

การทำงานของวงจร ขณะที่สัญญาณในช่วงลบของไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอด D_1 และไดโอด D_3 จะนำกระแส ส่วนไดโอด D_2 จะไม่นำกระแส ทำให้เกิดการเก็บประจุแรงดันที่ตัวคาปาซิเตอร์ C_1 และคาปาซิเตอร์ C_3 มีค่าเท่ากับแรงดันที่อินพุต ดังนั้น

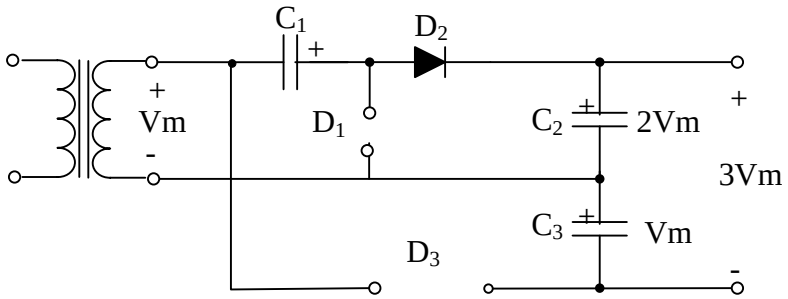


รูปที่ 2.32 การทำงานสัญญาณอินพุตช่วงลบของวงจรทวีแรงดัน 3 เท่าแบบเต็มคลื่น

$$V_{C1} = V_i = Vm$$

$$V_{C3} = V_i = Vm$$

ในส่วนของสัญญาณช่วงบวกของไฟฟ้ากระแสสลับไดโอด D_2 จะนำกระแส ส่วนไดโอด D_1 และไดโอด D_3 จะหยุดนำกระแสไฟฟ้า กระแสจะไหลผ่าน D_2 ทำให้เกิดการประจุแรงดันที่คาปาซิเตอร์ C_2 จากการคายประจุของคาปาซิเตอร์ C_1 และแรงดันอินพุตที่เข้ามา ตามสมการข้างล่าง



รูปที่ 2.33 การทำงานสัญญาณอินพุตช่วงบวกของวงจรทวีแรงดัน 3 เท่าแบบเต็มคลื่น

$$V_{C2} = V_{C1} + V_i$$
$$= Vm + Vm$$
$$V_{C2} = 2Vm$$

แรงดันเอาต์พุต จึงมีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดันที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์ทั้ง C_2 และ C_3 ตามสมการข้างล่าง

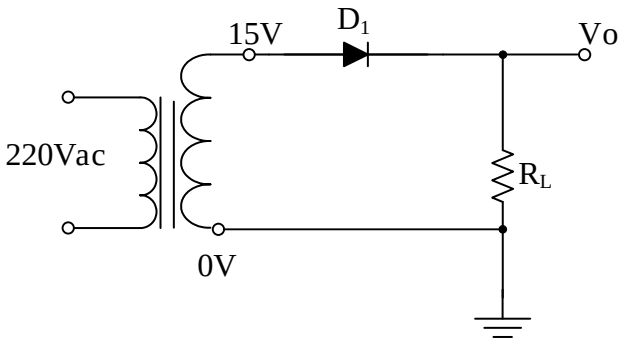
$$Vo = V_{C2} + V_{C3}$$
$$= 2Vm + Vm$$
$$Vo = 3Vm$$

หมายเหตุ

คาปาซิเตอร์ C_1 มีพิกัดการทนแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตสูงสุด ตัวคาปาซิเตอร์ C_2 มีพิกัดทนแรงดันเป็น 2 เท่าของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตสูงสุด ตัวเคาปาซิเตอร์ C3 มีพิกัดทนแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอินพุตสูงสุด

แบบฝึกหัด

1. จงคำนวณหาค่าแรงดัน ดี-ซี ที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเซ็นเตอร์แทป และให้หาค่าแรงดัน PIV ของไดโอด D_1 และ D_2 และเลือกเบอร์ไดโอดที่ใช้งานจากดาต้าชีท



.....

.....

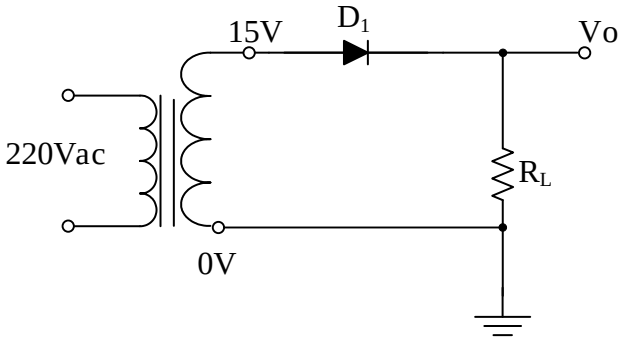
.....

.....

.....

.....

2. ให้อธิบายการทำงานของวงจรวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น(Hafe wave rectifier)



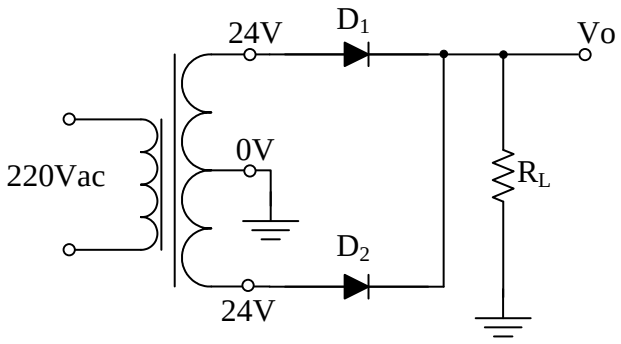
ช่วงที่สัญญาณไฟกระแสสลับซีกบวก

เมื่อสัญญาณซีกบวกเข้ามาจะทำให้ไดโอดได้รับไบอัสตรงหรือได้รับไบอัสกลับ..... สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตจะได้สัญญาณ.....

ช่วงที่สัญญาณไฟกระแสสลับซีกลบ

เมื่อสัญญาณซีกลบเข้ามาจะทำให้ไดโอดได้รับไบอัสตรงหรือ ได้รับไบอัสกลับ..... สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตจะได้สัญญาณ.....

3. จงคำนวณหาค่าแรงดัน ดี-ซี ที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดเซ็นเตอร์แทป และให้หาค่าแรงดัน PIV ของไดโอด D_1 และ D_2 และเลือกเบอร์ไดโอดที่ใช้งานจากดาด้าชีท



.....

.....

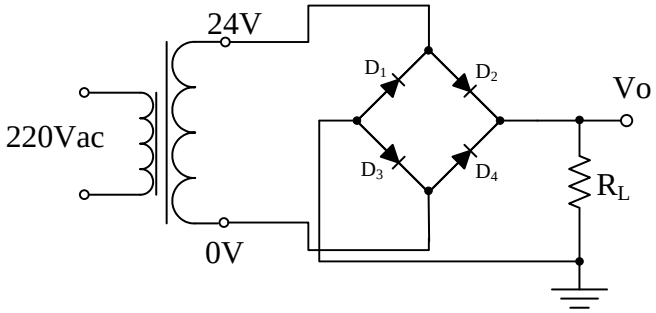
.....

.....

.....

.....

4. จงคำนวณหาค่าแรงดัน ดี-ซี ที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์เรกติไฟเออร์ และให้หาค่าแรงดัน PIV ของไดโอดทั้งหมด และเลือกเบอร์ไดโอดที่ใช้งานจากดาด้าชีท



.....

.....

.....

.....

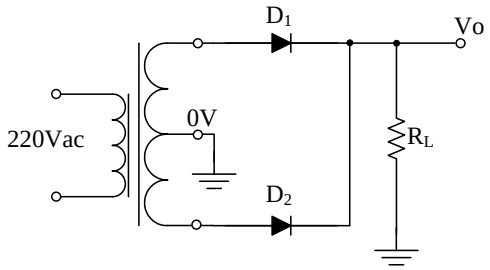
.....

.....

.....

.....

5. ให้อธิบายการทำงานของวงจรวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดหม้อแปลงแทป



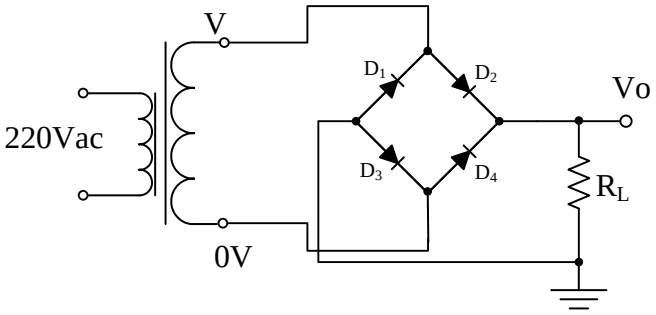
ช่วงที่สัญญาณไฟกระแสสลับซีกบวก

เมื่อสัญญาณซีกบวกเข้ามาจะทำให้ไดโอด.....ได้รับไบอัสตรงหรือทำงาน และไดโอด.....ได้รับไบอัสกลับหรือไม่ทำงาน...สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตจะได้สัญญาณซีก.....

ช่วงที่สัญญาณไฟกระแสสลับซีกลบ

เมื่อสัญญาณซีกลบเข้ามาจะทำให้ไดโอด.....ได้รับไบอัสตรงหรือทำงาน และไดโอด.....ได้รับไบอัสกลับหรือไม่ทำงาน...สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตจะได้สัญญาณซีก.....

6. ให้อธิบายการทำงานของวงจรวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นชนิดบริดจ์เรกติไฟเออร์



ช่วงที่สัญญาณไฟกระแสสลับซีกบวก

เมื่อสัญญาณซีกบวกเข้ามาจะทำให้ไดโอด.....ได้รับไบอัสตรงหรือทำงาน และไดโอด.....ได้รับไบอัสกลับหรือไม่ทำงาน...สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตจะได้สัญญาณซีก.....

ช่วงที่สัญญาณไฟกระแสสลับซีกลบ

เมื่อสัญญาณซีกลบเข้ามาจะทำให้ไดโอด.....ได้รับไบอัสตรงหรือทำงาน และไดโอด.....ได้รับไบอัสกลับหรือไม่ทำงาน...สัญญาณที่ได้ทางเอาท์พุตจะได้สัญญาณซีก.....

1N4001 - 1N4007

1.0A RECTIFIER

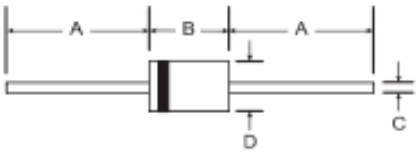
Please click here to visit our online spice models database.

Features

- Diffused Junction
- High Current Capability and Low Forward Voltage Drop
- Surge Overload Rating to 30A Peak
- Low Reverse Leakage Current
- **Lead Free Finish, RoHS Compliant (Note 3)**

Mechanical Data

- Case: DO-41
- Case Material: Molded Plastic. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020D
- Terminals: Finish - Bright Tin. Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Mounting Position: Any
- Ordering Information: See Page 2
- Marking: Type Number
- Weight: 0.30 grams (approximate)



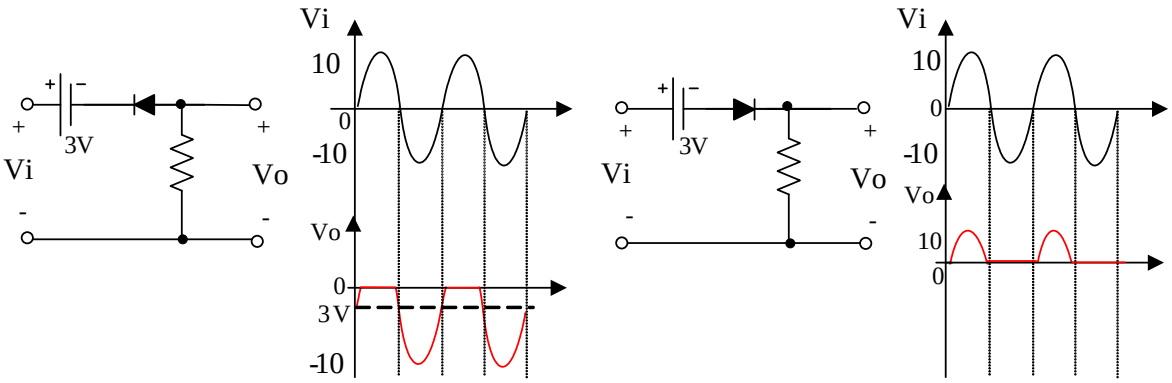
Dim	DO-41 Plastic	
	Min	Max
A	25.40	—
B	4.06	5.21
C	0.71	0.864
D	2.00	2.72
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T_A = 25°C unless otherwise specified

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	50	100	200	400	600	800	1000	V
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ T_A = 75°C	I_O	1.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	30							A
Forward Voltage @ I_F = 1.0A	V_{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @T_A = 25°C at Rated DC Blocking Voltage @ T_A = 100°C	I_{RM}	5.0 50							μA
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C_j	15				8			pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	100							K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	T_A	+150							°C
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-65 to +150							°C

7. จากวงจรจงให้คำนวณหาค่าแรงดันที่เอาท์พุต พร้อมเขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



เริ่มที่ Vi = 0 ; แหล่งจ่ายไฟ DC ทำให้ ไดโอด ไดโอด

.....

Vo = ...

Vi เป็น บวก แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต่อหักล้างกัน

Vi < 3V ; diode forward

Vo = ...

Vi > 3V ; diode reverse bias

Vo = ...

Vi เป็น ลบ แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต่อเสริมกัน

diode forward

Vo = ...

เริ่มที่ Vi = 0 ; แหล่งจ่ายไฟ DC ทำห้

.....

Vo = 0

Vi เป็น บวก แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต่อหักล้างกัน

Vi < 3V ; diode reverse

Vo = 0

Vi > 3V ; diode forward bias

Vo = ...

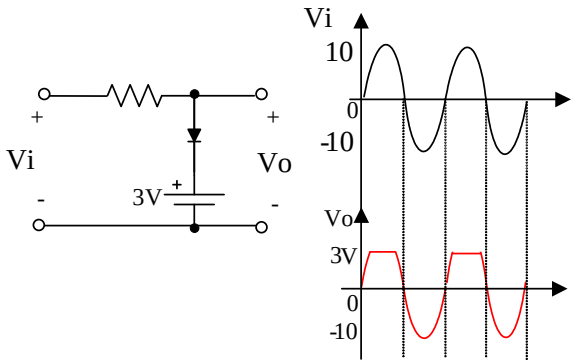
Vo = Vi เพราะก่อนหน้านี้ Vo = 0

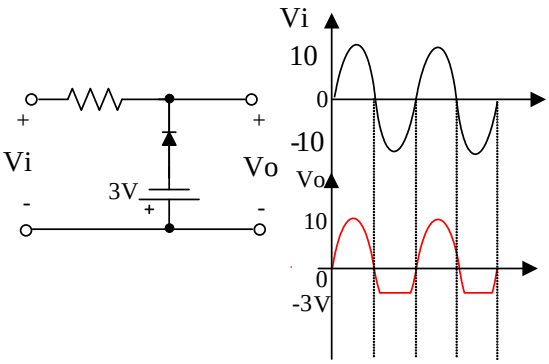
Vi เป็น ลบ แหล่งจ่ายไฟ ต่อเสริมกัน

diode reverse

Vo = ...

8.จากวงจรให้คำนวณหาค่าแรงดันที่เอาท์พุต พร้อมเขียนสัญญาณทางเอาท์พุต





เริ่มที่ Vi = 0 diode reverse bias

Vo = ...

Vi เป็น บวก แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต่อหักล้างกัน

Vi < 3V ; diode reverse

Vo = ...

Vi > 3V ; diode forward bias

Vo = ...

Vi เป็น ลบ แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต่อเสริมกัน diode reverse

Vo = ...

เริ่มที่ Vi = 0 diode reverse bias

Vo = ...

Vi เป็น บวก แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง ต่อเสริมกัน diode reverse

Vo = ...

Vi เป็น ลบ แหล่งจ่ายไฟทั้งสอง หักล้างกัน

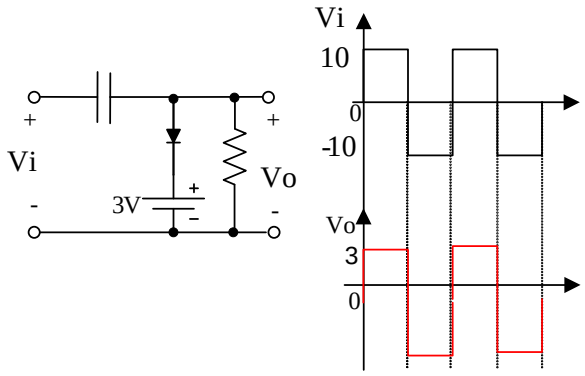
Vi < 3V ; diode reverse

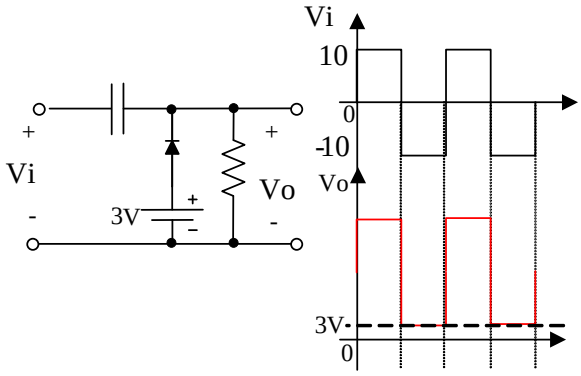
Vo = ...

Vi > 3V ; diode forward

Vo = ...

9.จากวงจรข้างล่างจงเขียนรูปสัญญาณทาง เอาท์พุท





1 **ไดโอดจะถูกไบอัสตรง**เมื่อสัญญาณอินพุตเป็น ซีกบวก หรือซีกลบ.....

เขียนสมการ Vo

Vo = ...

= .....

Vo = ...

เขียนสมการ Vc

V_C = ...

= .....

V_C = ...

2 **ไดโอดจะถูกไบอัสกลับ** เมื่อสัญญาณอินพุตเป็น ซีกบวก หรือซีกลบ.....

เขียนสมการ Vo

Vo = ...

= .....

Vo = ...

1 **ไดโอดจะถูกไบอัสตรง**เมื่อสัญญาณอินพุตเป็น ซีกบวก หรือซีกลบ.....

เขียนสมการ Vo

Vo = ...

= .....

Vo = ...

เขียนสมการ Vc

V_C = ...

= .....

V_C = ...

2 **ไดโอดจะถูกไบอัสกลับ** เมื่อสัญญาณอินพุตเป็น ซีกบวก หรือซีกลบ.....

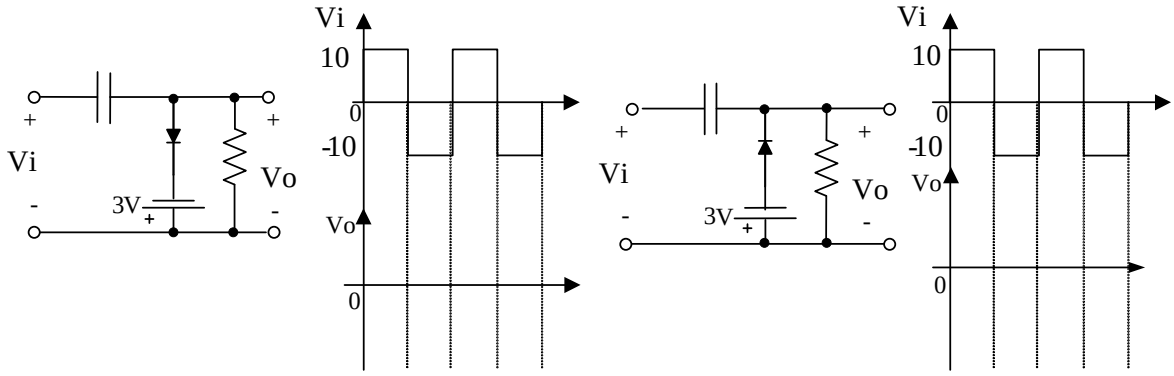
เขียนสมการ Vo

Vo = ...

= .....

Vo = ...

10. จากวงจรให้คำนวณหาค่าแรงดันที่เอาท์พุต พร้อมเขียนสัญญาณทางเอาท์พุต



ใบงานวงจรเรกติไฟเออร์

วัตถุประสงค์

1.นักศึกษาสามารถต่อวงจรเรกติไฟเออร์ แบบต่างๆได้ถูกต้อง

2. นักศึกษาสามารถวัดแรงดันทางเอาท์พุตของวงจรเรกติไฟเออร์แบบต่างๆ ได้ถูกต้อง

3. นักศึกษาสามารถคำนวณแรงดันทางเอาท์พุตของวงจรเรกติไฟเออร์แบบต่างๆ ได้ถูกต้อง

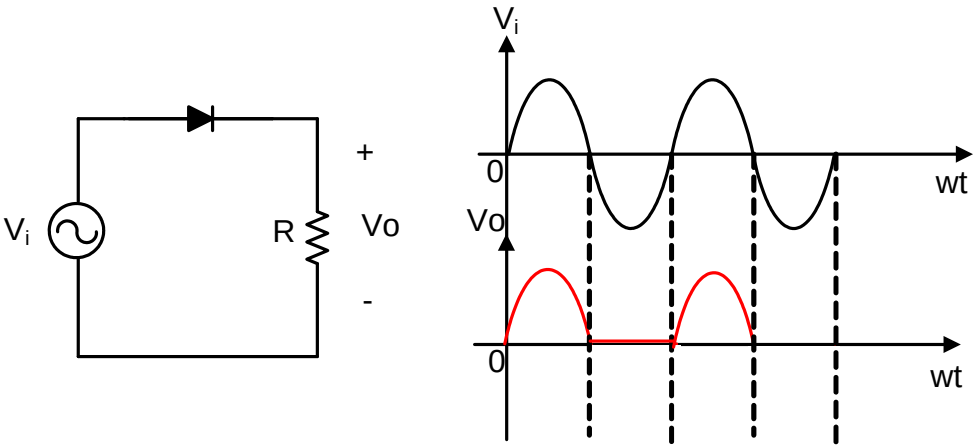
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ออสซิลโลสโคป
2. มัลติมิเตอร์
3.หม้อแปลงไฟฟ้า
4. แผงต่อวงจรโฟโต้ บอร์ด และ สายต่อวงจร
5. ไดโอด 1N4001 ตัวต้านทาน 1kΩ

ทฤษฎีที่เกี่ยวของ

วงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier Circuit)

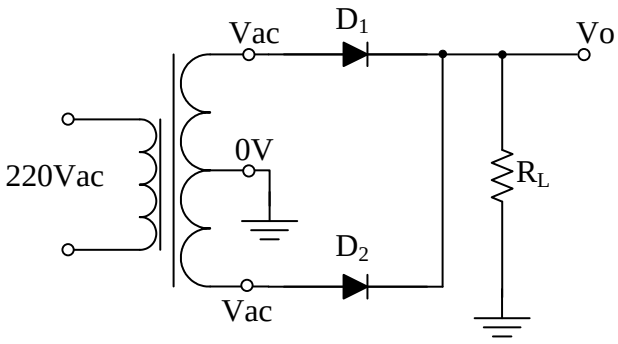
1. วงจร Half wave rectifier

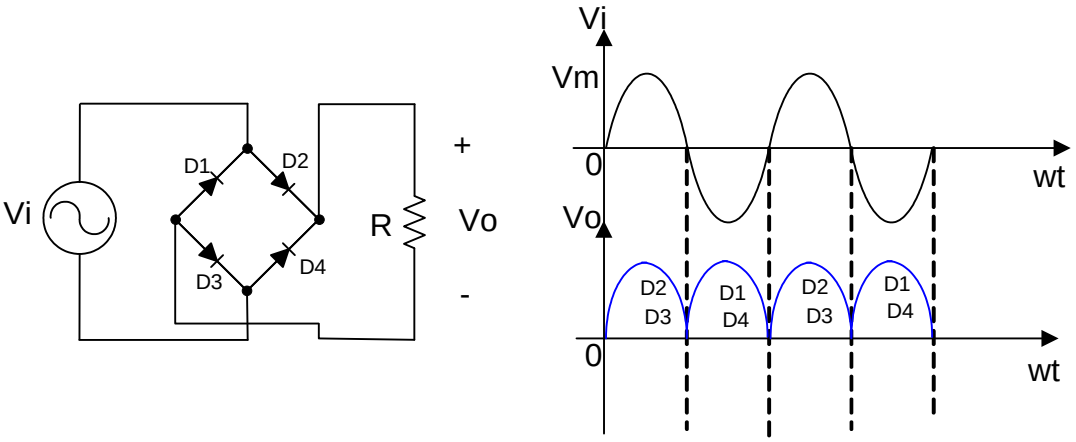


คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงจากสัญญาณ

$V_{av} = V_{DC} = 0.318\ V_m = 0.318\sqrt{2}$ Vrms(แรงดันที่ขดทุติยภูมิหม้อแปลง)

2.วงจร Full – wave Rectifier



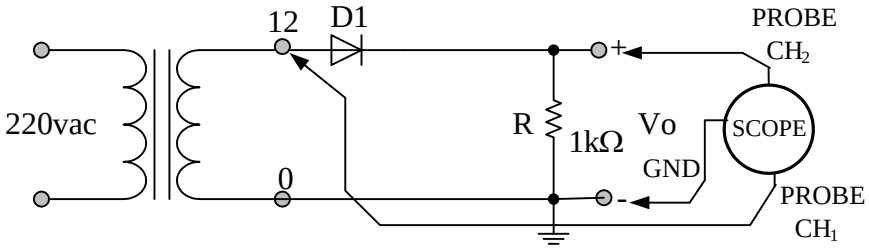


คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงจากสัญญาณ

$V_{av} = V_{DC} = 0.636\ V_m = 0.636\sqrt{2}$ Vrms (แรงดันที่ขดทุติยภูมิหม้อแปลง)

ลำดับขั้นการทดลอง

1.วงจรเรกติไฟแบบครึ่งคลื่น (Half-wave Rectifier)



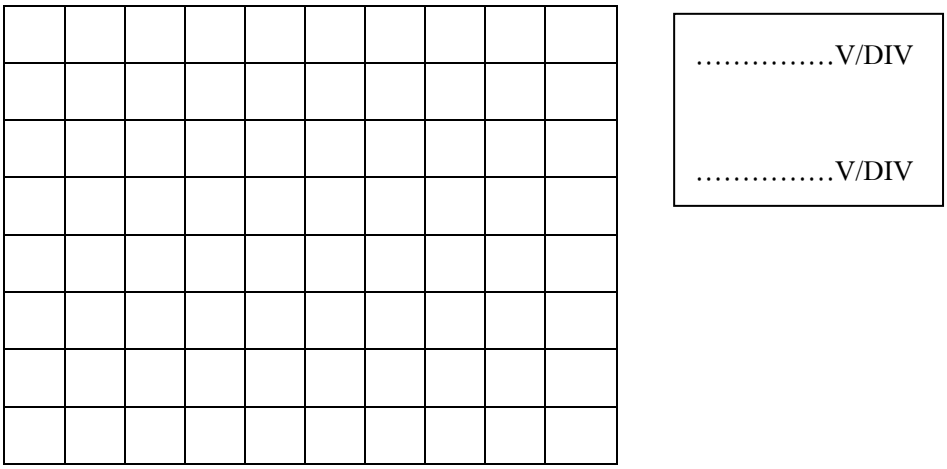
1.1 ต่อวงจรตามรูปข้างบน

1.1.1ใช้ DC Volt Meter วัดแรงดันที่เอาท์พุต Vo ได้เท่ากับ V

1.1.2 ใช้สโคปวัดสัญญาณที่อินพุตและเอาท์พุต แล้วบันทึกผล อ่านค่า Vo = ...Vp

1.1.3 คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงที่เอาท์พุตข้อ 1.1.2 ได้ V_{DC} = 0.318Vp = ...

.....

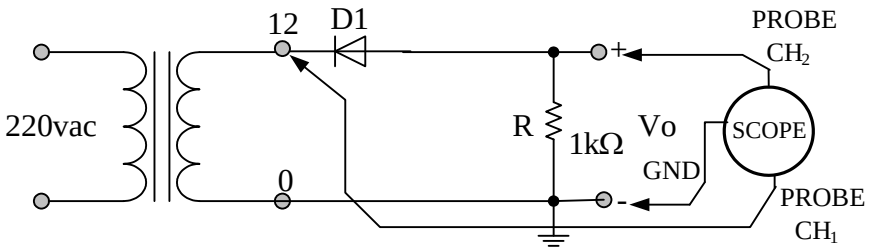


1.2 คำนวณหาค่าแรงดันV_{DC} จากสูตร V_{DC} = 0.318 $\sqrt{2}$ Vrms โดยที่ Vrms คือ แรงดันที่ขดทุติยภูมิหม้อแปลง.....

.....

.....

1.3 ต่อวงจรตามรูปข้างบน



1.3.1ใช้ DC Volt Meter วัดแรงดันที่เอาท์พุต Vo ได้เท่ากับ V

1.3.2 ใช้สโคปวัดสัญญาณที่อินพุตและเอาท์พุต แล้วบันทึกผล อ่านค่า Vo = ...Vp

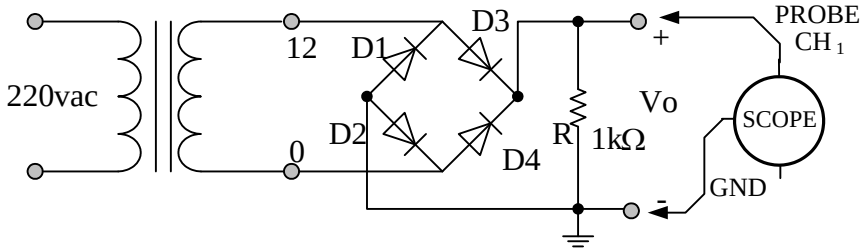
1.3.3 คำนวณหาค่าแรงดันไฟตรงที่เอาท์พุตข้อ 1.1.2 ได้ V_{DC} = 0.318Vp = ...

.....

.....

2.วงจรเรกติไฟแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ (Full wave Rectifier แบบ Bridge)

2.1 วงจร Bridge Rectifier



2.1.1 ต่อวงจรตามรูปข้างบน

2.1.2 ใช้ DC volt Meter วัดแรงดันที่เอาท์พุต Vo = ...V

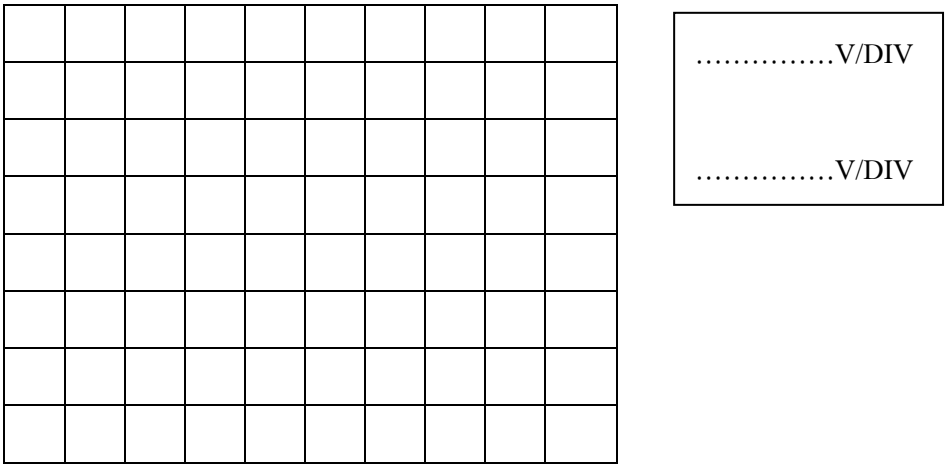
2.1.3 ใช้สโคปวัดสัญญาณที่เอาท์พุต บันทึกภาพและอ่านค่าแรงดันVo=.....Vp.

2.1.4 คำนวณค่าแรงดันไฟตรงจากสัญญาณที่เอาท์พุต ได้ V_{DC} = 0.636Vp = ...

.....

.....

.....



2.2 คำนวณหาค่าแรงดันV_{DC} จากสูตร V_{DC} = 0.636$\sqrt{2}$ Vrms โดยที่ Vrms คือ แรงดันที่ขดทุติยภูมิหม้อแปลง.....
.....
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

เปรียบเทียบผลจากการคำนวณทางทฤษฎี กับผลจากการทดลองของวงจรเรกติไฟเออร์ทั้ง 2 แบบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ – สกุล .....ชั้น/กลุ่ม.....เลขที่.....

ลำดับที่	เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน				หมายเหตุ
		3	2	1	0	
1	การตรงต่อเวลา					
2	การแต่งกาย					
3	ความตั้งใจการปฏิบัติงาน					
4	กรทำงานร่วมกับผู้อื่น					
5	การเตรียม / เก็บรักษาเครื่องมือ					
6	ทักษะในการปฏิบัติงาน					
7	ปฏิบัติงานถูกต้องตามขั้นตอน					
8	ส่งงานตามกำหนดเวลา					
9	ความถูกต้องของใบงาน					
10	สรุปผลการทดลอง					
	รวมคะแนน					

สรุปผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้ .....

ข้อเสนอแนะ .....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(นายชาตรี เริงชัยภูมิ)

เกณฑ์การประเมิน

ระดับ 3 หมายถึง ปฏิบัติถูกต้องสม่ำเสมอ

ระดับ 2 หมายถึง ปฏิบัติถูกต้องเป็นบางครั้ง

ระดับ 1 หมายถึง ปฏิบัติถูกต้องน้อยครั้ง

ระดับ 0 หมายถึง ไม่ปฏิบัติเลย

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 7

เรื่องวงจรใช้งานไดโอด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย x ลงในข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. วงจรเรียงกระแส(Rectifier circuit)มีกี่ชนิด

   ก. 1 ชนิด

   ข. 2 ชนิด

   ค. 3 ชนิด

   ง. 4 ชนิด

2. สมการการแรงดันไฟกระแสตรงของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ตรงกับข้อใด

   ก. V_{DC} = 0.318Vm

   ข. V_{DC} = 0.707Vm

   ค. V_{DC} = 0.636Vm

   ง. V_{DC} = 1.414Vm

3. สมการการแรงดันไฟกระแสตรงของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น ตรงกับข้อใด

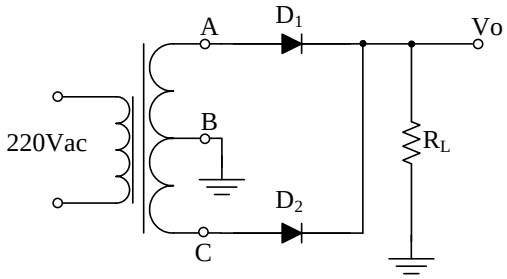
   ก. V_{DC} = 0.318Vm

   ข. V_{DC} = 0.707Vm

   ค. V_{DC} = 0.636Vm

   ง. V_{DC} = 1.414Vm

4. จากวงดังรูป กำหนดให้ขั้ว A มีความต่างศักย์เป็นบวก ขั้ว B มีความต่างศักย์เป็นลบ ทิศทางการไหลของกระแสเป็นเช่นไร



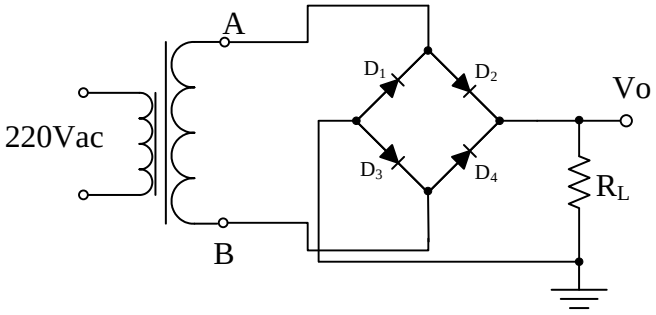
   ก. ขั้ว A D1 RL D2 ขั้ว C

   ข. ขั้ว B D2 RL D1 ขั้ว A

   ค. ขั้ว A D1 RL ขั้ว B

   ง. ขั้ว C D2 RL ขั้ว B

5. จากวงดังรูป กำหนดให้ขั้ว A มีความต่างศักย์เป็นลบ ขั้ว B มีความต่างศักย์เป็นบวก ทิศทางการไหลของกระแสเป็นเช่นไร



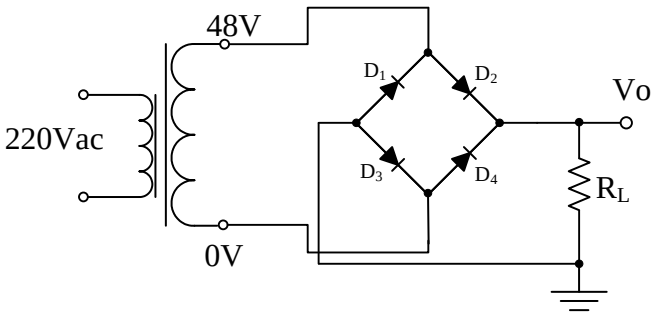
ก. ขั้ว A D2 RL D4 ขั้ว B

ข. ขั้ว A D2 RL D3 ขั้ว B

ค. ขั้ว B D3 D1 ขั้ว A

ง. ขั้ว B D4 RL D1 ขั้ว A

6. จากวงจรดังรูป ถ้าป้อนแรงดันเอซี เท่ากับ 48 V -0 ค่าแรงดัน V_{dc} ที่เอาต์พุตมีค่าเท่าไหร่



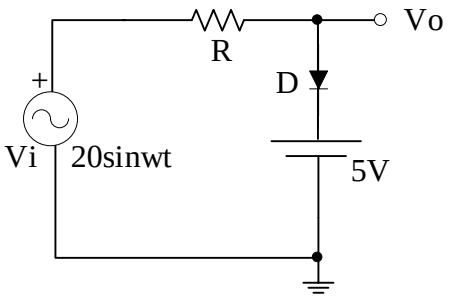
ก. 15.26 V

ข. 43 V

ค. 30.52 V

ง. 48 V

7. วงจรดังรูปถ้าสัญญาณอินพุตเป็นช่วงบวก ให้คำนวณหาค่าสัญญาณเอาต์พุต



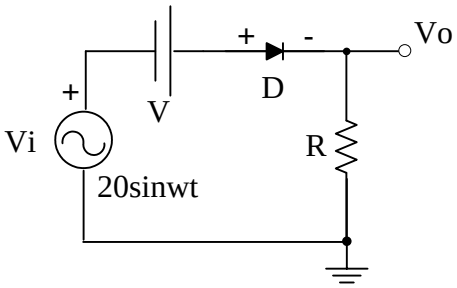
ก. 0V

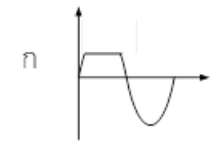
ข. 5V

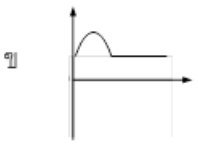
ค. 20sinwt

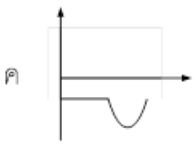
ง. 20sinwt + 5V

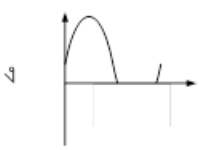
8. วงจรดังรูปสัญญาณเอาต์พุตตรงกับข้อใด



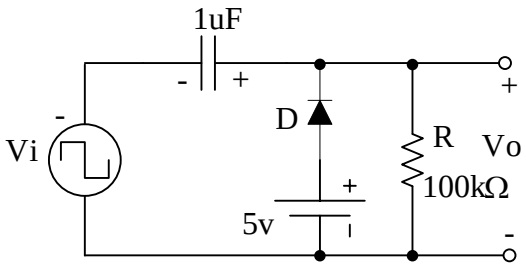


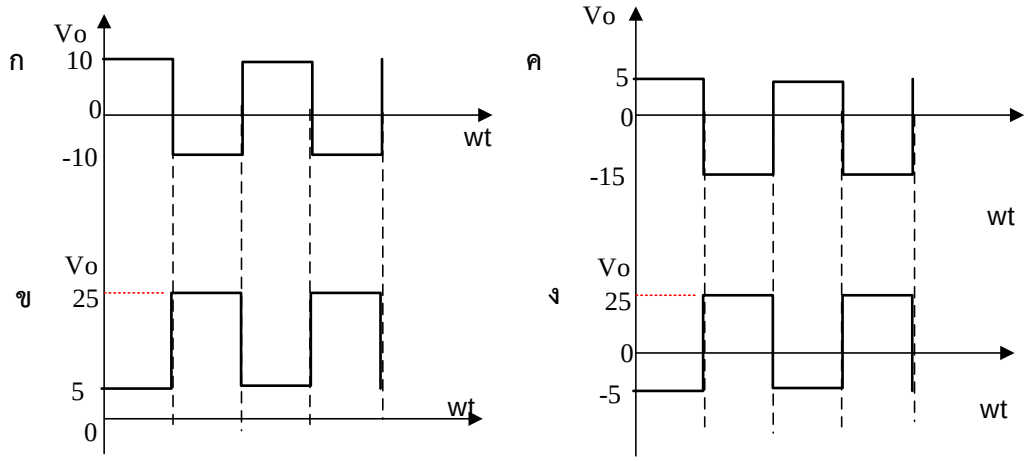




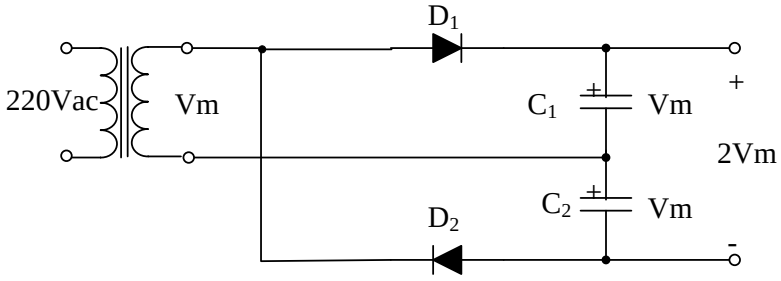


9. วงจรดังรูปเมื่อกำหนดให้สัญญาณ Vi = 10Vp สัญญาณเอาต์พุต Vo ตรงกับข้อใด





10. จากวงจรดังรูป คือวงจรอะไร



ค. วงจรทวีแรงดัน

ง. วงจรตัดรูปคลื่นแบบอนุกรม

ค. วงจรยกระดับสัญญาณ

ง. วงจรรักษาระดับแรงดัน

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2
วงจรใช้งานไดโอด

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

แบบเก็บคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 2 วงจรใช้งานไดโอด

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ผลคะแนน	
		Pre-Test	Post-Test
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			