

ใบความรู้หน่วยที่ 3

ชื่อรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2104-2102
หน่วยที่ 3 วงจรเรียงกระแส

สอนครั้งที่ 4-5
จำนวน 120 นาที

สาระการเรียนรู้

- 3.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น
- 3.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น
- 3.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์
- 3.4 การใช้งานวงจรเรียงกระแส

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ และการใช้งานวงจรเรียงกระแส

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 3.1 อธิบายวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นได้ถูกต้อง
- 3.2 อธิบายวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้ถูกต้อง
- 3.3 อธิบายวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ได้ถูกต้อง
- 3.4 อธิบายการใช้งานวงจรเรียงกระแสได้ถูกต้อง

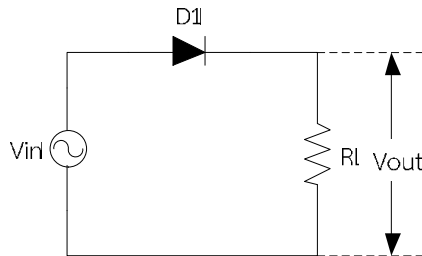
บทนำ

วงจรเรียงกระแส ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

- 1) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น
- 2) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น
- 3) วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

3.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำกระแสได้ทางเดียว เมื่อได้รับไบแอสตรงหรือเมื่อแรงดันที่แอโนดเป็นบวกมากกว่าแคโทด จึงนำไดโอดมาใช้ในวงจรเรียงกระแส เมื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier Circuit) เป็นวงจรเบื้องต้นที่ใช้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifiers)

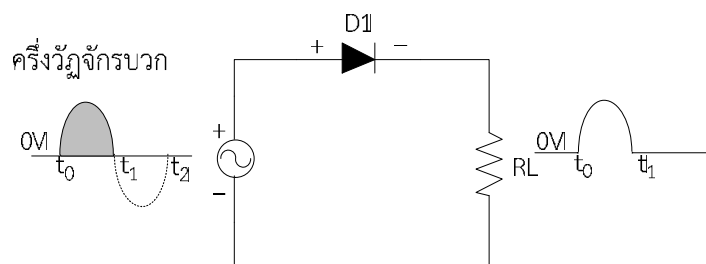


รูปที่ 3.1 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 53)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น โดยต่อแอโนดของไดโอดเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (V_{in}) และต่อขั้วแคโทดของไดโอดเข้ากับภาระไฟฟ้า (R_L) แรงดันตกคร่อมภาระไฟฟ้า คือ แรงดันของวงจร (V_{out})

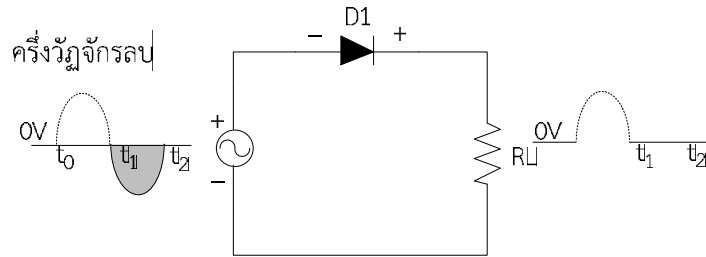


รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรบวกของแรงดันอินพุต

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 53)

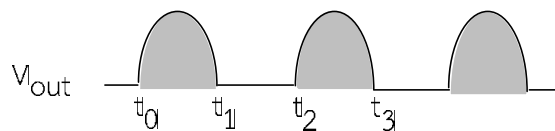
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.2 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรบวกของแรงดันอินพุตในวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น โดยการต่อขั้วแอโนดของไดโอดเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (V_{in}) และต่อขั้วแคโทดของไดโอดเข้ากับภาระไฟฟ้า (R_L) แรงดันตกคร่อมภาระไฟฟ้า คือ แรงดันเอาต์พุตของวงจร (V_{out})



รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรลบของแรงดันอินพุต
ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 54)
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

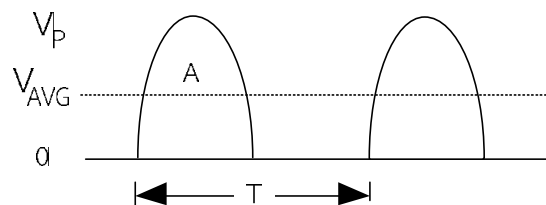
จากรูปที่ 3.3 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรลบของแรงดันอินพุต เมื่อพิจารณาที่เวลา $t_1 - t_2$ รูปคลื่นไซน์ปรากฏในช่วงวัฏจักรลบ ทำให้แรงดัน V_{in} เป็นลบ ไดโอดได้รับไบแอสกลับไม่มีกระแสไหลผ่าน ไดโอด ($I \cong 0A$) จะไม่เกิดแรงดันตกคร่อม R_L รูปคลื่นของแรงดันเอาต์พุตที่เวลา $t_1 - t_2$ มีค่าเท่ากับศูนย์



รูปที่ 3.4 แสดงรูปคลื่นเอาต์พุตที่เกิดขึ้นจากการเรียงกระแสครึ่งคลื่น
ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 54)
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.4 แสดงรูปคลื่นเอาต์พุตที่เกิดขึ้นจากการเรียงกระแสครึ่งคลื่น รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น เมื่อวงจรทำงานต่อเนื่องกันจำนวน 3 วัฏจักร แรงดันเอาต์พุต ($V_{out} = V_{RL}$) มีเฉพาะด้านบวกเท่านั้น ซึ่งได้รับไฟตรงออกมาจากการแปลงแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับด้วยไดโอด

แรงดันเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น



รูปที่ 3.5 แสดงค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น
ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 55)
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

แรงดันเฉลี่ยที่เกิดขึ้นของวงจร คือ รูปคลื่นแบบครึ่งคลื่นของรูปคลื่นไซน์ ดังรูปที่ 3.5 แสดงค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น แรงดันเฉลี่ย คือ ค่าแรงดันไฟตรง (DC-Voltage) สามารถใช้มัลติมิเตอร์แบบมูฟวิ้งคอล์ยวัดค่าได้ผลการแรงดันเฉลี่ยสามารถหาได้โดยง่าย และถ้าสามารถหาพื้นที่ของรูปคลื่น (A) ได้ โดยนำมาหารกับคาบเวลา T ได้ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น (V_{AVG})

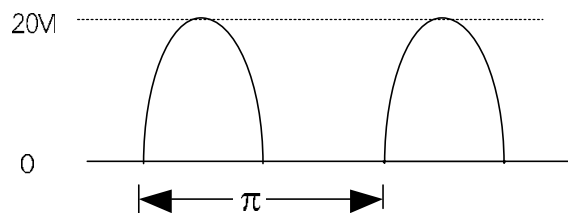
$$\text{ดังนั้น } V_{AVG} = \frac{\text{พื้นที่ (A)}}{\text{คาบเวลา (B)}}$$

เมื่อแทนค่าโดยการอินทิเกรตรูปคลื่นในรูปที่ 3.5 จะได้ว่า

$$V_{AVG} = \frac{V_P}{\pi}$$

เมื่อ V_P = แรงดันสูงสุดของรูปคลื่น (Peak Voltage)

ตัวอย่างที่ 3.1 จากรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น จงคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของรูปที่ 3.6

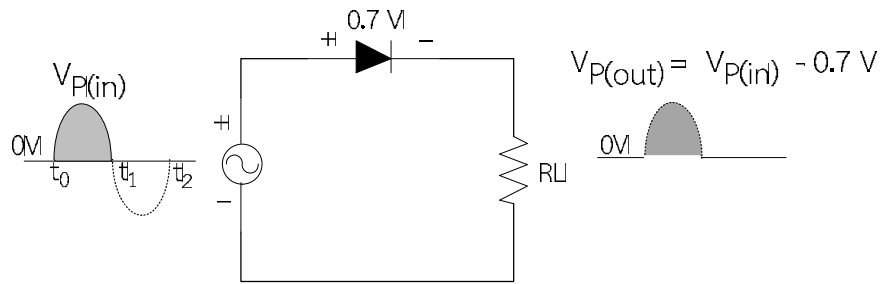


รูปที่ 3.6 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่แรงดัน 20 โวลต์
ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 55)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad V_{AVG} &= \frac{V_P}{\pi} \\ &= \frac{20V}{\pi} \\ &= 6.36 \text{ V} \end{aligned}$$

ผลของแรงดันตกคร่อมรอยต่อกับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น เมื่อพิจารณาค่าแรงดันตกคร่อมรอยต่อของไดโอด (V_B) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.3 โวลต์ สำหรับไดโอดชนิดเจอร์เมเนียม และ 0.7 โวลต์ สำหรับไดโอดชนิดซิลิคอน เป็นผลให้ค่าแรงดันสูงสุดเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น มีค่าลดลงเท่ากับผลต่างของแรงดันสูงสุดอินพุต ลบกับค่าแรงดันตกคร่อมรอยต่อของไดโอด (V_B) ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงผลของแรงดันตกคร่อมรอยต่อกับแรงดันสูงสุดเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่นที่ใช้ไดโอดเรียงกระแสชนิดซิลิคอน

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 55)

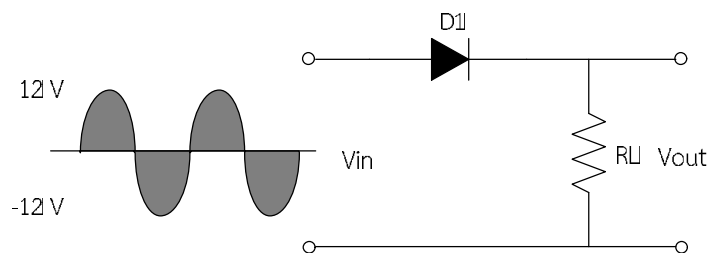
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

นั่นคือ $V_{p(out)} = V_{p(in)} - V_B$

หรือ $V_{p(out)} = V_{p(in)} - 0.7\text{ V}$ ชนิดซิลิคอน

และ $V_{p(out)} = V_{p(in)} - 0.3\text{ V}$ ชนิดเจอร์เมเนียม

ตัวอย่างที่ 3.2 จงเขียนรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่แรงดัน 12 โวลต์

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 56)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

นั่นคือ $V_{p(out)} = V_{p(in)} - V_B$

หรือ $V_{p(out)} = V_{p(in)} - 0.7\text{ V}$ ชนิดซิลิคอน

$= 12\text{ V} - 0.7\text{ V}$

$= 11.3\text{ V}$



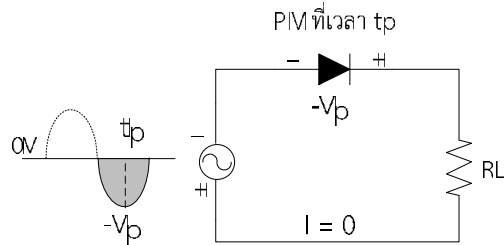
และ $V_{p(out)} = V_{p(in)} - 0.3\text{ V}$ ชนิดเจอร์เมเนียม

$= 12\text{ V} - 0.3\text{ V}$

$= 11.7\text{ V}$



แรงดันไบแอสกลับสูงสุดในวงจรเรียกว่า PIV (Peak-Inverse Voltage) หมายถึง ค่าแรงดันด้านลบที่ทำให้ไบแอสกลับไดโอด โดยที่ไดโอดสามารถทำงานได้โดยไม่พังทลาย จากรูปที่ 3.9 ค่าแรงดัน PIV พิจารณาที่เวลา t_p ดังนั้น PIV ที่เกิดขึ้นกับไดโอดในรูปที่ 3.9 มีค่าเท่ากับ $-V_p$



รูปที่ 3.9 แสดงค่าแรงดัน PIV ที่เกิดขึ้นกับไดโอดในวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 57)

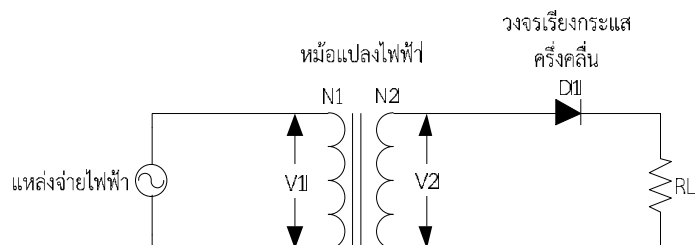
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถใช้ลดแรงดันหรือเพิ่มแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปใช้หม้อแปลงไฟฟ้า ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจาก 220 โวลต์ ให้มีขนาดลดลง เช่น 48 โวลต์ 24 โวลต์ หรือ 12 โวลต์ ก่อนผ่านวงจรเรียงกระแส ซึ่งค่าแรงดันที่ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า มีค่าดังสมการ

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$$

เมื่อ	N_1	คือ	จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ
	N_2	คือ	จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ
	V_1	คือ	แรงดันที่ป้อนเข้าขดลวด N_1
	V_2	คือ	แรงดันที่ออกจากขดลวด N_2

วงจรการต่อหม้อแปลงไฟฟ้ากับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นมีข้อดี คือ เป็นการตัดการเชื่อมโยงทางไฟฟ้าระหว่างระบบแรงดันต่ำกับระบบแรงดันสูง ทำให้ไม่เป็นอันตรายจากการลัดวงจรไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.10

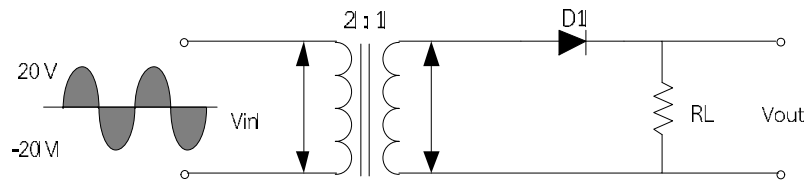


รูปที่ 3.10 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 57)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

ตัวอย่างที่ 3.3 จงคำนวณหาค่าแรงดันสูงสุดด้านทุติยภูมิของวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า 2 : 1

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 58)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

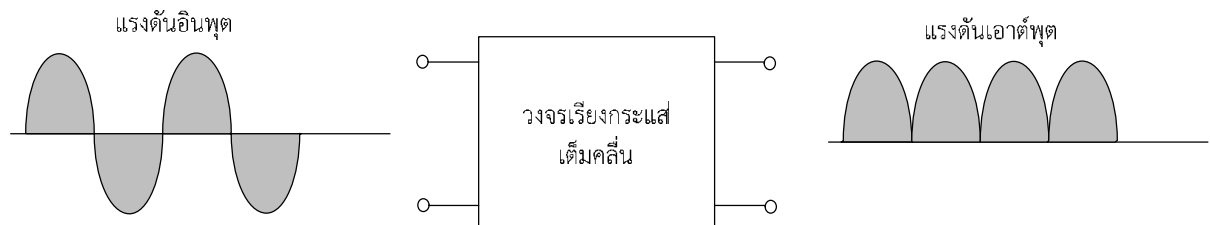
$$\text{อัตราส่วนของหม้อแปลง} \quad \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$\begin{aligned} \text{แรงดันสูงสุดด้านทุติยภูมิของขดลวด } N_2 \text{ คือ } V_{p(2)} &= \frac{N_2}{N_1} V_{p(1)} \\ &= 0.5(20 \text{ V}) \\ &= 10 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แรงดันสูงสุดด้านทุติยภูมิของวงจรเรียงกระแส } V_{p(\text{out})} &\text{ คือ} \\ V_{p(\text{out})} &= 10 \text{ V} - 0.7 \text{ V} \\ &= 9.3 \text{ V} \end{aligned}$$

3.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น เป็นวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง มีวงจรที่ใช้ไดโอดต่อแบบเต็มคลื่นกับหม้อแปลงมีแทปกกลาง และวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ต่อไดโอดแบบบริดจ์ วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น คือ การนำแรงดันไฟสลับครึ่งวัฏจักรบวกและลบมาเรียงกันให้อยู่เฉพาะครึ่งบวกกลายเป็นแรงดันไฟตรงแบบเต็มคลื่น คือ ใน 1 วัฏจักร ประกอบด้วยรูปคลื่นครึ่งบวกจำนวน 2 ลูกคลื่น ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงแผนภาพกรอบของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

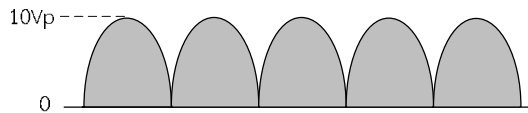
ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 59)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

ดังนั้นแรงดันเฉลี่ยที่โหลด (V_{out}) ของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นจึงเป็น 2 เท่า ของแบบครึ่งคลื่น ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$V_{AVG} = \frac{2V_p}{\pi}$$

ตัวอย่างที่ 3.4 จงคำนวณหาค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นจากรูปที่ 3.13



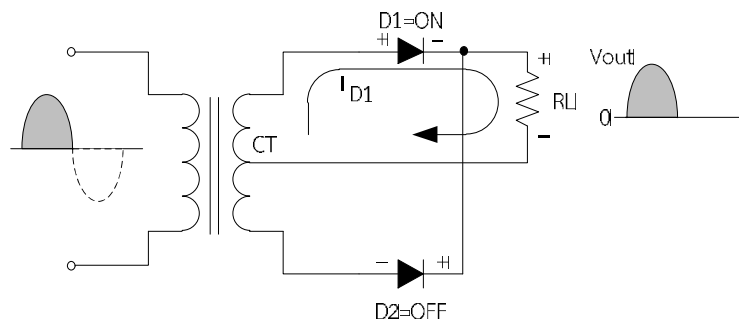
รูปที่ 3.13 แสดงรูปคลื่นที่ได้จากวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่ 10 Vp

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 59)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } V_{AVG} &= \frac{2V_p}{\pi} \\ &= \frac{10V_p}{\pi} \\ &= 6.36 \text{ V} \end{aligned}$$

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทป (The Center-Tapped Full-Wave Rectifier) วงจรเรียงกระแสนี้จะใช้หม้อแปลงที่มีขดทุติยภูมิ ซึ่งมีจำนวนรอบเท่ากัน 2 ขด โดยใช้จุดแทปกลาง (Center Tap CT) เป็นจุดดิน และใช้ไดโอด D_1 เป็นตัวเรียงกระแสครึ่งวัฏจักรบวกของแรงดันจากขดทุติยภูมิขดที่ 1 และไดโอด D_2 เป็นตัวเรียงกระแสครึ่งวัฏจักรบวกของแรงดันจากขดทุติยภูมิขดที่ 2 โดยต่อโหลด (R_L) เข้าที่จุดแคโทดของไดโอดทั้งสอง

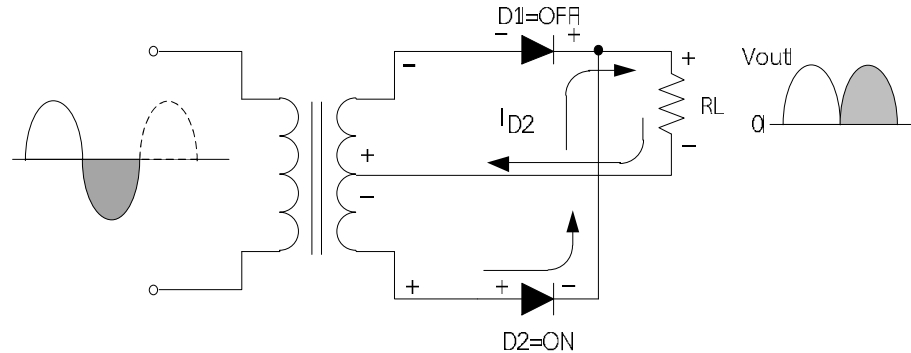


รูปที่ 3.14 แสดงระหว่างครึ่งวัฏจักรบวกของ V_{in} ไดโอด D_1 ได้รับไบแอสตรง และไดโอด D_2 ได้รับไบแอสกลับ

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 60)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

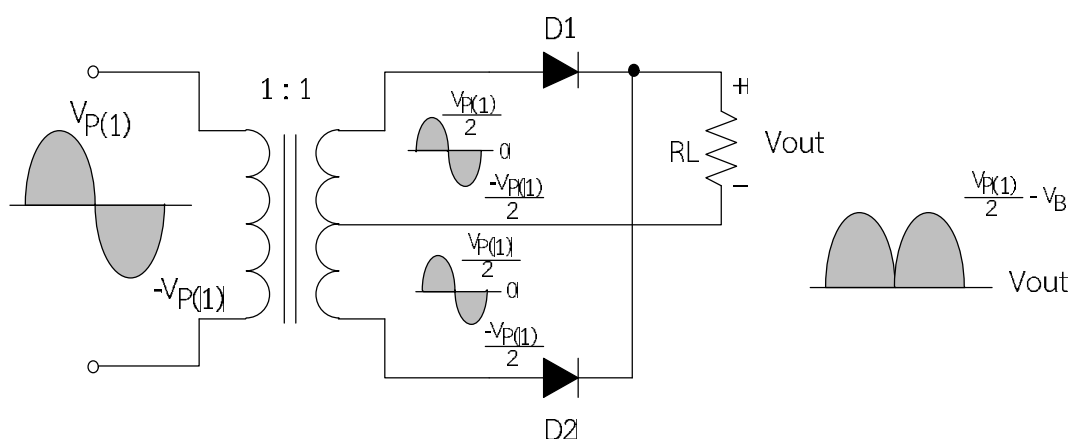
จากรูปที่ 3.14 แสดงระหว่างครึ่งวัฏจักรบวกของ V_{in} ไดโอด D_1 ได้รับไบแอสตรง และไดโอด D_2 ได้รับไบแอสกลับ การทำงานเมื่อแรงดันอินพุตที่ขดปฐมภูมิลงหม้อแปลง (V_{in}) เป็นครึ่งวัฏจักรบวก ทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่ขดทุติยภูมิ คือ ที่แอโนดของไดโอด D_1 ได้รับศักย์ไฟฟ้าบวก (ไบแอสตรง) และที่แอโนดของไดโอด D_2 ได้รับศักย์ไฟฟ้าลบ (ไบแอสกลับ) ทำให้ไดโอด D_1 นำกระแสได้มีกระแสไหลผ่าน D_1 ไปที่โหลด (R_L) ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมโหลด (V_{out}) เป็นครึ่งวัฏจักรบวก



รูปที่ 3.15 แสดงระหว่างครึ่งวัฏจักรลบของ V_{in} ไดโอด D_1 ได้รับไบแอสกลับ และไดโอด D_2 ได้รับไบแอสตรง
ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 61)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.15 แสดงระหว่างครึ่งวัฏจักรลบของ V_{in} ไดโอด D_1 ได้รับไบแอสกลับ และไดโอด D_2 ได้รับไบแอสตรง เมื่อพิจารณาครึ่งวัฏจักรลบแรงดันอินพุตในรูปแรงดันที่ขดทุติยภูมิของหม้อแปลงมีแทปจะกลับขั้วจากเดิม ทำให้ไดโอด D_2 ได้รับไบแอสตรง ส่วนไดโอด D_1 ได้รับไบแอสกลับ ไดโอด D_1 ไม่นำกระแส ไดโอด D_2 นำกระแสได้ มีกระแสผ่านไดโอด D_2 ไปสู่โหลดในทิศทางเดิมเป็นคลื่นรูปไซน์เรียงต่อกับครึ่งรูปคลื่น แรงที่เกิดจากทำให้เกิดรูปคลื่นเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นขึ้นที่โหลด (V_{out})



รูปที่ 3.16 แสดงรูปคลื่นส่วนต่าง ๆ ของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปที่มีอัตราส่วน 1:1

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 61)

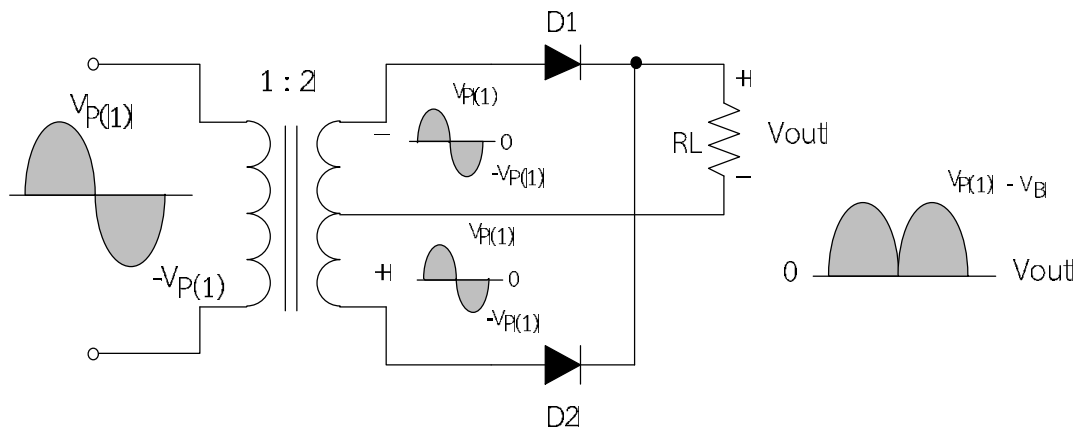
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.16 แสดงรูปคลื่นส่วนต่าง ๆ ของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงมีแทป อัตราส่วน 1:1 ผลอัตราส่วนจำนวนรอบกับแรงดันเอาต์พุตแบบเต็มคลื่น หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่หม้อแปลงมีแทป มีอัตราส่วนจำนวนรอบเท่ากับ 1 แรงดันเข้าขดปฐมภูมิ ค่าสูงสุดเท่ากับแรงดันขดทุติยภูมิ ถ้าใช้หม้อแปลง $V_{P(1)}$ แรงดันเอาต์พุตที่ขดทุติยภูมิครึ่งหนึ่ง เมื่อตัดระหว่างแอโนดของไดโอดกับจุดแทป มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของแรงดันอินพุต เท่ากับ

$$\frac{V_{P(1)}}{2}$$

ในทำนองเดียวกัน แรงดันในครึ่งวัฏจักรลบของขดทุติยภูมิมีค่าเท่ากัน เมื่อพิจารณาแรงดันตกคร่อมไดโอดขณะที่น่ากระแส (V_B) จะได้ว่า แรงดันแบบเต็มคลื่นสูงสุดที่ตกคร่อมโหลดเท่ากับ

$$\frac{V_{P(1)}}{2} - V_B$$



รูปที่ 3.17 แสดงรูปคลื่นส่วนต่าง ๆ ของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปที่มีอัตราส่วน 1:2

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 62)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.17 แสดงรูปคลื่นส่วนต่าง ๆ ของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปที่มีอัตราส่วน 1:2 ถ้าใช้หม้อแปลงที่มีอัตราส่วนจำนวนรอบเท่ากับ 2 (1:2) จะทำให้แรงดันสูงสุดที่วัดระหว่างจุดแอโนดของไดโอดที่ต่ออยู่กับขดทุติยภูมิของหม้อแปลงมีค่าเท่ากับแรงดันสูงสุดอินพุตที่ป้อนให้กับขดปฐมภูมิ เมื่อพิจารณาแรงดันเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น โดยคิดแรงดันตกคร่อมไดโอด (V_B) จะได้ว่า

$$V_{OUT} = V_{P(1)} - V_B$$

กรณีไม่ทราบอัตราส่วนของหม้อแปลง ให้วัดค่าแรงดันระหว่างขั้วแอโนดของไดโอดกับจุดแทปกลาง คือ แรงดัน V_2 เมื่อไม่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอดจะได้สมการ V_{out} ดังนี้

$$V_{OUT} = \frac{V_2}{2}$$

และเมื่อคิดแรงดันตกคร่อมไดโอดจะได้สมการ V_{out} ดังนี้

$$V_{OUT} = \frac{V_2}{2} - V_B$$

เมื่อ V_2 คือ แรงดันสูงสุดครึ่งหนึ่งของขดทุติยภูมิ

แรงดันสูงสุดด้านกลับ เนื่องจากไดโอดที่ใช้ในวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทป คือ D_1 และ D_2 ในขณะที่ไดโอดตัวหนึ่งทำงาน อีกตัวหนึ่งได้รับแรงดันไบแอสกลับ ซึ่งค่าแรงดันไบแอสกลับสูงสุดที่ไดโอดอีกตัวหนึ่งได้รับเรียกว่า PIV จะมีค่าเท่ากับ 2 เท่า ของแรงดันสูงสุดเอาต์พุตของวงจร คือ

$$PIV = 2 V_{P(out)} + V_B$$

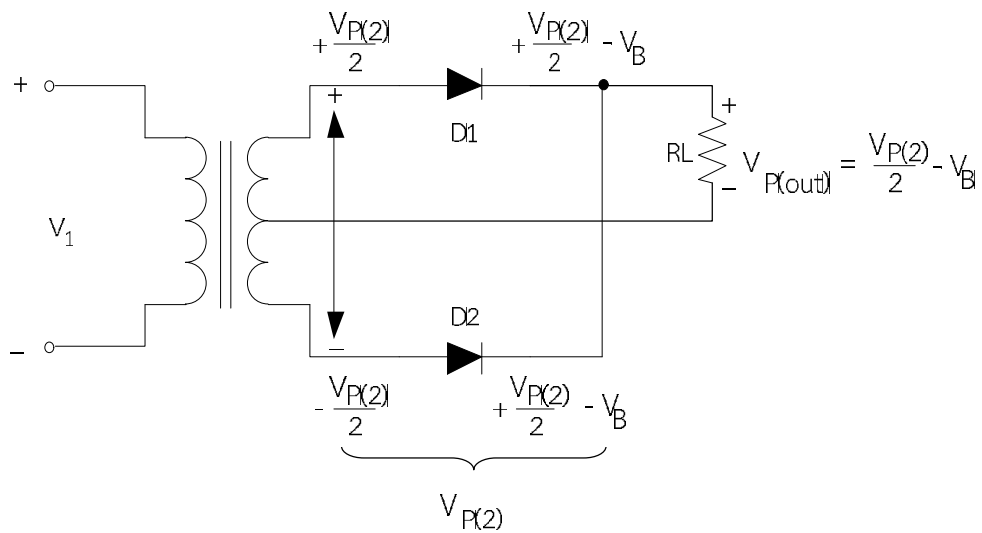
เมื่อ $V_{P(out)}$ คือ แรงดันสูงสุดเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่น
 V_B คือ แรงดันตกคร่อมไดโอด

สมมติว่าให้ D_1 ทำงาน จะเกิดกระแสไหลผ่าน D_1 และ R_L ทำให้แรงดันตกคร่อม R_L เท่ากับ

$$V_{P(out)} = \frac{V_{P(2)}}{2} - V_B$$

เมื่อ $V_{P(2)}$ คือ แรงดันสูงสุดที่ครึ่งหนึ่งของขดทุติยภูมิ
 แรงดันตกคร่อมไดโอด D_2 เป็นไบแอสกลับ มีค่าเท่ากับผลรวมของแรงดัน

$$- \frac{V_{P(2)}}{2} \text{ กับ } V_{P(out)}$$



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปและค่า PIV ที่เกิดกับไดโอด D_2

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 63)

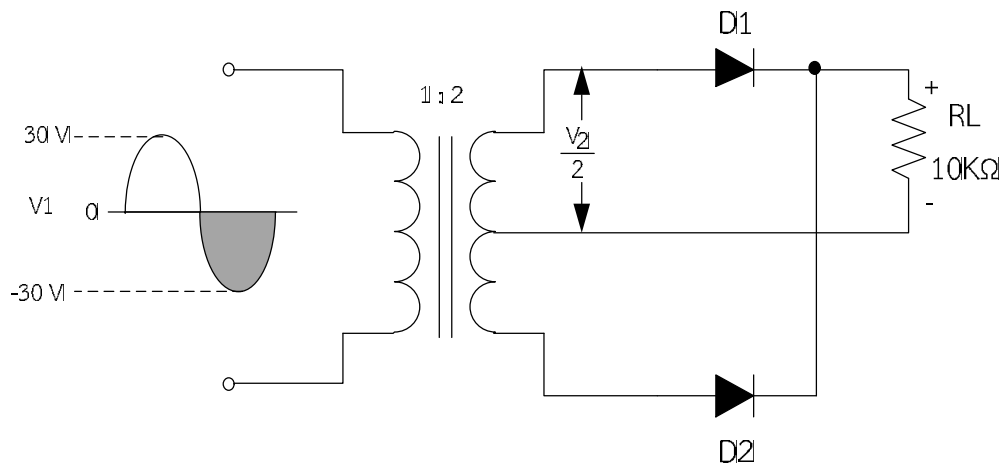
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } PIV &= \left(\frac{V_{P(2)}}{2} - V_B \right) \left(-\frac{V_{P(2)}}{2} \right) \\ &= \frac{V_{P(2)}}{2} + \frac{V_{P(2)}}{2} - V_B \\ &= V_{P(2)} - V_B \end{aligned}$$

$$\text{แต่ } V_{P(out)} = \frac{V_{P(2)}}{2} - V_B$$

$$\text{ดังนั้น } PIV = 2V_{P(out)} + V_B$$

ตัวอย่างที่ 3.5 จากวงจรในรูปที่ 3.19 จงเขียนรูปคลื่นของแรงดันที่ครึ่งหนึ่งของขดทุติยภูมิ และคำนวณหาค่าขนาดสูงสุดของรูปคลื่น V_{out} ที่ตกคร่อม R_L และคำนวณหาค่า PIV ของไดโอด D_1 และ D_2



รูปที่ 3.19 แสดงวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปที่มีอัตราส่วน 1:2 มีอินพุต 30 โวลต์

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 64)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

วิธีทำ หม้อแปลงมีอัตราส่วน 1:2

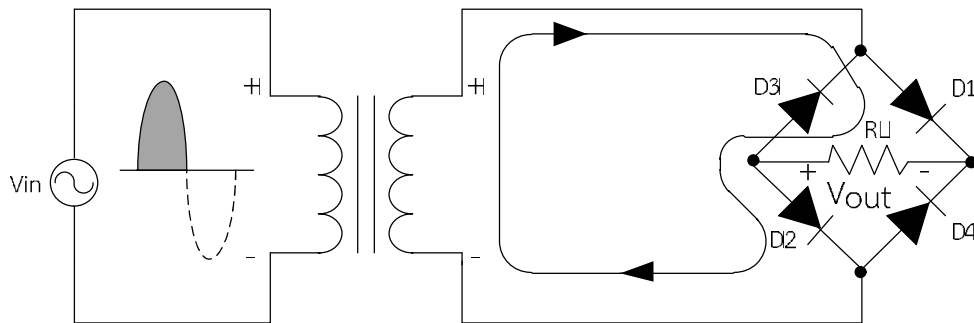
$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } V_{P(2)} &= \frac{N_2}{N_1} \times V_{P(1)} \\ &= (2)(60V) \\ &= 120 V \end{aligned}$$

นั่นคือ แรงดันสูงสุดครึ่งหนึ่งของขดทุติยภูมิเท่ากับ

$$\begin{aligned} \frac{V_{P(2)}}{2} &= 60 V \\ \text{และ } PIV &= 2V_{P(out)} + V_B \\ \text{แต่ } V_{P(out)} &= \frac{V_{P(2)}}{2} - V_B \\ &= 60 V - 0.7 V = 59.3 V \\ \text{ดังนั้น } PIV &= 2 \times 59.3 V + 0.7 V \\ &= 119.3 V \end{aligned}$$

3.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ (The Full – Wave Bridge Rectifier) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ใช้ไดโอด 4 ตัว แทนการใช้วงจรเรียงกระแสแบบหม้อแปลงมีแทป ดังรูปที่ 3.20 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ครึ่งวัฏจักรบวก เมื่อพิจารณาครึ่งวัฏจักรบวกของแรงดันอินพุต (V_{in}) ทำเป็นรูปคลื่นไซน์ จะทำให้ไดโอด D_1 และ D_2 ได้รับไบแอสตรงเกิดกระแสไหลผ่าน D_1 ผ่านโหลด (R_L) และผ่าน D_2

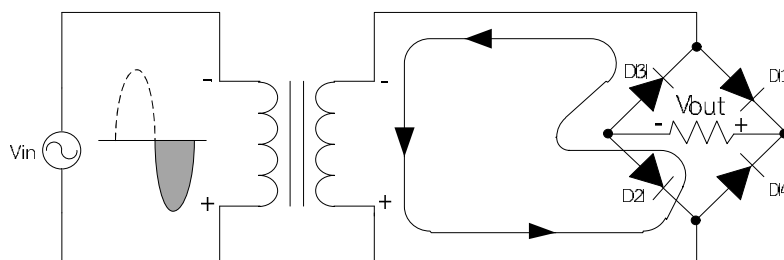


รูปที่ 3.20 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ครึ่งวัฏจักรบวก

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 65)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

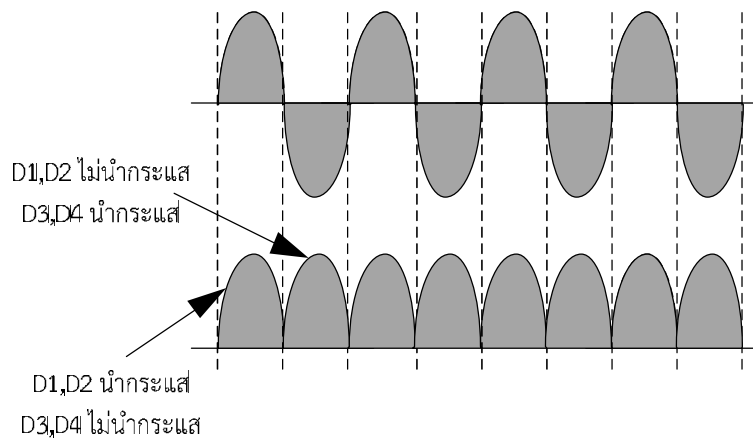
จากรูปที่ 3.21 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ครึ่งวัฏจักรลบ ในช่วงเวลานี้ไดโอด D_1 และ D_2 จะได้รับไบแอสกลับ แต่ไดโอด D_3 และ D_4 ได้รับไบแอสตรง ทำให้มีกระแสไหลผ่านโหลด (R_L) ได้ โดยผ่าน D_4 ผ่านโหลด และผ่าน D_3 ทำให้ได้คลื่นไฟตรงแบบเต็มคลื่น ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.21 แสดงการทำงานของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ครึ่งวัฏจักรลบ

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 66)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

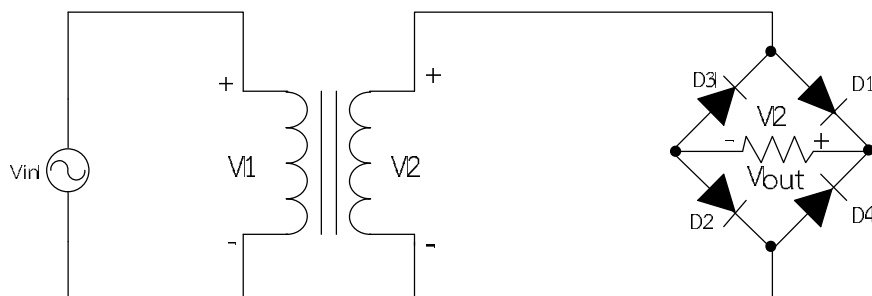


รูปที่ 3.22 แสดงรูปคลื่นวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ใช้ไดโอด 4 ตัว

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 66)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

แรงดันเอาต์พุตวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ดังรูปที่ 3.23 แสดงไดโอดในอุดมคติ ถ้ากำหนดให้ V_L คือ แรงดันสูงสุดด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง และไม่คิดแรงดันตกคร่อมได้ค่าแรงดันสูงสุดที่ตกคร่อมโหลดเป็นไปดังสมการ $V_{out} = V_2$

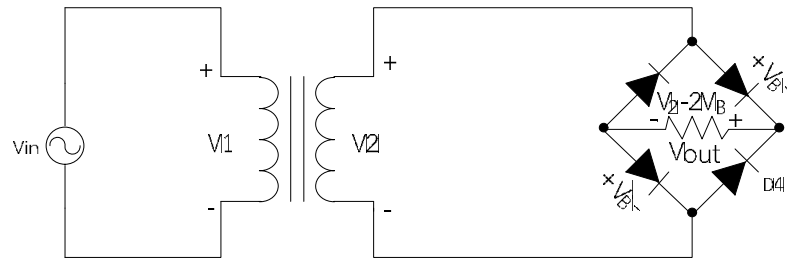


รูปที่ 3.23 แสดงไดโอดในอุดมคติ

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 66)

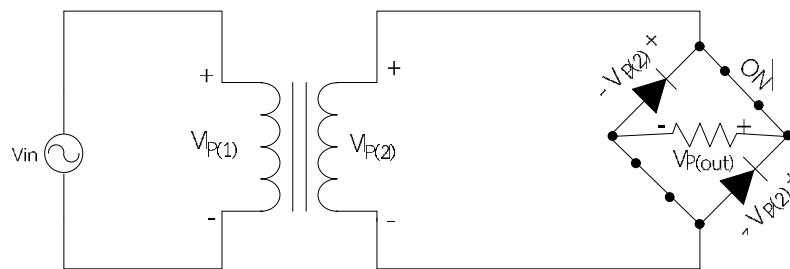
กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

แต่ถ้าพิจารณาแรงดันตกคร่อมไดโอดขณะที่ไดโอดนำกระแส (V_B) ดังรูปที่ 3.24 สมมติให้ไดโอด D_1 และ D_2 นำกระแส เกิดแรงดันตกคร่อมไดโอดแต่ละตัว (D_1 , D_2) เท่ากับ V_B แรงดันตกคร่อมโหลดจึงเท่ากับแรงดัน V_2 ลบแรงดันตกคร่อมไดโอดทั้งสอง ดังสมการ $V_{out} = V_2 - 2 V_B$



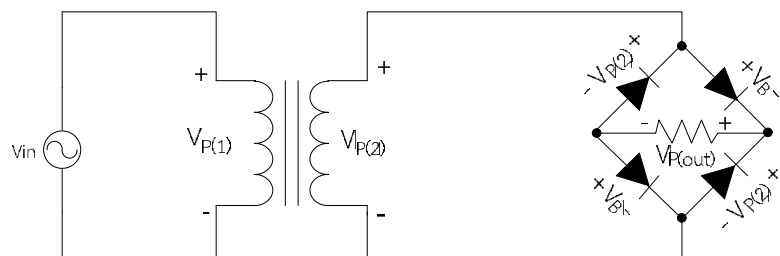
รูปที่ 3.24 แสดงไดโอดเมื่อคิดแรงดันตกคร่อมเมื่อไบแอสตรง
 ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 66)
 กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีค่าแรงดันสูงสุดด้านกลับ (PIV) น้อยกว่าวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปครึ่งหนึ่ง จากวงจรในรูปที่ 3.25 ไดโอด D_1 และ D_2 นำกระแส ถ้าไม่คิดแรงดันตกคร่อม ไดโอด D_1 และ D_2 จะทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ปิดวงจร แรงดันสูงสุดด้านกลับ (PIV) ที่ตกคร่อมไดโอด D_3 และ D_4 ที่ได้รับไบแอสกลับ (ไม่นำกระแส) จะมีค่าเท่ากัน



รูปที่ 3.25 แสดงพิจารณาว่าไดโอดที่นำกระแสทางอุดมคติเปรียบเหมือนสวิตช์ปิดวงจร
 ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 67)
 กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

เมื่อพิจารณาค่าแรงดันตกคร่อมไดโอดขณะที่ไดโอด D_1 , D_2 นำกระแส (V_B) ดังแสดงรูปที่ 3.26 แรงดัน PIV ที่เกิดกับไดโอด D_3 และ D_4 เป็นดังสมการ $PIV = V_{out} + V_B$

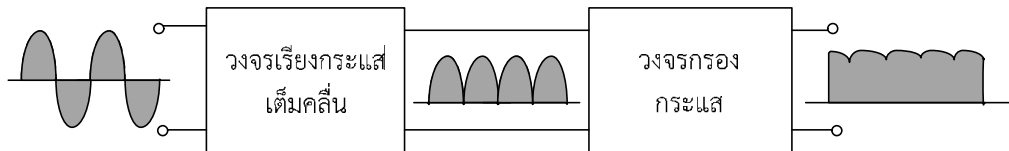


รูปที่ 3.26 แสดงพิจารณาว่าไดโอดที่นำกระแสมีแรงดันตกคร่อมรอยต่อเท่ากับ V_B
 ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 67)
 กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

3.4 การใช้งานวงจรเรียงกระแส

3.4.1 วงจรกรองกระแส

ในการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีคุณภาพดี คือการเรียงกระแสจากไฟสลับให้เป็นคลื่นไฟตรง ดังที่ได้ศึกษาผ่านมา และต้องมีวงจรกรองกระแส (Filter Circuit) กรองรูปคลื่นไซน์ที่ได้จากวงจรเรียงกระแส ให้เป็นรูปคลื่นไฟตรงที่คงที่และเรียบที่สุด เพื่อนำไปใช้งานกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีประสิทธิภาพดี แผนภาพกรอบของวงจรเรียงกระแสและวงจรกรองกระแส ดังรูปที่ 3.27

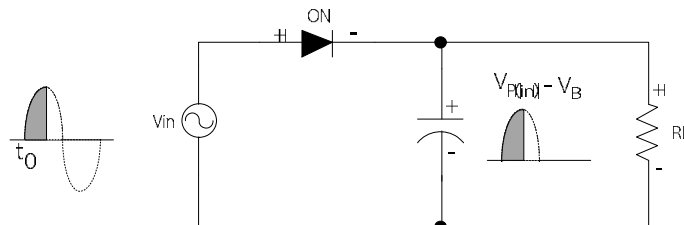


รูปที่ 3.27 แสดงแผนภาพกรอบของวงจรเรียงกระแสและกรองกระแส

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 68)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

การกรองกระแสด้วยตัวเก็บประจุ เป็นวงจรกรองกระแสพื้นฐานที่ใช้ตัวเก็บประจุต่อขนานกับโหลด ตัวอย่าง เช่น วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นกับวงจรกรองกระแสด้วยตัวเก็บประจุ พิจารณารูปที่ 3.28 ที่เวลา t_0 จนถึงค่าสูงสุดของ V_{in} ($V_{P(in)}$) ในช่วงเวลานี้ไดโอดจะนำกระแสและเกิดการเก็บประจุที่ตัวเก็บประจุทำให้เกิดแรงดัน V_C ต่อกคร่อมตัวเก็บประจุ ประมาณเท่ากับ $V_{P(in)}$ คือ แรงดันตกคร่อมโหลด (R_L) เท่ากับ $V_{P(in)} - V_B$

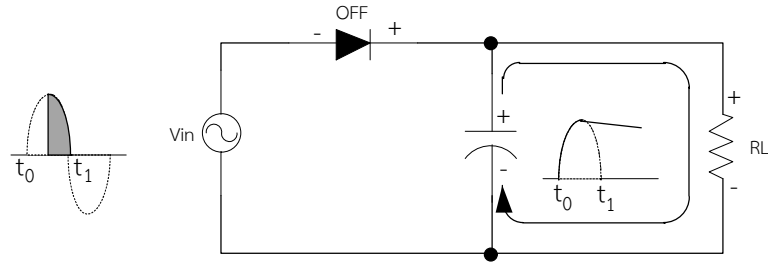


รูปที่ 3.28 แสดงตัวเก็บประจุเริ่มเก็บประจุเมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรง

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 69)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.29 แสดงตัวเก็บประจุคายประจุผ่าน R_L หลังจากแรงดันอินพุตมีค่าสูงสุด ไดโอดได้รับไบแอสกลับที่เวลาแรงดัน V_{in} ลดลงจากค่าสูงสุดถึงเวลา t_1 ในช่วงนี้ไดโอดจะยังนำกระแสอยู่ แต่แรงดัน V_C จะคายประจุผ่าน R_L ในทิศทางตามลูกศรชี้แรงดันตกคร่อม ตัวเก็บประจุจะค่อย ๆ ลดลง

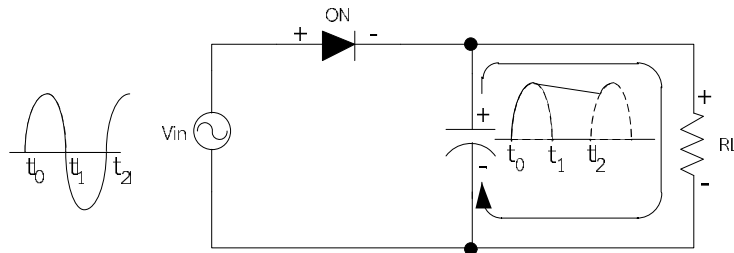


รูปที่ 3.29 แสดงตัวเก็บประจุคายประจุผ่าน R_L หลังจากแรงดันอินพุตมีค่าสูงสุด ไดโอดได้รับไบแอสกลับ

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 69)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

จากรูปที่ 3.30 แสดงวัฏจักรต่อไปเริ่มต้นเก็บประจุอีกครั้งที่เวลา t_1 ตัวเก็บประจุยังคงคายประจุผ่าน R_L ต่อไปตั้งแต่เวลา $t_1 - t_2$ คือ ช่วงครึ่งวัฏจักรลบของแรงดัน V_{in} จนกระทั่งถึงเวลา t_2 แรงดัน V_1 เริ่มเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง กระบวนการดังกล่าวจะเกิดเป็นลำดับอีกครั้ง ดังนั้นจะเห็นว่ารูปคลื่นที่เกิดขึ้นกับโหลด (R_L) จะเป็นระดับไฟตรงที่เรียบยิ่งขึ้น ถ้าค่าตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจรกรองกระแสมีค่าสูงมาก ๆ จะทำให้แรงดันเอาต์พุตของวงจรที่จะนำไปใช้กับโหลดเรียบและคงที่เป็นเส้นตรงมากยิ่งขึ้น



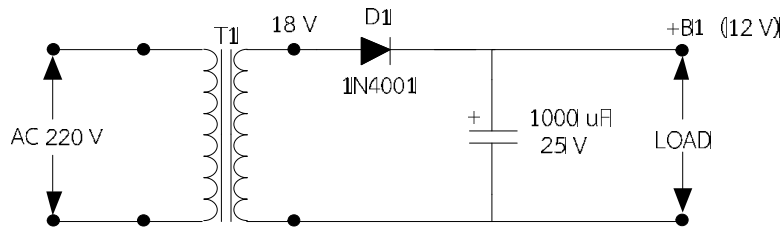
รูปที่ 3.30 แสดงวัฏจักรต่อไปเริ่มต้นเก็บประจุอีกครั้งที่เวลา t_2

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 69)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

3.4.2 วงจรเรกติฟายเออร์

วงจรเรกติฟายเออร์ คือ วงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้จากหม้อแปลงให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรง มี 2 แบบ คือ แบบครึ่งคลื่น (Half Wave Rectifier) และแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier) มีอุปกรณ์พื้นฐาน คือ หม้อแปลงไฟฟ้า ไดโอด และตัวเก็บประจุ



รูปที่ 3.31 แสดงวงจรเร็กติฟายเออร์

ที่มา : อภิชาติ กำลังฟู. เครื่องรับโทรทัศน์. (หน้า 105)

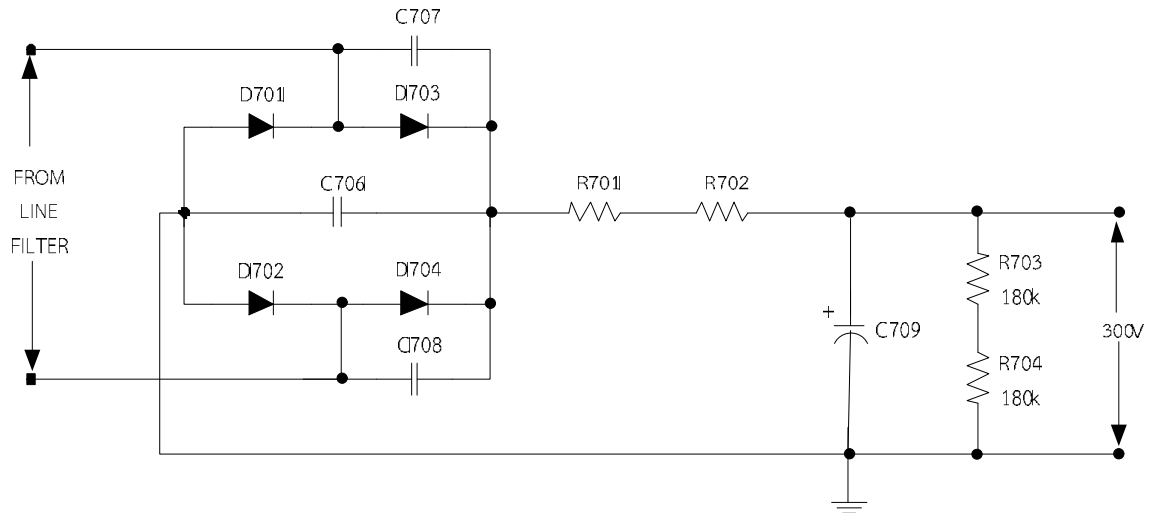
นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2557

จากรูปที่ 3.31 แสดงวงจรเร็กติฟายเออร์ เป็นวงจรเร็กติฟายเออร์แบบครึ่งคลื่น พื้นฐานการเปลี่ยนแรงดันไฟกระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรง เพื่อนำแรงดันไฟกระแสตรงไปใช้งานเลี้ยงวงจรต่าง ๆ เรียกว่า “โหนด” วงจรลักษณะนี้ถ้าแรงดันไฟกระแสสลับเปลี่ยนแปลง แรงดันไฟที่วงจรเร็กติฟายเออร์ด้วยไดโอด D1 เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

3.4.3 วงจรเมนเร็กติฟาย

เมื่อแรงดันไฟกระแสสลับ 220 โวลต์ ส่งผ่านวงจรไลน์ฟิลเตอร์เข้ามาแล้ว ส่งแรงดันไฟดังกล่าวเข้าสู่วงจรเร็กติฟายเออร์ ได้แรงดันไฟออกมา 300 โวลต์ โดยวิธีการในการเร็กติฟายเออร์ คือ การนำแรงดันไฟเอซี 220 โวลต์ ส่งผ่านเข้ามา โดยไม่มีหม้อแปลงไฟฟ้าย่อมจะทำให้เกิดปัญหากับไดโอดเร็กติฟายเออร์เป็นอันมาก จะให้การเรียงกระแสจากไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่เรียบทีเดียวเลยคงจะไม่ได้ เพราะต้องใช้คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ที่มีค่ามากใส่ไว้ในวงจรฟิลเตอร์ เพราะคาปาซิเตอร์ที่มีค่ามากย่อมจะมีการนำกระแสลักษณะเหมือนการลัดวงจรของโหนด การเร็กติฟายเออร์อาจทำให้ไดโอด D701-D704 เกิดระเบิดขึ้นมาก็ได้ การเร็กติฟายเออร์แรงดันไฟดังกล่าวนี้จึงใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุน้อย ๆ ถ้าค่าความจุของคาปาซิเตอร์ที่ใช้มีค่าไม่เกิน 50 ไมโครฟารัด ไม่จำเป็นต้องใช้รีซิสเตอร์ป้องกันกระแสกระชอก (Rs) แต่ถ้าหากว่าคาปาซิเตอร์ที่ใช้มีค่ามากกว่า 50 ไมโครฟารัด ต้องมีการใส่รีซิสเตอร์ป้องกันการกระชอก ดังวงจรในรูปที่ 3.32

โดยตั้งสมมุติฐานว่าระบบของการเรียงกระแสดังกล่าวนี้ หากว่าแรงดันไฟทางอินพุตมีค่าขยับสูงขึ้น ย่อมจะทำให้แรงดันไฟดีซีทางเอาต์พุตจะต้องขยับสูงตามขึ้นมา ในเวลาที่ระบบไฟเกิดการกระชอกเปลี่ยนแปลง ช่วงขณะคาปาซิเตอร์ C709 จะต้องรับภาระในการเก็บประจุ เพื่อจะกรองแรงดันไฟที่ขยับสูงขึ้นให้มีค่าแรงดันไฟได้เท่าเดิมคาปาซิเตอร์ C709 จึงต้องใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุน้อย ๆ และมี R703 และ R704 ทำหน้าที่เป็นตัวที่จะรับการดิสชาร์จของคาปาซิเตอร์ C709 เพื่อจะทำให้คาปาซิเตอร์ C709 มีระดับของประจุไม่เต็มที 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการคำนวณวงจรเร็กติฟายเออร์ พบว่าหากการเร็กติฟายเออร์เป็นไปตามปกติ มีระดับแรงดันไฟเรียบเป็นไฟตรงเหมือนกับวงจรเร็กติฟายเออร์อื่น ๆ

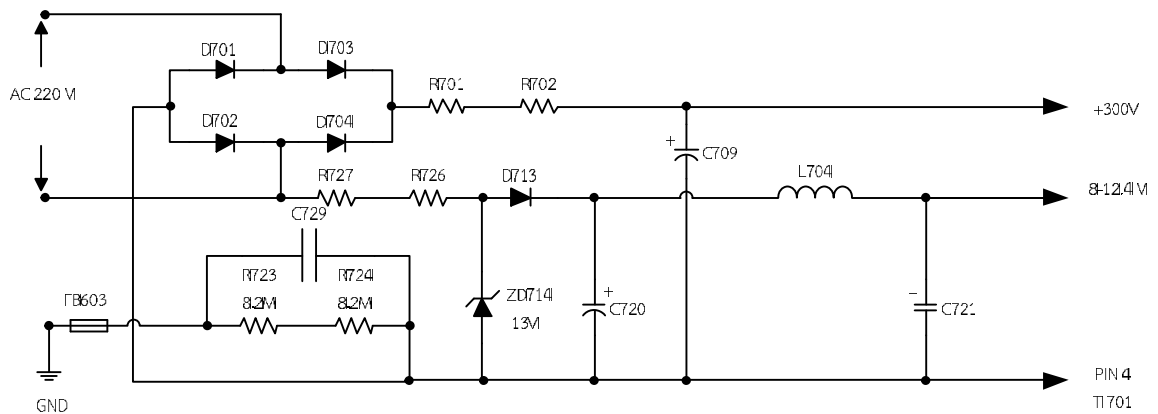


รูปที่ 3.32 แสดงวงจรเรกติฟายเออร์แรงดันไฟ 300 โวลต์

ที่มา : อภิชาติ กำลังฟู. เครื่องรับโทรทัศน์. (หน้า 116)

นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2557

วงจรเรกติฟายเออร์ภาคจ่ายไฟแบบสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย ให้แรงดันไฟเป็นแรงดันไฟดีซีมีค่าตั้งแต่ 290–300 โวลต์ วงจรเมนเรกติฟายเออร์ทำงานร่วมกับระบบสวิตชิง ทำให้ไดโอดเรกติฟายเออร์มีปัญหากระทบจากความถี่สูงคาปาซิเตอร์ C707, C708 คาปาซิเตอร์ C706 ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ไดโอดเรกติฟายเออร์เกิดการรั่วไหล จากกรณีที่จะต้องมึผลกระทบมาจากการรบกวนของสัญญาณรบกวนความถี่สูง



รูปที่ 3.33 แสดงการเรกติฟายเออร์แรงดันไฟชุดใหญ่กับชุดสตาร์ทวงจร

ที่มา : อภิชาติ กำลังฟู. เครื่องรับโทรทัศน์. (หน้า 117)

นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2557

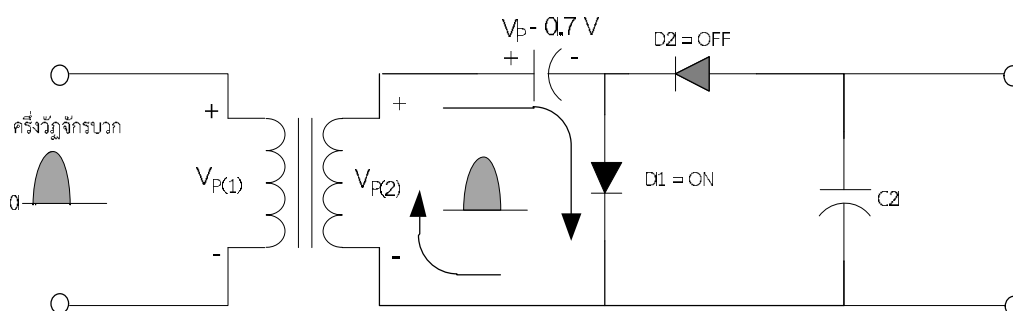
จากรูปที่ 3.33 ระบบจ่ายไฟของทีวีสีชาร์ปแผ่น J การเรกติฟายเออร์ 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นแรงดันไฟบวก 300 โวลต์ ใช้ D701-D704 และทำการฟิลเตอร์ด้วยคาปาซิเตอร์ C709 ออกมาเป็นแรงดันไฟ 290-300 โวลต์ คือแรงดันไฟหลักของระบบนี้ อีกชุดหนึ่งใช้การลดแรงดันไฟให้ต่ำลง ด้วยการใช้อิซิสเตอร์ R727 และ R726 โดยมีไดโอดเรกติฟายเออร์ D713 และ C720 ทำหน้าที่เป็นวงจรฟิลเตอร์ เพื่อสร้างเป็นแรงดันไฟสตาร์ททวจร ออสซิลเลเตอร์ให้กับระบบภาคจ่ายไฟแบบสวิตชิง มีแรงดันไฟประมาณ 8-12.4 โวลต์ เป็นแรงดันไฟที่จ่ายให้กับไอซีที่ทำหน้าที่เป็นระบบออสซิลเลเตอร์ของภาคจ่ายไฟ

ระบบของภาคจ่ายไฟทางด้านโหมารักับทางด้านเซคคันดารีของหม้อแปลงสวิตชิงไม่ใช้กราวด์ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาเรื่องไฟดูด การซ่อมวงจรชุดนี้อาศัยกราวด์ของคาปาซิเตอร์ C709 หรือกราวด์ ชุด 300 โวลต์ เราจะเรียกว่ากราวด์ร้อน หากพิจารณาจากวงจรที่เป็นวงจรรวม กราวด์ของชุดเมนเรกติฟายเออร์ คือ ขาที่ 4 ของสวิตชิงทรานส์ฟอเมอร์ T701 เอาไว้เป็นจุดคอมมอนกราวด์ที่เป็นกราวด์ร้อน การตรวจสอบภาคจ่ายไฟในส่วนนี้ของโหมาริต้องมีการจับมิเตอร์เทียบกับขาที่ 4 ของ T701 ทุกครั้ง

วงจรแคปรีสเตอร์ประกอบด้วย R723, R724, C729 และแท่งเฟอร์ไรต์ FB603 ทำหน้าที่เชื่อมกราวด์ระหว่างกราวด์ร้อนกับกราวด์แผ่นเครื่องซึ่งเป็นกราวด์เย็น เพื่อยุติปัญหาสัญญาณรบกวนที่เป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับภาคจ่ายไฟแบบเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์

3.4.4 วงจรทวีแรงดัน

วงจรทวีแรงดัน (Voltage Multipliers) เป็นวงจรที่สามารถกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ต่ำ ใช้เทคนิคการต่อไดโอดและตัวเก็บประจุ เพื่อเพิ่มแรงดันเอาต์พุตให้สูงขึ้นหลายเท่าได้ เช่น วงจรสร้างประจุไฟฟ้าแรงสูงในเครื่องฟอกอากาศ (Ionizer หรือ Air-Cleaner) วงจรทวีแรงดัน 2 เท่า (Voltage Doublers) มี 2 แบบ คือ แบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น

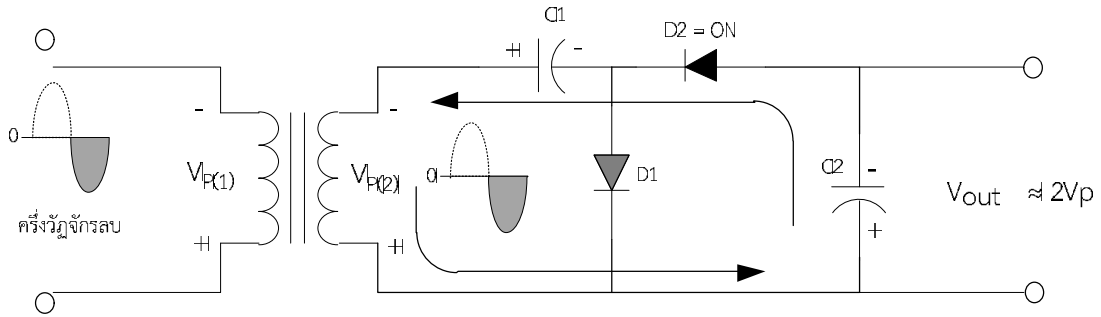


รูปที่ 3.34 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรบวกของวงจรทวีแรงดัน 2 เท่าแบบครึ่งคลื่น

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 77)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

เมื่อพิจารณารูปที่ 3.34 แรงดันสูงสุดทางด้านทุติยภูมิ คือ V_p ครึ่งวัฏจักรบวก ปรากฏ D_1 นำกระแส และ D_2 ไม่นำกระแส ทำให้แรงดันตกคร่อม C_1 ประมาณเท่ากับ V_p เพราะ C_1 เก็บประจุผ่าน D_1



รูปที่ 3.35 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรลบของวงจรทวิแรงดัน 2 เท่าแบบครึ่งคลื่น

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 77)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

ในรูปที่ 3.35 เวลาที่คลื่นครึ่งวัฏจักรลบปรากฏทำให้ไดโอด D_1 ไม่นำกระแส แต่ D_2 นำกระแสแทน กระแสไหลผ่าน C_2 , D_2 , C_1 ทำให้ C_2 เก็บประจุแรงดันเท่ากับ $2 V_p$ สามารถใช้ทฤษฎีของเคอร์ชอฟฟ์ได้ดังนี้

$$V_{C1} - V_{C2} + V_p = 0$$

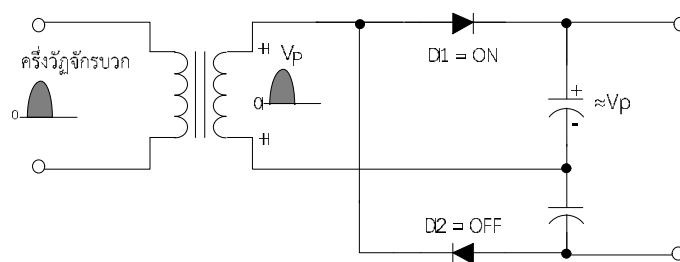
$$\therefore V_{C2} = V_p + V_{C1}$$

เมื่อละทิ้งค่าแรงดันตกคร่อมไดโอด ดังนั้น

$$V_{C1} \cong V_p$$

$$\therefore V_{C2} = 2 V_p$$

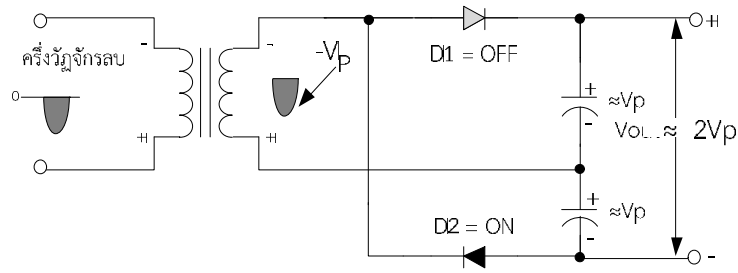
สำหรับวงจรทวิแรงดัน 2 เท่า แบบเต็มคลื่น ดังรูปที่ 3.36 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรบวกของ แรงดันที่ขดทุติยภูมิทำให้ D_1 นำกระแส และ D_2 ไม่นำกระแส เกิดการเก็บประจุขึ้นที่ตัวเก็บประจุตัวบน มีค่าประมาณเท่ากับ V_p



รูปที่ 3.36 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรบวก วงจรทวิแรงดัน 2 เท่า แบบเต็มคลื่น

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 78)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545



รูปที่ 3.37 แสดงการทำงานในครึ่งวัฏจักรลบวงจรทวิแรงดัน 2 เท่า แบบเต็มคลื่น

ที่มา : นภัทร วัจนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. (หน้า 78)

กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545

ในเวลาคึ่งวัฏจักรลบของแรงดันจะทำให้ D_2 นำกระแส และ D_1 หยุดนำกระแส กระแสไหลเก็บประจุที่ตัวเก็บประจุตัวล่าง โดยกระแสไหลผ่าน D_2 ทำให้แรงดันที่วัดจากขั้วแรงดันเอาต์พุตของวงจรเท่ากับ $2 V_p$

สรุป

1. ไดโอดนำกระแสได้เมื่อได้รับไบแอสตรง นำมาใช้ในวงจรเรียงกระแส
2. ค่าแรงดันสูงสุดของรูปคลื่นเรียกว่า V_p (Peak Voltage)
3. การหาเฉลี่ยของรูปคลื่น (VAVG) เท่ากับ พื้นที่ของรูปคลื่น (A) ได้ หาค่ากับคาบเวลา T
4. ค่าแรงดันตกคร่อมรอยต่อของไดโอด (V_B) ชนิดเจอมันเนียม มีค่าเท่ากับ 0.3 โวลต์ และชนิดซิลิคอนมีค่าเท่ากับ 0.7 โวลต์
5. แรงดันไบแอสกลับสูงสุดในวงจรเรียกว่า PIV (Peak-Inverse Voltage)
6. ข้อดีการต่อหม้อแปลงไฟฟ้ากับวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น คือ เป็นการตัดการเชื่อมโยงทางไฟฟ้าระหว่างระบบแรงดันต่ำกับระบบแรงดันสูง ทำให้ไม่เป็นอันตรายจากการลัดวงจรไฟฟ้า
7. วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแรงดันเฉลี่ยที่โหลด (V_{out}) ของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นจึงเป็น 2 เท่าของแบบครึ่งคลื่น
8. แรงดันไบแอสกลับสูงสุดในวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงจะมีค่าเท่ากับ 2 เท่า ของแรงดันสูงสุดเอาต์พุตของวงจร
9. วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีค่าแรงดันสูงสุดด้านกลับ (PIV) น้อยกว่าวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปครึ่งหนึ่ง
10. การนำตัวเก็บประจุต่อขนานกับโหลดเป็นการออกแบบวงจรกรองกระแสพื้นฐาน

บรรณานุกรม

นภัทร วัฒนเทพินทร์. เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545
อภิชาติ กำลังฟู. เครื่องรับโทรทัศน์. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2557