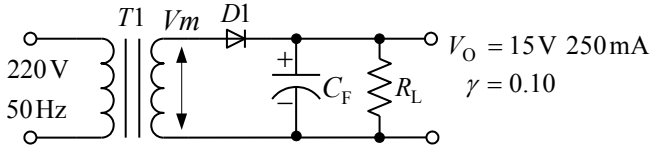
แบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

จากวงจรในรูปที่ 1 จงใช้ความรู้ ด้านคณิตศาสตร์และอิเล็กทรอนิกส์ หาขนาดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ ที่จะใช้ในการสร้างวงจรให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อต้องการริปเปิลแฟคเตอร์ 0.10



รูปที่ 1 วงจร Half – wave Rectifier

1. แรงดัน Vrms ที่ขดลวดทุติยภูมิ เป็นเท่าใด

ก. 47 Vrms ข. 23.5 Vrms

ค. 33.3 Vrms ง. 16.6 Vrms

2. ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ เป็นเท่าใด

ก. 250 mA ข. 312 mA

ค. 289 mA ง. 321 mA

3. ค่า PRV ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 47.1 V ข. 29.4 V

ค. 58.9 V ง. 36.8 V

4. ค่า IFmax ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 786 mA ข. 982 mA

ค. 393 mA ง. 491 mA

5. ค่า ตัวเก็บประจุ และแรงดัน เป็นเท่าใด

ก. 220 uF 35 V ข. 680 uF 50 V

ค. 330 uF 35 V ง. 470 uF 50 V

6. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Full wave Rectifier แรงดัน Vrms ที่ขดลวดทุติยภูมิ เป็นเท่าใด

ก. 16.6 Vrms ข. 23.5 Vrms

ค. 33.3 Vrms ง. 47 Vrms

7. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Full wave Rectifier ค่า IFmax ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 786 mA ข. 982 mA

ค. 393 mA ง. 491 mA

8. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Bridge Rectifier แรงดัน Vrms ที่ขดลวดทุติยภูมิ เป็นเท่าใด

ก. 16.6 Vrms ข. 23.5 Vrms

ค. 33.3 Vrms ง. 47 Vrms

9. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Bridge Rectifier ค่า PRV ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 47.1 V ข. 29.4 V

ค. 58.9 V ง. 36.8 V

10. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Bridge Rectifier ค่า IFmax ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 786 mA ข. 982 mA

ค. 393 mA ง. 491 mA

หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

สาระสำคัญ

ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นวงจรใช้งานจริงต้องมีการออกแบบ คำนวณ เผื่อให้วงจรนั้น ๆ ทำงานได้จริงและไม่เกิดความเสียหาย อย่างเช่นวงจรเรียงกระแสแบบต่างๆ ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของอุปกรณ์ที่ใช้สร้างชิ้นงานประกอบด้วย หม้อแปลง ไดโอด และคาปาซิเตอร์ ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องพิจารณา เช่น Vm , Vrms , Vdc ของหม้อแปลง ค่า PRV , IFmax ของไดโอดเรียงกระแส และค่าความจุของคาปาซิเตอร์

เนื้อหาสาระ

13.1 วงจร Half wave Rectifier

13.2 วงจร Full wave Rectifier

13.3 วงจร Bridge Rectifier

13.4 วงจร Fillter

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจในเรื่อง :

13.1 วงจร Half wave Rectifier

13.2 วงจร Full wave Rectifier

13.3 วงจร Bridge Rectifier

13.4 วงจร Fillter

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หลังจากเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้

13.1 เลือกใช้อุปกรณ์ทำงานใน วงจร Half wave Rectifier ได้

13.2 เลือกใช้อุปกรณ์ทำงานใน วงจร Full wave Rectifier ได้

13.3 เลือกใช้อุปกรณ์ทำงานใน วงจร Bridge Rectifier ได้

13.4 เลือกใช้อุปกรณ์ทำงานใน วงจร Fillter ได้

หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

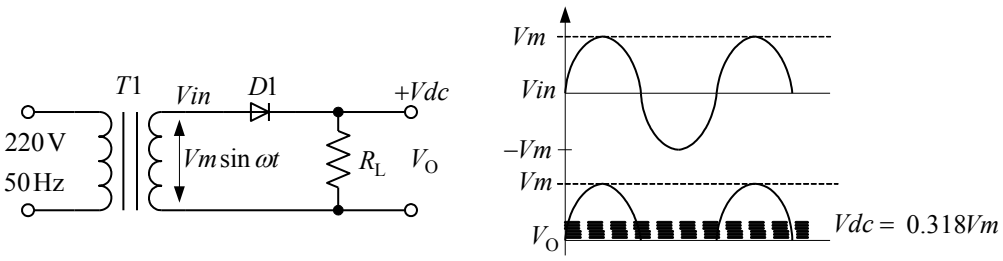
ในสาขางาน อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นสาขางานหนึ่งในสาขา วิศวกรรมไฟฟ้า ผู้ที่ทำงาน หรือผู้ปฏิบัติงานในสาขานี้ ต้องมีความรู้พื้นฐาน ทางด้านคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับสาขา เช่น ด้านฟิสิกส์ ต้องมีความรู้ ในโครงสร้าง และการทำงานของอุปกรณ์ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ ยังต้องมีทักษะในการนำ คณิตศาสตร์มาใช้ในงาน เช่น การออกแบบ และ การตรวจสอบ เป็นต้น

ทักษะเบื้องต้นที่นักเรียนใช้อยู่เป็นประจำ เช่น การใช้เครื่องมือวัดและทดสอบ ได้แก่ มัลติมิเตอร์ ถ้านักเรียนไม่มีทักษะ คณิตศาสตร์ นักเรียนจะไม่สามารถใช้ เครื่องมือเหล่านี้ ได้ถูกต้อง เช่น การใช้ มัลติเตอร์วัดแรงดันไฟตรง นักเรียนจะต้องวิเคราะห์แล้วว่า จุดที่จะทำการวัดนั้น มีแรงดันสูงสุดเท่าใด ถ้าหากไม่แน่ใจ ก็จะตั้งย่านวัดสูงสุดไว้ก่อน แล้วจึง ลดย่านวัดลง ต่อจากนั้นทำการอ่านเข็มมิเตอร์ว่า เบี่ยงเบนไปชี้ที่ ตำแหน่งใด แล้วก็ต้องอ่านให้ตรงสเกล ถ้าไม่มีสเกลโดยตรง ก็ต้องทำการหารสเกลให้ได้เท่ากับ ย่านที่ตั้งวัด เช่น ย่าน 2.5 Vdc จะต้องอ่านที่ สเกลของย่าน 250 Vdc แล้วค่าที่อ่านได้หารด้วย 100 ก็จะเป็นสเกลของ ย่าน 2.5 Vdc นั่นเอง

ยังมีอีกหลายกรณีที่นักเรียนใช้อยู่เป็นประจำ เช่น การอ่านค่าความต้านทานจากรหัสสี หรือค่าตัวเก็บประจุ จาก ตัวเลข ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานจะไม่กล่าวถึง ในหน่วยการเรียนนี้ จะกล่าวถึง วงจร Rectifier หรือวงจร เรียงกระแส ซึ่งนำไปใช้เป็น ภาคจ่ายกำลังงานให้แก่ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ อื่นๆ ทั้งที่เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั่วไป หรือโครงงานที่นักเรียนสร้างขึ้นมาเองเพื่อทดลองเล่น เป็นการเพิ่มทักษะในวิชาชีพ เมื่อนักเรียน เรียนจบหน่วยเรียนนี้แล้ว นักเรียนก็จะสามารถออกแบบสร้าง หรือตรวจซ่อม ภาคจ่ายไฟ ได้ด้วยตัวเอง

13.1 วงจร Half Wave Rectifier

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ประกอบด้วย วงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทุกชนิด ต้องการแหล่งจ่ายกำลังงานที่มีลักษณะเป็นแรงดันไฟตรง แรงดันไฟตรงดังกล่าวนอกจากจะได้จาก แหล่งกำเนิดเคมีไฟฟ้า (Battery) แล้ว นักเรียนยังสามารถนำไฟฟ้า กระแสสลับ จากในบ้าน ขนาด 220 V 50 Hz มาแปลงให้เป็น แรงดันไฟตรงตามต้องการ ด้วยวงจร Half – Wave Rectifier ดังแสดงในรูปที่ 13.1



รูปที่ 13.1 วงจร Half Wave Rectifier และ รูปคลื่น

คุณสมบัติของวงจร Half Wave Rectifier คือ

$$Vdc = 0.318\ Vm \qquad \text{.....สมการที่(13.1)}$$

เมื่อ Vm คือ แรงดันไฟสลับ วัดที่ ขั้วทุติยภูมิของหม้อแปลง

และ Vdc ก็คือ แรงดันเฉลี่ยเป็นไฟตรง แต่ยังไม่เรียบ ที่ขั้วเอาท์พุต ที่ตกคร่อมโหลด

และในลักษณะเดียวกัน $Idc = 0.318\ Im$ .....สมการที่(13.2)

อีกหนึ่งค่า ที่มีความสำคัญสำหรับออกแบบ เลือกไดโอด คือ ค่า PRV (Peak Reverse Voltage) จากวงจรในรูปที่ 13.1 จะพบว่า ช่วงซีกลบ ของคลื่นอินพุท ไดโอด D1 จะได้รับไบอัสกลับ จากแรงดันไฟ AC ที่ขั้วของหม้อแปลงด้านทุติยภูมิ ไดโอดจะต้องทนต่อแรงดันนี้ได้ ซึ่งในวงจรนี้ ค่า PRV ของไดโอด จะต้อง มากกว่าหรือเท่ากับ Vm

$$PRV = Vm \qquad \text{.....สมการที่(13.3)}$$

เมื่อ PRV คือ แรงดันย้อนกลับ (Peak Reverse Voltage) ที่ตกคร่อมไดโอด

ในการเลือกใช้ อุปกรณ์ ในวงจรแปลงไฟฟ้า จะต้องทราบว่า ต้องการแรงดันเฉลี่ยทางเอาท์พุต และกระแสที่โหลดเป็นเท่าใด ในทางปฏิบัติจะต้องออกแบบไว้เผื่อ ด้วย เช่น แรงดันตกคร่อมไดโอดขณะไบอัสตรง ความต้านทานภายในของหม้อแปลง เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 13.1 จากวงจรในรูปที่ 13.1 ถ้าต้องการ แรงดันเฉลี่ยที่ตกคร่อม โหลด เป็น 12 V และโหลด ต้องการกระแสเต็มที่(full load) ที่ 500 mA จงแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ ในการสร้าง

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 12 V ตกคร่อมโหลด สิ่งที่ต้องวิเคราะห์หา ก็คือ แรงดันจุดยอด (ค่าสูงสุดไฟสลับ) ของขดลวดทุติยภูมิ

จากสมการที่ (13.1) $Vdc = 0.318\ Vm$

แทนค่า Vdc เป็น 12 V จะได้ $12\ V = 0.318\ Vm$

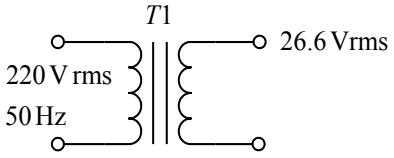
ดังนั้น $Vm = \dfrac{12\,V}{0.318} = 37.73\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

โดยทั่วไป จะกำหนดแรงดันของหม้อแปลงเป็น ค่า rms จึงต้องแปลงVm ให้เป็น Vrms

ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$V\,rms = \frac{V\,m}{\sqrt{2}} = \frac{37.73\,V}{1.414} = 26.6\ V\,rms \qquad \text{.....}\textbf{<u>ตอบ</u>}$$

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 26.6 Vrms ดังรูปที่ 13.2



รูปที่ 13.2 หม้อแปลงที่เลือกใช้ ตามตัวอย่างที่ 13.1

วงจร Half Wave Rectifier ที่จะสร้างนั้น นอกจากค่าแรงดันที่ต้องทราบแล้ว ที่ต้องคำนึงถึงอีก คือ ค่ากระแสเฉลี่ยที่โหลด ดังนั้น ขดลวดด้านทุติยภูมิที่จะนำมาสร้างหม้อแปลง ก็จะต้องทนกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 500 mA หลักในการออกแบบ จะใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ $\frac{500\,\text{mA}}{0.8} = 625\ \text{mA}$ .....**ตอบ**

<u>การเลือกไดโอด</u> การเลือกไดโอด จะต้องพิจารณา คุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ค่า PRV และค่า กระแสที่ไหลผ่านได้สูงสุด หรือ ค่า IF_{max} ทั้ง 2 ค่านี้ ผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด มีบอกไว้ในคู่มือ ดังนั้น ผู้ใช้ จะต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องเหมาะสม

ค่า PRV ของไดโอด ในวงจร Half – Wave Rectifier ก็ คือ

จากสมการที่ (13.3) $PRV = Vm = 37.7\ \text{V}$

เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8

ดังนั้น ไดโอดที่เลือกใช้จะต้องมีค่า PRV มากกว่า $\frac{37.7\,\text{V}}{0.8} = 47\ \text{V}$

ดังนั้น ไดโอดที่เลือกใช้จะต้องมีค่า PRV มากกว่า 47 V .....**ตอบ**

ส่วนค่า IF_{max} นั้นในตัวอย่างนี้ กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 500 mA

จากสมการที่ (13.2) $Idc = 0.318\,Im$ แทนค่า Idc เท่ากับ 500 mA จะได้

$$500\,\text{mA} = 0.318\,Im$$

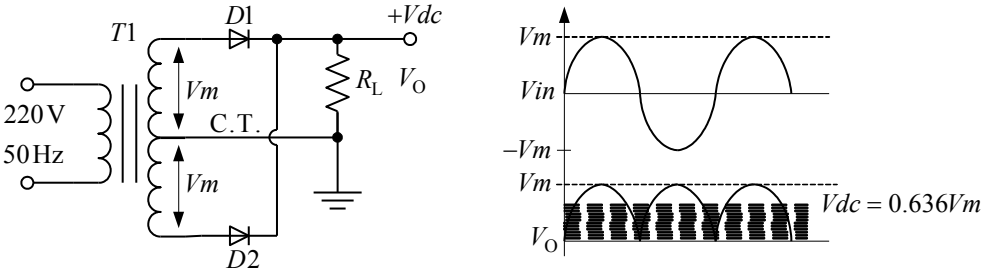
ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $Im = \frac{500\,\text{mA}}{0.318} = 1{,}572\ \text{mA}$

เมื่อใช้ค่า Saefty Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{1{,}572\,\text{mA}}{0.8} = 1{,}965.4\ \text{mA}$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 1.96 A .....**ตอบ**

13.2 วงจร Full Wave Rectifier

วงจร Full Wave Rectifier แสดงในรูปที่ 13.3 จากวงจรจะพบว่าหม้อแปลงที่ใช้มีแท็ปกลาง (center tap) เพราะว่าใช้ขดลวดทุติยภูมิ 2 ขด มีจุดต่อร่วมกับโหลด ไดโอด 2 ตัวสลับกันทำงาน จึงทำให้ได้ คลื่นกระแสและแรงดันที่ เอาท์พุต ครบทั้งลูกคลื่น จึงเป็นที่มาของชื่อ Full Wave Rectifier



รูปที่ 13.3 วงจร Full – Wave Rectifier และ รูปคลื่น

คุณสมบัติของวงจร Full Wave Rectifier คือ

$$Vdc = 0.636\ Vm \qquad \text{.....สมการที่(13.4)}$$

และ $$Idc = 0.636\ Im \qquad \text{.....สมการที่(13.5)}$$

จากวงจรในรูปที่ 13.3 จะพบว่า ในขณะที่ไดโอดทั้ง 2 ตัว สลับกันทำงาน สมมติว่า D1 ได้รับไบอัสตรง(ซีกบวกของลูกคลื่น) ไดโอด D2 จะได้แรงดันตกคร่อม จากแรงดันที่ขั้ว ของหม้อแปลงทั้ง 2 ขด ดังนั้น ค่า PRV ของ วงจร Full – Wave Rectifier จะเป็น 2Vm

$$PRV = 2Vm \qquad \text{.....สมการที่(13.6)}$$

ตัวอย่างที่ 13.2 จากวงจรในรูปที่ 13.3 ถ้าต้องการ แรงดันเฉลี่ยที่ตกคร่อม โหลด เป็น 12 V และโหลด ต้องการกระแสเต็มที่(full load) ที่ 500 mA จงแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ ในการสร้าง

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 12 V ตกคร่อมโหลด สิ่งที่ต้องวิเคราะห์หา ก็คือ แรงดันจุดยอด (ค่าสูงสุดไฟสลับ) ของขดลวดทุติยภูมิ

จากสมการที่ (13.3) $Vdc = 0.636\ Vm$

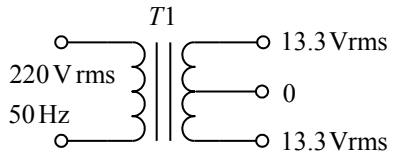
แทนค่า Vdc เป็น 12 V จะได้ $12\ V = 0.636\ Vm$

ดังนั้น $$Vm = \frac{12\,V}{0.636} = 18.8\ V$$ .....**<u>ตอบ</u>**

โดยทั่วไป จะกำหนดแรงดันของหม้อแปลงเป็น ค่า rms จึงต้องแปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = \frac{18.8\,V}{1.414} = 13.3\ Vrms$$ .....**<u>ตอบ</u>**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 13.3 Vrms ดังรูปที่ 13.4



รูปที่ 13.4 หม้อแปลงที่เลือกใช้ ตามตัวอย่างที่ 13.2

วงจร Full Wave Rectifier ที่จะสร้างนั้น นอกจากค่าแรงดันที่ต้องทราบแล้ว ที่ต้องคำนึงถึง อีก คือ ค่ากระแสเฉลี่ยที่โหลด ดังนั้น ขดลวดด้านทุติยภูมิที่จะนำมาสร้างหม้อแปลง ก็จะต้องทนกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 500 mA หลักในการออกแบบ จะใช้ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ $\frac{500\,mA}{0.8} = 625\ mA$ .....**<u>ตอบ</u>**

การเลือกไดโอด

จากลักษณะการทำงานของวงจร จะเห็นว่าในขณะที่ไดโอดตัวหนึ่งได้รับไบอัสตรง อีกตัวหนึ่งได้รับไบอัสกลับ ไดโอดตัวที่ได้รับไบอัสกลับจะมีแรงดันตกคร่อมเท่ากับแรงดันตกคร่อมขดลวดทั้ง 2 ของหม้อแปลง ซึ่งเท่ากับ 2 เท่าของ Vm

จากสมการที่ (13.4) PRV = 2Vm = 2(18.8 V) = 37.6 V

เมื่อใช้ ค่า Safte Factor ที่ 0.8

ดังนั้น ไดโอดที่เลือกใช้จะต้องมีค่า PRV มากกว่า $\frac{37.6\,\text{V}}{0.8} = 47\ \text{V}$ .....**ตอบ**

ส่วนค่า IF_{max} นั้นในตัวอย่างนี้ กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 500 mA

จากสมการที่ (13.5) Idc = 0.636 Im แทนค่า Idc เท่ากับ 500 mA จะได้

$$500\,\text{mA} = 0.636\,\text{Im}$$

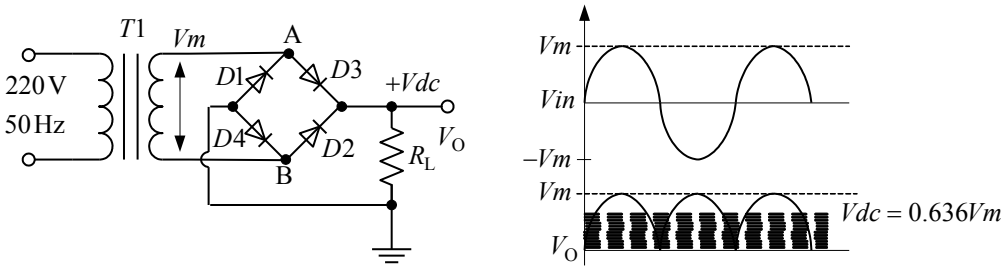
ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $\text{Im} = \frac{500\,\text{mA}}{0.636} = 786\ \text{mA}$

เมื่อใช้ค่า Safte Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{786\,\text{mA}}{0.8} = 982.5\ \text{mA}$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 983 mA .....**ตอบ**

13.3 วงจร Bridge Rectifier

วงจร Bridge Rectifier แสดงในรูปที่ 13.5 วงจรเรียงกระแสแบบ บริดจ์ ใช้หม้อแปลง เช่นเดียว กับ แบบ Half Wave Rectifier คือไม่ต้องมี center tap



รูปที่ 13.5 วงจร Bridge Rectifier และ รูปคลื่น

การทำงานของวงจร ในครึ่งบวกของคลื่นแรงดันอินพุท จุด A จะเป็นบวกเมื่อเทียบกับจุด B ไดโอด D3 และ D4 ได้รับไบอัสตรง กระแสไหลผ่าน D3 RL และ D4 ในขณะครึ่งลบของคลื่นแรงดัน ที่จุด B จะเป็นบวกเมื่อเทียบกับจุด A ทำให้ไดโอด D1 กับ D2 ได้รับไบอัสตรง และ ไดโอด D3 และ D4 ได้รับไบอัสกลับ กระแสจะไหลผ่าน D1 RL และ D2

คุณสมบัติของวงจร Bridge Rectifier คือ

Vdc = 0.636 Vm .....สมการที่(13.7)

และ $Idc = 0.636\ Im$ .....สมการที่(13.8)

จากวงจรในรูปที่ 13.5 จะพบว่า ในแต่ละซีกของคลื่นแรงดันอินพุทที่เข้ามา ไดโอดแต่ละคู่ จะได้รับไบอัสตรง และไบอัสกลับ ทำให้ไดโอดแต่ละตัวในขณะได้รับไบอัสกลับจะมีแรงดันตกคร่อมเท่ากับของแรงดัน Vm ดังนั้น ค่า PRV ของ วงจร Bridge Rectifier จะเป็น Vm

$PRV = Vm$ .....สมการที่(13.9)

ตัวอย่างที่ 13.3 จากวงจรในรูปที่ 13.5 ถ้าต้องการ แรงดันเฉลี่ยที่ตกคร่อม โหลด เป็น 12 V และโหลด ต้องการกระแสเต็มที่(full load) ที่ 500 mA จงแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ ในการสร้าง

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 12 V ตกคร่อมโหลด สิ่งที่ต้องวิเคราะห์หา ก็คือ แรงดันจุดยอด (ค่าสูงสุดไฟสลับ) ของขดลวดทุติยภูมิ

จากสมการที่ (13.7) $Vdc = 0.636\ Vm$

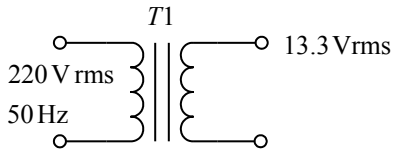
แทนค่า Vdc เป็น 12 V จะได้ $12\ V = 0.636\ Vm$

ดังนั้น $Vm = \frac{12\,V}{0.636} = 18.8\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

โดยทั่วไป จะกำหนดแรงดันของหม้อแปลงเป็น ค่า rms จึงต้องแปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = \frac{18.8\,V}{1.414} = 13.3\ Vrms$$ .....**<u>ตอบ</u>**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 13.3 Vrms ดังรูปที่ 13.6



รูปที่ 13.6 หม้อแปลงที่เลือกใช้ ตามตัวอย่างที่ 13.3

วงจร Bridge Rectifier ที่จะสร้างนั้น นอกจากค่าแรงดันที่ต้องทราบแล้ว ที่ต้องคำนึงถึง อีก คือ ค่ากระแสเฉลี่ยที่โหลด ดังนั้น ขดลวดด้านทุติยภูมิที่จะนำมาสร้างหม้อแปลง ก็จะต้องทนกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 500 mA หลักในการออกแบบ จะใช้ ค่า Safte Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ $\frac{500\,mA}{0.8} = 625\ mA$ .....**<u>ตอบ</u>**

การเลือกไดโอด

จากลักษณะการทำงานของวงจร จะเห็นว่าในแต่ละครึ่งของคลื่นแรงดันอินพุท จะมีไดโอด 2 ตัวนำกระแส และ 2 ตัว หยุดนำกระแส แรงดันตกคร่อมไดโอด ก็คือ แรงดันที่ขดลวดทุติยภูมิ นั่นเอง

จากสมการที่ (13.9) PRV = Vm = 18.8 V

เมื่อใช้ ค่า Safte Factor ที่ 0.8

ดังนั้น ไดโอดที่เลือกใช้จะต้องมีค่า PRV มากกว่า $\frac{18.8\,\text{V}}{0.8}$ = 23.5 V .....**ตอบ**

ส่วนค่า IF_{max} นั้นในตัวอย่างนี้ กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 500 mA

จากสมการที่ (13.8) Idc = 0.636 Im แทนค่า Idc เท่ากับ 500 mA จะได้

$$500\,\text{mA} = 0.636\,\text{Im}$$

ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $\text{Im} = \frac{500\,\text{mA}}{0.636} = 786$ mA

เมื่อใช้ค่า Safte Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{786\,\text{mA}}{0.8} = 982.5$ mA

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 983 mA .....**ตอบ**

13.4 วงจร Fillter

แรงดันเฉลี่ยที่เป็นค่า บวก (+Vdc) ที่ได้จากวงจร Rectifier แบบต่างๆ ที่ผ่านมา ยังไม่เป็นไฟตรง เสียทีเดียว เพราะว่ามันไม่ได้เรียบเป็นเส้นตรงสม่ำเสมอ แต่เป็นไฟ dc ที่มีระดับไม่คงที่ (DC Pulse) ยังไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้งานกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จึงต้องมีการกรอง(Fillter) ให้เรียบเสียก่อน วงจรและอุปกรณ์ที่ใช้ใน วงจรกรอง มีหลายวงจร เช่น วงจร RC Fillter วงจร RL Fillter วงจร RLC Fillter เป็นต้น วงจร RC Fillter เป็นวงจรกรองแบบง่ายๆ หาอุปกรณ์ได้ทั่วไปตามท้องตลาด ประหยัด สามารถทำให้แรงดันเอาท์พุตมีคุณภาพดีพอ กับทำงานของวงจร อิเล็กทรอนิกส์

การเลือกตัวเก็บประจุมาใช้ในวงจร กรองสัญญาณ มีสมการดังนี้

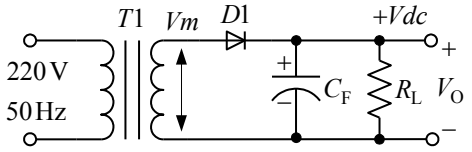
$$C_F \geq \frac{0.144}{\gamma\, f\, R} \quad \text{F} \qquad \text{.....สมการที่(13.10)}$$

เมื่อ f คือ ความถี่

R คือคาความต้านทาน น้อยที่สุดเมื่อกระแสไหลผ่านโหลด

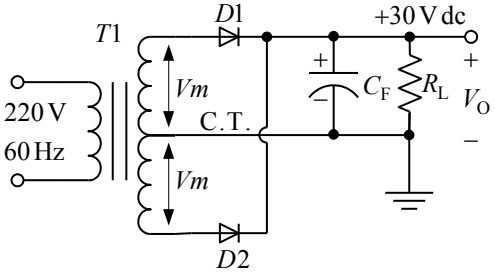
γ คือ ริปเปิล แฟคเตอร์

และอีก หนึ่งค่าที่สำคัญของตัวเก็บประจุ ก็คือ ค่าแรงดันที่ตัวเก็บประจุที่ทนได้ จากวงจรในรูปที่ 13.7 จะพบว่า ตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่กับ ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง ดังนั้น แรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ สูงสุด จึงเป็น Vm นั่นเอง



รูปที่ 13.7 วงจร Half – Wave Rectifier ที่มีการกรองสัญญาณด้วยตัวเก็บประจุ

ตัวอย่างที่ 13.4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น วงจรหนึ่ง ทำงานด้วยแรงดันอินพุท ความถี่ 60 Hz เพื่อจ่ายแรงดันให้แก่โหลด 200 mA , 30 Vdc เมื่อมีโหลด (full load) จงหาค่าความจุ ของตัวเก็บประจุ ที่ต้องใช้ เพื่อ จำกัดริปเปิลแฟคเตอร์ให้มีค่า 0.01 (1 เปอร์เซ็นต์)



รูปที่ 13.8 วงจร Full – Wave Rectifier สำหรับตัวอย่างที่ 13.4

วิธีทำ ริปเปิลจะมีค่ามากที่สุดเมื่อมีกระแสไหลผ่านโหลด (full load current) หรือความต้านทานน้อยที่สุดซึ่งก็คือ $R = \frac{\text{Vdc}}{200\,\text{mA}} = \frac{30\,\text{V}}{0.2\,\text{A}} = 150\,\Omega$

จากสมการ ที่ (13.10) $C_F \geq \frac{0.144}{\gamma\, f\, R}$ F

$$C_F \geq \frac{0.144}{(0.01)(60\,\text{Hz})(150\,\Omega)} \text{ F}$$

$$C_F \geq \frac{0.144}{(1)(6)(15)} \text{ F}$$

$$C_F \geq 1.6\times10^{-3} \text{ F}$$

$$C_F = 0.0016 \text{ F} = 1{,}600\,\mu\text{F}$$

ค่าแรงดันที่ ตัวเก็บประจุต้องทนได้ คือ Vm ของวงจร

จากสมการที่(13.4) Vdc = 0.636 Vm

แทนค่า Vdc เป็น 30 V ดังนั้น $\text{Vm} = \frac{30\,\text{V}}{0.636} = 47$ V

ดังนั้นเลือกใช้ $C_F = 1{,}600\,\mu\text{F}, 50\,\text{V}$ .....**ตอบ**

จากตัวอย่างที่ 13.4 ที่ต้องการ ริปเปิลแฟคเตอร์ ค่า 0.01 (1 เปอร์เซ็นต์) ถือว่าเป็นค่าที่ดีมากๆ สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกทั่วไป ค่า ริปเปิลแฟคเตอร์ ที่ 0.10 ถึง 0.07 (10 – 7 เปอร์เซ็นต์) ถือว่าใช้ได้ สำหรับเครื่องขยายเสียง ที่ต้องการความเรียบของไฟตรงมาก ค่า ริปเปิลแฟคเตอร์ ที่ 0.05 ถือว่า ดี เพราะแรงดันไฟตรงสำหรับเครื่องขยายเสียงยิ่งวัตต์สูงไฟตรงยิ่งสูง การจะจำกัดให้ ริปเปิลแฟคเตอร์ ให้มีค่าต่ำๆ จะลงทุนเพิ่มขึ้น เพราะค่าความจุ ของตัวเก็บประจุ จะสูงมาก

สรุปสาระสำคัญ

วงจรเรียงกระแส มี อยู่ 3 ชนิด คือ 1. วงจร Half wave Rectifier 2. วงจร Full wave Rectifier และ 3. วงจร Bridge Rectifier หลักการออกแบบวงจรเรียงกระแสทั้ง 3 แบบ คือ ต้องทราบว่า โหลดใช้แรงดันไฟตรงเฉลี่ย และ กระแสเฉลี่ยเท่าใด รวมทั้งคุณภาพของความเรียบสม่ำเสมอ ของแรงดันไฟที่เอาท์พุต

เมื่อทราบแรงดันไฟตรงเฉลี่ยที่โหลดต้องการ ต่อไปก็เป็นการจัดหาหม้อแปลง ที่ต้องมีแรงดันที่ขดลวดทุติยภูมิ ตามสมการ Vdc = 0.318 Vm สำหรับวงจร Half wave Rectifier และ สมการ Vdc = 0.636 Vm สำหรับ วงจร Full wave Rectifier และ วงจร Bridge Rectifier กระแสที่หม้อแปลงทนได้ คือ กระแสที่ผ่านโหลด จากสมการ Idc = 0.318 Im สำหรับวงจร Half wave Rectifier สมการ Idc = 0.636 Im สำหรับ วงจร Full wave Rectifier และ วงจร Bridge Rectifier ซึ่งจะต้องมีการออกแบบเผื่อ ไว้ เพื่อความปลอดภัยของอุปกรณ์ เรียกว่า Safety Factor ที่ค่า 0.8 ส่วนแรงดันย้อนกลับ (PRV) ที่ตกคร่อมไดโอดต้องทนได้ก็คือ ค่า Vm ของแต่ละชนิดของวงจร อีกหนึ่ง ค่าคือ กระแสที่ไหลผ่านไดโอดขณะได้รับไบอัสตรง IFmax โดยผู้ผลิตเป็นผู้กำหนดไว้ในคู่มือ ในการออกแบบสร้าง จะต้องคำนึงถึงค่า Safety Factor ด้วย เพราะ หม้อแปลงและไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่ต่อแบบ อนุกรมในวงจร กระที่ไหลดจึงไหลผ่าน โดยตรง ในช่วงที่เปิด ปิดวงจร อาจมีแรงดันและกระแสมากกว่าปกติ (Transient) ส่วนตัวเก็บประจุนั้นต่อขนานกับโหลด และขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง ดังนั้น แรงดันของ ตัวเก็บประจุที่ต้องทนได้ก็คือ Vm ของแต่ละชนิดของวงจร นั่นเอง

แบบฝึกหัด

หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

1. จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ สำหรับสร้างวงจรเรียงกระแสแบบ Half Wave Rectifier เมื่อต้องการนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 9 Vdc กระแสเฉลี่ย 200 mA โดยให้มีค่าริปเปิลแฟคเตอร์เป็น 0.10 (10 เปอร์เซ็นต์)

ตอบ (1) หม้อแปลง Vm = 28.3 V , Vrms = 20 Vrms , กระแสหม้อแปลงทนได้ 250 mA

(2) ไดโอด PRV with Safety Factor = 35.3 V , IFmax with Safety Factor = 786 mA

(3) ตัวเก็บประจุ = 640 uF , 30 V

2. จากข้อ 1. ถ้าต้องการใช้วงจรเรียงกระแสเป็น Full Wave Rectifier จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์

ตอบ (1) หม้อแปลง Vm = 14.15 V , Vrms = 10 Vrms , กระแสหม้อแปลงทนได้ 250 mA

(2) ไดโอด PRV with Safety Factor = 35.3 V , IFmax with Safety Factor = 393 mA

(3) ตัวเก็บประจุ = 640 uF , 16 V

3. จากข้อ 1. ถ้าต้องการใช้วงจรเรียงกระแสเป็น Bridge Rectifier จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์

ตอบ (1) หม้อแปลง Vm = 14.15 V , Vrms = 10 Vrms , กระแสหม้อแปลงทนได้ 250 mA

(2) ไดโอด PRV with Safety Factor = 17.7 V , IFmax with Safety Factor = 393 mA

(3) ตัวเก็บประจุ = 640 uF , 16 V

4. จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ สำหรับสร้างวงจรเรียงกระแสแบบ Bridge Rectifier เมื่อต้องการนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 30 Vdc กระแสเฉลี่ย 1,500 mA โดยให้มีค่า ริปเปิลแฟคเตอร์เป็น 0.07 (7 เปอร์เซ็นต์)

ตอบ (1) หม้อแปลง Vm = 47 V , Vrms = 33.3 Vrms , กระแสหม้อแปลงทนได้ 1,875 mA

(2) ไดโอด PRV with Safety Factor = 58.8 V , IFmax with Safety Factor = 2.95 A

(3) ตัวเก็บประจุ = 2,200 uF , 50 V

5. จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ สำหรับสร้างวงจรเรียงกระแสแบบ Bridge Rectifier เมื่อต้องการนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 18 Vdc กระแสเฉลี่ย 800 mA โดยให้มีค่า ริปเปิลแฟคเตอร์เป็น 0.10 (10 เปอร์เซ็นต์)

ตอบ (1) หม้อแปลง Vm = 28.3 V , Vrms = 20 Vrms , กระแสหม้อแปลงทนได้ 1,000 mA

(2) ไดโอด PRV with Safety Factor = 35.3 V , IFmax with Safety Factor = 1.572 A

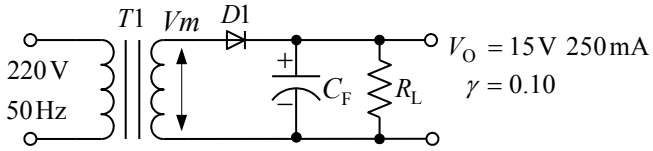
(3) ตัวเก็บประจุ = 1,200 uF , 30 V

แบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

จากวงจรในรูปที่ 1 จงใช้ความรู้ ด้านคณิตศาสตร์และอิเล็กทรอนิกส์ หาขนาดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ ที่จะใช้ในการสร้าง วงจรให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อต้องการ ริปเปิลแฟคเตอร์ 0.10



รูปที่ 1 วงจร Half – wave Rectifier

1. แรงดัน Vrms ที่ขดลวดทุติยภูมิ เป็นเท่าใด

ก. 47 Vrms ข. 23.5 Vrms

ค. 16.6 Vrms ง. 33.3 Vrms

2. ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ เป็นเท่าใด

ก. 250 mA ข. 289 mA

ค. 312 mA ง. 321 mA

3. ค่า PRV ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 47.1 V ข. 29.4 V

ค. 36.8 V ง. 58.9 V

4. ค่า IFmax ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 786 mA ข. 393 mA

ค. 982 mA ง. 491 mA

5. ค่า ตัวเก็บประจุ และแรงดัน เป็นเท่าใด

ก. 470 uF 50 V ข. 680 uF 50 V

ค. 330 uF 35 V ง. 220 uF 35 V

6. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Full wave Rectifier แรงดัน Vrms ที่ขดลวดทุติยภูมิ เป็นเท่าใด

ก. 23.5 Vrms ข. 16.6 Vrms

ค. 33.3 Vrms ง. 47 Vrms

7. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Full wave Rectifier ค่า IFmax ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 491 mA ข. 982 mA

ค. 393 mA ง. 786 mA

8. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Bridge Rectifier แรงดัน Vrms ที่ขดลวดทุติยภูมิ เป็นเท่าใด

ก. 23.5 Vrms ข. 16.6 Vrms

ค. 33.3 Vrms ง. 47 Vrms

9. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Bridge Rectifier ค่า PRV ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 47.1 V ข. 58.9 V

ค. 29.4 V ง. 36.8 V

10. ในรูปที่ 1 ถ้าเปลี่ยนเป็นวงจร Bridge Rectifier ค่า IFmax ของไดโอด เป็นเท่าใด

ก. 491 mA ข. 982 mA

ค. 393 mA ง. 786 mA

เอกสารอ้างอิง

กิติพล ชิตสกุล. ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์ คณิตศาสตร์พื้นฐาน สำหรับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพร์ส , อิงค์ , 1997

ชูชัย ธนสารตั้งเจริญ และ Advanced Engineering Group. ทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2539

มงคล ทองสงคราม . อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : หจก. วี.เจ. พริ้นติ้ง จำกัด. , 2538

สุภาภรณ์ แก้วศักดา. อิเล็กทรอนิกส์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 9 . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง , 2548

ภาคผนวก

- เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วย

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 13

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

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 13

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

เฉลยแบบฝึกหัด

หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

1. จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ สำหรับสร้างวงจรเรียงกระแสแบบ Half – Wave Rectifier เมื่อต้องการนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 9 Vdc กระแสเฉลี่ย 200 mA โดยให้มีค่าริปเปิลแฟคเตอร์เป็น 0.10 (10 เปอร์เซ็นต์)

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 9 V ตกคร่อมโหลด

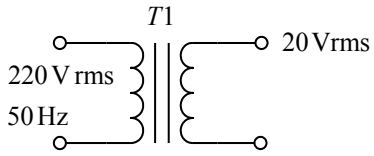
จากสมการที่ (13.1) $Vdc = 0.318\ Vm$

ดังนั้น $Vm = \frac{9\,V}{0.318} = 28.3\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

แปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = \frac{28.3\,V}{1.414} = 20\ Vrms$$ .....**<u>ตอบ</u>**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 20 Vrms ดังรูป



ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ คือกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 200 mA เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ

$$\frac{200\,mA}{0.8} = 250\ mA$$ .....**<u>ตอบ</u>**

<u>การเลือกไดโอด</u>

ค่า PRV ของไดโอด ในวงจร Half – Wave Rectifier ก็ คือ

จากสมการที่ (13.3) $PRV = Vm = 28.3\ V$

เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8

ดังนั้น $PRV = \frac{28.3\,V}{0.8} = 35.3\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

ค่า IF_{max} กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 200 mA

จากสมการที่ (13.2) $Idc = 0.318\,Im$

$$200\,mA = 0.318\,Im$$

ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $Im = \frac{200\,mA}{0.318} = 628.9\ mA$

เมื่อใช้ค่า Safety Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{628.9\,mA}{0.8} = 786\ mA$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 786 mA .....**<u>ตอบ</u>**

<u>การเลือกใช้ตัวเก็บ</u>ประจุ ความต้านทานน้อยที่สุด คือ $R = \frac{9\,\text{V}}{200\,\text{mA}} = 45\,\Omega$

ความถี่ f = 50 Hz และ $\gamma = 0.10$

จากสมการ ที่ (13.10) $C_{\text{F}} \geq \frac{0.144}{\gamma\,\text{f}\,R}$ F

$$C_{\text{F}} \geq \frac{0.144}{(0.10)(50\,\text{Hz})(45\,\Omega)} \text{ F}$$

$$C_{\text{F}} \geq \frac{0.144}{(1)(5)(45)} \text{ F}$$

$$C_{\text{F}} \geq 0.64\times10^{-3} \text{ F}$$

$$C_{\text{F}} \geq 640\,\mu\text{F}$$

ค่าแรงดันที่ ตัวเก็บประจุต้องทนได้ คือ Vm = 28.3 V

ดังนั้นเลือกใช้ $C_{\text{F}} = 680\,\mu\text{F}, 30\,\text{V}$ .....**<u>ตอบ</u>**

---

2. จากข้อ 1. ถ้าต้องการใช้วงจรเรียงกระแสเป็น Full – Wave Rectifier จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 9 V ตกคร่อมโหลด

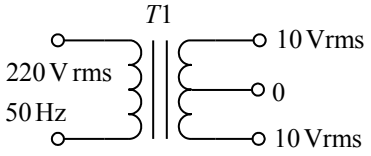
จากสมการที่ (13.4) Vdc = 0.636 Vm

ดังนั้น $\text{Vm} = \frac{9\,\text{V}}{0.636} = 14.15$ V .....**<u>ตอบ</u>**

แปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$\text{Vrms} = \frac{\text{Vm}}{\sqrt{2}} = \frac{14.15\,\text{V}}{1.414} = 10 \text{ Vrms}$$ .....**<u>ตอบ</u>**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 10 Vrms ดังรูป



ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ คือกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 200 mA เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ

$\frac{200\,\text{mA}}{0.8} = 250$ mA .....**<u>ตอบ</u>** <u>การ</u>

<u>เลือกไดโอด</u> ค่า PRV ของไดโอด ในวงจร Half – Wave Rectifier ก็ คือ

จากสมการที่ (13.6) $PRV = 2Vm = 2(14.15V) = 28.3\ V$

เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8

ดังนั้น $PRV = \frac{28.3\,V}{0.8} = 35.3\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

ค่า IF_{max} กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 200 mA

จากสมการที่ (13.5) $Idc = 0.636\,Im$

$$200\,mA = 0.636\,Im$$

ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $Im = \frac{200\,mA}{0.636} = 314.4\ mA$

เมื่อใช้ค่า Safety Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{314.4\,mA}{0.8} = 393\ mA$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 393 mA .....**<u>ตอบ</u>**

<u>การเลือกใช้ตัวเก็บ</u>ประจุ ความต้านทานน้อยที่สุด คือ $R = \frac{9\,V}{200\,mA} = 45\Omega$

ความถี่ $f = 50\,Hz$ และ $\gamma = 0.10$

จากสมการ ที่ (13.10) $C_F \geq \frac{0.144}{\gamma f R}$ F

$$C_F \geq \frac{0.144}{(0.10)(50\,Hz)(45\Omega)} \quad F$$

$$C_F \geq \frac{0.144}{(1)(5)(45)} \quad F$$

$$C_F \geq 0.64\times10^{-3} \quad F$$

$$C_F \geq 640\,\mu F$$

ค่าแรงดันที่ ตัวเก็บประจุต้องทนได้ คือ $Vm = 14.15\ V$

ดังนั้นเลือกใช้ $C_F = 680\,\mu F, 16\,V$ .....**<u>ตอบ</u>**

---

3. จากข้อ 1. ถ้าต้องการใช้วงจรเรียงกระแสเป็น Bridge Rectifier จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 9 V ตกคร่อมโหลด

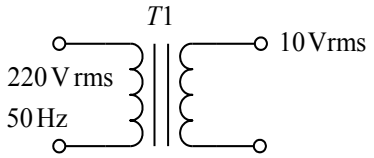
จากสมการที่ (13.4) $Vdc = 0.636\ Vm$

ดังนั้น $Vm = \frac{9\,V}{0.636} = 14.15\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

แปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = \frac{14.15\,V}{1.414} = 10\ Vrms$$ .....**<u>ตอบ</u>**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 10 Vrms ดังรูป



ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ คือกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 200 mA เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ

$$\frac{200\,\text{mA}}{0.8} = 250\ \text{mA}$$ .....**ตอบ**

<u>เลือกไดโอด</u> ค่า PRV ของไดโอด ในวงจร Bridge Rectifier ก็ คือ

จากสมการที่ (13.6) PRV = Vm = 14.15V

เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8

ดังนั้น $\text{PRV} = \frac{14.15\,\text{V}}{0.8} = 17.7\ \text{V}$ .....**ตอบ**

ค่า IF_{max} กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 200 mA

จากสมการที่ (13.8) $\text{Idc} = 0.636\,\text{Im}$

$$200\,\text{mA} = 0.636\,\text{Im}$$

ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $\text{Im} = \frac{200\,\text{mA}}{0.636} = 314.4\ \text{mA}$

เมื่อใช้ค่า Safety Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{314.4\,\text{mA}}{0.8} = 393\ \text{mA}$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 393 mA .....**ตอบ**

<u>การเลือกใช้ตัวเก็บ</u>ประจุ ความต้านทานน้อยที่สุด คือ $R = \frac{9\,\text{V}}{200\,\text{mA}} = 45\,\Omega$

ความถี่ f = 50 Hz และ $\gamma = 0.10$

จากสมการ ที่ (13.10) $C_{\text{F}} \geq \frac{0.144}{\gamma\,\text{f}\,R}$ F

$$C_{\text{F}} \geq \frac{0.144}{(0.10)(50\,\text{Hz})(45\,\Omega)}\ \text{F}$$

$$C_{\text{F}} \geq \frac{0.144}{(1)(5)(45)}\ \text{F}$$

$$C_{\text{F}} \geq 0.64\times10^{-3}\ \text{F}$$

$$C_{\text{F}} \geq 640\,\mu\text{F}$$

ค่าแรงดันที่ ตัวเก็บประจุต้องทนได้ คือ Vm = 14.15 V

ดังนั้นเลือกใช้ $C_{\text{F}} = 680\,\mu\text{F}, 16\,\text{V}$ .....**ตอบ**

4. จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ สำหรับสร้างวงจรเรียงกระแสแบบ Bridge Rectifier เมื่อต้องการนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 30 Vdc กระแสเฉลี่ย 1,500 mA โดยให้มีค่า ริปเปิลแฟคเตอร์เป็น 0.07 (7 เปอร์เซ็นต์)

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 30 V ตกคร่อมโหลด

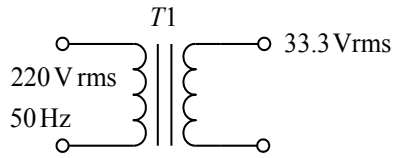
จากสมการที่ (13.7) $Vdc = 0.636\ Vm$

ดังนั้น $Vm = \frac{30\,V}{0.636} = 47.1\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

แปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = \frac{47.1V}{1.414} = 33.3\ Vrms$$ .....**<u>ตอบ</u>**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 10 Vrms ดังรูป



ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ คือกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 1,500 mA เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ

$$\frac{1{,}500\,mA}{0.8} = 1{,}875\ mA$$ .....**<u>ตอบ</u>**

<u>การเลือกไดโอด</u> ค่า PRV ของไดโอด ในวงจร Bridge Rectifier ก็ คือ

จากสมการที่ (13.9) $PRV = Vm = 47.1V$

เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8

ดังนั้น $PRV = \frac{47.1V}{0.8} = 58.8\ V$ .....**<u>ตอบ</u>**

ค่า IF_{max} กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 1,500 mA

จากสมการที่ (13.8) $Idc = 0.636\,Im$

$$1{,}500\,mA = 0.636\,Im$$

ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $Im = \frac{1{,}500\,mA}{0.636} = 2.35\ A$

เมื่อใช้ค่า Safety Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{2.35\ A}{0.8} = 2.95\ A$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 2.95 A .....**<u>ตอบ</u>**

<u>การเลือกใช้ตัวเก็บ</u>ประจุ ความต้านทานน้อยที่สุด คือ $R = \frac{30\,V}{1.5\ A} = 20\Omega$

ความถี่ $f = 50\,Hz$ และ $\gamma = 0.07$

จากสมการ ที่ (13.10) $C_F \geq \frac{0.144}{\gamma f R}$ F

$$C_F \geq \frac{0.144}{(0.07)(50\,\text{Hz})(20\,\Omega)} \text{ F}$$

$$C_F \geq \frac{0.144}{(7)(5)(2)} \text{ F}$$

$$C_F \geq 2.05\times10^{-3} \text{ F}$$

$$C_F \geq 2{,}050\,\mu\text{F}$$

ค่าแรงดันที่ ตัวเก็บประจุต้องทนได้ คือ Vm = 47.1 V

ดังนั้นเลือกใช้ $C_F = 2{,}200\,\mu\text{F}, 50\,\text{V}$ .....**ตอบ**

---

5. จงออกแบบและแสดงการเลือกใช้อุปกรณ์ สำหรับสร้างวงจรเรียงกระแสแบบ Bridge Rectifier เมื่อต้องการนำไปใช้กับโหลดที่ต้องการแรงดันไฟตรงเฉลี่ย 18 Vdc กระแสเฉลี่ย 800 mA โดยให้มีค่า ริปเปิลแฟคเตอร์เป็น 0.10 (10 เปอร์เซ็นต์)

วิธีทำ <u>การเลือกหม้อแปลง</u> ต้องการแรงดันไฟเฉลี่ยเป็น 18 V ตกคร่อมโหลด

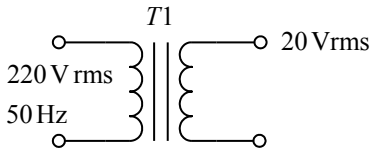
จากสมการที่ (13.7) Vdc = 0.636 Vm

ดังนั้น $\text{Vm} = \frac{18\,\text{V}}{0.636} = 28.3$ V .....**ตอบ**

แปลงVm ให้เป็น Vrms ดังนั้น แรงดันที่ขั้วทุติยภูมิ จะเป็น

$$\text{Vrms} = \frac{\text{Vm}}{\sqrt{2}} = \frac{28.3\,\text{V}}{1.414} = 20 \text{ Vrms}$$ .....**ตอบ**

ดังนั้นหม้อแปลงที่จะใช้ จะต้องเลือกหม้อแปลงที่ขั้วทุติยภูมิ มีแรงดัน 20 Vrms ดังรูป



ค่ากระแสที่หม้อแปลงทนได้ คือกระแสทั้งหมดที่โหลดใช้ คือ 800 mA เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8 ดังนั้น ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง จะต้องทนกระแสได้ เท่ากับ

$$\frac{800\,\text{mA}}{0.8} = 1{,}000 \text{ mA}$$ .....**ตอบ**

<u>การเลือกไดโอด</u> ค่า PRV ของไดโอด ในวงจร Bridge Rectifier ก็ คือ

จากสมการที่ (13.9) PRV = Vm = 28.3V

เมื่อใช้ ค่า Safety Factor ที่ 0.8

ดังนั้น $\text{PRV} = \frac{28.3\,\text{V}}{0.8} = 35.3$ V .....**ตอบ**

ค่า IF_{max} กระแสที่โหลดใช้เต็มที่ เป็น 800 mA

จากสมการที่ (13.8) $Idc = 0.636\,Im$

$$800\,mA = 0.636\,Im$$

ดังนั้นกระแสสูงสุดจะเป็น $Im = \frac{800\,mA}{0.636} = 1.257\ A$

เมื่อใช้ค่า Safety Factor ที่ 0.8 แล้ว IF_{max} จะเป็น $\frac{1.257\ A}{0.8} = 1.572\ A$

ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ไดโอด ที่มีค่า IF_{max} มากกว่า 1.572 A .....**ตอบ**

<u>การเลือกใช้ตัวเก็บ</u>ประจุ ความต้านทานน้อยที่สุด คือ $R = \frac{18\,V}{0.8\ A} = 22.5\,\Omega$

ความถี่ $f = 50\,Hz$ และ $\gamma = 0.10$

จากสมการ ที่ (13.10) $$C_F \geq \frac{0.144}{\gamma\, f\, R}\quad F$$

$$C_F \geq \frac{0.144}{(0.1)(50\,Hz)(22.5\,\Omega)}\quad F$$

$$C_F \geq \frac{0.144}{(1)(5)(22.5)}\quad F$$

$$C_F \geq 1.28\times10^{-3}\quad F$$

$$C_F \geq 1{,}280\,\mu F$$

ค่าแรงดันที่ ตัวเก็บประจุต้องทนได้ คือ $Vm = 28.3\ V$

ดังนั้นเลือกใช้ $C_F = 1{,}200\,\mu F,\ 30\,V$ .....**ตอบ**