ผลงานด้านวิชาการ

เอกสารประกอบการสอน

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (2104-2003)

หน่วยที่ 2 พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

จัดทำโดย

นายไมตรี ไชยชมพู

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง **วิทยาลัยเทคนิคนครนายก**

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา **กระทรวงศึกษาธิการ**

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ที่จัดทำขึ้นนี้เพื่อใช้ประกอบการสอนสำหรับครูผู้สอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ให้ได้รับความสะดวกในการเรียนการสอนในสถานศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาได้รับความรู้และเข้าใจเนื้อหาได้มากที่สุด และสอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตรของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เอกสารประกอบการสอนในหน่วยที่ 2 นี้ จะศึกษาเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์ ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 5 สาระการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ และมีความเหมาะสมกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ได้จัดแผนการเรียนไว้ในปีที่ 1 ของแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสาร และตำราที่ผู้จัดทำได้นำมาอ้างอิง ทั้งที่ได้กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการสอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ที่จัดทำขึ้นจะเป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ หรือผู้ที่ต้องการจะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์และนำประสบการณ์นั้นไปแก้ปัญหาในรายวิชาอื่น ๆ ได้ด้วยดี

นายไมตรี ไชยชมพู
แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
กระบวนการเรียนการสอนและกิจกรรม	ง
แบบทดสอบก่อนการเรียน	1
ใบเนื้อหา	3
ใบงานที่ 2	13
แบบทดสอบหลังการเรียน	17
บรรณานุกรม	19
ภาคผนวก	20
เฉลยแบบทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียน	21
เฉลยใบงานที่ 2	22
โปรแกรมนำเสนอ Power Point หน่วยที่ 2	25
แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม	32

กระบวนการเรียนการสอนและกิจกรรม

หน่วยที่ 2

ลำดับที่	หน่วย / หัวข้อสาระการเรียนรู้	วิธีสอน/กิจกรรม	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	หลักฐาน
2	**พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์** 2.1 ค่าชั่วขณะของรูปคลื่น 2.2 ค่าสูงสุดของรูปคลื่น 2.3 ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น 2.4 ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่น 2.5 ค่าฟอร์มแฟกเตอร์ **ใบงานที่ 2** พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์	- ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - บรรยาย ถามตอบ - แบ่งกลุ่มปฏิบัติงาน 3 คน/ชุดการทดลอง โดยนักเรียนจะลงปฏิบัติตามใบงานและประเมินผลการทดลอง	- เอกสารประกอบการสอน - Power Point เรื่อง พารา-มิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์ - ชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ - เอกสารใบงานที่ 2	- ทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์ - ประเมินผลงานการปฏิบัติตามรายการประเมิน	- คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน - คะแนนจากการประเมินผลงาน

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	แบบทดสอบก่อนการเรียน	หน้า 1
รหัส 2104-2003	พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์	หน่วยที่ 2

คำชี้แจง **1. จงทำเครื่องหมาย × ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว**

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. ค่าที่เวลาใด ๆ ของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ คือความหมายของค่าอะไร

ก. ค่าที่วัดได้ ข. ค่าสูงสุด

ค. ค่าเฉลี่ย ง. ค่าชั่วขณะ

2. ค่าสูงสุดของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เป็นค่าสูงสุดที่มีทั้งครึ่งไซเกิลบวกและครึ่งไซเกิลลบ

ข. เป็นค่าสูงสุดที่มีเฉพาะครึ่งไซเกิลบวก

ค. เป็นค่าสูงสุดที่มีเฉพาะครึ่งไซเกิลลบ

ง. เป็นค่าสูงสุดตลอดทุกค่าเวลา

จากสมการ $i = 5\sin 40t$ A **ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 3–7**

3. กระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่าไร

ก. 5 A ข. 4 A

ค. 3 A ง. 2 A

4. ความเร็วเชิงมุมมีค่าเท่าไร

ก. 10 rad/s ข. 20 rad/s

ค. 30 rad/s ง. 40 rad/s

5. ความถี่ของรูปคลื่นตามสมการมีค่าเท่าไร

ก. 7.48 Hz ข. 6.36 Hz

ค. 4.98 Hz ง. 3.56 Hz

6. กระแสไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลา 0.02 s มีค่าเท่าไร

ก. 4.8 A ข. 4.2 A

ค. 3.8 A ง. 2.2 A

7. กระแสไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลา 0.1 s มีค่าเท่าไร

ก. −3.78. A ข. −3 A

ค. −2.48 A ง. −2 A

8. ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์เต็มรูปคลื่นมีค่าเท่าไร

ก. เท่ากับค่าชั่วขณะ ข. เท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุด

ค. เท่ากับศูนย์ ง. เท่ากับค่าสูงสุด

9. ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์ครึ่งรูปคลื่นมีค่าเท่าไร

ก. 0.707 ของค่าที่วัดได้ ข. 0.636 ของค่าสูงสุด

ค. 0.636 ของค่าที่วัดได้ ง. 0.707 ของค่าสูงสุด

10. ถ้ากระแสสูงสุดรูปคลื่นไซน์ครึ่งรูปคลื่นเท่ากับ 10 A กระแสเฉลี่ยเต็มรูปคลื่นมีค่าเท่าไร

ก. 3.18 A ข. 4.36 A

ค. 5.18 A ง. 6.36 A

11. ปริมาณความร้อนที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสสลับเท่ากับปริมาณความร้อนที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่าค่าอะไร

ก. ค่าฟอร์มแฟกเตอร์ ข. ค่าประสิทธิผล

ค. ค่ากำลังไฟฟ้าใช้งาน ง. ค่าประสิทธิภาพ

12. ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่นไซน์มีค่าเท่าไร

ก. 0.707 ของค่าที่ใช้งาน ข. 0.636 ของค่าที่วัดได้

ค. 0.707 ของค่าสูงสุด ง. 0.636 ของค่าสูงสุด

13. ข้อใดคืออัตราส่วนของค่าฟอร์มแฟกเตอร์

ก. $\frac{\text{ค่าเฉลี่ย}}{\text{ค่าสูงสุด}}$ ข. $\frac{\text{ค่าเฉลี่ย}}{\text{ค่าใช้งาน}}$

ค. $\frac{\text{ค่าใช้งาน}}{\text{ค่าสูงสุด}}$ ง. $\frac{\text{ค่าใช้งาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}}$

จากโจทย์ที่กำหนด จงตอบคำถามข้อ 14–15

ไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์มีค่าใช้งานของแรงดันไฟฟ้า 80 V

14. แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่าไร

ก. 80 V ข. 72 V

ค. 64 V ง. 56 V

15. แรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่าไร

ก. 113.15 V ข. 102.56 V

ค. 90 V ง. 80 V

หน่วยที่ 2
พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

หัวข้อเรื่อง

2.1 ค่าชั่วขณะของรูปคลื่น
2.2 ค่าสูงสุดของรูปคลื่น
2.3 ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น
2.4 ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่น
2.5 ค่าฟอร์มแฟกเตอร์

สมรรถนะย่อย

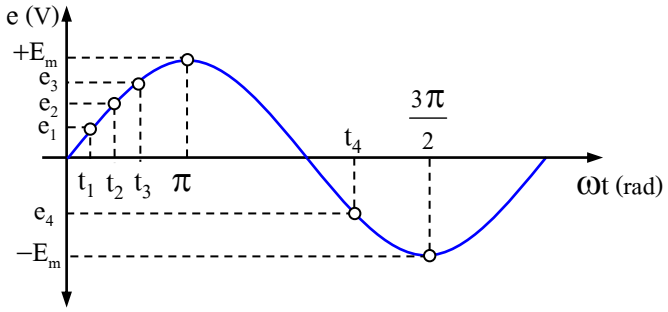
1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์
2. ปฏิบัติค่าพารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายค่าชั่วขณะของรูปคลื่นได้
2 อธิบายค่าสูงสุดของรูปคลื่นได้
3. อธิบายและคำนวณค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นได้
4. อธิบายและคำนวณค่าที่วัดได้ของรูปคลื่นได้
5. อธิบายและคำนวณหาค่าฟอร์มแฟกเตอร์ได้

2.1 ค่าชั่วขณะของรูปคลื่น

ค่าชั่วขณะ (Instantaneous value) หมายถึง ค่าที่เวลาใด ๆ ของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีทั้งค่าบวกและค่าลบ ดังรูปที่ 2.1 ที่เวลา t_1 ทำให้แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ เป็น e_1 และที่เวลา t_2 ทำให้แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะเป็น e_2 และในทำนองเดียวกันเวลา t_3 และ t_4 ก็เป็น e_3 และ e_4 ตามลำดับ



รูปที่ 2.1 ค่าชั่วขณะของแรงดันไฟฟ้าที่เวลาใด ๆ

โดย $e_1 = E_m \sin\omega t_1$, $e_2 = E_m \sin\omega t_2$, $e_3 = E_m \sin\omega t_3$ และ $e_4 = E_m \sin\omega t_4$

2.2 ค่าสูงสุดของรูปคลื่น

ค่าสูงสุด (Maximum value) หมายถึง ค่าสูงสุดของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าสลับหรือกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ค่า คือค่าสูงสุดทางบวก ($+E_m$) กับค่าสูงสุดทางลบ ($-E_m$) จากรูปที่ 2.1 จะได้ค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าทางบวกที่มุม π เรเดียนหรือมุม 90° และค่าสูงสุดทางลบที่มุม $\frac{3\pi}{2}$ เรเดียนหรือมุม 270°

ตัวอย่างที่ 2.1 จากสมการ $e = 80\sin 157t$ ที่กำหนดให้ จงคำนวณหา

ก. ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด

ข. ความเร็วเชิงมุม

ค. ความถี่

ง. ระยะเวลาของช่วงคลื่น

จ. แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลา 0.005 s และ 0.034 s

วิธีทำ จากสมการ $e = E_m \sin\omega t$

แต่โจทย์กำหนดให้ $e = 80 \sin 157t$

เมื่อเปรียบเทียบจากสมการและสมการที่โจทย์กำหนดให้ตามลูกศรชี้ จะได้

ก. ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 80 V **ตอบ**

ข. ความเร็วเชิงมุมมีค่าเท่ากับ 157 rad/s **ตอบ**

ค. ความถี่

จากสมการ $\omega = 2\pi f$

ดังนั้น $f = \dfrac{\omega}{2\pi}$

$$f = \frac{157}{2 \times 3.1416} = 24.98 \cong 25 \text{ Hz}$$

ความถี่มีค่าเท่ากับ 25 Hz ตอบ

ง. ระยะเวลาของช่วงคลื่น

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25}$$

$$T = 0.04 \text{ s}$$

ระยะเวลาของช่วงคลื่นมีค่าเท่ากับ 0.04 s ตอบ

จ. แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลา 0.005 s และ 0.034 s

ที่เวลา $t = 0.005$ s $e = 80 \sin 157t$

$$= 80 \sin(157 \times 0.005)$$

$$= 80 \sin(0.785 \text{ rad})$$

$$e = 80 \times 0.707 = 56.56 \text{ V}$$

แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่ $t = 0.005$ s มีค่าเท่ากับ 56.56 V ตอบ

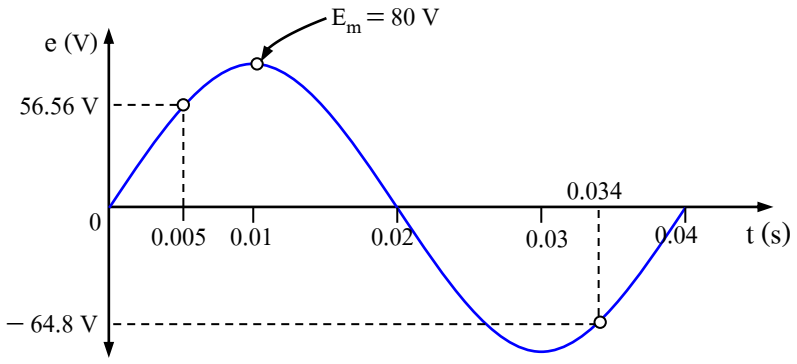
ที่เวลา $t = 0.034$ s $e = 80 \sin 157t$

$$= 80 \sin(157 \times 0.034)$$

$$= 80 \sin(5.338 \text{ rad})$$

$$e = 80 \times (-0.81) = -64.8 \text{ V}$$

แรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่ $t = 0.034$ s มีค่าเท่ากับ -64.8 V ตอบ

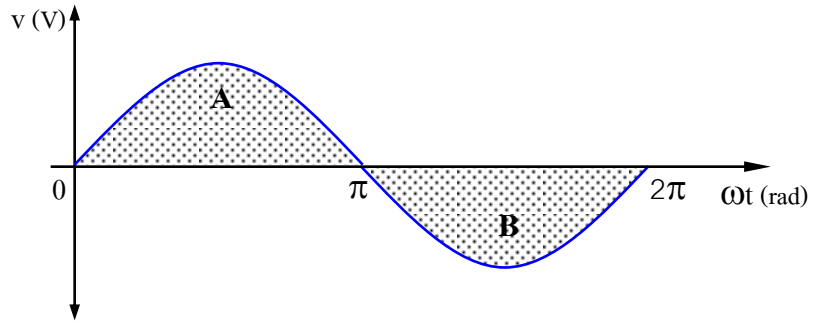


รูปที่ 2.2 ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่ค่าเวลาต่าง ๆ

2.3 ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น

การหาค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์ก็สามารถทำได้โดยนำพื้นที่ของรูปคลื่นแล้วหารด้วยระยะเวลาของช่วงคลื่น แต่จะต้องใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูง (แคลคูลัส) เข้าช่วย แต่ในหน่วยนี้จะใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์โดยใช้ วิธีการแบ่งส่วน

2.3.1 ค่าเฉลี่ยรูปคลื่นไซน์เต็มรูปคลื่น ดังรูปที่ 2.3 เห็นว่าพื้นที่แรเงา A เป็นรูปคลื่นไซน์ของครึ่งไซเกิลบวกและพื้นที่แรเงา B เป็นรูปคลื่นไซน์ของครึ่งไซเกิลลบ ดังนั้นพื้นที่เฉลี่ยรวมของรูปคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือค่าเฉลี่ยเต็มรูปคลื่นไซน์มีค่าเท่ากับศูนย์



รูปที่ 2.3 พื้นที่ของรูปคลื่นไซน์เต็มรูปคลื่น

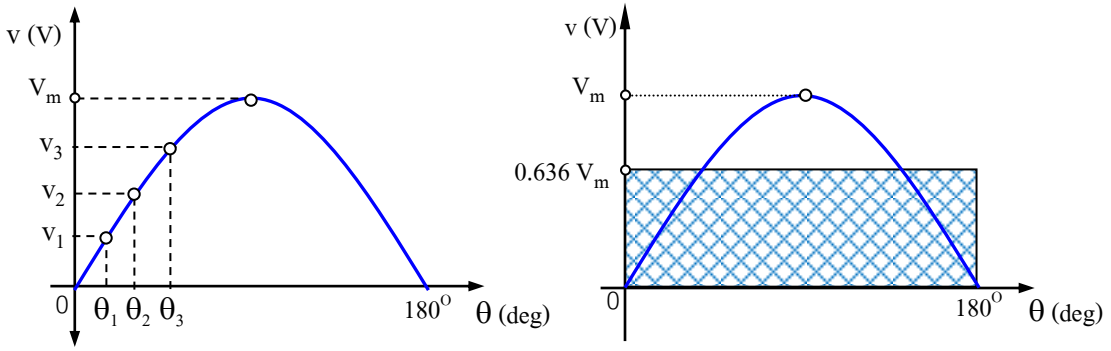
จากรูปที่ 2.3

$$V_{av} = \frac{(\text{พื้นที่ A}) + (-\text{พื้นที่ B})}{\text{ระยะเวลาช่วงคลื่น}}$$

แต่พื้นที่ A เท่ากับพื้นที่ B ดังนั้นพื้นที่เฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับศูนย์ เพราะฉะนั้น

$$V_{av} = 0$$

2.3.2 ค่าเฉลี่ยรูปคลื่นไซน์ครึ่งรูปคลื่น เนื่องจากค่าเฉลี่ยไซน์เต็มรูปคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้นโดยทั่วไปจะทำการเฉลี่ยครึ่งรูปคลื่น และหาค่าเฉลี่ยโดยวิธีการแบ่งส่วน ดังรูปที่ 2.4



(ก) วิธีการแบ่งส่วน (ข) รูปคลื่นเมื่อเฉลี่ยแล้ว

รูปที่ 2.4 การแบ่งส่วนของรูปคลื่นและรูปคลื่นเมื่อเฉลี่ยแล้ว

จากรูปที่ 2.4 (ก) ค่าของ v_1, v_2 และ v_3 เป็นค่าชั่วขณะของแรงดันที่มุม θ_1, θ_2 และ θ_3 ตามลำดับ หาก แบ่งส่วนของรูปคลื่นไซน์เป็นส่วนย่อยจากมุม 0° ถึง 180° ออกเป็น n ส่วน จะได้

$$V_{av} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + ...+ v_n}{n} \qquad .....(2.1)$$

แต่ $v_1 = V_m \sin\theta_1, v_2 = V_m \sin\theta_2, v_3 = V_m \sin\theta_3, ...v_n = V_m \sin\theta_n$

เนื่องจากครึ่งรูปคลื่น มีมุม $\theta = 180°$ ดังนั้นถ้าแบ่งรูปคลื่นออกเป็นส่วนย่อย 36 ส่วน ($n = 36$) จะได้ ส่วนย่อยละ 5 องศา (180°/36) จากนั้นแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการ (2.1)

$$V_{av} = \frac{V_m \sin 5^\circ + V_m \sin 10^\circ + V_m \sin 15^\circ + ...+ V_m \sin 180^\circ}{36}$$

$$= \frac{V_m (\sin 5^\circ + \sin 10^\circ + \sin 15^\circ + ...+ \sin 180^\circ)}{36}$$

$$= \frac{V_m (0.087 + 0.174 + 0.258 + ...+ 0)}{36}$$

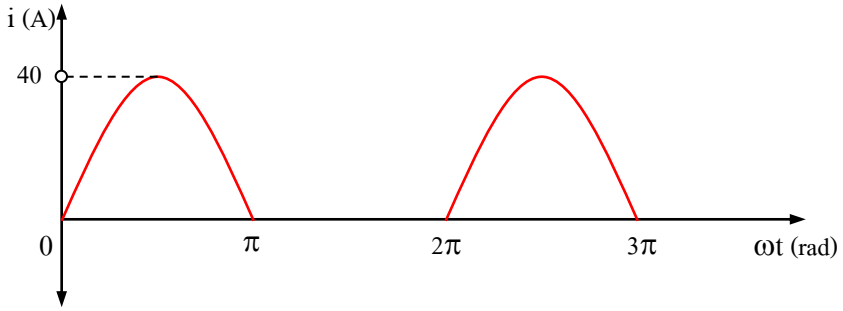
$$= \frac{22.9 V_m}{36} = 0.636 V_m$$

กรณีเป็นแรงดันไฟฟ้า $V_{av} = 0.636 V_m$ .....(2.2)

กรณีเป็นกระแสไฟฟ้า $I_{av} = 0.636 I_m$ .....(2.3)

จากรูปที่ 2.4 (ข) พื้นที่แรเงาเป็นส่วนที่ทำการเฉลี่ยแล้ว โดยมีความสูงเฉลี่ยมีค่าเท่ากันทั้งหมดตั้งแต่ มุม θ เท่ากับ 0° ถึง 180° ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.636 ของค่าสูงสุด

ตัวอย่างที่ 2.2 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้ามีลักษณะดังรูปที่ 2.5 จงหาค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย



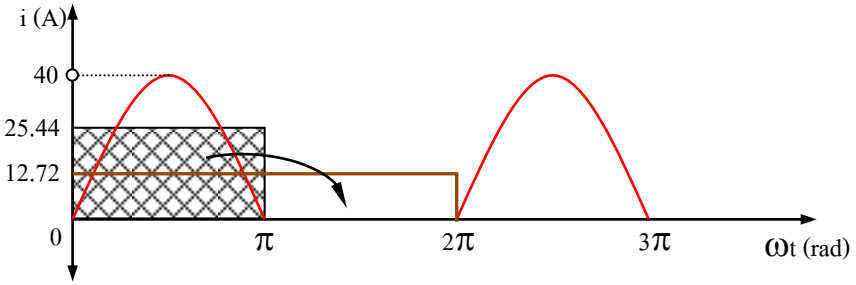
รูปที่ 2.5 รูปคลื่นของตัวอย่างที่ 2.2

วิธีทำ จากรูปที่ 2.5 เมื่อทำการเฉลี่ยครึ่งรูปคลื่น (0 ถึง π)

$$I_{av} = 0.636 I_m = 0.636 \times 40$$

$$I_{av} = 25.44 \text{ A}$$

แต่ระยะเวลาช่วงคลื่นเท่ากับ 2π ดังนั้นจึงต้องทำการเฉลี่ยพื้นที่ที่แรเงาอีกครั้งหนึ่งดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 เฉลี่ยคลื่นไซน์ในระยะเวลาช่วงคลื่น

ดังนั้น

$$I_{av} = \frac{\text{พื้นที่ของรูปคลื่นแรเงา}}{\text{ระยะเวลาช่วงคลื่น}}$$

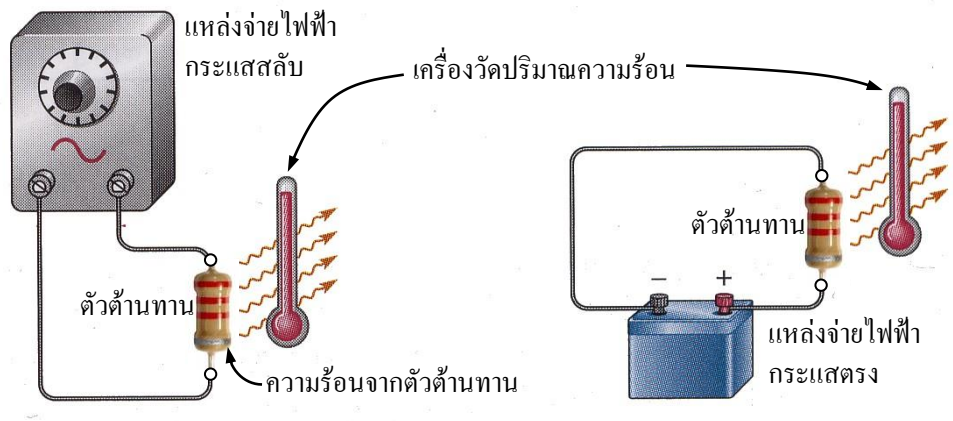
$$I_{av} = \frac{25.44 \times \pi}{2\pi}$$

$$I_{av} = 12.72 \text{ A}$$

กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 12.72 A **ตอบ**

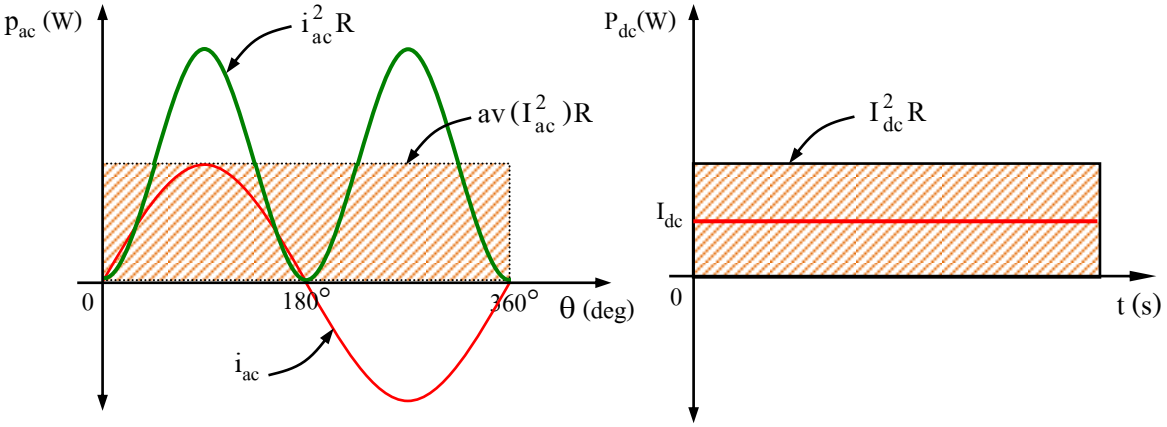
2.4 ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่น

ค่าที่วัดได้ หรือ **ค่าประสิทธิผล** (Effective value) หมายถึง ค่าของไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำให้เกิดปริมาณความร้อนหรือกำลังไฟฟ้าที่โหลดเท่ากับปริมาณความร้อนหรือกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสตรง จากรูปที่ 2.7 (ก) เมื่อนำตัวต้านทานต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านตัวต้านทานไปในทิศทางไปและกลับ และจากรูปที่ 2.7 (ข) เมื่อนำตัวต้านทานต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงทำให้เกิดกระแสไฟตรงไหลผ่านตัวต้านทานไปในทิศทางเดียว



(ก) ตัวต้านทานเมื่อต่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสสลับ (ข) ตัวต้านทานเมื่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสตรง

รูปที่ 2.7 วงจรและการเกิดกำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทานค่าเดียวกันแต่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแตกต่างกัน



(ค) รูปคลื่นกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ (ง) รูปคลื่นกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

รูปที่ 2.7 (ต่อ) วงจรและการเกิดกำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทานค่าเดียวกันแต่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแตกต่างกัน

จากรูปที่ 2.7 (ค) ผลจากไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านตัวต้านทาน (i_{ac}) ซึ่งค่าของไฟฟ้ากระแส นี้มีค่าไม่คงที่โดยเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นที่ตัวต้านทาน ($p_{ac} = i_{ac}^2 R$) มีค่าไม่คงที่เช่นกัน (เส้นสีเขียว) และจากรูปที่ 2.7 (ง) ผลจากมีไฟฟ้ากระแสตรงไหลผ่านตัวต้านทาน (I_{dc}) ซึ่งค่าของไฟฟ้ากระแสตรงนี้มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ซึ่งทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าขึ้นที่ตัวต้านทาน ($P_{dc} = I_{dc}^2 R$) มีค่าคงที่เช่นกัน (พื้นที่แรเงา) และจากความหมายของค่าที่วัดได้ ถ้ากำหนดให้ Q เท่ากับปริมาณความร้อน จะได้ว่า

$$Q_{dc} = Q_{ac}$$

$$0.24 P_{dc} t = 0.24\,(av)\, p_{ac} t$$

$$P_{dc} = av(p_{ac})$$

$$I_{dc}^2 R = av(i_{ac}^2)R$$

จากรูปที่ 2.7 (ง) กำลังไฟฟ้าที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าเท่ากันตลอด แต่จากรูปที่ 2.7 (ค) เป็นกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นต้องทำการเฉลี่ยรูปคลื่น $i_{ac}^2 R$ ให้เท่ากันตลอดตามพื้นที่แรเงา โดยกำหนดให้เป็น $av(i_{ac}^2)R$ ดังนั้น

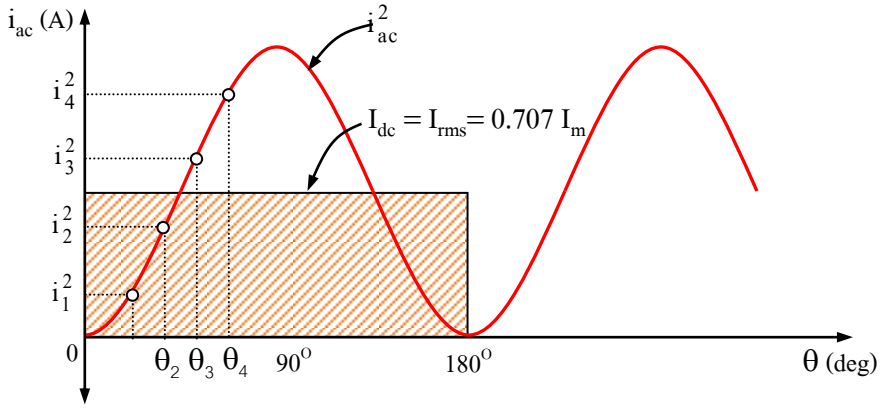
$$I_{dc}^2 R = av(I_{ac}^2)R$$

$$I_{dc}^2 = av(I_{ac}^2)$$

$$I_{dc} = \sqrt{av(I_{ac}^2)} = I_{rms} \qquad \text{.....(2.4)}$$

จากสมการที่ (2.4) ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ของไฟฟ้ากระแสสลับได้จากการถอดรากที่ 2 ของค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง ซึ่งเรียกว่า **root mean square** (rms)

ในการหาค่าที่วัดได้ต้องทำการเฉลี่ยรูปคลื่น i_{ac}^2 ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งค่าของกระแสไฟฟ้า i_1^2, i_2^2, i_3^2, และ i_4^2 เป็นชั่วขณะของกระแสไฟฟ้าที่มุม $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ และ θ_4 ตามลำดับ หากแบ่งส่วนของรูปคลื่น i_{ac}^2 เป็นส่วนย่อย จากมุม 0° ถึง 180° ออกเป็น n ส่วน โดยแบ่งออกเป็น 36 ส่วน จะได้ θ ส่วนละ 5°



รูปที่ 2.8 การแบ่งส่วนของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้าสลับ

จากค่าที่วัดได้ของไฟฟ้ากระแสสลับได้จากการถอดรากที่ 2 ของค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง หาได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
I_{dc}^2 &= \text{av}\,(i_{ac}^2) \\
&= \frac{i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 + \ldots + i_n^2}{n} \\
&= \frac{(I_m \sin\theta_1)^2 + (I_m \sin\theta_2)^2 + (I_m \sin\theta_3)^2 + \ldots + (I_m \sin\theta_n)^2}{n} \\
&= \frac{I_m^2 \{(\sin\theta_1)^2 + (\sin\theta_2)^2 + (\sin\theta_3)^2 + \ldots + (\sin\theta_n)^2\}}{n} \\
&= \frac{I_m^2 \{(\sin 5°)^2 + (\sin 10°)^2 + (\sin 15°)^2 + (\sin 20°)^2 + \ldots + (\sin 180°)^2\}}{36} \\
&= \frac{I_m^2 \{(0.0076) + (0.0301) + (0.0669) + (0.1169) + \ldots + (0)\}}{36} \\
&= I_m^2 \frac{18}{36} = \sqrt{0.5 I_m^2} = 0.707\, I_m
\end{aligned}
$$

ดังนั้น $$I_{dc} = I_{rms} = 0.707\, I_m \qquad \text{.....(2.5)}$$

ตัวอักษรที่ใช้กับค่าที่วัดได้

V, V_{rms}, V_{eff} กรณีเป็นแรงดันไฟฟ้า

I, I_{rms}, I_{eff} กรณีเป็นกระแสไฟฟ้า

เพราะฉะนั้น

$$V = 0.707\, V_m \qquad \text{.....(2.6)}$$

$$I = 0.707\, I_m \qquad \text{.....(2.7)}$$

เมื่อ V = แรงดันไฟฟ้าใช้งานหรือแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ (V)

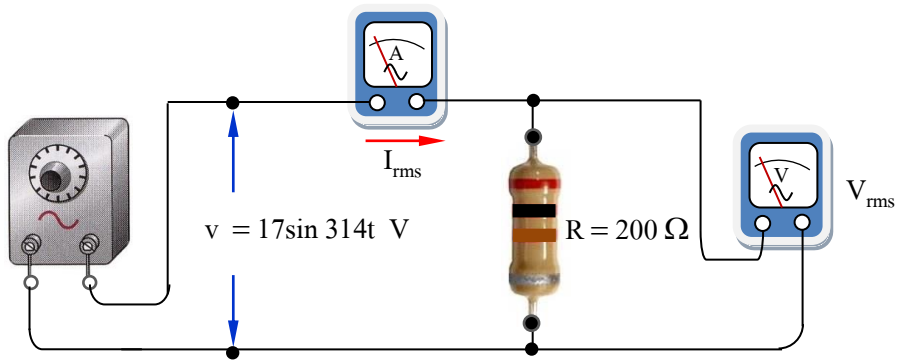
I = กระแสไฟฟ้าใช้งานหรือกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (A)

V_m = แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V)

I_m = กระแสไฟฟ้าสูงสุด (A)

ค่าที่วัดได้บางครั้งเรียกว่า **ค่าที่ใช้งาน** เพราะค่านี้เป็นค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดโดยตรง เช่น โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ ซึ่งจะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา นั่นหมายความว่า เครื่องวัดไฟฟ้า คือ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ จะอ่านค่าได้เป็น 0.707 เท่า ของค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดและกระแสไฟฟ้าสูงสุดของรูปคลื่นไซน์

ตัวอย่างที่ 2.3 จากวงจรรูปที่ 2.9 โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จะอ่านค่าได้เท่าใด



รูปที่ 2.9 วงจรของตัวอย่างที่ 2.3

วิธีทำ จากสมการที่กำหนดให้จะได้ $V_m = 17$ V

ดังนั้น $V_{rms} = 0.707\, V_m$

$= 0.707 \times 17$

$V_{rms} = 12$ V

โวลต์มิเตอร์อ่านค่าได้เท่ากับ 12 V **ตอบ**

และ $I_{rms} = \dfrac{V_{rms}}{R}$

$I_{rms} = \dfrac{12}{200} = 0.06$ A

แอมมิเตอร์อ่านค่าได้เท่ากับ 0.06 A **ตอบ**

2.5 ค่าฟอร์มแฟกเตอร์

ฟอร์มแฟกเตอร์ (Form Factor) หมายถึง ค่าอัตราส่วนของค่าใช้งานต่อค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น นั่นคือ

$$\text{ฟอร์มแฟกเตอร์ (FF)} = \frac{\text{ค่าใช้งาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}}$$

$$= \frac{0.707\ V_m}{0.636\ V_m} = 1.11$$

หรือ

$$\text{ฟอร์มแฟกเตอร์ (FF)} = \frac{0.707\ I_m}{0.636\ I_m}$$

$$= 1.11$$

ดังนั้นไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์ค่าฟอร์มแฟกเตอร์จึงมีค่าคงที่ซึ่งเท่ากับ 1.11 เสมอ ซึ่งการนำไป ใช้งานจะใช้เป็นตัวคูณของค่าที่มิเตอร์ซึ่งวัดออกมาเป็นค่าเฉลี่ย เพื่อให้ได้ออกมาเป็นค่า ใช้งานหรือค่าที่วัดได้ แต่มิเตอร์จะต้องเป็นแบบวงจรเรียงกระแส

ตัวอย่างที่ 2.4 ไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์มีค่าใช้งานของกระแสไฟฟ้า 8 A จงคำนวณหา

ก. กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย

ข. กระแสไฟฟ้าสูงสุด

วิธีทำ จากโจทย์ที่กำหนดให้จะได้ $I_{rms} = 8\ A$

ก. แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย

$$\frac{I_{rms}}{I_{av}} = 1.11$$

ดังนั้น

$$I_{av} = \frac{I_{rms}}{1.11} = \frac{8}{1.11}$$

$$I_{av} = 7.207\ A$$

กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.207 A **ตอบ**

ข. กระแสไฟฟ้าสูงสุด

$$I_{rms} = 0.707\ I_m$$

ดังนั้น

$$I_m = \frac{I_{rms}}{0.707}$$

$$= \frac{8}{0.707}$$

$$I_m = 11.315\ A$$

กระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 11.315 A **ตอบ**

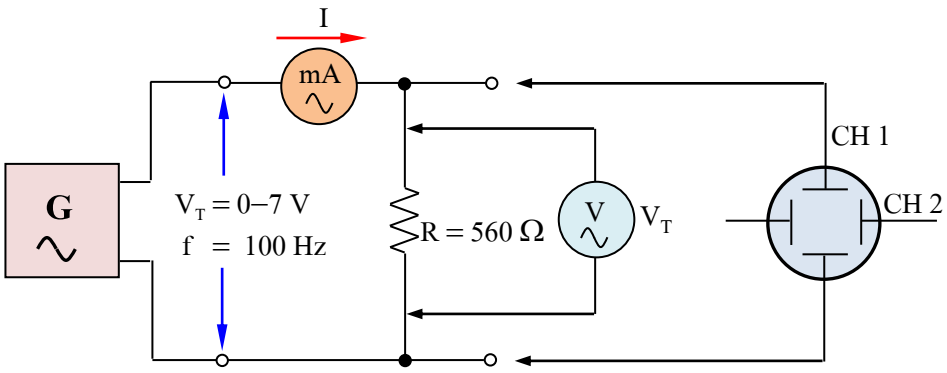
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. วัดและอ่านค่าแรงดันสูงสุดจากออสซิลโลสโคปได้ถูกต้อง
2. วัดแรงดันที่วัดได้ด้วยดิจิตอลมัลติมิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์ได้ถูกต้อง
3. วัดกระแสที่วัดได้ด้วยดิจิตอลมัลติมิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์ได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าสูงสุดจากการทดลองได้

เครื่องมือวัดและอุปกรณ์การทดลอง

1.	ออสซิลโลสโคปชนิด 2 เส้นภาพพร้อมสายวัด	1	เครื่อง
2.	ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์	1	เครื่อง
3.	มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลหรือแบบเข็มชี้	2	ตัว
4.	แผงทดลองพร้อมสายต่อวงจร 10 เส้น	1	ชุด

วงจรการทดลอง



รูปที่ 2.10 วงจรการทดลองวัดค่าที่วัดได้และค่าสูงสุด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 2.10 พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง
2. เตรียมออสซิลโลสโคปเพื่อทำการวัดสัญญาณตามรายการต่าง ๆ ดังนี้

รายการ	ตำแหน่ง
2.1 เลือกตำแหน่ง TIME/DIV	1 mS
2.2 เลือกสวิตช์ VERT. MODE	CH 1
2.3 ปรับปุ่มสวิตช์ VOLTS/DIV ของ CH 1	2
2.4 เลือกสวิตช์ SOURC	CH 1
2.5 เลือกสวิตช์สัญญาณที่วัดของ CH 1	AC

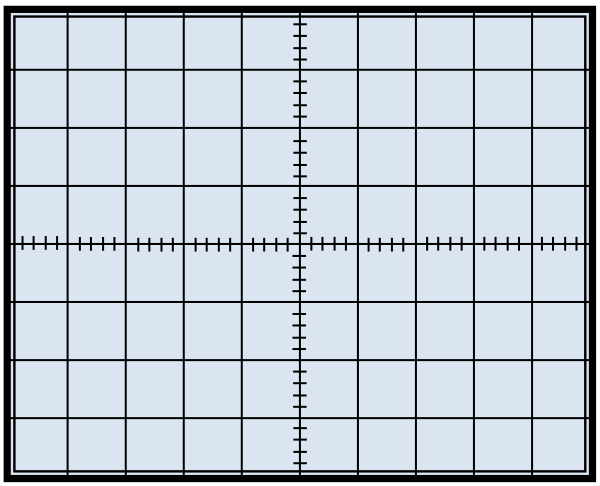
3. ที่ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตั้งความถี่ที่ 100 Hz จากนั้นปรับแรงดันไฟฟ้าไปตามตารางที่ 2.1 โดยอ่านจากโวลต์มิเตอร์ (ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้) บันทึกค่าของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (I) และอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V_m) ที่ได้จากออสซิลโลสโคป ลงในตารางที่ 2.1

4. นำค่าที่ได้จากการวัดมาคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตามสมการ $V_{av} = 0.636V_m$ และค่าฟอร์มแฟกเตอร์ตามสมการ $FF = \frac{V}{V_{av}}$ แล้วนำค่าไปใส่ลงในตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองที่ 3–4

V (V)	0	2	3	4	5	6	7
V_m (V)							
I (mA)							
V_{av} (V)							
FF							

5. แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 3 V เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคปลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 2.11 บันทึกค่า VOLT/DIV ที่ตั้งไว้และความสูงของคลื่น (H)

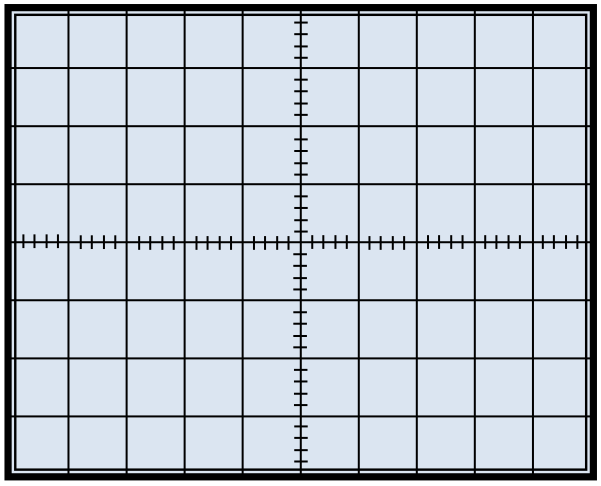


VOLT/DIV = ...

H = ...

รูปที่ 2.11 จอจำลองของออสซิลโลสโคปที่แรงดันไฟฟ้า 3 V

6. แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 7 V เขียนรูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคปลงบนจอจำลองที่กำหนดให้ในรูปที่ 2.12 บันทึกค่า VOLT/DIV ที่ตั้งไว้และความสูงของคลื่น (H)



VOLT/DIV = ...

H = ...

รูปที่ 2.12 จอจำลองของออสซิลโลสโคปที่แรงดันไฟฟ้า 7 V

ประเมินผลการทดลอง

1. จากวงจรการทดลองค่าของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เรียกว่าค่าอะไร

   ☐ ค่าสูงสุด ☐ ค่าเฉลี่ย ☐ ค่าที่วัดได้

2. จากวงจรการทดลองค่าของกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เรียกว่าค่าอะไร

   ☐ ค่าสูงสุด ☐ ค่าเฉลี่ย ☐ ค่าที่วัดได้

3. จากวงจรการทดลองค่าของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปเรียกว่าค่าอะไร

   ☐ ค่าสูงสุด ☐ ค่าเฉลี่ย ☐ ค่าที่วัดได้

4. จากค่าในตารางที่ 2.1 จงคำนวณหาอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากออสซิลโลสโคปกับแรงดัน - ไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 3 V และ 7 V

วิธีทำ

.....

.....

.....

5. ที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ 3 V และ 7 V จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่วัด กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย กระแสไฟฟ้าสูงสุด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

6. ที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ 3 V และ 7 V จงคำนวณหาค่าฟอร์มแฟกเตอร์

วิธีทำ

.....

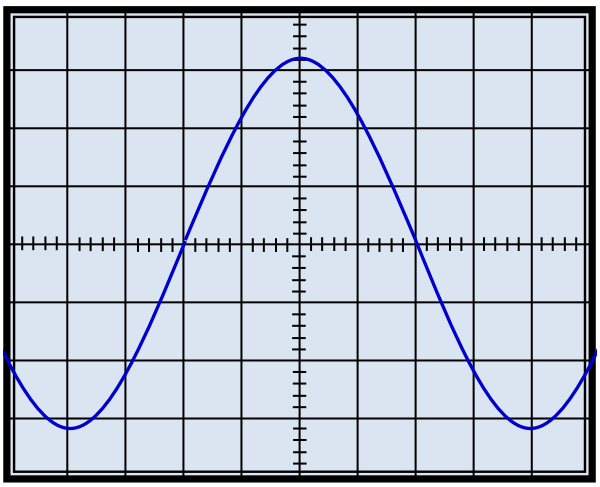
.....

.....

.....

.....

7. จากรูปคลื่นไซน์ที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปรูปที่ 2.13 ถ้าตั้งปุ่ม VOLT/DIV ไว้ที่ 5 จงหาค่าขนาดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ และค่าฟอร์มแฟกเตอร์



รูปที่ 2.13 รูปคลื่นบนจอจำลองของออสซิลโลสโคป

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง **1. จงทำเครื่องหมาย ✕ ทับ ก ข ค หรือ ง ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว**

2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. ค่าที่เวลาใด ๆ ของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ คือความหมายของค่าอะไร

ก. ค่าเฉลี่ย ข. ค่าชั่วขณะ

ค. ค่าสูงสุด ง. ค่าที่วัดได้

2. ค่าสูงสุดของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เป็นค่าสูงสุดที่มีเฉพาะครึ่งไซเกิลบวก

ข. เป็นค่าสูงสุดที่มีเฉพาะครึ่งไซเกิลลบ

ค. เป็นค่าสูงสุดที่มีทั้งครึ่งไซเกิลบวกและครึ่งไซเกิลลบ

ง. เป็นค่าสูงสุดตลอดทุกค่าเวลา

จากสมการ $i = 5\sin 40t$ A **ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อ 3–7**

3. กระแสไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่าไร

ก. 2 A ข. 3 A

ค. 4 A ง. 5 A

4. ความเร็วเชิงมุมมีค่าเท่าไร

ก. 40 rad/s ข. 30 rad/s

ค. 20 rad/s ง. 10 rad/s

5. ความถี่ของรูปคลื่นตามสมการมีค่าเท่าไร

ก. 3.56 Hz ข. 4.98 Hz

ค. 6.36 Hz ง. 7.48 Hz

6. กระแสไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลา 0.02 s มีค่าเท่าไร

ก. 2.2 A ข. 3.8 A

ค. 4.2 A ง. 4.8 A

7. กระแสไฟฟ้าชั่วขณะที่เวลา 0.1 s มีค่าเท่าไร

ก. −2 A ข. −2.48 A

ค. −3 A ง. −3.78. A

8. ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์เต็มรูปคลื่นมีค่าเท่าไร

ก. เท่ากับศูนย์ ข. เท่ากับค่าชั่วขณะ

ค. เท่ากับค่าสูงสุด ง. เท่ากับครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุด

9. ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นไซน์ครึ่งรูปคลื่นมีค่าเท่าไร

ก. 0.636 ของค่าที่วัดได้ ข. 0.636 ของค่าสูงสุด

ค. 0.707 ของค่าสูงสุด ง. 0.707 ของค่าที่วัดได้

10. ถ้ากระแสสูงสุดรูปคลื่นไซน์ครึ่งรูปคลื่นเท่ากับ 10 A กระแสเฉลี่ยเต็มรูปคลื่นมีค่าเท่าไร

ก. 6.36 A ข. 5.18 A

ค. 4.36 A ง. 3.18 A

11. ปริมาณความร้อนที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสสลับเท่ากับปริมาณความร้อนที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่าค่าอะไร

ก. ค่ากำลังไฟฟ้าใช้งาน ข. ค่าประสิทธิภาพ

ค. ค่าประสิทธิผล ง. ค่าฟอร์มแฟกเตอร์

12. ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่นไซน์มีค่าเท่าไร

ก. 0.636 ของค่าที่วัดได้ ข. 0.707 ของค่าสูงสุด

ค. 0.6.3 ของค่าสูงสุด ง. 0.707 ของค่าที่ใช้งาน

13. ข้อใดคืออัตราส่วนของค่าฟอร์มแฟกเตอร์

ก. $\frac{\text{ค่าใช้งาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}}$ ข. $\frac{\text{ค่าเฉลี่ย}}{\text{ค่าใช้งาน}}$

ค. $\frac{\text{ค่าใช้งาน}}{\text{ค่าสูงสุด}}$ ง. $\frac{\text{ค่าเฉลี่ย}}{\text{ค่าสูงสุด}}$

จากโจทย์ที่กำหนด จงตอบคำถามข้อ 14–15

ไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์มีค่าใช้งานของแรงดันไฟฟ้า 80 V

14. แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเท่าไร

ก. 56 V ข. 64 V

ค. 72 V ง. 80 V

15. แรงดันไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่าไร

ก. 80 V ข. 90 V

ค. 102.56 V ง. 113.15 V

บรรณานุกรม

ชัด อินทะสี. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2545.

ธำรงศักดิ์ หมินก้าหรีม. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2556.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2554.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. **ศัพท์เทคนิควิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง.** พิมพ์ปรับปรุงครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : มปท, 2555.

สุริภณ สมควรพาณิชย์ และ ขนิษฐา แซ่ตั้ง. **หลักการเบื้องต้นทางวงจรไฟฟ้า.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ท้อป, 2553.

สุธน แก่นต้น. **วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2559.

Alexander, Charies K., Matthew N.O. Sadiku. **Fundamental Electric Circuit.** Thailand: International Edition 2000, McGraw-Hill, 2000.

David E. Johnson, John L. Hilburn. **Electric Circuit Analysis.** Singapore : International Edition Second Edition, 1992.

Theodore F. Bogart, Jr. **Electric Circuit.** Singapore : Macmillan/McGraw – Hill Second Edition, 1992.

- เฉลยแบบทดสอบก่อนการเรียนและการหลังเรียน
- เฉลยใบงานที่ 2
- โปรแกรมนำเสนอ Power Point หน่วยที่ 2
- แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

เฉลยแบบทดสอบก่อนการเรียน

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

ข้อ	11	12	13	14	15
คำตอบ	ข	ค	ง	ข	ก

เฉลยแบบทดสอบหลังการเรียน

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

ข้อ	11	12	13	14	15
คำตอบ	ค	ข	ก	ค	ง

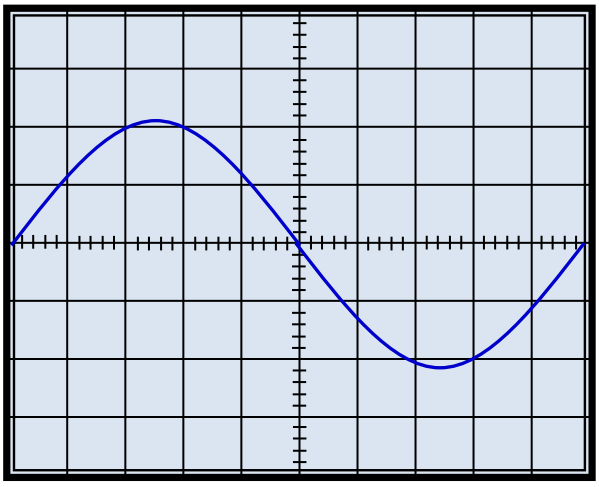
ผลการทดลอง

1. ผลจากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผลการทดลองของลำดับขั้นการทดลองข้อที่ 3–4

V (V)	0	2	3	4	5	6	7
V_m (V)	0	2.7 V	4.2 V	5.5 V	7 V	8.3 V	9.8 V
I (mA)	0	3.5 V	5.3 V	7.1 V	8.8 V	10.6 V	12.4 V
V_{av} (V)	0	1.71 V	2.67 V	3.49 V	4.45 V	5.27 V	6.23 V
FF	0	1.16 V	1.12 V	1.14 V	1.12 V	1.13 V	1.12 V

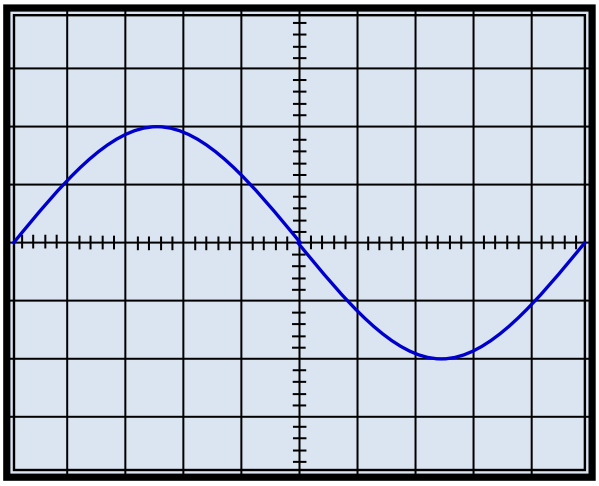
2. ผลจากลำดับขั้นการทดลองข้อ 6 รูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป (รูปที่ 2.11)



VOLT/DIV = ……2……

H = ……2.1….

3. ผลจากลำดับขั้นการทดลองข้อ 7 รูปคลื่นที่ได้จากจอออสซิลโลสโคป (รูปที่ 2.12)



VOLT/DIV = ……5……

H = ……2…….

ประเมินผลการทดลอง

1. ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์เรียกว่า

☐ ค่าสูงสุด ☐ ค่าเฉลี่ย ☑ ค่าที่วัดได้

2. ค่าของกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เรียกว่า

☐ ค่าสูงสุด ☐ ค่าเฉลี่ย ☑ ค่าที่วัดได้

3. ค่าของแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปเรียกว่า

☑ ค่าสูงสุด ☐ ค่าเฉลี่ย ☐ ค่าที่วัดได้

4. จากค่าในตารางที่ 2.1 คำนวณหาอัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากออสซิลโลสโคป กับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ ที่แรงดันไฟฟ้า 3 V และ 7 V

วิธีทำ ที่แรงดันไฟฟ้า 3 V

$V_m = 4.2\ V$

$V = 3\ V$

$$\frac{V_m}{V} = \frac{4.2}{3}$$

$$= 1.4$$

ที่แรงดันไฟฟ้า 7 V

$V_m = 9.8\ V$

$V = 7\ V$

$$\frac{V_m}{V} = \frac{9.8}{7}$$

$$= 1.4$$

5. ที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ 3 V และ 7 V จงคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่วัด กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย กระแสไฟฟ้าสูงสุด

วิธีทำ ที่แรงดันไฟฟ้า 3 V

$V = 3\ V$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{560}$$

$$= 0.0053\ A = 5.3\ mA$$

$$I = 0.707\, I_m$$

$$I_m = \frac{I}{0.707} = \frac{5.3\,mA}{0.707}$$

$$= 7.5\ mA$$

$$I_{av} = 0.636\, I_m = 0.636 \times 7.5\,mA$$

$$= 4.77\ mA$$

ที่แรงดันไฟฟ้า 7 V

$V = 7\ V$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{7}{560}$$

$$= 0.0125\ A = 12.5\ mA$$

$$I = 0.707\, I_m$$

$$I_m = \frac{I}{0.707} = \frac{12.5\,mA}{0.707}$$

$$= 17.68\ mA$$

$$I_{av} = 0.636\, I_m = 0.636 \times 17.68\,mA$$

$$= 11.24\ mA$$

6. ที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากโวลต์มิเตอร์ 3 V และ 7 V คำนวณหาค่าฟอร์มแฟกเตอร์

วิธีทำ ที่แรงดันไฟฟ้า 3 V

$$FF = \frac{V}{V_{av}} = \frac{3}{2.67}$$

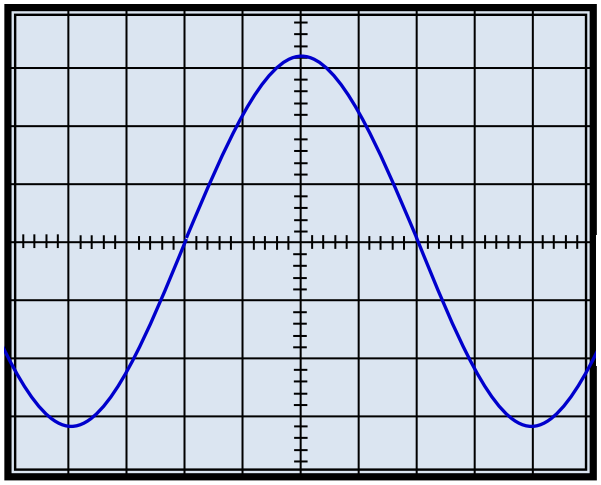
$$= 1.12$$

ที่แรงดันไฟฟ้า 7 V

$$FF = \frac{V}{V_{av}} = \frac{7}{6.23}$$

$$= 1.12$$

7. จากรูปคลื่นไซน์ที่ปรากฏบนจอออสซิลโลสโคปรูปที่ 2.13 ถ้าตั้งปุ่ม VOLT/DIV ไว้ที่ 5



วิธีทำ เมื่อตั้ง VOLT/DIV ไว้ที่ 5 นั่นคือ D = 5 และจากรูปได้ความสูงของคลื่น H = 3.2

$$V_m = D \times H = 5 \times 3.2$$

$$= 16 \text{ V}$$

$$V = 0.707\, V_m = 0.707 \times 16$$

$$= 11.31 \text{ V}$$

$$V_{av} = 0.636\, V_m = 0.636 \times 16$$

$$= 10.17 \text{ V}$$

$$FF = \frac{V}{V_{av}} = \frac{11.31}{10.17}$$

$$= 1.11$$

หน่วยที่ 2
พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

หัวข้อเรื่อง

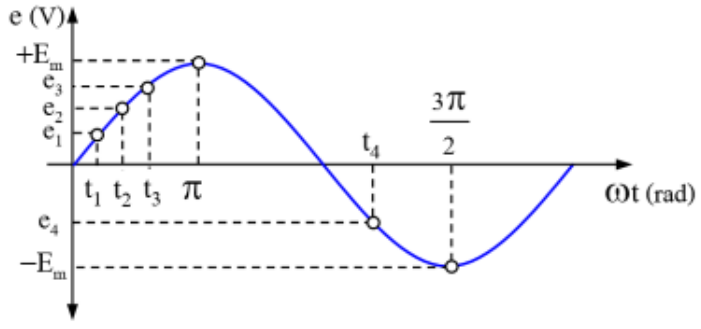
2.1 ค่าชั่วขณะของรูปคลื่น
2.2 ค่าสูงสุดของรูปคลื่น
2.3 ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น
2.4 ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่น
2.5 ค่าฟอร์มแฟกเตอร์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายค่าชั่วขณะของรูปคลื่นได้
2. อธิบายค่าสูงสุดของรูปคลื่นได้
3. อธิบายและคำนวณค่าเฉลี่ยของรูปคลื่นได้
4. อธิบายและคำนวณค่าที่วัดได้ของรูปคลื่นได้
5. อธิบายและคำนวณหาค่าฟอร์มแฟกเตอร์ได้

2.1 ค่าชั่วขณะของรูปคลื่น

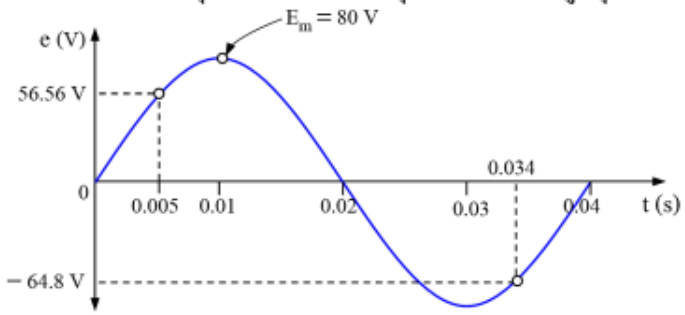
ค่าชั่วขณะ (Instantaneous value) หมายถึง ค่าที่เวลาใด ๆ ของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีทั้งค่าบวกและค่าลบ



รูปที่ 2.1 ค่าชั่วขณะของแรงดันไฟฟ้าที่เวลาใด ๆ

2.2 ค่าสูงสุดของรูปคลื่น

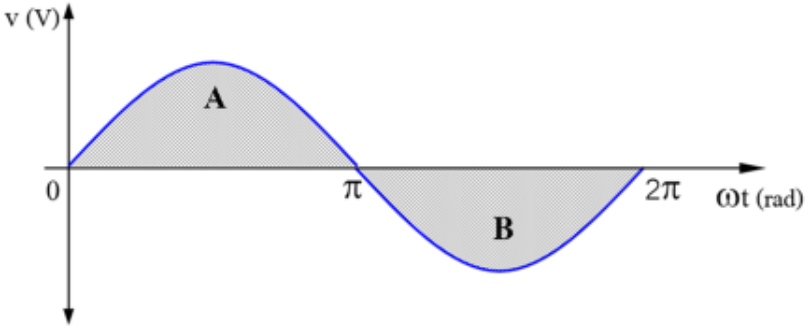
ค่าสูงสุด (Maximum value) หมายถึง ค่าสูงสุดของรูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าสลับหรือกระแสไฟฟ้าสลับ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ค่า คือค่าสูงสุดทางบวก ($+E_m$) กับค่าสูงสุดทางลบ ($-E_m$) จากรูปที่ 2.1 จะได้ค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าทางบวกที่มุม π เรเดียนหรือมุม 90° และค่าสูงสุดทางลบที่มุม $\frac{3\pi}{2}$ เรเดียนหรือมุม 270°



รูปที่ 2.2 ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะที่ค่าเวลาต่าง ๆ

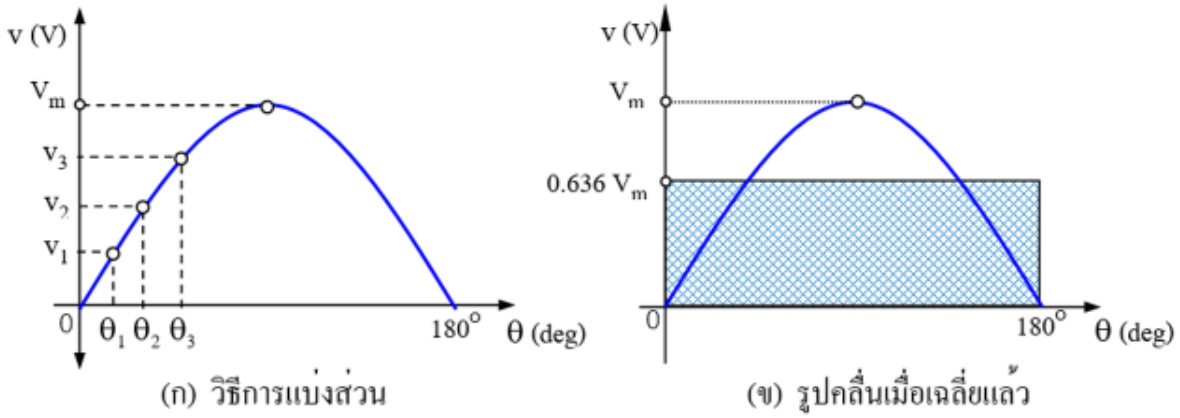
2.3 ค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น

2.3.1 ค่าเฉลี่ยรูปคลื่นไซน์เต็มรูปคลื่น ดังรูปที่ 2.3 เห็นว่าพื้นที่แรงเงา A เป็นรูปคลื่นไซน์ของครึ่งไซเกิลบวกและพื้นที่แรงเงา B เป็นรูปคลื่นไซน์ของครึ่งไซเกิลลบ ดังนั้นพื้นที่เฉลี่ยรวมของรูปคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือค่าเฉลี่ยเต็มรูปคลื่นไซน์มีค่าเท่ากับศูนย์



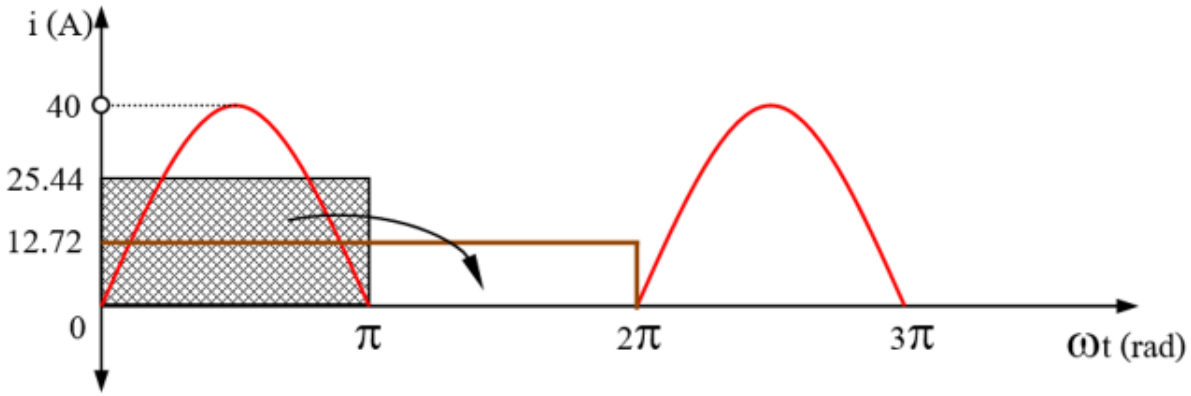
รูปที่ 2.3 พื้นที่ของรูปคลื่นไซน์เต็มรูปคลื่น

2.3.2 ค่าเฉลี่ยรูปคลื่นไซน์ครึ่งรูปคลื่น เนื่องจากค่าเฉลี่ยไซน์เต็มรูปคลื่นมีค่าเท่ากับศูนย์ ดังนั้น โดยทั่วไปจะทำการเฉลี่ยครึ่งรูปคลื่น และหาค่าเฉลี่ยโดยวิธีการแบ่งส่วน ดังรูปที่ 2.4



(ก) วิธีการแบ่งส่วน (ข) รูปคลื่นเมื่อเฉลี่ยแล้ว

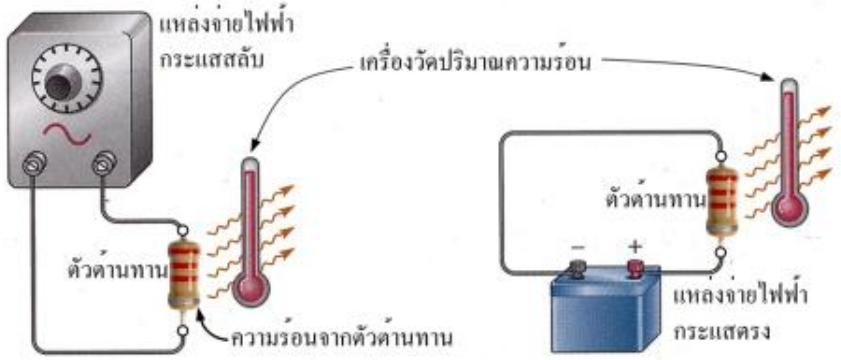
รูปที่ 2.4 การแบ่งส่วนของรูปคลื่นและรูปคลื่นเมื่อเฉลี่ยแล้ว



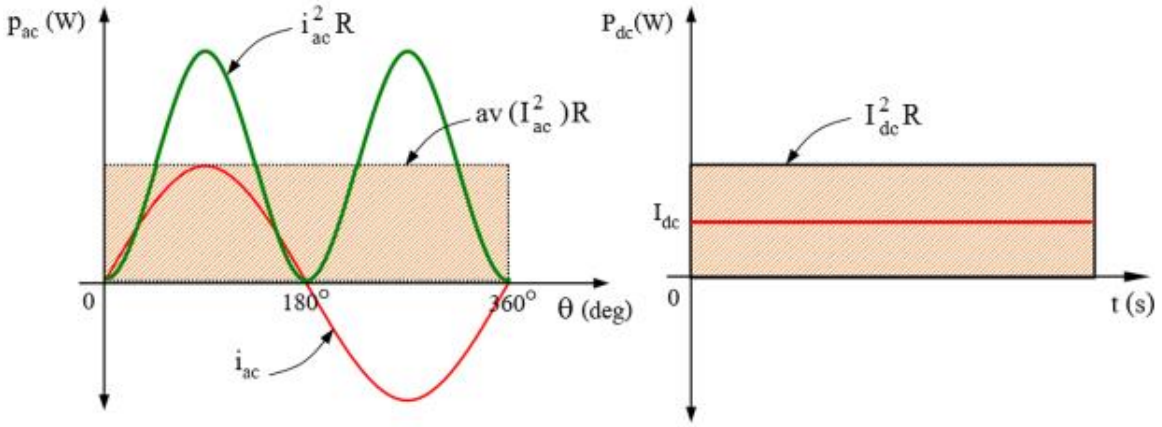
รูปที่ 2.6 เฉลี่ยคลื่นไซน์ในระยะเวลาช่วงคลื่น

2.4 ค่าที่วัดได้ของรูปคลื่น

ค่าที่วัดได้ หรือ **ค่าประสิทธิผล** (Effective value) หมายถึง ค่าของไฟฟ้ากระแสสลับที่ทำให้เกิดปริมาณความร้อนหรือกำลังไฟฟ้าที่โหลดเท่ากับปริมาณความร้อนหรือกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากไฟฟ้ากระแสตรง

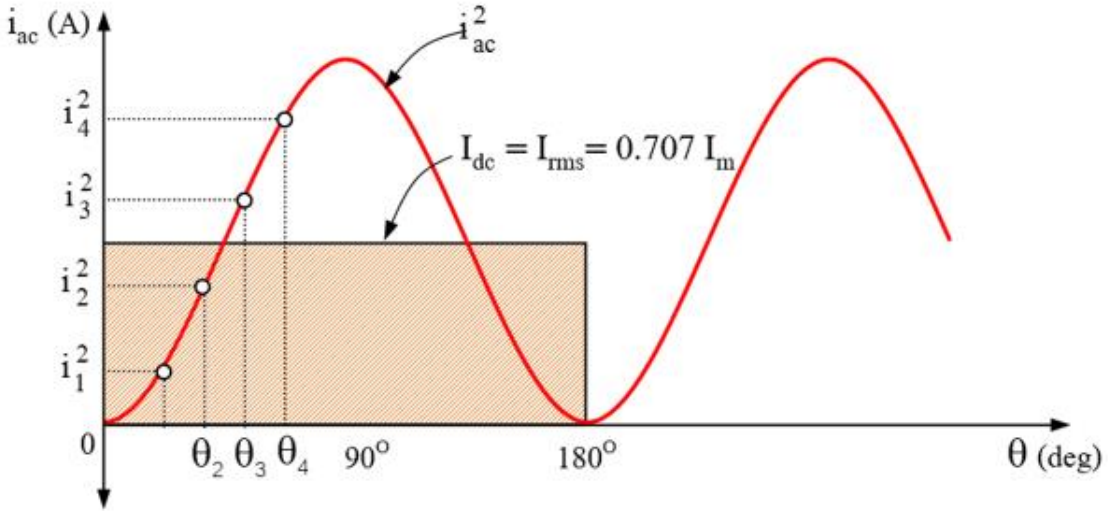


(ก) ตัวต้านทานเมื่อต่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสสลับ (ข) ตัวต้านทานเมื่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสตรง



(ค) รูปคลื่นกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ (ง) รูปคลื่นกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

รูปที่ 2.7 (ต่อ) วงจรและการเกิดกำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทานค่าเดียวกันแต่แหล่งจ่ายไฟฟ้าแตกต่างกัน



รูปที่ 2.8 การแบ่งส่วนของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้าสลับ

2.5 ค่าฟอร์มแฟกเตอร์

ฟอร์มแฟกเตอร์ (Form Factor) หมายถึง ค่าอัตราส่วนของค่าใช้งานต่อค่าเฉลี่ยของรูปคลื่น นั่นคือ

$$\text{ฟอร์มแฟกเตอร์ (FF)} = \frac{\text{ค่าใช้งาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}}$$

$$= \frac{0.707\ V_m}{0.636\ V_m} = 1.11$$

$$\text{หรือ ฟอร์มแฟกเตอร์ (FF)} = \frac{0.707\ I_m}{0.636\ I_m}$$

$$= 1.11$$

จบการนำเสนอ
ขอบคุณครับ
นักศึกษามีข้อสงสัยในหัวข้อไหนไหมครับ
วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ หน่วยที่ 2 พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์
แผ่นที่ 25

แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ รหัสวิชา 2104-2003 หน่วยที่ 2 พารามิเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....ภาคเรียนที่.....ปีการศึกษา.....

คำชี้แจง : ให้ครูประเมินพฤติกรรมที่สำคัญของนักเรียน ตามระดับคุณภาพ ดังนี้

ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี 1 หมายถึง พอใช้ 0 หมายถึง ต้องปรับปรุง

ชื่อ – นามสกุล	**ข้อประเมินคุณธรรม จริยธรรม**													
	ความมีวินัย	ความสามัคคี	การอดทนอดกลั้น	ความประหยัด	การพึ่งตนเอง	ความรับผิดชอบ	ความกตัญญู	ความสนใจใฝ่รู้	การละเว้นสิ่งเสพติดการพนัน	ต้านความมีมนุษย์สัมพันธ์	ความซื่อมั่นในตนเอง	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ความซื่อสัตย์สุจริต	**รวม**

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

<u>เกณฑ์การผ่าน</u>

ได้คะแนน 16 คะแนน ขึ้นไป

ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

<u>เกณฑ์การประเมิน</u>

คะแนนเต็ม 26 คะแนน

คะแนน 24 – 26 ดีมาก

คะแนน 21 – 23 ดี

คะแนน 16 – 20 พอใช้

คะแนนต่ำกว่า 16 ปรับปรุง