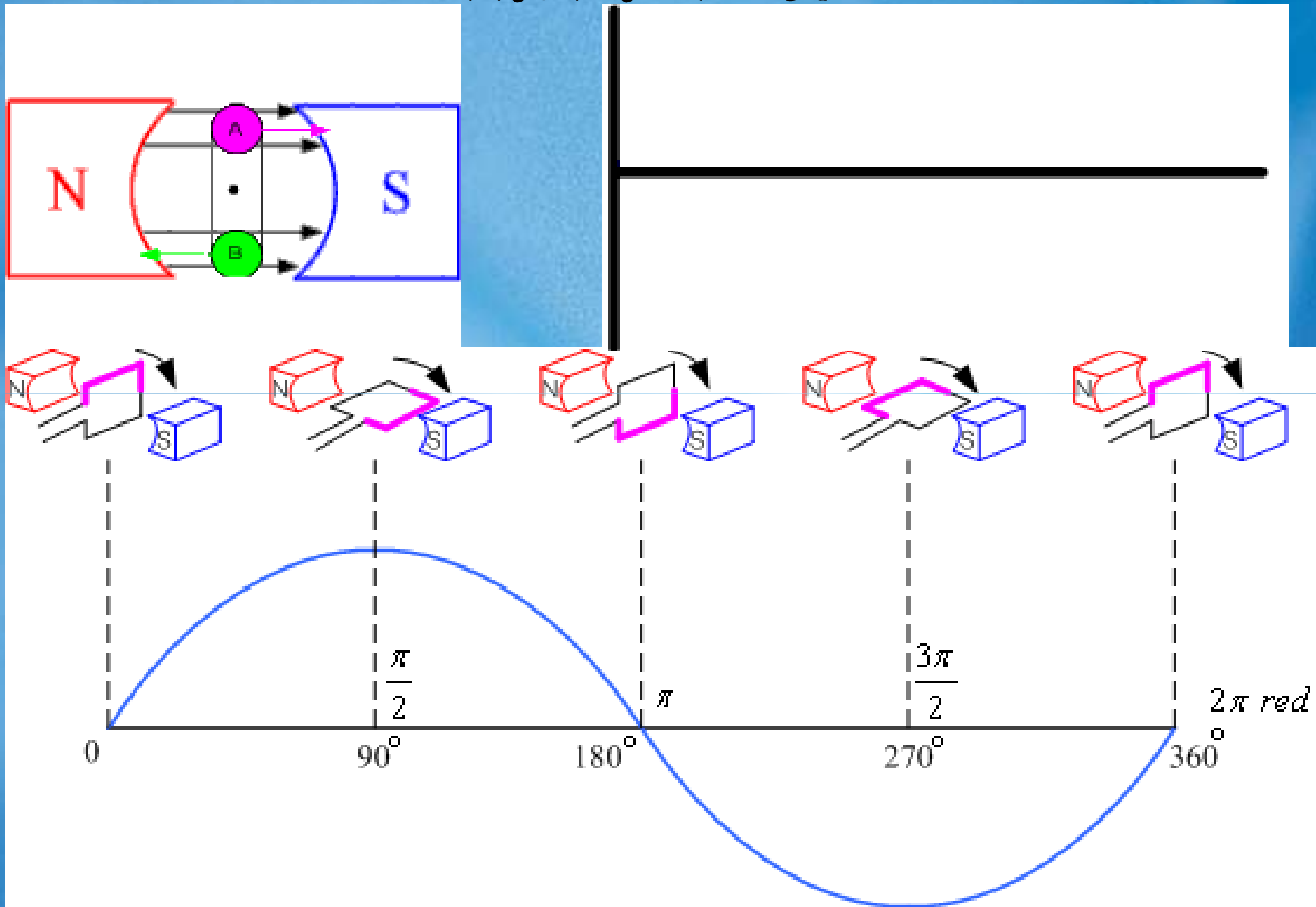


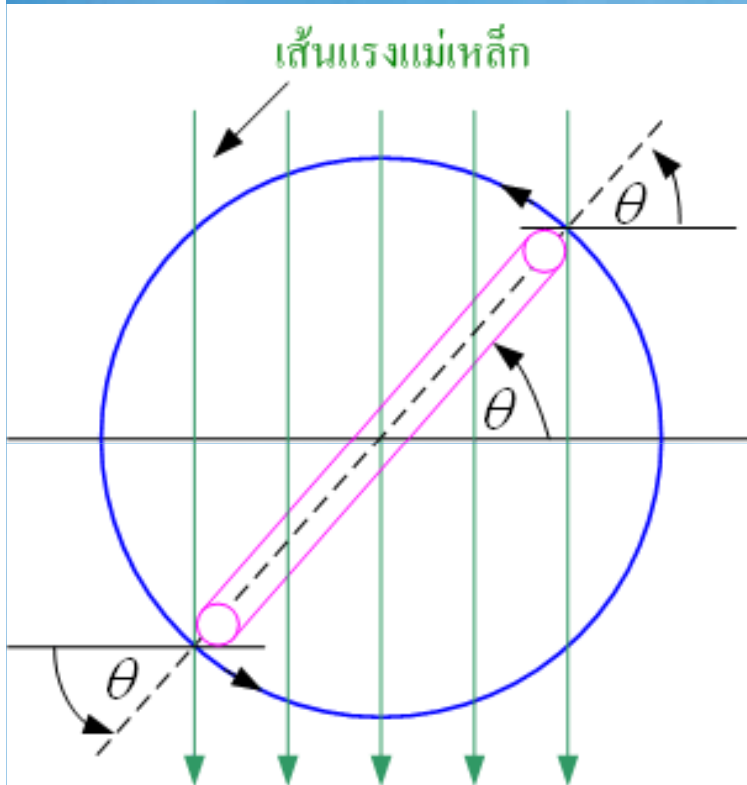
ไฟฟ้ากระแสสลับ



การเกิดรูปคลื่นไซน์

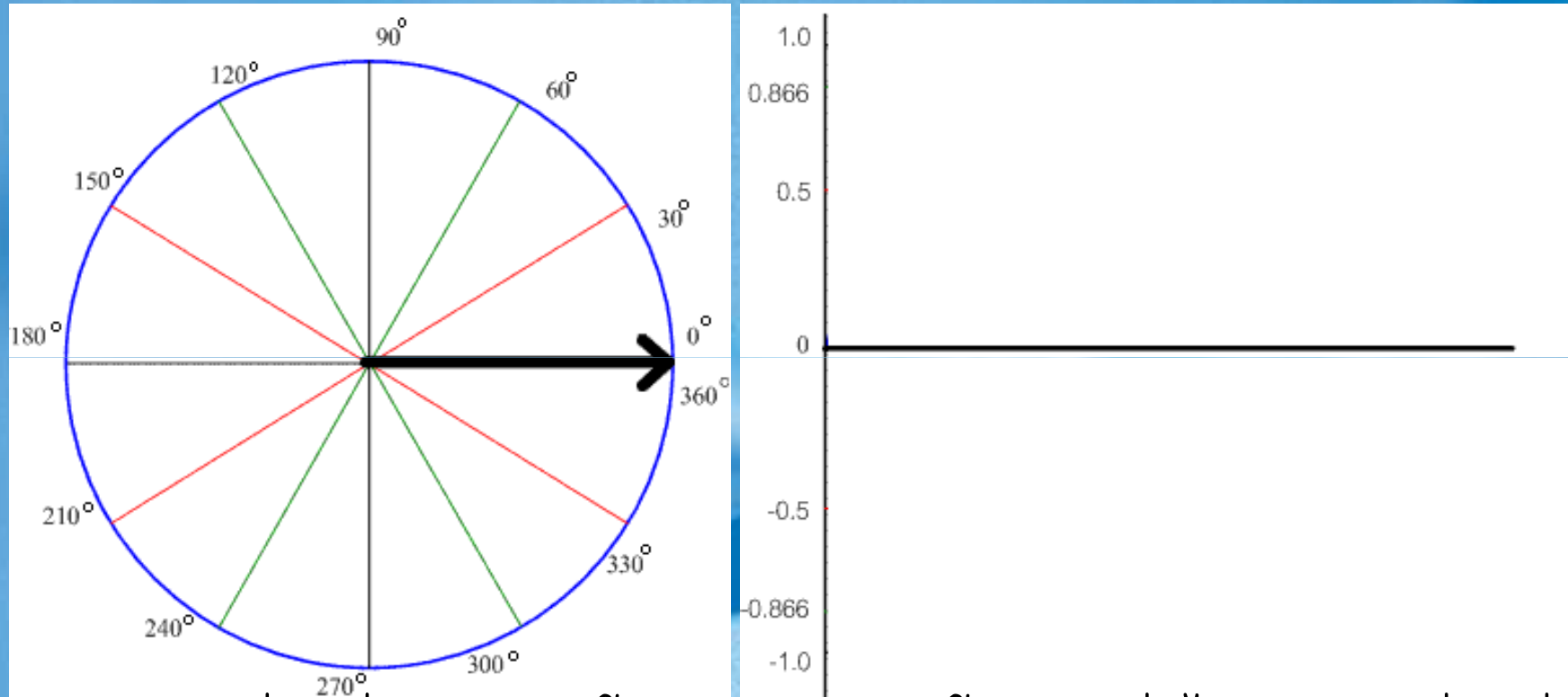


ค่าแรงดึงและกระแสของคลื่นไซน์



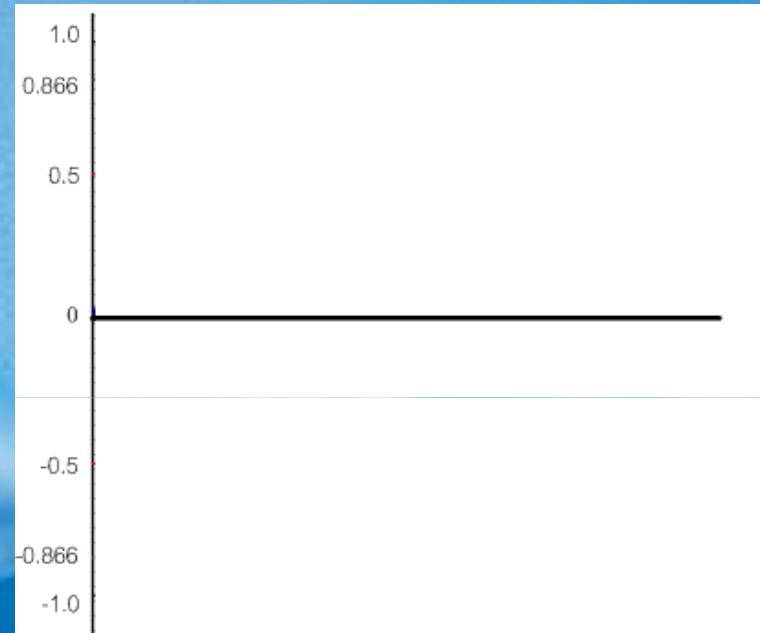
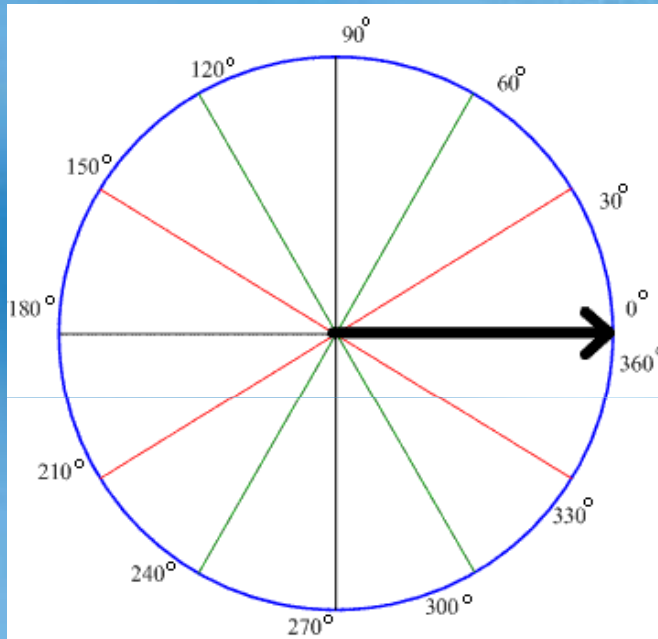
- การหมุนแต่ละรอบจะครบคลุมมุมไป 360° หรือ 2π เรเดียน ซึ่งความสัมพันธ์ทั้งหมดเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $\theta = \omega t$
- θ = มุมที่ขดลวดเคลื่อนที่ไป
หน่วย เรเดียน (rad) หรือ องศา ($^\circ$)
- ω = ความเร็วเชิงมุม หน่วย เรเดียน/วินาที (rad/s)
- t = เวลาในการเคลื่อนที่ หน่วย วินาที (s)

ค่าแรงดันและกระแสของคลื่นไซน์



» การเคลื่อนที่ของวัตถุใน 1 รอบ ทำให้เกิดคลื่นไซน์ หนึ่งรอบเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงไปสัมพันธ์กัน แรงดันที่เกิดขึ้นของคลื่นไซน์

ค่าแรงดันและกระแสของคลื่นไซน์



- เมื่อหลอดตัวนำจำนวนมากติดต่อกันสามารถแผ่คลื่นวิทยุ การแผ่รังสีของหลอดตัวนำออกมาเป็นองศา สามารถหาค่าแรงดันชั่วขณะของคลื่นไซน์ที่เกิดขึ้นได้ในรูปแบบสมการ $e = E_m \sin\theta$ ในรูปของเฟสเซอร์ $E_m \angle \theta$

ค่าแรงดันและกระแสของคลื่นไซน์

e = แรงดันเกิดขึ้นชั่วขณะที่ตำแหน่งใด ๆ ของขดลวดตัวนำ หน่วยเป็น V

E_m = แรงดันไฟสลับที่สูงสุด หน่วยเป็น V

θ = มุมที่ตำแหน่งใด ๆ ของขดลวดตัวนำวางตัวกับสนามแม่เหล็ก หน่วย $^{\circ}$

สมการ $e = E_m \sin\theta$ สามารถนำมาปรับเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูป
สมการกระแสไฟสลับชั่วขณะ ได้เช่นเดียวกัน ดังนี้

$$i = I_m \sin\theta \text{ ในรูปของเฟสเซอร์ } I_m \angle \theta$$

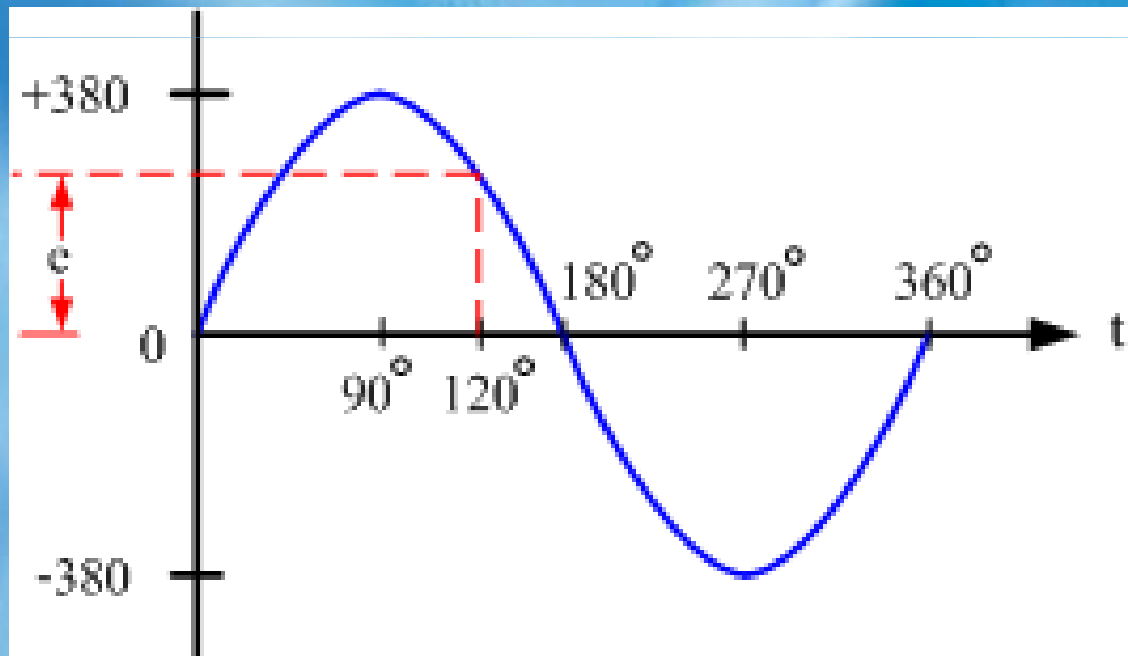
I = กระแสเกิดขึ้นชั่วขณะที่ตำแหน่งใด ๆ ของขดลวดตัวนำ หน่วยเป็น A

I_m = แรงดันไฟสลับที่สูงสุด หน่วยเป็น A

θ = มุมที่ตำแหน่งใด ๆ ของขดลวดตัวนำวางตัวกับสนามแม่เหล็ก หน่วย $^{\circ}$

ตัวอย่างที่ 2.1

- สัญญาณไฟกระแสสลับคลื่นไซน์ มีค่าแรงดันสูงสุด 380 V ต้องการวัดแรงดันที่เกิดขึ้นในขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กที่มุม 45° , 120° , 220° และ 355°

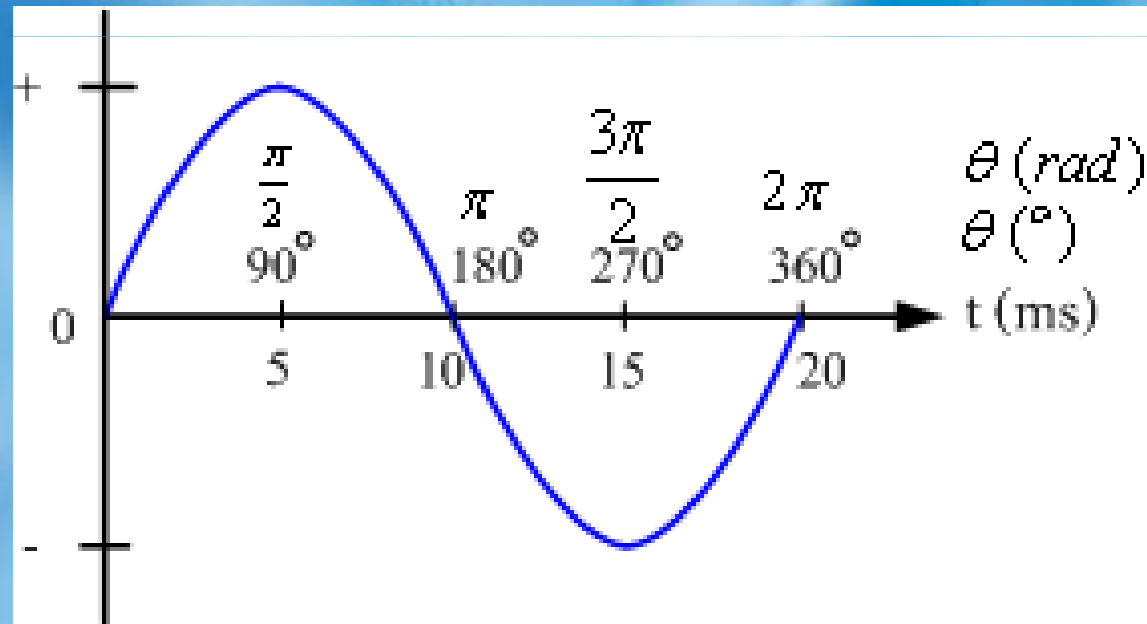


ตัวอย่างที่ 2.1 (ต่อ)

- วิธีทำ (ก) มุม 45° จากสูตร $e = E_m \sin \theta$
- เมื่อ $E_m = 380 \text{ V}$, $\theta = 45^\circ$
- แทนค่า $e = 380 \sin 45^\circ$
 $= 380 \times 0.707 = 268.7 \text{ V}$
- (ข) มุม $120^\circ = 329.089 \text{ V}$
- (ค) มุม $220^\circ = -244.259 \text{ V}$
- (ง) มุม $355^\circ = -33.119 \text{ V}$

ตัวอย่างที่ 2.2

- ตัวอย่าง 2.2 คลื่นไซน์ความถี่ 50 Hz จงหาค่ามุม เป็นเรเดียน (rad) และ องศา ($^{\circ}$) ที่เวลาตามกำหนดดังนี้ (ก) 18.5 ms (ข) 7.5 ms (ค) 11 ms (ง) 3 ms



ตัวอย่างที่ 2.2 (ต่อ)

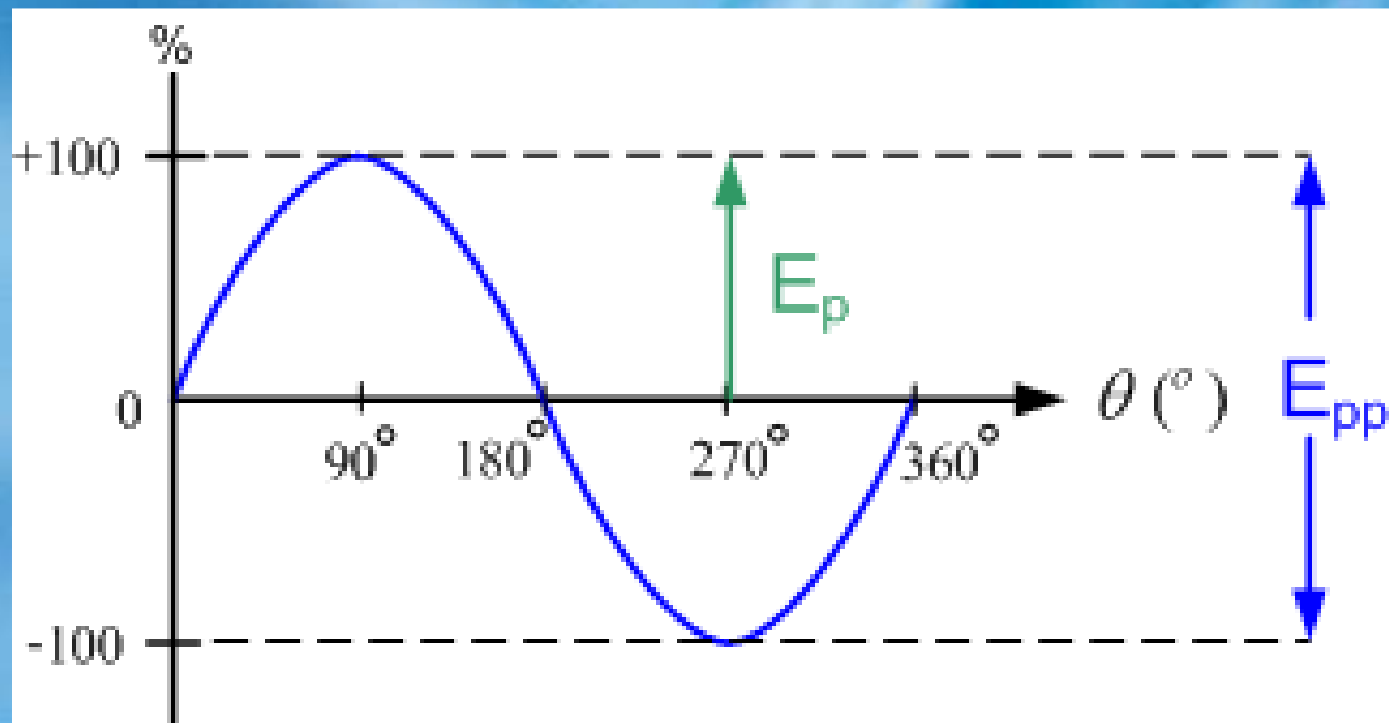
- วิธีทำ (ก) ที่ $t = 18.5 \text{ ms} = 18.5 \times 10^{-3}$
- สูตร $\theta = \omega t = 2\pi ft$
 $= 2\pi \times 50 \text{ Hz} \times 18.5 \times 10^{-3} = 5.812 \text{ rad}$
- ค่า $2\pi \text{ rad} = 360^\circ$
- $5.812 \text{ rad} = \frac{360^\circ \times 5.812 \text{ rad}}{2\pi \text{ rad}} = 333^\circ$

ตัวอย่างที่ 2.2 (ต่อ)

- วิธีทำ (ข) ที่ $t = 7.5 \text{ ms} = 7.5 \times 10^{-3} = 135^\circ$
- (ค) ที่ $t = 11 \text{ ms} = 11 \times 10^{-3} = 198^\circ$
- (ง) ที่ $t = 3 \text{ ms} = 3 \times 10^{-3} = 54^\circ$

ค่ายอดและค่ายอดถึงยอดของคลื่นไซน์

- ค่ายอดของสัญญาณคลื่นไซน์ (E_p)
- ค่ายอดถึงยอดของสัญญาณคลื่นไซน์ (E_{p-p}) หรือหาค่าได้จากค่ายอดคูณ 2 คือ ค่าเป็น 2 เท่าของค่ายอดนั่นเอง $E_{pp} = 2 E_p$



ค่าเฉลี่ยของคลื่นไซน์ (Eaverage, Eav)

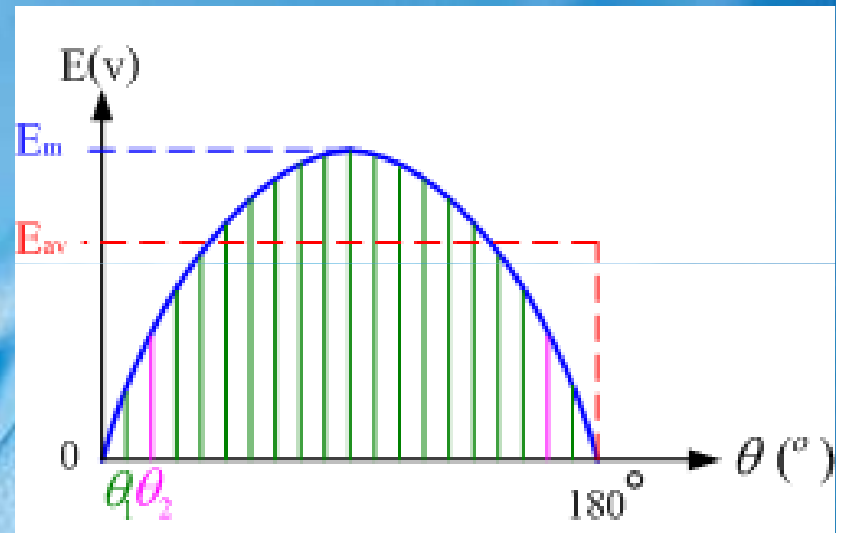
การหาค่าเฉลี่ยทำได้ดังนี้

$$E_{av} = \frac{e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n}{n}$$

ค่าแรงดันชั่วขณะ $e = E_m \sin \theta$

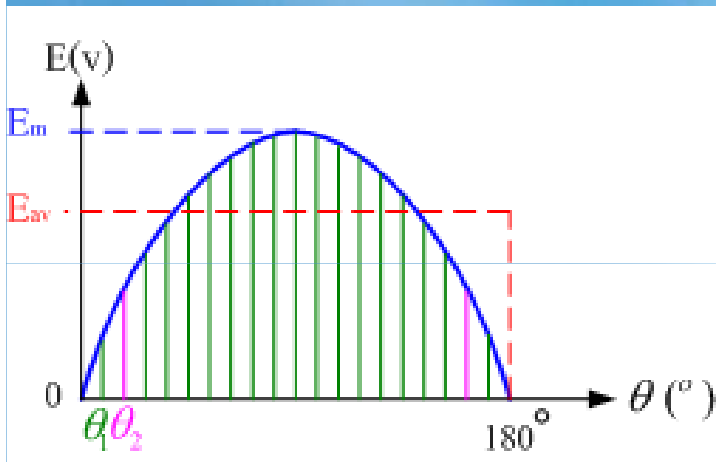
หน่วย V หน่วย °

n = จำนวนส่วนที่แบ่งออกเท่าๆ กันของพื้นที่ใต้กราฟคลื่นไซน์



ค่าเฉลี่ยของคลื่นไซน์ ($E_{average}, E_{av}$)

- พื้นที่ใต้กราฟ $n=36$ ส่วน ในแต่ละส่วนจะมีค่ามุม (θ) = $\frac{180^\circ}{36} = 5^\circ$



ดังนั้น $E_{av} = 0.636 E_m$

หน่วย V หน่วย V

ถ้า $I_{av} = 0.636 I_m$

หน่วย A หน่วย A

ค่าอาร์เอ็มเอสของคลื่นไซน์

- ค่า RMS ของคลื่นไซน์หรือค่าประสิทธิผลเป็นค่าที่วัดได้จากความร้อนที่เกิดจากการจ่ายแรงดันและกระแสคลื่นไซน์ให้กับตัวต้านทาน ค่าคงที่ค่าหนึ่ง

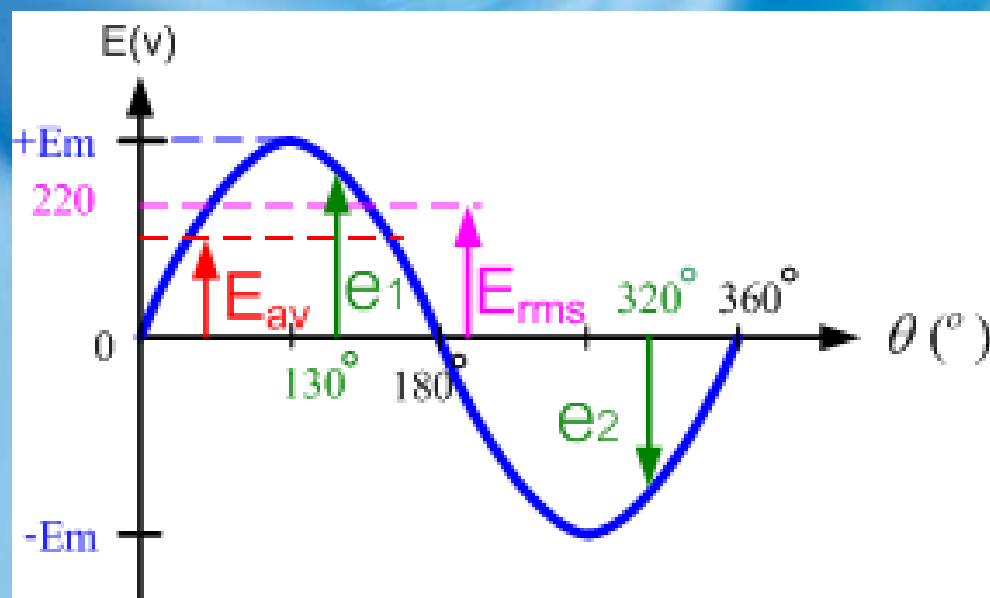
การหาค่า RMS ของคลื่นไซน์สามารถหาได้จาก

- $E_{rms} = 0.707E_m$

- $E_{rms} =$ ค่าประสิทธิผลของคลื่นไซน์ หน่วย V

ตัวอย่าง 2.1

- ไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายค่าออกมา 220V , 50Hz จงหาแรงดันต่อไปนี้
(ก) ค่ายอด (ข) ค่าเฉลี่ย (ค) ค่าจั่วขณะทีคูณขนาดตลอดตัวนำที่ติดผ่าน
สนามแม่เหล็กที่ มุม 130° และ 320°



ตัวอย่าง 2.1

- วิธีทำ ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ทั่วไปแสดงค่าไว้ในแบบแรงดัน RMS นั่นคือ แรงดัน $220V = E_{rms}$

(ก) หาค่ายอด จากสูตร $E_{rms} = 0.707 E_m$

$$E_m = \frac{E_{rms}}{0.707}$$

$$E_m = \frac{220V}{0.707} = 311.17V$$

ตัวอย่าง 2.1 (ต่อ)

(ข) หาค่าเฉลี่ยจากสูตร $E_{av} = 0.636 E_m$

$$\text{แทนค่า } E_{av} = 0.636 (311.17 \text{ V}) = 197.9 \text{ V}$$

(ค) หาค่าช่วงขณะที่มีมุม $= 130^\circ$ $e = E_m \sin\theta$

$$\text{แทนค่า } e_1 = 311.17 \sin 130^\circ$$

$$e_1 = 311.17 (0.7660) = 238.37 \text{ V}$$

หาค่าช่วงขณะที่มีมุม $= 320^\circ$ $e = E_m \sin\theta$

$$\text{แทนค่า } e_2 = 311.17 \sin 320^\circ$$

$$e_2 = 311.17 (-0.6428) = -200.02 \text{ V}$$

ฟอร์มแฟกเตอร์ (K_f)

- ฟอร์มแฟกเตอร์(Form Factor) อัตราส่วนค่าใช้งานต่อค่าเฉลี่ย หรือ เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของรูปคลื่นไซน์
- เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $K_f = \text{ค่า rms} \div \text{ค่าเฉลี่ย}$
$$= \frac{0.707 E_m}{0.636 E_m} = 1.11$$

ดังนั้นฟอร์มแฟกเตอร์ของรูปคลื่นไซน์จึงมีค่าคงที่เท่ากับ 1.11 เสมอ

ตัวอย่าง 2.2

- จ่ายแรงดันขนาด $e = 25 \sin 754 t$ V ให้กับตัวต้านทาน 50 โอห์ม จงหาค่า (ก) แรงดันค่ายอดถึงยอด (ข) กระแส RMS (ค) กระแสเฉลี่ย (ง) พอร์มแฟกเตอร์

วิธีทำ (ก) แรงดันค่ายอดถึงยอด จาก $e = 25 \sin 754 t$

$$\text{สามารถหาค่า } E_m \text{ ได้ } E_m = 25 \text{ V}$$

$$E_{pp} = 2 E_m = 2 \times 25 \text{ V} = 50 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{(ข) กระแส RMS จากสูตร } I_m &= E_m / R = 25 \text{ V} / 50 \Omega \\ &= 0.5 \text{ A} \end{aligned}$$

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

$$\text{แทนค่า } I_{rms} = 0.707 (0.5 \text{ A}) = 0.354 \text{ A}$$

ตัวอย่าง 2.2 (ต่อ)

(ค) กระแสเฉลี่ย จากสูตร $I_{av} = 0.636 I_m$

แทนค่า $I_{av} = 0.636 (0.5 \text{ A}) = 0.318 \text{ A}$

(ง) ฟอर्मแฟกเตอร์ สูตร $K_f = \frac{I_{rms}}{I_{av}}$

แทนค่า $K_f = \frac{0.354 \text{ A}}{0.318 \text{ A}}$

$= 1.11$

สรุปสูตร

- ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง ไฟฟ้าที่มีทิศทางของแรงดันไฟฟ้า หรือ กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางไปมาเมื่อเวลาเปลี่ยนไป
- ค่าต่างๆของรูปคลื่นไซน์ในการคำนวณหาค่าต่างๆทางไฟฟ้าดังนี้
- ♣ ค่าช่วงของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ เขียนสมการได้ว่า

$$E = E_m \sin \theta \quad E = E_m \sin \omega t \quad E = E_m \sin 2\pi f t$$

$$I = I_m \sin \theta \quad I = I_m \sin \omega t \quad I = I_m \sin 2\pi f t$$

- ♣ ค่าจากยอดถึงยอดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$E_{p-p} = 2E_m \quad I_{p-p} = 2I_m$$

สรุปสูตร

♣ ค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$E_m = \frac{E_p - p}{2} \qquad I_m = \frac{I_p - p}{2}$$

♣ ค่าที่วัดได้ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$E_{rms} = 0.707 E_m \qquad I_{rms} = 0.707 E_m$$

♣ ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์

$$E_{av} = 0.636 E_m \qquad I_{av} = 0.636 E_m$$

♣ ค่าฟอร์มแฟกเตอร์ของรูปคลื่นไซน์

$$K_f, FF = 1.11$$

แบบฝึกหัด

◆ 1. คลื่นไซน์มีค่ากระแสสูงสุด 35 A จงหาค่ากระแสชั่วขณะที่มีมุมต่าง ๆ ดังนี้

(ก) 20° (ข) 84° (ค) 215° (ง) 305°

◆ คลื่นไซน์มีความถี่ 50 Hz จงหาค่ามุม θ เป็นเรเดียน (rad) ตามเวลาที่กำหนดไว้

(ก) 20° (ข) 84° (ค) 215° (ง) 305°

◆ แรงแม่เหล็กชั่วขณะมีค่า $e = 250 \sin 3644.3 t$ จงหาค่า

(ก) แรงแม่เหล็กค่ายอด (ข) ความถี่ (ค) คาบเวลา (ง) ค่าเวลา t

เมื่อ $e = 195 \text{ V}$