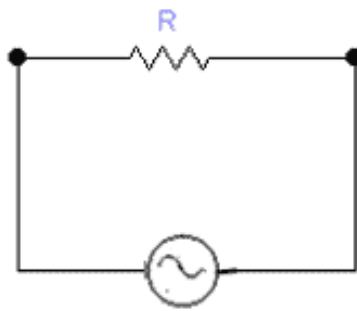


## การประยุกต์ใช้ในงานทางไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับประกอบด้วยเครื่องกำเนิดกระแสสลับและส่วนประกอบอีก 3 อย่างคือ ตัวต้านทาน (resistor) ตัวจุ (capacitor) และ ตัวเหนี่ยวนำ (inductor)

วงจรซึ่งมีตัวต้านทานอย่างเดียว



วงจรรูป ประกอบด้วยในดาโน กระแสสลับซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็น  $V = V_m \sin \omega t$  และตัวต้านทานซึ่งมีความต้านทาน

ให้  $i$  เป็นกระแสไฟฟ้าในขณะใดๆ

$V_R$  เป็นความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานในขณะใดๆ

ในวงจรจะได้  $V_R = IR$

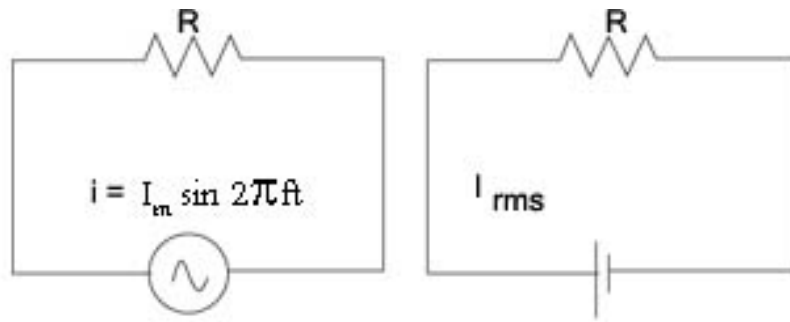
$$V_R = V = V_m \sin \omega t$$

$$IR = V_m \sin \omega t$$

กำลังไฟฟ้าที่ตกคร่อมบนตัวต้านทาน ( $R$ ) หาได้จาก  $i^2 R$  เมื่อ  $i$  เป็นกระแสสลับที่เวลาใดๆ ค่าโดยเฉลี่ยของกระแสสลับดังกล่าวเรียกว่า กระแสยังผล (*effective current*) นิยามได้ดังนี้

1

ค่ายังผลของกระแสไฟฟ้าสลับ หมายถึง ค่าของกระแสไฟฟ้าตรงค่าหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ เกิดพลังงาน (ความร้อน, แสง, เสียง) บนตัวต้านทานตัวหนึ่งได้เท่ากับในเวลาที่เหมาะสม



ในช่วงเวลา  $dt$  พลังงานที่เกิดขึ้นบนตัวต้านทานเท่ากับ  $dW$  คือ

$$dW = iR^2 dt$$

ต้องการหางานที่ได้จากกระแสไฟฟ้าสลับไหล 1 รอบ ซึ่งใช้เวลา  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  วินาที

สมการทั่วไปของ กระแสไฟฟ้าสลับที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R$  คือ  $i = I_m \sin 2\pi ft$

ดังนั้นจะได้

$$W = R \int_0^T I_m^2 \sin^2 2\pi f t dt$$

จากสูตรตรีโกณมิติ

$$\sin^2 x = \frac{(1 - \cos 2x)}{2}$$

จะได้

$$\begin{aligned} &= \frac{I_m^2 R}{2} \int_0^T (1 - \cos 4\pi f t) dt \\ &= \frac{I_m^2 R}{2} T \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้า ใน 1 วินาทีคือ

$$\frac{I_m^2 R}{2T} T = \frac{I_m^2 R}{2}$$

2

เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าค้ำยงผล  $I_{eff}$  ผ่าน  $R$  ตัวเดียวกันในเวลา 1 วินาที เกิดพลังงานบนตัวต้านทานที่มีค่าเท่ากัน คือ

$$I_{eff}^2 R = \frac{I_m^2 R}{2}$$

$$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

ในทำนองเดียวกันแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ  $V = V_m \sin 2\pi ft$  สามารถหาค่ายังผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้จาก

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ที่ใช้วัดค่าของไฟสลับโดยทั่วไปจะสร้างขึ้นเพื่อวัดค่ายังผลมากกว่าที่จะวัดค่าสูงสุด เราสามารถนำค่าจากมิเตอร์ไปหาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากสูตร  $I_{rms}^2 R$  ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ประกอบด้วยตัวต้านทานและแหล่งจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าสลับสามารถใช้ค่ายังผลหรือค่าสูงสุดไปใช้กับกฎของโอห์มได้โดยตรง

$$\frac{V}{i} = \frac{V_m}{I_m} = \frac{V_{rms}}{I_{rms}} = R$$

**ตัวอย่างที่ 6.1** เครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุด 30 โวลต์ มีความถี่ 50 รอบ/วินาที

ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ต่อกับวงจรที่มีตัวต้านทาน 10 โอห์ม จงหาค่ากระแสไฟฟ้าและ

กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านตัวต้านทานนี้

วิธีทำ สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้า  $V = V_m \sin 2\pi ft$

จากสมการ แทนค่าจะได้  $V = 30 \sin 100\pi t$

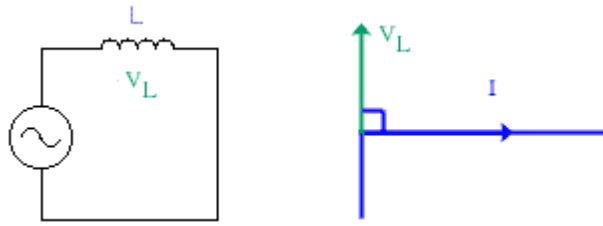
$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{30}{\sqrt{2}} = 21.21 \text{ โวลต์}$$

อาศัยกฎของโอห์มคำนวณหากระแสยังผล ( $I_{rms}$ ) จะได้

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{21.21}{10} = 2.12 \text{ แอมแปร์}$$

$$\text{กระแสไฟฟ้าค่าสูงสุด} = \frac{V_m}{I_m} = \frac{30}{10} = 3 \text{ แอมแปร์} \quad \underline{\text{Ans.}}$$

วงจรซึ่งมีตัวเหนี่ยวนำอย่างเดียว



วงจรประกอบด้วยไดนาโมกระแสสลับซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็น  $V = V_m \sin \omega t$  และตัวเหนี่ยวนำซึ่งมีความเหนี่ยวนำ (inductance) เป็น L (เฮนรี)

ให้  $i$  เป็นกระแสไฟฟ้าในขณะใดๆ

$V_L$  ความต่างศักย์ระหว่างปลายทางของตัวเหนี่ยวนำในขณะใดๆ

วงจรที่มีขดลวดเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียว ความต่างศักย์ที่ตกคร่อม L คือ

$$V_L = L \frac{di}{dt} = V_m \sin \omega t$$

เมื่ออินทิเกรตจะได้สมการ  $i$  เป็นฟังก์ชันกับเวลา

$$i_L = \frac{V_m}{L} \int \sin \omega t dt$$

จะได้

$$i_L = \frac{V_m}{\omega L} (-\cos \omega t)$$

การอินทิเกรตนี้จะละค่าคงที่ไว้ เพราะสามารถทำให้ค่าคงที่มีค่าเป็นศูนย์ได้โดยการ

จัดเงื่อนไขเริ่มต้นให้เหมาะสม อาศัยตรีโกณมิติ ที่ว่า  $-\cos A = \sin(A - 90^\circ)$

$$i_L = \frac{V_m}{\omega L} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ แอมแปร์}$$

ให้  $I_m = \frac{V_m}{\omega L}$  จะได้

$$i_L = I_m \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ แอมแปร์}$$

ตัวอย่างที่ 6.2 กำหนดให้  $L = 25.0 \text{ mH}$  , แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ มีค่าเป็น

$$V = 150\sqrt{2} \sin 120\pi t \text{ โวลต์ จงหากระแสที่ไหลในวงจร}$$

วิธีทำ จากสมการ

$$i_L = I_m \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

ความถี่เชิงมุม  $\omega = 120\pi$  เรเดียน/วินาที

$$\begin{aligned} X_L &= \omega L = (120\pi)(25 \times 10^{-3}) \\ &= 9.43 \text{ โอห์ม} \end{aligned}$$

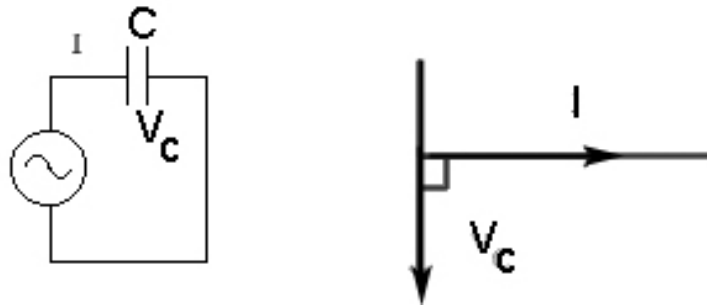
แทนค่าหาค่ากระแส ได้

$$\begin{aligned} i_L &= \frac{150\sqrt{2}}{9.43} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \\ &= 15.9\sqrt{2} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right) \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

หรือ 
$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 15.9 \text{ แอมแปร์}$$

Ans.

วงจรซึ่งมีตัวเก็บประจุอย่างเดี่ยว



วงจรที่ประกอบด้วยตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีสมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจร

คือ

$$V_c = V_m \sin \omega t$$

$$V_c = \frac{q}{c}$$

กระแสไฟฟ้าในวงจรคือ  $i_c = \frac{dq}{dt} = V_c(\omega c) \cos \omega t$

$$i_c = \frac{V_m}{\left(\frac{1}{\omega c}\right)} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{แอมแปร์}$$

โดยที่  $X_c$  คือความต้านทานของตัวเก็บประจุ  $= \frac{1}{\omega c}$  มีหน่วยเป็นโอห์ม

ตัวอย่างที่ 6.3 ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุขนาด 1 ไมโครฟารัด เขียนเป็น

สมการคือ  $V_c = 30 \sin 400t$  โวลต์ จงเขียนสมการแสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ

วิธีทำ 
$$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{400 \times 1 \times 10^{-6}}$$

$$= 2500 \text{ โอห์ม}$$

$$I_m = \frac{V_m}{X_c} = \frac{30}{2500}$$

$$= 0.012 \text{ แอมแปร์}$$

6

สมการแสดงกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ คือ  $i_c = 0.012 \sin 400t$

ตัวอย่างที่ 6.4 กำหนดให้  $V_L = 10\sin 2t$  และ  $L = 5$  เฮนรี จงหาคำตอบของสมการ กระแสไฟฟ้าเมื่อเทียบกับเวลา

วิธีทำ จากสมการ  $i_L = \frac{V_m}{L} \int \sin \omega t dt$

แทนค่า  $i_L = \frac{10}{5} \int \sin 2t dt$   
 $= 2 \int \sin 2t dt$   
 $= 2 \left( \frac{-\cos 2t}{2} \right)$   
 $= (-\cos 2t)$