

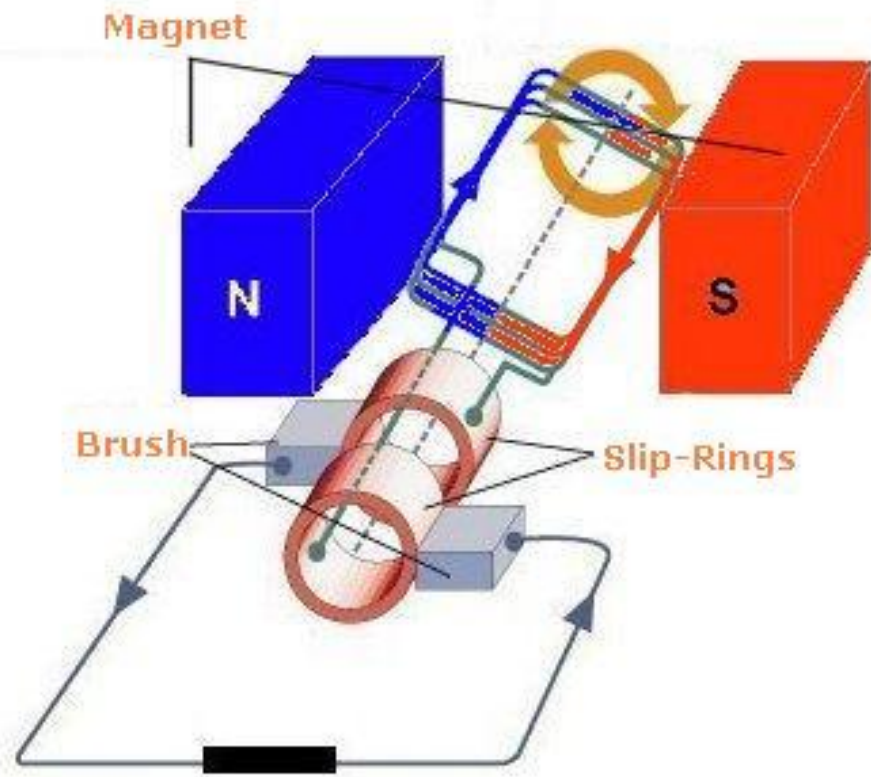
ภาพจาก http://www.photogangs.com/webboard/Uploads/monthly_02_2009/post-605-1235158681.jpg

Alternating Current ไฟฟ้ากระแสสลับ

เอ่ออาร์ กัลวานนท์

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ คือ เครื่องกำเนิดกระแสสลับ (Alternating current generator หรือ Alternator หรือ Dynamo)



อาศัยหลักการการหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็ก แล้วเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า

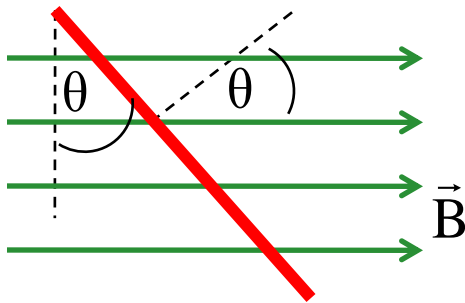
ภาพจาก http://www.ncert.nic.in/html/learning_basket/

Electricity/electricity/machine/ac_generator.htm

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ คือ เครื่องกำเนิดกระแสสลับ (Alternating current generator หรือ Alternator หรือ Dynamo)

อาศัยหลักการการหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็ก แล้วเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า



$$\text{จาก } B = \frac{\phi}{A_{\perp}} = \frac{\phi}{A \cos \theta}$$

แต่จากกฎของ Faraday-Henry
เกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

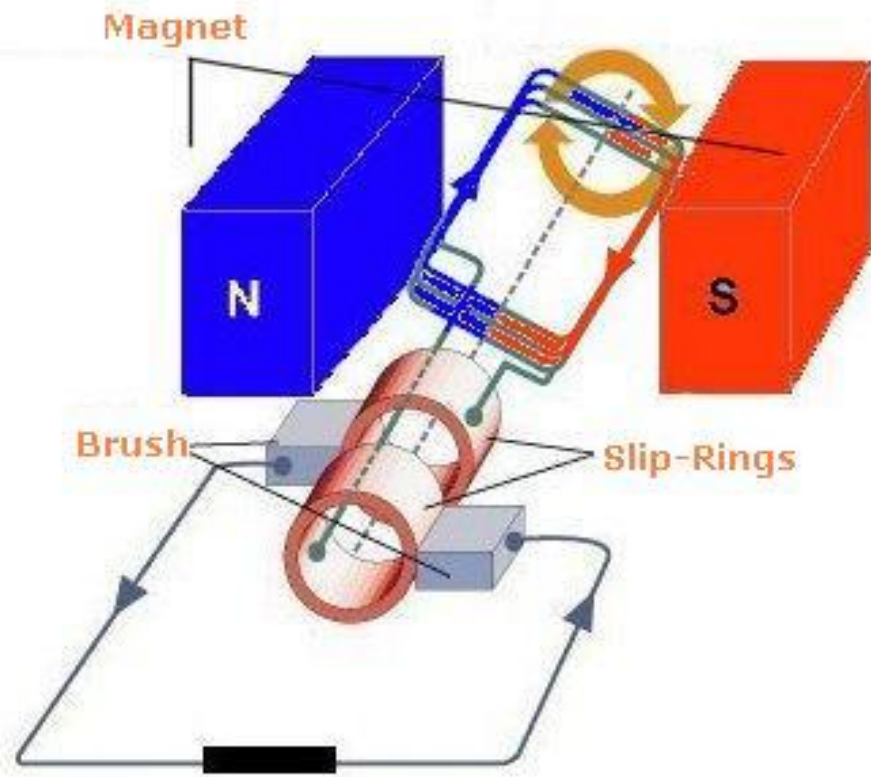
$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \frac{d(AB \cos \theta)}{dt} = -N \frac{d(AB \cos \omega t)}{dt}$$

$$\varepsilon = \omega N B A \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

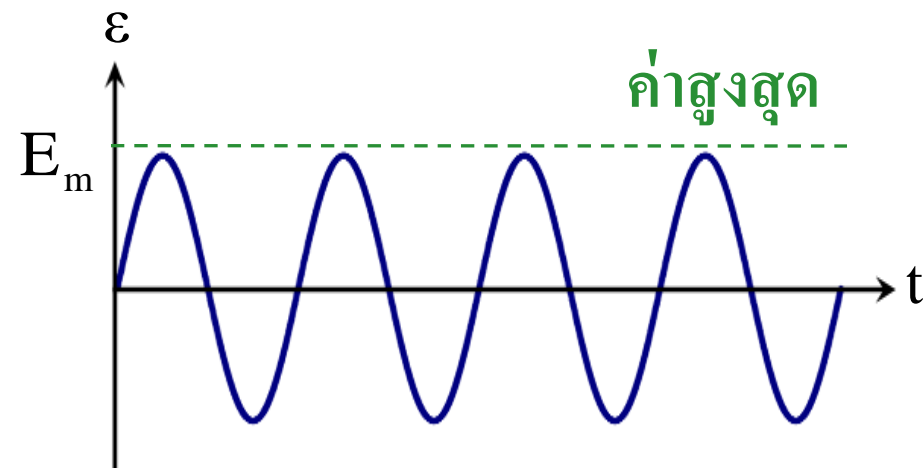
แหล่งกำเนิดกระแสสลับ

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ คือ เครื่องกำเนิดกระแสสลับ (Alternating current generator หรือ Alternator หรือ Dynamo)



$$\varepsilon = \omega NBA \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

$$E_m = \omega NBA$$



ถ้าความต้านทานภายในขดลวดเป็นศูนย์

$$\varepsilon = v \longrightarrow v = V_m \sin \omega t$$

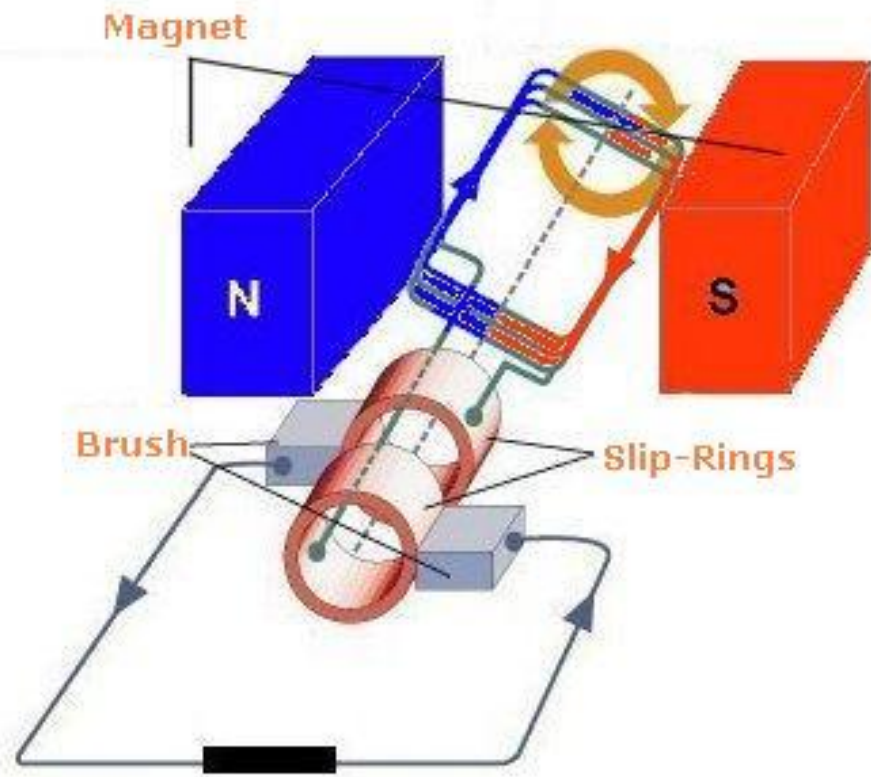
$$E_m = V_m$$

ภาพจาก http://www.ncert.nic.in/html/learning_basket/

Electricity/electricity/machine/ac_generator.htm

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ

แหล่งกำเนิดกระแสสลับ คือ เครื่องกำเนิดกระแสสลับ (Alternating current generator หรือ Alternator หรือ Dynamo)



$$\varepsilon = \omega NBA \sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

$$E_m = \omega NBA$$

ถ้าความต้านทานภายในขดลวดเป็นศูนย์

$$\varepsilon = v \longrightarrow v = V_m \sin \omega t$$

$$E_m = V_m$$

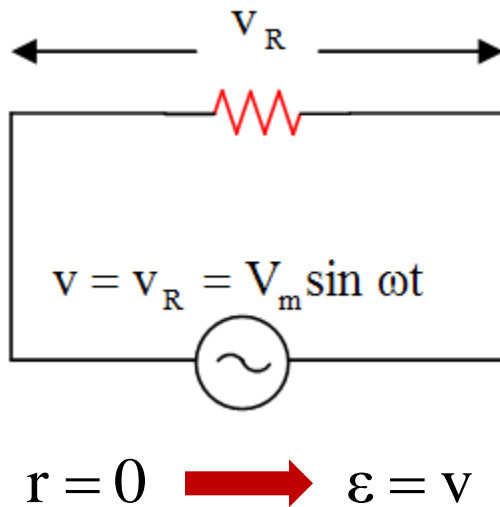
$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

ความถี่

คาบ

วงจรไฟฟ้ากระแสลับที่มีตัวต้านทาน

พิจารณาวงจรกระแสลับ ซึ่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ และตัวต้านทานดังรูป



ที่เวลาใดๆผลรวมของแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงปิดจะต้องมีค่าเท่ากับศูนย์

$$v - v_R = 0$$

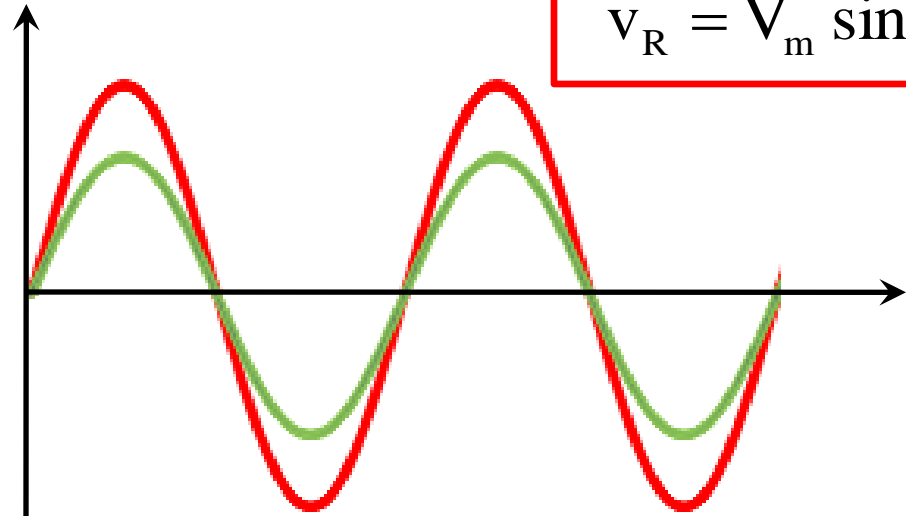
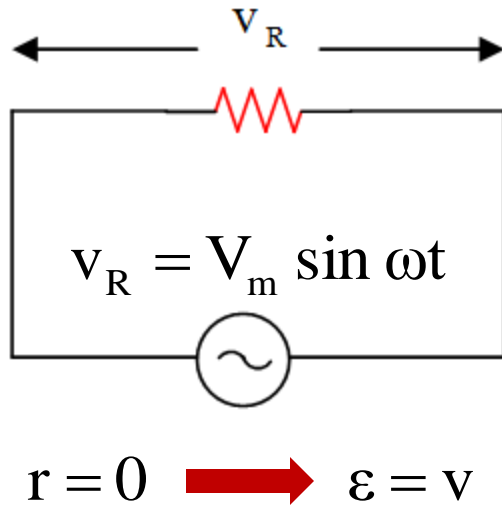
ดังนั้น

$$i_R = \frac{v_R}{R} = \frac{V_m}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

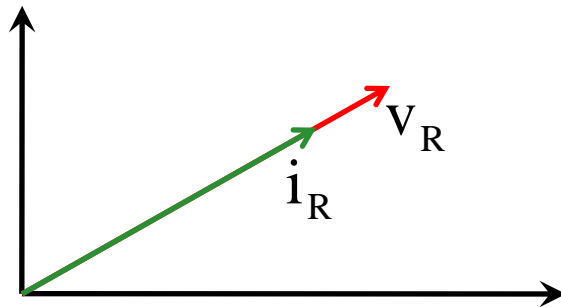
โดย $I_m = \frac{V_m}{R}$ เป็นค่ากระแสไฟฟ้ามากที่สุด

ดังนั้นความต่างศักย์ตกคร่อมตัวต้านทานคือ $v_R = (I_m R) \sin \omega t$

วงจรไฟฟ้ากระแสลับที่มีตัวต้านทาน



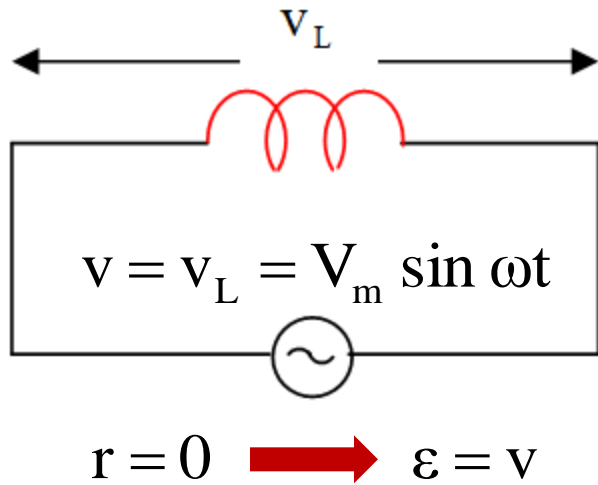
เขียนแผนภาพแสดงเฟส (Phasor diagram)



กระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์มีเฟสตรงกัน

วงจรไฟฟ้ากระแสลับที่มีตัวเหนี่ยวนำ

พิจารณาวงจรกระแสลับ ซึ่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ และตัวเหนี่ยวนำดังรูป



ที่เวลาใดๆผลรวมของแรงเคลื่อน
ไฟฟ้าในวงปิดจะต้องมีค่าเท่ากับศูนย์

$$v - L \frac{di}{dt} = 0$$

ดังนั้น

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

โดย I_m เป็นค่ากระแสไฟฟ้ามากที่สุด

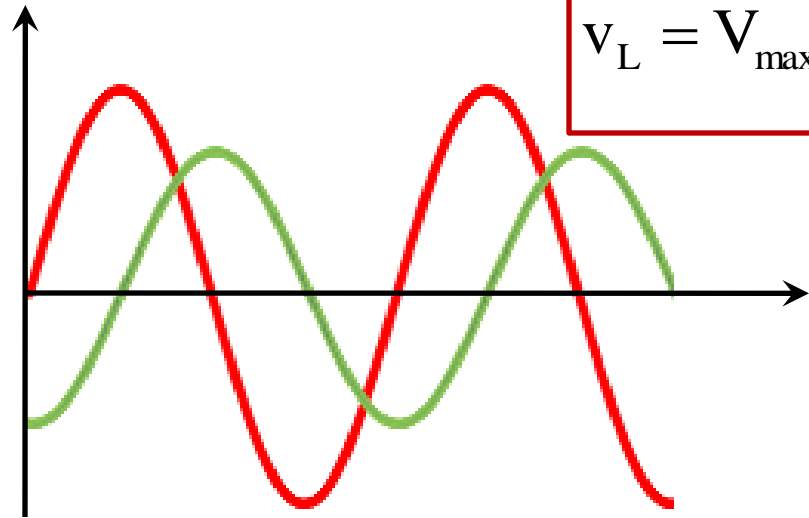
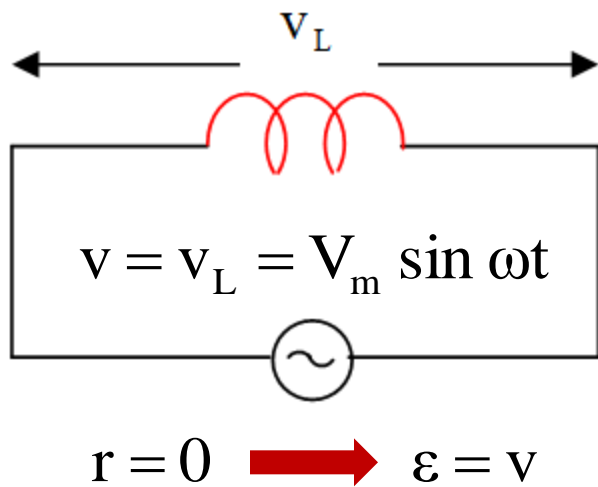
$$I_m = \frac{V_m}{\omega L} = \frac{V_m}{X_L}$$

$$X_L = \omega L$$

ดังนั้นความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ คือ

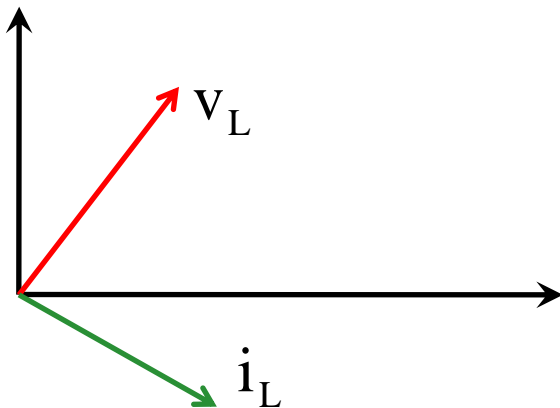
$$v_L = (I_m X_L) \sin \omega t$$

วงจรไฟฟ้ากระแสลับที่มีตัวเหนี่ยวนำ



$$v_L = V_{\max} \sin \omega t$$

เขียนแผนภาพแสดงเฟส (Phasor diagram)

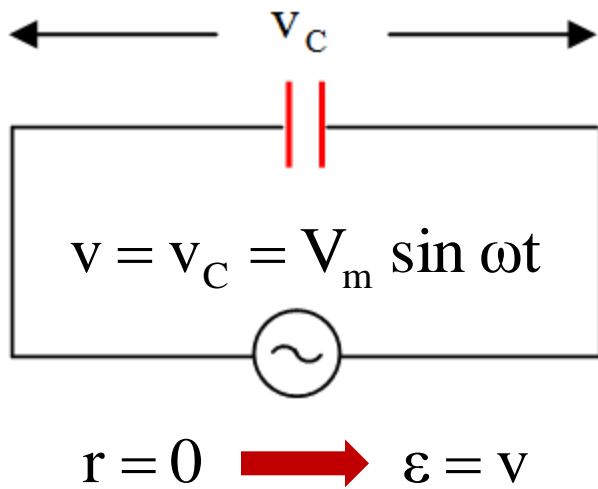


$$i_L = I_{\max} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

เฟสของความต่างศักย์ในตัวเหนี่ยวนำนั้น
นำเฟสของกระแสไฟฟ้าอยู่ $\pi/2$ หรือ 90°

วงจรไฟฟ้ากระแสลับที่มีตัวเก็บประจุ

พิจารณาวงจรกระแสลับ ซึ่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสลับ และตัวเก็บประจุดังรูป



ที่เวลาใดๆผลรวมของแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงปิดจะต้องมีค่าเท่ากับศูนย์

$$v - v_C = 0$$

ดังนั้น

$$i_C = \omega C V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{V_m}{1/\omega C} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

โดย I_m เป็นค่ากระแสไฟฟ้ามากที่สุด

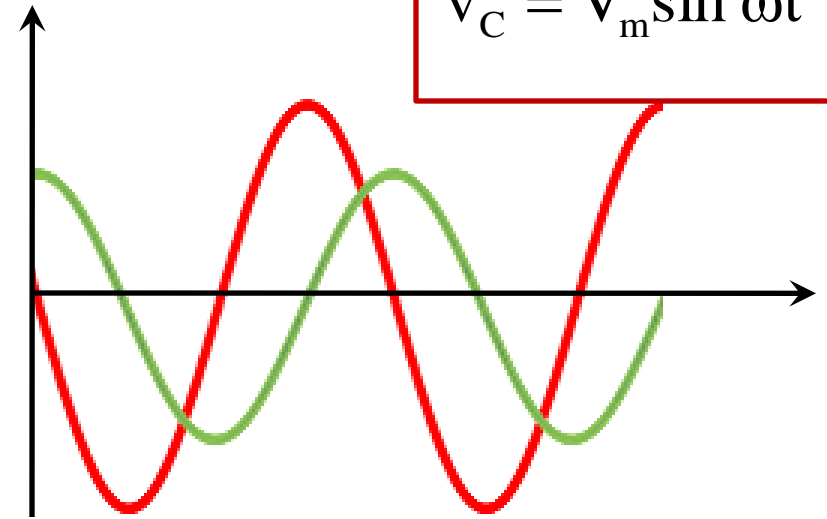
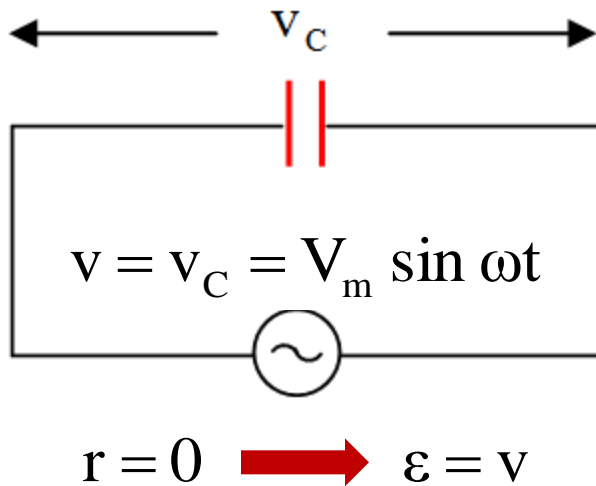
$$I_m = \frac{V_m}{1/\omega C} = \frac{V_m}{X_C}$$

$$X_C = 1/\omega C$$

ดังนั้นความต่างศักย์ตกคร่อมตัวเก็บประจุ คือ

$$v_C = (I_m X_C) \sin \omega t$$

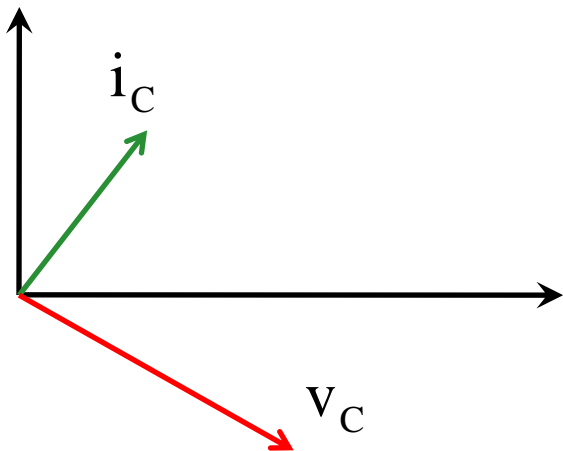
วงจรไฟฟ้ากระแสลับที่มีตัวเก็บประจุ



$$v_C = V_m \sin \omega t$$

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

เขียนแผนภาพแสดงเฟส (Phasor diagram)



เฟสของความต่างศักย์ในตัวเก็บประจุนั้น
ตามเฟสของกระแสไฟฟ้าอยู่ $\frac{\pi}{2}$ หรือ 90°

ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย

เนื่องจากปริมาณต่างๆในไฟฟ้ากระแสสลับ มีค่าแปรผันกับเวลา t ในรูปแบบฟังก์ชันไซน์หรือโคไซน์

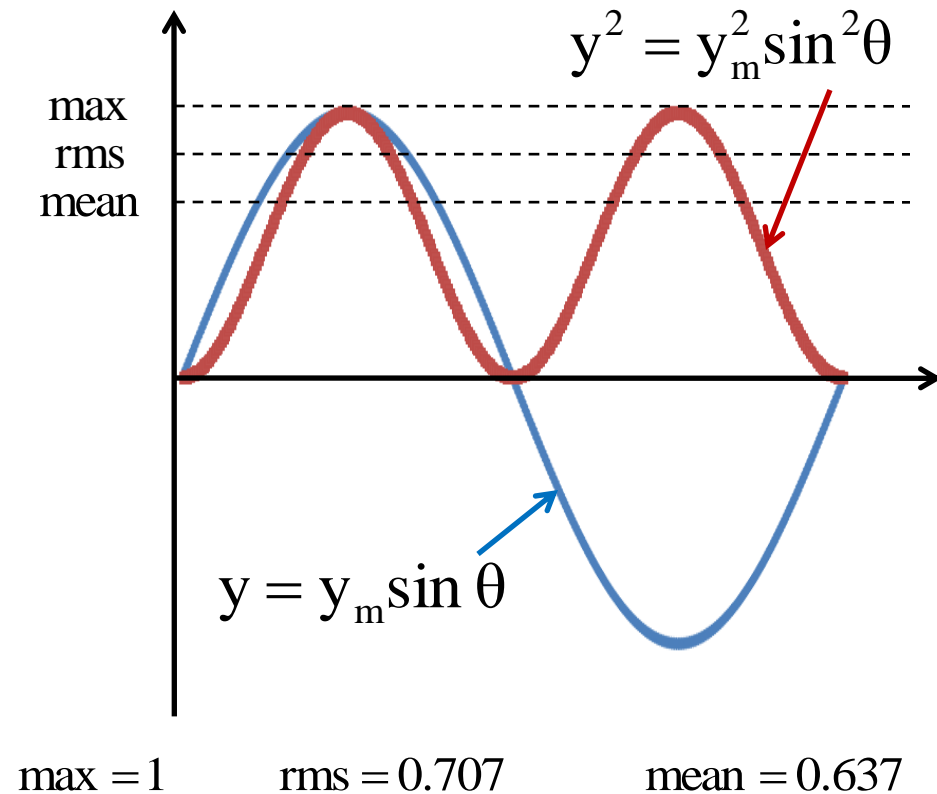
จึงต้องหาค่าเฉลี่ยแบบค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย (RMS) เพื่อไม่ให้ค่าเป็นศูนย์

$$\text{กำหนดให้ } y = y_m \sin \theta$$

$$y^2 = \frac{\int_0^{2\pi} y^2 d\theta}{2\pi} = \frac{y_m^2 \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta d\theta}{2\pi} = \frac{y_m^2}{2}$$

ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย

$$y_{\text{rms}} = \frac{y_m}{\sqrt{2}}$$



ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย

ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย

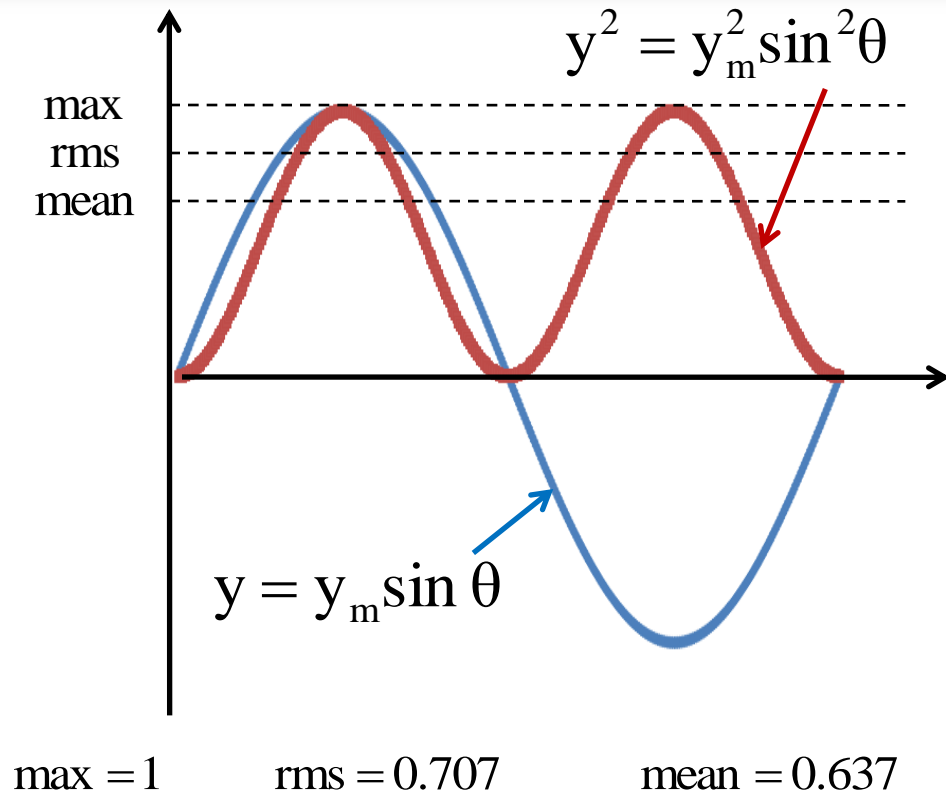
$$y_{\text{rms}} = \frac{y_m}{\sqrt{2}}$$

ค่าเฉลี่ยแบบ RMS ของแรงเคลื่อนไฟฟ้า

$$E_{\text{rms}} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0.707E_m$$

ค่าเฉลี่ยแบบ RMS ของความต่างศักย์ไฟฟ้า

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m$$



ค่าเฉลี่ยแบบ RMS ของกระแสไฟฟ้า

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707I_m$$

ค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ย

ดังนั้น สามารถหาค่าสูงสุด ได้จาก

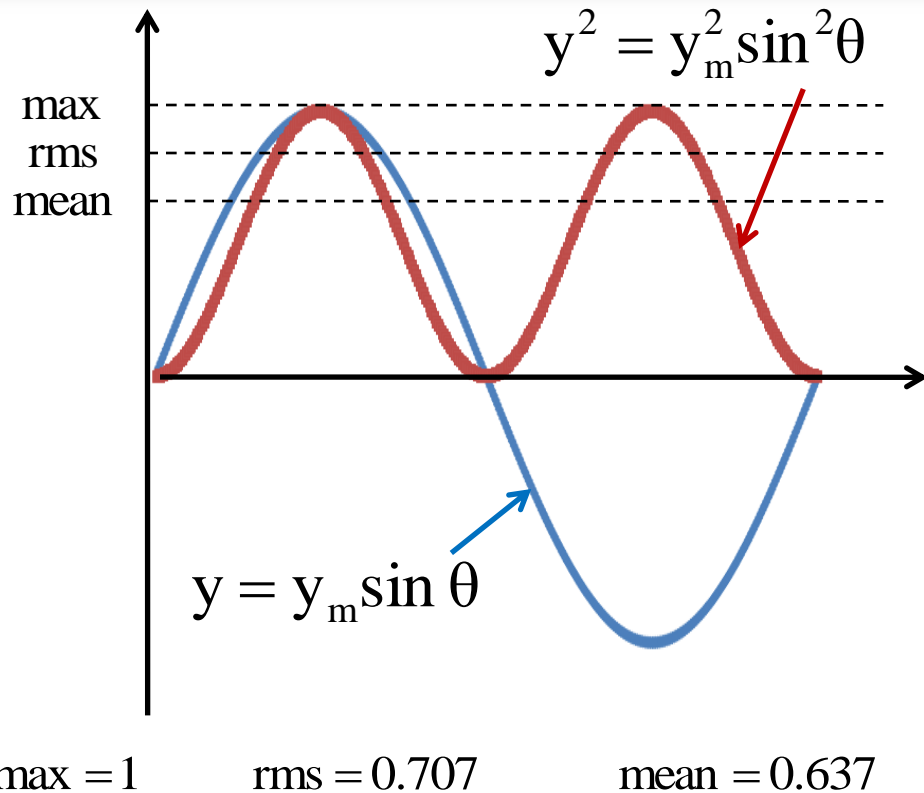
$$y_m = \sqrt{2}y_{\text{rms}}$$

แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุด คือ

$$E_m = \sqrt{2}E_{\text{rms}}$$

ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด คือ

$$V_m = \sqrt{2}V_{\text{rms}}$$

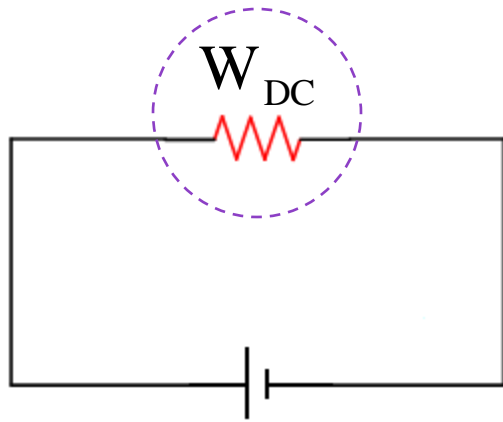


กระแสไฟฟ้าสูงสุด คือ

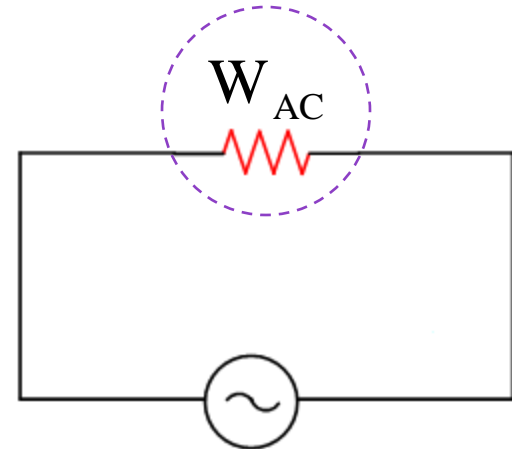
$$I_m = \sqrt{2}I_{\text{rms}}$$

ค่ายังผล (EFFECTIVE VALUE)

ค่ายังผลของกระแส คือ ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยของไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ให้พลังงานได้เท่ากับพลังงานของกระแสตรงที่ผ่านค่าความต้านทานในเวลาเท่ากัน



$$W_{DC} = W_{AC}$$



จาก $W = I^2 R t$ ภายในเวลา T

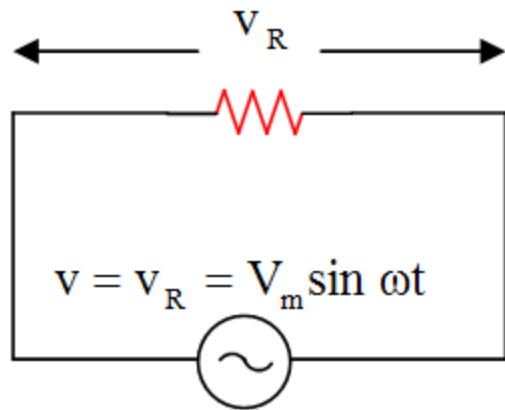
$$I^2 R T = \int_0^T i^2 R dt = \int_0^T I_m^2 R \sin^2 \omega t dt$$

$$I_{\text{effective value}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$$

ค่ายังผลเป็นค่าเดียวกับค่าเฉลี่ยแบบ rms และ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (POWER)

ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ พบว่า ขณะที่มีความต่างศักย์ v คร่อม R แล้ว มีกระแสไฟฟ้า i



กำลังไฟฟ้าคือ $P = iv = i^2 R = \frac{v^2}{R}$

เนื่องจากค่ากระแสไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา **ค่ากำลังไฟฟ้าจึงเป็นค่าเฉลี่ย**

$$P_{av} = (i^2)_{av} R = \frac{(v^2)_{av}}{R}$$

เนื่องจาก $I_{rms}^2 = (i^2)_{av}$ และ $V_{rms} = \sqrt{(v^2)_{av}}$

ดังนั้น **กำลังไฟฟ้า** คือ

$$P = I_{rms}^2 R = \frac{V_{rms}^2}{R} = I_{rms} V_{rms}$$