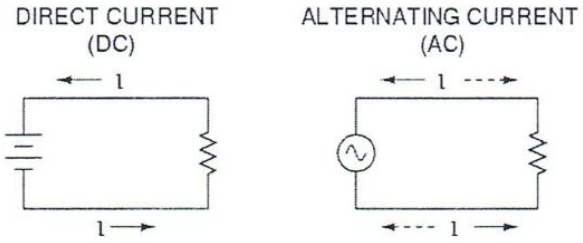
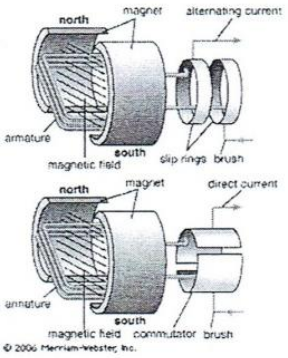
Chapter 4 Alternating current

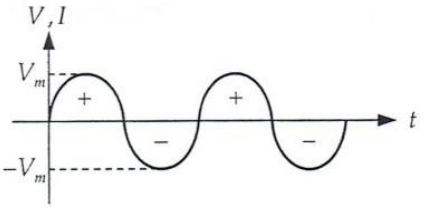
สมการพื้นฐานของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ

① จากความรู้เรื่องแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อหมุนขดลวดตัดกับสนามแม่เหล็กจะได้ไฟฟ้ากระแสสลับออกมาจากขดลวด โดยมีสมการของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นไปตามกฎของ Faraday ดังนี้





$$\left.\begin{aligned} V_t &= V_m \sin \omega t \\ I_t &= I_m \sin \omega t \end{aligned}\right\} \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$



② ค่ายังผล (Effective value), ค่ามิเตอร์ (Meter value), ค่าในวงจร, ค่าเฉลี่ย (ค่า rms)

เนื่องจากไฟฟ้ากระแสสลับมีค่าความต่างศักย์และค่าของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังนั้นการจะนำค่ามาใช้ในการคำนวณจึงต้องใช้ค่าที่เป็นตัวแทนที่เป็นค่าเฉลี่ย เราเรียกว่า **ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสอง (root mean square ; rms)** หรือ **ค่ายังผล** ซึ่งเป็นค่าเดียวกันกับค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์ เราอาจเรียกว่า **ค่ามิเตอร์** ก็ได้ ซึ่งเราจะพบว่า

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 V_m \qquad I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$$

Ex 1 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ค่ากระแสและค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้ากระแสสลับที่เรียกค่ายังผลเป็นค่าเดียวกับค่าที่มิเตอร์อ่านได้

ข. ค่ากระแสสลับที่อ่านได้จากมิเตอร์ หมายถึง ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของกำลังสองของกระแสสลับ

ค. ค่ายังผลของค่าความต่างศักย์ของไฟฟ้าในบ้าน คือ 220 โวลต์

ข้อความที่ถูกต้อง คือ (Ent'40)

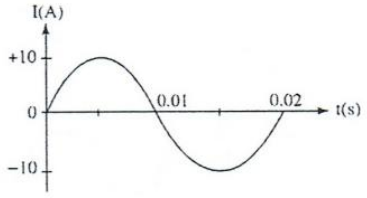
1. ข้อ ก., ข. และ ค. 2. ข้อ ก. และ ค. 3. ข้อ ค. เท่านั้น 4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

Ex 2 ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ของแหล่งกำเนิด E แปรกับเวลา t ใด ๆ ตามความสัมพันธ์ $E = 20\sin 314t$ จงหาค่ายังผล (หรือค่ามิเตอร์) ของความต่างศักย์ และค่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับนี้

$V_{rms} = 10\sqrt{2}$ Volt

$f = 50$ Hz

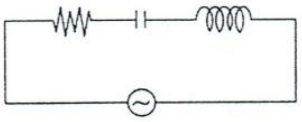
Ex 3 จากกราฟที่กำหนดให้ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับเวลา จงหาความถี่และค่ายังผลของกระแส



$I_{rms} = 5\sqrt{2}$ A

$f = 50$ Hz

Ex 4 แหล่งกำเนิดกระแสสลับในวงจรดังรูป มีอัตราเร็วเชิงมุม (ω) 10^7 เรเดียน / วินาที ถ้าตัวเหนี่ยวนำมีความเหนี่ยวนำ 100 ไมโครเฮนรี จงหาค่าความจุในหน่วยพิโกรัดของตัวเก็บประจุที่ทำให้ความต้านเชิงความจุของตัวเก็บประจุและความต้านเชิงความเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากัน



$L = 100\ \mu H$

$C = ?$

$X_C = X_L$

$\frac{1}{\omega C} = \omega L$

$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(10^7)^2\ 100\times10^{-6}}$

$C = 10^{-10}$ F $= 100 \times 10^{-12}$ F $= 100$ pF #

$\mu - 10^{-6}$ $m - 10^{-3}$
$n - 10^{-9}$ $k - 10^{3}$
$p - 10^{-12}$ $M - 10^{6}$
$G - 10^{9}$

แผนภาพเฟสเซอร์และการต่อความต้านทานในวงจรกระแสสลับ

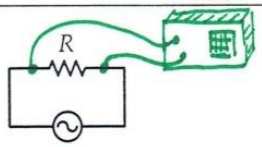
ในการศึกษาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ เราจำเป็นต้องรวมกระแสหรือความต่างศักย์ที่มีเฟสต่างกัน โดยวิธีที่สะดวกในการหาผลลัพธ์เราจะใช้วิธีการของ แผนภาพเฟเซอร์ (phasor diagram) ซึ่งใช้ได้ทั่วไปกับปริมาณที่ขึ้นกับเวลาแบบ sine เราให้คำจำกัดความของแผนภาพเฟเซอร์ ดังนี้

<u>แผนภาพเฟเซอร์</u> คือ แผนภาพระหว่าง I และ V แสดงความสัมพันธ์ของเฟสในเชิงเวกเตอร์ (แผนภาพเวกเตอร์นั่นเอง)

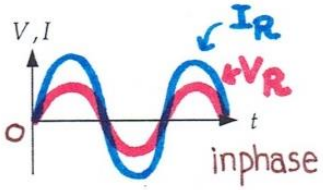
<u>Ex</u> แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้ $V_1 = 3\sin 10t$ อีกแหล่งให้ $V_2 = 4\sin\left(10t + \frac{\pi}{2}\right)$ จงหาผลบวกของความต่างศักย์ของทั้งสองแหล่ง

การต่อความต้านทานในวงจรกระแสสลับ

❶ R = ความต้านทาน (Ohm, Ω)



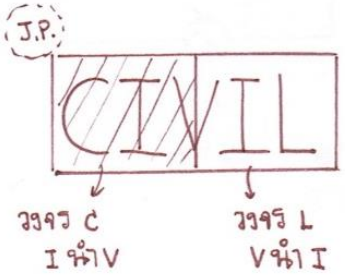
เมื่อต่อปลายของตัวต้านทาน (resistor) กับเครื่องมือออสซิลโลสโคป จะได้กราฟกระแสและความต่างศักย์ดังนี้



จากกราฟจะพบว่า V และ I มีเฟสตรงกัน เมื่อเขียนแผนภาพเฟเซอร์จะได้ดังรูป

Eqn $V_R = V_m \sin \omega t$

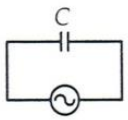
$I_R = I_m \sin \omega t$



กฎโอห์ม

$V_{rms} = I_{rms} R$, $V_m = I_m R$

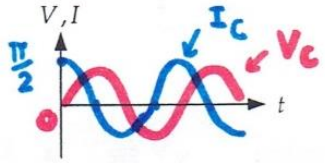
❷ C = ความจุไฟฟ้า (Farad, F)



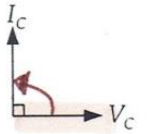
เราจะพบว่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับทำให้ตัวเก็บประจุ (capacitor) ที่มีค่าความจุไฟฟ้า (capacitance, C) มีความต้านเกิดขึ้นเรียกว่า ความต้านทานเชิงความจุ (capacitive reactance, X_C) โดยมีความสัมพันธ์กับความถี่ดังนี้

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$$

เมื่อต่อปลายของตัวเก็บประจุกับเครื่องมือออสซิลโลสโคป จะได้กราฟกระแสและความต่างศักย์ดังนี้



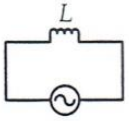
จากกราฟจะพบว่า I มีเฟสนำหน้า V อยู่ 90° หรือ $\frac{\pi}{2}$ เมื่อเขียนแผนภาพเฟเซอร์จะได้ดังรูป



กฎโอห์ม

$V_{rms} = I_{rms} X_C$, $V_m = I_m X_C$

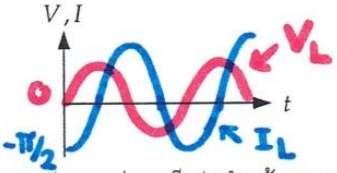
❸ L = ความเหนี่ยวนำ (Henry, H)



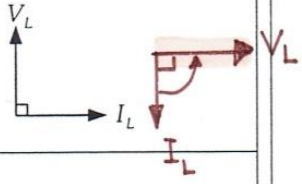
เราจะพบว่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับทำให้ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ที่มีค่าความเหนี่ยวนำ (inductance, L) มีความต้านเกิดขึ้นเรียกว่า ความต้านทานเชิงเหนี่ยวนำ (inductive reactance, X_L) โดยมีความสัมพันธ์กับความถี่ดังนี้

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

เมื่อต่อปลายของตัวเหนี่ยวนำ กับเครื่องมือออสซิลโลสโคป จะได้กราฟกระแสและความต่างศักย์ดังนี้



จากกราฟจะพบว่า V มีเฟสนำหน้า I อยู่ 90° หรือ $\frac{\pi}{2}$ เมื่อเขียนแผนภาพเฟเซอร์จะได้ดังรูป

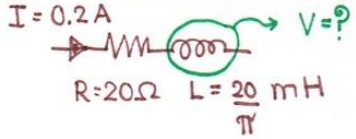


กฎโอห์ม

$V_{rms} = I_{rms} X_L$, $V_m = I_m X_L$

เฟสต่างกัน คือ V ↑ I ↓ ($\pi/2$)

Ex 5 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิรตซ์ ประกอบด้วยตัวต้านทาน 20 โอห์ม และตัวเหนี่ยวนำ $\frac{20}{\pi}$ มิลลิเฮนรี มีกระแสผ่าน 0.2 แอมแปร์ ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวเหนี่ยวนำจะมีค่ากี่โวลต์



$V_L = I_L X_L$

$= I_L \omega L$

$= I_L (2\pi f) L$

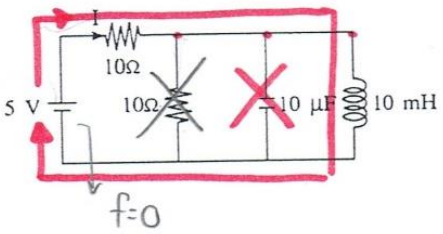
$V_L = 0.2 (2\pi \times 50) \frac{20}{\pi} \times 10^{-3}$

$= 0.4$ V #

$X_C \quad X_L \quad R$
$= \frac{1}{\omega C} \quad = \omega L$

Ex 6 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I ในวงจรไฟฟ้าต่อไปนี้

1. 0.25 A
2. 0.50 A
3. 0.75 A
4. 1.00 A



$f=0$

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{0} = \infty\ \Omega$

$X_L = \omega L = 0$

$I = \frac{E}{R+r} = \frac{5}{10} = 0.5\ A$

การวิเคราะห์การคำนวณวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

- อนุกรม
- ขนาน
- ผสม

หลัก 1. เขียน Phasor diagram มี 2 ขั้นตอนย่อย (I,V)

1.1 เขียนเฟสอ้างอิง (เฟสคงที่) เท่ากัน 1.2 เขียนเฟสที่เหลือ

2. หาเฟสลัพธ์โดยคำนวณแบบเวกเตอร์ลัพธ์ : วงจรอนุกรม → หา $V_{ลัพธ์}$

วงจรขนาน → หา $I_{ลัพธ์}$

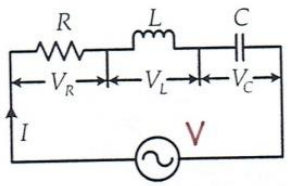
3. หาค่า Z (ความต้านทานเชิงซ้อน, Impedance) หรือ เรียกง่ายๆว่า ความต้านทานรวมของวงจร

4. หาค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor, $\cos\phi$) ซึ่งเป็นตัวเลขบ่งบอกการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในวงจรกระแสสลับ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และค่ามุม ϕ เป็นมุมระหว่างเฟส $V_{รวม}$ และ $I_{รวม}$

การต่อวงจรและการวิเคราะห์

(LRC หนีงหลง)

3.1 การต่อ RLC แบบอนุกรม

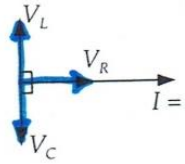


▶ $I_R = I_L = I_C$

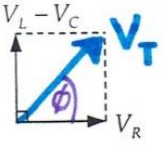
▶ $V_R \neq V_L \neq V_C$

$V \neq V_R + V_L + V_C$

1. phasor :



2.



$$V_{ลัพธ์} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

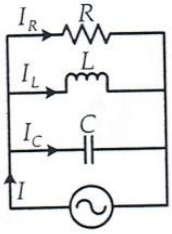
$IZ = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2}$

3. $$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

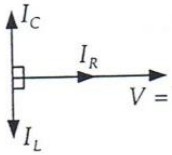
4. $$\cos\phi = \frac{R}{Z}$$ → PF

$\cos\phi = \frac{V_R}{V_T} = \frac{IR}{IZ}$

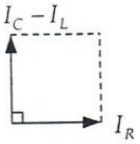
3.2 การต่อ RLC แบบขนาน



1. phasor :



2.

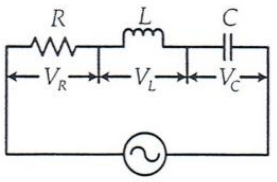


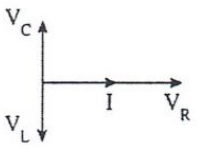
$$I_{รวม} = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

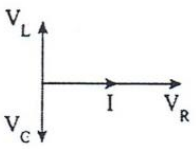
3. $$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2}$$

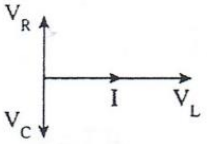
4. $$\cos\phi = \frac{Z}{R}$$

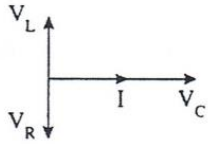
Ex 7 ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ RLC ที่ต่อแบบอนุกรมดังรูป แผนภาพเฟเซอร์ของกระแสไฟฟ้า I และความต่างศักย์ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรเป็นดังต่อไปนี้



1. 

2. 

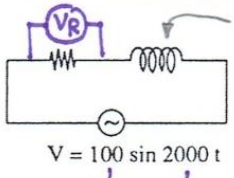
3. 

4. 

"ไม่มี คต.ท.ใด เอา Vector Volt ออก"

Ex 8 เมื่อนำตัวต้านทานและขดลวดเหนี่ยวนำอย่างละ 1 ตัวมาต่ออนุกรมกัน และต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความต่างศักย์เปลี่ยนแปลงตามเวลา $V = 100\sin(2000t)$ โวลต์ เมื่อนำโวลต์มิเตอร์มาวัดความต่างศักย์คร่อมขดลวดเหนี่ยวนำ อ่านค่าได้ 10 โวลต์ อยากทราบว่าถ้านำไปวัดคร่อมตัวต้านทานจะอ่านได้กี่โวลต์ (Ent'40)

1. 10 V
2. 30 V
3. 70 V
4. 90 V



V_m ω

$V_L = 10$ V

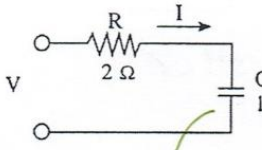
V_{rms}

$V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$

$\frac{100}{\sqrt{2}} = \sqrt{V_R^2 + 10^2}$

$5000 = V_R^2 + 100 \rightarrow V_R = 70$ V #

Ex 9 จากรูปวงจรต่อไปนี้ กำหนดให้ $V = 2\sin 500t$ จงหาความต่างเฟสระหว่างกระแสไฟฟ้ารวม I กับความต่างศักย์ไฟฟ้ารวม V



$V_m = 2$V $\quad \omega = 500$ rad/s

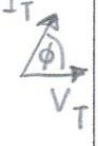
$\cos\phi = \frac{R}{Z}$

$= \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$

$= \frac{2}{\sqrt{2^2 + 2^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

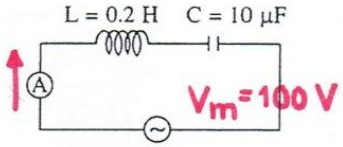
$\therefore \phi = 45^\circ$ #

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{500 \times 1000 \times 10^{-6}} = 2\ \Omega$



Ex 10 ขดลวดเหนี่ยวนำ 0.2 เฮนรี และตัวเก็บประจุ 10 ไมโครฟารัด ต่ออนุกรมกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ให้ความต่างศักย์สูงสุด 100 โวลต์ และความถี่เชิงมุม ω = 1,000 เรเดียน/วินาที จงหากระแสที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ (Ent'38)

1. 1 A
2. $\frac{1}{3}$ A
3. $\sqrt{2}$ A
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}$ A



$X_L = \omega L = 200\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{1000(10 \times 10^{-6})}$

$= 100\ \Omega$

I_{rms}

$V = IZ$

$V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$\frac{100}{\sqrt{2}} = I\sqrt{(200 - 100)^2}$

$I = \frac{1}{\sqrt{2}}$ A #

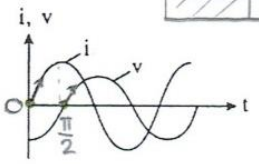
Note นอก V กม I } $V = IZ$
นอก I กม V

Ex 11 ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับตามรูป (ก) มีกระแสที่ผ่านและความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองสัมพันธ์กันตามรูป (ข) จงวิเคราะห์ ว่าส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้านี้คืออะไร (Ent'41)

CIVIL

1. ตัวเก็บประจุ
2. ขดลวดเหนี่ยวนำ
3. ตัวต้านทาน
4. เป็นวงจรผสมของขดลวดเหนี่ยวนำและตัวต้านทาน

(ก)



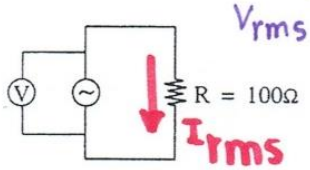
(ข)

i นำ V อยู่ $\frac{\pi}{2}$

Ex 12 ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูป ถ้าโวลต์มิเตอร์ V อ่านค่าความต่างศักย์ได้ 200 โวลต์ จงหากระแสสูงสุดที่ผ่านความต้านทาน R

V_{rms} $I_{max}=?$

1. 0.70 A
2. 1.41 A
3. 2.0 A
4. 4.8 A
5. 2.8 A



$V_{rms} \leftarrow V = IR$

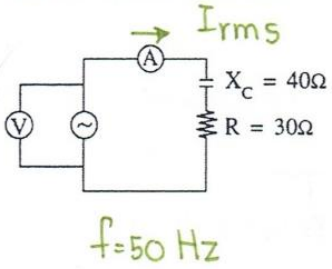
$200 = I_{rms}(100) \rightarrow 2 = I_{rms}$

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

$\therefore I_m = 2.8$ A

Ex 13 ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิรตซ์ ดังรูป ถ้าโวลต์มิเตอร์ V อ่านค่าความต่างศักย์ได้ 200 โวลต์ แอมมิเตอร์ A จะอ่านค่ากระแสได้กี่แอมแปร์

$V_{rms} = 200$ V



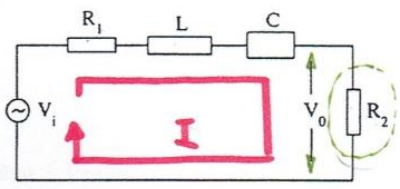
$V = IZ$

$V = I\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$

$200 = I\sqrt{30^2+40^2}$

$I = 4$ A #

Ex 14 จากรูป แสดงวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จงหาอัตราส่วนของ V_0/V_i เมื่อแหล่งจ่ายกระแสสลับมีความถี่เชิงมุม ω (Ent Mar'43)



(R_1+R_2)

$\frac{V_0}{V_i} = \frac{IR_2}{IZ}$

$= \frac{R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+(X_L-X_C)^2}}$ ($X_L \to \omega L$, $X_C \to \frac{1}{\omega C}$)

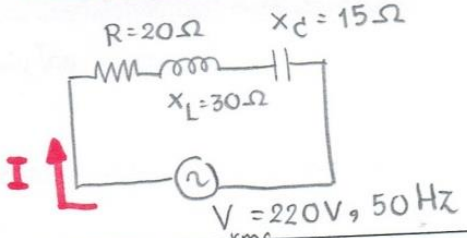
$= \frac{R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+\left[\frac{\omega^2LC-1}{\omega C}\right]^2}}$

1. $\frac{R_2}{\sqrt{R_1^2+\left[\frac{\omega^2LC-1}{\omega C}\right]^2}}$ ×
2. $\frac{R_2}{\sqrt{R_1^2+\left[\frac{\omega^2LC-1}{\omega L}\right]^2}}$ ×
3. $\frac{R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+\left[\frac{\omega^2LC-1}{\omega C}\right]^2}}$
4. $\frac{R_2}{\sqrt{(R_1+R_2)^2+\left[\frac{\omega^2LC-1}{\omega L}\right]^2}}$

- R_T & L_T คิดเหมือนกัน
- C_T คิดตรงข้าม R_T

Ex 15 ถ้าวงจร ประกอบด้วยตัวต้านทานขนาด 20 โอห์ม ขดลวดเหนี่ยวนำที่มีค่าความต้านทานเชิงเหนี่ยวนำ 30 โอห์ม และตัวเก็บประจุที่มีค่าความต้านทานเชิงประจุ 15 โอห์ม ต่อกับอย่างอนุกรม และต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ จงหากระแสในวงจร (Ent Oct'42)

1. 2.2 A
2. 4.4 A
3. 6.6 A
4. 8.8 A



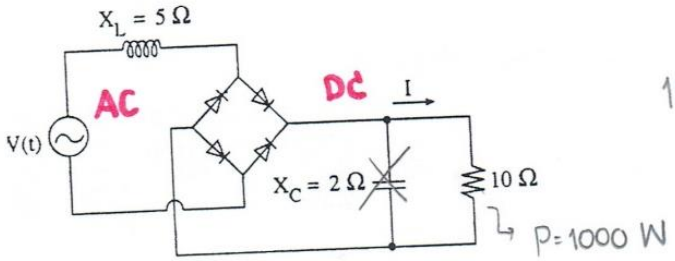
$V = IZ$

$V = I\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$

$220 = I\sqrt{20^2+(30-15)^2}$

$I = 8.8$ A #

Ex 16 วงจรดังรูปให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าขาเข้าของวงจรเปลี่ยนกระแสสลับเป็นกระแสตรง 1000 W จงหากระแส I



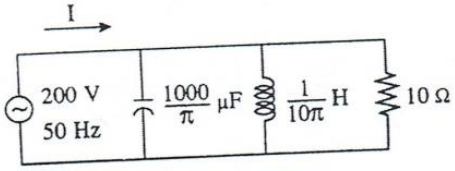
$P = I^2R$

$1000 = I^2(10)$

$I = 10$ A #

1. 10 A
2. 12 A
3. 11 A
4. 13 A

Ex 17 จากวงจร ถ้าถอดตัวเก็บประจุออกจากวงจร จะมีผลต่อกระแส I อย่างไร



1. ขนาดของ I เท่าเดิม แต่เฟสของกระแสตามเฟสของแรงดัน
2. ขนาดของ I มากขึ้น แต่เฟสของกระแสนำเฟสของแรงดัน
3. ขนาดของ I มากขึ้น แต่เฟสของกระแสตามเฟสของแรงดัน
4. ขนาดของ I น้อยลง แต่เฟสของกระแสตามเฟสของแรงดัน

Ex 18 จงบอกวัตถุประสงค์ของการต่อตัวเก็บประจุขนานกับวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. เพื่อให้หลอดเปล่งแสงมากขึ้นโดยใช้กำลังไฟฟ้าเท่าเดิม
2. เพื่อลดการกระพริบของหลอด
3. เพื่อลดกระแสรวม แต่หลอดเปล่งแสงเท่าเดิม
4. เพื่อเพิ่มกระแสรวม และหลอดเปล่งแสงมากขึ้น

กำลังเฉลี่ยในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ในวงจรกระแสสลับมักจะมีตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุต่ออยู่กับตัวต้านทานไฟฟ้า ทำให้ความต่างศักย์รวมและกระแสไฟฟ้ารวมมีเฟสต่างกัน และกำลังไฟฟ้าในสายส่งพลังงานจะเปลี่ยนแปลงตามค่าเวลาที่เปลี่ยนไป ดังนั้นการคิดกำลังไฟฟ้าในวงจรกระแสสลับจึงคิดเป็นค่าเฉลี่ย โดย

"กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของวงจรจะมีค่าเท่ากับผลคูณของค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในเฟสเดียวกัน"

❶ $\bar{P} = I_{rms} V_{rms} \cos\phi$ เมื่อ I_{rms} = ค่ากระแสรวมในวงจร, V_{rms} = ค่าความต่างศักย์รวมในวงจร

$\cos\phi$ = ตัวประกอบกำลัง (PF) { อนุกรม = R/Z, ขนาน = Z/R }

มักใช้กับไดาย์ที่มีแผนภาพ phasor

❷ จากการวิเคราะห์การหาค่ากำลังพบว่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าจะสูญเสียเฉพาะในตัวต้านทานเท่านั้นเราจึงได้สมการการหาค่ากำลังใหม่ที่พิจารณาเฉพาะที่ตัวต้านทาน ดังนี้

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

V_{rms} = ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน

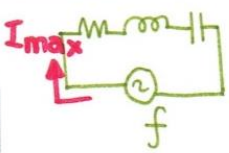
$\bar{P} = IV\cos 90°$

$\bar{P}_C = \bar{P}_L = 0$ watt

☯ การสั่นพ้องทางไฟฟ้า (Resonance) เป็นปรากฏการณ์เมื่อเราปรับค่าความถี่ (f) ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจนทำให้ค่า $X_C = X_L$ ซึ่งจะส่งผลลัพธ์ 2 ประการดังนี้

1. ทำให้เกิด I_{max} ในวงจรอนุกรม
2. ทำให้เกิด I_{min} ในวงจรขนาน

➡ ต้องใช้ $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$



★ วงจรจูน $C_1 L_1 = C_2 L_2$

$X_C = X_L$

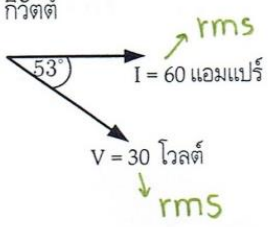
$\frac{1}{\omega C} = \omega L$

$\omega^2 = \frac{1}{CL}$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$

$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{CL}}$

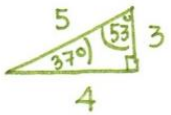
Ex 19 จากแผนภาพเฟเซอร์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับเป็นดังรูปกำลังเฉลี่ย $\bar{P}$ ของวงจรนี้มีค่ากี่วัตต์



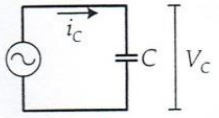
$\bar{P} = I_{rms} V_{rms} \cos\phi$

$= 60(30)\cos 53°$ ($\cos 53° = \frac{3}{5}$)

$= 1080$ W #



Ex 20 จากรูปวงจรไฟฟ้า กำหนดให้ $V_c = V_m \sin\omega t$ โวลต์ และค่าสูงสุดของ i_c คือ I_m แอมแปร์ ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของวงจรเท่ากับกี่วัตต์



มีแต่ C

$\bar{P} = 0$ W #

➡ $\bar{P} = 0$ W

Ex 21 แรงดันไฟฟ้า $e = 100\sin\theta$ โวลต์กระแสไฟฟ้า $I = 10\sin(\theta - 60^\circ)$ แอมแปร์ กำลังไฟฟ้า P เท่ากับผลคูณของ e และ I กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะมีค่าเท่าใด

1. 750 วัตต์
2. 1000 วัตต์
3. 500 วัตต์
4. 250 วัตต์

$P = IV\cos\theta$

$P_m = I_m V_m \cos\theta$

$= 10(100)\cos 60^\circ = 500$ W #

Ex 22 ขดลวดเหนี่ยวนำ 0.03 เฮนรี และตัวต้านทาน 40 โอห์ม ต่ออนุกรมกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสของวงจร (i) เปลี่ยนแปลงตามเวลา (t) ดังสมการ $i = 5\sin(1{,}000t)$ แอมแปร์ จงหากำลังเฉลี่ยของวงจร และความต่างศักย์สูงสุดของวงจรเป็นดังข้อใด (Ent'39)

1. 500 W, 250 V
2. 875 W, 350 V
3. 1,000 W, 250 V
4. 1,250 V, 250 V

$i = 5\sin(1000t)$

$\hookrightarrow I_m = 5$

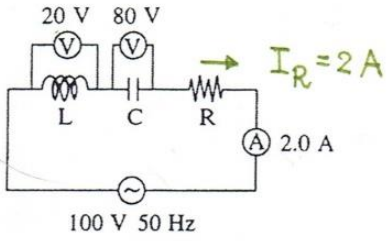
$P_R = I^2R = \left(\frac{5}{\sqrt{2}}\right)^2 40 = 500$ W #

$X_L = \omega L = 1000(0.03) = 30\ \Omega$

$V_m = I_m Z = 5\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$= 5\sqrt{40^2 + 30^2} = 250$ V #

Ex 23 พิจารณาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับดังรูป มิเตอร์ทั้งหมดเป็นมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับแสดงค่าความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรที่มีค่ากี่วัตต์



$I_R = 2$ A

$V_T = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$

$100^2 = V_R^2 + (20 - 80)^2$

$V_R = 80$ V

$\bar{P} = I^2R$ (rms) $= \frac{V^2}{R}$

$= I_R V_R$ (คิดที่ R) ✓

$= 2(80)$

$= 160$ W #

Memo ...