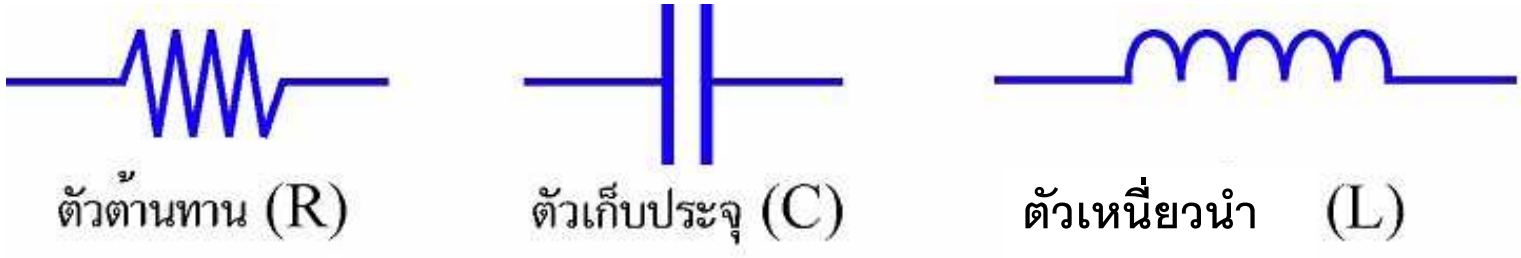


บทที่ 5

พารามิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

พารามิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

- ความต้านทาน หรือเรียกว่า รีซิสแตนซ์ (Resistance) หมายถึง ค่าความต้านทานของโหลดหรือภาระทางไฟฟ้า ทำหน้าที่ต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า เช่นเดียวกับความต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ใช้สัญลักษณ์ R มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)
- ความนำไฟฟ้า หรือเรียกว่า คอนดักแตนซ์ (Conductance) หมายถึง ความสามารถของวงจรที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไปได้ มีค่าเท่ากับส่วนกลับของความต้านทาน ใช้สัญลักษณ์ G มีหน่วยเป็นซีเมนส์ (S)

$$G = \frac{1}{R}$$

พารามิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

- อิมพีแดนซ์ (Impedance) หมายถึง ค่าความต้านทานรวม (Total Resistance) ของโหลด หรือภาระทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแสฟฟ้า เนื่องจากองค์ประกอบ (Element) ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจะประกอบด้วยปริมาณเชิงซ้อน (R+jX) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความถี่ (f) และมุมเฟสของวงจร (Phase Angle) อิมพีแดนซ์ใช้สัญลักษณ์ตัว Z หน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

$$Z = \frac{V}{I}$$

พารามิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

- โหลดหรือภาระทางไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้
- 1.รีซีสตีฟโหลด (Resistive Load) ได้แก่ โหลดที่เป็นตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว
- 2.อินดักตีฟโหลด (Inductive Load) ได้แก่โหลดจำพวกตัวเหนี่ยวนำ (Inductive : L)มีหน่วยวัดเรียกว่า เฮนรี่ (H) เมื่อต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจะมีค่าอิมพีแดนซ์ที่เรียกชื่อเฉพาะว่า อินดักตีฟรีแอกแตนซ์ (Inductive Reactance : X_L)
- 3.คาปาซิตีฟโหลด (Capacitive Load) ได้แก่โหลดจำพวกตัวเก็บประจุ หรือที่นิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คาปาซิเตอร์ (Capacitor : C) มีหน่วยวัดเรียกว่า ฟารัด (F) เมื่อต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจะมีค่าอิมพีแดนซ์ที่เรียกชื่อเฉพาะว่า คาปาซิตีฟรีแอกแตนซ์ (Capacitive Reactance : X_C)

พารามิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

- แอดมิตแดนซ์ (Admittance) หรือความนำเชิงซ้อน หมายถึง ความสามารถในการยินยอมให้กระแสไหลผ่าน ใช้สัญลักษณ์ตัว Y มีหน่วยเรียกว่า ซีเมนส์ (S)
- รีแอกแตนซ์ (Reactance) ใช้สัญลักษณ์ X มีหน่วยเรียกว่า โอห์ม (Ω) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
  - 1.อินดักตีฟรีแอกแตนซ์ (Inductive Reactance) ใช้สัญลักษณ์ X_L เป็นความต้านทานจินตภาพที่เกิดจากการเหนี่ยวนำในขดลวดหรือคอยล์ (Coil) โดยจะทำให้กระแสล้าหลังแรงดันเป็นมุม 90 องศา (I lag V)
  - ดังนั้น $X_L = \omega L = 2\pi fL$ หน่วยเป็นโอห์ม (Ω)
  - 2.คาปาซิตีฟรีแอกแตนซ์ (Capacitive Reactance) ใช้สัญลักษณ์ X_C เป็นความต้านทานจินตภาพที่เกิดจากการเก็บประจุของตัวเก็บประจุ
  - ดังนั้น $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ หน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

พารามิเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

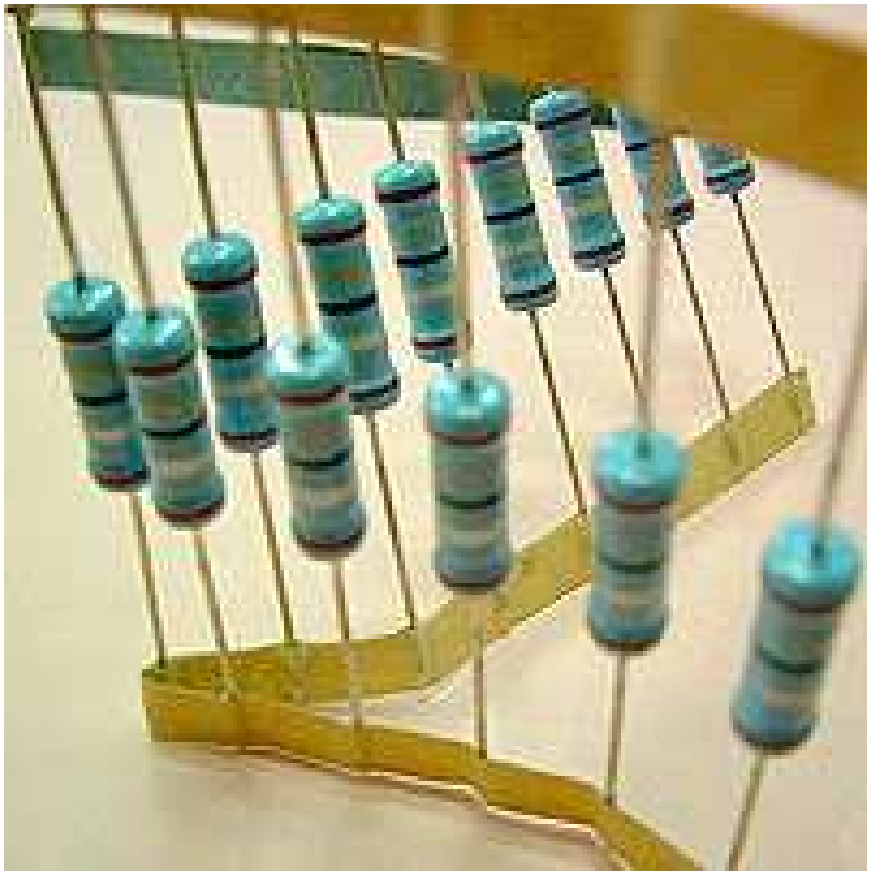
- ซัซเซพแตนซ์ (Susceptance) เรียกว่า ความนำจินตภาพ มีคุณสมบัติในการเก็บพลังงานไว้ในรูปสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ตัว B มีหน่วยเป็นซีเมนส์ (S) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
  - 1.อินดักตีฟซัซเซพแตนซ์ ใช้สัญลักษณ์ B_L เป็นความนำที่เกิดจากการเหนี่ยวนำในขดลวดหรือคอยล์ (Coil)

$$B_L = \frac{1}{X_L}$$

  - 2.คาปาซิตีฟซัซเซพแตนซ์ ใช้สัญลักษณ์ B_C เป็นความนำที่เกิดจากการเก็บประจุของตัวเก็บประจุหรือคาปาซิเตอร์

$$B_C = \frac{1}{X_C}$$

วงจรตัวต้านทาน (R)



คุณลักษณะของวงจรที่มีตัวต้านทาน (R) เพียงอย่างเดียว

- 1.กระแสกับแรงดันจะเกิด**อินเฟสกัน** ซึ่งจะทำให้มุมเฟสของวงจรที่ได้มีค่าเท่ากับศูนย์ (θ=0)
- 2. ค่าอิมพีแดนซ์จะเท่ากับค่าความต้านทาน (Z=R)
- 3.แอดมิตแตนซ์ของวงจรมีค่าเท่ากับความนำ (Y=G)
- 4.กำลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจร ถือว่าเป็นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

$$\text{average power} = P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

- 5.สมการแรงดันไฟฟ้าชั่วและกระแสไฟฟ้าชั่วขณะ

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

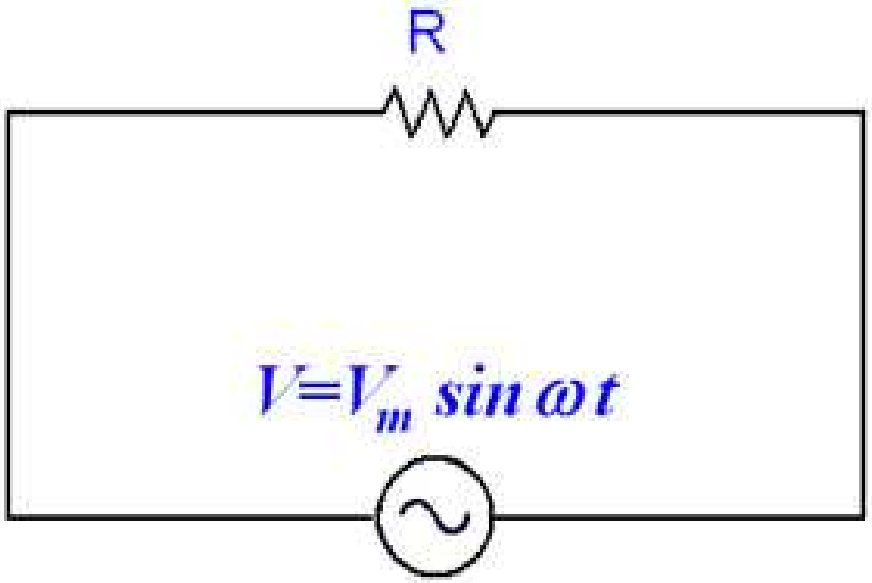
$$i = I_m \sin \omega t$$

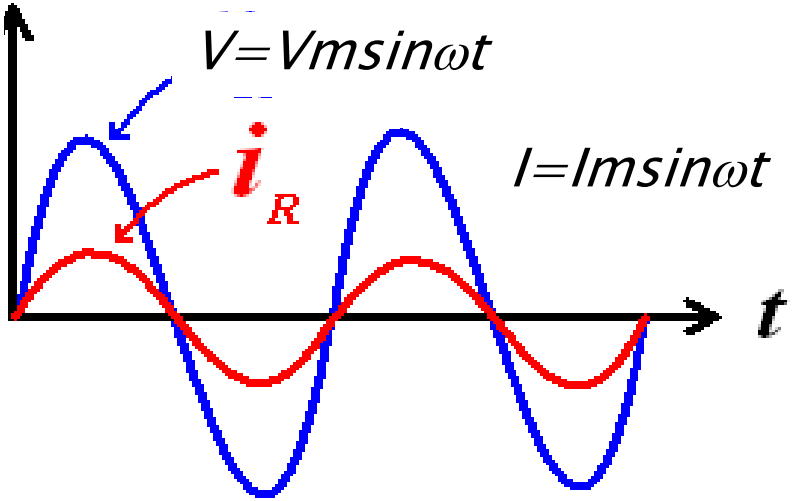
- 6.สมการเฟสเซอร์ $V_R = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \angle \theta^\circ$

$$i = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \angle \theta^\circ$$

ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (R)

- ตัวต้านทาน (Resistor) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานก็จะทำให้เกิดค่าความต้านทาน(Resistance)ที่ตัวต้านทานขึ้น





ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (R) (ต่อ)

สมการชั่วขณะ	สมการเฟสเซอร์
$i = I_m \sin(\omega t + 0°)$	$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \angle 0°$
$V_R = V_m \sin(\omega t + 0°)$	$V_R = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \angle 0°$

ความต้านทานของตัวต้านทาน ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับหาค่าได้จาก

$$R = \frac{V_R}{I} \qquad = \frac{V_R \angle 0°}{I \angle 0°} \qquad = R \angle 0°$$

ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (R) (ต่อ)

- ดังนั้น $P = V_R I$

$$= (V_m \sin \omega t)(I_m \sin \omega t)$$

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (Average Power)

$$P = P_m = \frac{V_m I_m}{2} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

- เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor)

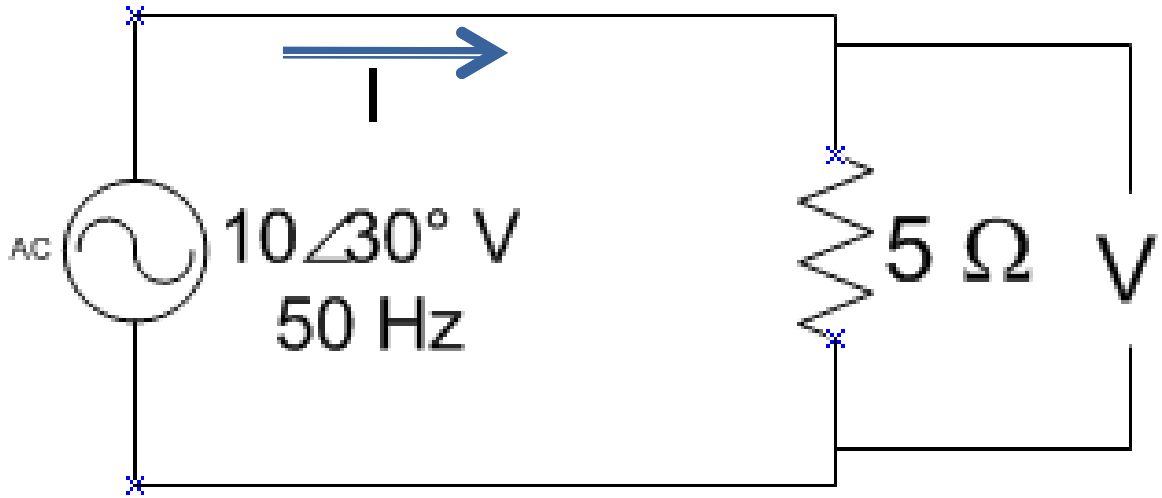
$$pf = \cos\theta = \frac{R}{Z}$$

- เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าร่วมเฟสกับกระแสไฟฟ้า มุม θ=0° ดังนั้น

$$pf = \cos 0° = 1$$

ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (R) (ต่อ)

- ตัวอย่าง1 วงจรประกอบด้วยตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว จงหาค่า
  - ก.กระแสที่ไหลในวงจร (I)
  - ข.แรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทาน (V)
  - ค.กำลังไฟฟ้าของวงจร (P)
  - ง.เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่าง1 (ต่อ)

- ก.กระแสที่ไหลในวงจร (I)

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10\angle 30°V}{5\angle 0°\Omega} = 2\angle 30°$$

- ข.แรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทาน (V)

$$V = IR = 2\angle 30°A \times 5\angle 0°\Omega = 10\angle 30°$$

- ค.กำลังไฟฟ้าของวงจร (P)

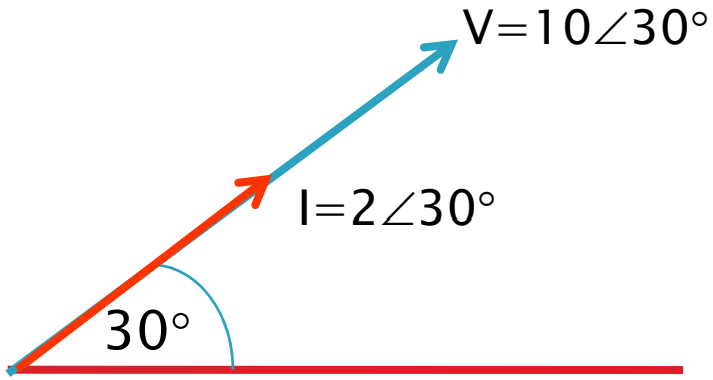
$$P = VI = 10V \times 2A = 20W$$

$$= I^2R = (2A)^2 \times 5\Omega = 20W$$

$$= \frac{V^2}{R} = \frac{(10V)^2}{5\Omega} = 20W$$

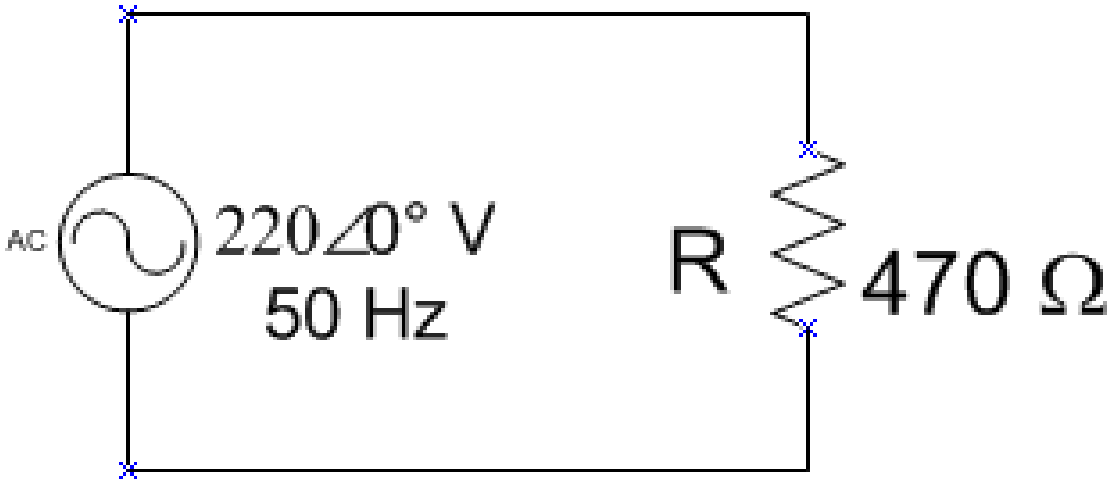
ตัวอย่าง1 (ต่อ)

- ง.เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (R) (ต่อ)

- ตัวอย่างที่ 2 วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว
  - จงเขียนสมการขั่วขณะของแรงดัน e(t) และกระแสชั่วขณะ i(t)
  - จงเขียนรูปคลื่นของแรงดันและรูปคลื่นกระแส
  - เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่างที่ 2

- จงเขียนสมการชั่วขณะของแรงดัน e(t) และกระแสชั่วขณะ i(t)

จาก

$$Vrms = \frac{Vm}{\sqrt{2}} = 0.707\,Vm$$

$$\therefore Vm = \sqrt{2} \times V = \sqrt{2} \times 220\,V = 311 \angle 0°V$$

$$\mathrm{Im} = \frac{Vm}{R} = \frac{311V}{470\,\Omega} = 0.66\,A$$

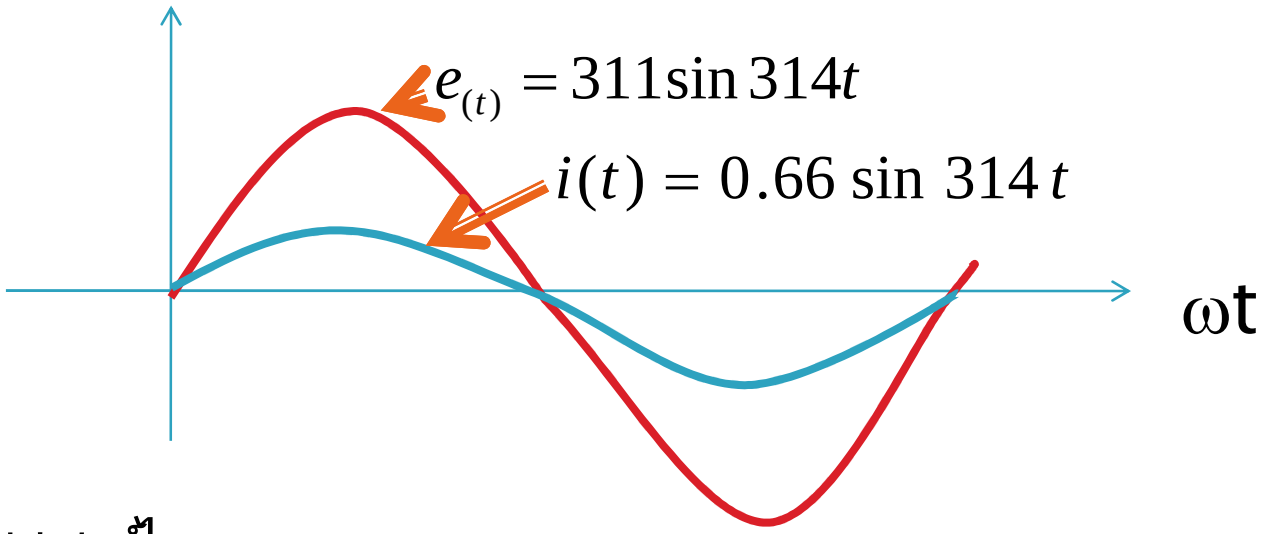
$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50\,Hz = 314$$

$$e_{(t)} = 311 \sin 314\,t$$

$$i(t) = 0.66 \sin 314\,t$$

ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

- จงเขียนรูปคลื่นของแรงดันและรูปคลื่นกระแส



- เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม