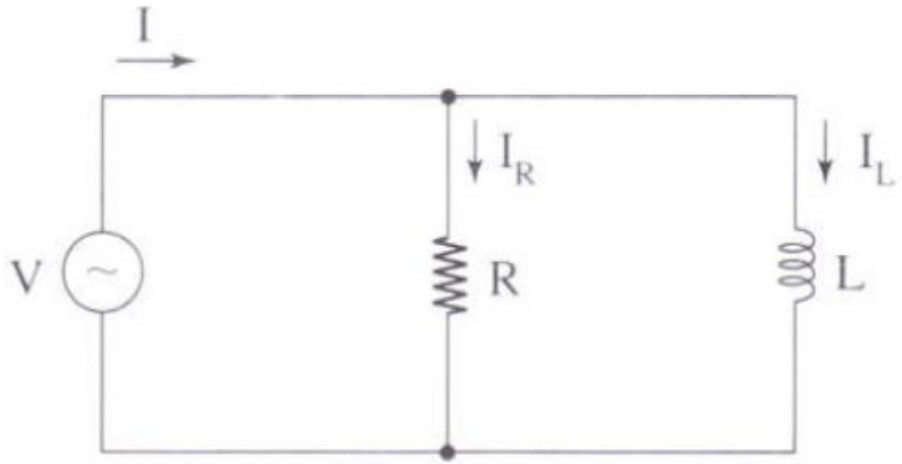
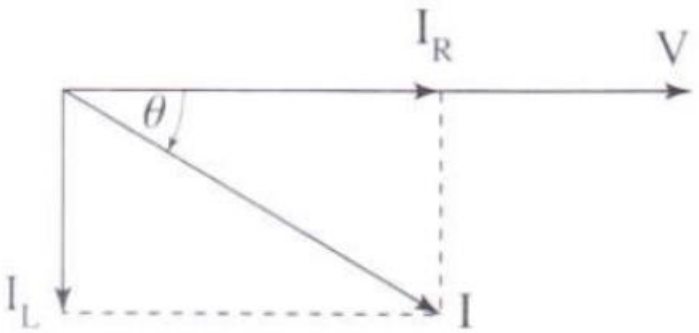
วงจร RLC ขนาน

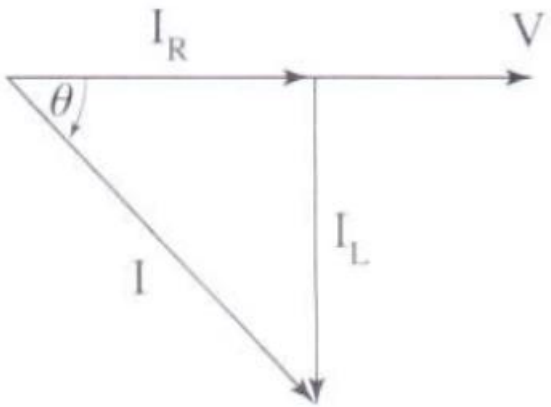
1. วงจร RL ขนาน



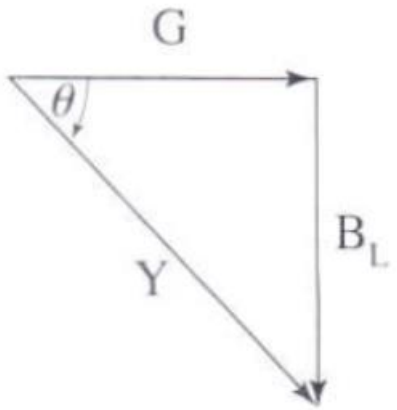
ก. วงจร



ข. เฟสเซอร์ไดอะแกรม



ค. ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า



ง. ความสัมพันธ์ของ G, B_L, Y

คุณลักษณะของวงจร RL ขนาน คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน I_R จะร่วมเฟสกับแรงดันไฟฟ้า V สำหรับกระแสไฟฟ้า I_L จะล้าหลังแรงดันไฟฟ้า V เป็นมุม 90 องศา การเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมจะใช้แรงดันไฟฟ้า V เป็นแกนอ้างอิง เพราะเป็นวงจรขนาน ค่าแรงดันไฟฟ้าจะเท่ากันตลอด

$$I = I_R^2 + I_L^2$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

สามารถหาค่าแอดมิตแตนซ์ (Y) ด้วยการแทนด้วยกฎของโอห์ม

$$\left(\frac{V}{Z}\right)^2 = \left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L}\right)^2$$

$$\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2$$

$$Y^2 = G^2 + B_L^2$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2}$$

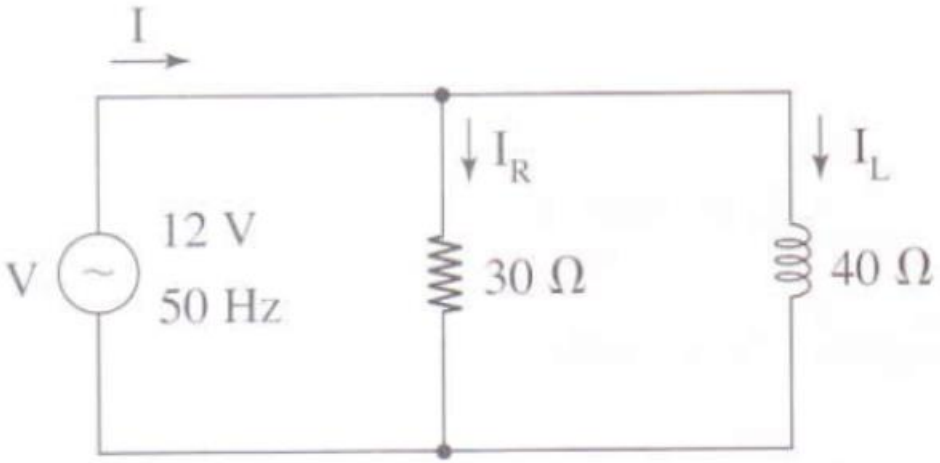
เมื่อ $$Y = \frac{1}{Z}$$

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

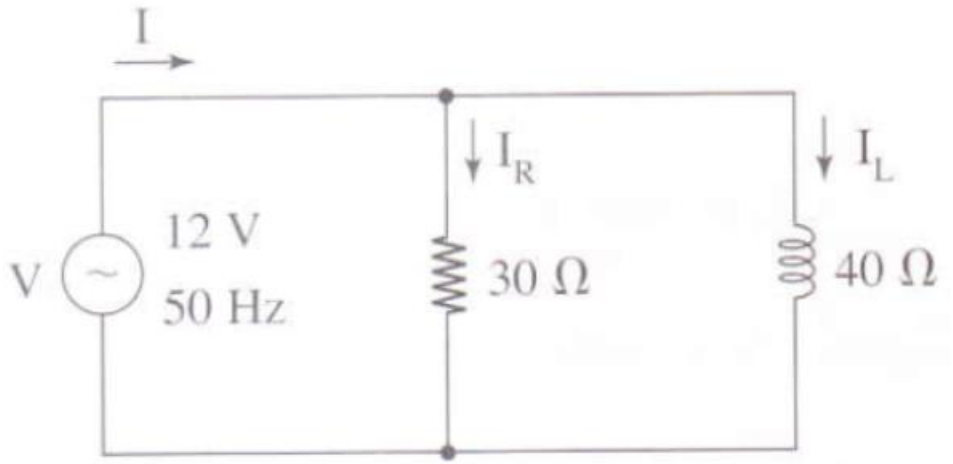
$$B_L = \frac{1}{X_L}$$

$$pf = \cos\theta = \frac{I_R}{I} = \frac{G}{Y}$$

ตัวอย่างที่ 5.1 วงจร RL ขนาน ดังรูป จงคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)
2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)

$$I_R = \frac{V}{R}$$

$$I_L = \frac{V}{X_L}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)

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

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_L^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2}$$

3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)

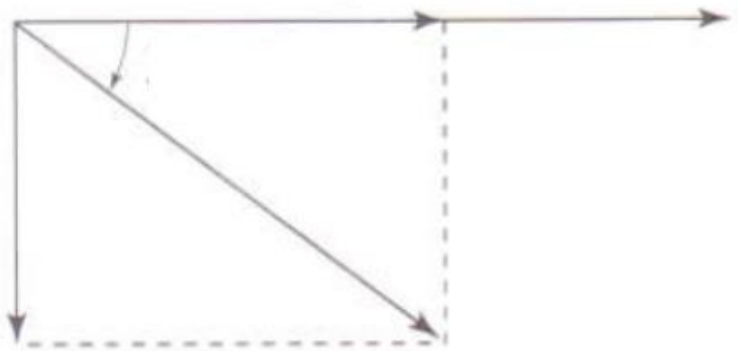
$$pf = \frac{I_R}{I} \qquad PT = VI \cos \theta$$

$$pf = \frac{G}{Y} = \frac{Z}{R} \qquad PT = I_R^2 R$$

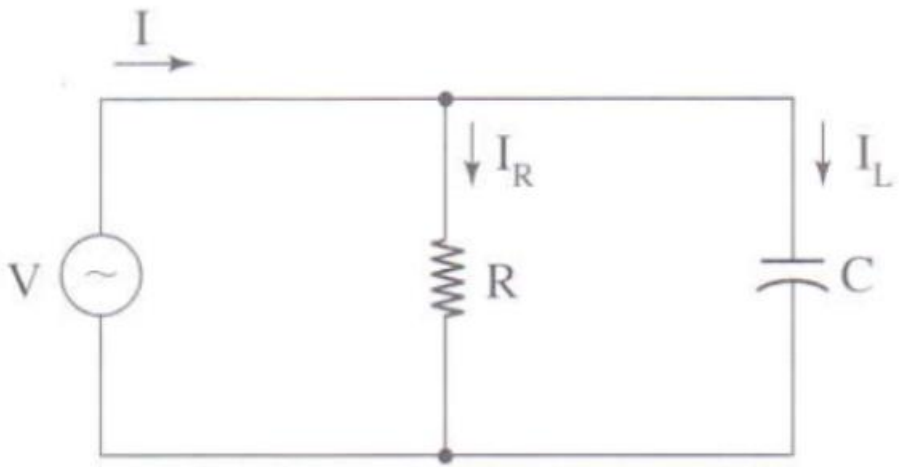
$$pf = \cos \theta$$

มุม θ =

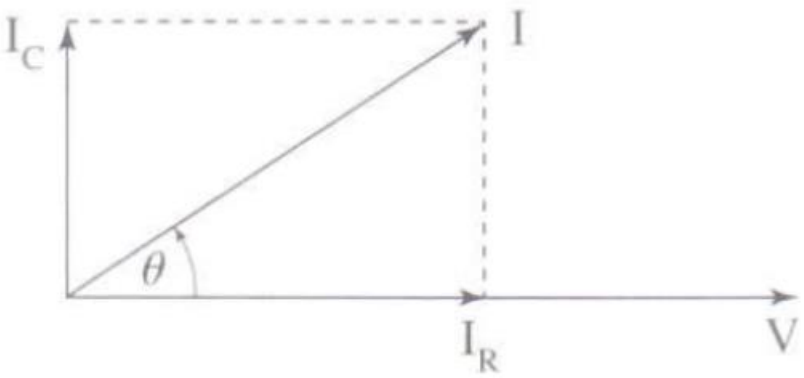
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



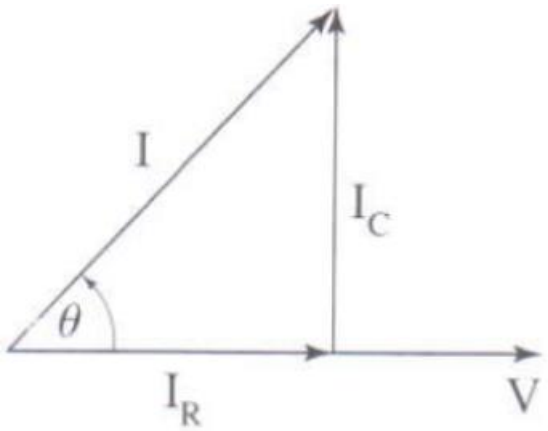
2. วงจร RC ขนาน



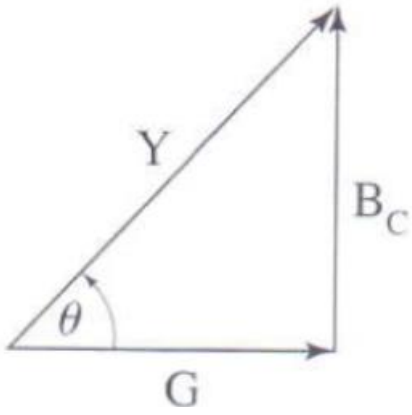
ก. วงจร



ข. เฟสเซอร์ไดอะแกรม



ค. ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า



ง. ความสัมพันธ์ของ G, B_C, Y

คุณลักษณะของวงจร RC ขนาน คือ แรงดันไฟฟ้า V จะร่วมเฟสกับกระแสไฟฟ้า I_R แต่จะล้าหลังกระแสไฟฟ้า I_C เป็นมุม 90 องศา หรือกระแสไฟฟ้า I_C นำหน้าแรงดันไฟฟ้า V เป็นมุม 90 องศา สำหรับการเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม จะใช้แรงดันไฟฟ้า V เป็นแกนอ้างอิง

$$I^2 = I_R^2 + I_C^2$$

เมื่อแทนค่าตามกฎของโอห์ม จะได้ค่าแอดมิตแตนซ์ ดังนี้

$$\left(\frac{V}{Z}\right)^2 = \left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_C}\right)^2$$

$$\left(\frac{1}{Z}\right)^2 = \left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2$$

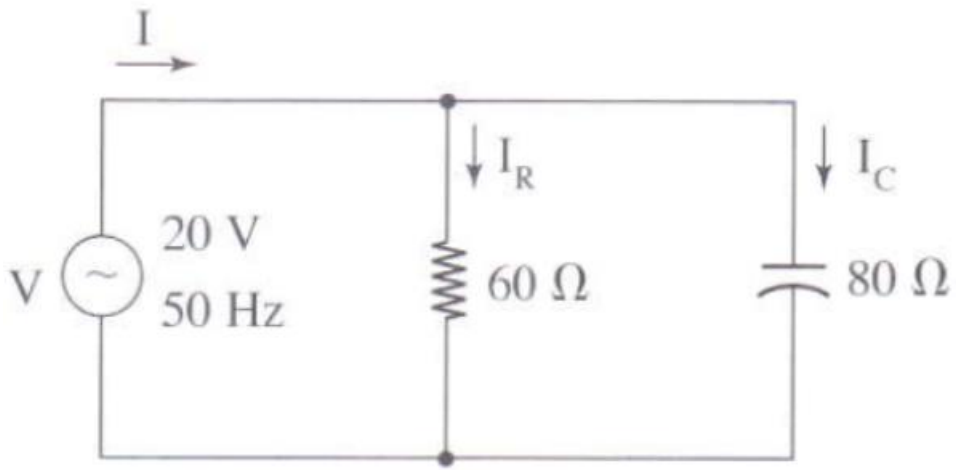
$$Y^2 = G^2 + B_C^2$$

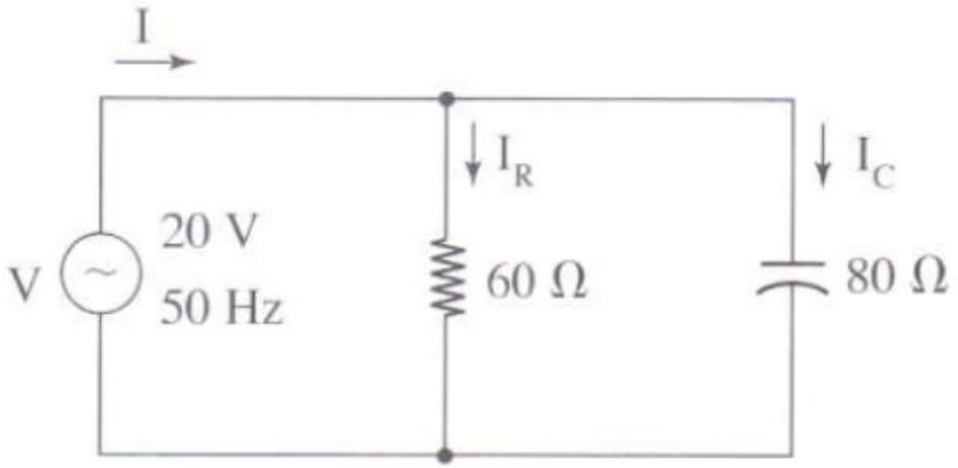
$$Y = \sqrt{G^2 + B_C^2}$$

$$pf = \cos\theta = \frac{I_R}{I} = \frac{G}{Y}$$

ตัวอย่างที่ 5.2 วงจร RC ขนาน ดังรูป ก จงคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้

1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)
2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม





1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)

$$I_R = \frac{V}{R}$$

$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)

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

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B_C^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2}$$

3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)

$$pf = \frac{I_R}{I}$$

$$pf = \frac{G}{Y} = \frac{Z}{R}$$

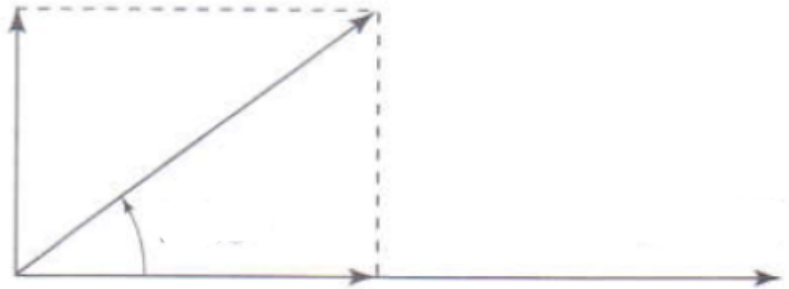
$$pf = \cos \theta$$

มุม θ =

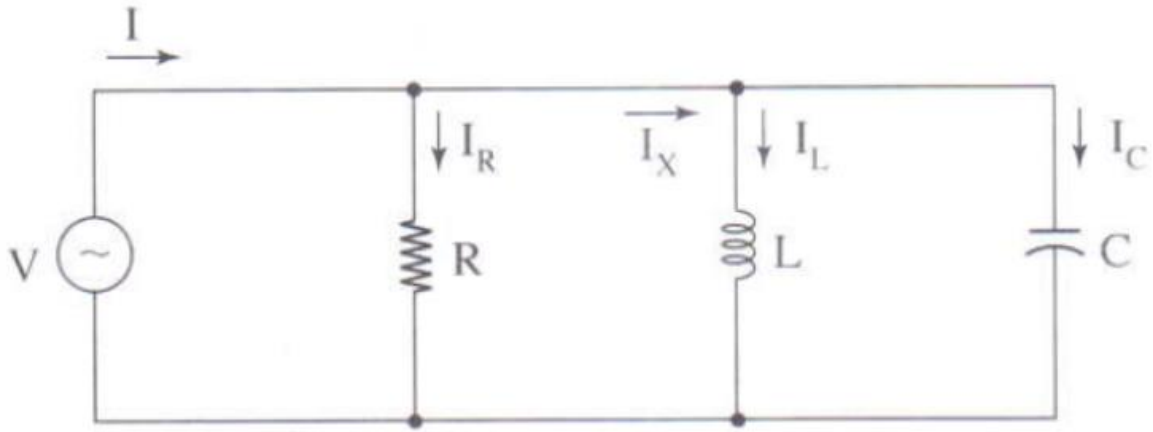
$$P_T = VI \cos \theta$$

$$P_T = I_R^2 R$$

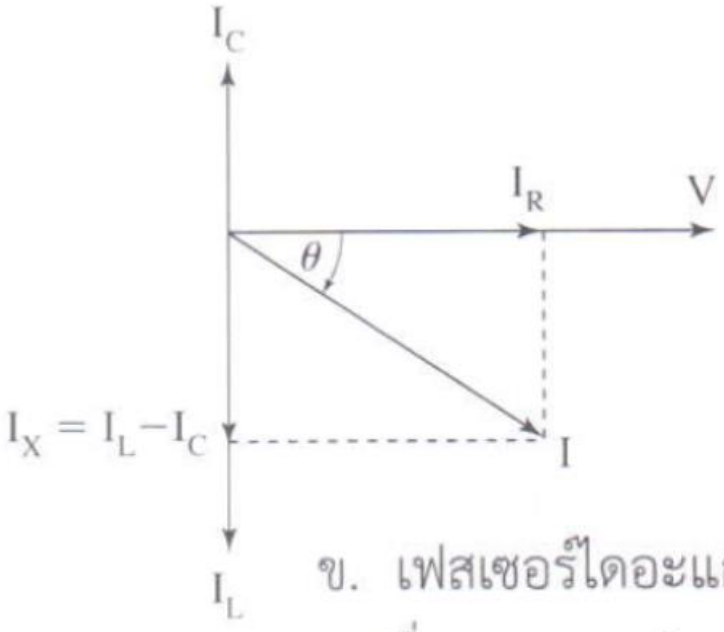
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



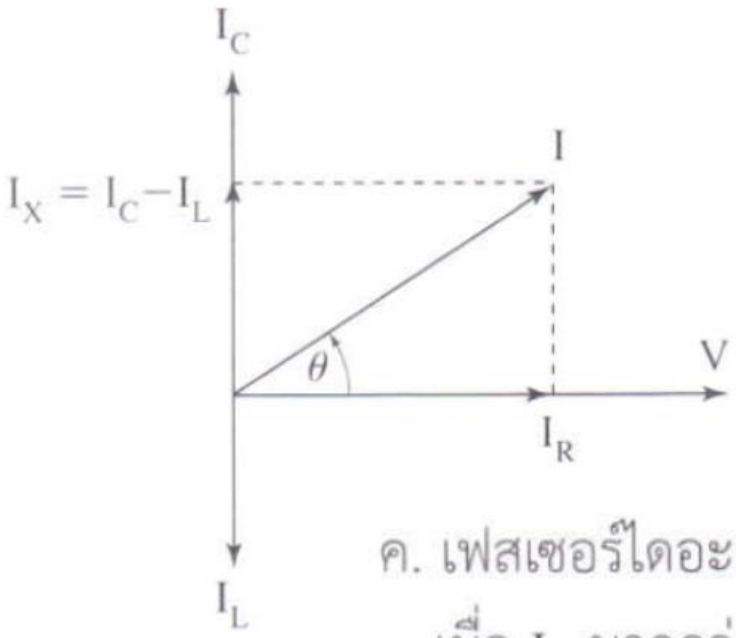
3. วงจร RLC ขนาน



ก. วงจร



ข. เฟสเซอร์ไดอะแกรม
เมื่อ I_L มากกว่า I_C



ค. เฟสเซอร์ไดอะแกรม
เมื่อ I_C มากกว่า I_L

วงจรชนิดนี้อาจจะแสดงคุณลักษณะของวงจร RL ขนาน หรือแสดงคุณลักษณะของวงจร RC ขนาน อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีเงื่อนไข 2 อย่าง คือ

3.1 ถ้ากระแสไฟฟ้า I_L มากกว่า I_C

$$I^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

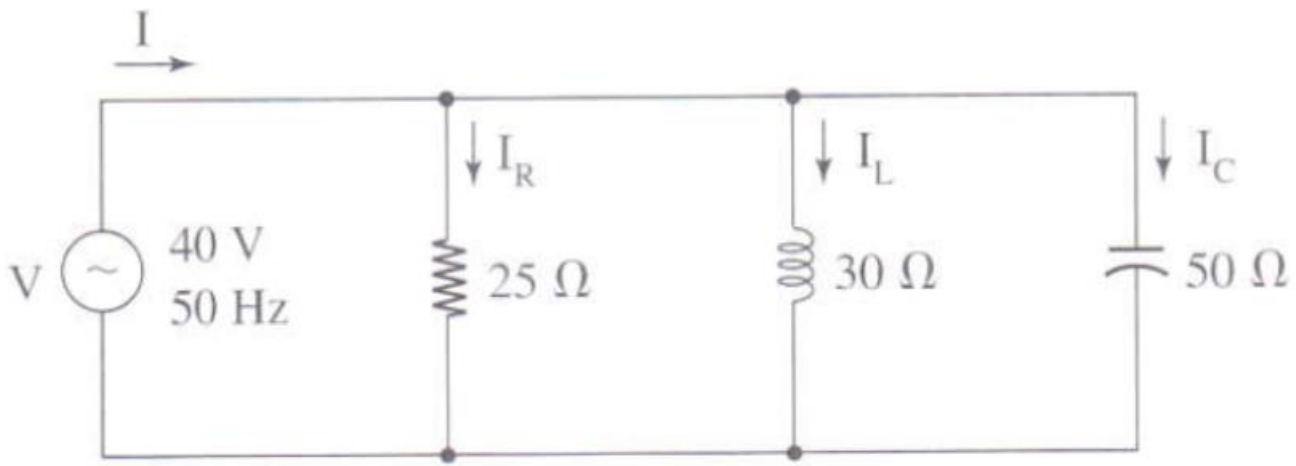
$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

3.2 ถ้ากระแสไฟฟ้า I_C มากกว่า I_L

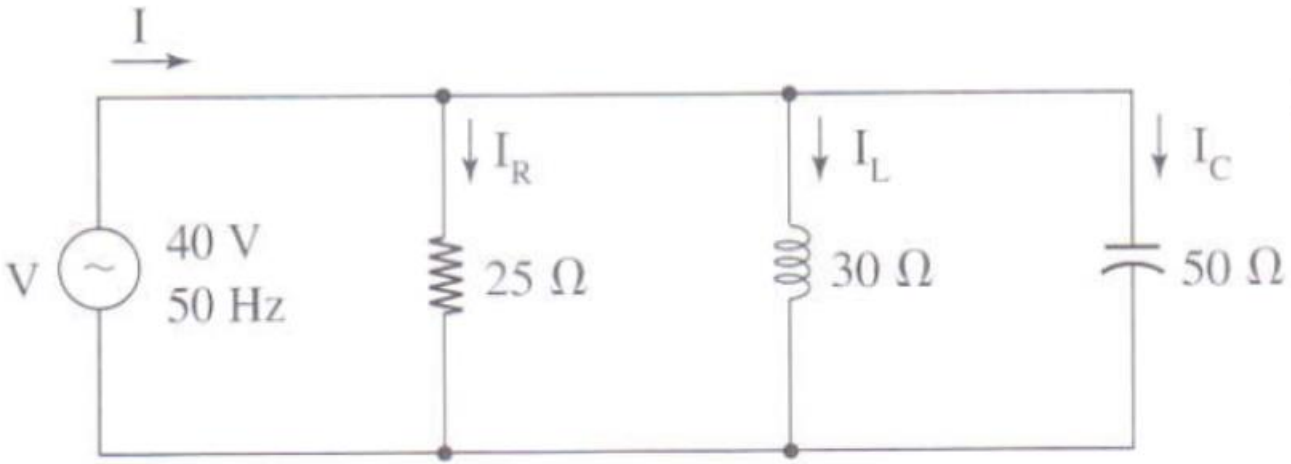
$$I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2$$

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

ตัวอย่างที่ 5.3 วงจร RLC ขนาน ดังรูป จงคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)
2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)

$$I_R = \frac{V}{R}$$

$$I_L = \frac{V}{X_L}$$

$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

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

2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)

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

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_L - B_C)^2}$$

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

3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)

$$pf = \frac{I_R}{I}$$

$$pf = \frac{G}{Y} = \frac{Z}{R}$$

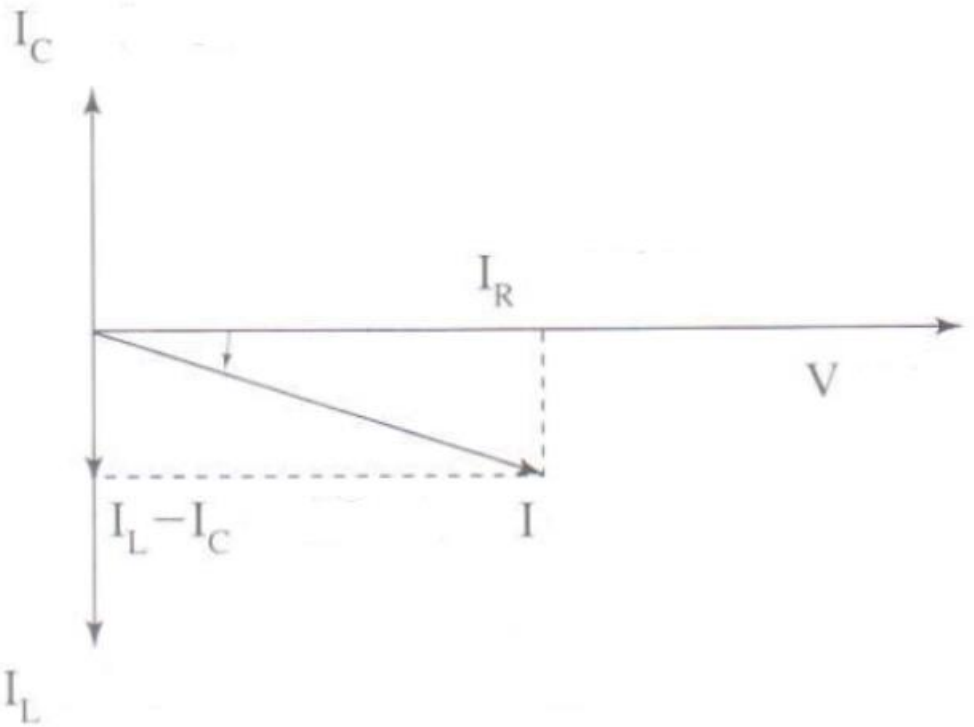
$$pf = \cos \theta$$

มุม θ =

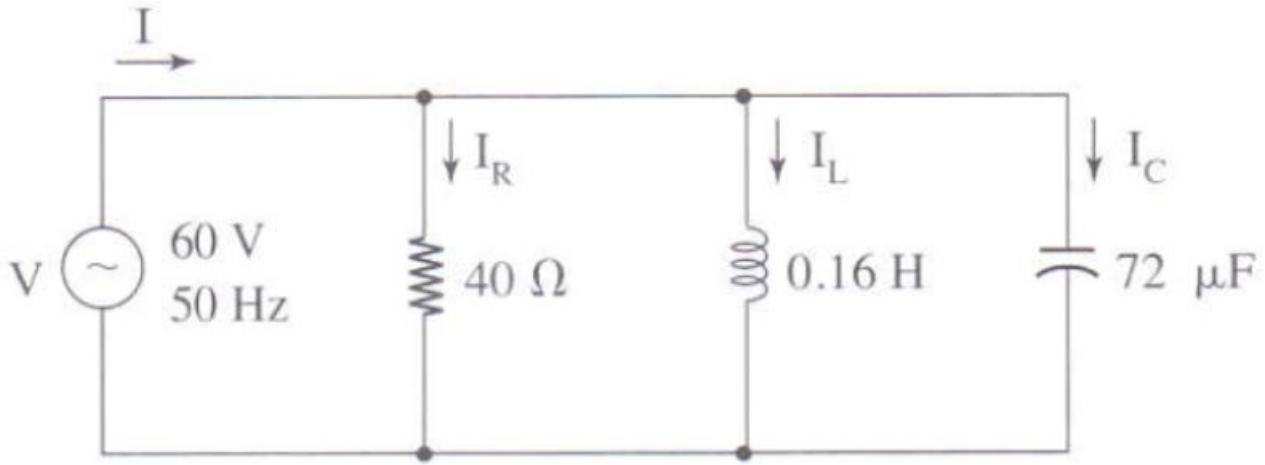
$$P_T = VI \cos \theta$$

$$P_T = I_R^2 R$$

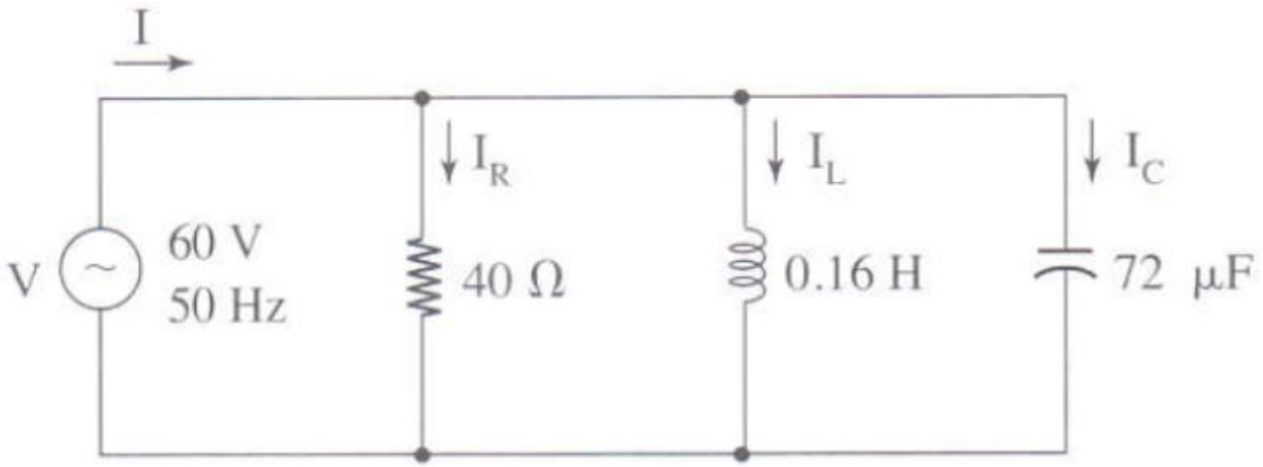
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



ตัวอย่างที่ 5.4 วงจร RLC ขนาน จงคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)
2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)

$$I_R = \frac{V}{R}$$

$$X_L = 2\pi fL$$

$$I_L = \frac{V}{X_L}$$

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

$$I_C = \frac{V}{X_C}$$

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

2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)

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

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

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$$

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

3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)

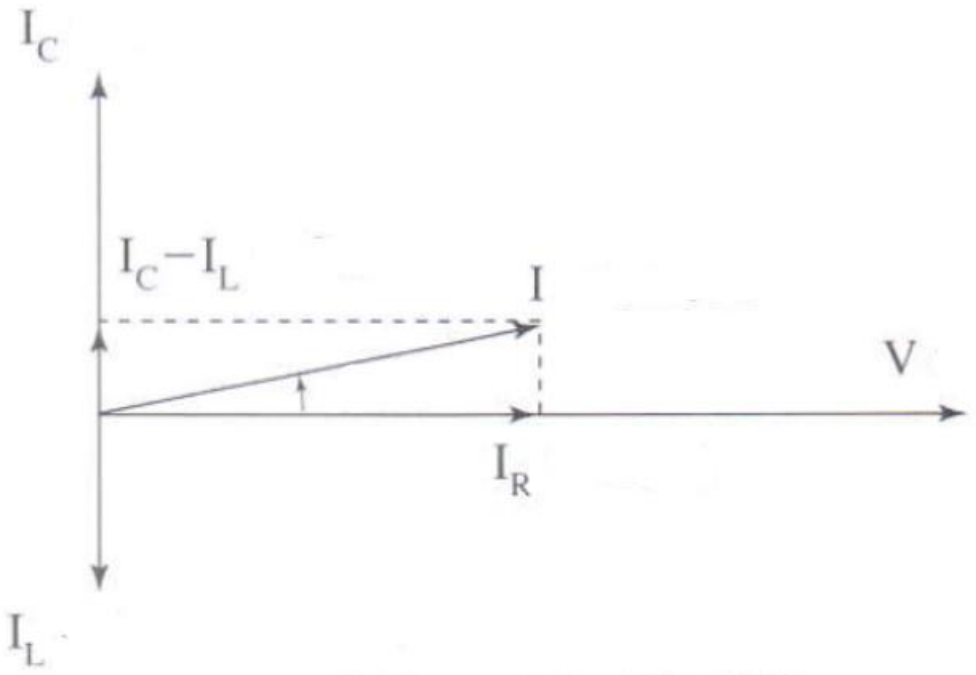
$$pf = \frac{I_R}{I}$$

$$pf = \frac{G}{Y} = \frac{Z}{R}$$

$$pf = \cos \theta$$

มุม θ =

4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



4. การคำนวณในรูปปริมาณเชิงซ้อน

การคำนวณในรูปปริมาณเชิงซ้อนเป็นวิธีที่นิยมใช้ทั่วไป แบ่งการพิจารณาดังนี้

4.1 วงจร RL ขนาน กระแสไฟฟ้า I_L จะล้าหลังแรงดันไฟฟ้า V เป็นมุม 90 องศา

$$I = I_R + I_L = (I_R + j\,0) + (0 - j\,I_L)$$

$$I = I_R - j\,I_L$$

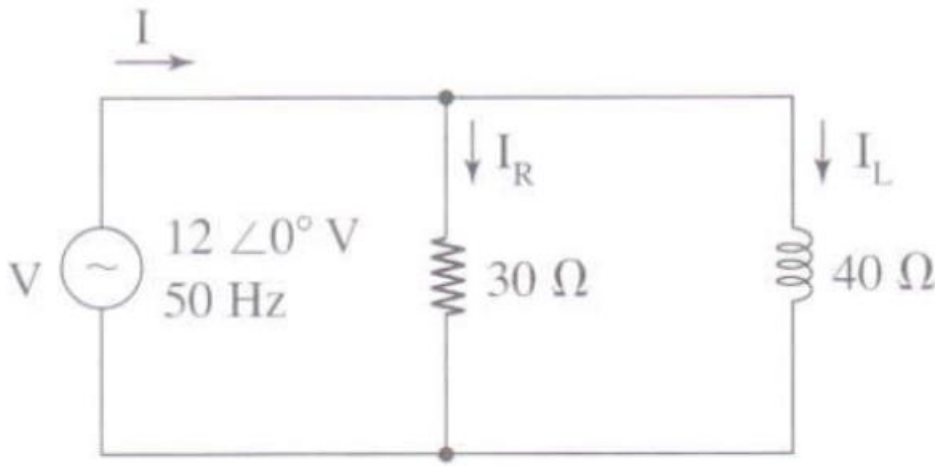
$$I_R = VG$$

$$I_L = VB_L$$

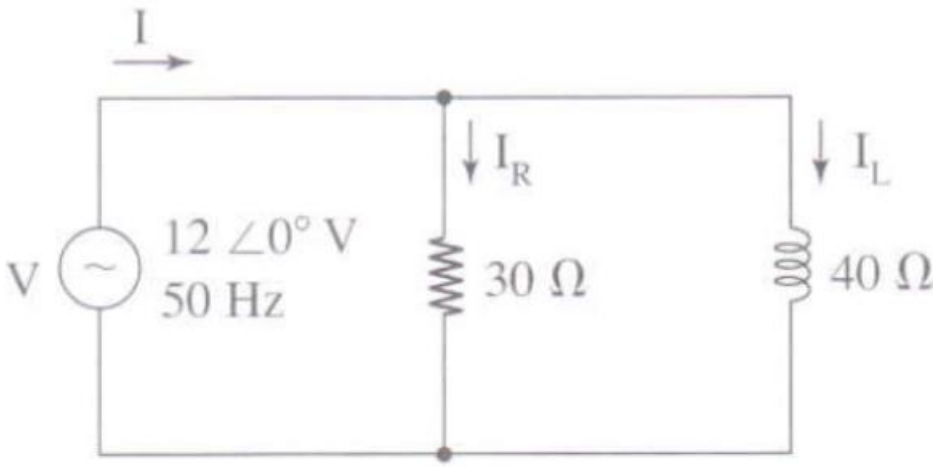
$$Y = G - j\,B_L$$

$$pf = \cos\theta = \frac{I_R}{I} = \frac{G}{Y}$$

ตัวอย่างที่ 5.5 วงจร RL ขนาน ดังรูป จงคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)
2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



$$I = I_R + I_L$$

1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_L) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{12\ \angle 0^\circ\ V}{30\ \angle 0^\circ\ \Omega}$$

$$I_L = \frac{V}{j\,X_L} = \frac{12\ \angle 0^\circ\ V}{40\ \angle 90^\circ\ \Omega}$$

2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{12\angle 0^\circ\ V}{0.5\angle -36.86^\circ\ A}$$

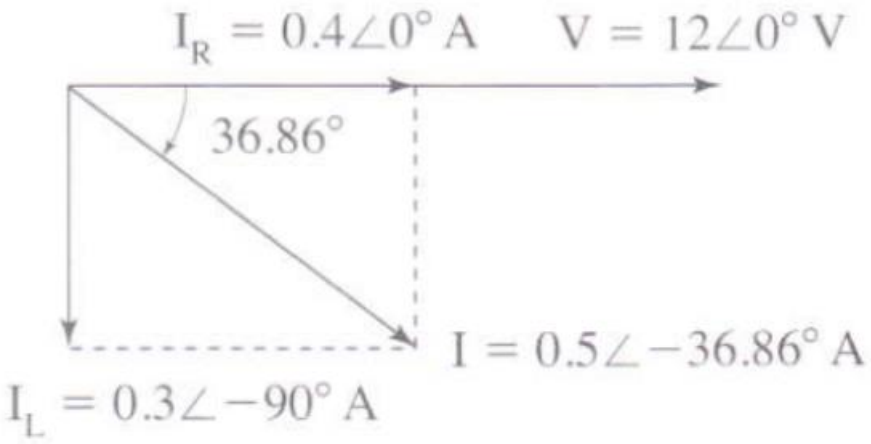
$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{24\angle 36.86^\circ\ \Omega}$$

3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)

$$pf = \frac{I_R}{I}$$

$$P_T = I_R^2 R$$

4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



4.2 วงจร RC ขนาน กระแสไฟฟ้า I_C จะนำหน้าแรงดันไฟฟ้า V เป็นมุม 90 องศา

$$I = I_R + I_C = (I_R + j\,0) + (0 + j\,I_C)$$

$$I = I_R + j\,I_C$$

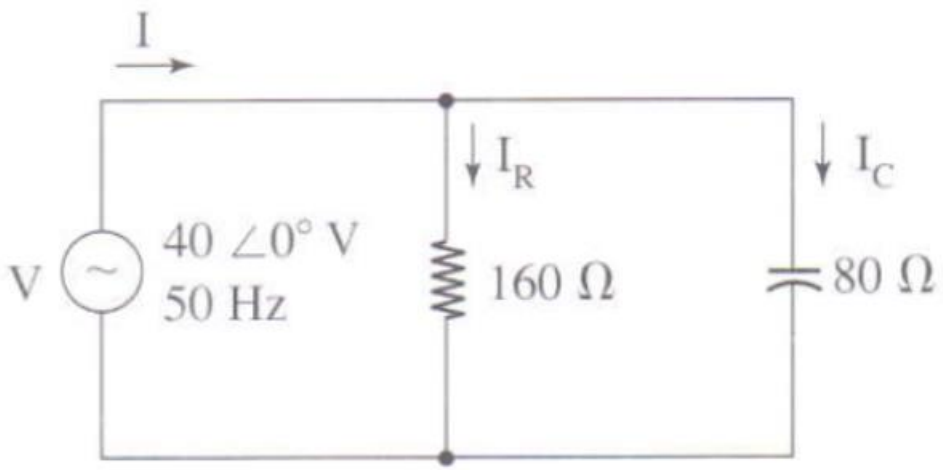
$$I_R = VG$$

$$I_C = VB_C$$

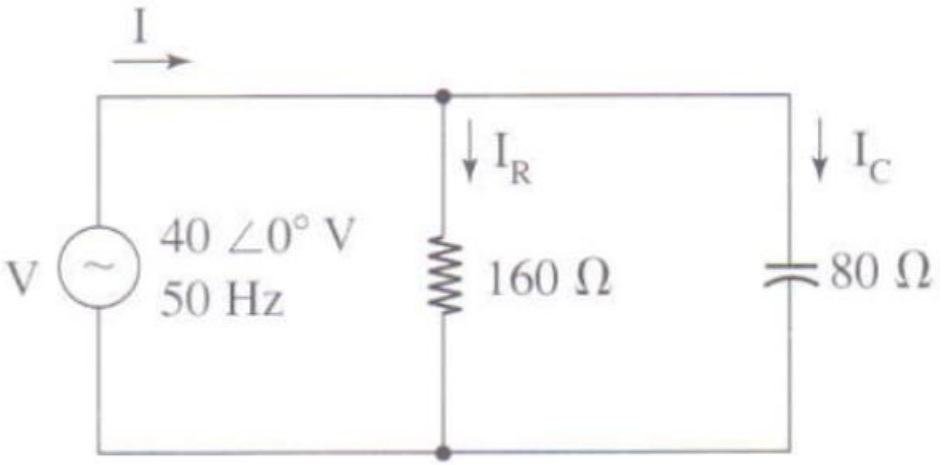
$$Y = G + j\,B_C$$

$$pf = \cos\theta = \frac{I_R}{I} = \frac{G}{Y}$$

ตัวอย่างที่ 5.6 วงจร RC ขนาน ดังรูป จงคำนวณหาค่าต่างๆ ต่อไปนี้



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)
2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)
3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)
4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม



1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขา (I_R, I_C) และกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (I)

$$I_R = \frac{V}{R}$$

$$I_C = \frac{V}{-j X_C}$$

$$I = I_R + I_C$$

2. อิมพีแดนซ์ (Z) และแอดมิตแตนซ์ (Y)

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

$$Y = \frac{1}{Z}$$

3. เพาเวอร์แฟกเตอร์ (pf) และกำลังไฟฟ้าของวงจร (P_T)

$$pf = \frac{I_R}{I}$$

$$P_T = VI \cos \theta$$

4. เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม