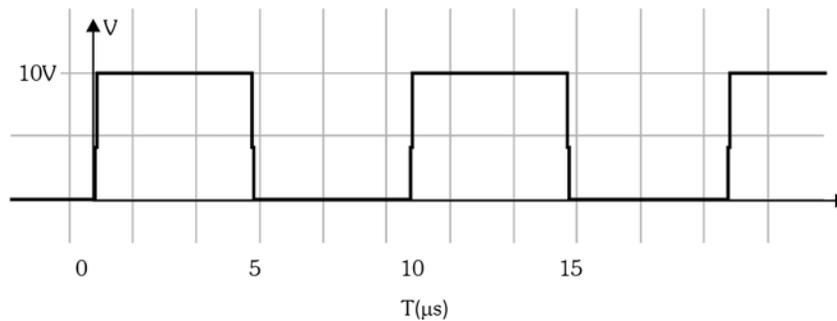
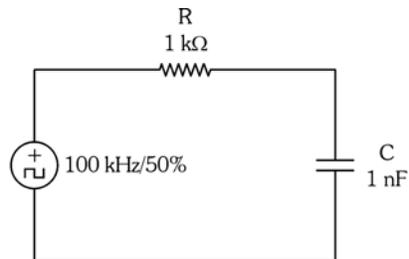


## Capítulo 5

5.1 - A tensão  $v(t)$  é aplicada no circuito. Considerando que  $V_C(0) = 0$ , calcular:



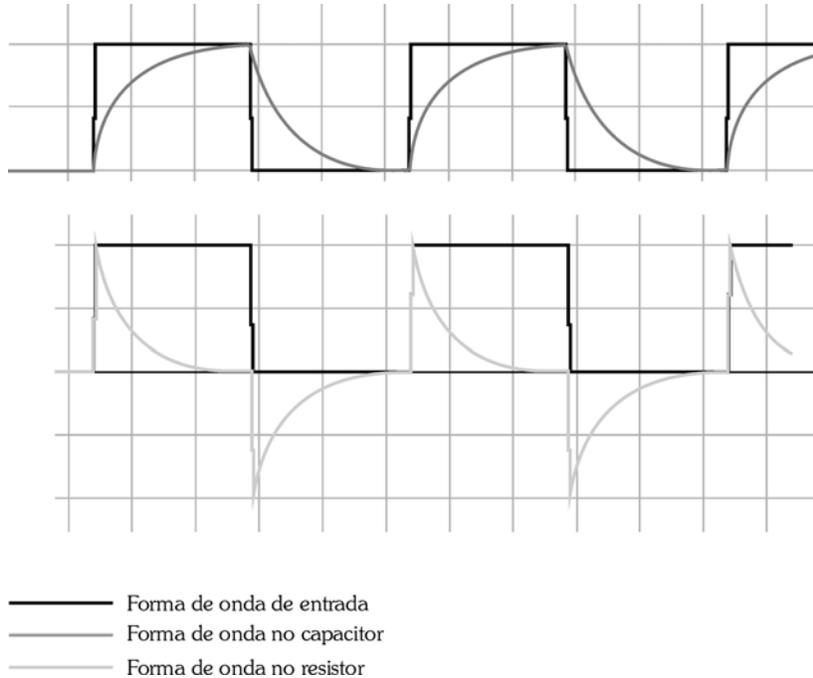
- a) A constante de tempo do circuito será  $\tau = R.C = 10^3 \cdot 10^{-9} = 1 \mu s$   
período:  $T = 10 \mu s \Rightarrow f = 1/T = 100 \text{ KHz}$
- b) No intervalo de 0 a  $5 \mu s$  a tensão aplicada no circuito é 10V, e o capacitor está se carregando, após cinco constantes de tempo ( $5 \mu s$ ) o capacitor pode ser considerado totalmente carregado ( $V_C = 10V$ ). Desta forma, a expressão de  $v(t)$  é a da carga de um capacitor:

$$v(t) = 10 \cdot (1 - e^{-t/1 \mu s}) (V)$$

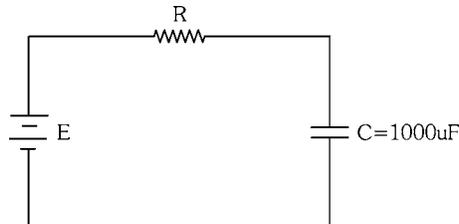
No intervalo de  $5 \mu s$  a  $10 \mu s$  a tensão de entrada é zero, portanto C se descarrega com constante de tempo  $1 \mu s$ . Após cinco constantes de tempo ( $5 \mu s$ ) o capacitor pode ser considerado totalmente descarregado. Desta forma a expressão de  $v(t)$  é a da descarga de um capacitor:

$$v(t) = 10 \cdot e^{-t/1 \mu s} (V)$$

c) Em seguida são apresentadas as formas de onda de entrada e no capacitor obtidas no simulador EWB 5.



5.2 - No circuito, qual o valor mínimo de R para que o capacitor demore no mínimo uma hora para se carregar?



Para carregar totalmente é necessário um tempo mínimo de quatro constantes de tempo

$$t \geq 5. \tau = 5.R_{\min}.1000 \mu\text{F} \quad \text{ou} \quad 3600\text{s} \geq 5.R_{\min}.10^{-3} \quad \text{ou} \quad \boxed{R \geq (3,6.10^6)/5 = 720\text{K}}$$

caso consideremos tempo mínimo de carga  $t \geq 4. \tau = 4.R_{\min}.1000 \mu\text{F}$

então obteremos  $\boxed{R \geq (3,6.10^6)/4 = 900\text{K}}$

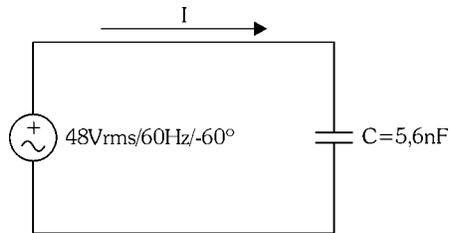
5.3 - Se  $C = 33\mu\text{F}$ , em que frequência terá reatância de a)  $10\Omega$  ? b)  $1\text{K}\Omega$  ?

$$XC = 1/(2.\pi.f.C) \Rightarrow f = 1/(XC.2.\pi.C)$$

a)  $f = 1/(10.2.\pi.33.10^{-6}) = 482 \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 482 \text{ Hz}}$

b)  $f = 1/(1000.2.\pi.33.10^{-6}) = 4,82 \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 4,82 \text{ Hz}}$

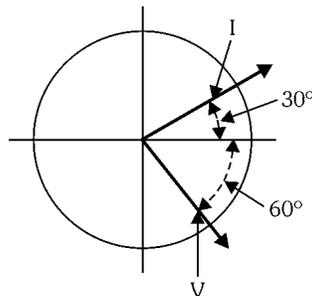
5.4 - Calcule a intensidade da corrente no circuito.



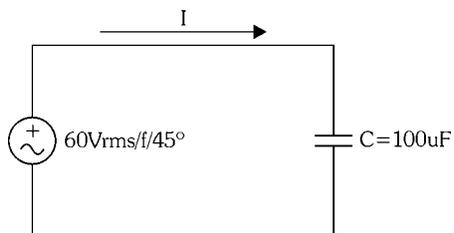
$$V = 48 \angle -60^\circ \text{ (V}_{\text{RMS}}) \quad X_C = 1/(2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 5,6 \cdot 10^{-9}) = 474 \text{ K}\Omega$$

$$X_C = 474 \angle -90^\circ \text{ (K}\Omega) \Rightarrow$$

$$I = V/X_C = (48 \angle -60^\circ) / (474 \angle -90^\circ) = 0,1 \angle 30^\circ \text{ (mA}_{\text{RMS}})$$



5.5 - Em que frequência a corrente no circuito vale: a) 10mA b) 1A ?

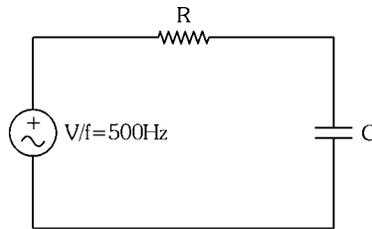


a)  $I = V/X_C \Rightarrow X_C = 60\text{V}/10\text{mA} = 6\text{K}\Omega \Rightarrow 6000 = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot 100 \cdot 10^{-6})$

$$f = 1/(6 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 10^{-6}) = 0,26\text{Hz}$$

b)  $X_C = 60\text{V}/1\text{A} = 60\Omega \Rightarrow f = 1/(60 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 10^{-6}) = 26,5\text{Hz}$

5.6 - De um circuito RC série são dados:  $\phi = 60^\circ$   $Z = 200\Omega$   $f = 500\text{Hz}$



a)  $\text{tg}\phi = (X_C/R)$  e  $\cos\phi = (R/Z)$ , logo  $\cos 60^\circ = 0,5 (R/200) \Rightarrow$

$$R = 0,5 \cdot 200 = 100\Omega$$

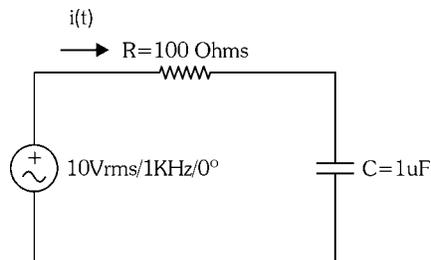
$$\text{tg} 60^\circ = 0,577 = X_C/100 \Rightarrow X_C = 173,2\Omega = 1/(2 \cdot \pi \cdot 500 \cdot C) \Rightarrow C = 1/(173,2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 500)$$

$$\Rightarrow C = 1,8\mu\text{F}$$

$$\text{Se } V = 10 \text{ V}_{\text{RMS}} \Rightarrow I_{\text{RMS}} = 10\text{V}/200\Omega = 50\text{mA} \Rightarrow V_R = R \cdot I = 100 \cdot 0,05 = 5\text{V}$$

$$V_C = X_C \cdot I = 173,2 \cdot 0,05 = 8,66\text{V}$$

5.7 - Dado o circuito, pedem-se:



c) Corrente no circuito e impedância.

$$X_C = 1/(2 \cdot \pi \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 10^{-6}) = 159,2\Omega \quad X_C = 159,2 \angle -90^\circ$$

$$\text{Portanto: } Z = 100 - j159,2 (\Omega) \text{ ou } |Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{100^2 + 159,2^2} = 188\Omega$$

$$\text{tg}\phi = (X_C)/R = 159,2/100 = 1,59 \Rightarrow \phi = -57,8^\circ \Rightarrow Z = 188 \angle -57,8^\circ (\Omega)$$

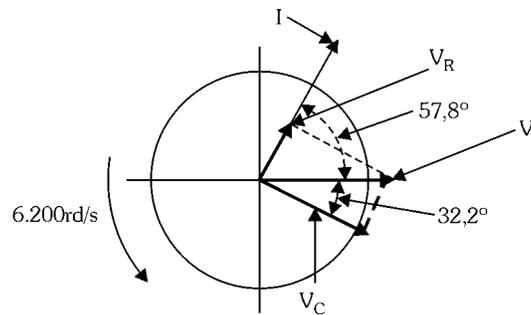
$$I = V/Z = (10 \angle 0^\circ) / (188 \angle -57,8^\circ) = 53,2 \angle 57,8^\circ (\text{mA}_{\text{RMS}})$$

b) Tensões em R e em C

$$V_R = R \cdot I = 100 \angle 0^\circ \cdot 53,2 \angle 57,8^\circ = 5,32 \angle 57,8^\circ (\text{V}_{\text{RMS}})$$

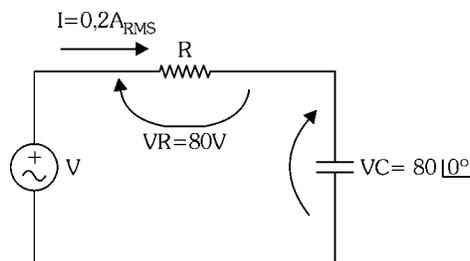
$$V_C = X_C \cdot I = 159,2 \angle -90^\circ \cdot 53,2 \angle 57,8^\circ = 8,45 \angle -32,2^\circ (\text{V}_{\text{RMS}})$$

c) Diagrama fasorial



5.8 - Dados de um circuito RC série:  $V_C = 80 \angle 0^\circ$  ( $V_{RMS}$ ),  $V_R = 80 V_{RMS}$   
 $I = 0,2 A_{RMS}$   $f = 60 \text{ Hz}$

a) Qual a tensão do gerador e a impedância do circuito?



Dos dados do problema obtemos:  $R = V_R / I = 80 \text{ V} / 0,2 \text{ A} = 400 \Omega$ .

Como a corrente está  $90^\circ$  adiantada em relação à tensão no capacitor, podemos escrever a expressão complexa da corrente:

$I = 0,2 \angle 90^\circ$  ( $A_{RMS}$ ) e podemos determinar  $X_C$ .

$$X_C = V_C / I_C = (80 \angle 0^\circ) / 0,2 \angle 90^\circ = 400 \angle -90^\circ (\Omega)$$

$$|Z| = \sqrt{400^2 + 400^2} = 400 \cdot \sqrt{2} = 564 \Omega \quad \text{com fase } \tan \phi = X_C / R = 400 \Omega / 400 \Omega = 1$$

portanto  $\phi = 45^\circ \Rightarrow Z = 564 \angle -45^\circ$

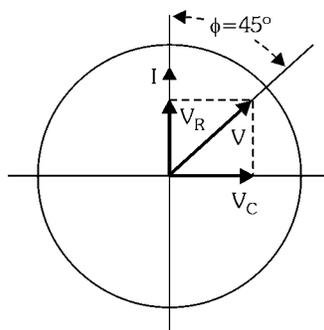
$$V = Z \cdot I = 564 \angle -45^\circ \cdot 0,2 \angle 90^\circ = 112,8 \angle 45^\circ$$

b)  $v(t) = 112,8 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{sen}(377 \cdot t + 45^\circ)$  (V)

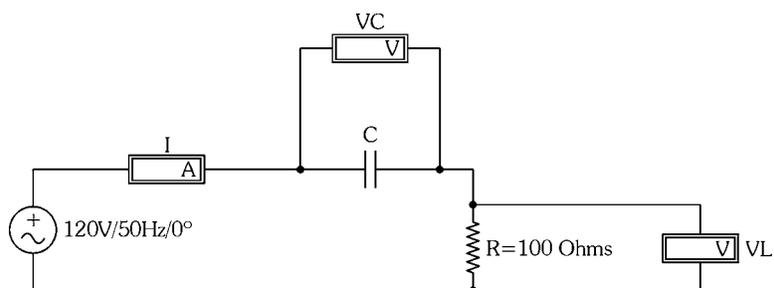
$$v_R(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{sen}(377 \cdot t + 90^\circ)$$
 (V)

$$v_C(t) = 80 \cdot \sqrt{2} \cdot \text{sen}(377 \cdot t) \text{ (V)}$$

c) Diagrama fasorial



5.9 - Sendo  $\text{FP} = 0,8$ , qual deve ser o valor de  $C$  ?



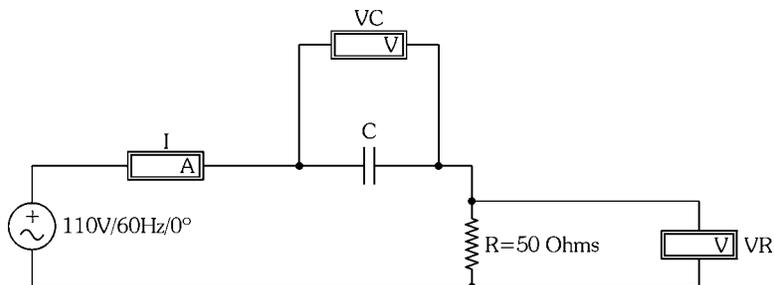
Como  $\text{FP} = 0,8 = \cos\phi = R/Z \Rightarrow Z = 100\Omega / 0,8 = 125\Omega$  e como

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2} \Rightarrow X_C = \sqrt{125^2 - 100^2} = 75\Omega \Rightarrow C = 1/(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 75) = 42,4\mu\text{F}$$

$$I_{\text{RMS}} = 120\text{V} / 125\Omega = 960\text{mA} \quad V_R = R \cdot I = 100 \cdot 0,96 = 96\text{V} \quad \text{e}$$

$$V_C = X_C \cdot I = 75 \cdot 0,96 = 72\text{V}$$

5.10 - Sendo  $V_C = V_R / 3$  no circuito, calcular:



a)  $V_C$  e  $V_R$  estão relacionadas com a tensão total por:

$$110^2 = V_R^2 + V_C^2 = V_R^2 + \left(\frac{V_R}{3}\right)^2 \Rightarrow V_R = 104,3V \text{ e } V_C = 34,8V$$

b) Sabemos que  $\cos\phi = V_R/V$

(veja a página 120 livro Análise de Circuitos em Corrente Alternada)

$$\text{logo } \cos\phi = 104,3/110 = 0,948 \Rightarrow \phi = 18,5^\circ$$

$$\text{por outro lado, } \text{tg}\phi = X_C/R \Rightarrow \text{tg}18,5^\circ = 0,335 = X_C/50 \Rightarrow X_C = 16,75\Omega$$

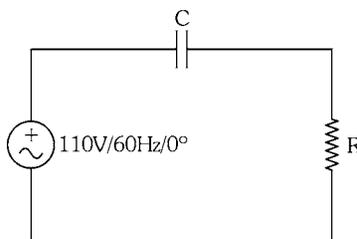
$$\text{e como } X_C = 1/2.\pi.60.C \Rightarrow C = 1/2.\pi.16,75.60 = 159\mu F$$

c)  $\phi = 18,5^\circ$

5.11 - Dados de um circuito RC série:  $\phi = 30^\circ$ ,  $V = 110V$  / fase  $0^\circ$ / 60Hz,

$I = 5A$  (todos os valores RMS). Calcular:

a)  $V_C$  e  $V_R$     b)  $Z$  e  $I$     c)  $P$ ,  $P_R$  e  $P_{AP}$



$$\text{Como } Z = V/I = 110V/5A = 22\Omega \quad Z = 22 \angle -30^\circ (\Omega)$$

como o circuito é capacitivo, a corrente está adiantada em relação à tensão, logo:

$$I = 22 \angle 30^\circ (A)$$

$$\text{Por outro lado, } \cos\phi = 0,866 = R/Z \Rightarrow R = 22.0,866 = 19\Omega$$

$$\text{Como } \text{tg}\phi = 0,577 = X_C / R \Rightarrow X_C = 19.0,577 = 11\Omega \quad C = 241,1\mu F$$

$$V_R = R.I = 19\Omega.5A = 95V \quad \text{e} \quad V_C = X_C.I = 11\Omega.5A = 55V$$

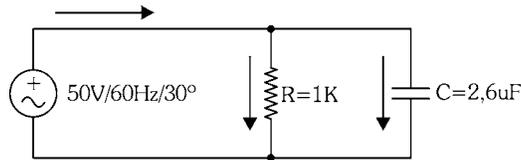
b)  $Z = 22 \angle -30^\circ (\Omega)$      $Z = 19 - j11 (\Omega)$

c)  $P = V.I.\cos\phi = 110V.5A.0,866 = 476W$      $P_{AP} = 550VA$

$$P_R = 550.\text{sen}\phi = 550.0,5 = 275VAR$$

## Circuito RC Paralelo

- 5.12 - Dado o circuito, pedem-se: a) Impedância (Z) b) Corrente total  
d) Diagrama fasorial



a)  $X_C = 1/2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 2,6 \cdot 10^{-6} = 1020 \Omega$

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2}} = \frac{R}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{X_C}\right)^2}} = \frac{X_C \cdot R}{\sqrt{X_C^2 + R^2}} = \frac{1,02 \cdot 1}{\sqrt{(1,02)^2 + 1^2}} = 0,714 \text{ K}\Omega$$

$\cos \phi = 714/1000 = 0,714 \Rightarrow \phi = 44,4^\circ \Rightarrow Z = 714 \angle -44,4^\circ (\Omega)$  ou

$Z = 714 \cdot \cos(-44,4^\circ) + j714 \cdot \sin(-44,4^\circ) = 510 - j500 (\Omega)$

$Z = 510 - j500 (\Omega)$

b)  $I = V/Z = (50 \angle 30^\circ) / (714 \angle -44,4^\circ) = 70 \angle 74,4^\circ (\text{mA})$

$I = 70 \angle 74,4^\circ (\text{mA})$  ou  $I = 18,8 + j67,4 (\text{mA})$

$i(t) = 70 \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(377 \cdot t + 74,4^\circ) (\text{mA})$

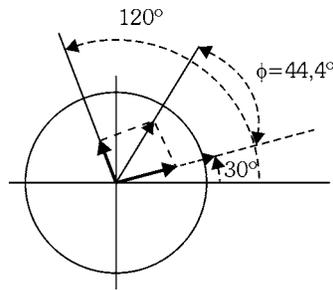
$I_R = V/R = (50 \angle 30^\circ) / (1000 \angle 0^\circ) = 50 \angle 30^\circ (\text{mA})$

$I_R = 50 \angle 30^\circ (\text{mA})$

$I_C = V/X_C = (50 \angle 30^\circ) / (1020 \angle -90^\circ) = 49 \angle 120^\circ (\text{mA})$

$I_C = 49 \angle 120^\circ (\text{mA})$

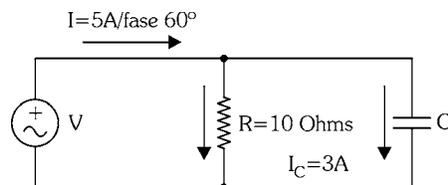
c) Diagrama fasorial



5.13 - De um circuito RC paralelo são dados:  $I_C = 3^A$

$I = 5 \angle 60^\circ$  ( $A_{rms}$ ) e  $R = 10\Omega$ . Calcular:

- a) Corrente no resistor    b) Tensão do gerador    c) Impedância complexa  
 d) Ângulo de defasagem ( $\phi$ )    e) Todas as potências ( $P$ ,  $P_{AO}$  e  $P_R$ )



f) Diagrama fasorial

a)  $I_R = \sqrt{I^2 - I_C^2} = \sqrt{5^2 - 3^2} = 4A$

sabemos que  $\cos\phi = I_R/I$  (veja página 129 livro Análise de Circuitos em Corrente Alternada)

$\cos\phi = 4A/5A = 0,8 \Rightarrow \phi = 37^\circ$  (defasagem entre U e I).

Como a tensão está atrasada  $37^\circ$  em relação à corrente que tem fase  $60^\circ$ , concluímos que a fase da tensão é  $60^\circ - 37^\circ = 23^\circ$  e como a corrente no resistor está em fase com a tensão, então:

$I_R = 4 \angle 23^\circ$  (A), portanto  $V = R \cdot I_R = 10 \angle 0^\circ \cdot 4 \angle 23^\circ = 40 \angle 23^\circ$  (V)

b)  $V = 40 \angle 23^\circ$  (V)

$X_C = 40/3 = 13,33\Omega \Rightarrow C = 1/2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 13,33 = 199\mu F$

c)  $Z = V / I = (40 \angle 23^\circ) / (5 \angle 60^\circ) = 8 \angle -37^\circ$  ( $\Omega$ )

$Z = 8 \angle -37^\circ$  ( $\Omega$ )

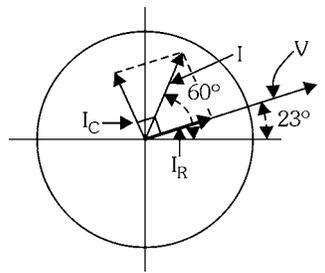
d)  $\phi = 37^\circ$

e)  $P = V.I.\cos\phi = 40.5.\cos37^\circ = 160 \text{ W}$

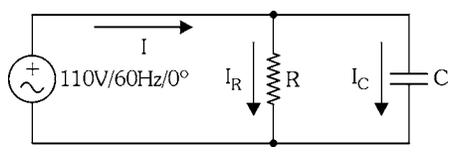
$P_{AP} = 40.5 = 200 \text{ VA}$

$P_R = 200.\sin37^\circ = 120 \text{ VAR}$

f) Diagrama fasorial



5.14 - De um circuito RC paralelo são dados:  $Z = 50 \angle -30^\circ (\Omega)$ , tensão  $v = 110 \angle 0^\circ (V_{RMS}) / 60\text{Hz}$ . Calcular: a) Valor de C b)  $i(t)$  c) Diagrama fasorial.



a)  $I = V/Z = (110 \angle 0^\circ) / (50 \angle -30^\circ) = 2,2 \angle 30^\circ (A)$

Sabemos que  $\cos\phi = Z/R \Rightarrow \cos(-30^\circ) = 0,866 = 50/R \Rightarrow R = 57,7 \Omega$ , portanto

$I_R = 110V/57,7\Omega = 1,9A \Rightarrow I_C = \sqrt{I^2 - I_R^2} = \sqrt{2,2^2 - 1,9^2} = 1,1A \Rightarrow$

$X_C = 110V/1,1A = 100 \Omega \Rightarrow C = 1/2.\pi.100.377 = 26,5\mu\text{F}$

b)  $I = 2,2 \angle 30^\circ (A_{RMS}) \Rightarrow i(t) = 2,2.\sqrt{2}.\text{sen}(377.t + 30^\circ) (A)$

c) D.F

