

Capítulo 7

Correção do Fator de Potência

7.1 - De um circuito RLC série são dados: $\phi=60^\circ$ $f=60\text{Hz}$ $Z=200\Omega$ e $X_C=2.X_L$

Calcular: a) Se o circuito é indutivo ou capacitivo b) R, L e C.

c) Diagrama fasorial.

a) Se $X_C > X_L$, então o circuito é capacitivo

b) Sabemos que $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = 200$ (Veja a página 167 livro Análise de Circuitos em Corrente Alternada) e como $X_C = 2.X_L$, substituindo essa condição resulta:

$$200 = \sqrt{R^2 + (X_L - 2.X_L)^2} = 200 = \sqrt{R^2 + (-X_L)^2} \text{ por outro lado, sabemos que:}$$

$\cos\phi = R/Z$ (Veja a página 167 do livro Análise de Circuitos em Corrente Alternada) e como foi dado $\phi=60^\circ \Rightarrow \cos 60^\circ = 0,5 = R/200 \Rightarrow R = 100\Omega$,

portanto, substituindo esse valor na expressão anterior resulta:

$$200 = \sqrt{100^2 + (-X_L)^2} \Rightarrow X_L^2 = 200^2 - 100^2 = \text{ou}$$

$$X_L = \sqrt{40000 - 10000} = 173,5 \Omega \Rightarrow L = 173,5/377 = 459\text{mH}$$

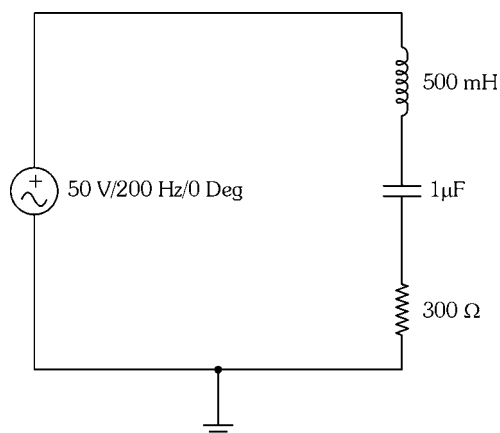
$L = 459\text{mH}$ como $X_C = 2.X_L = 2.173,5 = 347\Omega$, portanto:

$$C = 1/(2 \cdot \pi \cdot 377 \cdot 347) = 7,6\mu\text{F}$$

$$C = 7,6\mu\text{F}$$

7.2 - Dado o circuito, pedem-se:

- Impedância complexa
- Frequência de ressonância
- Corrente complexa



a) Calculemos X_L e X_C : $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 200 \cdot 0,5 = 628 \Omega$

$X_C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C) = 1 / (6,28 \cdot 200 \cdot 1 \cdot 10^{-6}) = 796 \Omega$, portanto

$$Z = \sqrt{300^2 + (628 - 796)^2} = 343,8 \Omega$$

$$\cos \phi = R/Z = 300/343,8 = 0,872 \Rightarrow \phi = 29^\circ$$

$$Z = 300 + (j628 - j796) = 300 - j168 (\Omega)$$

$$Z = 343,8 \angle -29^\circ (\Omega)$$

b) $f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{500 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6}}} = 225 \text{ Hz}$

$$f_0 = 225 \text{ Hz}$$

c) $I = V/Z = (50 \angle 0^\circ) / (343,8 \angle -29^\circ) = 145 \angle 29^\circ (\text{ mA})$

$$I = 145 \angle 29^\circ$$

7.3 - Um circuito de sintonia tem $L = 100 \mu\text{H}$. Quais são os limites do capacitor variável para que a sintonia seja feita na faixa 530 KHz a 1600 KHz?

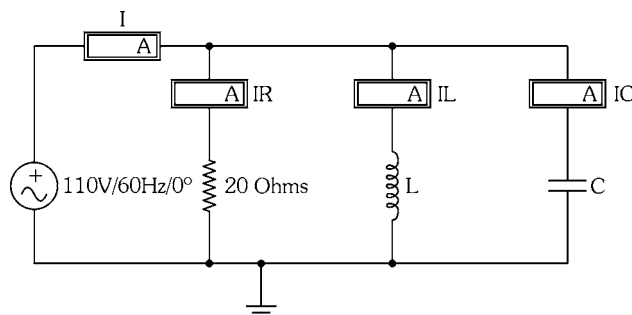
$$f_0 = 530 \text{ KHz} = 530 \cdot 10^3 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{100 \cdot 10^{-6} \cdot C}} \Rightarrow C = 900 \text{ pF}$$

$$f_0 = 1.600 \text{ KHz} = 1.600 \cdot 10^3 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{100 \cdot 10^{-6} \cdot C}} \Rightarrow C = 10 \text{ pF}$$

$$C_{\text{Min}} = 10 \text{ pF}$$

$$C_{\text{Máx}} = 900 \text{ pF}$$

CIRCUITO RL PARALELO



7.4 - Dado o circuito, pedem-se:

- a) Corrente complexa
- b) Impedância complexa
- c) Fator de potência

$$X_L = 40 \angle 90^\circ (\Omega) \quad X_C = -j20 (\Omega)$$

a) Cálculo da impedância Z:

$$b) Z = \frac{R \cdot X_L \cdot X_C}{\sqrt{(X_L \cdot X_C)^2 + R^2 \cdot (X_L - X_C)^2}} \quad (\text{Veja a página 179 livro Análise de Circuitos em Corrente}$$

$$\text{Alternada}) \Rightarrow Z = \frac{20 \cdot 40 \cdot 20}{\sqrt{(40 \cdot 20)^2 + 20^2 \cdot (40 - 20)^2}} = 17,88 \Omega$$

$$\cos \phi = Z/R = 17,88/20 = 0,894 \Rightarrow \phi = 26,5^\circ \Rightarrow Z = 17,88 \angle -26,5^\circ (\Omega)$$

Observação: O circuito é capacitivo $X_L > X_C$

$$I = U/Z = (110 \angle 0^\circ) / (17,88 \angle -26,5^\circ) = 6,15 \angle 26,5^\circ (\text{A})$$

$$I = 6,15 \angle 26,5^\circ (\text{A})$$

$$I_R = U/R = (110 \angle 0^\circ) / (20 \angle 0^\circ) = 5,5 \angle 0^\circ (\text{A})$$

$$I_R = 5,5 \angle 0^\circ (\text{A})$$

$$I_L = U/X_L = (110 \angle 0^\circ) / (40 \angle 90^\circ) = 2,75 \angle -90^\circ (\text{A})$$

$$I_L = 2,75 \angle -90^\circ (\text{A})$$

$$I_C = U/X_C = (110 \angle 0^\circ) / (20 \angle -90^\circ) = 5,5 \angle 90^\circ (\text{A})$$

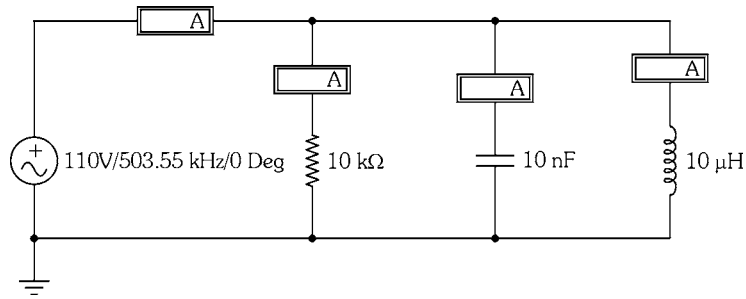
$$I_C = 5,5 \angle 90^\circ (\text{A})$$

$$b) Z = 17,88 \angle -26,5^\circ (\Omega)$$

$$d) \cos \phi = FP = \cos 26,5^\circ = 0,89 \quad FP = 0,89$$

7.5 - Dado o circuito, pedem-se:

- a) Frequência de ressonância
- b) Corrente fornecida pelo gerador na ressonância



$$a) f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{10 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-9}}} = 503,55 \text{ KHz}$$

$$f_0 = 503,55 \text{ KHz}$$

$$b) \text{ Na ressonância } Z = R \Rightarrow I = 10\text{V}/10\text{K}\Omega = 1\text{mA}$$

$$I = 1\text{mA}$$

7.6 - Dados de uma instalação elétrica: 10KVA/220V $\cos\phi=0,5$. Calcular:

Corrente total consumida

- Potências ativa e reativa
- Valor do capacitor que aumenta o FP para 0,85
- Valor da corrente consumida após a correção
- Potência aparente e reativa após a correção

$$a) P_{Ap} = 10.000\text{VA} = 220\text{V} \cdot I \Rightarrow I = 10.000/220 = 45,45\text{A}$$

$$b) P = P_{Ap} \cdot \cos\phi = 10.000 \cdot 0,5 = 5000\text{W} = 5\text{KW} \quad P = 5\text{KW}$$

$$P_R = P_{Ap} \cdot \text{sen}\phi = 10.000 \cdot 0,866 = 8.600\text{VA} = 8,6\text{KVAR} \quad P_R = 8,6\text{KVAR}$$

$$c) \text{ \u00c2ngulo atual: } \phi_1 = 60^\circ, \text{ \u00e2ngulo desejado: } \phi_2 = 31^\circ$$

$$\text{tg}\phi_1 = 1,732 \quad \text{tg}\phi_2 = 0,6 \quad \omega = 377 \text{ rd/s} \quad V = 220\text{V}$$

$$C = \frac{P}{\omega \cdot V^2} \cdot (\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2) = \frac{5000}{377 \cdot 220^2} \cdot (1,73 - 0,6) = 305\mu\text{F}$$

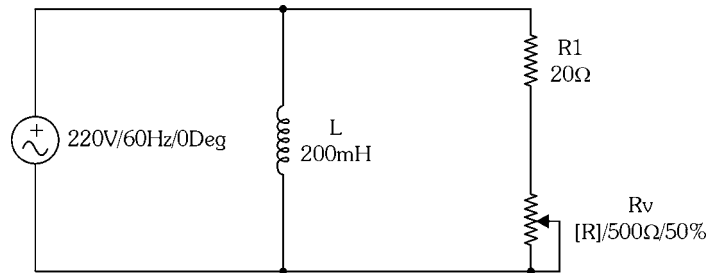
$$d) \text{ Como a pot\u00eancia real se mant\u00e9m em } 5.000\text{W}, \text{ ent\u00e3o a pot\u00eancia aparente muda para: } P = P_{Ap} \cdot \cos\phi \Rightarrow P_{Ap} = 5000/0,85 = 5.882\text{VA}, \text{ o que significa uma corrente de:}$$

$$I = 5.882/220 = 26,7\text{A}$$

e) $P_{Ap} = 5,888\text{KVA}$ e

$P_R = 5,88 \cdot \sin 31^\circ = 3,1\text{KVAR}$

7.7 - Dado o circuito seguinte, calcular:



- Valor de R_V para que o FP seja 0,85 e as correntes I_R , I_L e I_T nessas condições.
- FP quando $R_V = 0$. Nessas condições há necessidade de correção (FP > 0,85)? Se há, qual o valor do capacitor?
- Se $R_V = 100\Omega$. Nessas condições há necessidade de correção (FP > 0,85)? Se há, qual o valor do capacitor?

a) se $\cos\phi = 0,85 \Rightarrow \phi = 31,7^\circ \Rightarrow \text{tg}31,7^\circ = 0,619 = R/X_L \Rightarrow R = 0,619 \cdot X_L$

$X_L = 377 \cdot 0,2 = 75,4\Omega \Rightarrow R = 0,619 \cdot 75,4 = 46,67\Omega$

Como $R = R_1 + R_V$, então $\Rightarrow R_V = 46,67 - 20 = 26,67\Omega$

$I_L = 220/75,4 = 2,91\text{A}$

$I_R = 220/46,67 = 4,71\text{A}$

$I_T = \sqrt{(2,91)^2 + (4,71)^2} = 5,53\text{A}$

b) Se $R_V = 0 \Rightarrow R = 20\Omega \Rightarrow \text{tg}\phi = R/X_L = 20/75,4 = 0,265 \Rightarrow \phi = 14,85^\circ$

ou $\cos\phi = 0,966 \Rightarrow$, não há necessidade de correção.

c) Se $R_V = 100\Omega \Rightarrow R = 20 + 100 = 120\Omega \Rightarrow \text{tg}\phi = 120/75,4 = 1,59 \Rightarrow \phi = 57,8^\circ$

ou $\cos\phi = 0,532$, há necessidade de correção, e vamos admitir que é para 0,85, neste caso temos:

Ângulo atual: $\phi_1 = 57,8^\circ$, ângulo desejado: $\phi_2 = 31$

$\text{tg}\phi_1 = 1,587$ e $\text{tg}\phi_2 = 0,6$, $\omega = 377 \text{ rd/s}$ $V = 220\text{V}$ $P = (220)^2/120 = 403,3\text{W}$

$$C = \frac{P}{\omega \cdot V^2} \cdot (\operatorname{tg} \phi_1 - \operatorname{tg} \phi_2) = \frac{403,3}{377 \cdot 220^2} \cdot (1,587 - 0,6) = 21,5 \mu\text{F}$$

$$C = 21,5 \mu\text{F}$$

7.8 - Dados de uma instalação: 220V/60Hz $P_{AP} = 20\text{KVA}$. Calcular potência real (ativa) se:

a) FP=1 b) FP=0,6 c) FP = 0,2

a) $FP=1 = \cos \phi \Rightarrow P = P_{AP} \cdot \cos \phi = 20.000 \cdot 1 = 20.000\text{W} = 20\text{KW}$

b) $FP=0,6 = \cos \phi \Rightarrow P = P_{AP} \cdot \cos \phi = 20.000 \cdot 0,6 = 12.000\text{W} = 12\text{KW}$

c) $FP=0,2 = \cos \phi \Rightarrow P = P_{AP} \cdot \cos \phi = 20.000 \cdot 0,2 = 4.000\text{W} = 4\text{KW}$

7.9 - Dados de um motor: 120V/10A $\cos \phi = 0,8$. Determinar:

a) Resistência ôhmica do enrolamento

b) Reatância indutiva

c) Impedância

a) Se U e I são conhecidos, então conhecemos a impedância do motor

$Z = 220 / 10 = 12\Omega \Rightarrow$ como $\cos \phi = R/Z$ (admitindo que o modelo do motor pode ser representado por uma resistência em série com uma indutância)

Então $R = Z \cdot \cos \phi = 12 \cdot 0,8 = 9,6\Omega$

b) $\operatorname{tg} \phi = X_L / R \Rightarrow X_L = 0,75 \cdot 9,6 = 7,2\Omega$

c) $Z = 12\Omega$