



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

Área de Conhecimento: Eletricidade

Prof. Pedro Armando da Silva Jr.

LISTA DE EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Eletricidade em Corrente Alternada

① Dados: $I_{cc} = 7,5 \text{ A}$
 $V_{cc} = 120 \text{ V}$

$P_{cc} = P_{CA} \Rightarrow V_{cc} = V_{efica}$

$V_{m\acute{a}x} = \sqrt{2} \cdot 120 = 169,71 \text{ V}$

$P_{CA} = V_{ef} \cdot I_{ef} = 120 \cdot 7,5 = 900 \text{ W}$

2.1 $v(t) = 50 \cdot \sin(314,16 t) \text{ [V]}$

$V_{m\acute{a}x} = 50 \text{ V}$

$\omega = 314,16 \text{ rad/s}$

$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314,16}{2 \cdot \pi} = 50 \text{ Hz}$

$R_{eq} = R_1 // R_2 = \frac{20 \cdot 45}{20 + 45} = 13,85 \Omega$

$P_f = \frac{V_{ef}^2}{R_{eq}} = \frac{35,35^2}{13,85} = 90,28 \text{ W}$

$V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} = 35,35 \text{ V}$

$I_{fef} = \frac{V_{fef}}{R_{eq}} = \frac{35,35}{13,85} = 2,55 \text{ A}$

$I_{2ef} = \frac{V_{2ef}}{R_2} = \frac{35,35}{45} = 0,79 \text{ A}$

$I_{1ef} = \frac{V_{1ef}}{R_1} = \frac{35,35}{20} = 1,77 \text{ A}$

$I_{2m\acute{a}x} = \sqrt{2} \cdot I_{2ef} = 1,11 \text{ A}$

$I_{1m\acute{a}x} = \sqrt{2} \cdot I_{1ef} = 2,5 \text{ A}$

2.2 $v(t) = 100 \cdot \sin(377 \cdot t) \text{ [V]}$

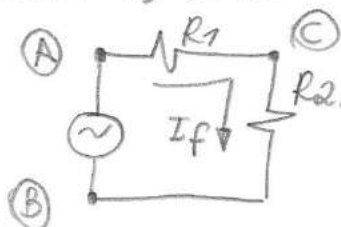
$V_{m\acute{a}x} = 100 \text{ V}$

$V_{fef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} = 70,71 \text{ V}$

$\omega = 377 \text{ rad/s}$

$f = \frac{\omega}{2\pi} = 60 \text{ Hz}$

$R_{23} = \frac{10 \cdot 25}{10 + 25} = 7,14 \Omega$



$R_{eq} = 20 + 7,14 = 27,14 \Omega$

$I_{fef} = \frac{V_{fef}}{R_{eq}} = \frac{70,71}{27,14} = 2,60 \text{ A}$

$P_f = V_{fef} \cdot I_{fef} = 70,71 \cdot 2,60 = 184,21 \text{ W}$

$V_{CB} = V_2 = V_3 = R_{23} \cdot I_{ef} = 7,14 \cdot 2,60 = 18,61 \text{ V}$

$I_{2ef} = \frac{V_{2ef}}{R_2} = \frac{18,61}{10} = 1,86 \text{ A} \Rightarrow I_{2m\acute{a}x} = \sqrt{2} \cdot I_{2ef} = 2,63 \text{ A}$

$I_{3ef} = \frac{V_{3ef}}{R_3} = \frac{18,61}{25} = 0,74 \text{ A} \Rightarrow I_{3m\acute{a}x} = \sqrt{2} \cdot I_{3ef} = 1,05 \text{ A}$

$I_{1ef} = I_{fef} = 2,60 \text{ A} \Rightarrow I_{1m\acute{a}x} = \sqrt{2} \cdot I_{1ef} = 3,68 \text{ A}$

①

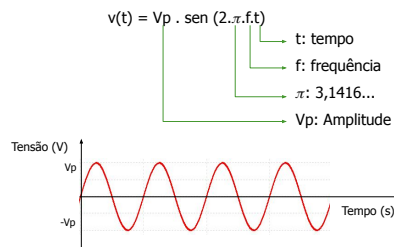
2.3

i) Tensão de pico e eficaz da fonte

$v(t) = 381,8 \cdot \sin(314,16t)$, $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 90 \, \Omega$, $R_3 = 60 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$, $R_5 = 100 \, \Omega$.

$V_p = 381,8 \, V$

$V_{ef} = 0,707 \cdot V_p$
 $= 270 \, V$



ii) Frequência do sinal

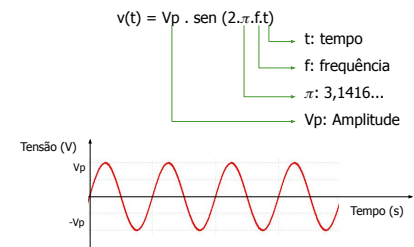
$v(t) = 381,8 \cdot \sin(314,16t)$, $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 90 \, \Omega$, $R_3 = 60 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$, $R_5 = 100 \, \Omega$.

$2 \cdot \pi \cdot f \cdot t = 314,16 \cdot t$

$2 \cdot \pi \cdot f = 314,16$

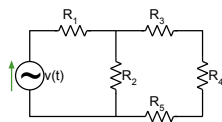
$f = 314,16 / (2 \cdot \pi)$

$f = 50 \, \text{Hz}$



iii) Corrente eficaz total

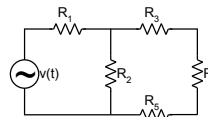
$v(t) = 381,8 \cdot \sin(314,16t)$, $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 90 \, \Omega$, $R_3 = 60 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$, $R_5 = 100 \, \Omega$



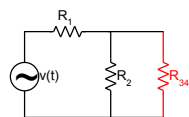
- Determinar a resistência equivalente
- Simplificar gradualmente o circuito até sobrar apenas uma resistência
- $I_{ef} = V_{ef} / R_{eq}$

iii) Corrente eficaz total

$V_{ef} = 270 \, V$, $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 90 \, \Omega$, $R_3 = 60 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$, $R_5 = 100 \, \Omega$



Há resistências em série ou em paralelo?
 → R_3 está em série com R_4 e R_5 (formam caminho único para a corrente).



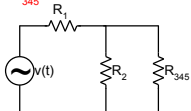
Substituímos a associação de R_3 , R_4 e R_5 por uma resistência equivalente R_{345}

$R_{345} = R_3 + R_4 + R_5 = 60 + 20 + 100 = 180 \, \Omega$

iii) Corrente eficaz total

$V_{ef} = 270 \, V$, $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 90 \, \Omega$, $R_3 = 60 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$, $R_5 = 100 \, \Omega$,

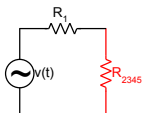
$R_{345} = 180 \, \Omega$



Há resistências em série ou em paralelo?
 → R_2 está em paralelo com R_{345} (os dois terminais de R_2 estão conectados a R_{345})

Substituímos R_2 e R_{345} por uma única resistência equivalente R_{2345}

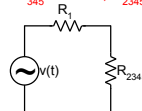
$$\begin{aligned} R_{234} &= (R_2 \cdot R_{345}) / (R_2 + R_{345}) \\ &= (90 \cdot 180) / (90 + 180) \\ &= 16200 / 270 \\ &= 60 \, \text{ohms} \end{aligned}$$



iii) Corrente eficaz total

$V_{ef} = 270 \, V$, $R_1 = 30 \, \Omega$, $R_2 = 90 \, \Omega$, $R_3 = 60 \, \Omega$, $R_4 = 20 \, \Omega$, $R_5 = 100 \, \Omega$,

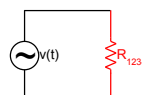
$R_{345} = 180 \, \Omega$, $R_{2345} = 60 \, \Omega$



Há resistências em série ou em paralelo?
 → R_1 está em série com R_{2345}

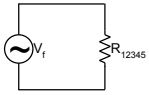
Substituímos R_1 e R_{2345} por uma única resistência R_{12345}

$R_{12345} = R_1 + R_{2345}$
 $= 30 + 60 = 90 \, \text{ohms}$



iii) Corrente eficaz total

$V_{ef} = 270 \text{ V}$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 90 \Omega$, $R_3 = 60 \Omega$, $R_4 = 20 \Omega$, $R_5 = 100 \Omega$,
 $R_{345} = 180 \Omega$, $R_{2345} = 60 \Omega$, $R_{12345} = 90 \Omega$



Corrente = Tensão / Resistência

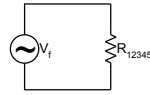
$$I_{ef} = V_{ef} / R_{12345}$$

$$= 270 / 90 = 3 \text{ A}$$

Esta é a corrente eficaz fornecida pela fonte e que percorre a resistência R_{12345}

iv) Potência total do circuito

$V_{ef} = 270 \text{ V}$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 90 \Omega$, $R_3 = 60 \Omega$, $R_4 = 20 \Omega$, $R_5 = 100 \Omega$,
 $R_{345} = 180 \Omega$, $R_{2345} = 60 \Omega$, $R_{12345} = 90 \Omega$, $I_{ef(\text{fonte})} = 3 \text{ A}$

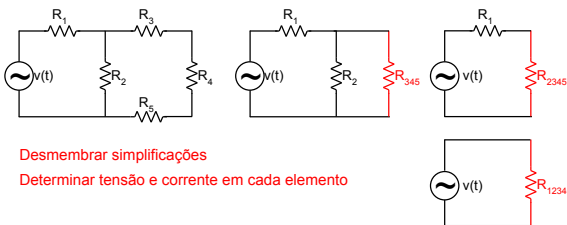


Potência = Tensão eficaz . Corrente eficaz

$$P_{(\text{fonte})} = V_{ef(\text{fonte})} \cdot I_{ef(\text{fonte})}$$

$$= 270 \cdot 3 = 810 \text{ W}$$

v) Corrente eficaz e de pico nos resistores

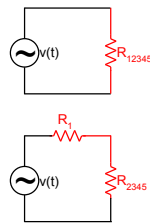


Desmembrar simplificações

Determinar tensão e corrente em cada elemento

v) Corrente eficaz e de pico nos resistores

$V_{ef} = 270 \text{ V}$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 90 \Omega$, $R_3 = 60 \Omega$, $R_4 = 20 \Omega$, $R_5 = 100 \Omega$,
 $R_{345} = 180 \Omega$, $R_{2345} = 60 \Omega$, $R_{12345} = 90 \Omega$, $I_{ef(\text{fonte})} = 3 \text{ A}$



"Série mesma corrente, paralelo mesma tensão"

R_{12345} é desmembrado em R_1 em série com R_{2345}

→ R_1 e R_{2345} têm mesma corrente que R_{12345}

$I_1 = I_{2345} = I_{12345} = 3 \text{ A}$ (calculada no passo anterior)

Falta determinar a tensão em R_1 e em R_{2345}

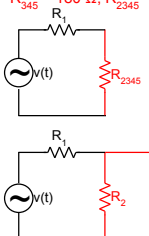
Lei de Ohm ($V = R \cdot I$)

$$V_1 = R_1 \cdot I_1 = 30 \cdot 3 = 90 \text{ V}$$

$$V_{2345} = R_{2345} \cdot I_{2345} = 60 \cdot 3 = 180 \text{ V}$$

v) Corrente eficaz e de pico nos resistores

$V_{ef} = 270 \text{ V}$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 90 \Omega$, $R_3 = 60 \Omega$, $R_4 = 20 \Omega$, $R_5 = 100 \Omega$,
 $R_{345} = 180 \Omega$, $R_{2345} = 60 \Omega$, $V_{2345} = 180 \text{ V}$, $I_{2345} = 3 \text{ A}$



"Série mesma corrente, paralelo mesma tensão"

R_{2345} desmembrada em R_2 em paralelo com R_{345}

→ R_2 e R_{345} têm mesma tensão que R_{2345}

$V_2 = V_{345} = V_{2345} = 180 \text{ V}$ (calculada no passo anterior)

Falta determinar a corrente em R_2 e em R_{345}

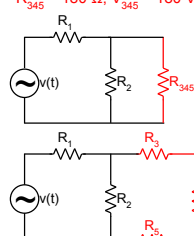
Lei de Ohm ($I = V/R$)

$$I_2 = V_2 / R_2 = 180 / 90 = 2 \text{ A}$$

$$I_{345} = V_{345} / R_{345} = 180 / 180 = 1 \text{ A}$$

v) Corrente eficaz e de pico nos resistores

$V_{ef} = 270 \text{ V}$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 90 \Omega$, $R_3 = 60 \Omega$, $R_4 = 20 \Omega$, $R_5 = 100 \Omega$,
 $R_{345} = 180 \Omega$, $V_{345} = 180 \text{ V}$, $I_{345} = 1 \text{ A}$



"Série mesma corrente, paralelo mesma tensão"

R_{345} desmembrada em R_3 em série com R_4 e R_5

→ R_3 , R_4 e R_5 têm a mesma corrente que R_{345}

$I_3 = I_4 = I_5 = I_{345} = 1 \text{ A}$

Tensões em R_3 , R_4 e R_5

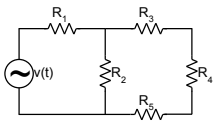
Lei de Ohm ($V = R \cdot I$)

$$V_3 = R_3 \cdot I_3 = 60 \cdot 1 = 60 \text{ V}$$

$$V_4 = R_4 \cdot I_4 = 20 \cdot 1 = 20 \text{ V}$$

$$V_5 = R_5 \cdot I_5 = 100 \cdot 1 = 100 \text{ V}$$

v) Corrente eficaz e de pico nos resistores



Corrente eficaz

$R_1:$ $I_1 = 3 \text{ A}$

$R_2:$ $I_2 = 2 \text{ A}$

$R_3:$ $I_3 = 1 \text{ A}$

$R_4:$ $I_4 = 1 \text{ A}$

$R_5:$ $I_5 = 1 \text{ A}$

Corrente de pico

$R_1:$ $I_1 = 4,24 \text{ A}$

$R_2:$ $I_2 = 2,83 \text{ A}$

$R_3:$ $I_3 = 1,41 \text{ A}$

$R_4:$ $I_4 = 1,41 \text{ A}$

$R_5:$ $I_5 = 1,41 \text{ A}$

Corrente eficaz = 0,707. Corrente de pico
 $I_p = I_{ef}/0,707$

$$\textcircled{3} \quad v(t) = 311,13 \cdot \sin(377t) \text{ [V]}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 60 \text{ Hz}$$

$$V_{ef} = \frac{311,13}{\sqrt{2}} = 220 \text{ V} \quad \omega = 377 \text{ rad/s}$$

$$\textcircled{3.1} \quad R = 1 \Omega$$

$$Z = 1 \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{1} = 220 \text{ A}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{220^2}{1} = 48,4 \text{ kW}$$

$$Q = 0 \Rightarrow \text{Resistor não armazena energia.}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 48,4 \text{ kVA}$$

$$\textcircled{3.2} \quad L = 2 \text{ mH}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,75 \Omega$$

$$Z = X_L = 0,75 \Omega \quad I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{0,75} = 291,78 \text{ A}$$

$$P = 0 \Rightarrow \text{indutor não dissipa potência ativa}$$

$$Q = \frac{V^2}{X} = \frac{220^2}{0,75} = 64,53 \text{ kVAR}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 64,53 \text{ kVA}$$

$$\textcircled{3.3} \quad C = 2 \text{ mF}$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 1,33 \Omega$$

$$Z = X_C = 1,33 \Omega \quad I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{1,33} = 165,88 \text{ A}$$

$$P = 0 \Rightarrow \text{capacitor não dissipa pot. ativa}$$

$$Q = \frac{V^2}{X} = \frac{220^2}{1,33} = 36,49 \text{ kVAR}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 36,49 \text{ kVA}$$

④ Utilizando os valores calculados na questão anterior:

$$P_t = P_R + P_L + P_C = 48,4 \text{ kW}$$

$$Q_t = Q_R + Q_L - Q_C = 64,53 \text{ k} - 36,49 \text{ k} = 28,04 \text{ kVAR}$$

$$S_t = \sqrt{P_t^2 + Q_t^2} = 55,93 \text{ kVA} \quad I_t = \frac{S_t}{V_f} = \frac{55,93 \text{ k}}{220} = 254,25 \text{ A}$$

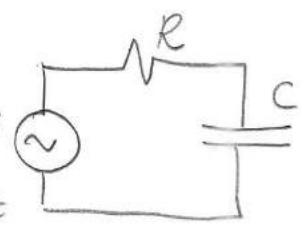
⑤ $V = 220 \text{ V}$ $\cos \phi = 0,5$ $\cos \phi = 1$

$P = 10 \text{ kW}$	$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{10 \text{ k}}{0,5}$	$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{10 \text{ k}}{1}$
	$S = 20 \text{ kVA}$	$S = 10 \text{ kVA}$
	$I = \frac{S}{V} = \frac{20 \text{ k}}{220} = 90,91 \text{ A}$	$I = \frac{S}{V} = \frac{10 \text{ k}}{220} = 45,45 \text{ A}$

⑥ $V = 220 \text{ V}$ $\cos \phi = 0,92$ $I = 0,72$

$$S = V \cdot I = 220 \cdot 0,72 = 158,4 \text{ VA}$$

$$P = S \cdot \cos \phi = 158,4 \cdot 0,92 = 145,73 \text{ W}$$

⑦  $P = 1.200 \text{ W}$ $\cos \phi = 0,8$ $S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{1.200}{0,8} = 1.500 \text{ VA}$

$$S = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{S}{V} = \frac{1500}{220} = 6,82 \text{ A}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 900 \text{ VAR} \quad \text{circuito série!}$$

$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{1.200}{6,82^2} = 25,80 \Omega$$

$$X_C = \frac{Q_C}{I^2} = \frac{900}{6,82^2} = 19,35 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 19,35} = 137 \mu\text{F}$$

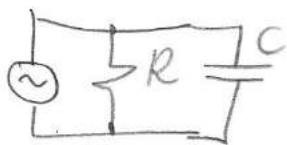
⑤

8) $V = 220V$
 $f = 60\text{ Hz}$
 $P = 560\text{ W}$
 $\cos\varphi = 0,85$

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{560}{0,85} = 658,82\text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{658,82}{220} = 2,99\text{ A}$$

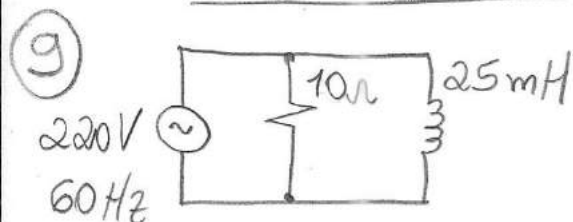
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 347,06\text{ VAR}$$



$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{560} = 86,43\ \Omega$$

$$X_C = \frac{V^2}{Q} = \frac{220^2}{347,06} = 139,46\ \Omega$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 139,46} = 19,02\ \mu\text{F}$$



$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{220^2}{10} = 4.840\text{ W}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 60 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 9,42\ \Omega$$

$$Q = \frac{V^2}{X_L} = \frac{220^2}{9,42} = 5.135,40\text{ VAR}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S = 7.056,76\text{ VA}$$

$$I = \frac{S}{V} = \frac{7.056,76}{220} = 32,08\text{ A}$$

10) $S = 15\text{ kVA}$

$$\cos\varphi = 0,85$$

$$R\ \$0,35\text{ kWh}$$

$$P = S \cdot \cos\varphi = 15\text{ k} \cdot 0,85 = 12,75\text{ kW}$$

$$E = P \cdot t = 12,75 \cdot 24\text{ h} \cdot 30\text{ d} = 9.180\text{ kWh}$$

$$C_{\text{sto}} = E \cdot \tan\varphi = 9.180 \cdot 0,35 \Rightarrow R\ \$3.213,00$$

11) $V = 220V$

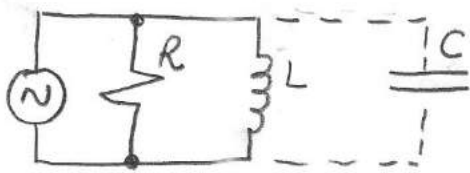
$$I = 55\text{ A}$$

$$P = 10\text{ kW}$$

$$S = V \cdot I = 220 \cdot 55 = 12,1\text{ kVA}$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{10\text{ k}}{12,1\text{ k}} = 0,83$$

12



$$V = 220 \text{ V}$$

$$S = 300 \text{ VA}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$\cos \phi = 0,8 \text{ ind}$$

$$\cos \phi = 1 \Rightarrow Q_L = Q_C \Rightarrow X_L = X_C$$

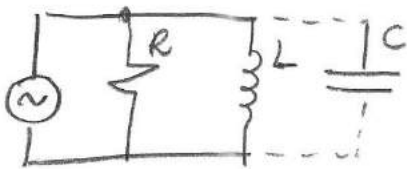
$$\text{Circuito RL: } P = S \cdot \cos \phi = 300 \cdot 0,8 = 240 \text{ W}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 180 \text{ VAR}$$

$$X_L = \frac{V^2}{Q_L} = \frac{220^2}{180} = 268,89 \Omega \quad X_L = X_C$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 268,89} = 9,86 \mu\text{F}$$

13



$$V = 115 \text{ V}$$

$$\cos \phi = 0,8 \text{ ind.}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$C = ? \Rightarrow \cos \phi = 0,92 \text{ ind.}$$

$$P = 3 \text{ kW}$$

Circuito RL:

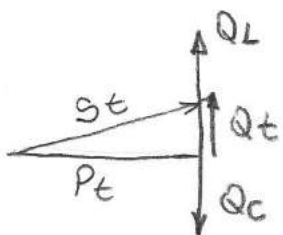
$$S_L = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{3 \text{ k}}{0,8} = 3,75 \text{ kVA}$$

$$Q_L = \sqrt{S_L^2 - P^2} = 2,25 \text{ kVAR}$$

Circuito RLC

$$S_t = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{3 \text{ k}}{0,92} = 3,26 \text{ kVA}$$

$$Q_t = \sqrt{S_t^2 - P^2} = 1,28 \text{ kVAR}$$



$$Q_t = Q_L - Q_C$$

$$Q_C = Q_L - Q_t$$

$$Q_C = 2,25 \text{ k} - 1,88 \text{ k}$$

$$Q_C = 972 \text{ VAR}$$

$$X_C = \frac{V^2}{Q_C} = \frac{115^2}{972}$$

$$X_C = 13,60 \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60 \cdot 13,60}$$

$$C = 194,96 \mu\text{F}$$

7