FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
E DE COMPUTAÇÃO/ UNICAMP

EA611 - Circuitos II, turma A

Prova nº 1 - 11 de abril de 2007

Nome: Lucas Vaz Porto de Andrade RA 062441

Resultados em forma de expressões (quando couber resultado numérico) não serão considerados.

O nmero de significativos deve ser razoável (não copie todos os significativos da calculadora) e potências de 10, se utilizadas, devem ter expoente divisível por 3 (notação de engenharia).

1. Uma carga ligada a uma fonte de 380 V eficazes, 60 Hz, consome 15 kVA com fator de potência indutivo de 0,8.

1.1 Quais são as potências ativa e reativa consumidas e qual é o valor eficaz da corrente?

1.2 Um capacitor de 50 μF é ligado em paralelo com a carga. Quais serão os novos valores de potência ativa, reativa e aparente, bem como da corrente consumidas?

1.3 Qual é a faixa de valores para um capacitor a ser ligado em paralelo com a carga se for desejado um fator de potência igual ou maior que 0,92?

$|S| = 15\,KVA \qquad \cos\phi = 0,8$

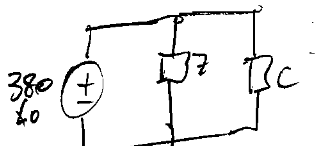
1) $P = S \cdot \cos\phi = \underline{12\,KW}$ ativo

$Q = S \cdot \text{sen}\,\phi = 15\,KVA \cdot 0,6 = \underline{9\,KVA_r}$ reativo

$V \cdot I^* = S$

$I = \left(\frac{S}{V}\right)^* = \frac{15\angle 36,87^\circ\,KVA}{380\angle 0^\circ\,V} = \underline{39,474\,A}$

2)



$Z = \frac{380\angle 0^\circ V}{39,474\angle 36,87} = 9,63\angle -36,87^\circ\,\Omega \cong \underline{7,7 - 5,78j\,\Omega}$

$Z_c = \frac{1}{j\omega C} = 53,05\angle -90^\circ \qquad Z_T^{-1} = Z_c^{-1} + Z^{-1}$

$Z_{total} = 8,61\angle -44,35$

$I_{corrigida} = \frac{380\angle 0^\circ}{8,61\angle -44,35} = \underline{44,14\angle 44,35^\circ\,A}$ x

$S = V \cdot I^* = \underline{16,77\angle -44,35\,KVA}$ aparente x

$P = 12,0\,KW$ ativo

$Q = -11,72\,KVA_r$ reativo

$$Z_F^{-1} = Z_I^{-1} + Z_c^{-1}$$

$$Z_F = \frac{1}{83{,}1 + 62{,}4j + j\omega C}$$

$$Z_F = 83{,}1 + (62{,}4 + \omega C)\,j \ \Omega$$

$$\omega = 377$$

$$Z_f = 83{,}1 + (62{,}4 + 377C)\,j \ \Omega$$

$$f_p = \frac{P}{\sqrt{P^2 + (Q - \omega C V^2)^2}} = \frac{12 \text{ kW}}{\sqrt{144 + (9 - 377 \cdot C \cdot 380^2)^2}}$$

$$f_p = \frac{12}{\sqrt{144 + (9 - 54\cancel{4}C)^2}}$$

$$0{,}92 \cdot \sqrt{144 + (9 - 54{,}4 \cdot 10^6 C)^2} = 12$$

$$13 = \sqrt{144 + (9 - 54{,}4 \cdot 10^6 C)^2}$$

$$170 = 144 + (9 - 54{,}4 \cdot 10^6 C)^2$$

$$26{,}13 = (9 - 54{,}4 \cdot 10^6 C)^2$$

$$81 - 979{,}2 \cdot 10^6 C + 2{,}96 \cdot 10^{15} C^2 = 26{,}13$$

$$54{,}87$$

$$C' = 71{,}48 \cdot 10^{-9} \qquad C'' = 259{,}3 \cdot 10^{-9}$$

Os valores da capacitancia devem estar entre as raizes da equação, logo devem ser entre $\underline{71{,}48 \text{ nF}}$ e $\underline{259{,}3 \text{ nF}}$

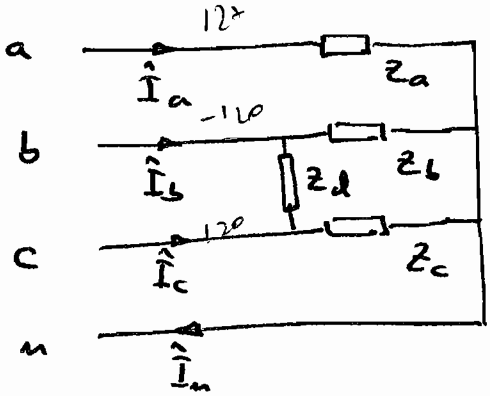
2. Quatro cargas resistivas

$$Z_a = 10\Omega \qquad Z_b = 12\Omega \qquad Z_c = 15\Omega \qquad Z_d = 20\Omega$$

são ligadas às três fases de uma alimentação trifásica de 220 V (de linha) com neutro, em seqüência *abc*, como mostra a Figura.

2.1 Tomando como referência a tensão $\hat{V}_{an} = 127\angle 0$ V, obtenha as três correntes $\hat{I}_a$, $\hat{I}_b$, $\hat{I}_c$ e a corrente de neutro .

2.2 Qual será a tensão $\hat{V}_{n'n}$ se a conexão de neutro for interrompida? Obtenha ainda as tensões aplicadas às quatro cargas e as três correntes neste caso.



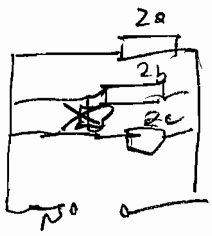
1) $I_a = \dfrac{127\angle 0°}{10} = \underline{12{,}7\ A}$

$I_b = I_{Z_b} + I_{Z_d} = \dfrac{127\angle -120°}{12} + \dfrac{220\angle -90°}{20} = \underline{20{,}85\angle -104{,}7°\ A}$

$I_c = I_{Z_c} - I_{Z_d} = \dfrac{127\angle +120°}{15} - \dfrac{220\angle -90°}{20} = \underline{18{,}81\angle 103{,}0°\ A}$

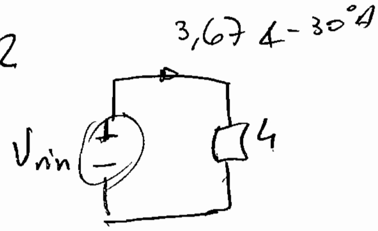
$I_n = I_A + I_B + I_C = \underline{3{,}67\angle -30°\ A}$

2) Por Thévenin temos



Zd está em curto

$Z_{eq} = \underline{4\ \Omega}$



$\underline{V_{n'n} = 14{,}68\angle -30°\ V}$

$$I_a = \frac{V_{an'}}{Z_a} = \frac{127\angle 0 - 14{,}7\angle -30^\circ}{10} = \underline{11{,}45 \angle 3{,}68^\circ \text{ A}}$$

$$I_{Z8} = \frac{220 \angle -90^\circ}{20} = 11 \angle -90^\circ$$

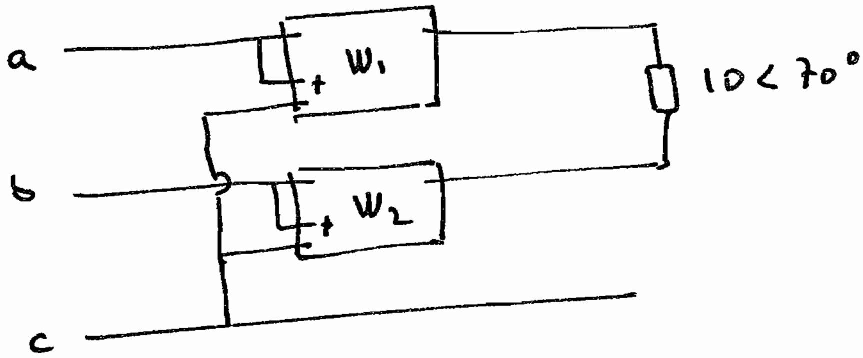
$$I_{Zb} = \frac{V_{bn'}}{Z_b} = 10 \angle -126{,}6^\circ \text{ A}$$

$$I_{Zc} = \frac{V_{cn'}}{Z_c} = 9{,}327 \angle 123^\circ \text{ A}$$

$$\underline{I_B = 20{,}56 \angle -108{,}0^\circ \text{ A}}$$

$$\underline{I_C = 19{,}5 \angle 105{,}1^\circ \text{ A}}$$

3. Uma impedância Z é ligada entre as fases a e b de uma rede trifásica em seqüência abc. Tomando como referência de fase a tensão $\hat{V}_{an} = 127\angle 0$ V, obtenha as leituras de dois wattímetros ligados como mostra a figura.



$$I_{AB} = \frac{V_{ab}}{10\angle 70^\circ} = 22\angle -40^\circ$$

$$S_{W_1} = 22\angle -40^\circ \cdot 220\angle -30 = (4{,}84\angle -70^\circ)\cdot 10^3 \text{ KVA}$$

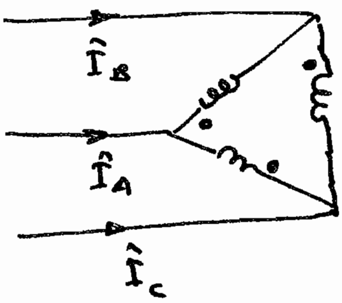
$$Re\{S_{W_1}\} = W_1 = 1{,}66 \text{ KW}$$

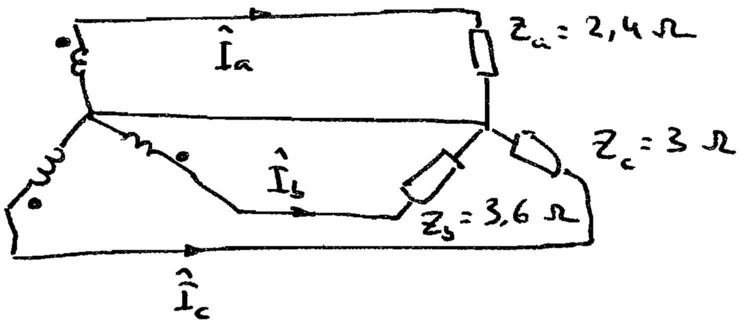
$$S_{W_2} = I_{B4} \cdot V_{BC} = -I_{AB} \cdot 220\angle -80^\circ \cdot 22\angle 140 = 4{,}84\angle 50 \quad 10^3 \text{ KVA}$$

$$Re\{S_{W_2}\} = W_2 = 3{,}11 \text{ KW}$$

4. Um banco de transformadores Δ-Y com relação de tensões (de linha) 13800/220 alimenta três cargas associadas em Y com neutro.

Considerando seqüência de fases *abc* e tomando como referência a tensão $\hat{V}_{an} = 127\angle 0$ V, obtenha as correntes de linha $\hat{I}_A$, $\hat{I}_B$ e $\hat{I}_C$ no primário do banco.





$$\begin{bmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{bmatrix} = \frac{n_2}{n_1} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix}$$

$$I_\Delta = C^T I_y$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

Num banco ΔY a relação de tensões é dada pela relação de espiras

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{T_1}{T_2\sqrt{3}}$$

$$I_a = \frac{127\angle 0^\circ}{2,4} = 52,9$$

$$I_b = \frac{127\angle -120^\circ}{3,6} = 35,3\angle -120^\circ$$

$$I_c = \frac{127\angle 120}{3} = 42,3\angle 120^\circ$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{13800}{127} = 109 \qquad \frac{n_2}{n_1} = 9,2 \cdot 10^{-3}$$

$$\hat{I}_A = 9,2 \cdot 10^{-3} (\hat{I}_c - \hat{I}_b) = 619 \angle 93^\circ \text{ mA}$$

$$\hat{I}_B = 9,2 \cdot 10^{-3} (\hat{I}_a - \hat{I}_c) = 760 \angle -26,3 \text{ mA}$$

$$\hat{I}_C = 9,2 \cdot 10^{-3} (\hat{I}_b - \hat{I}_a) = 707 \angle -157 \text{ mA}$$

$$T_F = \frac{n_2}{n_1} \cdot T_L$$

$$T_{F2} = \frac{n_2}{n_1} \cdot T_{F1}\sqrt{3}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{n_2}{n_1}\sqrt{3}$$