

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/UNICAMP

EA611- Circuitos Elétricos II- Turma B

P2-17/05/2006 – Profª Ana Cristina Cavalcanti Lyra

NOME GUSTAVO G. MIRANDA RA 043902

Quesito 1 vale 6 pontos, Quesito 2 vale 4 pontos

1- Considere o sistema representado pelo diagrama unifilar da Fig.1 com os seguintes dados:

Gerador: 100 MVA, 13,8kV, reatância síncrona (reatância de Thévenin) $x = 60\%$

Transformador TR1: 100 MVA, 12,5/69kV, reatância de dispersão $x = 8\%$

Transformador TR2: 75 MVA, 69/13,8kV, reatância de dispersão $x = 7\%$

Linha: impedância $j60 \Omega$

- 1.1- Complete a tabela para os valores bases, considere a potência base trifásica de 100MVA e a tensão base de linha de 13,2kV na carga.
- 1.2- Represente o diagrama unifilar em p.u.
- 1.3- Considere uma carga consumindo 25 MVA com fator de potência 0,9 indutivo e com tensão de linha de 13,2 kV. Obtenha a tensão nos terminais do gerador em pu e em volts.
- 1.4- Qual será a tensão do gerador se a chave C for aberta em pu e em volts?
- 1.5- Que corrente circulará pela rede se houver um curto-circuito trifásico nos terminais da carga (valores em pu e em amperes)?

Valores Bases	$S_3 \phi$ [MVA]	$S_1 \phi$ [MVA]	V_{linha} [kV]	V_{fase} [kV]	$Z [\Omega]$	I [A]
Gerador	100	33,3	11,95	6,9	1,43	4826
Linha	100	33,3	66	38,1	43,6	874
Carga	100	33,3	13,2	7,6	1,73	4381

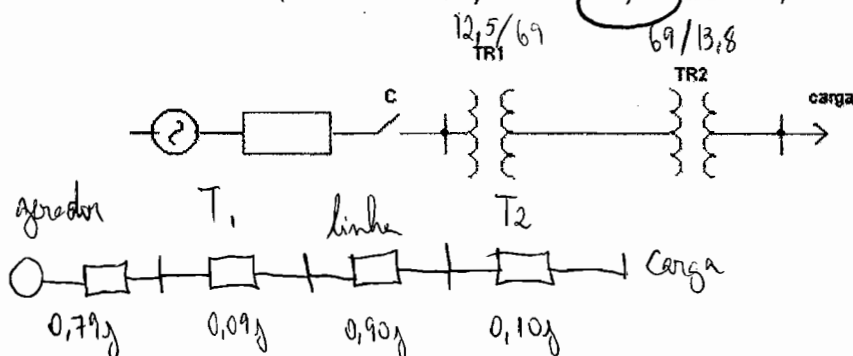
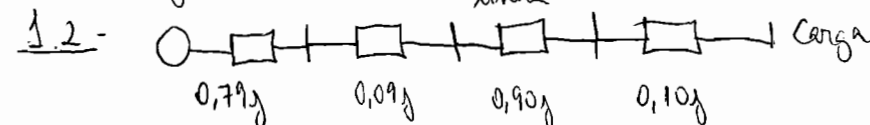


Fig.1



1.3 -

$$E_g = 1,15 \angle 12^\circ \text{ pu}$$

$$V_g = 13,7 \text{ kV}$$

1.4 -

$$E_g = 1,28 \angle 19^\circ$$

$$V_g = 15,3 \text{ kV}$$

1.5 -

$$i_{cc} = 1,05 \angle -78^\circ \text{ pu}$$

$$I_{cc} = 5067,3 \text{ A}$$

$$V_{AO} = V_{AN} - V_{ON}$$

2- Dado o circuito representado na Figura 2, considerando que a rede trifásica tem tensão fase-neutro de 127 V (eficazes), a seqüência de fases é *abc*, e a tensão de referência é \hat{V}_{AN} :

2.1-Determine as tensões de linha \hat{V}_{AB} , \hat{V}_{BC} , \hat{V}_{CA} , (tensões primárias do transformador ideal).

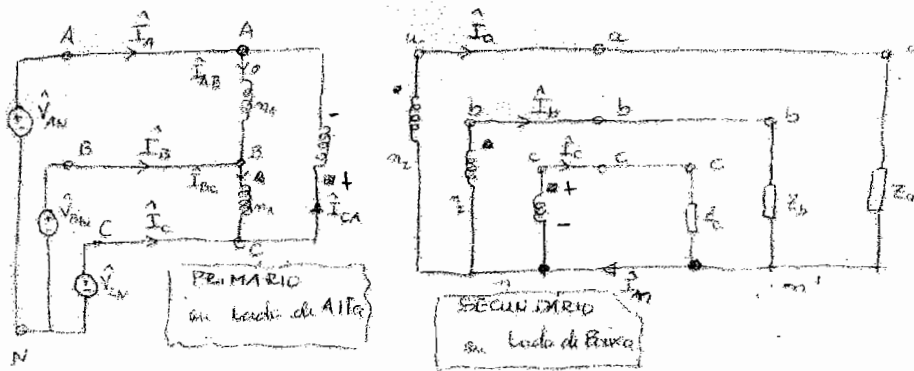
2.2-Determine as tensões do secundário do transformador ideal.

2.3-Determine as correntes do secundário do transformador ideal \hat{I}_a , \hat{I}_b , \hat{I}_c , considerando que Z_a, Z_b, Z_c são aquecedores elétricos de resistências ôhmicas de valores $0,8 \Omega$, $1,2 \Omega$ e $2,4 \Omega$, respectivamente.

2.4-Determine a corrente de neutro \hat{I}_n .

2.5-Determine as correntes nas bobinas primárias do transformador ideal (\hat{I}_{AB} , \hat{I}_{BC} , \hat{I}_{CA}).

2.6-Determine as correntes de linha na lado de alta do transformador ideal (\hat{I}_A , \hat{I}_B , \hat{I}_C).



Relação de Espiras:

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 2$$

Figura 2

2.1 $\hat{V}_{AB} = 220 \angle 30^\circ \text{ V}$
 $\hat{V}_{BC} = 220 \angle -90^\circ \text{ V}$
 $\hat{V}_{CA} = 220 \angle 150^\circ \text{ V}$

2.2 $\hat{V}_{am} = 440 \angle 30^\circ \text{ V}$
 $\hat{V}_{bm} = 440 \angle -90^\circ \text{ V}$
 ~~$\hat{V}_{cm} = 440 \angle 150^\circ \text{ V}$~~ $\hat{V}_{cm} = 440 \angle 150^\circ \text{ V}$

2.3 $\hat{I}_a = 550 \angle 30^\circ \text{ A}$
 $\hat{I}_b = 367 \angle -90^\circ \text{ A}$
 ~~$\hat{I}_c = 183 \angle 150^\circ \text{ A}$~~
 $\hat{I}_c = 183 \angle 150^\circ \text{ A}$

2.4 ~~$\hat{I}_n = 660 \angle 16^\circ \text{ A}$~~
 $\hat{I}_n = 318 \angle -9^\circ \text{ A}$

2.5 $\hat{I}_{AB} = 1100 \angle 30^\circ \text{ A}$
 $\hat{I}_{BC} = 734 \angle -90^\circ \text{ A}$
 $\hat{I}_{CA} = 366 \angle 150^\circ \text{ A}$

2.6 $\hat{I}_A = 1322 \angle 16^\circ \text{ A}$
 $\hat{I}_B = 1600 \angle -126^\circ \text{ A}$
 $\hat{I}_C = 970 \angle 109^\circ \text{ A}$

1.1 - $S_{3\phi} \rightarrow$ Como foi escolhido 100 MVA para potência nominal do gerador, o $S_{3\phi}$ da linha e da carga também é 100 MVA.

$$S_{1\phi} = \frac{S_{3\phi}}{3}$$

• linha

$$\frac{13,2}{13,8} = \frac{x}{69}$$

$$x = 66 \text{ kV}$$

$$V_{\text{linha}} = V_{\text{fase}} \cdot \sqrt{3}$$

$$V_{\text{fase}} = \frac{V_{\text{linha}}}{\sqrt{3}}$$

$$Z = \frac{(V_{\text{fase}})^2}{S_{1\phi}}$$

gerador

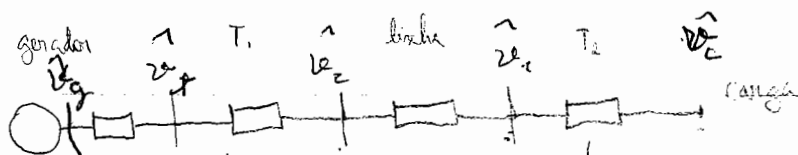
$$\frac{66}{69} = \frac{y}{12,5}$$

$$y = 11,95 \text{ kV}$$

✓

$$I = \frac{S_{1\phi}}{V_{\text{fase}}}$$

1.2



$$X = \frac{X_{\text{nominal}}}{X_{\text{base}}}$$

gerador

$$R = \frac{100}{100} = 1 \text{ pu}$$

$$x = \frac{13,8}{11,95} = 1,15 \text{ pu}$$

$$Z = \frac{x^2}{R} \cdot 0,6 = 0,79 \text{ pu}$$

T1

$$R = \frac{100}{100} = 1 \text{ pu}$$

$$x = \frac{12,5}{11,95} = 1,05 \text{ pu}$$

$$Z = \frac{x^2}{R} \cdot 0,06 = 0,09 \text{ pu}$$

linha

$$Z = \frac{60 \text{ pu}}{66} = 0,9 \text{ pu}$$

66

Σ

T2

$$R = \frac{75}{100} = 0,75 \text{ pu}$$

$$x = \frac{69}{66} = 1,04 \text{ pu}$$

$$Z = \frac{x^2}{R} \cdot 0,07 = 0,1 \text{ pu}$$

1.3

carga

$$R = \frac{25}{100} = 0,25 \angle 26^\circ \text{ pu} \quad N = \frac{13,2}{13,2} = 1 \text{ pu}$$

$$\cos \theta = 0,9 \Rightarrow \theta = 26^\circ$$

Logo, a corrente que circula é dada pela equação:

$$R = N \cdot i^*$$

$$i^* = 0,25 \angle 26^\circ \Rightarrow i = 0,25 \angle -26^\circ \checkmark$$

tensão no gerador: $E_g = \frac{1}{4} \cdot 0,25 \angle -26^\circ \cdot (0,09 + 0,90 + 0,10)$

$$i = 1,15 \angle 12^\circ \text{ pu}$$

$$V_g = 1,15 \cdot 11,95 \Rightarrow V_g = 13,7 \text{ kV}$$

1.4 - Com a chave aberta, temos:

$$E_g = 1 + (0,79 + 0,09 + 0,90 + 0,10) \cdot 0,25 \angle -26^\circ$$

$$E_g = 1,28 \angle 19^\circ$$

$$V_g = 1,28 \cdot 11,95 \Rightarrow V_g = 15,3 \text{ kV}$$

1.5 Se houver um curto circuito nos terminais da carga, temos: $V_{\text{CARGA}} = 0$.

No momento em que ocorre o curto, a tensão no gerador é:

$$E_g = 1,15 \angle 12^\circ \text{ pu}$$

então obtemos:

$$1,15 \angle 12^\circ = I_{cc} \cdot (0,09 + 0,90 + 0,10)$$

$$I_{cc} = 1,05 \angle -78^\circ \text{ pu}$$

$$I_{cc} = 1,05 \cdot 4826 \Rightarrow I_{cc} = 5067,3 \text{ A}$$

02 -

2.1 - $\hat{V}_{AN} = 127 \angle 0^\circ$
 $\hat{V}_{BN} = 127 \angle -120^\circ$
 $\hat{V}_{CN} = 127 \angle 120^\circ$

$\hat{V}_{AB} = \hat{V}_{AN} - \hat{V}_{BN} = 220 \angle 30^\circ \text{ V}$

$\hat{V}_{BC} = \hat{V}_{BN} - \hat{V}_{CN} = 220 \angle -90^\circ \text{ V}$

$\hat{V}_{CA} = \hat{V}_{CN} - \hat{V}_{AN} = 220 \angle 150^\circ \text{ V}$

2.2 -

$\hat{V}_{cm} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \hat{V}_{AB} \Rightarrow \hat{V}_{cm} = 2 \cdot (220 \angle 30^\circ) \Rightarrow \hat{V}_{cm} = 440 \angle 30^\circ \text{ V}$

$\hat{V}_{bm} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \hat{V}_{BC} = 2 \cdot (220 \angle -90^\circ) \Rightarrow \hat{V}_{bm} = 440 \angle -90^\circ \text{ V}$

$\hat{V}_{cm} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \hat{V}_{CA} = 2 \cdot (220 \angle 150^\circ) \Rightarrow \hat{V}_{cm} = 440 \angle 150^\circ \text{ V}$

2.3 -

$\hat{V}_{am} = \hat{I}_a \cdot Z_a$
 $\hat{I}_a = 550 \angle 30^\circ \text{ A}$

$\hat{V}_{bm} = \hat{I}_b \cdot Z_b$
 $\hat{I}_b = 367 \angle -90^\circ \text{ A}$

$\hat{V}_{cm} = \hat{I}_c \cdot Z_c$
 $\hat{I}_c = 183 \angle 150^\circ \text{ A}$

2.4

Aplicando a lei das m as:

$-\hat{I}_m + \hat{I}_a + \hat{I}_b + \hat{I}_c = 0$

$\hat{I}_m = \hat{I}_a + \hat{I}_b + \hat{I}_c$

$\hat{I}_m = 318 \angle -9^\circ \text{ A}$

2.5

$\hat{I}_{AB} = \frac{m_2}{m_1} \hat{I}_a \Rightarrow \hat{I}_{AB} = 1100 \angle 30^\circ \text{ A}$

$\hat{I}_{BC} = \frac{m_2}{m_1} \hat{I}_b \Rightarrow \hat{I}_{BC} = 734 \angle -90^\circ \text{ A}$

$\hat{I}_{CA} = \frac{m_2}{m_1} \hat{I}_c \Rightarrow \hat{I}_{CA} = 366 \angle 150^\circ \text{ A}$

$$\underline{2.6 \text{ NS C}} : \hat{I}_C + \hat{I}_{BC} - \hat{I}_{CA} = 0$$

$$\hat{I}_C = \hat{I}_{CA} - \hat{I}_{BC}$$

$$\hat{I}_C = 970 \angle 109^\circ \text{ A}$$

$$\underline{\text{NS B}} : \hat{I}_B + \hat{I}_{AB} - \hat{I}_{BC} = 0$$

$$\hat{I}_B = \hat{I}_{BC} - \hat{I}_{AB}$$

$$\hat{I}_B = 1600 \angle -126^\circ \text{ A}$$

$$\underline{\text{NS A}} : \hat{I}_A + \hat{I}_{CA} - \hat{I}_{AB} = 0$$

$$\hat{I}_A = \hat{I}_{AB} - \hat{I}_{CA}$$

$$\hat{I}_A = 1322 \angle 16^\circ \text{ A}$$

Gustavo G. Hernandez