



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

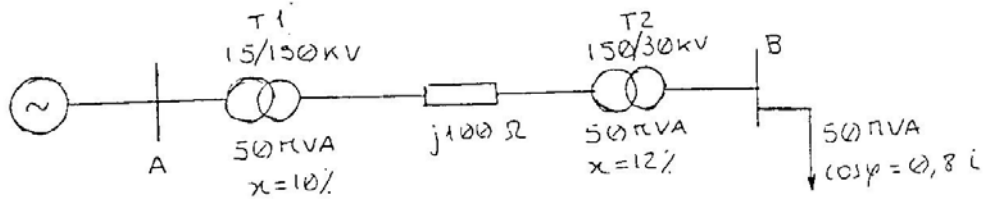
Sistemas Eléctricos de Energia I

Problemas - Sistema p.u.

2002-03

PROBLEMAS SOBRE SISTEMA p.u.

- 1.1. Considere o seguinte esquema, representando uma rede radial de transmissão

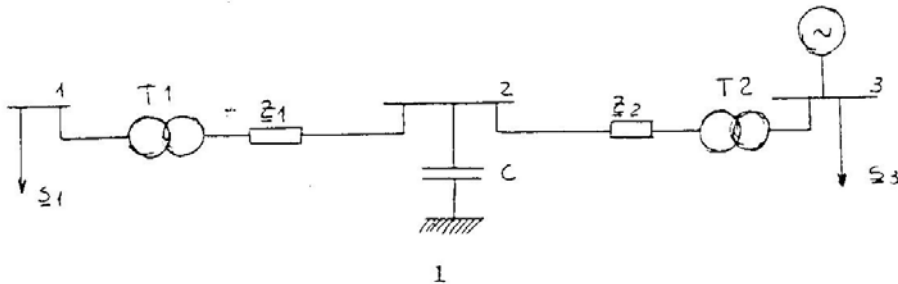


Calcule a tensão que se deve impor ao barramento A para que a tensão no barramento B seja de 30 kv.

- 1.2. Resolva novamente o problema 1.1. considerando que a razão de transformação do transformador T1 é de 16,5/150 kv.
 1.3. Resolva novamente o problema 1.1. considerando que a razão de transformação do transformador T1 é de 15/148 kv.
 1.4. Considere o seguinte sistema trifásico:

$$\begin{aligned} \underline{Z}_1 &= j13,5 \, \Omega & \underline{U}_2 &= 144 \angle 0^\circ \text{ kv} & T1 &: 100 \text{ MVA}; 145/30 \text{ kv}; 8\% \\ \underline{Z}_2 &= j22,5 \, \Omega & \underline{U}_3 &= 9,9 \angle 2,5^\circ \text{ kv} & T2 &: 50 \text{ MVA}; 10/150 \text{ kv}; 10\% \\ Q_{gc} &= 30 \text{ MVAR} \end{aligned}$$

- a) Obtenha o esquema equivalente em p.u.
 b) Determine o valor da tensão no barramento 1
 c) Calcule o valor das potências activa e reactiva consumida no barramento 1

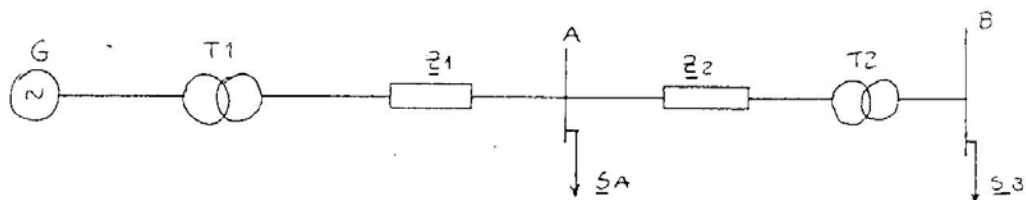


1.5. Considere o sistema representado pelo seguinte esquema unifilar:

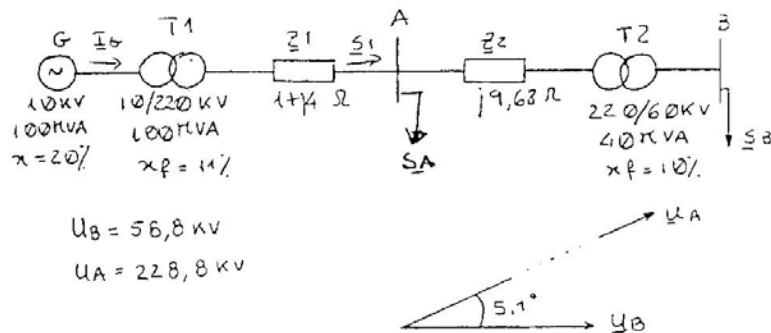
$$\begin{aligned}
 Z_1 &= j 2 \Omega & Z_2 &= j 3 \Omega \\
 T_1 &: 10/150 \text{ kV}, 50 \text{ MVA}, 9\% \\
 T_2 &: 150/30 \text{ kV}, 25 \text{ MVA}, 10\% \\
 G &: 10 \text{ kV}, 50 \text{ MVA}, 25\% \\
 A - S_A &= 40 \text{ MVA} \quad \cos \varphi = 0,85 \text{ (i)} \\
 B - P_B &= 10 \text{ MW} \quad \cos \varphi = 0,5 \text{ (i)}
 \end{aligned}$$

A tensão no barramento B é de 28 kV

- Qual a potência activa fornecida pelo gerador? Justifique.
- Determine o esquema equivalente em p.u..
- Calcule o valor da intensidade da corrente na linha 1 (a qual está representada no esquema pela impedância Z_1).



1.6. Considere a seguinte representação unifilar de um sistema trifásico:



Tome para potência de base $S_B = 100 \text{ MVA}$ e para tensão de base, no troço onde está instalado o alternador G , a tensão nominal desse alternador.

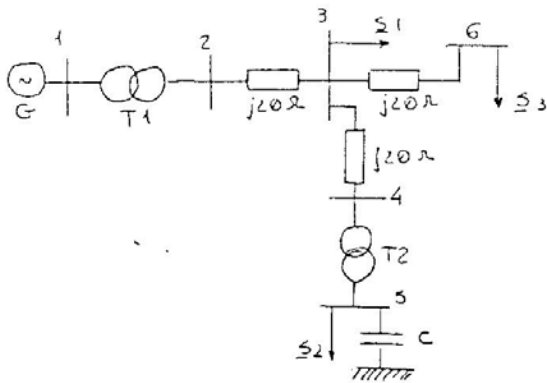
- a) A carga que está a ser directamente alimentada pelo barramento A é constituída por uma grande instalação industrial que absorve a potência aparente $S_A = 70 \text{ MVA}$ com um factor de potência $0,5(i)$. No entanto, devido ao baixo valor deste factor de potência, foi instalada uma bateria de condensadores de modo a efectuar uma compensação para $\text{tg}\phi = 0,6$.

Pergunta: Qual o valor da carga $\underline{S}_A = P_A + j Q_A$?

- b) Desenhe o esquema equivalente em p.u.
 c) Qual o valor da potência aparente $\underline{S}_B = P_B + j Q_B$?
 d) Qual o valor da corrente I_G ?
 e) Qual o valor da potência \underline{S}_1 ?

1.7. O barramento 5 representa uma instalação fabril para a qual foi necessário corrigir o factor de potência para 0,8 i. Sabendo que a bateria de condensadores instalada para o efeito possui uma capacidade por fase e em triângulo de $C_{\Delta}=2\mu F$. Calcule:

- O esquema em p.u. tendo como base de potência 5MVA e base de tensão para o gerador 6kV.
- Sabendo que a tensão no barramento 5 é de $15 \text{ kV} \angle 0^\circ$, calcule a potência a jusante do barramento 4.
- Admitindo que o trânsito de potência de 3 para 6 é de $657 \text{ kVA} \angle 10^\circ$, qual é a tensão que se deve impor no barramento 6.



$$S_1 = 2 \text{ MVA } \text{arc cos } 0,6$$

$$S_2 \text{ reactiva} = 543 \text{ kVAR}$$

$$5 \text{ MVA}$$

$$T1 \ 5,5/31,5 \text{ kV}$$

$$x=20\%$$

$$5 \text{ MVA}$$

$$G \ 6 \text{ kV}$$

$$x=10\%$$

$$2,5 \text{ MVA}$$

$$T2 \ x=10\%$$

$$32/14 \text{ kV}$$

1.8. Considere o esquema unifilar representado na figura, correspondendo a um sistema trifásico simétrico, à frequência de 50 Hz.

- Apresente o esquema equivalente em p.u.
- Calcule a tensão no barramento 3, assim como a potência a jusante do mesmo barramento, admitindo que a tensão no barramento 5 é de 6,1 kV.
- Calcule as perdas activas a jusante do barramento 3.

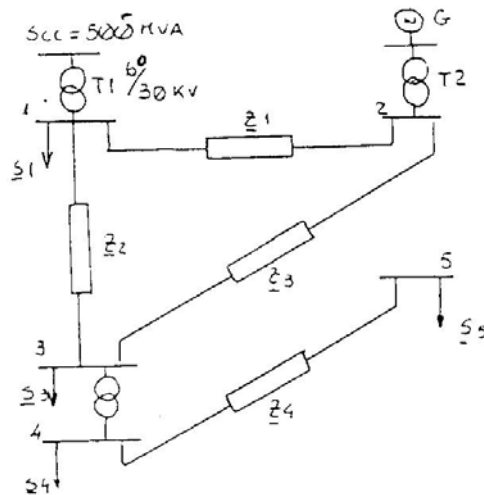
2,5 MVA 5MVA
 G: 6 kV T1: 60/30 kV
 $x'_f=10\%$ $x_f=3,5\%$

2,5MVA 2,5MVA
 T2: $x_f=5\%$ T3: $x_f=4,1\%$
 6/31,5kV 30/6 kV

$$Z_1=Z_2=0,3621+j0,5151 \Omega \quad Z_3=0,5325+j0,7575 \Omega \quad Z_4=0,0884+j0,0281 \Omega$$

$$S_1=0,5\text{MVA}(\cos\varphi=0,8\text{ind.}) \quad S_3=2,5\text{MVA}(\cos\varphi=0,8\text{ind.})$$

$$S_4=875\text{kVA}(\cos\varphi=0,8\text{ind.}) \quad S_5=1,5\text{MVA}(\cos\varphi=0,6\text{ind.})$$



Resultados

- 1.1. $\underline{U}_A = 19,7 \angle 15^{\circ},62 \text{ kV}$
- 1.2. $\underline{U}_A = 21,7 \angle 15^{\circ},62 \text{ kV}$
- 1.3. $\underline{U}_A = 19,93 \angle 15^{\circ},54 \text{ kV}$
- 1.4. $b) \underline{U}_1 = 28,09 \angle -1^{\circ},23 \text{ kV}$ $c) P_1 = 13,9 \text{ MW}$ $Q_1 = 36,8 \text{ Mvar}$
- 1.5. $a) 44 \text{ MW}$ $c) I_1 = 227,1 \angle -39^{\circ},98 \text{ A}$
- 1.6. $a) 35+; 21 \text{ MW/Mvar}$ $c) 33,5+; 20,3 \text{ MW/Mvar}$
 $d) 4,59 \angle -28^{\circ},53 \text{ kA}$ $e) 82,3 \angle 33^{\circ},63 \text{ MVA}$
- 1.7. $b) 0,2 \angle 37^{\circ},19 \text{ MVA}$ $c) 34,44 \angle -0^{\circ},15 \text{ kV}$
- 1.8. $b) \underline{U}_3 = 31,437 \angle 1^{\circ},29 \text{ kV}$ $\underline{S} = 4,897 \angle 42^{\circ},59 \text{ MVA}$
 $c) 5,35 \text{ kW}$