

Anexos

Exercícios 1

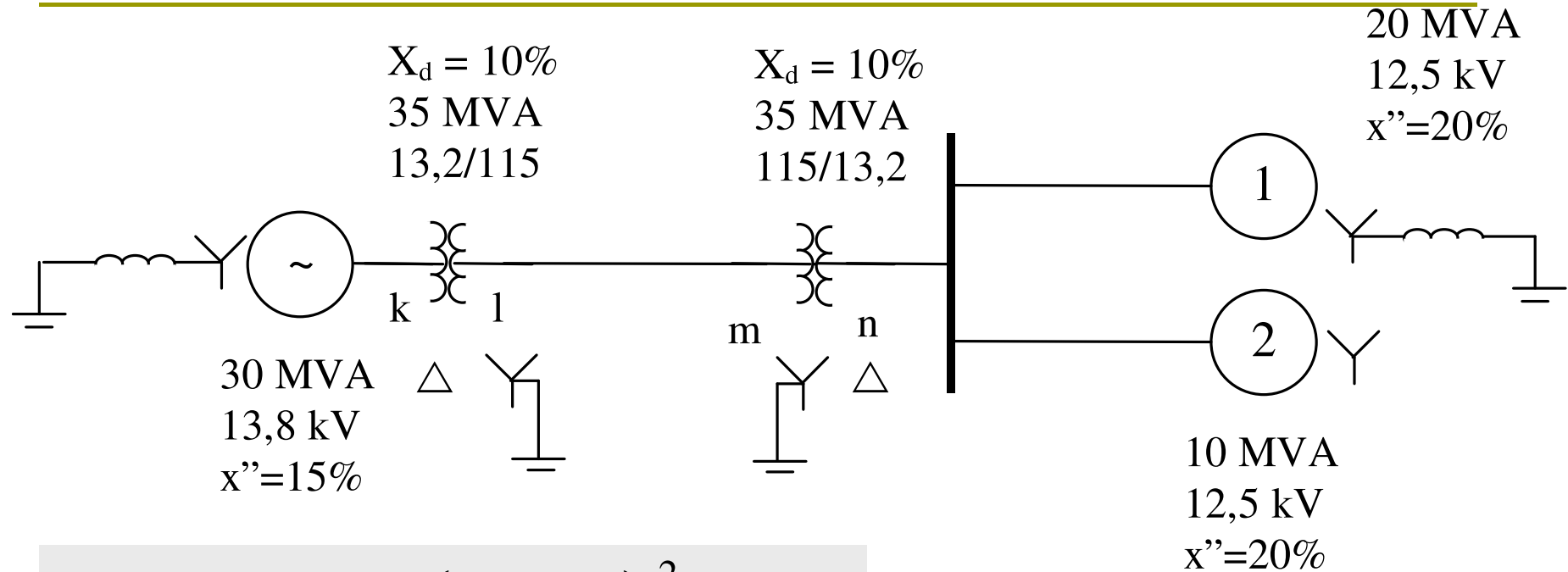
-
-
-

Exercício 10

Exercício 1

↳ Um gerador trifásico de 30 MVA, 13,8 kV, possui uma reatância subtransitória de 15%. Ele alimenta dois motores através de uma LT com dois trafos nas extremidades, conforme diagrama unifilar. Os valores nominais dos motores são 20 e 10 MVA, ambos com 20% de reatância subtransitória. Os trafos trifásicos são ambos de 35 MVA 13,2 Δ - 115Y (kV), com reatância de dispersão de 10%. A reatância em série da LT é 80 Ω . Faça o diagrama de reatâncias com todos os valores em pu. Escolha os valores nominais do gerador como base do circuito do próprio gerador.

Exercício 1



$$Z_{pu}^{novo} = Z_{pu}^{velho} \left(\frac{V_{base}^{velha}}{V_{base}^{nova}} \right)^2 \frac{S_{base}^{nova}}{S_{base}^{velha}}$$

$$Z_{base} = \frac{(kV)^2}{MVA}$$

Exercício 1

Solução:

(1) Gerador Síncrono

Base → $V_{baseG} = 13,8 \text{ kV}$

$S_{base} = 30 \text{ MVA}$

$X'' = 0,15 \text{ p.u.}$ → já está na própria base

(2) Transformadores 1 e 2

Basevelha → $V_{velhabaseT} = 13,2 \text{ kV}$

$S_{velhabaseT} = 35 \text{ MVA}$

Basenova → $V_{novabaseT} = 13,8 \text{ kV}$

$S_{novabaseT} = 30 \text{ MVA}$

$$Z_{puT}^{novo} = 0,1 \left(\frac{13,2}{13,8} \right)^2 \frac{30}{35} \Rightarrow Z_{puT}^{novo} = 0,0784 \text{ pu}$$

Obs: quando o valor da reatância de um transformador é dado em p.u. → o valor em p.u. é o mesmo tanto para o lado de alta ou baixa tensão.

$$Z_{puT1}^{novo} = Z_{puT2}^{novo} = 0,0784 \text{ pu}$$

Exercício 1

(3) Linha de Transmissão (LM)

Cálculo da tensão base no nível de tensão da linha de transmissão. Pela relação do transformador T1, tem-se:

$$V_{baseLT} = \left(\frac{115}{13,2} \right) V_{baseG} = \left(\frac{115}{13,2} \right) 13,8 \Rightarrow V_{baseLT} = 120,23 \text{ kV}$$

$$Z_{baseLT} = \frac{(120,23)^2}{30} \Rightarrow Z_{baseLT} = 481,84 \Omega$$

$$X_{puLT} = \frac{80}{481,84} \Rightarrow X_{puLT} = 0,166 \text{ pu}$$

Exercício 1

(4) Motores Síncronos 1 e 2

Cálculo da tensão base no nível de tensão do motor síncrono.

$$V_{baseM} = \left(\frac{13,2}{115} \right) V_{baseLT} \Rightarrow V_{baseM} = \left(\frac{13,2}{115} \right) 120,23 = 13,8kV$$

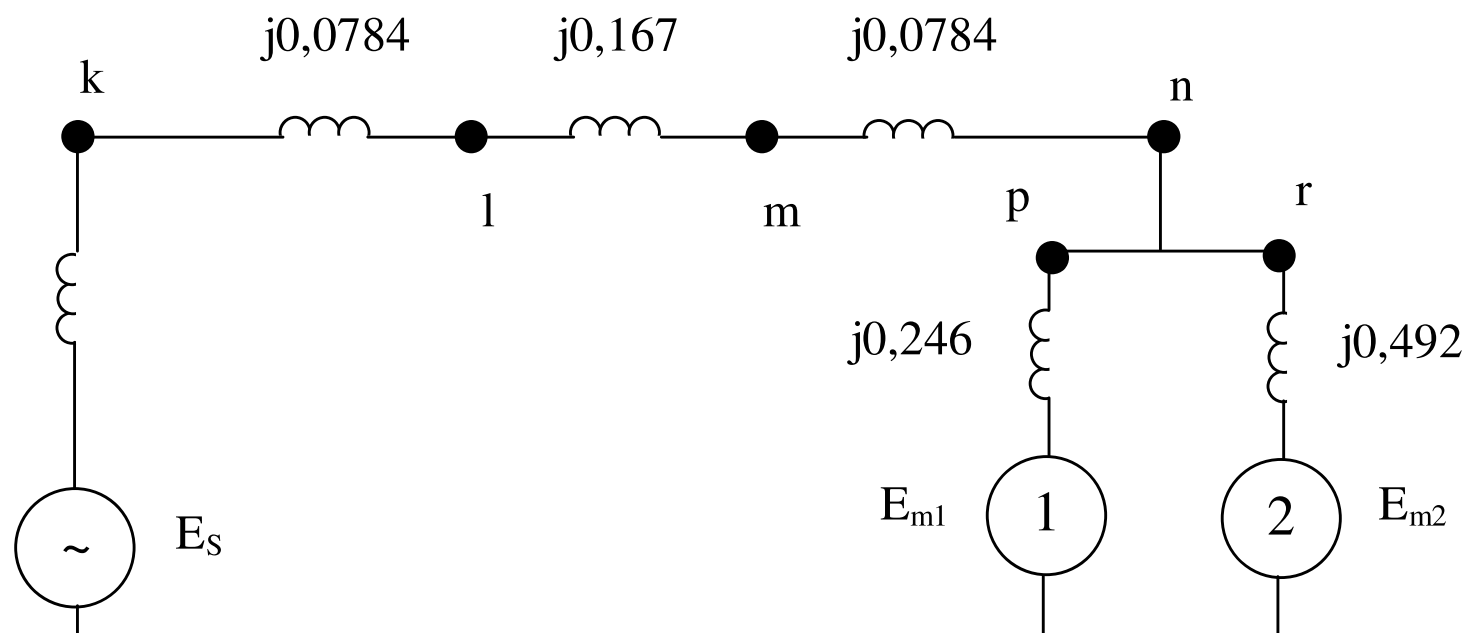
Fazendo a mudança de base:

$$X_{puM\ 1}^{novo} = 0,2 \left(\frac{12,5}{13,8} \right)^2 \frac{30}{20} \Rightarrow X_{puM\ 1}^{novo} = 0,246\ pu$$

$$X_{puM\ 2}^{novo} = 0,2 \left(\frac{12,5}{13,8} \right)^2 \frac{30}{10} \Rightarrow X_{puM\ 2}^{novo} = 0,492\ pu$$

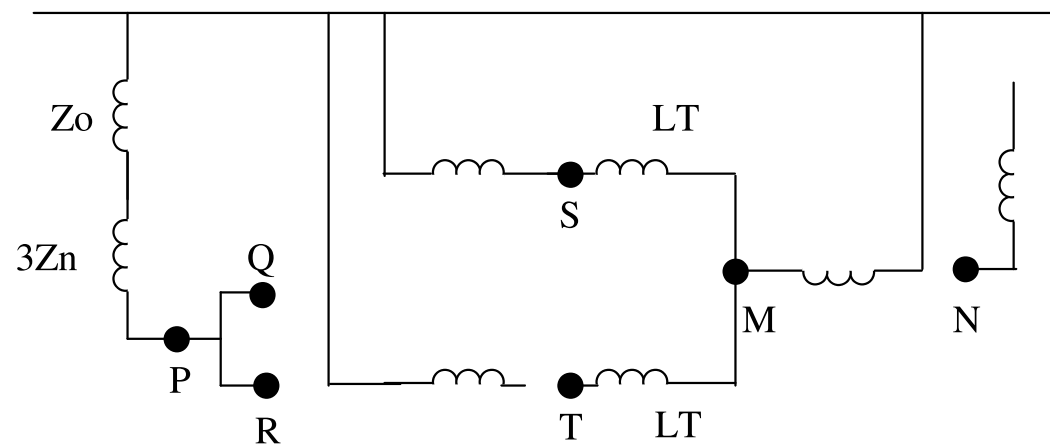
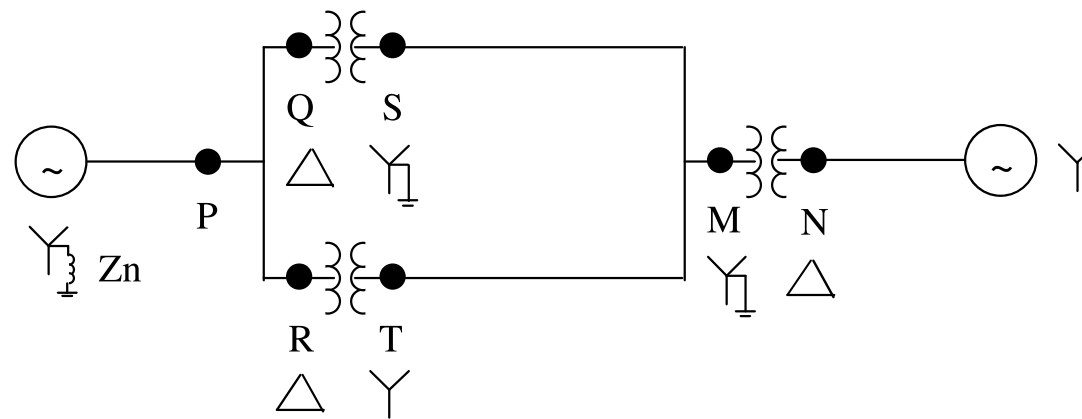
Exercício 1

(5) Diagrama de reatâncias:



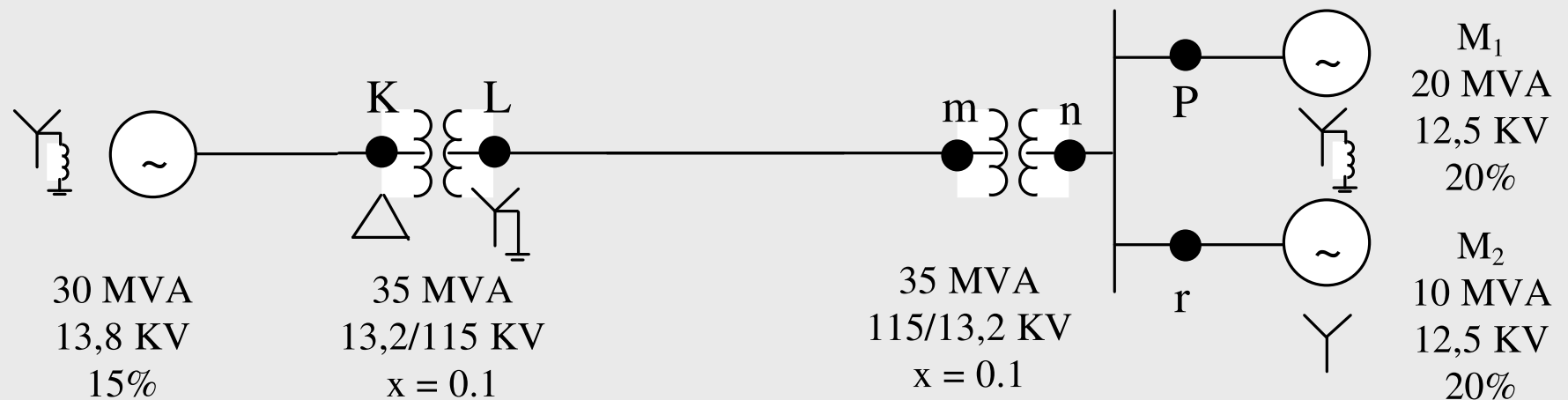
Exercício 2

Fazer o circuito de seq. (0) do diagrama unifilar:

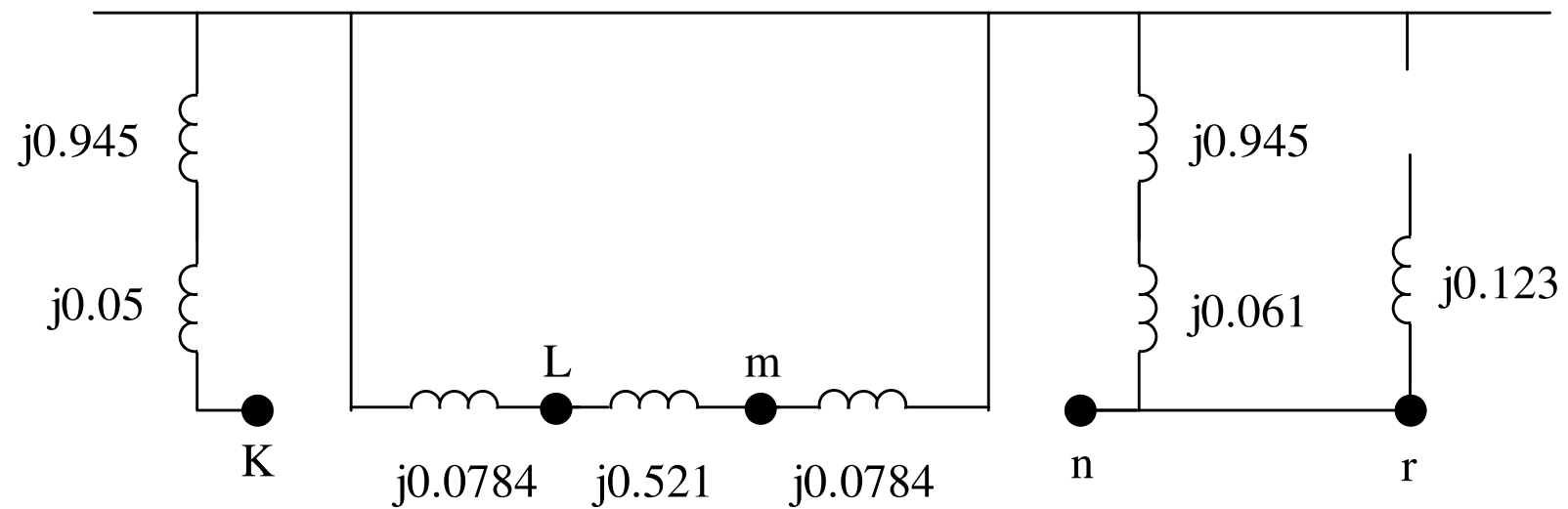


Exercício 3

Esquematize o circuito de seq. zero para o sistema abaixo. Considere que as reatâncias de seq. zero dos geradores e motores valem 0,05 p.u.. Os reatores para a limitação de corrente valem $2,0 \Omega$. A reatância de seq. zero da L. T. é de 250Ω



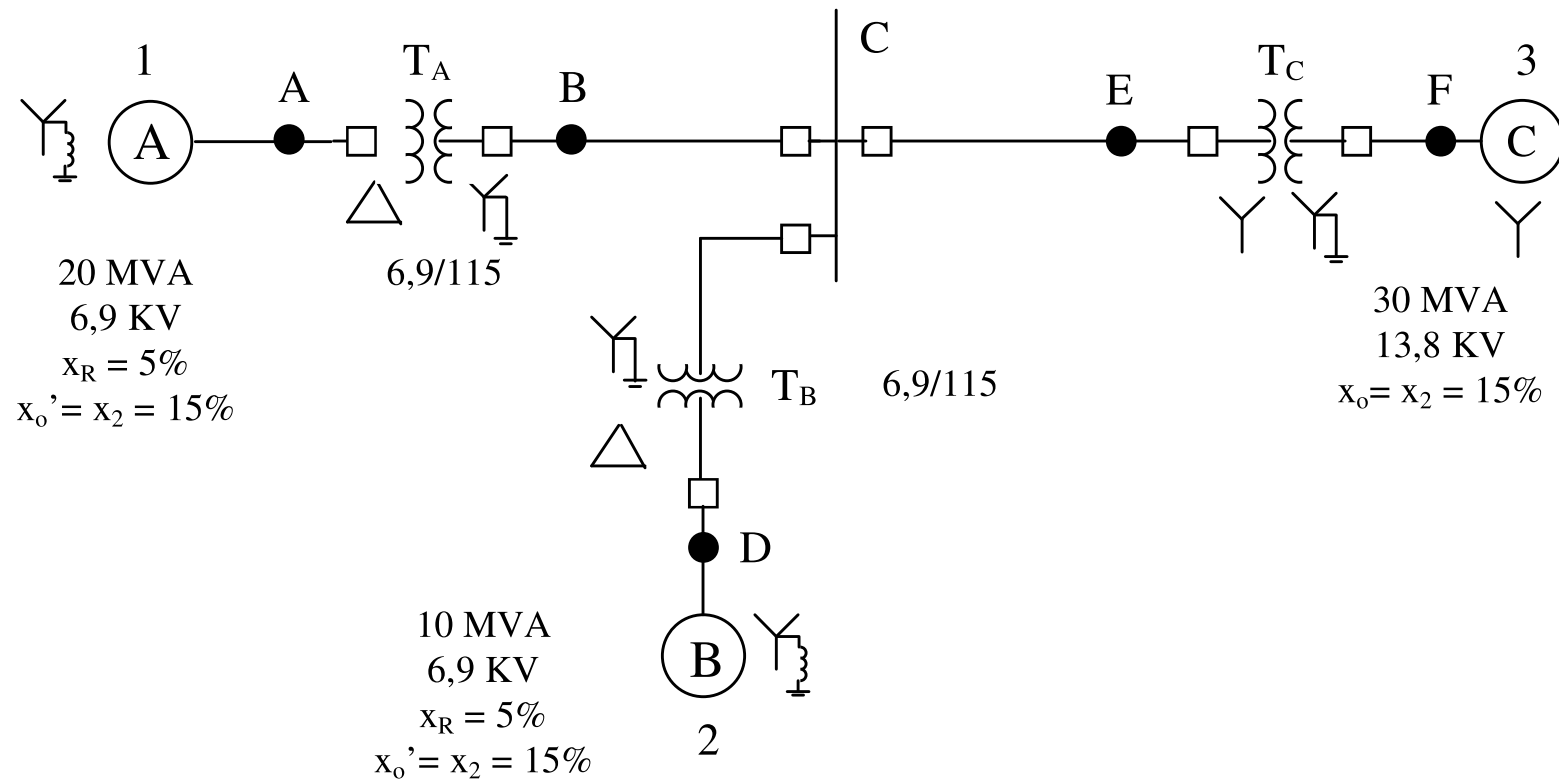
Exercício 3



Exercício 4

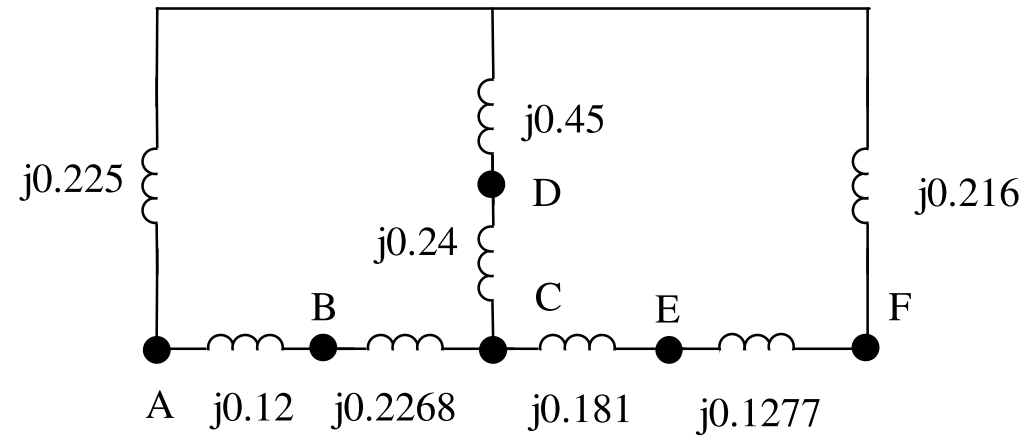
Desenhe os circuitos de impedância de seqüência negativa e de seqüência zero para o sistema de potência da figura abaixo. Dê os valores de todas as reatâncias em p. u. numa base de 30000 KVA, 6.9 KV no circuito do gerador 1. Assinale os circuitos de maneira correspondente ao diagrama unifilar. Os neutros dos geradores 1 e 2 estão ligados à terra através de reatores limitadores de corrente com reatância de 5%, cada qual tendo como base os valores da máquina à qual estão ligados. Cada gerador possui reatâncias de seqüências negativa e positiva de 15%, respectivamente, com base em seus próprios valores nominais. A reatância de seqüência zero da linha de transmissão é $250 \, \Omega$ de B a C e $210 \, \Omega$ de C a E.

Exercício 4

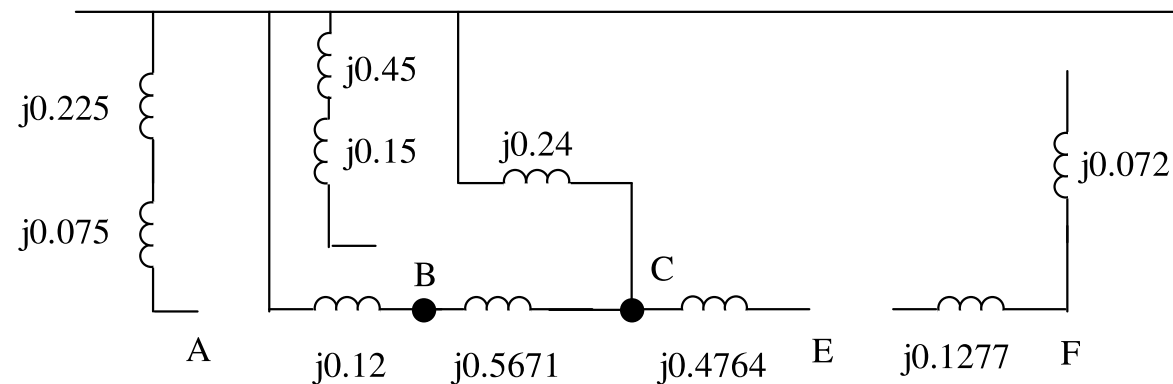


Exercício 4

1) Seqüência negativa:



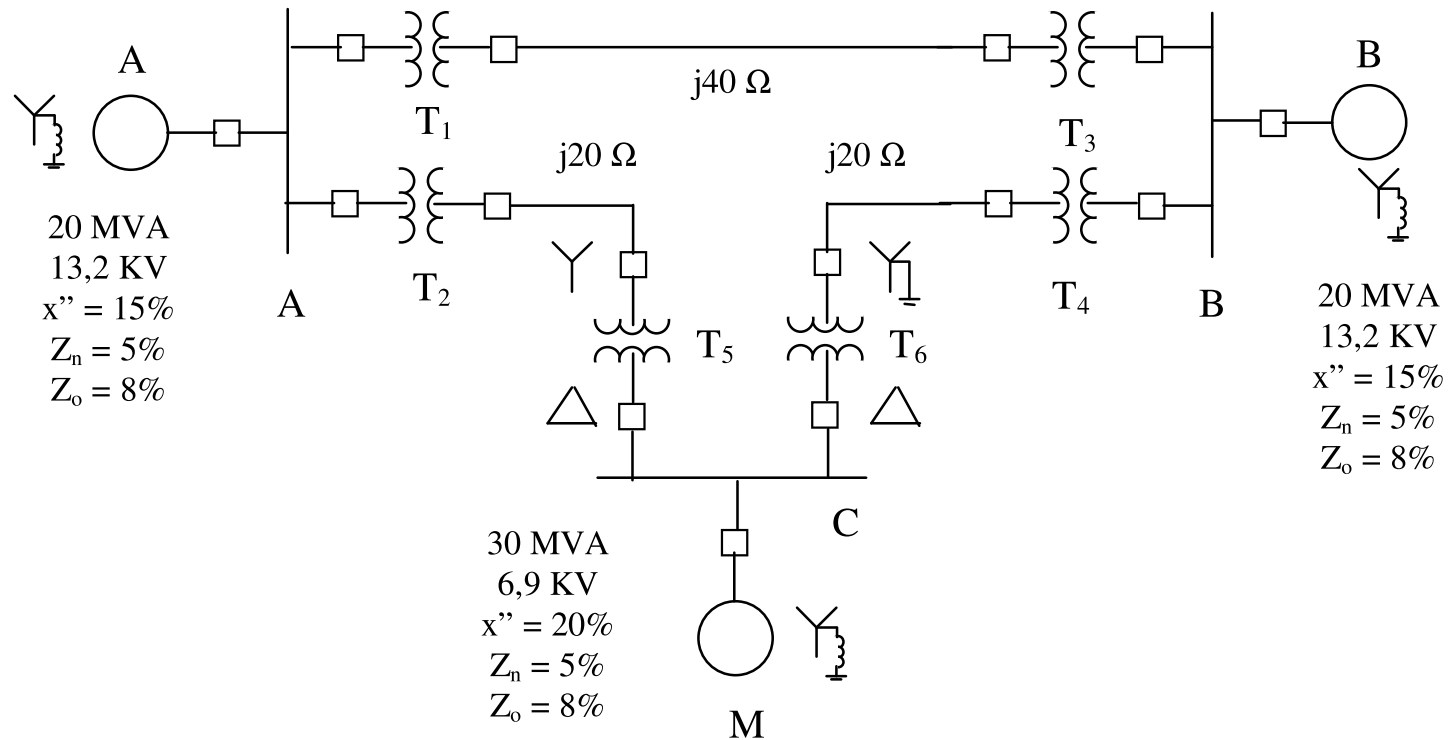
2) Seqüência zero:



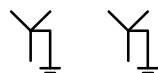
Exercício 5

Desenhe os circuitos de seqüência negativa e de seqüência zero para o sistema de potência da figura abaixo. Escolha uma base de 50000 KVA, 138 KV na linha de transmissão de 40Ω e dê as reatâncias em p. u.. A reatância de seqüência negativa de cada máquina síncrona é igual à respectiva reatância subtransitória. A reatância de seqüência zero de cada máquina é de 8% com base nos próprios valores nominais. Os neutros das máquinas estão ligados à terra através de reatores cujas reatâncias valem 5%, com base nos valores nominais das respectivas máquinas. Suponha que as reatâncias de seqüência zero das linhas de transmissão valem 300% das respectivas reatâncias de seqüência positiva.

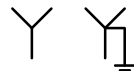
Exercício 5



T1 e T2
20 MVA
13,8/13,8
 $x = 10\%$

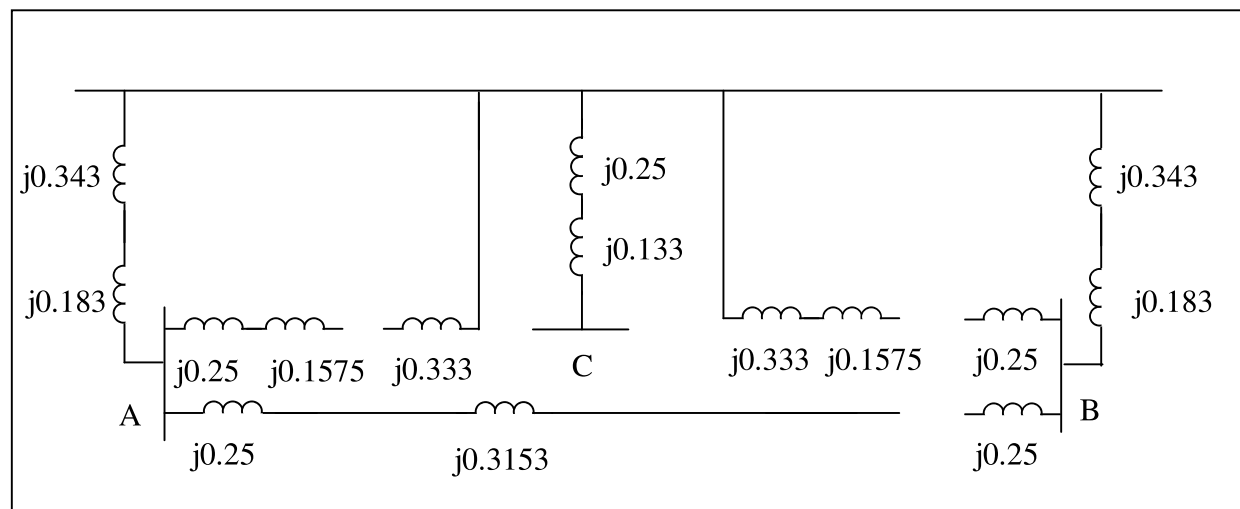
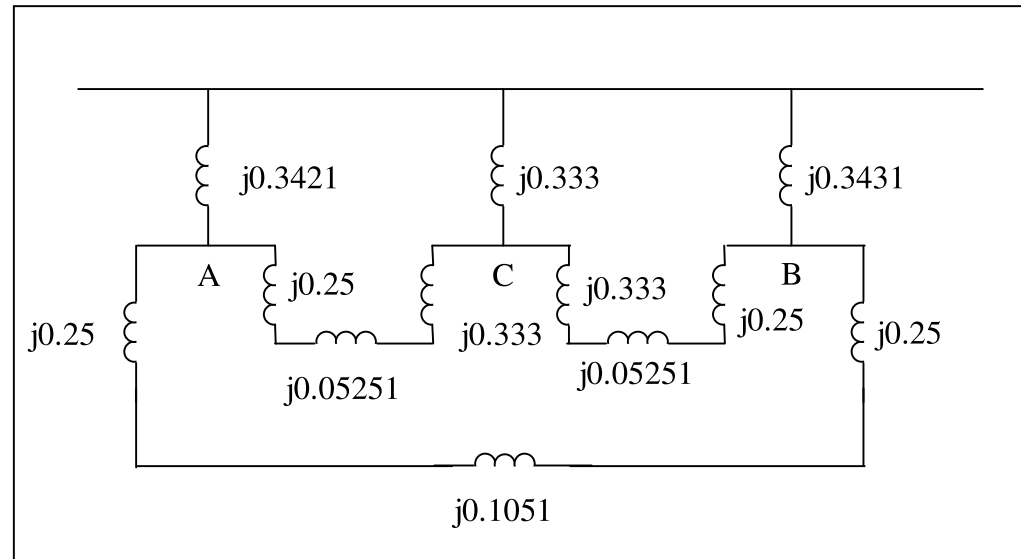


T3 e T4
20 MVA
138/13,8



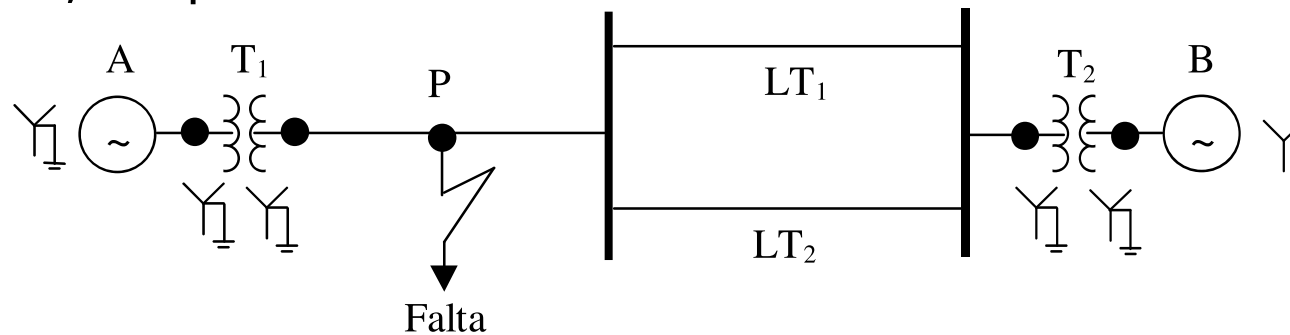
T5 e T6
15 MVA
138/6,9
 $x = 10\%$

Exercício 5



Exercício 6

Uma máquina síncrona "A" com tensão de 1 p.u., está interligada a outra "B", com a mesma tensão, conforme a figura. Pede-se a corrente de curto, para um defeito fase-fase-terra, no ponto "P".



São dados:

Reatância (p.u.):

Máquina "A": $x_1 = 0,3$; $x_2 = 0,2$; $x_0 = 0,05$

Máquina "B": $x_1 = 0,25$; $x_2 = 0,15$; $x_0 = 0,03$

LT1 e LT2: $x_1 = x_2 = 0,3$; $x_0 = 0,7$

T1: $x_1 = x_2 = x_0 = 0,12$

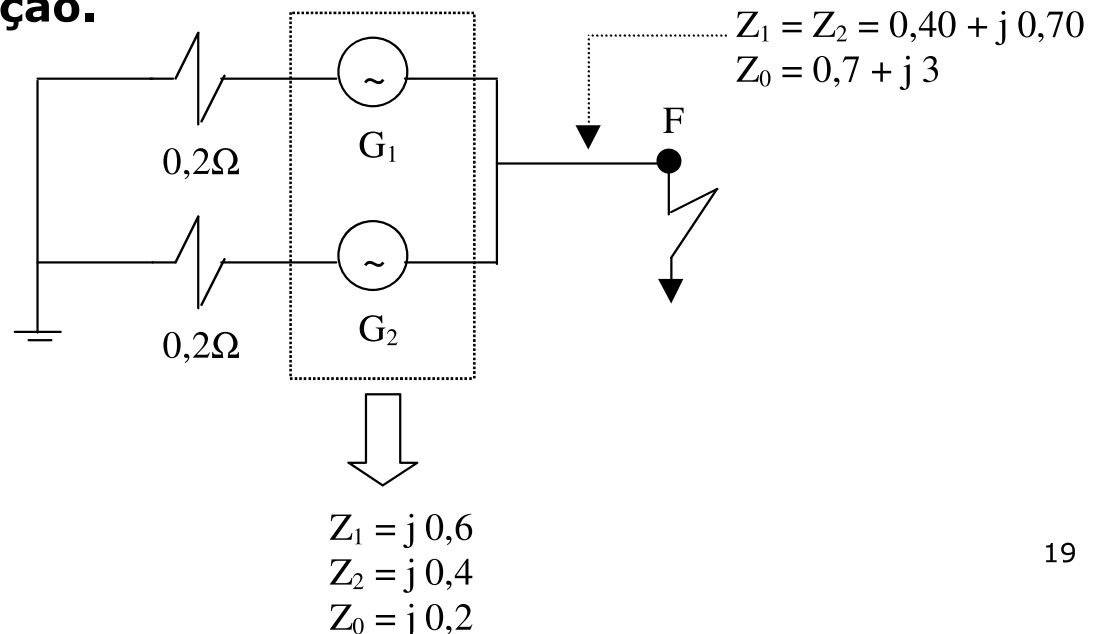
T2: $x_1 = x_2 = x_0 = 0,1$

Exercício 7

Dois geradores trifásicos, de 11 kV e 50 MVA são conectados em paralelo e alimentam uma subestação através de um alimentador tendo uma impedância de $(0,40 + j0,70) \Omega$ para seqüências (+) e (-) e $(0,70 + j3) \Omega$ para a componente de seqüência (0).

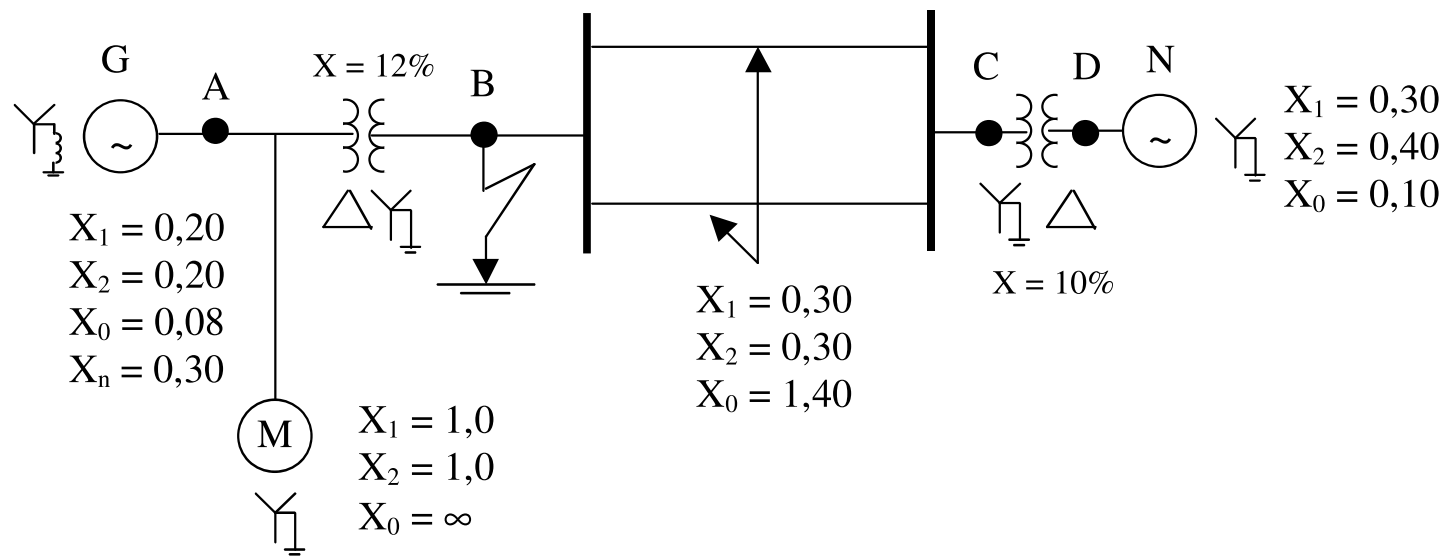
As reatâncias de seq. (+), (-) e (0) dos geradores são $0,6 \Omega$; $0,4 \Omega$ e $0,2 \Omega$ respectivamente.

As máquinas são aterradas através de uma resistência de $0,2 \Omega$. Calcular a corrente de falta em cada uma das fases e a tensão entre a terra e o ponto estrela dos geradores, se uma falta à terra ocorre simultaneamente nas fases "b" e "c" da subestação.



Exercício 8

Uma dupla falta à terra ocorre no ponto "B" do sistema. Determinar o valor simétrico inicial da corrente de falta, das tensões no ponto de falta e as correntes de falta resultantes em todas as fases do sistema. Considerar a contribuição dos motores "M" e "N".



Exercício 9

Gerador G:

7500 KVA; 4,16 kV;
 $x'' = 10\%$; $x_2 = 10\%$; $x_0 = 5\%$

Transformador T:

3 trafos monofásicos de 2500 KVA;
2400/600 V; $X_{disp} = 10\%$

Motores: Considerar um motor equivalente com as características:

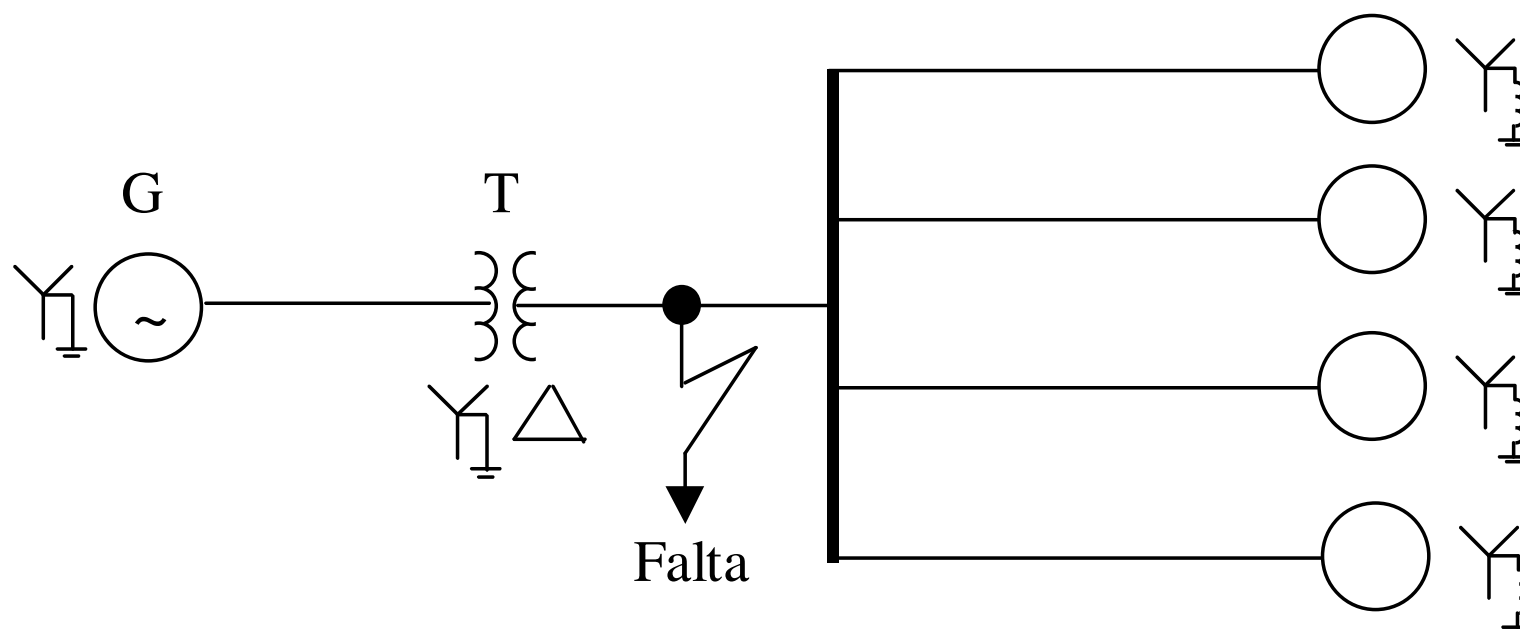
Tensão nominal de 600V;
 $\eta = 89,5\%$ (plena carga, com U_{nom} e $fp = 1,0$);
Potência total de saída : 6000 HP;
 $x'' = 20\%$; $x_2 = 20\%$; $x_0 = 4\%$;
Carga total na baixa tensão do trafo: 5000 HP

Para uma falta fase-terra no ponto determinado no diagrama unifilar, pede-se as correntes entre:

- trafo e falta;
- trafo e gerador;
- motor e a falta.

OBS: reatores de aterramento dos motores = 2%.

Exercício 9



Exercício 10

Com uma falta à terra no ponto "F" do sistema mostrado, determinar as tensões através dos enrolamentos Δ do gerador, do banco de transformadores e a tensão fase-terra no ponto de falta (F).

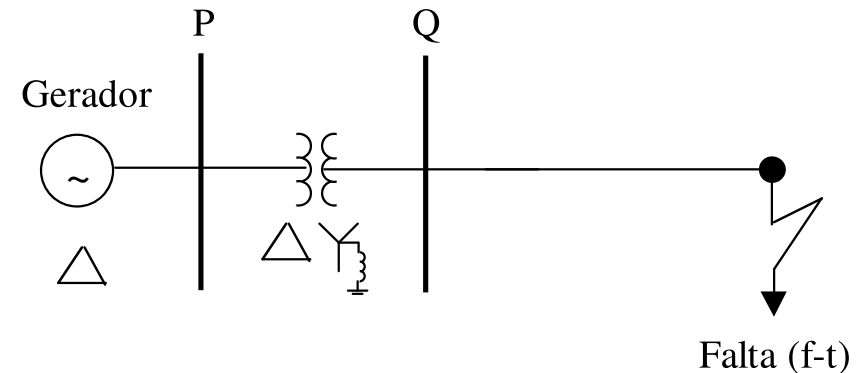
Desenhar um diagrama trifásico mostrando a corrente em cada uma das fases na linha de transmissão, nos terminais do gerador e nos enrolamentos em Δ do transformador e do gerador.

Desprezar:

- resistência;
- corrente de excitação no transformador e
- a capacitância da linha.

Exercício 10

Sistema:



Dados:

Gerador trifásico – 30 MVA, 13,8 kV

$$X1 = 35\%$$

$$X2 = 50\%$$

(baseados nos valores nominais do gerador)

Transformador trifásico – 3 unid. monof. de 10 MVA cada.

$$13,2 / \frac{115}{\sqrt{3}} \text{ kV} (\Delta / Y)$$

$$X1 = X2 = X0 = 10\%$$

Neutro do Y está aterrado com uma reatância de 15Ω .

Linha de transmissão:

$$L = 25 \text{ milhas}$$

$$X1 = X2 = 0,8 (\Omega/\text{milha})$$

$$X0 = 2,7 (\Omega/\text{milha})$$

Tensão na LT antes da falta: 115 kV