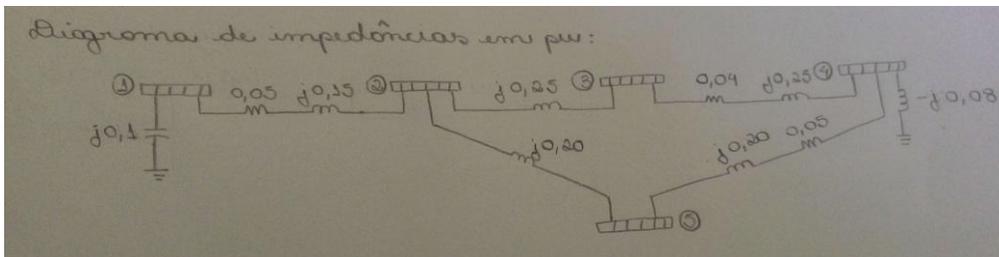


## LISTA 2

1. Com base na matriz admitância de barra apresentada, considerando que os valores estão em pu, desenhe o diagrama de impedância do sistema.

$$Y_{barra} = \begin{bmatrix} 2 - j5,9 & -2 + j6 & 0 + j0 & 0 + j0 & 0 + j0 \\ -2 + j6 & 2 - j15 & 0 + j4 & 0 + j0 & 0 + j5 \\ 0 + j0 & 0 + j4 & 0,624 - j7,9 & -0,624 + j3,9 & 0 + j0 \\ 0 + j0 & 0 + j0 & -0,624 + j3,9 & 1,800 - j8,686 & -1,176 + j4,706 \\ 0 + j0 & 0 + j5 & 0 + j0 & -1,176 + j4,706 & 1,176 - j9,706 \end{bmatrix}$$

Resposta:

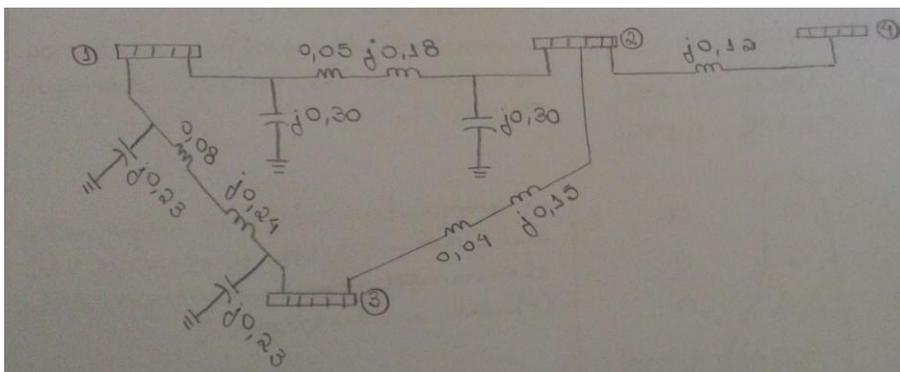


2. Para o sistema cujos dados são os apresentados abaixo:

LT	R (pu)	X (pu)	B <sub>sh</sub> (pu)
1-2	0,05	0,18	0,60
1-3	0,08	0,24	0,46
2-3	0,04	0,15	0
2-4	0	0,12	0

a) desenhe o diagrama de impedâncias.

Resposta:



b) monte a matriz admitância de barra ( $Y_{barra}$ ) na forma  $Y_{barra} = G_{barra} + j B_{barra}$ .

Resposta:

$$G_{barra} = \begin{bmatrix} 2,6827 & -1,4327 & -1,25 & 0 \\ -1,4327 & 3,0924 & -1,6598 & 0 \\ -1,25 & -1,6598 & 2,9098 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

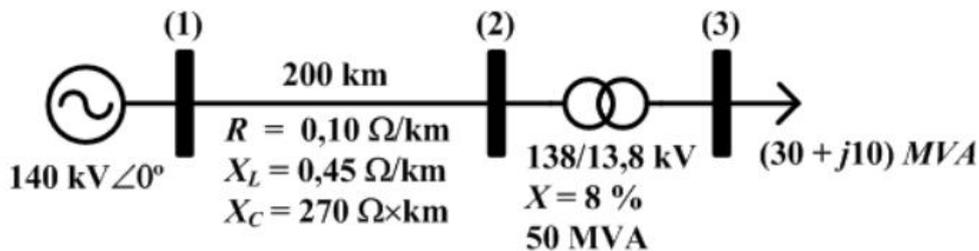
$$B_{barra} = \begin{bmatrix} -8,3776 & 5,1576 & 3,75 & 0 \\ 5,1576 & -19,4150 & 6,2241 & 8,3333 \\ 3,75 & 6,2241 & -9,7441 & 0 \\ 0 & 8,3333 & 0 & -8,3333 \end{bmatrix}$$

c) monte a matriz impedância de barra ( $Z_{barra}$ ).

Resposta:

$$Z_{barra} = \begin{bmatrix} 0,0081 - j0,9170 & -0,0079 - j0,9696 & -0,0088 - j0,9700 & -0,0079 - j0,9696 \\ -0,0079 - j0,9696 & 0,0133 - j0,8962 & 0,0005 - j0,9445 & 0,0133 - j0,8962 \\ -0,0088 - j0,9700 & 0,0005 - j0,9445 & 0,0192 - j0,8808 & 0,0005 - j0,9445 \\ -0,0079 - j0,9696 & 0,0133 - j0,8962 & 0,0005 - j0,9445 & 0,0133 - j0,7762 \end{bmatrix}$$

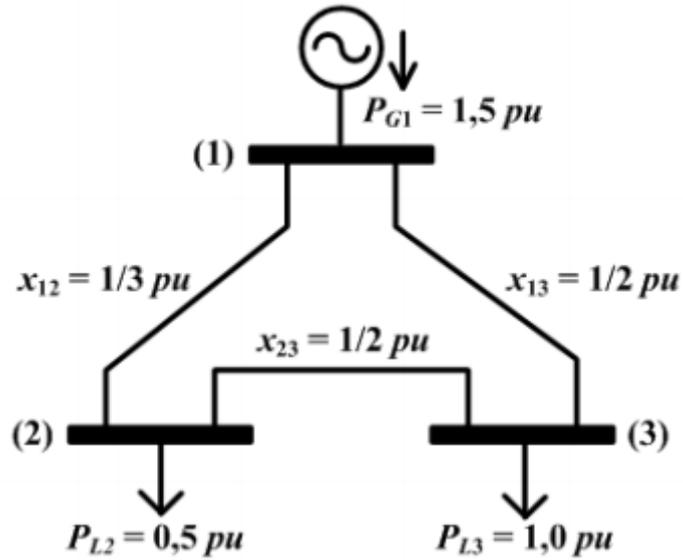
3. Determinar o estado do sistema e estimar a potência em pu que flui da barra 2 para a 3, utilizando o método linearizado, desconsiderando as perdas, e valores de base 138 kV e 100 MVA.



Respostas:

$$\theta = \begin{bmatrix} 0 \\ -0,1418 \\ -0,1898 \end{bmatrix} [rad] \text{ e } P_{23}=0,3 \text{ pu}$$

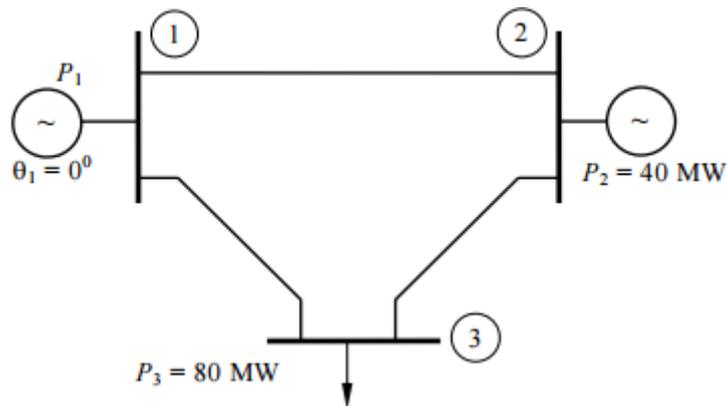
4. Estime os fluxos de potência ativa nas linhas de transmissão, considerando a barra 1 como a referência angular do sistema e desprezando as perdas.



Respostas:

$$P_{12}=0,75 \text{ pu}=P_{13} \text{ e } P_{23}=0,25 \text{ pu}$$

5. Dado o seguinte sistema:



$Z_{12} = 0,05 + j 0,10 \text{ pu}$ ;  $Z_{13} = 0,04 + j 0,08 \text{ pu}$ ;  $Z_{23} = 0,025 + j 0,05 \text{ pu}$ ;  $S_{\text{BASE}} = 100 \text{ MVA}$ .

Determinar através do método linearizado:

a) o estado do sistema;

Resposta:

$$\theta = \begin{bmatrix} 0 \\ -0,0052 \\ -0,0278 \end{bmatrix} [\text{rad}]$$

b) uma estimativa dos fluxos de potência em todos os ramos do sistema, desconsiderando as perdas;

Respostas:

$$P_{12}=0,052 \text{ pu}; P_{13}=0,3475 \text{ pu e } P_{23}=0,452 \text{ pu}$$

c) as perdas em todos os ramos e o estado do sistema após a inclusão destas perdas.

Respostas:

$$P_{12}^{\text{perdas}}=0,00011 \text{ pu}; P_{13}^{\text{perdas}}=0,00386 \text{ pu e } P_{23}^{\text{perdas}}=0,00409 \text{ pu}$$

$$\theta = \begin{bmatrix} 0 \\ -0,00548 \\ -0,02811 \end{bmatrix} [\text{rad}]$$

6. Considerando que os dados de uma rede elétrica que conecta um gerador a três cargas (barras 1, 3 e 4) sejam os apresentados na tabela 1 e que o resultado parcial do fluxo de potência para uma dada condição de operação, obtido pelo método linearizado, seja o apresentado na tabela 2, responda (considere que a base adotada para todo o sistema seja 138 kV/40 MVA):

LT	R (pu)	X (pu)	B <sub>sh</sub> (pu)
1-2	0,14	0,32	0
1-3	0,12	0,25	0,10
1-4	0,10	0,30	0,06
2-4	0	0,20	0

Tabela 1 – Dados de linha.

Barra	θ
1	- 22°
2	0°
3	?
4	- 12°

Tabela 2 – Resultado pelo Método Linearizado.

a) Determine o fluxo de potência ativa na LT 1-2 (em MW) e a potência ativa injetada na barra 4 (em MW).

$$\text{Respostas: } P_{12}=-47,99665 \text{ MW e } P_4=18,61733 \text{ MW}$$

b) Determine o ângulo da tensão na barra 3, considerando que, nessa condição de operação, ela esteja consumindo 10 MW + j 6 MVAR.

$$\text{Resposta: } \theta_3=-0,44647 \text{ rad}$$

c) Estime a perda ativa total na rede elétrica nessa condição de operação (em MW).

Resposta:  $P_{\text{perdas}}^{\text{totais}} = 8,21715 \text{ MW}$

d) Considerando a mesma condição de operação tratada até aqui, mas que a LT 1-4 não esteja em operação, apresente o sistema matricial  $P=B'\cdot\theta$  que permite resolver o fluxo de potência pelo método linearizado.

Resposta:

$$P = \begin{bmatrix} 7,125 & -4 & 0 \\ -4 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -0,38397 \\ -0,44647 \\ -0,20944 \end{bmatrix}$$

e) Determine a potência ativa fornecida pelo gerador (em MW).

Resposta:  $P_G = 89,8845 \text{ MW}$

f) Caso tal sistema fosse resolvido através da abordagem não-linear, determine a dimensão do problema (número de equações) e quais seriam as variáveis de estado a serem determinadas.

Respostas: 6 equações e variáveis de estado =  $\{V_1, \theta_1, V_3, \theta_3, V_4, \theta_4\}$ .