

TE – 158 Operação de sistemas elétricos de potência
Lista de exercícios

Fator de Potência

- Cargo: Engenheiro Pleno - Eletricista
 - Ano: 2006
 - Órgão: CORREIOS/DF
 - Instituição: AOCP
 - Nível: Superior
1. Determine a potência ativa e a potência reativa de uma carga que consome $20\angle -30^\circ$ A com $240\angle 20^\circ$ V aplicados. ($\cos 20^\circ = 0,9396$; $\sin 20^\circ = 0,3420$)
 - a. 3,09 kW; 3,80 kVar;
 - b. 3,09 kW; 3,81 kVar;
 - c. 3,09 kW; 3,68 kVar;
 - d. 3,20 kW; 3,68 kVar.
- Cargo: Engenheiro Eletricista Júnior
 - Ano: 2004
 - Órgão: CORREIOS/PR
 - Instituição: UFPR
 - Nível: Superior
2. O baixo fator de potência é uma preocupação constante quer para o consumidor, quer para a concessionária, e deve-se sempre estar atento tanto às suas origens quanto à sua correção. Sobre o fator de potência, é correto afirmar:
 - a. São responsáveis pelo baixo fator de potência, entre outros, os motores de indução, os transformadores e os reatores das lâmpadas mistas;
 - b. O fator e potência ideal para uma indústria é de 0,9;
 - c. As concessionárias cobram uma multa quando o fator de potência é inferior a 0,92 e dão prêmios de incentivo quando este é superior a 0,95;
 - d. O usual na correção do fator de potência é a instalação de capacitores em série, formando um circuito RLC;
 - e. O estudo para correção do fator de potência deve contar com conhecimento pormenorizado do funcionamento diário, semanal e mensal da instalação onde se fará a correção.
 3. Os principais causadores do baixo fator de potência são os motores de indução e os transformadores. A respeito de motores de indução e transformadores, é correto afirmar:
 - a. Os motores de indução apresentam sempre um baixo fator de potência pela necessidade da criação de um campo magnético girante no seu estator;
 - b. O fator de potência de um motor de indução é inversamente proporcional a sua carga;
 - c. O fator de potência de um transformador de distribuição passa por um máximo nas proximidades da $\frac{1}{2}$ carga;

- d. Para especificarmos um capacitor para correção do fator de potência de um motor de indução, é necessário e suficiente conhecermos a potência do motor;
 - e. Um motor de indução em sobrecarga, devido ao superaquecimento, poderá apresentar em certas condições um fator de potência capacitivo.
4. Para corrigir o baixo fator de potência, é necessário o uso de capacitores, sobre os quais é correto afirmar:
- a. Para a melhoria do fator de potência, o ideal seria a colocação de um capacitor em paralelo com cada equipamento indutivo, o que não é feito por ser antieconômico;
 - b. Um capacitor em paralelo com um motor de indução, quando superdimensionado, embora consuma mais energia, tem a vantagem de aumentar a tensão, fazendo com que aumente o torque do motor;
 - c. Os bancos de capacitores nos sistemas trifásicos não podem ser ligados em triângulo, sob pena de gerarem harmônicas que serão transferidas para a terra;
 - d. A capacidade de condução de corrente dos condutores de ligação dos capacitores deverá ser igual à corrente nominal dos capacitores;
 - e. Todo condutor não aterrado do alimentador do capacitor deverá ser protegido por disjuntor com a capacidade de corrente nominal do capacitor.

- Cargo: Engenheiro Eletricista Júnior
- Ano: 2013
- Órgão: COPEL
- Instituição: UFMT
- Nível: Superior

5. Um circuito trifásico possui inicialmente uma carga trifásica de 4000 W e 3000 Var (indutivo). Posteriormente foram conectadas as seguintes cargas trifásicas 400 W e 300 Var (indutivo) e 600 W e 800 Var (indutivo). Em relação ao circuito, após a conexão das cargas trifásicas, assinale a afirmativa correta.
- a. O fator de potência aumentou;
 - b. O fator de potência permaneceu constante;
 - c. O fator de potência diminuiu;
 - d. A potência aparente permaneceu constante.

- Cargo: Engenheiro Eletricista I
- Ano: 2004
- Órgão: SANEPAR
- Instituição: UFPR
- Nível: Superior

6. Para elaboração de um projeto para correção de fator de potência de uma instalação, necessitamos previamente conhecer detalhes da instalação para a qual se fará o projeto. Quais dos seguintes itens fazem parte do conjunto desses detalhes?
- i. Conhecer os fatores de demanda e de diversificação da instalação

- ii. Os tipos, as potências, o número de fases e o número de pólos dos motores com potência superior a 10 CV
- iii. A potência resistiva em kW existente na instalação
- iv. A potência total dos motores fracionários
- v. O ciclo de operação diário, semanal, mensal e anual.

Assinale a alternativa correta:

- a. Somente os itens I, II e V são verdadeiros;
- b. Somente os itens I, III e IV são verdadeiros;
- c. Somente os itens II, III e V são verdadeiros
- d. Somente os itens I, III e V são verdadeiros;
- e. Somente os itens II, IV e V são verdadeiros.

- Cargo: Engenheiro - Engenharia Elétrica
- Ano: 2006
- Órgão: CELESC
- Instituição: FEPESE
- Nível: Superior

7. O fator de potência é um indicador relevante nos estudos de suprimentos a cargas elétricas em instalações industriais.

Com relação ao assunto, assinale abaixo a alternativa correta.

- a. As perdas térmicas em redes elétricas não se alteram com a alteração do fator de potência das cargas que alimentam.
- b. O dimensionamento das redes elétricas de alimentação independe do fator de potência da carga.
- c. Cargas com baixo fator de potência exigem uma capacidade adicional no dimensionamento das redes elétricas de alimentação.
- d. Motores elétricos de indução podem ser utilizados para a melhoria do fator de potência de cargas indutivas.
- e. A potência reativa não produz trabalho útil e, portanto, não há qualquer custo ou cobrança adicional pelo seu suprimento para unidades consumidores industriais, independentemente do valor de potência.

- Cargo: Engenheiro - Engenharia Produção Elétrica
- Ano: 2006
- Órgão: CELESC
- Instituição: FEPESE
- Nível: Superior

8. O fator de potência é um conceito utilizadíssimo no setor elétrico, é um número adimensional porque é obtido pela divisão de duas potências e seu valor varia de zero a 1. Portanto, se o fator de potência for 0,5 significa que:

- a. As potências ativa e reativa são iguais;
- b. A metade da secção do condutor da linha de transmissão está ocupada com tráfego da potência ativa;
- c. As potências indutiva e capacitiva são iguais;
- d. A resistência e a reatância são iguais;
- e. A potência aparente é o dobro da potência ativa.

- Cargo: Engenheiro Eletricista

- Ano: 2004
- Órgão: CELESC
- Instituição: FEPESE
- Nível: Superior

9. Um circuito elétrico alimenta uma carga de 20 kVA com fator de potência de 0,6 atrasado. Calcule a potência reativa em kVar de um capacitor, conectado em paralelo com a carga, para que o circuito tenha um fator de potência de 0,8 adiantado.

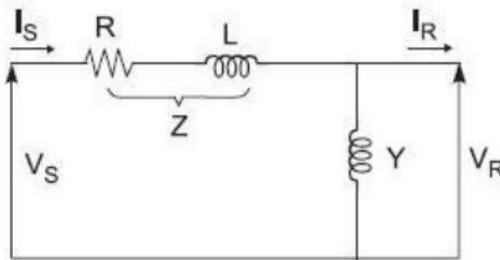
Assinale a alternativa correta:

- a. 32
- b. 7
- c. 20,57
- d. 4,42
- e. 25

Quadripolo

- Cargo: Engenheiro Eletricista
- Ano: 2010
- Órgão: Eletrobrás
- Instituição: CESGRANRIO
- Nível: Superior

1. Uma linha de transmissão trifásica curta possui um banco de indutores no seu terminal receptor. Cada fase dessa linha de transmissão pode ser modelada como na figura abaixo.



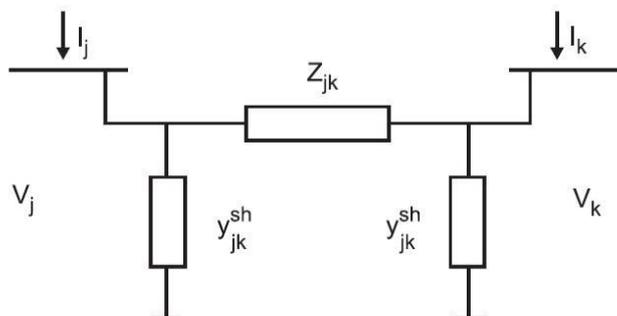
As constantes ABCD do quadripolo, que representa esse circuito equivalente, as quais relacionam as grandezas de entrada com as grandezas de saída e que aparecem na equação matricial

$$\begin{bmatrix} V_s \\ I_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

São:

- a. $A = Z/Y$; $B = ZY$; $C = Y/Z$; $D = Z/Y$;
- b. $A = ZY$; $B = Z$; $C = Y$; $D = ZY$;
- c. $A = 1 + Z/Y$; $B = ZY$; $C = Y$; $D = 1$;
- d. $A = ZY$; $B = Z$; $C = Y$; $D = 1$;
- e. $A = 1 + ZY$; $B = Z$; $C = Y$; $D = 1$;

2. Considere o sistema apresentado abaixo:



Onde:

I_j, I_k – Corrente injetada nas barras j e k em (A), respectivamente;
 V_j, V_k – Tensão nodal das barras j e k em (V), respectivamente;
 Z_{jk} – Impedância entre as barras j e k em (Ω);

y_{jk}^{sh} - Admitância shunt em (S);

A relação entre a corrente injetada e a tensão nas barras desse sistema pode ser descrita pela seguinte expressão:

$$\begin{bmatrix} I_j \\ I_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} V_j \\ V_k \end{bmatrix}$$

Os valores de A, B, C e D são, respectivamente:

- $\left(Z_{jk} + \frac{1}{y_{jk}^{sh}} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(Z_{jk} + \frac{1}{y_{jk}^{sh}} \right);$
- $\left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right); \left(\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right);$
- $\left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right); \left(\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right);$
- $\left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} - y_{jk}^{sh} \right);$
- $\left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(-\frac{1}{Z_{jk}} \right); \left(\frac{1}{Z_{jk}} + y_{jk}^{sh} \right);$

- Cargo: Analista de Pesquisa Energética – Transmissão de Energia
 - Ano: 2014
 - Órgão: EPE – Empresa de Pesquisa Energética
 - Instituição: CESGRANRIO
 - Nível: Superior
- Uma linha de transmissão (LT) pode ser representada pelos parâmetros de um quadripolo simétrico, ou seja, pelas constantes generalizadas A, B, C e D. Nesse contexto, considere uma LT média, cuja tensão no transmissor seja igual a $V_S \angle \theta_S$. Admitindo-se que $A = a \angle \alpha$ e que $B = b \angle \beta$, o “Efeito Ferranti” dessa LT é numericamente igual a:
 - V_S
 - V_S/a
 - $V_S(1 - b)$
 - $V_S((1 - a)/a)$
 - $V_S(a - b^2)$
- Provão – Formação Profissional Específica (Ênfase Eletrotécnica)
 - Ano: 2000
- O circuito apresentado na Figura 1, conhecido como π equivalente, modela de forma aproximada uma fase de uma linha de transmissão trifásica de comprimento médio. Esse circuito equivalente pode ser representado por um quadripolo, conforme mostrado na Figura 2.

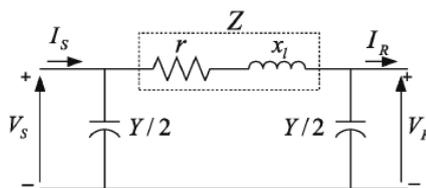


Figura 1

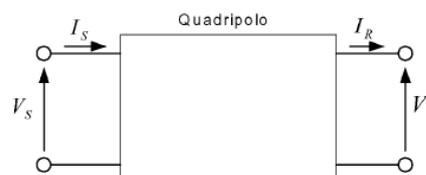


Figura 2

A equação matricial a seguir relaciona as variáveis de entrada com as variáveis de saída desse quadripolo.

$$\begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix}$$

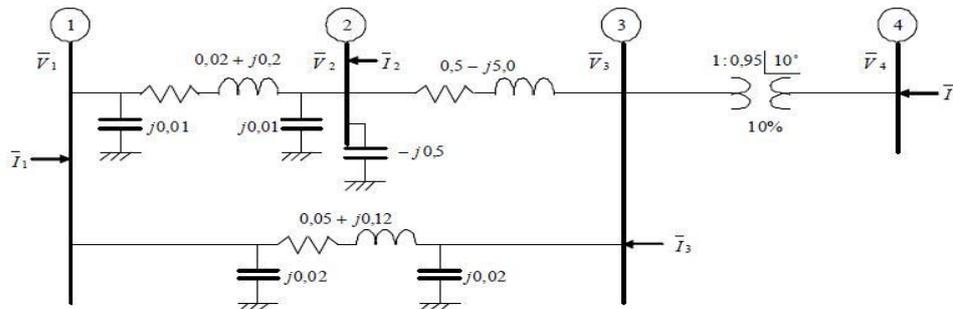
Determine os valores de A, B, C e D em função dos parâmetros de Z e Y.

Normalização por Unidade (*pu*)

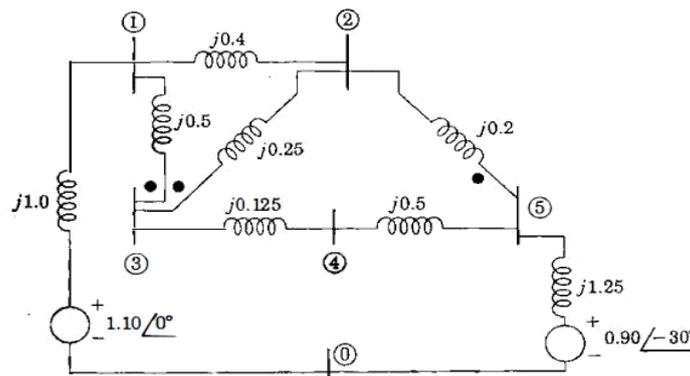
1. Um sistema de potência 3 ϕ tem como base 100 MVA e 230 kV (Vlinha), determinar:
 - a. I_{base} ;
 - b. Z_{base} ;
 - c. Y_{base} ;
 - d. A corrente $I = 502,04$ A expressa em pu;
 - e. A impedância $Z = 264 \Omega$ em pu;
 - f. A tensão 220 kV expressa em pu;
 - g. A impedância série em pu de uma linha de 52,9 km cujos parâmetros são:
 - $R = 0,1 \Omega/\text{km}$ e $X = 0,5 \Omega/\text{km}$ – fase;

Fluxo de Potência em Linhas de Transmissão

1. Considere um sistema constituído de três barras e três linhas de transmissão, cujos dados, em pu estão tabelados a seguir:
 - a. Montar a matriz admitância de barras Y , tomando o nó terra como referência;
 - b. Colocar a matriz Y na forma $Y = G + jB$, em que G é a matriz condutância nodal e B é a matriz susceptância nodal;
 - c. Considerar a alteração provocada na matriz Y_{barra} com a inserção de um banco de capacitor com susceptância de $0,2 \text{ pu}$.
2. Sabendo que os dados do circuito de 4 barras e 4 ramos (3 linhas e 1 transformador defasador com relação não nominal) estão em grandezas normalizadas (pu), determine:



- a. As expressões das injeções de corrente obtidas com a aplicação da Primeira Lei de Kirchhoff;
 - b. A matriz admitância;
 - c. Sabendo que os fasores tensões das barras são $\bar{V}_1 = 1 \angle 0^\circ$, $\bar{V}_2 = 0,95 \angle -5^\circ$, $\bar{V}_3 = 0,97 \angle -5^\circ$ e $\bar{V}_4 = 1 \angle 5^\circ$, determinar as injeções de corrente nas barras;
 - d. Para as mesmas tensões do item anterior, determinas as injeções de potência nas barras e as perdas na rede de transmissão.
3. Determine a matriz de admitância (Y) para o circuito abaixo. Considere que não há acoplamento mútuo entre nenhum dos ramos. Os valores apresentados são tensões e impedância em grandezas normalizadas (pu).



4. Considere a linha de transmissão, a qual apresenta as seguintes características:
Impedância série: $\dot{Z} = 5 + j40$ (Ω , por fase)

Admitância em paralelo: desprezível

Determine, para os 3 casos:

- As potências ativa e reativa em ambas as extremidades da linha
- As perdas de potência ativa e reativa na linha.

Interprete os resultados obtidos.

Caso	1	2	3
V_i	345kV	345kV	345kV
V_j	360kV	345kV	360kV
δ_{ij}	10°	10°	15°
P_{ij}			
P_{ji}			
Q_{ij}			
Q_{ji}			
P_{perdas}			
Q_{perdas}			

- Cargo: Engenheiro Eletricista Pleno (Sistemas Elétricos de Potência)
- Ano: 2005
- Órgão: Copel
- Instituição: UFPR
- Nível: Superior

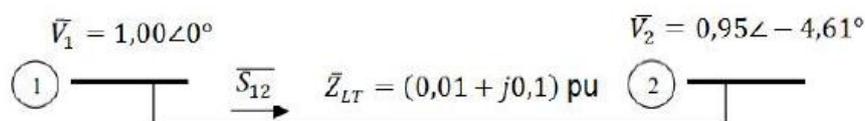
5. Com base nas quatro equações estáticas do fluxo de carga, em um sistema elétrico em alta tensão e em corrente alternada senoidal, considere as seguintes afirmativas:

- A potência ativa flui no sentido da tensão em atraso para a tensão em avanço.
- A potência reativa flui no sentido da tensão com módulo maior para a tensão com módulo menor.
- A impedância é a responsável pelo defasamento angular entre as tensões adjacentes.

Assinale as alternativas corretas:

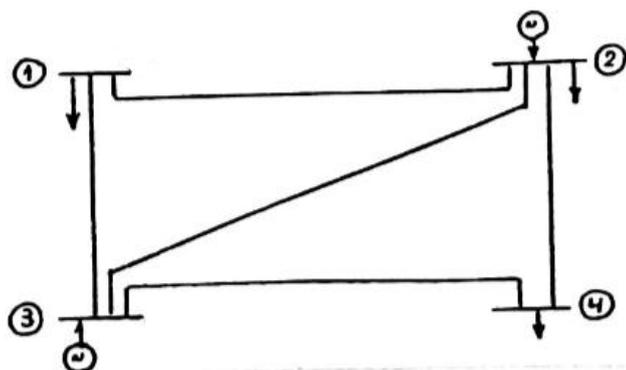
- Somente a afirmativa I é verdadeira.
- Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- Somente a afirmativa II é verdadeira.
- Somente a afirmativa III é verdadeira.
- Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.

6. Dados os valores dos fasores de tensão nas barras 1 e 2 e a impedância das linhas de transmissão na figura abaixo, determine o fluxo de potência ativa e reativa que flui nos dois sentidos da linha e as perdas ativas da mesma.



7. Considere uma linha de transmissão k–m cujos parâmetros do modelo equivalente π são: $r_{km}=0,1$ pu, $x_{km}=1,0$ pu e $b^{sh}=0,05$ pu. As magnitudes das tensões das barras terminais são $V_k=1,0$ pu e $V_m=0,98$ pu; a abertura angular na linha é $\theta_{km}=15^\circ$. Calcule o fluxo de potência ativa P_{km} através do modelo linearizado (CC).

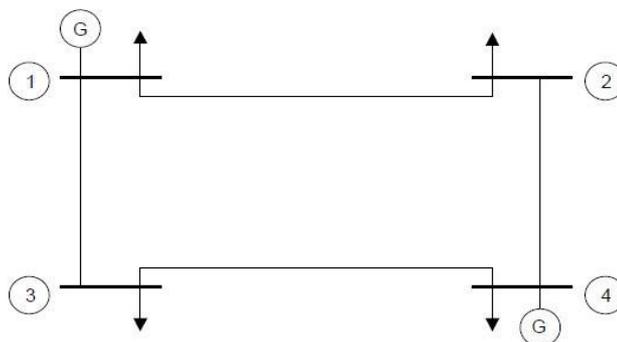
8. Calcule o fluxo de potência ativa (em MW) nas linhas do sistema cujo diagrama unifilar é mostrado na figura abaixo, usando o modelo linearizado (Barra 3 como referência e potência de base 100 MW).



Barra	Geração Ativa	Carga Ativa
1	0	85
2	190	20
3	42,5	0
4	0	127,5

Linha	X
1-2	1/2
1-3	1/3
2-3	1
2-4	1/3
3-4	1/2

9. Considere o sistema de 4 barras, cujos dados encontra-se na figura e nas tabelas que seguem. Utilizando o modelo linearizado, determinar o estado da rede e a distribuição de fluxos no sistema. Indique os fluxos no diagrama unifilar e confira o balanço de potência em cada barra.



Linha	Impedância série	
	R(pu)	X(pu)
1-2	0,01008	0,05040
1-3	0,00744	0,03720
2-4	0,00744	0,03720
3-4	0,01272	0,06360

Barra	V(pu)	θ (graus)	Geração		Carga	
			P(MW)	Q(MVar)	P(MW)	Q(MVar)
1	1,00	0	-	-	50	30,99
2	-	-	0	0	170	105,35
3	-	-	0	0	200	123,94
4	1,02	-	318	-	80	49,58

10. Considere a rede na figura que segue, na qual o ângulo de referência é $\theta_1=0^\circ$. Calcule o fluxo de potência nas linhas através do método linearizado.

