



CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
CURSO DE FORMAÇÃO
ENGENHARIA ELÉTRICA
CADERNO DE QUESTÕES



2022/2023

1ª QUESTÃO

Valor: 1,0

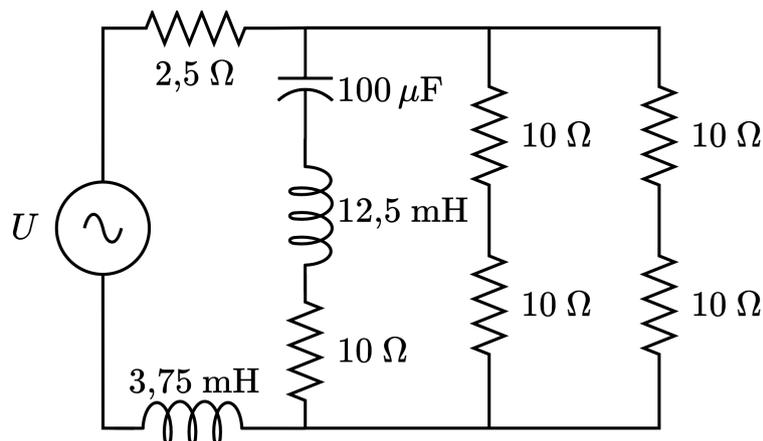
O emprego de transformadores de potencial (TP) em sistemas reais de medição de energia acarreta erros de medidas que são inerentes ao TP.

Nesse contexto, conceitue o:

- a) erro de relação;
- b) erro de fase.

2ª QUESTÃO

Valor: 1,0



O circuito acima é alimentado por uma fonte ideal de tensão senoidal U , de valor eficaz 150 V e frequência ajustada inicialmente em $10^3/\pi$ Hz.

Diante do exposto, calcule:

- a) o fator de potência do circuito;
- b) as potências aparente, reativa e ativa fornecidas pela fonte.

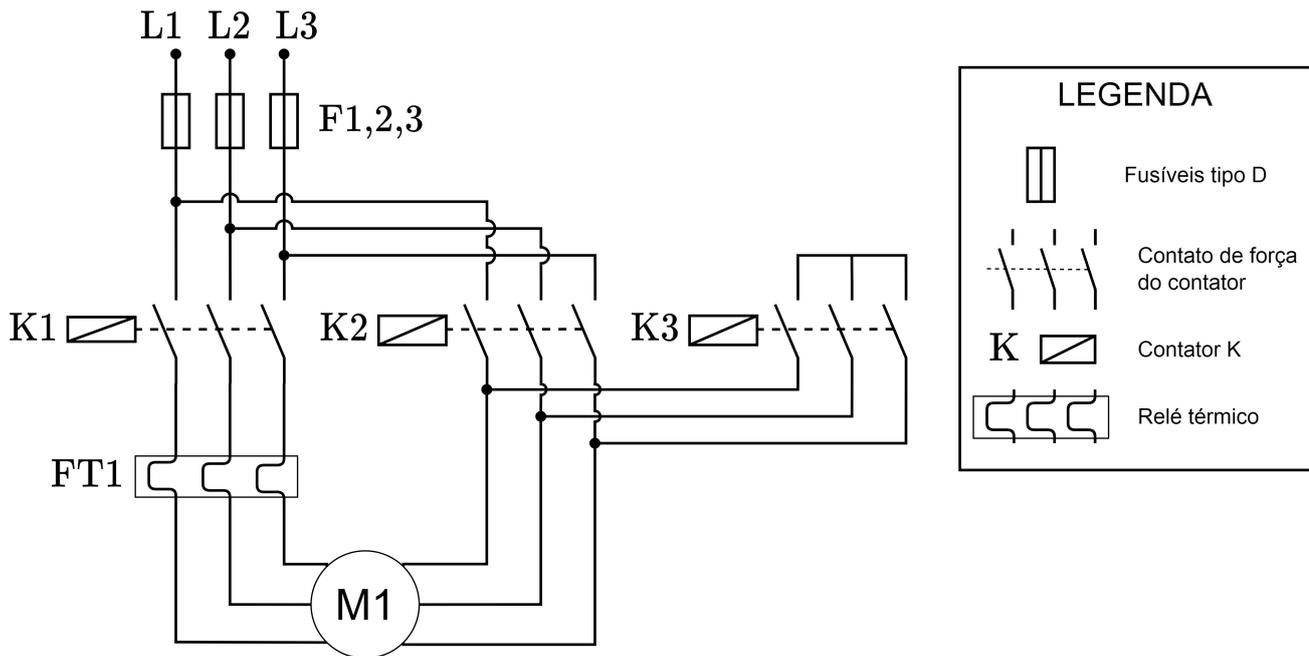


Figura 1 – Diagrama de força

Na Figura 1, apresenta-se o diagrama de força para a partida estrela-triângulo para o acionamento de um motor trifásico que funciona em serviço normal de manobras.

Considerações:

- corrente nominal do motor: $I_n = 40 \text{ A}$;
- tempo de partida: $t_p = 20 \text{ s}$;
- razão entre a corrente de partida e a corrente nominal do motor: $\frac{I_p}{I_n} = 10$;
- fator de serviço: $FS = 1,0$;
- $1/3 \approx 0,3$;
- $1/\sqrt{3} \approx 0,6$.

Utilizando os dados do fabricante que estão na folha seguinte, dimensione e especifique os seguintes componentes:

- contatores K1, K2 e K3, de acordo com os modelos apresentados na Tabela 1;
- relé de sobrecarga, de acordo com as faixas de ajustes apresentadas na Tabela 2; e
- fusíveis tipo D, de acordo com as curvas “tempo x corrente” vistas na Figura 2 e os critérios de dimensionamento de fusíveis.

3ª QUESTÃO (CONTINUAÇÃO)

Tabela 1 – Catálogo de contadores - fabricante WEG (fonte www.weg.net) [adaptado]

Modelos		CWM9	CWM12	CWM18	CWM25	CWM32
Corrente nominal de emprego I_e	AC-3 Serviço normal de manobras com motores com rotor de gaiola com desligamento em regime.	(A) 9	12	18	25	32
	AC-4 Manobras pesadas. Acionar motores com carga plena; comando intermitentes; reversão a plena marcha e paradas por contracorrente.	(A) 4,4	5,8	8,5	10,4	13,7
	AC-1 Manobras de cargas resistivas puras ou pouco indutivas.	(A) 25	25	32	40	50
Fusível máximo gl/gG		(A) 25	25	35	40	63

Tabela 2 – Catálogo de relés de sobrecarga - fabricante WEG (fonte www.weg.net) [adaptado]

Faixa de ajuste (A)	Fusível máximo gl/gG	Faixa de ajuste (A)	Fusível máximo gl/gG
0,28 – 0,4	2	5,6 – 8	20
0,4 – 0,63	2	7 – 10	25
0,56 – 0,8	2	8 – 12,5	25
0,8 – 1,2	4	10 – 15	35
1,2 – 1,8	6	11 – 17	35
1,8 – 2,8	6	15 – 23	50
2,8 – 4	10	22 – 32	63
4 – 6,3	16	32 – 40	90

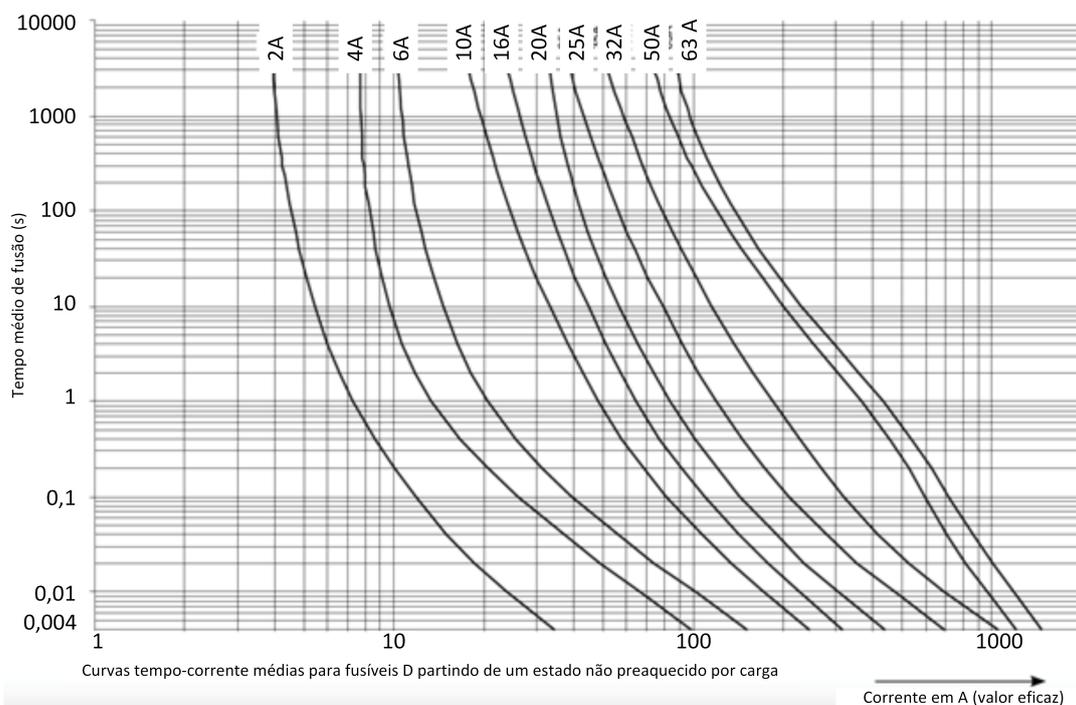
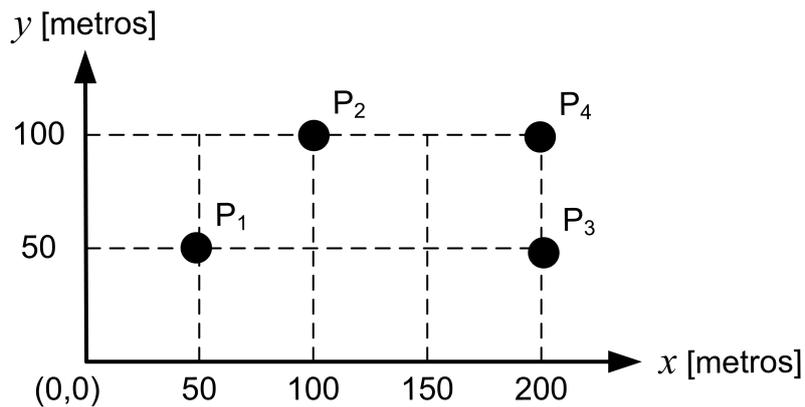


Figura 2 – Curvas "tempo x corrente" – fusíveis D (fonte: www.weg.net)

**Potência das cargas [kVA]:**

- $P_1 = 200$;
- $P_2 = 200$;
- $P_3 = 500$;
- $P_4 = 100$.

Uma indústria está projetando a construção do seu parque fabril e, devido a questões técnicas, a subestação de energia deverá ser instalada na posição do centro de carga P , a ser determinada pelo engenheiro eletricitista, a partir das localizações e das potências das cargas P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , indicadas na figura acima.

Diante do exposto, determine as coordenadas (x_P, y_P) do centro de carga P .

Considere um equipamento com potência de 1270 W, de fator de potência unitário, sendo alimentado por um circuito elétrico de baixa tensão, com as seguintes características:

Dados do circuito:

- comprimento: 22 m;
- tensão de alimentação: 127 V (monofásico);
- isolamento dos condutores de cobre: PVC;
- eletrodutos: PVC;
- temperatura local considerada para projeto: 40 °C;
- quantidade de circuitos que compartilham o mesmo eletroduto: três (incluindo o circuito em questão);
- tipo de linha utilizada: B1 (eletroduto embutido em alvenaria);
- correntes nominais dos disjuntores comerciais adotados: 5 A, 10 A, 15 A, 20 A, 25 A e 30 A;
- os condutores podem ser submetidos a 45% de sobrecarga por um tempo definido como “tempo convencional”;
- frequência da rede: 60 Hz;
- tempo máximo de exposição ao choque do usuário do circuito: 0,1s;
- nível de curto-circuito no quadro de distribuição do circuito: 1,5 kA;
- resistividade do cobre: $0,0225 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Diante do exposto, pede-se:

- a) o dimensionamento da seção dos condutores pelo critério de capacidade de corrente elétrica;
- b) o dimensionamento do disjuntor (caso seja necessário, a seção do fio do circuito poderá ser alterada);
- c) a verificação do circuito quanto à proteção diante da corrente de curto-circuito, considerando a seção escolhida em função dos critérios: capacidade de corrente; e seção mínima do disjuntor escolhido; e
- d) a verificação do circuito quanto à proteção do usuário diante de contatos indiretos, considerando a seção escolhida em função dos critérios: capacidade de corrente; seção mínima do disjuntor escolhido; e curto-circuito.

5ª QUESTÃO (CONTINUAÇÃO)

Tabela 1 – Capacidade de condução de corrente para temperatura ambiente de 30° C - Linha B1.

Seções nominais (mm ²)	Circuitos com 2 condutores (A)	Circuito com 3 condutores (A)
1,5	17,5	15,5
2,5	24	21
4,0	32	28
6,0	41	36
10,0	57	50

Tabela 2 – Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30° C para linhas não subterrâneas.

Temperatura (°C)	Isolação PVC
20	1,12
25	1,06
35	0,94
40	0,87

Tabela 3 – Fatores de correção para agrupamento de um ou mais circuitos instalados em eletroduto.

Disposição dos cabos	Fatores de correção							
	Números de circuitos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Contidos em eletroduto	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50

Tabela 4 – Seção mínima.

Seção mínima dos circuitos (mm ²)	
Força	2,5
Iluminação	1,5

Tabela 5 – Correntes convencionais de atuação, de não atuação e tempos convencionais para disjuntores.

Corrente nominal de ajuste (I_N)	Corrente convencional de não atuação (múltiplo de I_N)	Corrente convencional de atuação (múltiplo de I_N)	Tempo convencional (h)
$I_N \leq 63$ A	1,05	1,30	1
$I_N > 63$ A	1,05	1,25	2

5ª QUESTÃO (CONTINUAÇÃO)

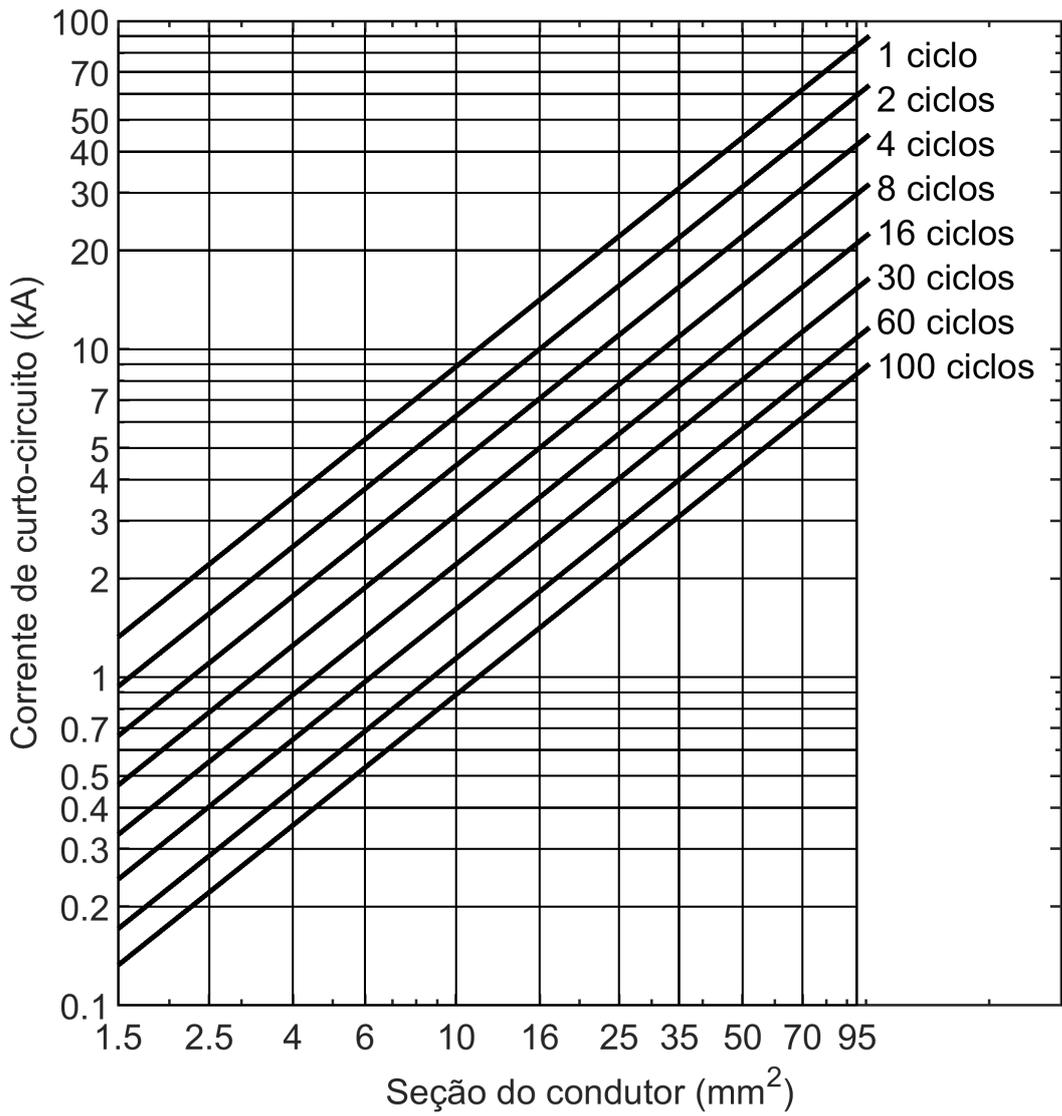


Figura 1 – Capacidade de corrente de curto-circuito dos condutores.

5ª QUESTÃO (CONTINUAÇÃO)

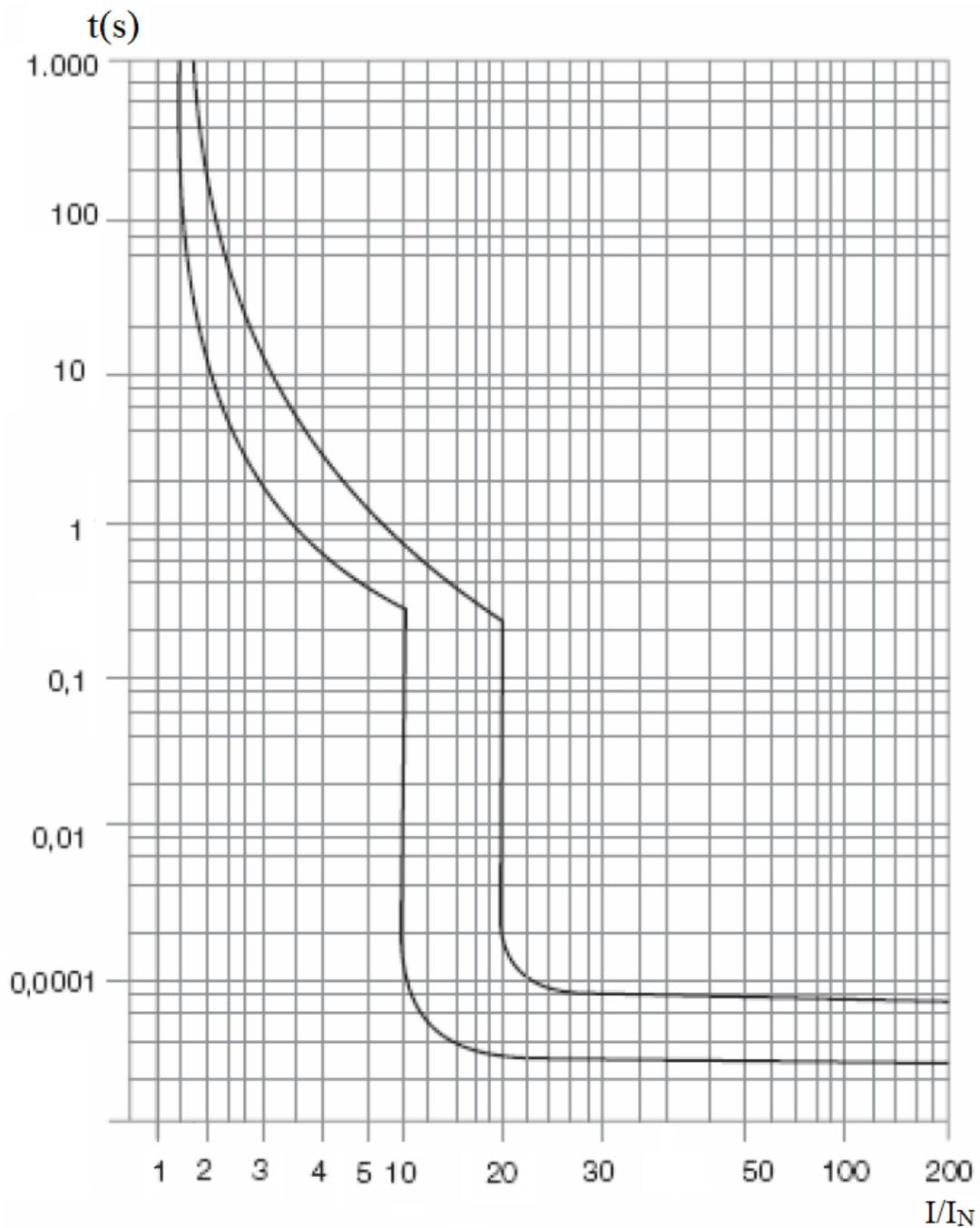
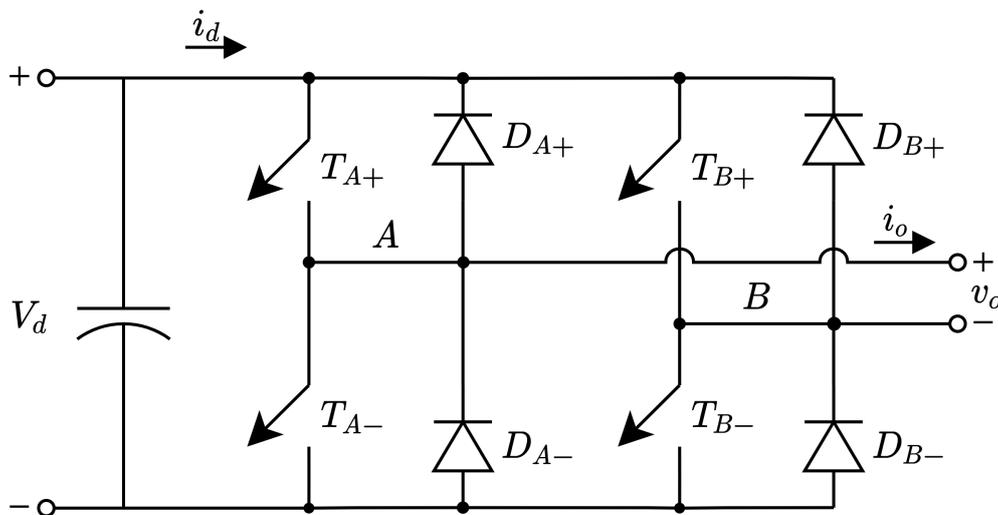


Figura 2 – Curva do disjuntor.

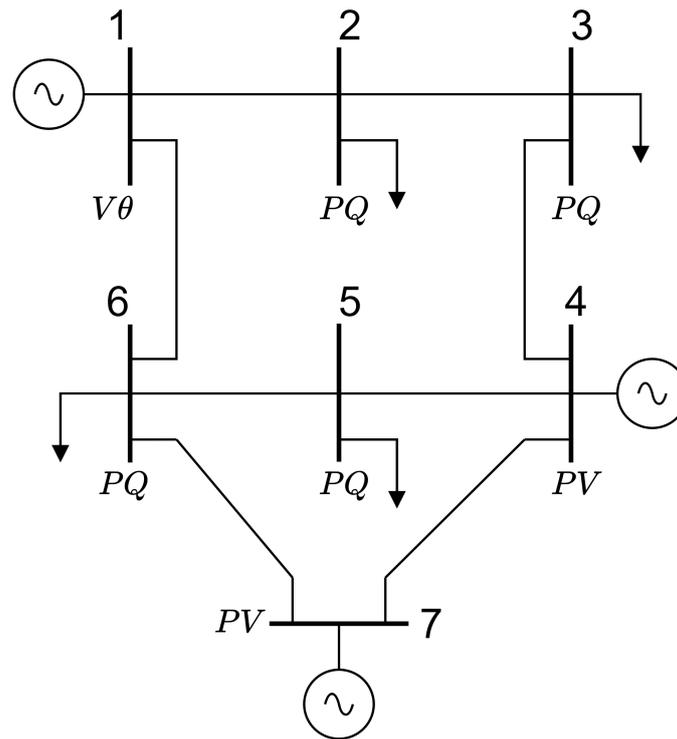
**Dados:**

- diodos: D_{A+} , D_{A-} , D_{B+} e D_{B-} ;
- chaves ideais: T_{A+} , T_{A-} , T_{B+} e T_{B-} ;
- tensão CC de entrada: V_d ;
- tensão CA de saída: v_o ;
- corrente de entrada: i_d ;
- corrente de saída: i_o .

Uma determinada organização militar utiliza um conversor CC/CA visando a obtenção de fonte de energia em tensão senoidal, alternada, de 60 Hz, em situações de indisponibilidade do sistema elétrico. Na figura acima apresenta-se o circuito de potência simplificado do conversor.

Supondo que o controle do conversor é realizado por meio de um esquema de chaveamento PWM, para este circuito, pede-se:

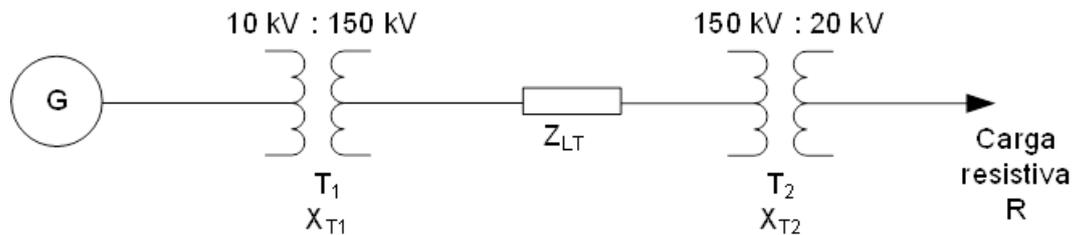
- o esboço das formas de onda da portadora triangular (v_{tri}), da tensão de controle ($v_{control}$) e da tensão de saída (v_o) supondo esquema de chaveamento PWM bipolar;
- o valor da frequência, em Hz, da portadora triangular, supondo que a taxa de modulação de frequência (m_f) é 21;
- o esboço da forma de onda da tensão de saída v_o supondo, agora, o esquema de chaveamento em onda quadrada.



Considere um sistema elétrico composto por sete barras, conforme o diagrama unifilar acima. Escreva a matriz jacobiana J da rede em termos de cada elemento das submatrizes (H , N , M e L), indicando quais elementos são nulos.

Em que:

$$J = \begin{bmatrix} H & N \\ M & L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta P}{\partial \theta} & \frac{\partial \Delta P}{\partial V} \\ \frac{\partial \Delta Q}{\partial \theta} & \frac{\partial \Delta Q}{\partial V} \end{bmatrix}$$



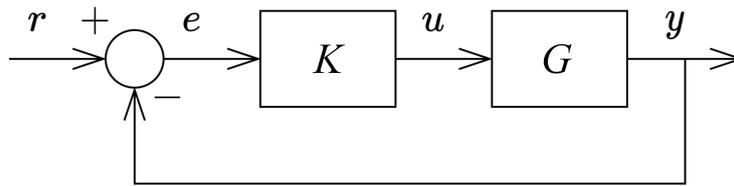
Considere um sistema elétrico de potência (SEP) hipotético, composto por um gerador, dois transformadores, uma linha de transmissão e uma carga resistiva, conforme mostrado na figura acima.

Dados:

- reatância do Transformador 1: $X_{T1} = j 0,01$ pu;
- reatância do Transformador 2: $X_{T2} = j 0,005$ pu (calculado nas bases de 5 MVA e 150 kV);
- impedância da linha de transmissão: $Z_{LT} = (0,01 + j 0,01)$ pu;
- impedância da carga: $R = 400 \Omega$;
- tensão terminal do gerador: $V_g = 10$ kV;
- potência aparente do gerador: $S_g = 10$ MVA.

Utilizando como bases a potência aparente e a tensão terminal do gerador:

- esboce o circuito equivalente do SEP, em pu;
- calcule o valor aproximado do módulo da corrente do sistema, em pu;
- calcule as perdas da linha de transmissão, em W.



No sistema em malha fechada representado acima, o controlador K a ser sintonizado admite a função de transferência

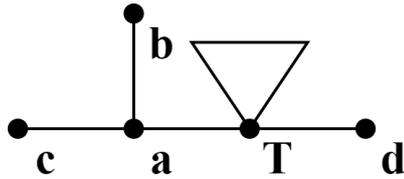
$$K(s) = \frac{k}{s + 1}$$

Sabe-se que a resposta em malha aberta da planta G a um degrau unitário aplicado na entrada u no instante $t = 0$ é dada por

$$y(t) = 1 - e^{-2t}, \quad t \geq 0.$$

Diante do exposto, determine:

- A função de transferência da planta em malha aberta, $G(s) \triangleq \frac{Y(s)}{U(s)}$, da entrada u para a saída y .
- A função de transferência em malha fechada, $T(s) \triangleq \frac{Y(s)}{R(s)}$, da entrada r para a saída y , em função do parâmetro k do controlador.
- O valor do parâmetro k do controlador para que os polos do sistema em malha fechada apresentem fator de amortecimento de 0,5.



Demanda diversificada de cada nó:

T: 10 kVA
 a: 15 kVA
 b: 5 kVA
 c: 5 kVA
 d: 45 kVA

Legenda

— Rede aérea secundária trifásica, de cabos nus de alumínio (CA)

●_X Carga trifásica conectada no nó X

▽ Transformador trifásico de distribuição, instalado em poste

Considere o diagrama de uma rede de distribuição aérea secundária trifásica, onde cargas trifásicas são alimentadas em cada nó.

Dados:

- distância entre nós adjacentes: 40 m;
- tensão fase-fase do secundário do transformador: 220 V;
- queda de tensão máxima admitida: 2,5%; e
- características dos cabos de alumínio CA: vide Tabela 1.

Tabela 1 – Capacidade de condução de corrente, em A, e coeficiente de queda de tensão, em %/(kVA.hm), para diferentes bitolas de cabos de alumínio CA.

Bitola do cabo CA	Corrente máxima suportada (A)	Coeficiente de queda de tensão (%/(kVA.hm))
02	90	0,30
2/0	180	0,15
4/0	260	0,10

Com base nas informações fornecidas:

- dimensionar a bitola dos condutores em todos os trechos pelo critério de capacidade de corrente;
- redimensionar, a bitola dos condutores em todos os trechos, que forem necessários, pelo critério de queda de tensão.

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO