



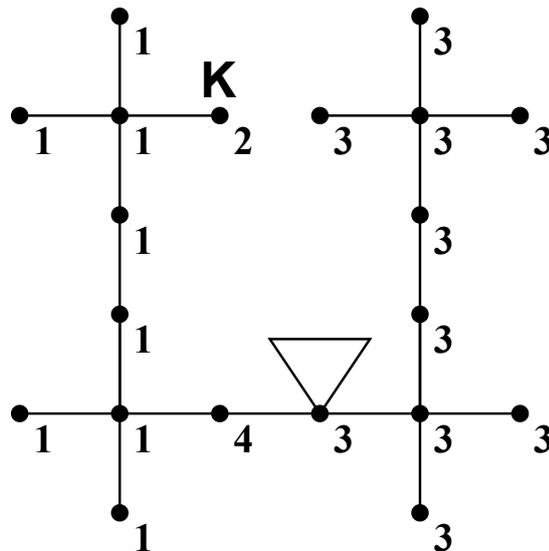
CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
CURSO DE FORMAÇÃO
ENGENHARIA ELÉTRICA
CADERNO DE QUESTÕES



2021/2022

1ª QUESTÃO

Valor: 1,0



Legenda

- Rede aérea secundária trifásica, de cabos nus CA-02
- _X Carga trifásica, com demanda diversificada de X kVA
- ▽ Transformador trifásico de distribuição, instalado em poste

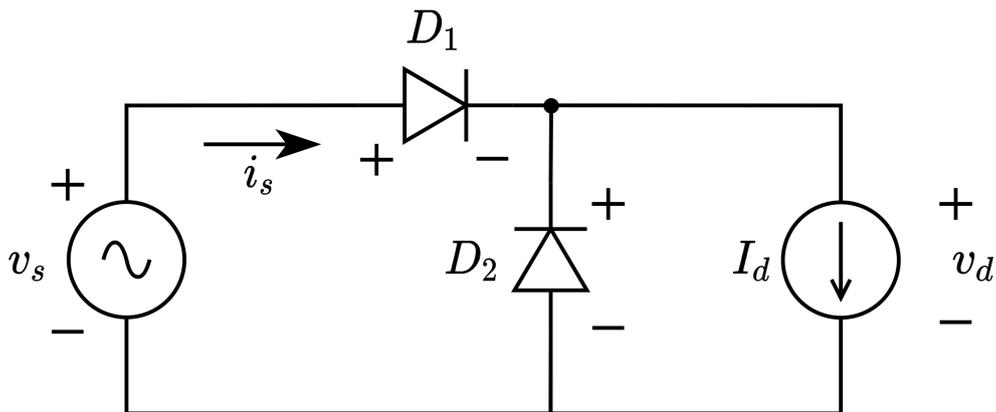
Considere o diagrama de uma rede aérea de distribuição secundária, trifásica, onde cada nó representa a demanda diversificada em kVA.

Dados:

- distância entre nós adjacentes: 50 m;
- tensão fase-fase do secundário do transformador: 200 V;
- fator de potência de todas as cargas: 0,80 (indutivo);
- resistência específica da rede CA-02: $1,000 \Omega/\text{km}$;
- reatância específica da rede CA-02: $0,333 \Omega/\text{km}$; e
- valores comerciais para potência nominal do transformador: 30; 45; 75 e 112,5 kVA.

Diante do exposto:

- a) dimensione a potência nominal do transformador, não admitindo sobrecarga;
- b) calcule o coeficiente de queda de tensão da rede CA-02, em $\% / (\text{kVA} \cdot \text{hm})$; e
- c) calcule a queda de tensão percentual do transformador até o nó K.



A figura acima apresenta um conversor CA/CC sem perdas, composto pelos diodos ideais D_1 e D_2 , alimentado por uma fonte de tensão monofásica ideal dada por

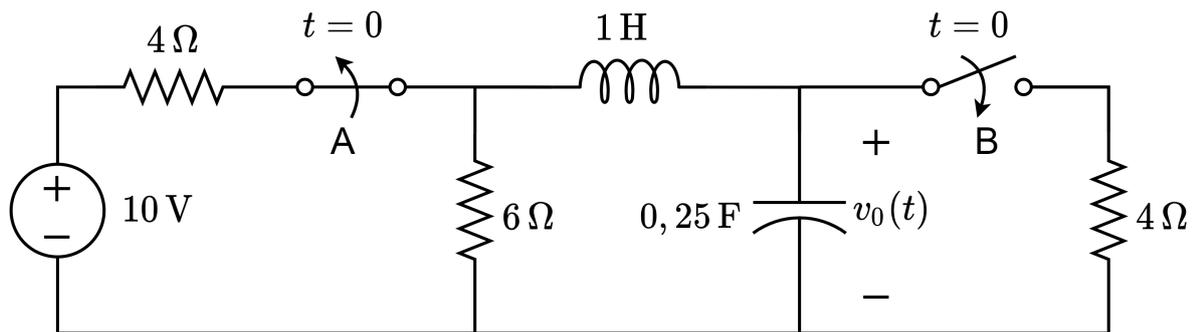
$$v_s = \sqrt{2}V_s \text{sen}(\omega t),$$

em que:

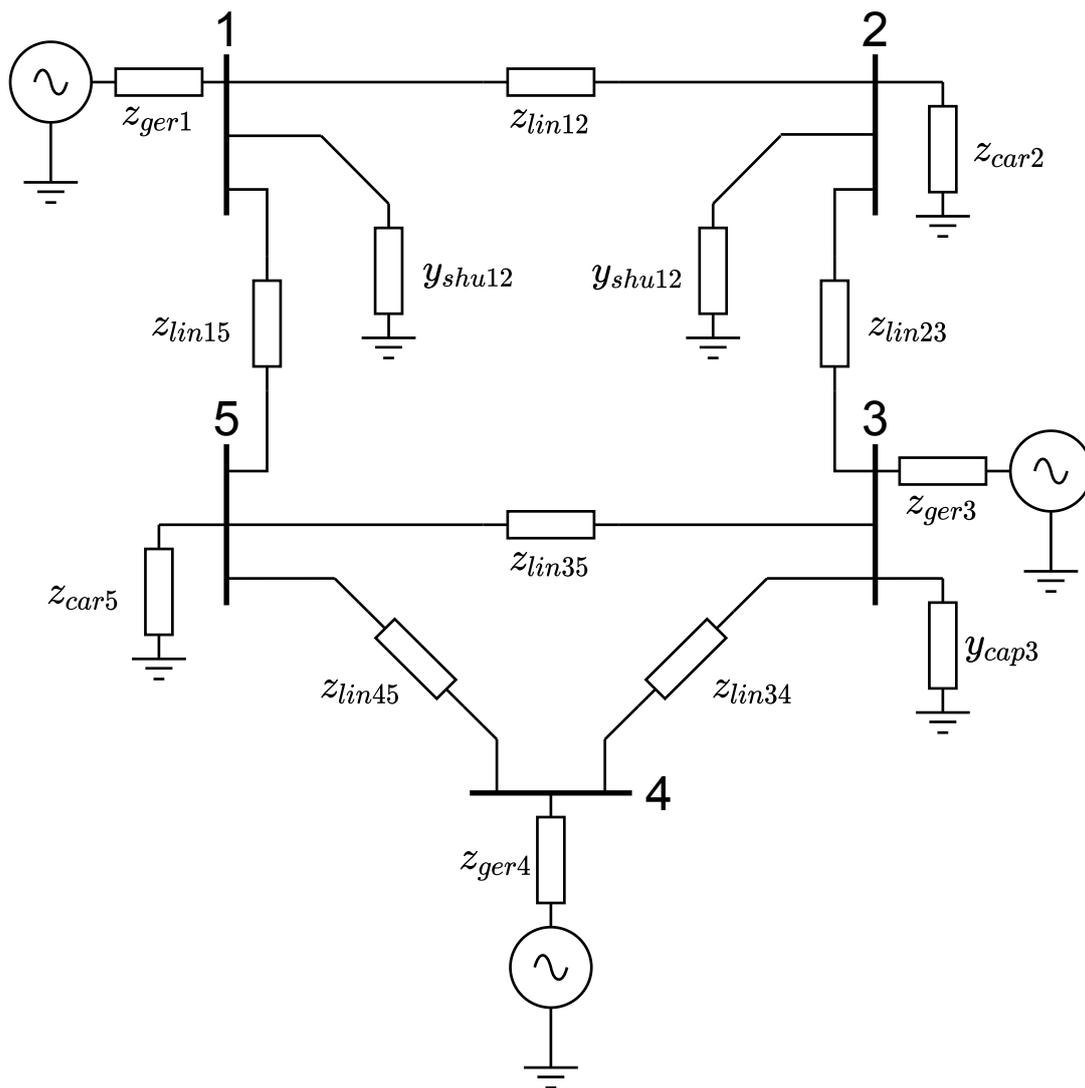
- valor eficaz da tensão: V_s ;
- frequência angular: ω ; e
- tempo: t .

Considere que a carga é indutiva, sendo representada pela fonte de corrente constante de valor I_d . Determine:

- a) o esboço das formas de onda de v_d e i_s em função de ωt ;
- b) o esboço da forma de onda da tensão no diodo D_1 ;
- c) a tensão reversa máxima no diodo D_1 ;
- d) o valor eficaz da corrente I_s da fonte; e
- e) o valor médio da tensão V_d na carga.



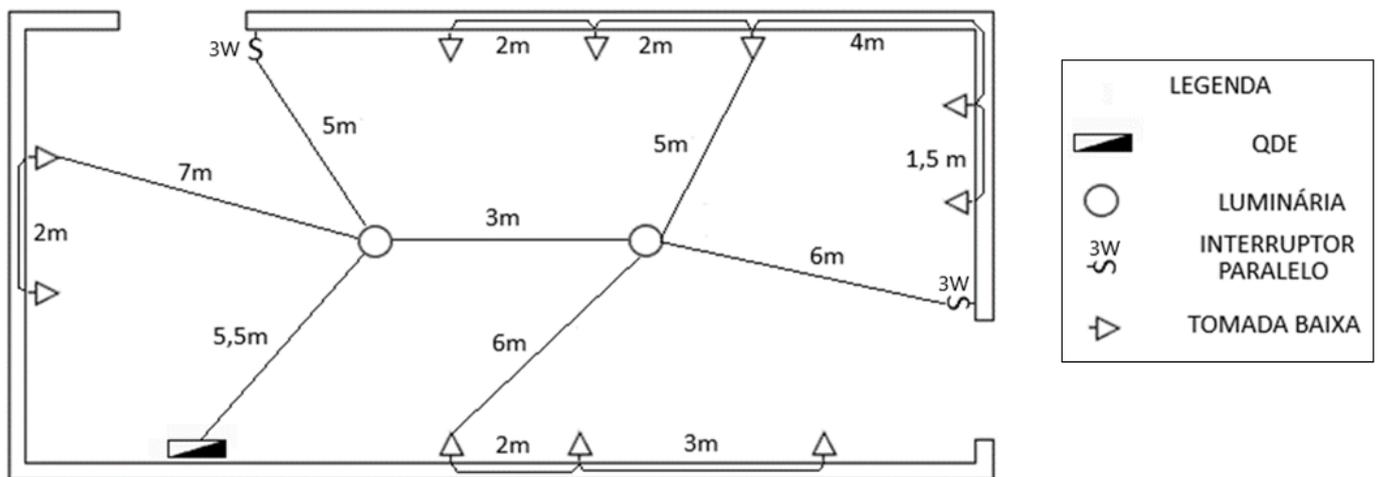
No circuito acima, alimentado por uma fonte de tensão, as chaves ideais A e B mudam seus estados em $t = 0$. Sabe-se que, em $t = 0^-$, a chave A encontra-se fechada, a chave B aberta e o capacitor totalmente carregado. Determine a tensão $v_0(t)$, em volts, para $t > 0$.



Seja um sistema elétrico composto por cinco barras, conforme o diagrama de impedâncias e admitâncias apresentado acima. Considere que os dados dos componentes estão em pu nas bases do sistema. Determine a Matriz de Admitâncias (Y_{barra}) do sistema elétrico.

Dados:

impedâncias	geradores	$Z_{ger1} = Z_{ger3} = Z_{ger4} = j0,25 \text{ pu}$
	cargas	$Z_{car2} = Z_{car5} = j0,2 \text{ pu}$
	linhas	$Z_{lin12} = Z_{lin23} = Z_{lin34} = Z_{lin35} = Z_{lin45} = Z_{lin15} = j0,5 \text{ pu}$
admitâncias	linha	$Y_{shu12} = j0,2 \text{ pu}$
	barra	$Y_{cap3} = j0,3 \text{ pu}$



A planta baixa apresenta um quadro de distribuição de energia (QDE) de onde partem dois circuitos monofásicos para alimentar 10 pontos de tomadas baixas e duas luminárias comandadas simultaneamente por dois interruptores paralelos (*three-way*).

Dados:

- tensão de alimentação: 127 V;
- tipo de linha: B1;
- isolamento dos condutores de cobre: PVC;
- temperatura ambiente: 40 °C;
- potência de cada tomada: 150 W;
- fator de potência das tomadas: unitário; e
- resistividade do cobre de 0,0225 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Considerações:

- as medidas indicadas na planta baixa correspondem às distâncias totais (horizontais e verticais) de cada trecho dos eletrodutos; e
- para a solução das questões devem ser utilizadas as tabelas fornecidas na próxima página.

Diante do exposto, determine:

- o traçado dos circuitos utilizando os eletrodutos já lançados, considerando os circuitos 01 e 02 como de iluminação e força, respectivamente (**redesenhe a planta baixa no caderno de soluções**);
- o dimensionamento dos condutores do circuito 02 pelos critérios de:
 - capacidade de condução de corrente elétrica;
 - queda de tensão, considerando 2% de queda máxima; e
 - seção mínima.

5ª QUESTÃO (CONTINUAÇÃO)

Tabela 1 – Capacidade de condução de corrente para temperatura ambiente de 30° C, em A, para cabos passando por eletrodutos aparentes, seção circular, dispostos sobre a parede - Linha B1.

Seções nominais (mm ²)	Circuitos com 2 condutores (A)	Circuito com 3 condutores (A)
1,0	13,5	12
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
10	1,22
15	1,17
20	1,12
25	1,06
35	0,94
40	0,87
45	0,79

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

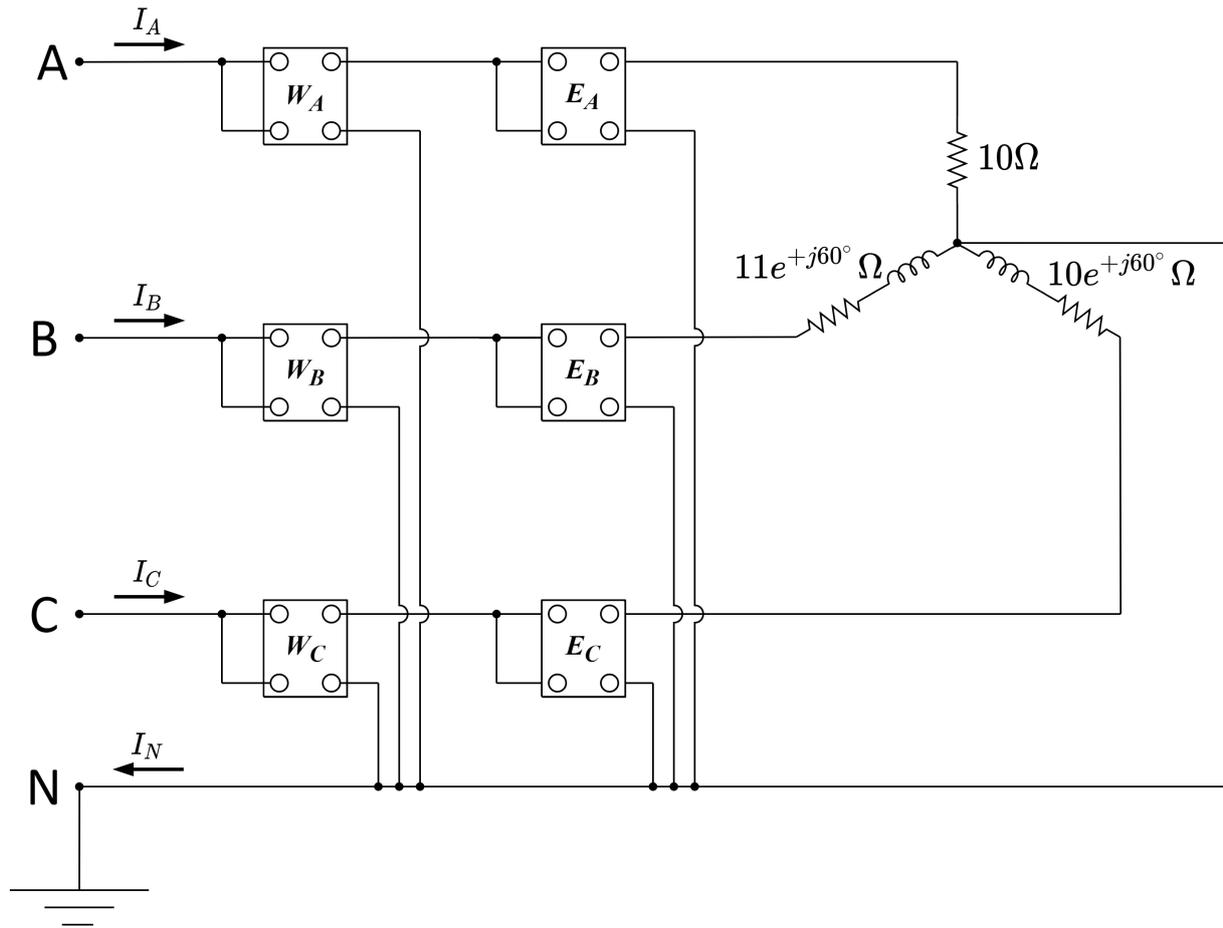
Disposição dos cabos	Fatores de correção							
	Números de circuitos							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Contidos em eletroduto	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50

Tabela 4 – Queda de Tensão em V/(A.km) .

Seção nominal (mm ²)	Eletroduto não magnético
	Circuito monofásico
1,5	27,50
2,5	16,50
4,0	10,50
6,0	7,00
10,0	4,25

Tabela 5 – Seção mínima.

Seção mínima dos circuitos (mm ²)	
força	2,5
iluminação	1,5



A carga apresentada na figura acima é alimentada por uma fonte trifásica simétrica, de sequência positiva, com tensão fase-neutro de 220 V. Sabe-se que a potência ativa solicitada e a energia ativa consumida pela carga em cada fase são medidas, respectivamente, por intermédio de wattímetros monofásicos e medidores de energia do tipo indução monofásicos. Determine:

- as correntes I_A , I_B , e I_C , em módulo e argumento (considere o ângulo da tensão da fase A como referência);
- as leituras de potência ativa dos wattímetros W_A , W_B , W_C e a potência ativa trifásica solicitada pela carga; e
- a constante do disco do medidor de energia E_B , em Wh/rot, sabendo-se que este medidor de energia desenvolveu dez rotações durante um minuto para medir a energia ativa consumida pela fase B.

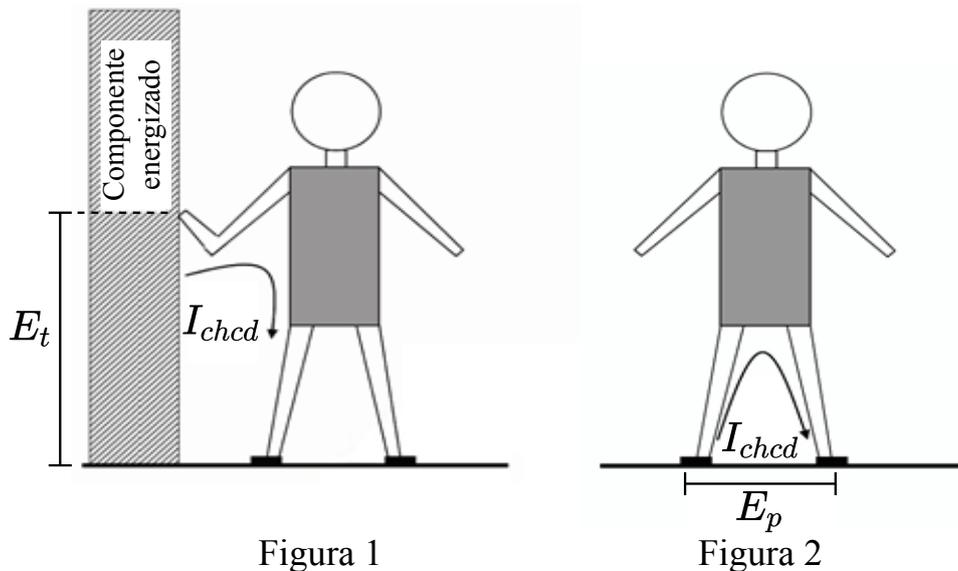


Figura 1

Figura 2

As Figuras 1 e 2 acima ilustram a tensão de toque e de passo, respectivamente, em um sistema de aterramento de uma subestação.

Considerações:

- E_t é a máxima tensão de toque permitível pelo corpo humano;
- E_p é a máxima tensão de passo permitível pelo corpo humano;
- R_{ch} é a resistência do corpo humano, adotada como 1000Ω ;
- R_p é a resistência própria de cada pé com relação ao terra remoto, expressa em Ω ;

$$R_p = \left(\frac{\rho_s}{0,3} \right) \times C$$

- C é um fator que depende da espessura da camada de recobrimento do solo (vide Figura 3):

$$C = 0,7 \left(\frac{1 - \frac{\rho_s}{\rho_c}}{2h_c + 0,1} \right) \quad \text{Figura 3}$$

Em que:

- ρ_c é a resistividade do recobrimento da superfície do solo: $3000 \Omega.m$;
- ρ_s é a resistividade da primeira camada de solo: $300 \Omega.m$;
- h_c é a espessura da camada de recobrimento: $0,30 \text{ m}$;
- I_{chcd} é a máxima corrente de curta duração admissível pelo corpo humano, expressa em ampere, no intervalo de tempo t compreendido entre $0,03 \text{ s}$ e 3 s .

$$I_{chcd} = \frac{0,12}{\sqrt{t}}$$

Considere desprezível a resistência mútua entre os pés quando comparada à resistência de cada pé R_p . Sabe-se que o tempo máximo de atuação da proteção para eliminação da falta é de $0,16 \text{ s}$. Determine:

- o circuito elétrico formado para representar o corpo humano na tensão de toque E_t ;
- o circuito elétrico formado para representar o corpo humano na tensão de passo E_p ;
- a máxima tensão de toque permitível para o corpo humano; e
- a máxima tensão de passo permitível para o corpo humano.

Um motor de corrente contínua com excitação independente possui os seguintes dados nominais:

Dados:

- tensão terminal: 100 V;
- tensão do circuito de campo: 100 V;
- resistência de armadura: $0,0475 \Omega$; e
- resistência total do circuito de campo: 20Ω .

Consideração:

- $\pi = 3$.

A característica terminal em vazio da máquina, levantada para 1500 rpm, pode ser aproximada pela seguinte função: $E_a = 20I_f$, em que E_a é tensão induzida, em V, e I_f é a corrente de campo, em A.

Sabe-se que o motor aciona uma carga que demanda uma potência de 9500 W e que as perdas por atrito e ventilação totalizam 500 W. Determine para as condições nominais de funcionamento:

- a) a corrente de armadura do motor, em A;
- b) a tensão induzida do motor, em V;
- c) a velocidade do rotor do motor, em rpm; e
- d) o torque do motor, em N.m.

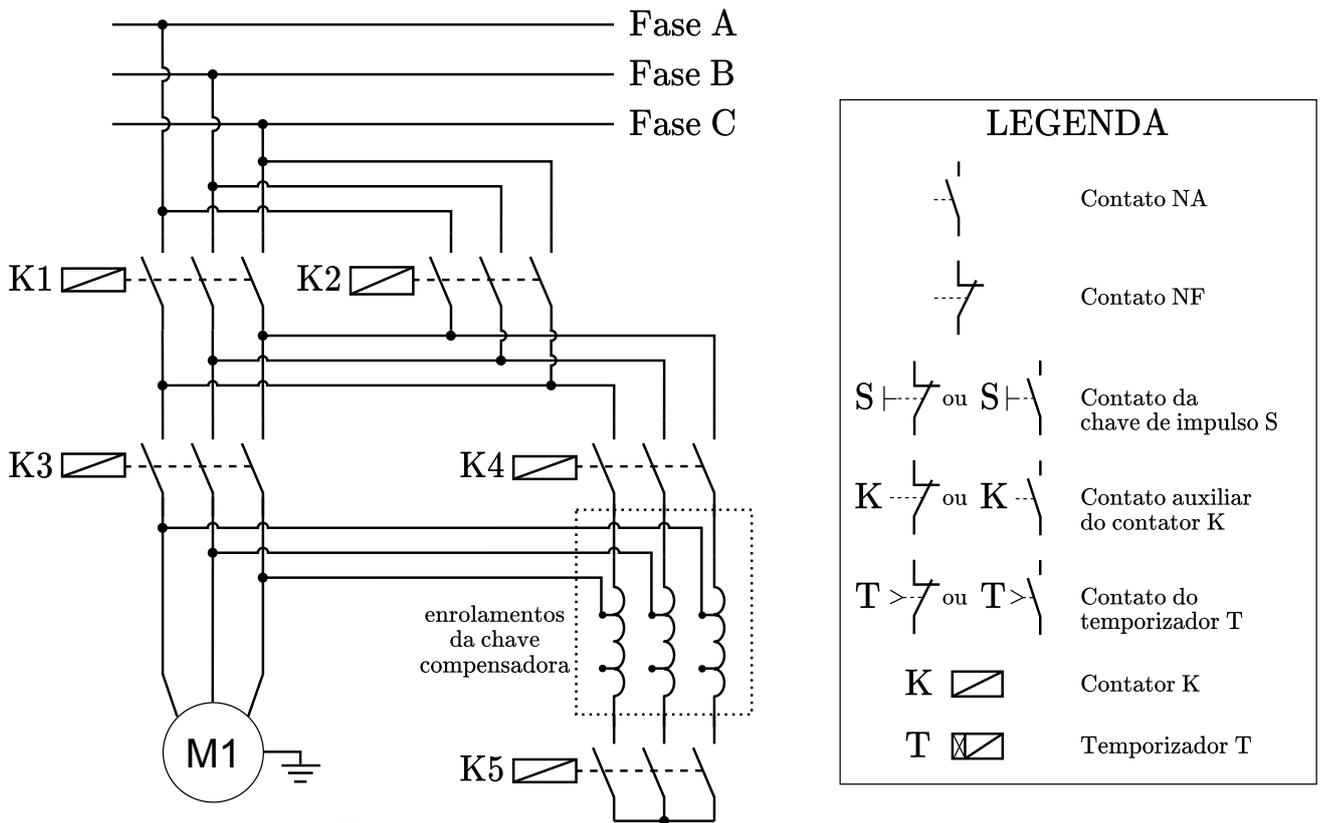


Figura 1

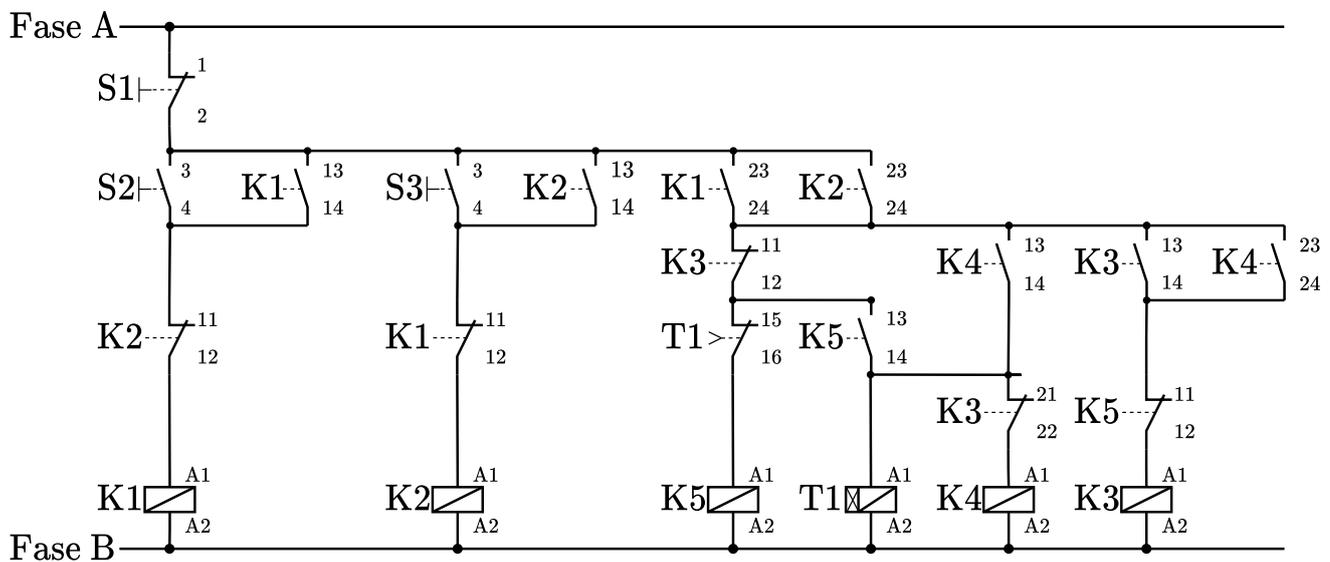
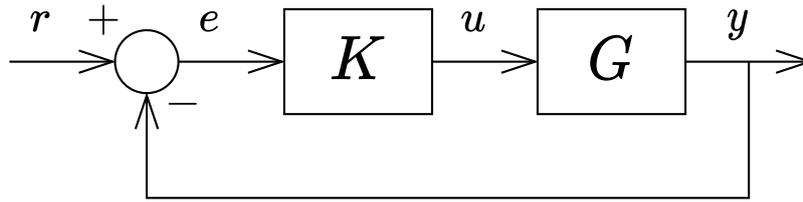


Figura 2

As Figuras 1 e 2 ilustram, respectivamente, os diagramas hipotéticos de força e de comando para o acionamento de um motor de indução trifásico M1. O relé temporizador T1, ao ser energizado, está ajustado para comutar seus contatos em t segundos. No instante inicial, o rotor de M1 está parado e a chave de impulso S2 é pressionada. Determine a sequência de eventos:

- a) até o instante de t segundos;
- b) após decorrido o tempo de t segundos; e
- c) após pressionar a chave de impulso S3 no tempo $t + \Delta t$ segundos.



No sistema em malha fechada representado acima, a planta G admite a seguinte representação em espaço de estados:

$$\begin{cases} \frac{dx(t)}{dt} = -4u(t) \\ y(t) = -x(t) \end{cases}$$

O controlador K , a ser projetado, admite a seguinte função de transferência:

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

Considere as condições iniciais nulas. Determine:

- a função de transferência da planta em malha aberta: $G(s) \triangleq \frac{Y(s)}{U(s)}$;
- a função de transferência em malha fechada, $T(s) \triangleq \frac{Y(s)}{R(s)}$, em função dos parâmetros k , z e p do controlador;
- o valor dos parâmetros k , z e p do controlador para que a resposta do sistema em malha fechada a um degrau unitário, aplicado na referência $r(t)$, em $t = 0$, seja $y(t) = 1 - e^{-t} \cos(t)$, para $t > 0$.

RASCUNHO