

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

» CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS (PERFIL 02) «

Observação: Pressupostos utilizados no âmbito das questões de 1 a 10:

- Chaves ideais possuem resistência infinita, quando aberta, e resistência zero e sem queda de tensão, quando conduzindo. Além do mais, não possuem indutâncias e capacitâncias parasitas.
- Diodo ideal apresenta resistência infinita quando polarizado reversamente, e resistência zero sem queda de tensão, quando polarizado diretamente.
- Fontes ideais não possuem resistências internas.
- Capacitâncias e indutâncias ideais apresentam efeito somente capacitivo e indutivo, respectivamente.

21. São os terminais de um tiristor SCR (*Silicon Controlled Rectifier*):

- a) Gate – Base – Emissor.
- b) Gate – Anodo – Catodo.
- c) Gate – Source – Dreno.
- d) Gate – Source – Emissor.
- e) Gate – A1 – A2.

22. Um retificador controlado em meia onda com um tiristor SCR (ideal), retifica uma tensão alternada no valor $v(t) = v_{max} \text{sen}(wt)$. O valor da tensão retificada média numa carga resistiva, em função do ângulo de disparo α é

- a) $\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} v_{max} \text{sen}(\theta) d\theta.$
- b) $\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} v_{max} \text{sen}(\theta) d\theta.$
- c) $\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{2\pi} v_{max} \text{sen}(\theta) d\theta.$
- d) $\frac{1}{\pi} \int_{\pi}^{\alpha} v_{max} \text{sen}(\theta) d\theta.$
- e) $\frac{1}{2\pi} \int_{\pi}^{\alpha} \sqrt{2} v_{max} \text{sen}(\theta) d\theta.$

23. No conversor (CC-CC) Buck da Figura 1, admitindo todos os componentes ideais, com a chave controlada por um PWM (com frequência constante e modo contínuo) com *duty cycle* (razão cíclica) de $1/3$ e tensão média da fonte tem valor “E”. A tensão média na carga “vo”, depois que o conversor atinge o regime permanente, é

- a) $E/18$.
- b) $E/6$.
- c) $E/3$.
- d) E.
- e) $3E$.

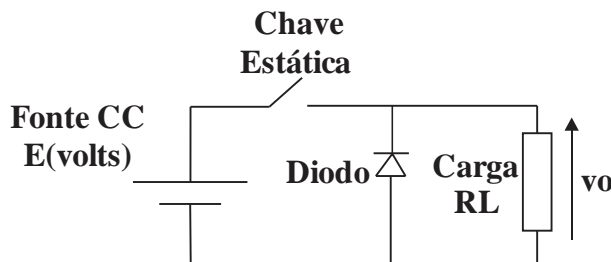


Figura 1- Conversor CC-CC Buck

24. Ainda relativo ao conversor CC-CC Buck da Figura 1, admitindo todos os componentes ideais. A chave continua sendo controlada por um PWM (com frequência constante e modo contínuo) com *duty cycle* (razão cíclica) de $1/3$. Se a corrente média da carga é “io”, a corrente média da fonte, depois que o conversor atinge o regime permanente, é

- a) $io/18$.
- b) $io/6$.
- c) $io/3$.
- d) io.
- e) $3io$.

25. No conversor CC-CC boost da Figura 2, admitindo todos os componentes ideais, a chave é controlada por um PWM (com frequência constante e modo contínuo) com *duty cycle* (razão cíclica) de $1/3$. Se a tensão média da fonte tem o valor “E”, a tensão média na carga “vo”, após o conversor atingir o regime permanente, é

- a) $E/18$.
- b) $E/6$.
- c) E.
- d) $3E/2$.
- e) $3E$.

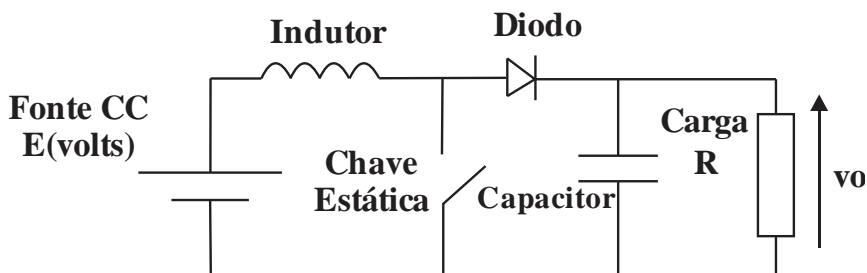


Figura 2 – Conversor CC-CC boost

26. Ainda sobre o conversor CC-CC boost da Figura 2, em que se admitem todos os pressupostos apresentados na questão 25, relativas aos componentes ideais e à modulação PWM com razão cíclica de $1/3$, a corrente média da fonte em função da corrente média "io" na carga, depois que se atingir o regime permanente, é

- a) $i_o/18$.
- b) $i_o/6$.
- c) i_o .
- d) $3i_o/2$.
- e) $3i_o$.

27. Um conversor CC-CA, com um braço dual, possui duas chaves estáticas controladas com seus respectivos diodos de roda livre. Este conversor alimenta uma carga em meia ponte, utilizando um ponto central do barramento de corrente contínua. Deseja-se controlar as chaves via PWM, para uma tensão de referência na carga de $v_{ref} = v_{max} \text{sen}(wt)$. Admitindo todos os componentes ideais, qual a mínima tensão de barramento CC que garante uma modulação contínua?

- a) $4v_{max}$.
- b) $2v_{max}$.
- c) v_{max} .
- d) $v_{max}/2$.
- e) $v_{max}/4$.

28. Um conversor CC-CA (ponte H) com dois braços duais, é mostrado na Figura 3. Cada braço possui duas chaves estáticas controladas e seus respectivos diodos de roda livre. Este inversor alimenta uma carga em ponte completa com barramento de tensão contínua de valor constante E. Admitindo todos os componentes ideais, a máxima tensão imposta na carga é

- a) E.
- b) $E/2$.
- c) $E/4$.
- d) $E/8$.
- e) $2E$.

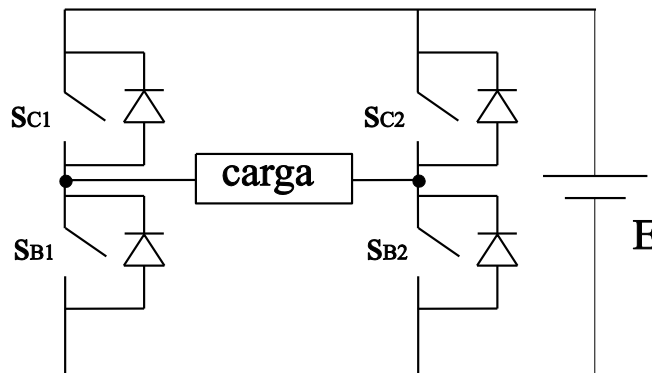


Figura 3- Conversor dois braços ponte H.

29. Considere o mesmo conversor CC-CA (em ponte H) com dois braços duais mostrado na Figura 3. Os componentes do conversor também são ideais e as chaves operam em modo complementar. Determine o módulo da tensão média na carga, admitindo que a razão cíclica das duas chaves (Sc_1 e Sc_2) da parte superior dos braços são constantes e iguais a $3/4$ (para Sc_1) e $1/3$ (para Sc_2).

- a) $4E/12$.
- b) $2E/12$.
- c) $13E/12$.
- d) $7E/12$.
- e) $5E/12$.

30. Um conversor CC-CA tem três braços duais, em que cada braço possui duas chaves estáticas controladas e seus respectivos diodos de roda livre. Este inversor alimenta uma carga trifásica equilibrada a três fios em ponte completa, com barramento de tensão contínua de valor constante. Deseja-se controlar o conversor via PWM com modulação senoidal. A tensão de referência da carga é alternada (trifásica equilibrada), com valor de fase (eficaz) igual a " v ". Qual a mínima tensão de barramento que garante a modulação contínua?

- a) v .
- b) $\sqrt{2} v/2$.
- c) $\sqrt{2} v$.
- d) $\sqrt{3} v$.
- e) $2\sqrt{2} v$.

31. Seja a equação diferencial de 2ª ordem $\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 5 \cdot \frac{dy(t)}{dt} + 6 \cdot y(t) = 1$, cujas condições iniciais $y(0)$

e $\frac{dy(0)}{dt}$ são nulas. Resolvendo esta equação diferencial por meio da Transformada de Laplace, a solução da mesma para $y(t)$ é

- a) $y(t) = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \cdot e^{-3t} + \frac{1}{2} \cdot e^{-2t}$, para $t \geq 0$.
- b) $y(t) = -\frac{1}{3} + \frac{1}{6} \cdot e^{-3t} - \frac{1}{2} \cdot e^{-2t}$, para $t \geq 0$.
- c) $y(t) = -\frac{1}{6} + \frac{1}{3} \cdot e^{-3t} - \frac{1}{2} \cdot e^{-2t}$, para $t \geq 0$.
- d) $y(t) = -\frac{1}{3} + \frac{1}{6} \cdot e^{-3t} + \frac{1}{2} \cdot e^{-2t}$, para $t \geq 0$.
- e) $y(t) = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \cdot e^{-3t} - \frac{1}{2} \cdot e^{-2t}$, para $t \geq 0$.

32. A equação diferencial $0,02 \cdot \frac{d^3 c(t)}{dt^3} + 0,2 \cdot \frac{d^2 c(t)}{dt^2} + 2 \cdot \frac{dc(t)}{dt} = 4 \cdot \frac{d^2 r(t)}{dt^2} + 40 \cdot \frac{dr(t)}{dt}$ representa um sistema dinâmico, cujas funções de entrada e de saída são $r(t)$ e $c(t)$, respectivamente. Admitindo-se condições iniciais nulas, a função de transferência que representa a relação entre saída e entrada do sistema no domínio de Laplace é dada por

- a) $\frac{100 \cdot (s + 10)}{s^2 + 10 \cdot s + 100}$.
- b) $\frac{(s + 10)}{s^2 + 10 \cdot s + 100}$.
- c) $\frac{200 \cdot (s + 10)}{s^2 + s + 100}$.
- d) $\frac{200 \cdot (s + 10)}{s^2 + 10 \cdot s + 100}$.
- e) $\frac{200 \cdot (s + 10)}{s^2 + 100 \cdot s + 10}$.

33. Seja o diagrama de blocos de um sistema malha fechada conforme a Figura 4,

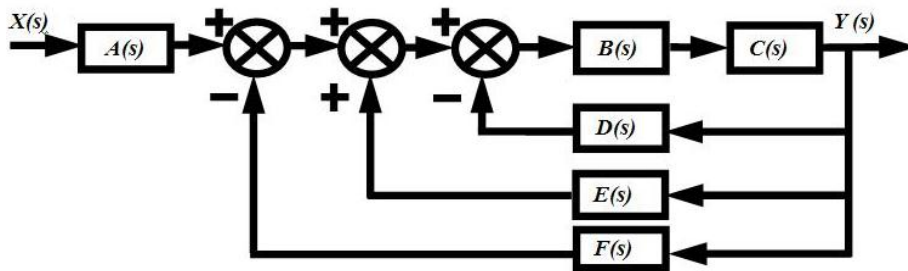


Figura 4—Diagrama de blocos de um sistema malha fechada.

a função de transferência $Y(s)/X(s)$ que representa este sistema é

- a) $\frac{A(s) \cdot B(s) \cdot C(s)}{1 + C(s) \cdot B(s) \cdot [-D(s) + E(s) - F(s)]}$.
- b) $\frac{A(s) \cdot B(s) \cdot C(s)}{1 + C(s) \cdot B(s) \cdot [D(s) - E(s) + F(s)]}$.
- c) $\frac{A(s) \cdot B(s) \cdot F(s)}{1 + D(s) \cdot E(s) \cdot [A(s) - E(s) + C(s)]}$.
- d) $\frac{D(s) \cdot E(s) \cdot F(s)}{1 + E(s) \cdot F(s) \cdot [A(s) - B(s) + C(s)]}$.
- e) $\frac{A(s) \cdot E(s) \cdot F(s)}{1 + D(s) \cdot F(s) \cdot [A(s) - B(s) + C(s)]}$.

34. No circuito elétrico RLC série da Figura 5, estão indicadas as tensões em cada elemento e a corrente do circuito. Supõem-se condições iniciais nulas. No domínio de Laplace, a função de transferência $V_L(s)/V_1(s)$ (tensão no indutor / tensão na fonte) é

a) $\frac{1}{\frac{1}{(R.C.s^2)} + \frac{1}{(L.s)}} \cdot$

b) $\frac{s^2}{C.s^2 + L.s + 1} \cdot$

c) $\frac{1}{L.C.s^2 + \frac{L}{R}.s + \frac{1}{(L.C)}} \cdot$

d) $\frac{s^2}{s^2 + \frac{R}{L}.s + \frac{1}{(L.C)}} \cdot$

e) $\frac{1}{\frac{1}{(L.C.s^2)} + \frac{R}{(L.s)} + \frac{L}{C}} \cdot$

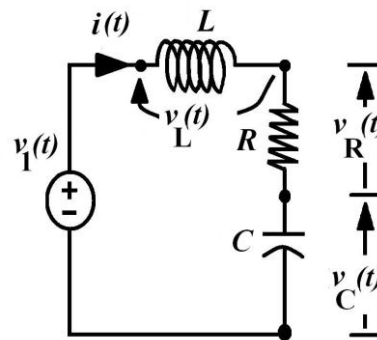


Figura 5 – Circuito RLC série.

35. Ainda no circuito RLC série da Figura 5, que é de 2ª ordem, as variáveis de estado são a corrente elétrica $i(t)$ e a tensão $v_C(t)$ do capacitor. Além disso, a tensão $v_R(t)$ no resistor é a resposta do circuito e a tensão $v_1(t)$ é a entrada. A representação em espaço de estados do referido circuito é dada por

$$\text{a) } \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{L}{R} & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot v_1(t); \quad v_L(t) = \begin{bmatrix} -1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + v_1(t).$$

$$\text{b) } \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{R}{L} \\ \frac{1}{(R.C)} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{R}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot v_1(t); \quad v_L(t) = \begin{bmatrix} -1 & -1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + v_1(t).$$

$$\text{c) } \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} v_C(t) \\ v_L(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{C} & -\frac{R}{L} \\ \frac{1}{(R.C)} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_C(t) \\ v_L(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{R}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot v_1(t); \quad v_R(t) = \begin{bmatrix} \frac{R}{C} & \frac{L}{R} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_C(t) \\ v_L(t) \end{bmatrix} + v_1(t).$$

$$\text{d) } \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & \frac{1}{C} \\ -\frac{1}{L} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot v_1(t); \quad v_R(t) = \begin{bmatrix} R & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix}.$$

$$\text{e) } \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot v_1(t); \quad v_R(t) = \begin{bmatrix} R & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i(t) \\ v_C(t) \end{bmatrix}.$$

36. A estabilidade é uma das especificações mais importantes em projetos de sistemas de controle. Com relação à estabilidade, é **INCORRETO** afirmar que

- a) um sistema é estável se a resposta natural tender a zero quando o tempo tender a infinito.
- b) um sistema é estável se toda entrada limitada gerar uma saída ilimitada.
- c) um sistema é instável se alguma entrada limitada gerar uma saída ilimitada.
- d) um sistema é marginalmente estável se a resposta natural oscila indefinidamente.
- e) um sistema é instável se a resposta natural tender a infinito, quando o tempo tender a infinito.

37. Dada a função de transferência em malha fechada de um sistema como sendo $\frac{s+8}{2.s^5 - 2.s^4 + 8.s^3 - 8.s^2 + 6.s - 4}$. Sabendo que a palavra polos, aqui, refere-se aos polos de malha fechada do sistema, é **CORRETO** afirmar, com respeito à estabilidade de tal sistema que

- ele tem dois polos distintos no eixo imaginário do plano complexo, e os outros três polos no semiplano esquerdo deste mesmo plano, fazendo com que tal sistema seja marginalmente estável.
- ele possui três dos cinco polos no semiplano direito do plano complexo, fazendo com que este sistema seja instável.
- ele tem todos os cinco polos no semiplano esquerdo do plano complexo, fazendo com que o sistema sob estudo seja estável.
- ele possui apenas dois dos cinco polos no semiplano direito do plano complexo, fazendo com que o sistema sob análise seja marginalmente estável.
- para o sistema sob análise, não é possível saber se ele é estável, se é instável, ou se ele é marginalmente estável.

38. O circuito elétrico RC série da Figura 6 representa um sistema de 1ª ordem em que são indicadas as tensões em cada elemento e a corrente elétrica do circuito. A resposta deste sistema é a tensão $v_C(t)$ no capacitor, para o tempo $t \geq 0$. A entrada do circuito é a tensão $v_f(t)$ da fonte de tensão do circuito. Admitem-se condições iniciais nulas. Também são conhecidas a tensão da fonte, que é um degrau de amplitude 5 V a partir de $t = 0$, a capacitância C valendo 0,25 F e a resistência R igual a 0,5 Ω . A parte de regime permanente da resposta, o valor absoluto da parte transitória da mesma e a constante de tempo do sistema, valem, respectivamente:

- 5 V, $5.e^{-8.t}$ V, 1/8 s.
- 10 V, $5.e^{-8.t}$ V, 1/8 s.
- 5 V, $8.e^{-10.t}$ V, 1/10 s.
- 8 V, $5.e^{-5.t}$ V, 1/8 s.
- 5 V, $10.e^{-8.t}$ V, 1/5 s.

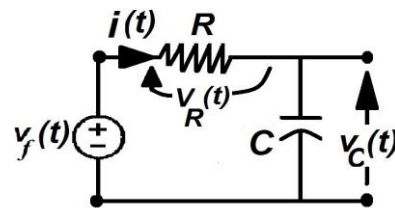


Figura 6 – Um sistema de 1ª ordem: circuito RC série.

39. As proposições a seguir tratam sobre os sistemas de 1ª ordem e sobre os de 2ª ordem, os quais podem representar muitos sistemas físicos:
- I. Um sistema de 1ª ordem, cuja função de transferência não tem zeros, tem como entrada um degrau unitário, e o seu único polo está situado no semi-eixo real negativo. Então, quanto maior for o valor absoluto deste polo, menor é a velocidade da resposta transitória deste sistema para sua entrada em degrau unitário.
 - II. Num sistema de segunda ordem do tipo **criticamente amortecido**, e com entrada tipo degrau unitário, o fator (ou relação) de amortecimento está entre zero e um, de modo que o máximo sobre-sinal percentual (ou "*overshoot*") diminui à medida que este fator se aproxima de zero.
 - III. Em todos os sistemas de 2ª ordem, existem as especificações chamadas de **fator de amortecimento** e **frequência natural**. A primeira (fator de amortecimento) dá uma idéia da natureza da resposta transitória e o quanto de sobre-sinal e oscilação ocorrerão, independentemente de qual for a escala de tempo empregada. A segunda especificação (frequência natural) dá uma indicação da velocidade da resposta transitória.
 - IV. Uma descrição detalhada da resposta do sistema de 2ª ordem **subamortecido** a uma entrada tipo degrau unitário se faz necessária na análise e no projeto deste tipo de sistema. Além disso, especificações da resposta transitória do mesmo sistema, como **tempo de subida**, **tempo de acomodação** e **tempo de pico**, ajudam a determinar se a velocidade e a natureza da resposta degradam ou não o desempenho de tal sistema.

Analisando as proposições acima, pode-se afirmar que

- a) apenas a proposição **IV** está correta.
- b) apenas a proposição **I** está incorreta.
- c) todas as proposições estão corretas.
- d) apenas as proposições **I** e **II** estão incorretas.
- e) apenas a proposição **III** está correta.

40. Considere as proposições abaixo, referentes à técnica do lugar geométrico de raízes.

- I. Tal técnica pode ser usada para descrever de modo qualitativo o desempenho de um sistema, no qual vários parâmetros são mudados.
- II. Esta técnica permite que ganhos e outros parâmetros do sistema sejam projetados para obter uma resposta transitória desejada para o sistema, se este último for de ordem um e até no máximo de ordem quatro.
- III. Com tal técnica, é possível determinar o ganho de malha fechada do sistema (ganho K) que resulta na relação de amortecimento prescrita para os polos dominantes de malha fechada.
- IV. O lugar das raízes fornece uma representação gráfica da estabilidade do sistema, de modo que se podem observar nitidamente as faixas de valores de estabilidade, aquelas de instabilidade, bem como as condições que fazem com que o sistema passe a oscilar.

Com relação a estas proposições, conclui-se que

- a) apenas a proposição I está correta.
- b) apenas a proposição II está incorreta.
- c) apenas as proposições I e III estão corretas.
- d) as proposições I, II, III e IV estão todas corretas.
- e) apenas as proposições III e IV estão incorretas.

41. Considere o circuito com três impedâncias, uma fonte e duas malhas representado na Figura 7. A expressão que relaciona as correntes I_1 e I_2 das malhas à fonte de tensão é

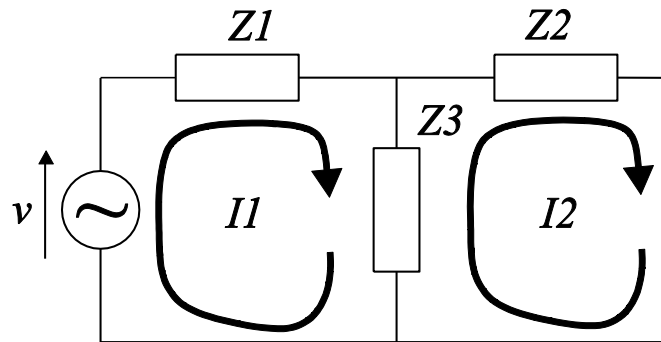


Figura 7- Circuito com duas malhas.

a) $\begin{bmatrix} Z_1 + Z_3 & Z_3 \\ Z_3 & Z_2 + Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \\ 0 \end{bmatrix}$.

b) $\begin{bmatrix} Z_1 + Z_3 & -Z_3 \\ -Z_3 & Z_2 + Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \\ 0 \end{bmatrix}$.

c) $\begin{bmatrix} Z_1 - Z_2 & Z_3 \\ Z_3 & Z_2 - Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \\ 0 \end{bmatrix}$.

d) $\begin{bmatrix} Z_1 + Z_2 & Z_3 \\ Z_3 & Z_2 + Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ v \end{bmatrix}$.

e) $\begin{bmatrix} Z_1 + Z_2 & Z_3 \\ Z_3 & Z_2 + Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_2 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ v \end{bmatrix}$.

42. O circuito da Figura 8 tem quatro impedâncias, uma fonte e dois nós com tensões desconhecidas. A expressão que relaciona as tensões v_1 e v_2 dos nós à fonte de tensão é

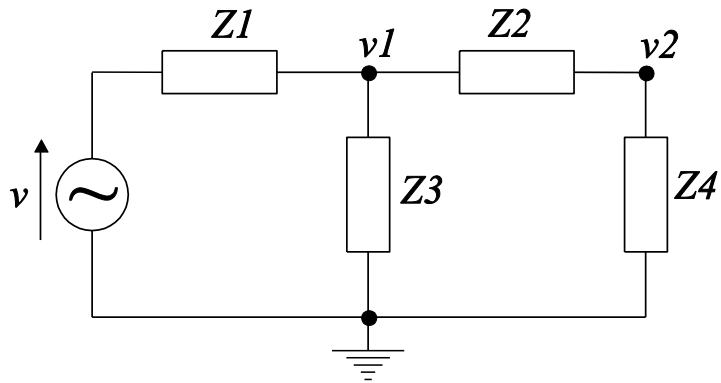


Figura 8- Circuito com dois nós.

$$a) \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\right) & \frac{1}{Z_2} \\ \frac{1}{Z_2} & -\left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \\ 0 \end{bmatrix}.$$

$$b) \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\right) & \frac{1}{Z_2} \\ \frac{1}{Z_2} & \left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \\ 0 \end{bmatrix}.$$

$$c) \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\right) & -\frac{1}{Z_2} \\ -\frac{1}{Z_2} & \left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2}v \\ 0 \end{bmatrix}.$$

$$d) \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\right) & \frac{1}{Z_2} \\ \frac{1}{Z_2} & -\left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2}v \\ \frac{v}{Z_1} \end{bmatrix}.$$

$$e) \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\right) & -\frac{1}{Z_2} \\ -\frac{1}{Z_2} & \left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_4}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \\ 0 \end{bmatrix}.$$

43. Uma carga indutiva trifásica equilibrada a três fios, com ângulo de fase de 60° , é alimentada por uma tensão alternada de linha de 380V (valor eficaz). A corrente (valor eficaz), medida com um alicate volt-amperímetro num dos três fios, possui um valor de 20A. A potência aparente desta carga é

- a) $7,6\sqrt{2}$ KVA.
- b) $7,6\sqrt{3}$ KVA.
- c) $3,8\sqrt{2}$ KVA.
- d) $3,8\sqrt{3}$ KVA.
- e) $6,6\sqrt{3}$ KVA.

44. Uma carga trifásica equilibrada ligada em delta é composta de três impedâncias iguais a Z . Uma carga equivalente em estrela, que possua a mesma potência, tanto ativa quanto reativa, é composta de três impedâncias iguais a

- a) $Z/6$
- b) $Z/3$.
- c) Z .
- d) $2Z$.
- e) $3Z$.

45. É comum dentro de sistemas elétricos, tensões com harmônicos ímpares devido à curva de magnetização não linear dos transformadores. Se uma fonte de tensão monofásica, somente com fundamental e os harmônicos ímpares, representada por $v = v_1 \text{sen}(wt) + v_3 \text{sen}(3wt) + v_5 \text{sen}(5wt) + \dots$, alimenta uma resistência R , a potência média dissipada na resistência é

- a) $\frac{v_1^2}{2R} + \frac{v_3^2}{2R} + \frac{v_5^2}{2R} + \dots$
- b) $\frac{v_1^2}{\sqrt{2}R} + \frac{v_3^2}{\sqrt{2}R} + \frac{v_5^2}{\sqrt{2}R} + \dots$
- c) $\frac{v_1^2}{2R} + \frac{v_3^2}{3R} + \frac{v_5^2}{5R} + \dots$
- d) $\frac{v_1^2}{\sqrt{2}R} + \frac{v_3^2}{\sqrt{3}R} + \frac{v_5^2}{\sqrt{5}R} + \dots$
- e) $\frac{v_1^2}{R} + \frac{v_3^2}{R} + \frac{v_5^2}{R} + \dots$

46. Um sistema trifásico desequilibrado possui as seguintes tensões de fase (em volts): $v_{an} = 220$, $v_{bn} = 210\alpha^2$ e $v_{cn} = 210\alpha$, onde $\alpha = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}j$. Os módulos das componentes simétricas de sequência nula e positiva das tensões de fase (em volts) são, respectivamente

- a) zero; $440/3$.
- b) zero; $640/3$.
- c) $10/3$; $440/3$.
- d) $10/3$; $640/3$.
- e) $20/3$; $440/3$.

47. Uma fonte de tensão trifásica equilibrada a quatro fios alimenta uma carga desequilibrada também a quatro fios, como mostra a Figura 9. Os valores eficazes das correntes das fases, em amperes, são: $I_A = 80 - 10j$, $I_B = -60 - 60j$ e $I_C = -10 + 50j$, onde $j = \sqrt{-1}$. O módulo da corrente que flui pelo neutro é

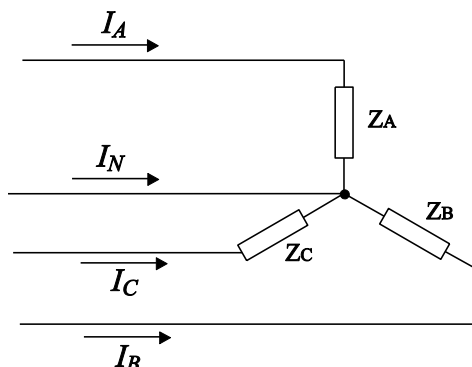


Figura 9 – Circuito trifásico a quatro fios alimentado por uma fonte trifásica equilibrada.

- a) $10\sqrt{2}$ A.
 - b) $10\sqrt{10}$ A.
 - c) $10\sqrt{5}$ A.
 - d) $20\sqrt{2}$ A.
 - e) $20\sqrt{3}$ A.
48. Três trechos de um sistema elétrico trifásico de potência são separados por dois transformadores trifásicos, como mostra a Figura 10. Os dados nominais dos transformadores também são mostrados na Figura 10, sob cada transformador. As tensões nominais de cada lado dos transformadores são mostradas sob os mesmos. Se os valores de base no trecho I são S_B (potência aparente trifásica) e V_B (tensão de linha), os valores de base de potência e tensão do trecho III são, respectivamente

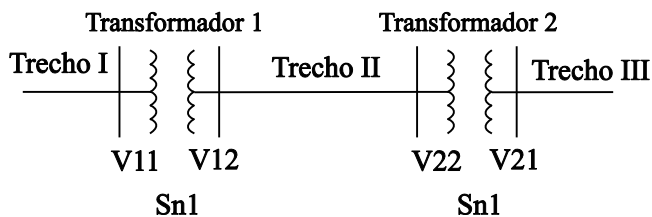


Figura 10 – Diagrama unifilar de um sistema elétrico trifásico com três trechos e dois transformadores trifásicos.

- a) S_B e $V_B \left(\frac{V_{11}}{V_{12}} \right) \left(\frac{V_{22}}{V_{21}} \right)$.
- b) S_B e $V_B \left(\frac{V_{12}}{V_{11}} \right) \left(\frac{V_{21}}{V_{22}} \right)$.
- c) $3S_B$ e $V_B \left(\frac{V_{11}}{V_{12}} \right) \left(\frac{V_{22}}{V_{21}} \right)$.
- d) $3S_B$ e $V_B \left(\frac{V_{12}}{V_{11}} \right) \left(\frac{V_{21}}{V_{22}} \right)$.
- e) S_B e V_B .

49. Um circuito formado por uma resistência R em série com uma indutância L é alimentado por uma fonte de tensão de frequência F . Em regime permanente, a corrente na carga está atrasada em relação à tensão na mesma carga do ângulo de

- a) $\arccos\left(\frac{R}{2\pi FL}\right)$.
- b) $\arctan\left(\frac{R}{L}\right)$.
- c) $\arccos\left(\frac{2\pi FL}{R}\right)$.
- d) $\arctan\left(\frac{2\pi FL}{R}\right)$.
- e) $\arctan\left(\frac{2\pi FL}{\sqrt{(2\pi FL)^2 + R^2}}\right)$.

50. Um circuito alimentado por uma fonte de tensão $v(t) = v_{max}\text{sen}(wt + \alpha)$ produz uma corrente na carga de $i(t) = i_{max}\text{sen}(wt + \beta)$. Se os argumentos das funções trigonométricas estão em radianos, o fator de potência da carga é

- a) $\cos(\alpha - \beta)$.
- b) $\cos(\alpha + \beta)$.
- c) $\cos\left(\frac{1}{\alpha + \beta}\right)$.
- d) $\cos\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)$.
- e) $\cos\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)$.