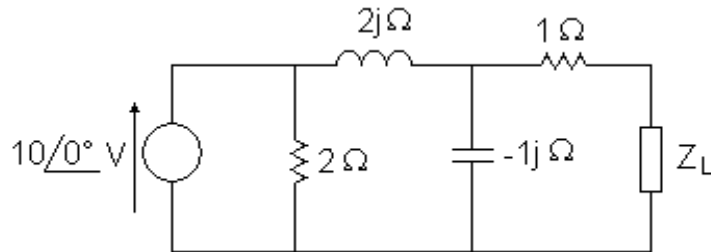


**ESPECIALIDADE**

31) No circuito abaixo, qual deve ser o valor da impedância de carga  $Z_L$  para que haja a máxima transferência de potência média sobre esta carga.



- a)  $(1-2j)\Omega$
- b)  $(1+2j)\Omega$
- c)  $(2+2j)\Omega$
- d)  $(2-2j)\Omega$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA: B)

A impedância de carga  $Z_L$  deve ser igual ao conjugado da impedância equivalente de Thevenin  $Z_{TH}$ .

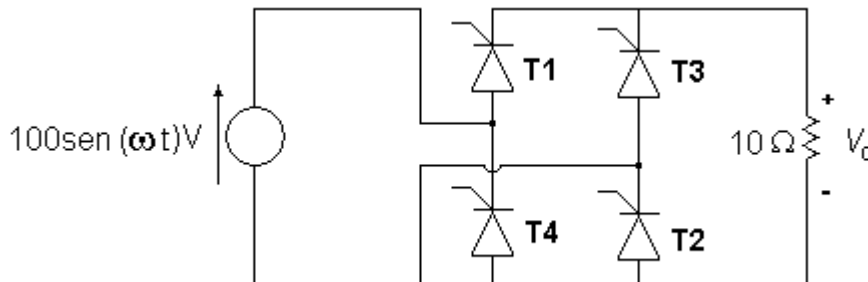
$$Z_L = Z_{TH}^* \Rightarrow Z_{TH} = \frac{2j \cdot (-j)}{2j - j} + 1 = (1 - 2j)\Omega,$$

logo:  $Z_L = Z_{TH}^* = (1 + 2j)\Omega$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

32) No retificador controlado apresentado na figura abaixo, T1, T2, T3 e T4 são tiristores cujo ângulo de disparo é de  $60^\circ$  e a frequência angular ( $\omega$ ) da tensão de alimentação do retificador é igual a  $120\pi$  rad/s.

Desprezando as quedas de tensões sobre os tiristores, qual o valor da tensão média  $V_0$  na saída do retificador?



- a)  $(50/\pi)V$
- b)  $(100/\pi)V$
- c)  $(150/\pi)V$
- d)  $(200/\pi)V$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

A fórmula tensão média é determinada através da expressão:

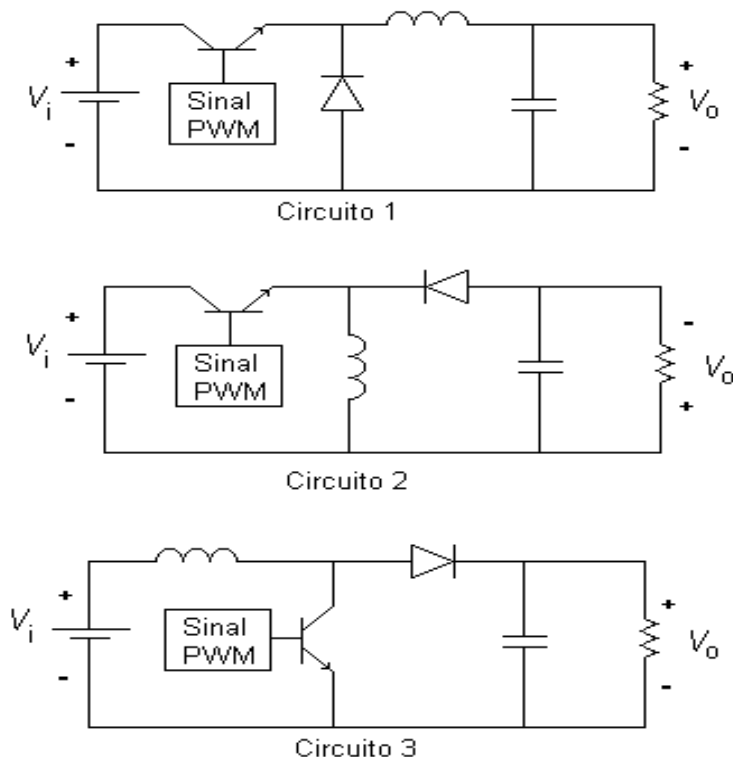
$$V_0 = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} 100 \text{sen}(\omega t) d\omega t = \frac{100}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

Como  $\alpha = 60^\circ$ ,  $V_0 = \frac{100}{\pi} (1 + \cos 60^\circ) = \frac{150}{\pi} V$

ALMEIDA, José Antunes de. **Dispositivos Semicondutores – Tiristores**. Editora Érica. 1996.

33) Os circuitos abaixo representam três topologias de conversores CC-CC. O controle da tensão  $V_o$  na saída do conversor é feito através do sinal modulado por largura de pulso (PWM), no qual a razão entre a largura positiva do pulso pelo período é chamada de razão cíclica de trabalho representada pela letra D.

Sabendo que os conversores operam no modo de condução contínua de corrente sobre o indutor, é correto afirmar que



- I. o circuito 1 é um conversor abaixador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = D$ .
  - II. o circuito 2 é um conversor elevador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = 1 / (1-D)$ .
  - III. o circuito 3 é um conversor abaixador/elevador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = D / (1-D)$ .
  - IV. o circuito 3 é um conversor elevador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = 1 / (1-D)$ .
- a) apenas as alternativas I e II são verdadeiras.  
 b) apenas as alternativas I e III são verdadeiras.  
**c) apenas as alternativas I e IV são verdadeiras.**  
 d) todas as alternativas são falsas.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

O circuito 1 é um conversor abaixador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = D$ .

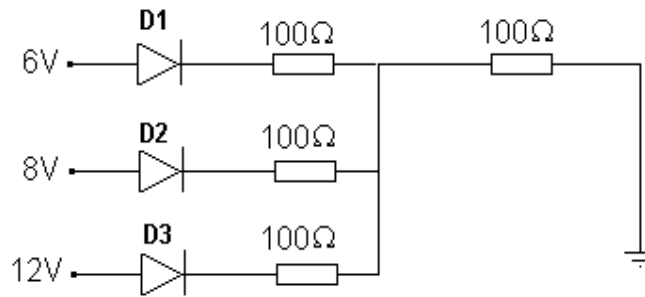
O circuito 2 é um conversor abaixador/elevador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = D / (1-D)$ .

E o circuito 3 é um conversor elevador de tensão, no qual tem-se a seguinte relação entre as tensões de saída e entrada:  $V_o / V_i = 1 / (1-D)$

AHMED, ASHFAQ, **Eletrônica de Potência**. Prentice Hall. São Paulo 2000.

BOGART JR, Theodore F. **Dispositivos e Circuitos Eletrônicos**. São Paulo: Makron Books, 2000. Vol. 1 e 2.

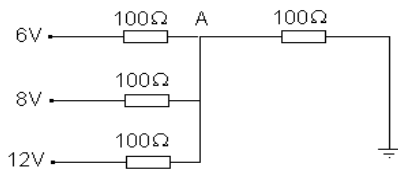
34) No circuito abaixo, determine quais os diodos estão diretamente polarizados. Considere os diodos ideais, ou seja, queda de tensão direta igual a zero e resistência inversa infinita.



- a) todos os diodos estão diretamente polarizados.
- b) apenas os diodos D2 e D3 estão diretamente polarizados.**
- c) apenas o diodo D2 está diretamente polarizado.
- d) apenas o diodo D3 está diretamente polarizado.

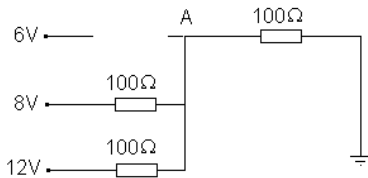
JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

1ª hipótese considerando todos os diodos polarizados, temos o seguinte circuito:



Onde: 
$$\frac{V_A}{100} = \frac{6 - V_A}{100} + \frac{8 - V_A}{100} + \frac{12 - V_A}{100} \Rightarrow V_A = 6,5V$$
 logo, o diodo D1 está reversamente polarizado, a hipótese é falsa.

2ª hipótese considerando os diodos D2 e D3 polarizados, temos o seguinte circuito:



Onde: 
$$\frac{V_A}{100} = \frac{8 - V_A}{100} + \frac{12 - V_A}{100} \Rightarrow V_A = 6,66V$$
 logo, o diodo D2 e D3 estão diretamente polarizados, a hipótese é verdadeira.

SEDRA, Adel S.; Smith, Kenneth C. **Microeletrônica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2007.

35) Sobre os dispositivos semicondutores de potência é correto afirmar.

- I. os tiristores são dispositivos de três terminais, anodo catodo e gatilho (ou porta). Possui 4 camadas semicondutores *pnpn* e possuem 3 junções *pn*.
- II. Quando uma corrente passa através do terminal do gatilho para o catodo, o tiristor conduz entre os terminais anodo e catodo, contanto que o terminal de anodo esteja em um potencial mais elevado que o do catodo.
- III. Uma vez que o tiristor esteja no modo de condução, o circuito de gatilho não tem controle e o tiristor continua a conduzir, mesmo que o terminal de anodo esteja em um potencial menor que o terminal de catodo.
- IV. As características dos TRIACs são similares às de dois tiristores conectados em antiparalelo, tendo apenas um terminal de gatilho. A corrente que flui através do TRIAC pode ser controlada em ambos os sentidos.

- a) apenas as alternativas I, II e III são verdadeiras.
- b) apenas as alternativas I, II e IV são verdadeiras.
- c) todas as alternativas são verdadeiras.
- d) todas as alternativas são falsas.

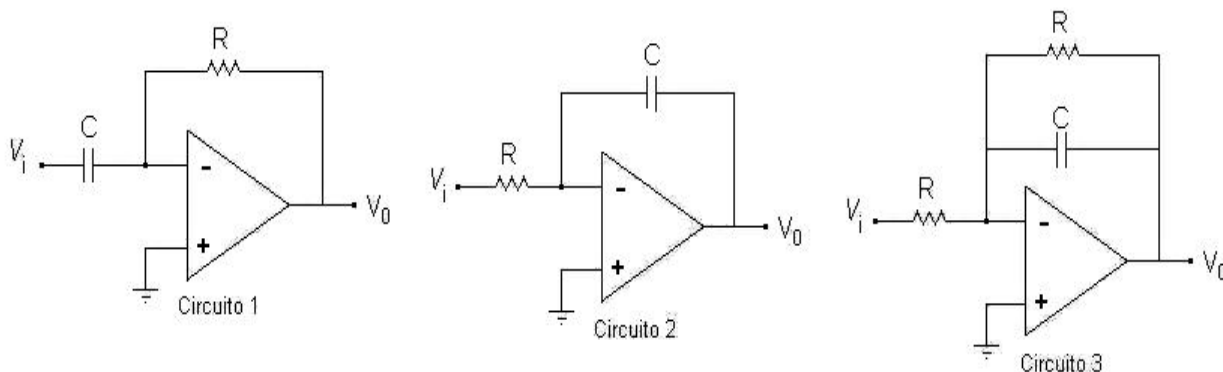
JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Apenas a afirmativa III está incorreta, pois caso a potência de anodo for menor que do terminal de catodo, o tiristor para de conduzir.

ALMEIDA, José Antunes de. **Dispositivos Semicondutores – Tiristores**. Editora Érica. 1996.

36) Marque a alternativa que corretamente relaciona os circuitos 1, 2 e 3 abaixo com suas respectivas funções de

transferência  $\frac{V_0(s)}{V_i(s)}$  no domínio da variável complexa "s" da Transformada de Laplace.



A função de transferência I:  $\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = -\frac{1}{sRC + 1}$  está relacionada ao circuito ( )

A função de transferência II:  $\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = -sRC$  está relacionada ao circuito ( )

A função de transferência III:  $\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = -\frac{1}{sRC}$  está relacionada ao circuito ( )

- a) As funções de transferência I, II e III correspondem respectivamente aos circuitos 1, 2 e 3.
- b) As funções de transferência I, II e III correspondem respectivamente aos circuitos 2, 1 e 3.
- c) As funções de transferência I, II e III correspondem respectivamente aos circuitos 3, 2 e 1.
- d) As funções de transferência I, II e III correspondem respectivamente aos circuitos 3, 1 e 2.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Para o circuito 1, temos:  $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{R}{\frac{1}{sC}} = -sRC$ , função de transferência II

Para o circuito 2, temos:  $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{sC}{R} = -\frac{1}{sRC}$ , função de transferência III

Para o circuito 3, temos:  $\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{R}{sRC+1} = -\frac{1}{sRC+1}$ , função de transferência I

OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de Controle Moderno**. 4.ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2003.

37) Dado os mapas de Karnaugh 1, 2 e 3 nos quais as variáveis de entrada são A, B, C e D. Relacionando os mapas de Karnaugh com suas correspondes expressões Booleanas, onde Y é a variável de saída.

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	$CD$	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	1	1	0	0
$AB$	1	1	1	1
$A\overline{B}$	0	0	0	0

Mapa 1

	$\overline{C}$	$C$
$\overline{A}\overline{B}$	0	0
$\overline{A}B$	1	1
$AB$	0	1
$A\overline{B}$	0	0

Mapa 2

	$\overline{C}\overline{D}$	$\overline{C}D$	$CD$	$C\overline{D}$
$\overline{A}\overline{B}$	0	0	0	0
$\overline{A}B$	0	0	0	0
$AB$	1	1	0	0
$A\overline{B}$	1	1	0	0

Mapa 3

Expressão Booleana I:  $Y = \overline{A}B + BC$

Expressão Booleana II:  $Y = A\overline{C}$

Expressão Booleana III:  $Y = AB + \overline{B}C$

Marque a alternativa que corretamente relaciona os mapas às suas respectivas expressões Booleanas.

- a) Mapa 1 com a expressão III, mapa 2 com a expressão II e Mapa 3 com a expressão I.
- b) Mapa 1 com a expressão I, mapa 2 com a expressão II e Mapa 3 com a expressão III.
- c) Mapa 1 com a expressão II, mapa 2 com a expressão III e Mapa 3 com a expressão I.
- d) **Mapa 1 com a expressão III, mapa 2 com a expressão I e Mapa 3 com a expressão II.**

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

O mapa 1 possui duas quadras de nível lógico 1 originado a expressão Booleana:  $Y = AB + \overline{B}C$ , expressão III.

O mapa 2 possui duas duplas de nível lógico 1 originado a expressão Booleana:  $Y = \overline{A}B + BC$ , expressão I.

O mapa 3 possui uma quadra de nível lógico 1 originado a expressão Booleana:  $Y = A\overline{C}$ , expressão II.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.

CAPUANO, Francisco Gabriel; IDOETA, Ivan Valeije. **Elementos de Eletrônica Digital**. 40. ed. São Paulo: Érica, 2008.

38) Marque (V) para afirmativas verdadeiras e (F) para afirmativas falsas.

- ( ) Decodificador é um circuito lógico que recebe um conjunto de entradas, que representa um número binário, e ativa várias saídas correspondente ao número recebido.
- ( ) Um codificador possui um certo número de linhas de entrada, onde somente uma delas é ativada por vez, e produz um código de saída com certo número de bits que depende da linha de entrada que está ativada.
- ( ) Multiplexador digital é um circuito lógico que recebe diversos dados digitais de entrada e os transfere para várias saídas distintas, de acordo com o código de entrada de seleção.
- ( ) Demultiplexador digital é um circuito lógico que possui uma única entrada de dados e um certo número de linhas de saída de dados. O código de entrada de seleção determina qual a linha de saída receberá os dados de entrada.

Marque a alternativa que corresponde a sequência correta

- a) F – F – V – F
- b) V – V – F – V
- c) F – V – F – V
- d) V – F – V – F

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

A primeira afirmativa é falsa, pois o decodificador é um circuito lógico que recebe um conjunto de entradas, que representa um número binário, e ativa uma única saídas correspondente ao número recebido.

A segunda afirmativa é verdadeira.

A terceira afirmativa é falsa, pois Multiplexador digital é um circuito lógico que recebe diversos dados digitais de entrada e seleciona um deles, em um determinado instante e o transfere para saída, de acordo com o código de entrada de seleção.

A quarta afirmativa é verdadeira.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.

39) A expressão Booleana  $Y = ABC + \overline{AB}(\overline{AB}) + AC$  pode ser simplificada e reescrita como.

- a)  $Y = B(A + C)$
- b)  $Y = A(B + C)$
- c)  $Y = C(A + B)$
- d)  $Y = A + B + C$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Aplicando o teorema de DeMorgan  $(\overline{A.B}) = (\overline{A} + \overline{B})$ , a expressão torna-se:

$Y = ABC + \overline{AB}(\overline{A} + \overline{B}) + AC$ , como:  $\overline{\overline{A}} = A$  e  $\overline{\overline{B}} = B$ , logo:

$Y = ABC + \overline{AB}(A + B) + AC$

$Y = ABC + \overline{A}AB + \overline{A}BB + AC$ , como:  $\overline{A}A = 0$ ,  $\overline{B}B = 0$  e  $\overline{A}0 = 0$ ,  $\overline{B}0 = 0$ , logo:

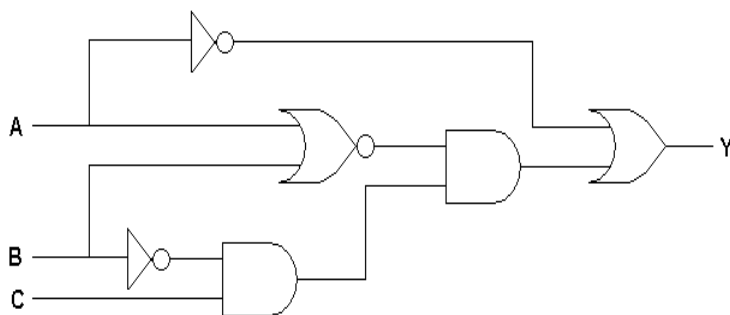
$Y = ABC + AC = A(\overline{B}C + C)$ , aplicando o teorema:  $(\overline{B}C + C) = B + C$ , então:

$Y = A(B + C)$

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.

CAPUANO, Francisco Gabriel; IDOETA, Ivan Valeije. **Elementos de Eletrônica Digital**. 40. ed. São Paulo: Érica, 2008.

40) Dado o circuito lógico, onde A, B e C são as variáveis de entrada e Y a variável de saída. Marque a alternativa que apresenta a expressão Booleana que representa o circuito.



- a)  $Y = (\overline{A}B\overline{C}) + \overline{A}$
- b)  $Y = (\overline{A}B\overline{C}) + \overline{A}$
- c)  $Y = (\overline{A}BC) + \overline{A}$
- d)  $Y = (\overline{A}BC) + \overline{A}$

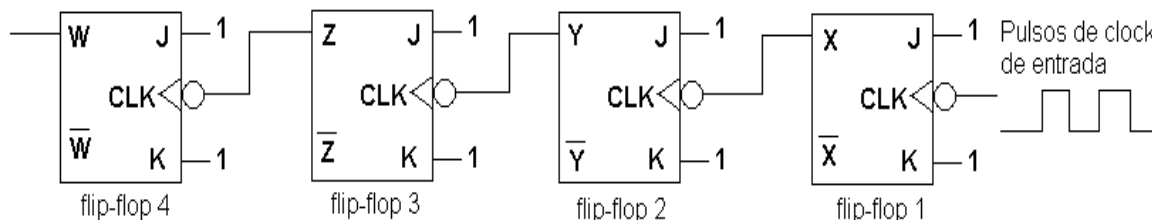
JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

$$Y = \overline{(\overline{A+B})(\overline{BC})} + \overline{A} = (\overline{A}B\overline{C}) + \overline{A} = (\overline{A}B\overline{C}) + \overline{A}$$

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.

CAPUANO, Francisco Gabriel; IDOETA, Ivan Valeije. **Elementos de Eletrônica Digital**. 40. ed. São Paulo: Érica, 2008.

41) O circuito lógico abaixo é composto por quatro flip-flops do tipo J-K. Todas as entradas de todos os flip-flops recebem nível alto igual a 1. Sabendo que a frequência do sinal da saída W é de 1KHz, qual a frequência do sinal de clock aplicado ao flip-flop 1.



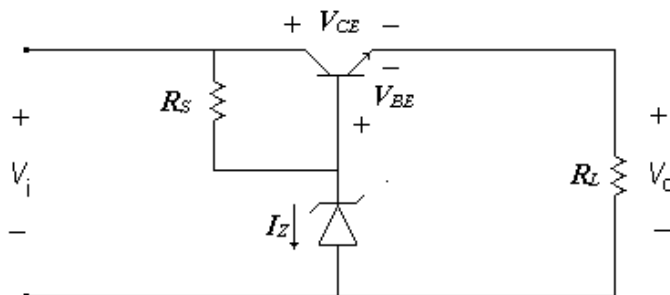
- a) 1KHz
- b) 2KHz
- c) 8KHz
- d) 16KHz

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Os flip-flops J-K utilizados são acionados por borda negativa, a frequência de saída do flip-flop é metade da frequência do clock que é aplicado ao flip-flop. Dessa forma, o clock do flip-flop 4 é de 2KHz, o clock do flip-flop 3 é de 4KHz, o clock do flip-flop 2 é de 8KHz e o clock do flip-flop 1 é de 16KHz,

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.

- 42) O circuito abaixo mostra um regulador em série. Então utilizando os seguintes parâmetros:  $\beta = 99$  (ganho de corrente do transistor),  $V_i = 24V$  (tensão de entrada),  $V_Z = 12V$  (tensão de Zener),  $V_{BE} = 1V$ ,  $R_S = 500\Omega$  e  $R_L = 10\Omega$ , determine a corrente  $I_Z$  que passa pelo diodo Zener.



- a)  $I_Z = 10mA$   
 b)  $I_Z = 11mA$   
 c)  $I_Z = 12mA$   
 d)  $I_Z = 13mA$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

A corrente sobre o resistor  $R_S$  é calculada por:  $I_{R_S} = \frac{V_i - V_Z}{R_S} = \frac{24 - 12}{500} = 24mA$

A tensão de saída é dada por:  $V_o = V_Z - V_{BE} = 12 - 1 = 11V$

A corrente de emissor é dada por:  $I_E = \frac{V_o}{R_L} = \frac{11}{10} = 1100mA$

A corrente de base é dada por:  $I_B = I_E - I_C = I_E - \beta I_B = \frac{I_E}{(1 + \beta)} = \frac{1100}{100} = 11mA$

Logo a corrente sobre o diodo Zener é dada por:  $I_Z = I_{R_S} - I_B = 24 - 11 = 13mA$

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1995. v. 1 e 2.

- 43) Sobre a tecnologia das famílias lógicas TTL e CMOS, marque (V) para afirmativas verdadeiras e (F) para falsas.

- ( ) A família lógica TTL em comparação a família CMOS possui maior imunidade ao ruído na tensão de alimentação.  
 ( ) A família lógica CMOS possui maior complexidade e maior custo de fabricação em comparação com a família TTL.  
 ( ) A família lógica CMOS podem acomodar um maior número de elementos de circuito em um único chip em relação a família TTL.  
 ( ) As principais desvantagens da família TTL é a sua suscetibilidade em se danificar por eletricidade estática e dissipar maior potência que a família CMOS.

Marque a alternativa que corresponde a sequência correta

- a) F - F - V - F  
 b) V - V - F - V  
 c) F - V - F - V  
 d) V - F - V - F

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

A primeira afirmativa é falsa, pois a família lógica CMOS em comparação a família TTL possui maior imunidade ao ruído na tensão de alimentação.

A segunda afirmativa é falsa, pois a família lógica TTL possui maior complexidade e maior custo de fabricação em comparação com a família CMOS.

A terceira afirmativa é verdadeira.

A quarta afirmativa é falsa, pois a família TTL não possui suscetibilidade em se danificar por eletricidade estática.

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.



44) Sobre os transistor de junção bipolar é correto afirmar que

- I. os transistores de junção bipolar são formados por três camadas de materiais semicondutores, podendo ser do tipo *npn* ou *pnp* e possui três terminais chamados de base, coletor e emissor.
  - II. em um transistor *npn*, o coletor é densamente dopado enquanto a base é levemente dopada e o emissor é intermediariamente dopado, entre o nível denso de dopagem do coletor e a dopagem leve da base.
  - III. para um transistor do tipo *npn* a corrente de emissor é soma da corrente da base com a corrente de coletor, enquanto em um transistor do tipo *pnp* a corrente de coletor é a soma da corrente da base com a corrente de emissor.
  - IV. se a base de um transistor *npn* estiver em um potencial mais elevado que o emissor e a corrente de base for suficientemente grande para colocar o transistor na região de saturação, o transistor permanecerá ligado, desde que a junção de coletor para emissor esteja adequadamente polarizada, mas se a tensão de excitação da base for retirada, o transistor passará para modo desligado, ou seja, na região de corte.
- a) apenas as alternativas I e II são verdadeiras.  
b) apenas as alternativas I e III são verdadeiras.  
c) apenas as alternativas I e IV são verdadeiras.  
d) todas as alternativas são verdadeiras.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

A afirmativa I está correta.

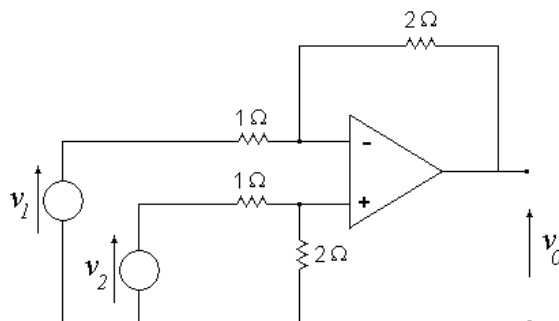
A afirmativa II está incorreta, pois em um transistor *npn*, o emissor é densamente dopado enquanto a base é levemente dopada e o coletor é intermediariamente dopado, entre o nível denso de dopagem do coletor e a dopagem leve da base.

A afirmativa III está incorreta, pois para um transistor do tipo *npn* a corrente de emissor é soma da corrente da base com a corrente de coletor, e também em um transistor do tipo *pnp* a corrente de emissor é a soma da corrente da base com a corrente de coletor.

A afirmativa IV está correta.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1995. v. 1 e 2.

45) Dado o circuito abaixo, considerando o amplificador operacional ideal, se  $v_1(t) = 10\text{sen}(200t)V$  e  $v_2(t) = 20\text{sen}(100t)V$ , qual a expressão da tensão  $v_0(t)$ .



- a)  $v_0(t) = 20[2\text{sen}(100t) - \text{sen}(200t)]V$   
b)  $v_0(t) = 10[2\text{sen}(100t) - \text{sen}(200t)]V$   
c)  $v_0(t) = 20[\text{sen}(200t) - 2\text{sen}(100t)]V$   
d)  $v_0(t) = 10[\text{sen}(200t) - 2\text{sen}(100t)]V$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Como as fontes são de frequências diferentes aplica-se superposição:

Primeiro colocando a fonte  $v_2$  em repouso, tem-se:

$$v'_0(t) = -\frac{2}{1}v_1 = -20\text{sen}(200t)V$$

Agora colocando a fonte  $v_2$  em repouso, tem-se:

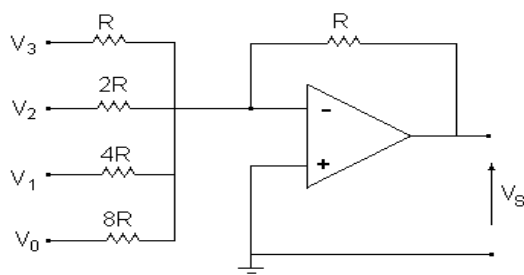
$$v''_0(t) = \frac{2}{1}v_2 = 40\text{sen}(100t)V$$

Logo:  $v_0(t) = v'_0(t) + v''_0(t) = -20\text{sen}(200t)V + 40\text{sen}(100t)V$

Simplificando, torna-se:  $v_0(t) = 20[2\text{sen}(100t)V - \text{sen}(200t)]V$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000

- 46) O circuito a seguir pode ser utilizado como um conversor digital-analógico. Os terminais de entrada podem receber somente os valores de tensão 0V (nível lógico baixo) ou 5V (nível lógico alto). Sabe-se que  $V_0$  recebe o bit menos significativo e  $V_3$  recebe o bit mais significativo. Então, caso o número binário 1010 seja enviado para entrada do circuito, qual será a tensão de saída  $V_S$ ?



- a)  $V_S = -1,250V$
- b)  $V_S = -3,125V$
- c)  $V_S = -6,250V$
- d)  $V_S = -5,000V$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

A tensão de saída  $V_S$  é dada por:

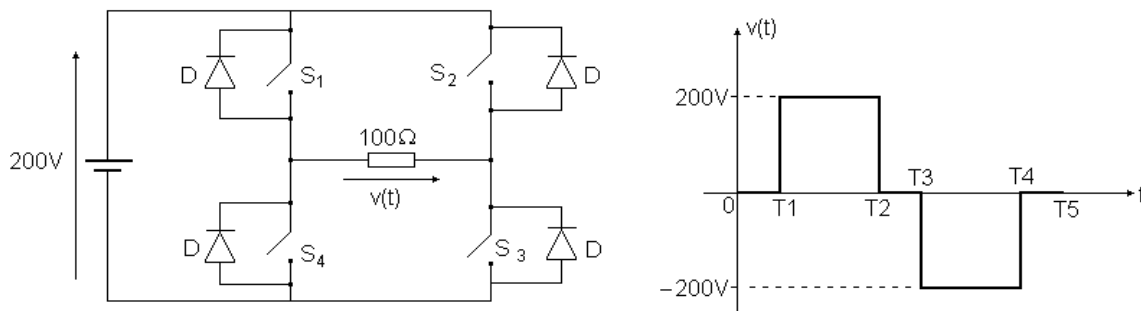
$$v_S = -(V_3 + 0,5V_2 + 0,25V_1 + 0,125V_0)$$

Logo, se a entrada correspondente ao número binário 1010 é:  $V_3=5V$ ,  $V_2=0V$ ,  $V_1=5V$  e  $V_0=0V$ .

Então:  $v_S = -[5 + 0,5.(0) + 0,25.(5) + 0,125.(0)] = -6,250V$

TOCCI, Ronald J.; WIDMER, Neal S.; MOSS, Gregory L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações**. 10. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 2007.

- 47) O circuito abaixo é um conversor CC-CA monofásico, também conhecido como inversor, e o gráfico representa sua tensão de saída  $v(t)$ . Marque a alternativa que corretamente descreve os intervalos de acionamento das chaves  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  e  $S_4$  para se obtenha o gráfico abaixo.



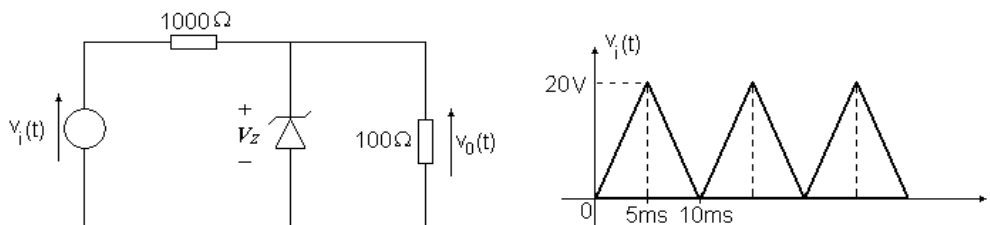
- a) De 0 a T1, de T2 a T3 e de T4 a T5 nenhuma chave ligada, de T1 a T2 somente as chaves  $S_1$  e  $S_3$  ligadas e de T3 a T4 somente as chaves  $S_2$  e  $S_4$  ligadas.
- b) De 0 a T1, de T2 a T3 e de T4 a T5 nenhuma chave ligada, de T1 a T2 somente as chaves  $S_2$  e  $S_4$  ligadas e de T3 a T4 somente as chaves  $S_1$  e  $S_3$  ligadas.**
- c) De 0 a T1, de T2 a T3 e de T4 a T5 nenhuma chave ligada, de T1 a T2 somente as chaves  $S_1$  e  $S_2$  ligadas e de T3 a T4 somente as chaves  $S_3$  e  $S_4$  ligadas.
- d) De 0 a T1, de T2 a T3 e de T4 a T5 nenhuma chave ligada, de T1 a T2 somente as chaves  $S_1$  e  $S_4$  ligadas e de T3 a T4 somente as chaves  $S_2$  e  $S_3$  ligadas.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Durante os intervalos 0 a T1, de T2 a T3 e de T4 a T5 nenhuma chave ligada, pois a tensão de saída é zero, de T1 a T2 somente as chaves  $S_2$  e  $S_4$  ligadas, aplicando-se os 200V da fonte de entrada sobre a carga e de T3 a T4 somente as chaves  $S_1$  e  $S_3$  ligadas, invertendo os 200V da tensão de entrada sobre a carga.

AHMED, ASHFAQ, **Eletrônica de Potência**. Prentice Hall. São Paulo 2000.

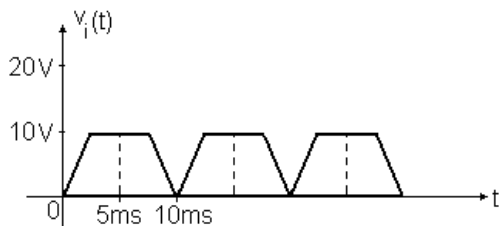
- 48) Analise o circuito abaixo e o respectivo gráfico da tensão de alimentação  $v_i(t)$ . A tensão de alimentação é uma onda triangular de valor de pico de 20V, período de 10ms e o tempo de subida é igual ao tempo de descida. Considerando o diodo Zener ideal e a tensão  $V_z=10V$ , qual o valor médio da tensão de saída  $v_o(t)$ ?



- a)  $V_o=75V$
- b)  $V_o=7,5V$**
- c)  $V_o=15V$
- d)  $V_o=5V$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

A tensão de saída  $v_o(t)$  é dada pelo gráfico abaixo.

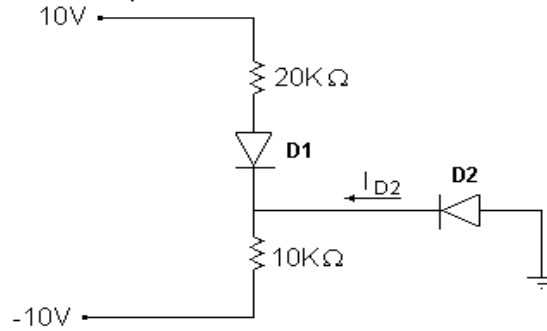


O valor da tensão média é dado pela área do trapézio dividido pelo período, assim:

$$V_o = \frac{1}{10} \left( 10 \frac{10+5}{2} \right) = 7,5V$$

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1995. v. 1 e 2.

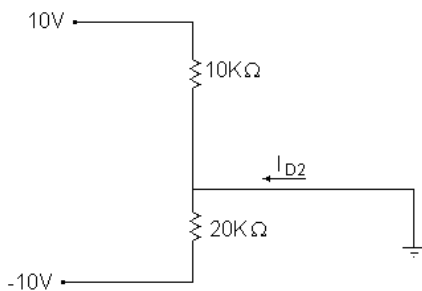
49) Considerando os diodos do circuito ideais, qual o valor da corrente  $I_{D2}$ ?



- a)  $I_{D2}=0$
- b)  $I_{D2}=0,5mA$
- c)  $I_{D2}=1,5mA$
- d)  $I_{D2}=15mA$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

1ª hipótese considerando os dois diodos polarizados, temos o seguinte circuito:



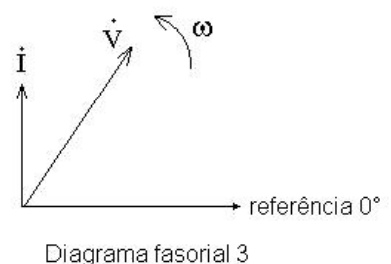
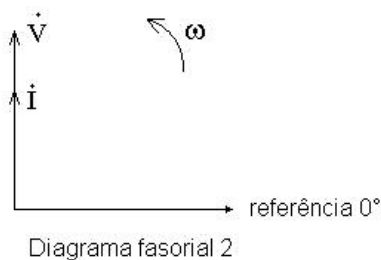
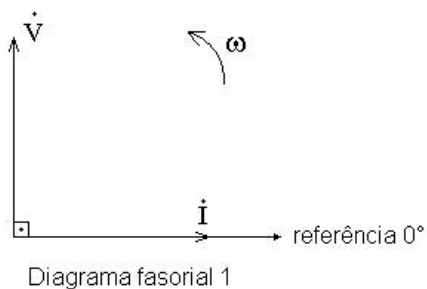
Pelo circuito a corrente  $I_{D2}$  é dada por:  $I_{D2} = \frac{10-0}{10K} - \frac{0-(-10)}{20K} = 1 - 0,5 = 0,5mA$ , o que torna a hipótese verdadeira.

SEDRA, Adel S.; Smith, Kenneth C. **Microeletrônica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2007.

MALVINO, Albert Paul. **Eletrônica**. 4.ed. São Paulo: Makron Books, 1995. v. 1 e 2.

50) Analise os diagramas fasoriais 1, 2 e 3 abaixo, sendo que em cada um deles esta representada a tensão  $\dot{V}$  e corrente  $\dot{I}$  sobre uma determinada impedância.

De acordo com a característica de cada diagrama, pode se afirmar que.



- a) o diagrama 1 representa uma impedância puramente indutiva, o diagrama 2 representa uma impedância formada pela associação de um resistor com um capacitor e o diagrama 3 representa uma impedância formada pela associação de um resistor com um indutor.
- b) o diagrama 1 representa uma impedância puramente capacitiva, o diagrama 2 representa uma impedância puramente indutiva e o diagrama 3 representa uma impedância formada pela associação de um resistor com um indutor.
- c) o diagrama 1 representa uma impedância puramente capacitiva, o diagrama 2 representa uma impedância formada pela associação de um resistor com um indutor e o diagrama 3 representa uma impedância puramente indutiva.
- d) o diagrama 1 representa uma impedância puramente indutiva, o diagrama 2 representa uma impedância puramente resistiva e o diagrama 3 representa uma impedância formada pela associação de um resistor com um capacitor.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

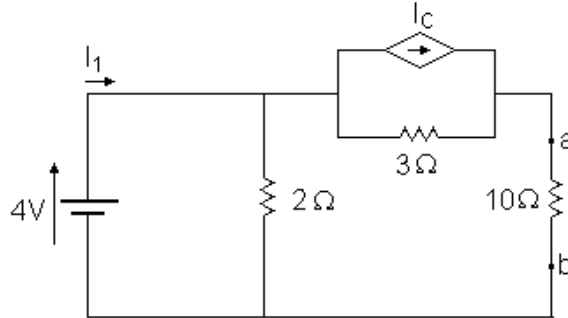
O diagrama fasorial 1 representa uma impedância puramente indutiva, pois a corrente está atrasada em relação a tensão com um ângulo de  $90^\circ$ .

O diagrama fasorial 2 representa uma impedância puramente resistiva, pois a corrente está em fase com a tensão.

O diagrama fasorial 3 representa uma impedância formada pela associação de um resistor com um capacitor, pois a corrente está adiantada em relação a tensão por um ângulo menor que  $90^\circ$ .

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

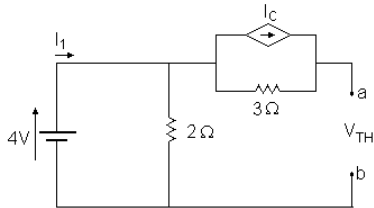
51) No circuito a seguir,  $I_C$  é uma fonte de corrente controlada pela corrente  $I_1$ , onde  $I_C = I_1/3$ . Determine a tensão  $V_{TH}$  e a resistência  $R_{TH}$  do circuito equivalente de Thevenin entre os pontos a e b.



- a)  $V_{TH} = 4\text{ V}$  e  $R_{TH} = 5\ \Omega$
- b)  $V_{TH} = 2\text{ V}$  e  $R_{TH} = 4\ \Omega$
- c)  $V_{TH} = 6\text{ V}$  e  $R_{TH} = 2\ \Omega$
- d)  $V_{TH} = 2\text{ V}$  e  $R_{TH} = 3\ \Omega$

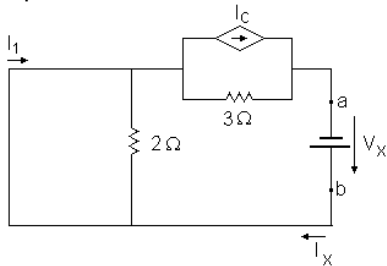
JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Para se calcular o  $V_{TH}$  entre os pontos a e b, retira-se o resistor sobre os pontos a e b, obtendo-se o circuito abaixo:



Pelo circuito temos que:  $I_1 = \frac{4}{2} = 2\text{ A}$  e  $V_{TH} = 4 + 3\frac{I_1}{3} = 4 + 2 + 6\text{ V}$

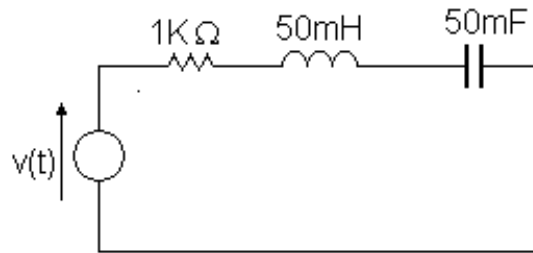
Para se calcular o  $R_{TH}$  visto entre os pontos a e b, retira-se o resistor sobre os pontos a e b, e cancela-se a fonte independente, obtendo-se o circuito abaixo:



Pelo circuito temos que:  $I_X = I_1$  e  $I_X = \frac{I_X}{3} + \frac{V_X}{3} \Rightarrow \frac{V_X}{I_X} = R_{TH} = 2\ \Omega$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

52) O circuito a seguir encontra-se no estado permanente senoidal. Qual deve ser o valor da frequência da fonte de alimentação  $v(t)$ , para que a impedância vista pela fonte seja mínima?



- a)  $(10/\pi)$ Hz
- b)  $(20/\pi)$ Hz
- c)  $(100/\pi)$ Hz
- d)  $(1/\pi)$ Hz

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Para que a impedância vista pela fonte seja mínima o circuito de ser alimentado por uma fonte operando na frequência de ressonância, que é calculada pela fórmula:

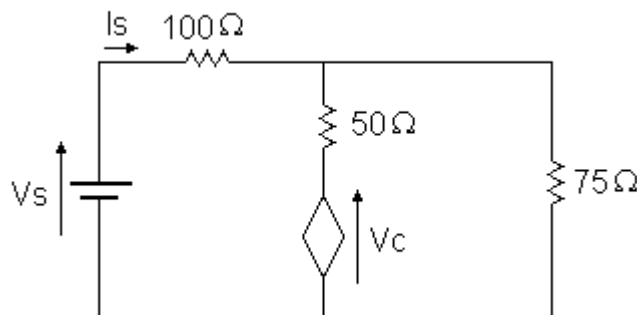
$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{50 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,0025}} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,05} = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

CLOSE, M. C., "Circuitos Lineares". 2ª ed. Editora LTC

53) No circuito abaixo,  $V_C$  é uma fonte de tensão controlada pela corrente  $I_S$ , onde  $V_C = 20I_S$ . Sabendo que a resistência

de entrada é definida por  $R_{ent} = \frac{V_S}{I_S}$ , qual o valor da resistência de entrada para o circuito a seguir?



- a)  $R_{ent} = 284\Omega$
- b)  $R_{ent} = 82\Omega$
- c)  $R_{ent} = 168\Omega$
- d)  $R_{ent} = 142\Omega$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Resolvendo o circuito por laço, temos as equações:

$$\begin{cases} 170I_1 - 50I_2 = V_S \\ -70I_1 + 125I_2 = 0 \end{cases}$$

Isolando  $I_2$ , temos:  $I_2 = \frac{70I_1}{125}$  e substituindo na primeira equação, temos:  $170I_1 - 50\left(\frac{70I_1}{125}\right) = V_S$ , como no circuito

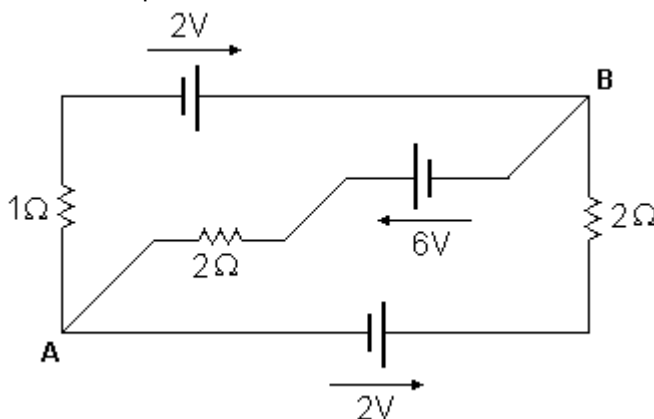
$I_1 = I_S$ .

Logo:  $R_{ent} = \frac{V_S}{I_S} = 142\Omega$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

CLOSE, M. C., "Circuitos Lineares". 2ª ed. Editora LTC

54) No circuito abaixo, qual a tensão entre os pontos A e B?



- a) 0V
- b) 2V
- c) 4V
- d) 6V

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Resolvendo o circuito por laço, temos as equações:

$$\begin{cases} 3I_1 + 2I_2 = 8 \\ I_1 + 2I_2 = 4 \end{cases}$$

Logo:  $\begin{cases} I_1 = 2A \\ I_2 = 1A \end{cases}$

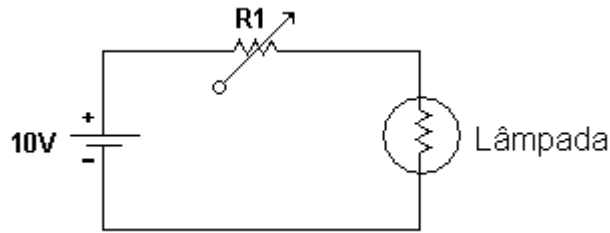
A tensão entre os pontos A e B é dada por:

$$V_{AB} = 6 - 2(I_1 + I_2) = 6 - 2(2 + 1) = 0V$$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

CLOSE, M. C., "Circuitos Lineares". 2ª ed. Editora LTC

- 55) Sabendo-se que as especificações da lâmpada incandescente do circuito a seguir são: tensão 12V e potência 60W, qual o valor que deve ser ajustada a resistência R1 para que a lâmpada tenha sua potência limitada em 9,6W?



- a)  $R1=2,6\Omega$
- b)  $R1=4,8\Omega$
- c)  $R1=5,2\Omega$
- d)  $R1=2,4\Omega$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

A resistência da lâmpada pode ser calculada por:  $R_L = \frac{V^2}{P_L} = \frac{12^2}{60} = 2,4\Omega$

A corrente que passa no circuito é dada por:  $I = \sqrt{\frac{P}{R_L}} = \sqrt{\frac{9,6}{2,4}} = 2A$

Portanto, a Resistência R1 pode ser determinada por:

$$R1 = \frac{10 - 2 \cdot (2,4)}{2} = 2,6\Omega$$

IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000. CLOSE, M. C., "Circuitos Lineares". 2ª ed. Editora LTC

- 56) Uma carga equilibrada de 1500 W, com fator de potência de 0,8, conectada em Y (estrela) é alimentada por uma tensão de linha  $V_L = 220$  V (eficazes). Determine a corrente de linha  $I_L$ .

- a) 8,52 A
- b) **4,92 A**
- c) 6,82 A
- d) 11,81 A

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

$$P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \theta$$

$$I_L = P_{3\phi} / \sqrt{3} \cdot V_L \cdot \cos \theta$$

$$I_L = 1500 / \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,8$$

$$I_L = 4,92 A$$

"Instalações Elétricas Industriais", MAMEDE FILHO, João



57) Para calcular a potência ativa entregue a uma carga trifásica ( $\Delta$  ou Y) equilibrada com um ângulo de fator de potência  $\theta$  podemos deduzir as formulas abaixo: (Subíndices:  $X_F = X_{\text{fase}}$  e  $X_L = X_{\text{linha}}$ )

I.  $P_{3\phi} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$

II.  $P_{3\phi} = 3 V_F I_F \cos \theta$

III.  $P_{3\phi} = \frac{3 V_L I_L \cos \theta}{\sqrt{3}}$

Em relação às equações acima podemos afirmar que

- a) O item III está errado.
- b) Os itens II e III estão errados.
- c) Apenas os itens I e II estão corretos.
- d) Os itens I, II e III estão corretos.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Potência por fase:  $P_{1\phi} = V_F I_F \cos \theta$

Potência Trifásica:  $P_{3\phi} = 3P_{1\phi} = 3V_F I_F \cos \theta$  (Alternativa II correta)

Ligação em Y (estrela):  $V_f = V_L / \sqrt{3}$  e  $I_f = I_L$

Ligação em  $\Delta$  (Delta):  $V_f = V_L$  e  $I_f = I_L / \sqrt{3}$

Substituindo as condições das ligações temos:  $P_{3\phi} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$   
(Alternativa I correta)

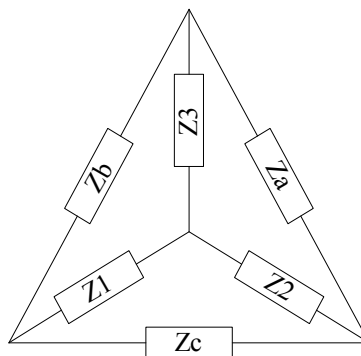
$$P_{3\phi} = \frac{3 V_L I_L \cos \theta}{\sqrt{3}}$$

$$P_{3\phi} = \frac{3 V_L I_L \cos \theta}{\sqrt{3}} * \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{3 \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta}{\sqrt{3} \sqrt{3}} = \frac{3 \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta}{3} = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta$$

(Alternativa III correta)

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

58) O circuito a seguir composto pelas impedâncias  $Z_1$ ,  $Z_2$  e  $Z_3$  representa uma carga conectada em Y (Estrela). Determine as impedâncias  $Z_a$ ,  $Z_b$  e  $Z_c$  para o equivalente em  $\Delta$  (Delta). (Dados:  $Z_1 = 5 \Omega$ ,  $Z_2 = 8 \Omega$  e  $Z_3 = 9 \Omega$ )



- a)  $Z_a = 31,4 \Omega$ ,  $Z_b = 19,625 \Omega$ ,  $Z_c = 17,44 \Omega$
- b)  $Z_a = 14,4 \Omega$ ,  $Z_b = 5,625 \Omega$ ,  $Z_c = 4,44 \Omega$
- c)  $Z_a = 3,4 \Omega$ ,  $Z_b = 1,75 \Omega$ ,  $Z_c = 1,44 \Omega$
- d)  $Z_a = 17,44 \Omega$ ,  $Z_b = 29,4 \Omega$ ,  $Z_c = 18,4 \Omega$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Transformação de circuito Estrela em Delta

Equações deduzidas conforme imagem apresentada:

$$Z_a = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1}{Z_1} = \frac{5 \cdot 8 + 8 \cdot 9 + 9 \cdot 5}{5} = \frac{157}{5} = 31,4 \Omega$$

$$Z_b = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1}{Z_2} = \frac{5 \cdot 8 + 8 \cdot 9 + 9 \cdot 5}{8} = \frac{157}{8} = 19,625 \Omega$$

$$Z_c = \frac{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1}{Z_3} = \frac{5 \cdot 8 + 8 \cdot 9 + 9 \cdot 5}{9} = \frac{157}{9} = 17,44 \Omega$$

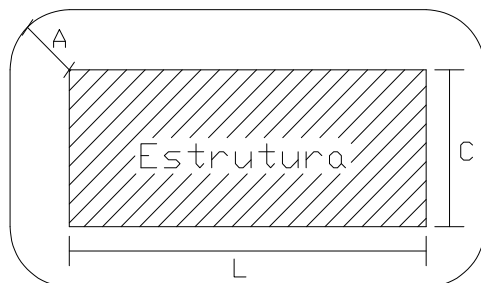
“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

59) Segundo a NBR 5419 de 2005, a área de exposição equivalente ( $A_e$ ) é a área, em metros quadrados, do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Determine a área de exposição equivalente para uma estrutura retangular de largura  $L$ , comprimento  $C$  e altura  $A$ .

- a)  $A_e = LC + 2AC + 2AL$  [ $m^2$ ]
- b)  $A_e = LC + AC + AL + \pi A^2$  [ $m^2$ ]
- c)  $A_e = LC + 2AC + 2AL + \pi A^2$  [ $m^2$ ]**
- d)  $A_e = LC + AC + AL$  [ $m^2$ ]

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Segundo NBR “Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado. Assim, para uma estrutura retangular simples de comprimento  $C$ , largura  $L$  e altura  $A$ , a área de exposição equivalente têm um comprimento  $L + 2A$  e uma largura  $C + 2A$ , com quatro cantos arredondados formados por segmentos de círculo de raio  $A$ , em metros”.



“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

60) A NBR 5419 define um fator de ponderação para estruturas destinadas a atividades múltiplas, de acordo com o tipo de ocupação da estrutura. Segundo a norma, qual dos itens abaixo apresenta maior fator de ponderação?

- a) Casas, hotéis e fabricas.
- b) Igrejas, estádios e aeroportos.
- c) Escolas, hospitais e creches.**
- d) Hotéis, igrejas e aeroportos

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Segundo tabela da ABNT NBR 5419 de 2005:

Tabela B.1 — Fator A: Tipo de ocupação da estrutura.

Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades, fator 1,7

“ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS”. **NBR 5419**

61) Uma antena de televisão deve ser instalada externamente a uma casa através de um mastro metálico. Esta residência não apresenta um sistema de proteção contra descarga atmosférica (SPDA). Como deverá ser instalado o sistema de proteção para a respectiva antena?

- a) Instalar um condutor exclusivo para o aterramento da antena com seção não inferior a  $16 \text{ mm}^2$  em cobre, ligando o mastro a um eletrodo de aterramento.
- b) Instalar um condutor exclusivo para o aterramento da antena com seção não inferior a  $6 \text{ mm}^2$  em cobre, ligando o mastro a um eletrodo de aterramento.
- c) Instalar um condutor exclusivo para o aterramento da antena com seção não inferior a  $16 \text{ mm}^2$  em cobre, ligando o mastro ao neutro do quadro de energia.
- d) Instalar um condutor exclusivo para o aterramento da antena com seção não inferior a  $6 \text{ mm}^2$  em cobre, ligando o mastro ao neutro do quadro de energia.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Anexo A

“A.3. Antenas externas

A.3.1 O mastro metálico da antena externa de televisão ou sua torre de suporte, instalados sobre uma estrutura, deverão ser aterrados segundo uma das seguintes alternativas:

A) o mastro da antena deve ser conectado ao SPDA. . .

B) Se não houver SPDA, deve ser instalado um condutor exclusivo para aterramento da antena, com seção não inferior a  $16 \text{ mm}^2$  em cobre, ligando o mastro a um eletrodo de aterramento conforme 5.1.3. Condutores de descida naturais podem também ser utilizados, desde que de acordo com esta Norma.”

“ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS”. **NBR 5419**

62) A respeito do escorregamento da máquina de indução podemos afirmar, **exceto**

- a) Para valores de escorregamento entre 2 e 1 a máquina opera na região de frenagem e entre 1 e 0 como motor.
- b) Para valores de escorregamento entre 2 e 1 a máquina opera como gerador e entre 1 e 0 como motor.
- c) Para valores de escorregamento entre 0 e -1 a máquina opera como gerador e entre 2 e 1 opera na região de frenagem.
- d) Para valores de escorregamento entre 0 e -1 a máquina opera como gerador e entre 1 e 0 opera como motor.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

O escorregamento do motor de indução operando como motor varia de 1 a 0, quando invertemos o sentido do campo girante o motor entra em regime de frenagem (2 a 1), o campo girante roda em sentido oposto ao sentido de giro freando o rotor. Quando se coloca o escorregamento entre 0 e -1, a velocidade do rotor é maior do que a do campo, colocando a máquina operando como gerador.

“Máquinas Elétricas”, FITZGERALD, A.E

63) Um motor de indução trifásico, rotor em gaiola, aciona uma carga acoplada diretamente ao seu eixo que deverá girar a 1140 RPM sobre condições nominais de operação. A partida será efetuada através de uma chave autotransformadora usando a derivação de 65%. O conjugado da carga acionada varia de acordo com a seguinte equação: ( $C_r$  em Nm e  $n$  em RPM)

$$C_r = 21,31 + 10^{-4} n^2$$

Determine a potência requerida na ponta do eixo do motor, o conjugado resistente nominal e o conjugado de partida do motor.

- a) 172,45 kW,  $C_m = 151,27 \text{ Nm}$  e  $C_p > 21,31 \text{ Nm}$ .
- b) 180,6 kW,  $C_m = 1512,7 \text{ Nm}$  e  $C_p > 50,44 \text{ Nm}$ .
- c) 18,06 kW,  $C_m = 151,27 \text{ Nm}$  e  $C_p > 50,44 \text{ Nm}$ .
- d) 172,45 kW,  $C_m = 131,02 \text{ Nm}$  e  $C_p > 21,31 \text{ Nm}$ .

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

$$C_m = 21,31 + 10^{-4} n^2 = 21,31 + 10^{-4} 1140^2 = 151,27 \text{ Nm}$$

$$P_m = C_m n / 9550 = 151,27 * 1140 / 9550 = 18,06 \text{ kW}$$

O conjugado de partida do motor deverá ser maior que o conjugado resistente na partida ( $21,31 \text{ Nm p/n} = 0$ )

$$C_p = C_p' / K^2 = 21,31 / 0,65^2 \Rightarrow C_p > 50,44$$

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**64)** Uma das técnicas de controle de velocidade de um motor de indução com rotor bobinado é a inserção de uma resistência em serie com o rotor. Para esta técnica podemos afirmar que

- a) aumenta o conjugado de partida e o conjugado máximo não se altera.
- b) aumenta o conjugado de partida e o conjugado máximo aumenta.
- c) diminui o conjugado de partida e o conjugado máximo aumenta.
- d) diminui o conjugado de partida e o conjugado máximo não se altera.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

A relação entre velocidade e conjugado máximo é dado por:  $C_m = \frac{1}{w_s} q_1 I_2^2 \frac{r_2}{s_m}$

$$e \ S_m = \frac{r_2}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2)^2}}$$

Aumentando o valor de  $r_2$  o conjugado aumenta, mas o conjugado máximo não se altera.

“Máquinas Elétricas”, FITZGERALD, A

**65)** Uma industria deseja instalar bancos de capacitores múltiplos de 10 kVar para corrigir o fator de potência de uma conjunto de motores para um fator de potência de 0,92. Determine a potência do banco de capacitor a ser instalada.

Motores: - 4 motores de 50 cv com  $f_p = 0,84$   
- 2 motores de 25 cv com  $f_p = 0,79$

- a) 40 kVar.
- b) 50 kVar.
- c) 60 kVar.
- d) 70 kVar.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

$$P_W = 4 \times 50 \times 0,736 = 147,2 \text{ kW}$$

$$P_{Var} = 147,2 \times \text{tg} \text{acos}(0,84) = 95,08 \text{ kVar}$$

$$P_W = 2 \times 25 \times 0,736 = 36,8 \text{ kW}$$

$$P_{Var} = 36,8 \times \text{tg} \text{acos}(0,79) = 28,56 \text{ kVar}$$

$$P_{Wt} = 147,2 + 36,8 = 184 \text{ kW}$$

$$P_{Vart} = 95,08 + 28,56 = 123,64 \text{ kVar}$$

$$f_p = \cos \text{atg}(123,64 / 184) = 0,83$$

$$P_{Var0,92} = \text{tg} \text{acos}(0,92) \times 184 = 78,38 \text{ kVar}$$

$$\text{Potência a ser compensada} = 123,64 - 78,38 = 45,26 \text{ kVar}$$

$$P_{cap} = 45,26 / 10 = 4,526 \Rightarrow 5 \text{ bancos de } 10 \text{ kVar} = 50 \text{ kVar}$$

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

66) Um motor de indução trifásico é submetido a uma ausência de uma das fases. Determine o acréscimo percentual de corrente em relação ao valor da corrente nominal.

- a) Acréscimo de 57,76 %
- b) Acréscimo de 33,33 %
- c) Acréscimo de 66,67 %
- d) Acréscimo de 25,00 %

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Quando da ausência de uma fase o motor desenvolve basicamente a mesma potência, apesar de seu funcionamento passa da condição de suprimento trifásico para bifásico ou seja

$$P_{3\phi} = P_{1\phi} \Rightarrow \sqrt{3} * V_{L3} * I_n = V_{L2} * I_{L2} \Rightarrow \sqrt{3} * I_n = I_{L2}$$

$$\frac{I_{L2}}{\sqrt{3} * I_n} \Rightarrow \frac{I_n}{\sqrt{3}} \Rightarrow 57,76 \%$$

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

67) O transformador de corrente, TC, é um equipamento utilizado para ajustar os níveis de correntes do sistema com os instrumentos de medição. Esses equipamentos podem ser classificados de acordo com a disposição do núcleo e do enrolamento primário.

É correto afirmar que, **exceto**

- a) TC tipo barra: O primário é constituído por uma barra fixada através do núcleo.
- b) TC tipo enrolado: O primário é constituído de uma ou mais espiras envolvendo o núcleo.
- c) TC tipo janela: Seu núcleo se divide em duas peças para permitir envolver um condutor que funciona como enrolamento primário.
- d) TC tipo bucha: Condutor primário constituído de um condutor isolado, sendo este parte integrante de transformadores e disjuntores.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

O TC tipo janela é constituído de uma abertura através do núcleo por onde passa o condutor. Já o TC tipo núcleo dividido tem as características semelhantes ao do tipo janela, só que seu núcleo é dividido para permitir envolver um condutor que funciona como enrolamento primário.

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

68) Para o ajuste dos relés de sobrecarga para serviço em regime contínuo (S1) devemos obedecer aos seguintes requisitos.

- I. A corrente deve ser ajustada para um valor igual ou superior a corrente de projeto.
- II. A corrente deve ser ajustada para um valor igual ou inferior à capacidade de condução do condutor.
- III. O tempo de partida do motor deve ser inferior ao tempo de atuação do relé para a corrente de partida correspondente.

A respeito das afirmações acima podemos afirmar que

- a) apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- b) apenas a afirmativa II está errada.
- c) apenas a afirmativa III está errada.
- d) todas as afirmativas estão corretas

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

O relé deve proteger o cabo,  $I_{relé} \leq I_{condutor}$  e a carga  $I_{relé} \geq I_{projeto}$ . O tempo de partida do motor tem que ser menor que o tempo de atuação do relé  $T_{relé} > T_{partida}$  para que ele não opere durante a partida.

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

69) Para a operação de transformadores em paralelo a ABNT aceita as seguintes diferenças percentuais em relação ao valor nominal.

- a) Relação de transformação:  $\pm 0,5 \%$ ; Impedância percentual:  $\pm 7,5 \%$ ; Corrente a vazio:  $\pm 20,0 \%$ .
- b) Relação de transformação:  $\pm 0,3 \%$ ; Impedância percentual:  $\pm 5,0 \%$ ; Corrente a vazio:  $\pm 10,0 \%$ .
- c) Relação de transformação:  $\pm 0,3 \%$ ; Impedância percentual:  $\pm 7,5 \%$ ; Corrente a vazio:  $\pm 20,0 \%$ .
- d) Relação de transformação:  $\pm 0,5 \%$ ; Impedância percentual:  $\pm 5,0 \%$ ; Corrente a vazio:  $\pm 10,0 \%$ .

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Conforme mostrado na ABNT e citado no livro do Mamede, a tolerâncias admissíveis para operação de transformadores em paralelo são:

- Relação de transformação:  $\pm 0,5 \%$ ;
- Impedância percentual:  $\pm 7,5 \%$ ;
- Corrente a vazio:  $\pm 20,0 \%$ .

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

70) Uma industria consome 3.120 kVA a partir de dois transformadores operando em paralelo. Determine a distribuição de carga nas duas unidades.

Trafo 01: Potência: 2.500 kVA; Impedância percentual: 6,5 %  
 Trafo 02: Potência: 1.700 kVA; Impedância percentual: 3,5 %

- a) Trafo 01: 1379 kVA; Trafo 02: 1741 kVA.
- b) Trafo 01: 1902 kVA; Trafo 02: 1218 kVA.
- c) Trafo 01: 2153 kVA; Trafo 02: 967 kVA.
- d) Trafo 01: 1672 kVA; Trafo 02: 1448 kVA.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

$$\text{Impedância equivalente: } Z_e = \frac{\frac{P_{t1} + P_{t2}}{\frac{P_{t1}}{Z_{t1}} + \frac{P_{t2}}{Z_{t2}}}} = \frac{2.500 + 1.700}{\frac{2.500}{6,5} + \frac{1.700}{3,5}} = 4,825$$

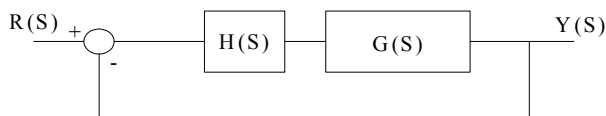
$$\text{Potência Trafo 01: } P_{ct1} = \frac{P_{ind} * P_{t1} * Z_e}{(P_{t1} + P_{t2}) * Z_{t1}} = \frac{3.120 * 2.500 * 4,825}{(2.500 + 1.700) * 6,5} = 1379 \text{ kVA}$$

$$\text{Potência Trafo 02: } P_{ct2} = \frac{P_{ind} * P_{t2} * Z_e}{(P_{t1} + P_{t2}) * Z_{t2}} = \frac{3.120 * 1.700 * 4,825}{(2.500 + 1.700) * 3,5} = 1741 \text{ kVA}$$

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

71) Um sistema de controle em malha fechada é visto na figura a seguir. Determine k para que o sistema seja estável, onde o controlador é dado por  $H(S) = k$  e a planta por,

$$G(S) = \frac{S^2 - 2S - 3}{S(S + 4)(S + 2)(S - 3)}$$



- a)  $0,2 < k < 6,3$
- b)  $k > 0$
- c)  $k > -12$
- d)  $-12 < k < 0$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

A equação característica:  $1+k \frac{(S+1)(S-3)}{S(S+4)(S+2)(S-3)} = 1+k \frac{(S+1)}{S(S+4)(S+2)}$

Sendo:  $S^3 + 3S^2 + (k+8)S + k = 0$

Aplicando Routh

$S^3$ :	1	k+8
$S^2$ :	3	k
$S$ :	(2k+24)/3	0
$S^0$ :	k	

Para que o sistema seja estável:  $k > 0$  e  $(2k+24)/3 > 0 \Rightarrow k > -12$

$K > 0$

“Engenharia de Controle Moderno”, K.Ogata

**72)** Um sistema de primeira ordem submetido a um degrau unitário irá atingir 86,5% do seu valor final para qual constante de tempo?

- a) 1 constante de tempo (T)
- b) 2 constante de tempo (2T)**
- c) 3 constante de tempo (3T)
- d) 4 constante de tempo (4T)

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA B)

Resposta ao degrau de um sistema de primeira ordem:  $C(s) = \frac{1}{Ts+1} \frac{1}{s}$

Pela transformada inversa:  $c(t) = 1 - e^{-t/T}$

Uma curva exponencial, onde o decaimento para 86,5% equivale a 2T

“Engenharia de Controle Moderno”, K.Ogata

**73)** Uma área de inspeção de uma industria deve apresentar uma iluminância de 1.500 lux. Esta área tem 7 metros de comprimento por 5,5 metros de largura, com o plano de trabalho situado a 2,90 metros abaixo da luminária. Para isto a empresa determinou que os cálculos fossem feitos pelo método dos lumens e que deveria ser usado luminárias para duas lâmpadas fluorescentes de 32 W com um coeficiente de utilização de 0,81 e 0,65 de fator de depreciação.

Determine o número de luminárias a ser instalada nesta área. (lâmpada fluorescente de 32 W = 2.950 lumens).

- a) 14 luminárias.
- b) 17 luminárias.
- c) 19 luminárias.**
- d) 20 luminárias.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Fluxo luminoso = (área \* nível de iluminância)/(fator de utilização \* fator de depreciação)

$$\phi = \frac{(5,5*7)*1.500}{0,81*0,65} = 109.686 \text{ lumens}$$

O fluxo por luminária é  $2.950*2 = 5.900$  lumens por luminária

Número de luminárias é  $109.686/5900 = 18,6$  ajustando =19 luminárias.

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**74)** Determine o comportamento dinâmico do sistema representado abaixo, onde a função de transferência em malha fechada é dada por.

$$\frac{C(S)}{R(S)} = \frac{9}{S^2 + 6S + 9}$$

- a) Sistema não amortecido.
- b) Sistema sub-amortecido.
- c) Sistema criticamente amortecido.**
- d) Sistema sobre-amortecido.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Sistema de segunda ordem  $\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n + \omega_n^2}$

$$\omega_n^2 = 9 \Rightarrow \omega_n = 3 \text{ e } 2\delta\omega_n = 6 \Rightarrow \delta = 1$$

Sistema sub-amortecido  $0 < \delta < 1$ .

Sistema criticamente amortecido  $\delta = 1$ .

Sistema sobre-amortecido  $\delta > 1$ .

“Engenharia de Controle Moderno”, K.Ogata

**75)** A respeito da forma de construção das lâmpadas podemos afirmar que, **exceto**

- a) **Incandescente: constituída de um filamento de tungstênio enrolado geralmente na forma espiralada, que atinge a incandescência com a ionização do gás em seu interior.**
- b) Vapor de mercúrio: constituída de um pequeno tubo de quartzo, onde são instalados nas extremidades, em geral, dois eletrodos principais e um eletrodo auxiliar, ligados em série com uma resistência de valor elevado.
- c) Mista: constituída de um tubo de descarga a vapor de mercúrio, conectado em série com um filamento de tungstênio, ambos encapsulados por bulbo ovóide, cuja as paredes internas são recobertas por uma camada de fosfato de ítrio vanadato.
- d) Fluorescente: constituídas de um longo cilindro de vidro, cujo o interior é revestido por uma camada de fósforo. Cada extremidade da lâmpada possui um eletrodo de filamento de tungstênio revestido de óxido que quando aquecido por uma corrente elétrica, libera uma nuvem de elétrons.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Incandescente: constituída de um filamento de tungstênio enrolado geralmente na forma espiralada, que atinge a incandescência com a passagem de corrente, e de um bulbo de vidro transparente cheio de gás quimicamente inerte, como o nitrogênio.

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**76)** A respeito das características dos tipos de sistemas de aterramentos das instalações elétricas e sua simbologia, analise as afirmativas abaixo:

- I. Sistema TN tem um ponto diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a este ponto através de condutores de proteção.
- II. Sistema TT tem o ponto de alimentação da instalação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a eletrodos de aterramento independentes dos eletrodos de alimentação.
- III. Sistema IT o ponto de alimentação não está diretamente aterrado. Neste sistema, as instalações são isoladas da terra ou aterradas por uma impedância de valor suficientemente elevado, sendo esta ligação feita no ponto neutro da fonte.

Marque a alternativa que contenha todas afirmativas corretas.

- a) I e II
- b) II e III
- c) I e III
- d) I, II e III**

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Na NBR 5410 a classificação dos sistemas de aterramento utiliza a seguinte nomenclatura:

- primeira letra (alimentação em relação à terra): T – um ponto diretamente aterrado; I – isolamento de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de uma impedância.

- segunda letra (massa em relação à terra): T – massa diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação; N – massa ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado.

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**77)** Um circuito industrial apresenta uma corrente de projeto de 123 A e contém 34 % de corrente harmônica de 3ª ordem. Determine o valor da corrente de neutro para este circuito.

- a) 145,9 A**
- b) 164,8 A
- c) 157 A
- d) 172,4 A



JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Para uma porcentagem de 33 a 45 % de corrente harmônica de 3ª ordem para a corrente de neutro o fator de correção é de 0,86.

$$I_n = \frac{3 * I_c * P_h}{100 * F_c} = \frac{3 * 123 * 34}{100 * 0,86} = 145,9 \text{ A}$$

$I_c$  = corrente de projeto

$P_h$  = percentual de corrente harmônica de 3 ordem

$F_c$  = fator de correção

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**78)** Uma indústria deseja instalar um sistema de aquecimento elétrico de 20 kW, trifásico, 220 V, 60 Hz, instalado a 150 metros do quadro de distribuição. O engenheiro da industria sugeriu que se utilize um condutor de 16 mm<sup>2</sup> em cobre. Determine a queda de tensão presente neste circuito para esta condição.

a) 6,9 %

b) 4,5 %

c) 3,9 %

d) 2,2 %

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA A)

Corrente do circuito:  $I_c = \frac{20.000}{\sqrt{3} * 220} = 52,5 \text{ A}$

$$S_c = \frac{173,2 * \rho * \Sigma(L_c * I_c)}{\Delta V \% * V_{ff}} \Rightarrow \Delta V \% = \frac{173,2 * \rho * \Sigma(L_c * I_c)}{S_c * V_{ff}} \Rightarrow \frac{173,2 * (\frac{1}{56}) * 150 * 52,5}{16 * 220} = 6,9 \%$$

$\rho$  resistividade do condutor

$L_c$  comprimento do circuito

$I_c$  corrente de projeto

$S_c$  secção do condutor

$V_{ff}$  tensão fase-fase

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**79)** Considere um motor de indução de 5 cv, fator de potência de 0,83 e com um rendimento de 91 %. Este motor apresenta um fator de utilização de 0,83.

Determine a demanda de potência solicitada por este motor.

a) 4,25 kVA.

b) 3,35 kVA.

c) 4,87 kVA.

d) 4,04 kVA.

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA D)

Demanda:  $D_m = \frac{P_m * 0,736}{F_p * \eta} * F_u = \frac{5 * 0,736}{0,83 * 0,91} * 0,83 = 4,04 \text{ kVA}$

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João

**80)** Um condutor é utilizado para alimentar cinco motores.

- 1 motor de 75 cv: Corrente nominal: 172 A; Fator de Serviço: 1,25.

- 2 motor de 25 cv: Corrente nominal: 59 A; Fator de Serviço: 1,15.

- 5 motor de 5 cv: Corrente nominal: 13 A; Fator de Serviço: 1,0.

Determine a capacidade mínima de corrente que este condutor deve suportar.

a)  $I_c > 411,25 \text{ A}$

b)  $I_c > 329,0 \text{ A}$

c)  $I_c > 389,7 \text{ A}$

d)  $I_c > 372,0 \text{ A}$

JUSTIFICATIVA DA ALTERNATIVA CORRETA: (LETRA C)

Para determinar o valor mínimo de condução de corrente deve ser levado em conta o fator de serviço de cada motor.

$$I_c = F_{s(1)} * I_{n(1)} + F_{s(2)} * I_{n(2)} + F_{s(3)} * I_{n(3)} * \dots$$

$$I_c = 1,25 * 172 + 2 * 1,15 * 59 + 3 * 1,0 * 13 = 389,7 \text{ A}$$

“Instalações Elétricas Industriais”, MAMEDE FILHO, João