

PSI3262 – Fundamentos de Circuitos Eletrônicos Digitais e Analógicos

Prova Substitutiva (29/11/17)

Nº USP _____ NOME: _____

Duração: 1h 40 min

- Consulta somente a um **formulário individual** de uma folha de tamanho A4 (frente e verso).
- A prova consta de 7 testes, valendo 1,0 ponto cada resposta correta e duas questões dissertativas valendo 1,5 pontos cada uma.

Atenção: Não se esqueça de colocar seu nome e número USP nesta folha, e também na folha ótica, e de indicar, na folha ótica anexada, as opções escolhidas para cada teste.

1 – O circuito da Figura 1 opera em regime permanente senoidal (RPS), em que a corrente do gerador vale $i_s(t) = 2 \cos(2t)$, (A, s), a amplitude da tensão $v(t)$ do capacitor vale (em volts)

- a) 0
- b) $\frac{12}{\sqrt{13}}$
- c) $\frac{20}{3}$
- d) 12
- e) 1

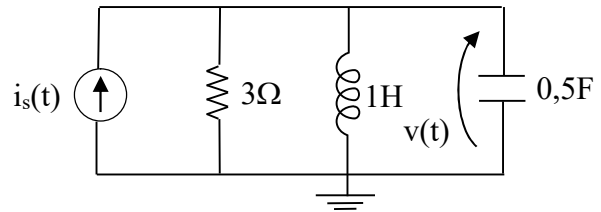
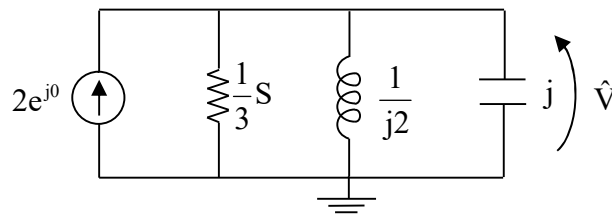


Figura 1

Resolução:

Em RPS, o circuito se reduz ao da figura abaixo (em notação fasorial):



A admitância vale

$$Y(j2) = \frac{1}{3} - \frac{1}{2}j + j = \sqrt{\frac{13}{36}} e^{j56,3^\circ} \text{ S}$$

e o fasor da tensão no capacitor vale

$$\hat{V} = \frac{\hat{I}}{Y(j2)} = \frac{12}{\sqrt{13}e^{j56,3^\circ}} = \frac{12}{\sqrt{13}} e^{-j56,3^\circ} \text{ V.}$$

Assim, em regime permanente senoidal, a tensão $v(t)$ vale

$$v(t) = \frac{12}{\sqrt{13}} \cos(2t - 56,3^\circ) \text{ (V,s)}$$

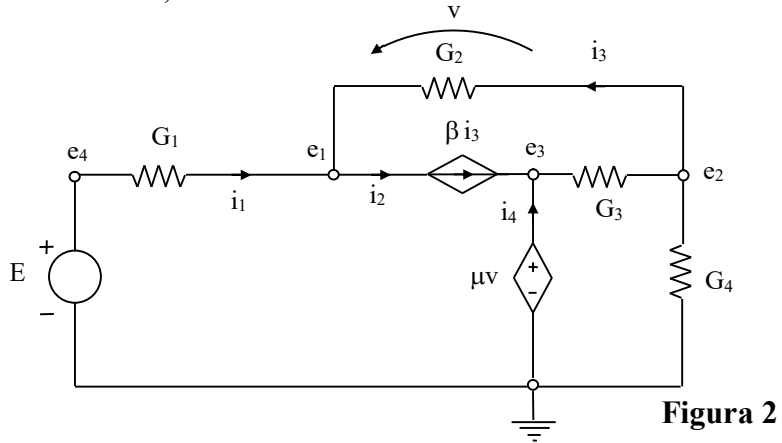
sendo a amplitude igual a $\frac{12}{\sqrt{13}}$ (letra b).

2 – A equação de análise nodal relativa ao nó e_1 do circuito da Figura 3 pode ser escrita na forma

$$(G_1 + AG_2) e_1 - AG_2 e_2 = B E, \text{ com } A \text{ e } B \text{ constantes.}$$

Os valores de A e B são, respectivamente,

- a) β e G_2 .
- b) β e G_1 .
- c) $(1 - \beta)$ e G_1 .
- d) $G_2(1 - \beta)$ e G_2 .
- e) 2β e $G_1/2$.



Resolução:

Como o gerador E está com um dos terminais no terra e sua corrente não controla nenhum vinculado, não precisamos escrever a 1ª LK no terminal do gerador E que não está no terra (nó 4). Como temos um vinculado de tensão que também tem um dos terminais no terra, não precisamos escrever a 1ª LK para o nó e_3 . Dessa forma, somente e_1 e e_2 são variáveis da análise nodal.

Note que

$$i_1 = G_1(E - e_1)$$

$$e_3 = \mu v = \mu(e_1 - e_2)$$

$$i_3 = -G_2(e_1 - e_2) = G_2(e_2 - e_1) \text{ (conv. gerador)}$$

Vamos escrever a 1ª LK para o nó 1:

$$-i_1 - i_3 + \beta i_3 = 0 \Rightarrow -i_1 - (1 - \beta)i_3 = 0$$

$$-G_1(E - e_1) + (1 - \beta)G_2(e_1 - e_2) = 0$$

$$[+G_1 + (1 - \beta)G_2]e_1 - (1 - \beta)G_2e_2 = +G_1E \Rightarrow A = (1 - \beta) \text{ e } B = G_1$$

(letra c)

3 – O gerador de Thévenin equivalente entre os terminais A e B da Figura 3-a é dado por e_0 e R_0 (Figura 3-b) valendo, respectivamente:

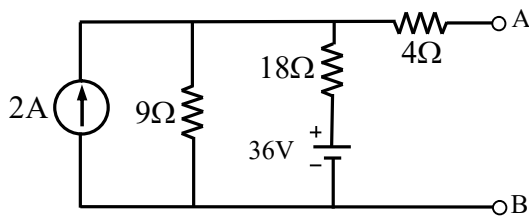


Figura 3-a

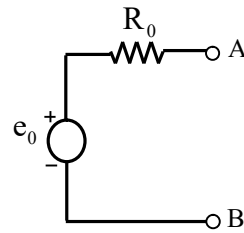


Figura 3-b

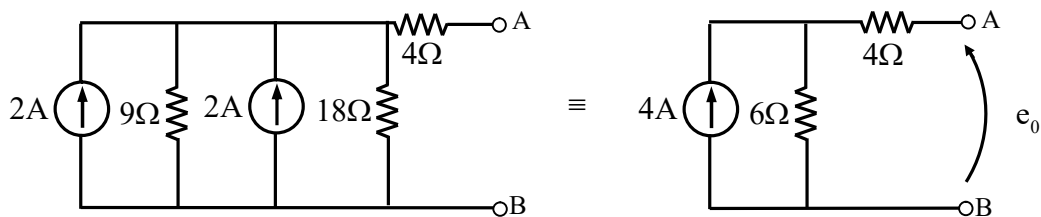
- a) 34V e 31Ω
- b) 10V e $4,2\Omega$
- c) 36V e 4Ω
- d) 15V e 24Ω
- e) 24V e 10Ω

Resolução:

Desativando os geradores independentes, obtém-se a seguinte resistência “vista” pelos terminais A e B:

$$R_0 = R_1 // R_2 + R_3 = \frac{9 \times 18}{9 + 18} + 4 = 10\Omega .$$

Para obter a tensão com os terminais A e B em aberto, podemos transformar a fonte de tensão em fonte de corrente, obtendo



$$e_0 = 6 \times 4 = 24V . \text{ (letra e)}$$

4 – Considere uma linha monofásica de um circuito de distribuição de 127 V_{ef} e 60 Hz, alimentando um motor de 1 kW com fator de potência 0,8 atrasado, 12 lâmpadas incandescentes de 60 W cada e uma carga indutiva, conforme mostrado na Figura 4. Sabe-se que quando a chave está na posição 1 a potência aparente complexa total fornecida às cargas vale $P_{ap} = 1881,3 + j 911,3$ VA.

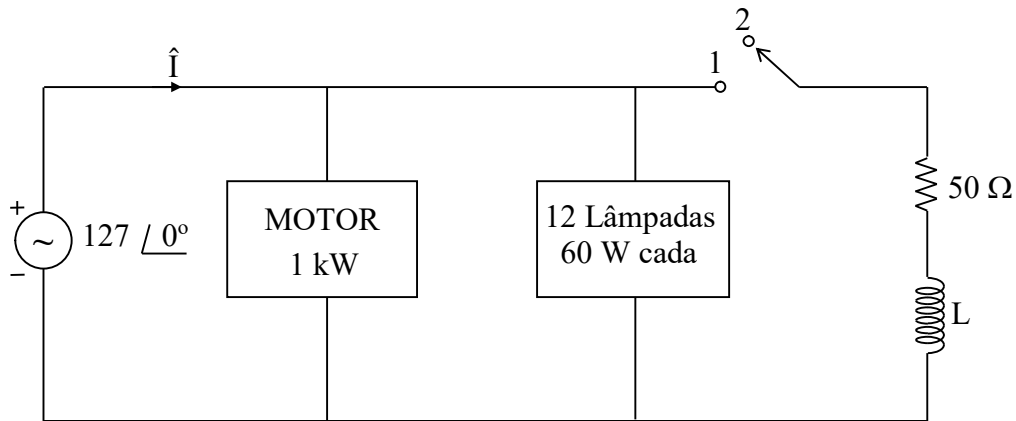


Figura 4

Com a chave na posição 1, o capacitor C que corrige o fator de potência para 1 deve ter capacitância aproximadamente igual a:

- a) 150 μ F
- b) 56,5 mF
- c) 19 mF
- d) 33 μ F
- e) 133 mF

Resolução:

$$Q_C = -911,3 \text{ VAr}$$

$$C = \frac{|Q_C|}{|\hat{V}_C|^2 \omega}$$

$$C = \frac{911,3}{127^2 \cdot 377} \quad C = 149,9 \mu\text{F} \text{ (letra a)}$$

5 – Considere o circuito da Figura 5, em que a chave está fechada há muito tempo e abre em $t = 0$.

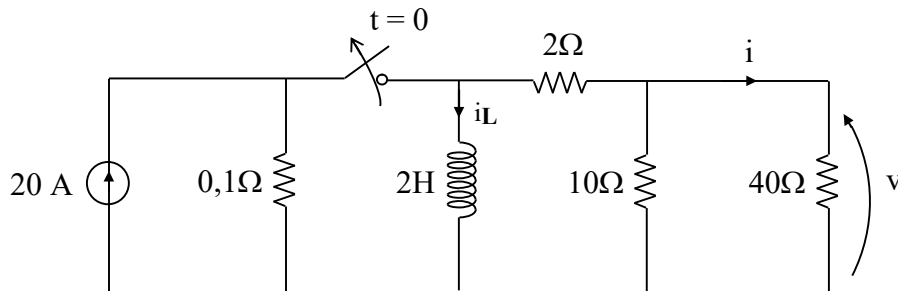


Figura 5

A expressão de i_L para $t \geq 0$ é:

- a) $12 e^{-3t}$
- b) $16 e^{-8t}$
- c) $10 e^{-12t}$
- d) $20 e^{-5t}$
- e) $40 e^{-4t}$

Resolução:

Com a chave fechada há muito tempo, o indutor é um curto e $i_L(0_-) = 20$ A. Logo após a abertura da chave a corrente do indutor não sofre descontinuidade. Assim, $i_L(0_+) = i_L(0_-) = 20$ A. Com a chave aberta, o circuito com o indutor está livre, ou seja, sem atuação da fonte independente de corrente. Logo, a resposta completa da corrente será

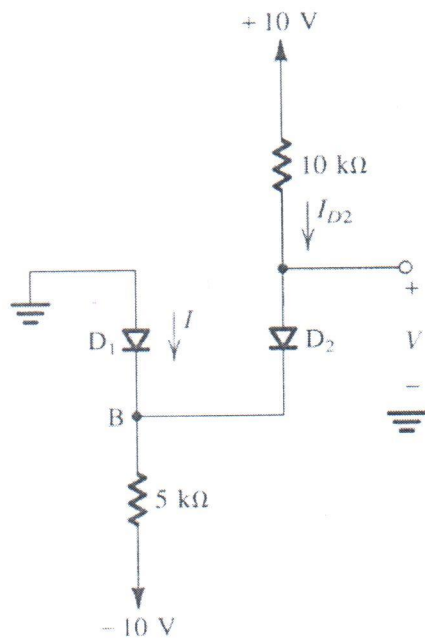
$$i_L(t) = i_L(0_+)e^{-t/\tau} \text{ para } t \geq 0,$$

em que $\tau = \frac{L}{R_{eq}}$ e R_{eq} é a resistência “vista” pelo indutor, dada por

$$(10 \Omega // 40 \Omega + 2 \Omega) = 10 \Omega.$$

Logo, $\tau = \frac{2}{10} = 0,2$ s. Portanto, $i_L(t) = 20e^{-5t}$ para $t \geq 0$. (letra d)

Para as questões 6 e 7. Baseado exclusivamente no circuito apresentado, assinale a alternativa correta nas questões abaixo. Suponha que todos os diodos apresentem queda de tensão de 0,7 V quando polarizados diretamente e corrente circulante nula quando polarizados reversamente.



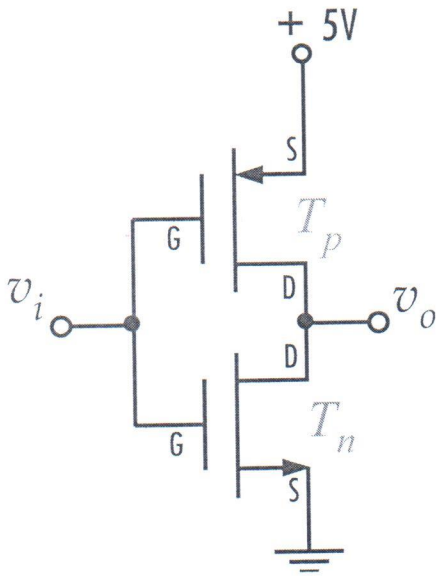
6 – (1 pt) No circuito apresentado, podemos concluir que:

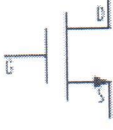
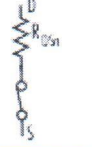

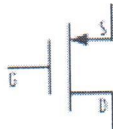


- a) Os diodos D_1 e D_2 conduzem ao mesmo tempo.
- b) Apenas o diodo D_1 conduz.
- c) Apenas o diodo D_2 conduz.
- d) Ambos os diodos estão cortados

7 – (1 pt) O cálculo do potencial no ponto B resulta:

- a) $V_B = 3,87 \text{ V}$
- b) $V_B = 2,87 \text{ V}$
- c) $V_B = 5,43 \text{ V}$
- d) $V_B = - 0,7\text{V}$

Para as questões 8 e 9. O esquema elétrico abaixo apresenta o circuito eletrônico mais importante na eletrônica digital da atualidade. Nesse circuito vemos um transistor FET canal n, que já analisamos em aula, e um transistor FET canal p. Esses transistores, se estiverem polarizados adequadamente podem ser substituídos pelos modelos equivalentes apresentados. Considerando-se esse circuito e esses modelos equivalentes, pede-se:



Componente	Modelo Equivalente	
FET canal n 	$V_{GS} > V_I$ e $V_{DS} < 200\text{mV}$ 	$V_{GS} < V_I$ 
FET canal p 	$V_{GS} < V_I$ e $V_{DS} < 200\text{mV}$ 	$V_{GS} > V_I$ 

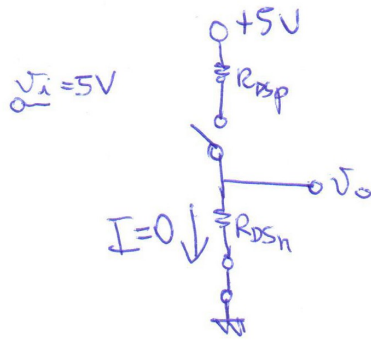
8 – (Dissertativa, 1,5pt) Supondo que se aplique na entrada v_i uma tensão de 5 V, desene o circuito substituindo-se os transistores pelos respectivos modelos equivalentes nessa situação. Determine o valor numérico de v_o .

9 – (Dissertativa, 1,5pt) Supondo que se aplique na entrada v_i uma tensão de 0 V, desene o circuito substituindo-se os transistores pelos respectivos modelos equivalentes nessa situação. Determine o valor numérico de v_o .

Resolução da Questão 8

Se $v_i = 5V \rightarrow V_{GS, T_n} = 5V > V_{tn} = 1V$ \therefore T_n chave fechada
 $\rightarrow V_{GS, T_p} = 0V < V_{tp} = -1V$ \therefore T_p chave aberta

Logo o circuito equiv. é:



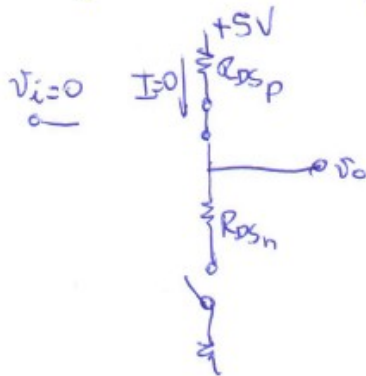
Como $I=0$, $V_{R_DSn} = 0$ e $v_o = v_i + V_{R_DSn} = 0V$

\therefore se $v_i = 5V \Rightarrow v_o = 0V$

Resolução da Questão 9

Se $v_i = 0V \rightarrow V_{GS, T_n} = 0V < V_{tn} \Rightarrow T_n$ Chave ~~fechada~~ aberta
 $\rightarrow V_{GS, T_p} = -5V < V_{tp} = -1V \Rightarrow T_p$ Chave fechada

Logo o circuito equivalente é:



Como $I=0 \Rightarrow V_{R_DSp} = 0$
 $\therefore v_o = 5V - V_{R_DSp} = 5V$

Logo se $v_i = 0 \Rightarrow v_o = 5V$