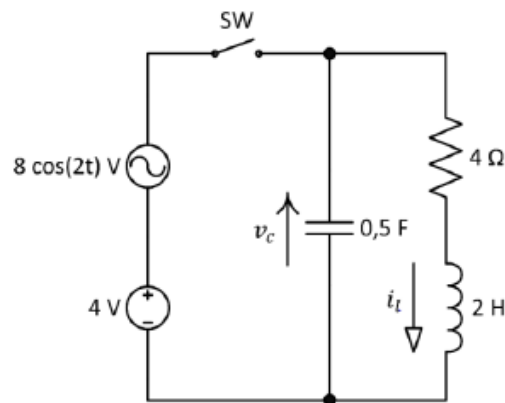


1ª QUESTÃO DISCURSIVA

Suponha que, no circuito abaixo apresentado, a chave SW permaneceu muito tempo FECHADA até que, no instante $t = 0$, ela foi ABERTA.



1. Calcule os valores da tensão no capacitor (v_c) e da corrente no indutor (i_l) no momento imediatamente antes da chave ser aberta.
2. Indique se a tensão no capacitor e a corrente no indutor podem variar instantaneamente na mudança do estado da chave, ou seja, se os seus valores imediatamente antes da chave ser aberta e imediatamente depois da chave ser aberta podem ser diferentes. Justifique.
3. Apresente a Equação Diferencial Ordinária (EDO) que exprime a tensão no capacitor após a chave SW ser aberta ($t > 0$).
4. Calcule a tensão no capacitor em função do tempo após a chave ser aberta ($v_c(t)$, para $t > 0$).

GABARITO

A questão vale 40 pontos

Item 1

Para a fonte DC: $v_{c1}(0^-) = 4 \text{ V}$ e $i_{l1}(0^-) = 4/4 = 1 \text{ A}$

Para a fonte Senoidal:

$$v_{c2}(0^-) = 8 \cos(0) = 8 \text{ V}$$

$$I_{l2} = \frac{8}{4+j4} = \frac{2}{1+j} = \frac{2-j2}{2} = 1 - j, \text{ logo } i_{l2}(t) = \sqrt{2} \cos(2t - 45^\circ) \text{ A, para } t < 0$$

Assim:

$$i_{l2}(0^-) = \sqrt{2} \cos(-45^\circ) = 1 \text{ A}$$

$$\text{Finalmente: } v_c(0^-) = v_{c1}(0^-) + v_{c2}(0^-) = 12 \text{ V e } i_l(0^-) = i_{l1}(0^-) + i_{l2}(0^-) = 2 \text{ A}$$

Item 2

Não, pois a tensão no capacitor e a corrente no indutor estão diretamente associadas a energia armazenada nesses componentes, então para elas variarem instantaneamente seria necessário que a corrente no capacitor ou a tensão no indutor fossem impulsivas, o que não ocorre nesse circuito.

Item 3

$$\text{Da equação do capacitor: } 0,5 \frac{dv_c(t)}{dt} = -i_l(t)$$

$$\text{Da equação do indutor em combinação com o somatória da tensão de malha ser nulo: } v_c(t) = 4 i_l(t) + 2 \frac{di_l(t)}{dt}$$

Por simples trabalho algébrico:

$$\frac{d^2 v_c(t)}{dt^2} + 2 \frac{dv_c(t)}{dt} + v_c(t) = 0$$

Item 4

A EDO obtida no item c é homogênea, portanto, a resposta particular é nula, assim a resposta completa é apenas a solução da eq. homogênea.

$$\text{Equação característica: } r^2 + 2r + 1 = 0$$

$$\text{Raízes da eq. característica: } -1 \text{ e } -1$$

Logo, a solução da EDO é da forma:

$$v_c(t) = K_1 e^{-t} + K_2 t e^{-t}$$

$$\text{Como } v_c(0^+) = 12 \text{ V, } K_1 = 12$$

Como: $0,5 \frac{dv_c(t)}{dt} = -i_l(t)$, temos que $\left. \frac{dv_c(t)}{dt} \right|_{t=0^+} = -2 i_l(0^+) = -4 \text{ V/s}$

Derivando a expressão de $v_c(t)$:

$$\frac{dv_c(t)}{dt} = -K_1 e^{-t} + K_2 e^{-t} - K_2 t e^{-t}$$

Substituindo os valores encontrados para $t = 0^+$ e K_1 :

$$-4 = -12 + K_2, \text{ logo } K_2 = 8$$

Finalmente:

$$v_c(t) = 12 e^{-t} + 8t e^{-t} \text{ Volts, para } t > 0.$$

CARGO**ANALISTA LEGISLATIVO – ENGENHARIA ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES****2ª QUESTÃO DISCURSIVA**

Deseja-se estabelecer uma conexão E2 (8448kb/s) entre duas localidades, utilizando rádios digitais PDH operando na frequência homologada pela ANATEL de 23 GHz. A antena a ser usada possui ganho igual a 43 dBi e a temperatura de ruído equivalente em seu terminal é igual a 100 K. O rádio possui uma figura de ruído total igual a 6 dB e está conectado diretamente ao terminal da antena.

Dados:

- Taxa de erro de bits para modulação DPSK é igual a $\frac{1}{2}e^{-E_b/N_o}$, onde E_b/N_o é a relação da energia por bit do sinal transmitido pela densidade espectral de ruído;
- Constante de Boltzmann $k = 1,4 \times \frac{10^{-23}J}{K}$;
- A Temperatura ambiente é igual a 27° C;
- $\log_{10} 2 \sim 0,3$;
- $\log_{10} e \sim 0,4$;
- $\log_{10} 3 \sim 0,5$;
- $\log_{10} 7 \sim 0,8$;
- $\log_{10} 11 \sim 1,0$;

Sabe-se que o enlace proposto deve operar a uma taxa de erro de bit igual a 10^{-6} utilizando o esquema de modulação DPSK.

Determine, na porta de entrada do rádio:

1. a relação E_b/N_o , em dB;
2. a relação portadora pela densidade de ruído C/N_o , em dBHz;
3. a temperatura de ruído equivalente do sistema composto pelo rádio e antena, em K;
4. o nível de potência mínimo a ser recebido pelo rádio para que o enlace seja estabelecido na condição desejada, em dBm.

GABARITO

A questão vale 40 pontos

Item 1 - Determinar E_b/N_o para uma $ber = 10^{-6}$.

$$ber = \frac{1}{2}e^{-E_b/N_o}$$

$$BER = -10 \log_{10} 2 - 10 \frac{E_b}{N_o} \log_{10} e$$

$$\frac{E_b}{N_o} = -\frac{BER + 10 \log_{10} 2}{10 \log_{10} e} = 14,25dB$$

Item 2 - Determinar C/N_o para uma $\frac{E_b}{N_o} = 14,25dBHz$

$$\frac{C}{N_o} = \frac{E_b}{N_o} + 10 \log_{10} R = 14,25 + 69 = 83,25dBHz$$

Quando $E2 = 8448kb/s$: $R = 8448kbps = 3 \times 11 \times 2^8 \rightarrow \log_{10} R = 0,5 + 1 + 2,4 + 3 = 6,9dB$

Item 3 - Calcular a temperatura de ruído equivalente do rádio

$$T_e = T(NF - 1) = 300(10^{0,6} - 1) = 300(4 - 1) = 900K$$

Calcular a Temperatura de ruído do sistema:

$$T_s = T_{Antena} + T_e = 100 + 900 = 1000K = 30dBK$$

Item 4 - Calcular a potência mínima:

$$P_r = \frac{C}{N_o} + N_o = 83,25 - 199 = -115,75 = -85,75dBm$$

Quando $N_o = 10 \log_{10} k + 10 \log_{10} T_s = 10 \log_{10} 2 \times 7 \times 10^{-24} + 30 = 3 + 8 - 240 + 30 = -229 + 30 = -199dB/Hz$

Haykin, S. Sistemas de Comunicação Analógicos e Digitais. 2007.