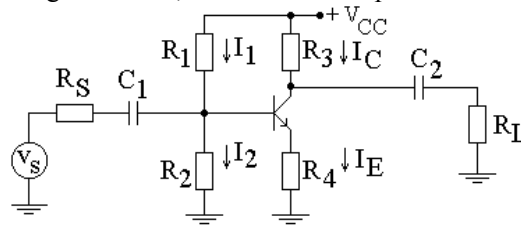


## PSI2306 - ELETRÔNICA – 1ª LISTA ADICIONAL DE EXERCÍCIOS

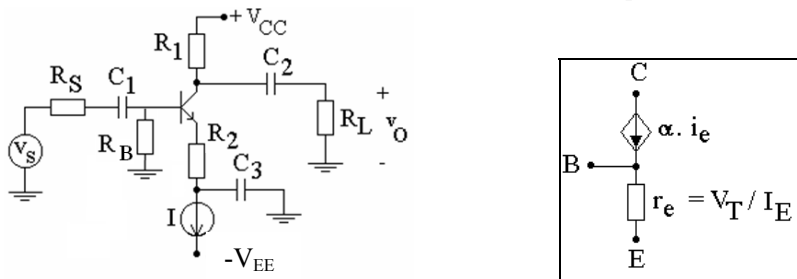
1) (Prova 2003) Para o circuito da figura abaixo, com o transistor polarizado no modo ativo, pede-se:



Sabendo-se que  $R_1 // R_2 = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $V_{R_4} = V_{CC}/3$ ,  $I_E = 2 \text{ mA}$ ,  $V_{CC} = +12 \text{ V}$ ,  $V_{BE} = 0,7$  e  $\beta = 100$ , pede-se:

(a) Determinar  $R_4$ . (b) Determinar  $R_3$  para que a tensão  $V_{CE}$  quiescente seja igual a  $5 \text{ V}$ . (c) Determinar  $R_1$  e  $R_2$ . (d) Qual a função dos capacitores  $C_1$  e  $C_2$ ? Explique. (e) Qual a função do resistor  $R_4$ ? Qual o novo valor de  $I_E$  no caso do  $\beta$  variar de  $100$  para  $150$  devido a um incremento da temperatura (considere  $V_{BE}$  constante com a temperatura)? Explique adequadamente adotando os valores de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  e  $R_4$  obtidos anteriormente.

2) (Prova 2002) Para o circuito amplificador da figura abaixo, com  $C_1 = C_2 = C_3 = \infty$ ,  $\beta = 100$ ,  $R_S = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_B = \infty$  e  $I = 1 \text{ mA}$ , pede-se:



(a) Desenhar o circuito para análise de pequenos sinais, considerando o modelo fornecido. (b) Calcular o valor da tensão pico a pico na saída,  $v_o$ , para uma tensão de entrada  $v_s = 2 \cdot \sin \omega t$  (mV). (c) Determine as resistências de entrada e saída deste circuito amplificador.

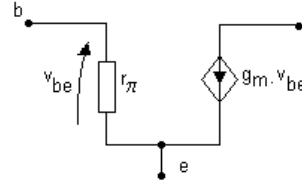
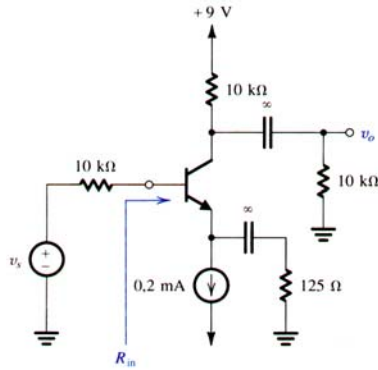
3) (Prova 2001) Dada a tabela 1 abaixo contendo as equações de ganho, resistência de entrada e resistência de saída para quatro diferentes configurações transistorizadas (emissor comum, emissor comum com resistência de emissor, base comum e coletor comum):

Tabela 1	$A_v$ Ganho de tensão	$R_i$ Resistência de entrada	$R_o$ Resistência de saída
Emissor comum	$-\frac{\beta(R_C // r_o)}{(R_S + r_\pi)}$	$r_\pi$	$R_C // r_o$
Emissor comum com resistência de emissor	$-\frac{\beta R_C}{(R_S + r_\pi + (\beta + 1)R_e)}$	$r_\pi + (\beta + 1)R_e$	$R_C$
Base comum	$\frac{\alpha R_C}{\left(R_S + \frac{r_\pi}{\beta + 1}\right)}$	$\frac{r_\pi}{\beta + 1}$	$R_C$
Coletor comum	$\frac{(\beta + 1)(R_L // r_o)}{(R_S + r_\pi + (\beta + 1)(R_L // r_o))}$	$r_\pi + (\beta + 1)(r_o // R_L)$	$\left(\frac{r_\pi + R_S}{\beta + 1}\right) // r_o$

Considerando  $r_o = \infty$ ,  $R_S = 0$  (resistência do gerador de entrada),  $R_L = \infty$  e  $\beta$  suficientemente elevado, pede-se:

(a) Desenhe um circuito para cada uma das quatro configurações citadas. (b) Quais as vantagens e desvantagens da configuração em emissor comum com resistência de emissor comparado a configuração em emissor comum? Compare baseado nos dados da tabela 1. (c) Qual configuração pode ser empregada como casador de resistências? Justifique. (d) Desenhe um circuito equivalente de pequenos sinais para a configuração base comum e justifique as expressões de resistência de entrada e resistência de saída dadas na tabela 1.

4) (Prova 2001) No circuito da figura abaixo,  $v_s$  é um pequeno sinal senoidal com valor médio zero. Sabe-se que  $\beta = 50$ .



Utilizando o modelo  $\pi$ -híbrido simplificado para o TBJ, pede-se:

(a) Calcule o valor da resistência de entrada  $R_{in}$ . (b) Calcule o valor de  $v_o/v_s$ . (c) Se a amplitude do sinal  $v_{be}$  for limitada em 5 mV, qual será o maior valor para o sinal de entrada? (Admita  $g_m = 0,00784$  S e  $r_{\pi} = 6.377 \Omega$ ). (d) Determine a resistência de saída  $R_o$  do amplificador (considere a queda de tensão incremental no emissor aproximadamente igual a zero).

5) (Prova 2002-Adaptação): Dada a função de transferência que descreve o comportamento em frequências de um dado circuito amplificador:

$$A(s) = \frac{10^4 \cdot s \cdot (s + 100)}{(s + 10) \cdot (s + 1000) \cdot (1 + s/10^5) \cdot (1 + s/10^6)}$$

Pede-se: (a) Esboce a curva de bode (amplitude), (b) Qual o valor do ganho em frequências médias  $A_v$ ? (c) Qual o valor da frequência de corte inferior  $f_L$ ? Existe pólo dominante em baixa frequência? (d) Qual o valor da frequência de corte superior  $f_H$ ? Existe pólo dominante em alta frequência?

OBS.: **Critério de dominância em baixa frequência:** o pólo dominante é pelo menos 10 vezes maior do que todos os outros pólos e zeros que atuam em baixa frequência.

**Critério de dominância em alta frequência:** o pólo dominante é pelo menos 10 vezes menor do que todos os outros pólos e zeros que atuam em alta frequência.

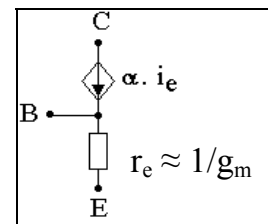
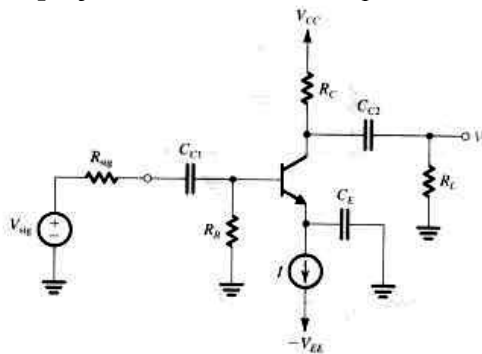
6) (REC 2003) : Dada a função de transferência que descreve o comportamento em altas frequências de um dado circuito amplificador:

$$A(s) = \frac{1000 \cdot \left(1 + \frac{s}{10^7}\right) \left(1 + \frac{s}{10^9}\right)}{\left(1 + \frac{s}{10^6}\right) \cdot \left(1 + \frac{s}{10^8}\right) \cdot \left(1 + \frac{s}{10^{10}}\right)}$$

(a) Qual o valor do ganho em frequências médias? Existe pólo dominante? Qual o valor da frequência de corte superior? (Justifique adequadamente)

(b) Esboce o gráfico de módulo do ganho  $|A(j\omega)|$  em função da frequência angular  $\omega$  indicando os valores notáveis de ganho e frequência.

7) (Prova 2009-Adaptação): Dados o circuito amplificador, o modelo para pequenos sinais e as equações abaixo:



**Equações:**

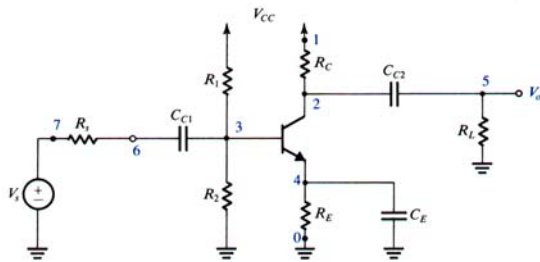
$$\omega_{p1} = 2\pi f_{p1} = \frac{1}{C_{C1}(R_{sig} + R_B // r_{\pi})}, \quad \omega_{p2} = 2\pi f_{p2} = \frac{1}{C_E \left( r_e + \frac{R_B // R_{sig}}{\beta + 1} \right)}, \quad \omega_{p3} = 2\pi f_{p3} = \frac{1}{C_{C2}(R_L + R_C)} \quad (\text{pólos})$$

$$T(s) = \frac{K \cdot s}{(s + \omega_p)} \quad (\text{função de transferência de um circuito passa-altas})$$

Sabendo-se que  $R_C = 2k\Omega$ ,  $R_L = 2k\Omega$ ,  $R_{sig} = 10k\Omega$ ,  $R_B = 90k\Omega$ ,  $g_m = 5 \text{ mA/V}$ ,  $r_o = \infty$ ,  $\beta = 99$  e  $\alpha = 0,99$ , pede-se:

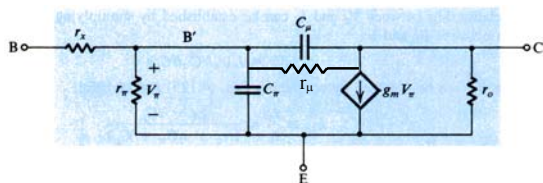
**(a)** Utilizando o modelo T, desenhe o circuito equivalente para pequenos sinais do amplificador anterior para baixas frequências. Obtenha o ganho em frequências médias. Na seqüência, escreva a função de transferência  $A(s) = V_o(s)/V_{sig}(s)$  para baixas frequências. **(b)** Supondo que a frequência de corte seja  $100/2\pi \text{ Hz}$ , calcule os valores de  $C_{C1}$ ,  $C_E$  e  $C_{C2}$  sucessivamente supondo que cada um deles seja o capacitor determinante da frequência de corte inferior (polo dominante). **(c)** Qual capacitor você escolheria para determinar a frequência de corte inferior em  $100/2\pi \text{ Hz}$  (pólo dominante) de forma que nenhum valor de capacitor ultrapasse  $100\mu\text{F}$ . Justifique considerando que o pólo dominante seja pelo menos 10 vezes maior do que todos os outros.

**8) (Prova 2003):** Dado o circuito abaixo e o modelo  $\pi$ -híbrido para o transistor:



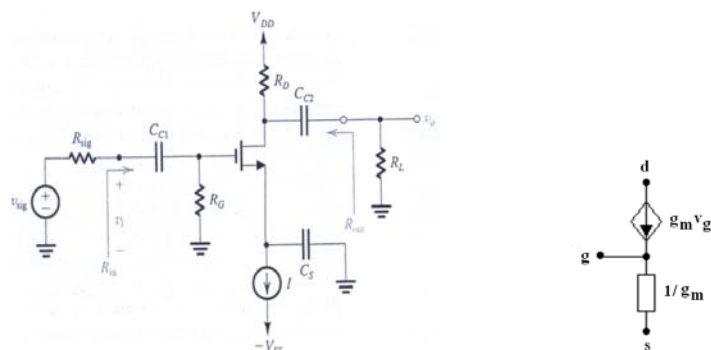
**Dados:**

$I_C = 1 \text{ mA}$	$R_S = 1k\Omega$	$C_{\pi} = 5 \text{ pF}$
$V_{CC} = 20 \text{ V}$	$R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$	$C_{\mu} = 1 \text{ pF}$
$g_m = I_C/V_T$	$R_C = R_L = 4 \text{ k}\Omega$	$r_{\pi} = 1 \text{ k}\Omega$
$V_T = 25 \text{ mV}$	$R_E = 1 \text{ k}\Omega$	$r_o = \infty$
	$r_{\mu} = \infty$	
	$r_x = 0$	



**(a)** Determine o ganho para frequências médias  $A_v$ . **(b)** Calcule convenientemente os valores de  $C_E$ ,  $C_{C1}$  e  $C_{C2}$  para que haja um pólo dominante determinado por  $C_{C1}$  numa baixa frequência de  $100 \text{ Hz}$ . (Deduza de forma adequada a equação da frequência de corte inferior na malha de  $C_{C1}$ ). **(c)** Determine a frequência de corte superior (Deduza a partir do teorema de Miller).

**9) (Prova 2009):** Dados o circuito amplificador, o modelo para pequenos sinais e as equações abaixo:



**Equações:**

$$\omega_{p1} = 2\pi f_{p1} = \frac{1}{C_{C1}(R_{sig} + R_G)}, \quad \omega_{p2} = 2\pi f_{p2} = \frac{g_m}{C_S}, \quad \omega_{p3} = 2\pi f_{p3} = \frac{1}{C_{C2}(R_L + R_D)} \quad (\text{pólos})$$

$$T(s) = \frac{K \cdot s}{(s + \omega_p)} \quad (\text{função de transferência de um circuito passa-altas})$$

Sabendo-se que  $R_D = 2k\Omega$ ,  $R_L = 2k\Omega$ ,  $R_{sig} = 10k\Omega$ ,  $R_G = 90k\Omega$ ,  $g_m = 5 \text{ mA/V}$ ,

**(a)** Desenhe o circuito equivalente para pequenos sinais do amplificador acima para baixas frequências. Obtenha o ganho em frequências médias. Na sequência, escreva a função de transferência  $A(s) = V_o(s)/V_{sig}(s)$  para baixas frequências. **(b)** Supondo que a frequência de corte seja  $100/2\pi$  Hz, calcule os valores de  $C_{C1}$ ,  $C_S$  e  $C_{C2}$  sucessivamente supondo que cada um deles seja o capacitor determinante da frequência de corte inferior (polo dominante). **(c)** Qual capacitor você escolheria para determinar a frequência de corte inferior em  $100/2\pi$  Hz (polo dominante) de forma que nenhum valor de capacitor ultrapasse  $100\mu\text{F}$ . Justifique considerando que o polo dominante seja pelo menos 10 vezes maior do que todos os outros.