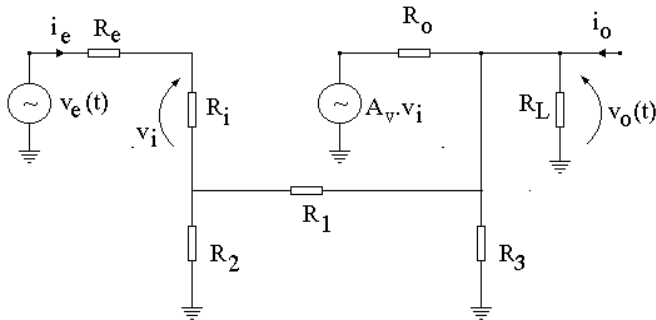


PSI2306 – ELETRÔNICA – 1º. Semestre 2015
3ª LISTA DE EXERCÍCIOS

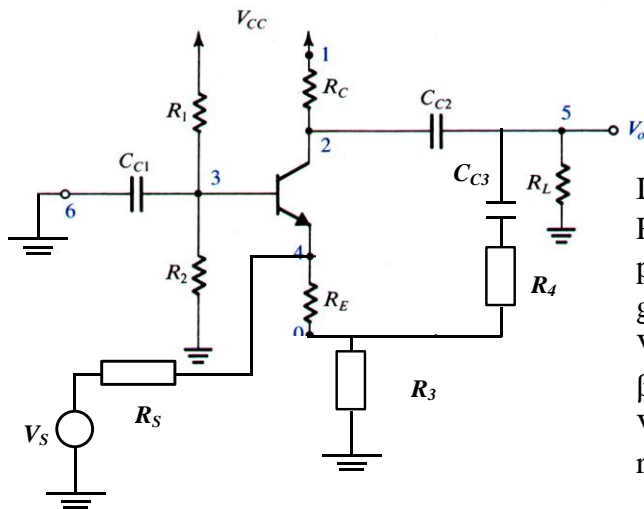
1º. Exercício (Prova 2003): Dado o circuito equivalente de pequenos sinais de um amplificador realimentado conforme mostrado na figura abaixo:



- Determine o valor de " β ".
- Determine o ganho total realimentado ($A_R = v_o/v_e$).
- Determine a resistência de entrada do circuito da figura 1 ($R_{eR} = v_e/i_e$).
- Determine a resistência de saída do circuito da figura 1 ($R_{sR} = v_o/i_o$ para $v_e = 0$).

$R_1 = 100\text{k}\Omega$, $R_2 = 10\text{k}\Omega$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$, $R_i = 5\text{k}\Omega$, $R_e = 600\ \Omega$, $R_o = 1\text{k}\Omega$, $R_L = 10\text{k}\Omega$, $A_v = 150$.

2º. Exercício (Prova 2006): Dado o circuito realimentado conforme mostrado na figura abaixo:



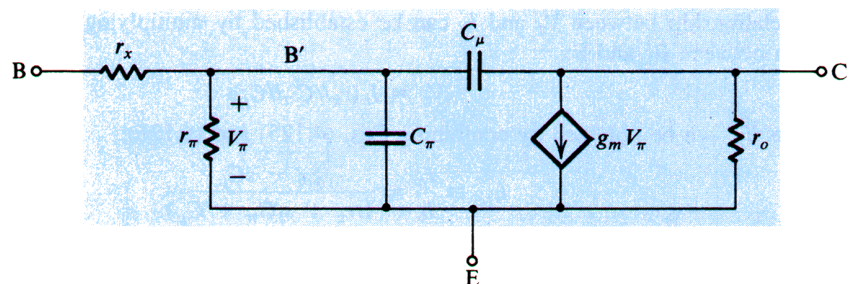
$I_C = 2\ \text{mA}$, $R_E = 19000\ \Omega$, $C_\pi = 10\ \text{pF}$
 $R_S = 12,5\ \Omega$, $R_1 = R_2 = 500\ \text{k}\Omega$, $C_\mu = (100/95)\ \text{pF}$
 $g_m = I_C/V_T$, $R_C = R_L = 38\ \text{k}\Omega$, $r_\pi = 5000\ \Omega$
 $V_T = 25\ \text{mV}$, $R_3 = 1000\ \Omega$, $r_o = \infty$
 $\beta = g_m \cdot r_\pi$, $R_4 = 18000\ \Omega$, $r_\mu = \infty$
 $V_{BE} = 0,7\ \text{V}$, $1000\ \Omega // 18000\ \Omega = 950\ \Omega$
 $r_x = 0$

Equações fundamentais:

$$A_R = \frac{A}{1 + \beta A}, \quad R_{eR} = R_e(1 + \beta A),$$

$$R_{oR} = \frac{R_o}{1 + \beta A}, \quad \omega_{HR} = \omega_H(1 + \beta A)$$

Modelo π -híbrido:



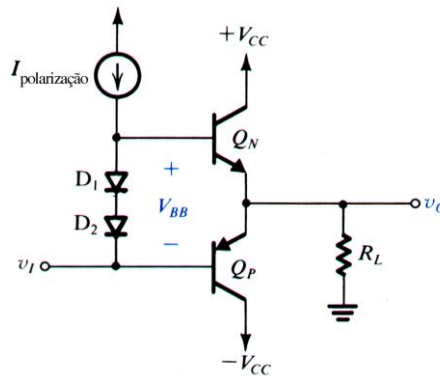
Em frequências médias, pede-se:

- Baseado no circuito realimentado, desenhe o circuito equivalente "A" sob efeito das cargas da malha de realimentação " β " substituindo adequadamente o modelo π -híbrido. (b) Utilizando o circuito equivalente "A" sob efeito das cargas da malha de realimentação " β ", determine o ganho, resistência de entrada e resistência de saída (A , R_e e R_o). (c) Determine o ganho total realimentado ($A_R = v_o/v_s$). (d) Determine as resistências de entrada e de saída do circuito realimentado (R_{eR} e R_{oR}).

Em altas frequências, pede-se:

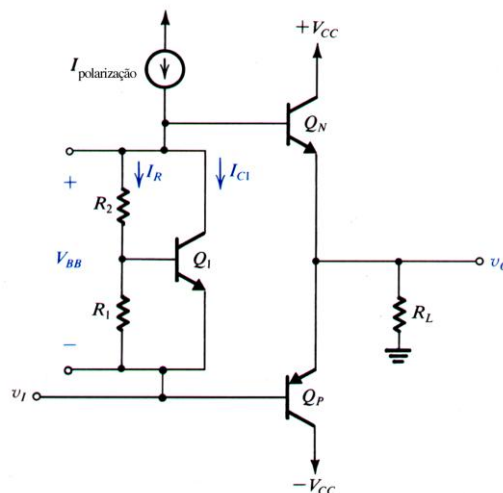
- Determine a frequência de corte superior (em "rad/s") do circuito equivalente "A" sob efeito das cargas da malha de realimentação " β ". (f) Determine a frequência de corte superior (em "rad/s") do circuito realimentado.

3º. Exercício (Prova 2005): Dado o estágio de saída classe AB utilizando uma malha de polarização com dois diodos conforme mostrado na figura abaixo. Sabendo-se que os diodos tem a mesma área de junção dos transistores de saída e $V_{CC} = 10V$, $R_L = 100 \Omega$, $\beta_N = 20$ e $V_{CEsat} = V_{ECsat} = 0$, pede-se:



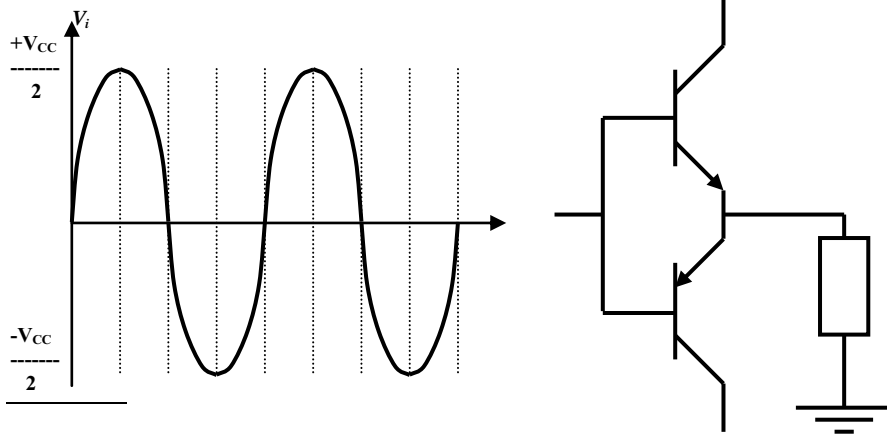
- Para $I_{polarização} = 1,0 \text{ mA}$, qual o valor da corrente quiescente I_Q de polarização dos transistores Q_N e Q_P ? (Considere adequadamente as correntes de base)
- Sabendo-se que é necessário assegurar ao menos uma corrente de $0,4 \text{ mA}$ nos diodos e considerando que $I_{polarização}$ foi mudado para $0,8 \text{ mA}$, quais os valores máximos possíveis positivo (V+) e negativo (V-), dos níveis de sinal de saída ?
- Para obter um nível de pico de sinal de saída positivo igual a 10 V e assegurar uma corrente pelo menos $0,4 \text{ mA}$ nos diodos, que valor mínimo de $I_{polarização}$ é necessário se β_N for mudado para 10 ? Para esse valor obtido, qual o valor da corrente quiescente I_Q ?
- Determine a potência máxima fornecida pela fonte de alimentação (P_{CC}) do circuito e determine o rendimento máximo (η_{max}) (Deduza as equações da potência e do rendimento)
- Determine a potência máxima dissipada em cada transistor (P_{tr}). (Deduz a expressão da potência máxima).

4º Exercício (Prova REC 2005) Dado o estágio de saída classe AB utilizando uma malha de polarização com circuito multiplicador de V_{BE} conforme mostrado na figura abaixo. Sabendo-se que $I_{SQ1} = 1,1 \times 10^{-15} \text{ A}$ e $I_{SQN} = I_{SQP} = 2,1 \times 10^{-13} \text{ A}$ e também sendo dados $V_{CC} = 30V$, $R_L = 10 \Omega$, $R_2 = 5k\Omega$, $R_1 = 7k\Omega$, $\beta_N = 20$ e $V_{CEsat} = V_{ECsat} = 0$, $I_C \approx I_S \cdot e^{V_{BE}/V_T}$, $V_T = 25 \text{ mV}$, pede-se



- Para $V_{BB} = 1,2 \text{ V}$, qual o valor da corrente de polarização $I_{polarização}$ do circuito? (Considere adequadamente as correntes de coletor de Q_1 , de base de Q_N e nos resistores R_1 e R_2 . Despreze a corrente na base de Q_1);
- Determine a potência máxima fornecida pela fonte de alimentação (P_S) do circuito e a potência máxima dissipada em cada transistor (P_{tr}).

5º. Exercício (Prova SUB 2006) O seguinte circuito implementa o estágio de saída de um amplificador (classe B). Considerando o sinal de entrada fornecido, pede-se:

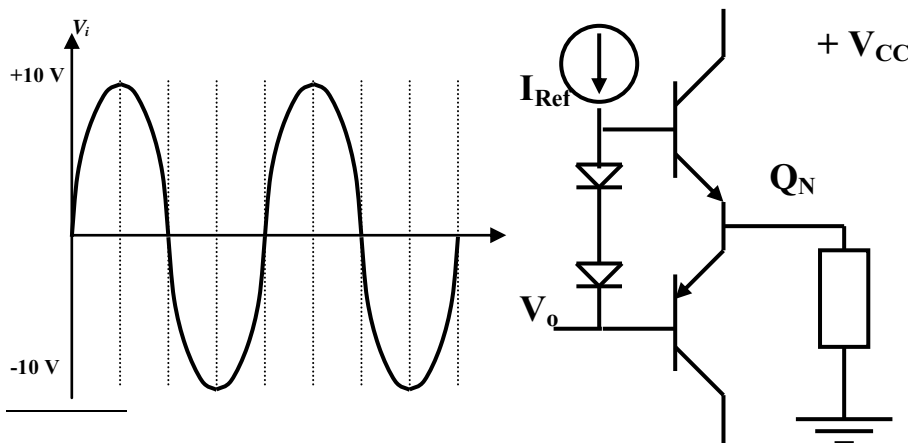


corrente média sobre uma carga R_L num **semiciclo** de senóide de amplitude V
 $I = V / (\pi R_L)$

potência média sobre uma carga R_L num **ciclo** de senóide de amplitude V
 $P = V^2 / (2 R_L)$

(a) Calcule a potência média fornecida por cada uma das duas fontes (P_{S+} e P_{S-}). Calcule também a potência média fornecida para a carga (P_L). (b) Calcule a potência média dissipada por cada transistor e o rendimento do sistema ($\eta = P_L/P_S$). (c) Qual a vantagem desta configuração (classe B) quando comparada à classe A?

Considere agora que o circuito foi modificado, passando a ser classe AB, conforme indicado na figura.

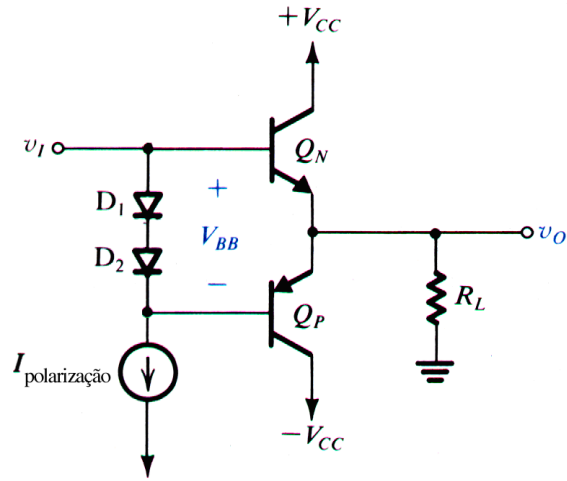


$I_C = I_S e^{V_{BE}/VT}$
 $I_Q = I_N I_P$
 Onde I_N e I_P são I_C respectivamente de Q_N e Q_P

São dados:
 $I_{Ref} = 5\text{mA}$
 $R_L = 100\ \Omega$
 $V_{BB} = 1,3\ \text{V}$ (quiescente)

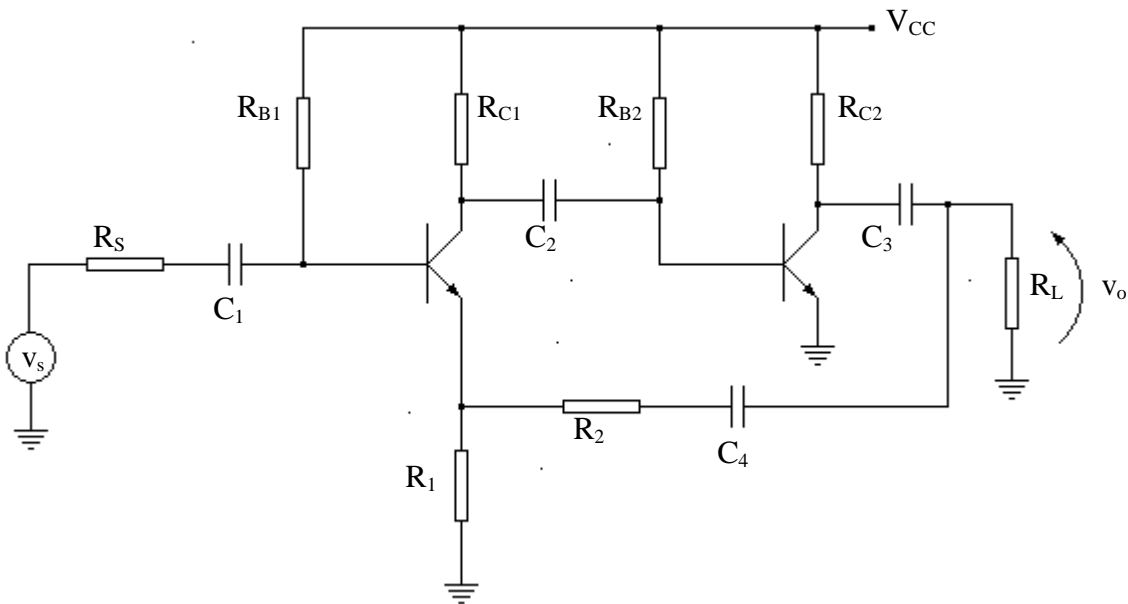
Observe que quando $V_o = 0$ temos a condição quiescente, na qual há uma pequena corrente (comparada à máxima corrente que pode circular por estes transistores de potência!) circulando pelos dois transistores. Nesta situação os dois tem a mesma tensão $V_{BE} = 0,65\ \text{V}$ aplicadas às suas junções base-emissor. Escolha um transistor, ou seja calcule sua corrente de fundo de escala I_{ST} , de modo que a corrente nesta situação (quiescente) seja $I_C = I_Q = 1\ \text{mA}$. Calcule então a relação entre I_{SD} e I_{ST} , ou seja a relação das áreas de junção base-emissor destes dois dispositivos necessária para suportar a correta operação deste circuito.

6º. Exercício (Prova 2007): Dado o estágio de saída classe AB utilizando uma malha de polarização com dois diodos conforme mostrado na figura abaixo. Sabendo-se que os diodos tem a mesma área de junção dos transistores de saída e $V_{CC} = 10\text{V}$, $R_L = 100\ \Omega$, $\beta_N = \beta_P = 19$ e $V_{CEsat} = V_{ECsat} = 0$, pede-se:



(a) Para $I_{\text{polarização}} = 10 \text{ mA}$, qual o valor da corrente quiescente I_Q de polarização dos transistores Q_N e Q_P ? (Considere adequadamente as correntes de base). (b) Sabendo-se que é necessário assegurar ao menos uma corrente de 4 mA nos diodos e considerando que $I_{\text{polarização}}$ foi mudado para 8 mA, quais os valores máximos possíveis positivo (V_+) e negativo (V_-) para os níveis de sinal de saída? (Expresse o resultado final como função do número π . Sabe-se que a corrente média associada à meia senoide que cada transistor conduz é I_{pico}/π). (c) Determine a potência fornecida pela fonte de alimentação (P_S) do circuito e determine o rendimento de transferência de potência (η) para um sinal de saída senoidal limitado em $\pm 8V$.

7º. Exercício (Prova 2008): Dado o circuito realimentado conforme mostrado na figura abaixo:



$I_E = I_{E1} = I_{E2} = 1 \text{ mA}$, $R_C = R_{C1} = R_{C2} = 10 \text{ k}\Omega$, $R_B = R_{B1} = R_{B2} = 500 \text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \infty$, $R_1 = 100\Omega$, $R_2 = 9900\Omega$, $R_L = 500 \text{ k}\Omega$ e $R_S = 12500\Omega$.

$$g_m = I_C/V_T, V_T = 25 \text{ mV}, \beta_{cc} = I_C/I_B = 99, \alpha \cong 1.$$

$$100\Omega \parallel 9900\Omega \cong 100\Omega,$$

$$5\text{k}\Omega \parallel 500\text{k}\Omega \cong 5\text{k}\Omega,$$

$$10\text{k}\Omega \parallel 500\text{k}\Omega \cong 10\text{k}\Omega,$$

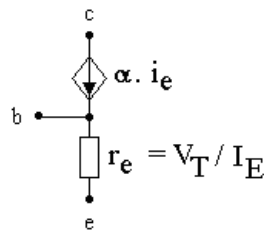
$$12,5\text{k}\Omega \parallel 500\text{k}\Omega \cong 12,5\text{k}\Omega$$

Equações fundamentais:

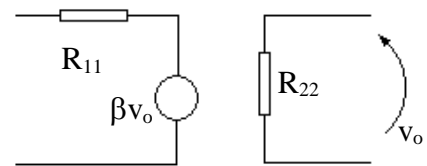
$$A_f = \frac{A}{1 + \beta A}, R_{if} = R_i (1 + \beta A),$$

$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + \beta A}, \omega_{HR} = \omega_H (1 + \beta A)$$

Modelo T:



Malha de realimentação “β”:



$$R_{11} = R_1 \parallel R_2$$

$$R_{22} = R_1 + R_2$$

$$\beta = R_1 / (R_1 + R_2)$$

- (a) Baseado no circuito realimentado, desenhe o circuito equivalente “A” sob efeito das cargas da malha de realimentação “β” substituindo adequadamente o modelo T em frequências médias.
- (b) Utilizando o circuito equivalente “A” sob efeito das cargas da malha de realimentação “β”, determine o ganho, resistência de entrada e resistência de saída (A , R_i e R_o).
- (c) Determine o ganho total realimentado ($A_f = v_o/v_s$) e as resistências de entrada e de saída do circuito realimentado (R_{if} e R_{of}).

8º. Exercício : Um transistor de potência para o qual $T_{j\text{máx}}=180^\circ\text{C}$ é capaz de dissipar 50W quando a temperatura do encapsulamento é igual a 50°C . Este transistor é montado em um dissipador de calor fazendo-se uso de uma arruela isolante cuja resistência térmica é $0,6^\circ\text{C/W}$, nestas condições:

- (a) Qual a máxima temperatura que o dissipador de calor pode atingir de forma a permitir uma operação segura com o transistor dissipando 30W?
- (b) Para uma temperatura ambiente de 39°C qual deve ser a resistência térmica do dissipador de calor?
- (c) Se utilizarmos como dissipador de calor um perfil de alumínio com uma resistência térmica de $4,5^\circ\text{C/W/cm}$ de comprimento, quão longo deverá ser este perfil?