

$$r_e + \frac{1}{\beta+1} \left(R_S \parallel \left(r_e + \frac{1}{\beta+1} (R_B) \right) \right)$$

Circuitos Eletrônicos Analógicos

1a Avaliação - 07/10/14

Sem Consulta - Duração: 2h 40min

Nome: _____

Justifique sucintamente as passagens/respostas
A interpretação é parte integrante da questão

(Valor 3.5) - Questão 1 - Considere o circuito linear da Figura 1 e parâmetros listados.

- (valor 1.0) Literalmente, represente o circuito demarcado pelo quadripólo equivalente de pequenos sinais.
- (valor 1.0) Impondo-se que o módulo do ganho de tensão do circuito demarcado seja 40, determinar os pontos quiescentes $[I_B, I_C, V_{CE}]$ de Q1 e Q2.
- (valor 0.5) Para realizar-se o acoplamento DC à entrada, qual o valor necessário de V_{CM} ?
- (valor 1.0) Qual máxima excursão de V_{in} ? Assumindo entrada senoidal, representar as formas de onda de V_{in} e V_{out} , na condição de V_{in} máximo.

$$V_{CC} = 7.5V$$

$$R_S = 250\Omega$$

$$R_C = 1.0K\Omega$$

$$R_B = 62K\Omega$$

$$R_E = 110\Omega$$

$$R_L = 1.7K\Omega$$

$$C_O \rightarrow \infty$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$V_{CE\text{ sat}} = 0.3V$$

$$r_{ce} \rightarrow \infty \quad \beta = 200$$

$$r_{ce}$$

$$V_{CC} - I_B R_B - 0.7$$

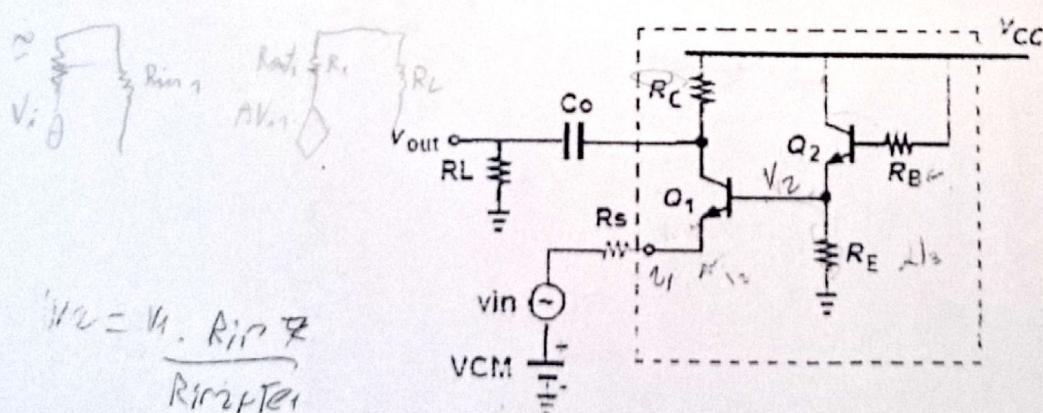


Figura 1

$$\frac{1}{P} \left(R_{in} + R_E \parallel \left(\frac{1}{P} (R_{in} + R_B) \right) \right)$$

$$V_{in} = \frac{V_{in} k_1}{R_{in} k_2}$$

$$R_{out} = R_C \parallel R_L$$

$$T_A = \frac{R_C}{R_L}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_C \parallel R_L}{R_C (R_C \parallel R_L)}$$

Questão 2 (Valor 3.0) : Seja o gerador de referência de tensão da Figura 2. Admitindo opamp ideal e parâmetros listados.

(valor 1.5) Dimensionar R₁ e R₂ para obter-se uma referência de tensão V_{REF} @ T = 300°K.

(valor 0.5) Determinar numericamente o valor de V_{REF} .

(valor 0.5) Qual o valor limite de R?

(valor 0.5) Discuta, em termos de esquemático elétrico, um circuito cuja funcionalidade exija uma referência de tensão.

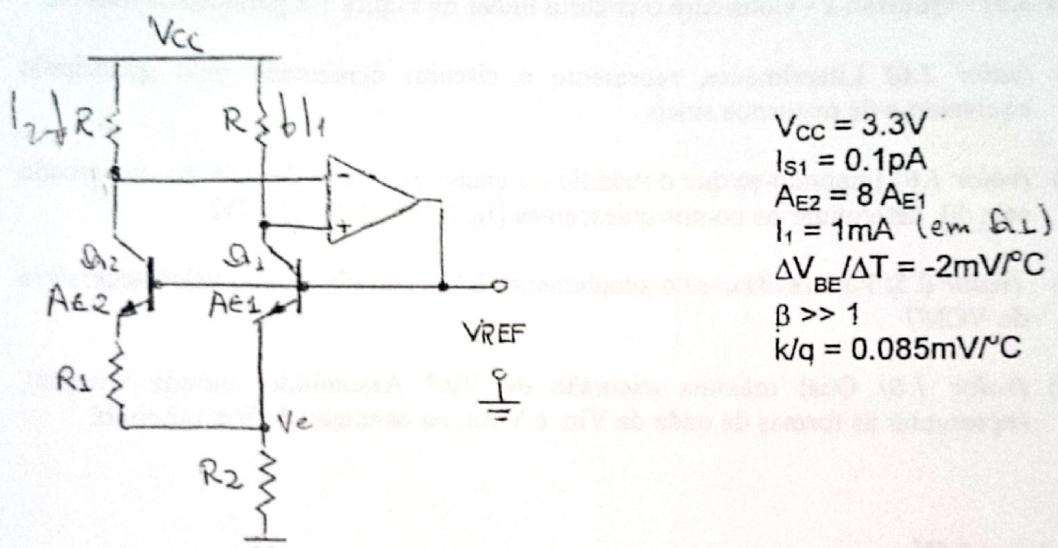


Figura 2

(Valor 3.5) - Questão 3: Considere o circuito linear da Figura 3 e parâmetros listados. Deseja-se obter uma excursão senoidal de 3V na carga. Assumindo corrente quiescente nula na carga.

- (valor 1.25) Determine o intervalo de variação de R_L e o valor de R_2
- (valor 0.5) Qual o valor de V_A ? Justifique.
- (valor 0.5) Qual a amplitude necessária de V_g ?
- (valor 0.75) Determine a eficiência de potência nas condições de amplitudes de 1V e 3V à saída.
- (valor 0.5) Utilizando a forma de onda de V_g como referência, esboce, detalhadamente, as formas de onda de V_I e V_L , assim como as correntes de coletor de Q_1 , Q_2 e na carga, na condição de excursão de 3V.

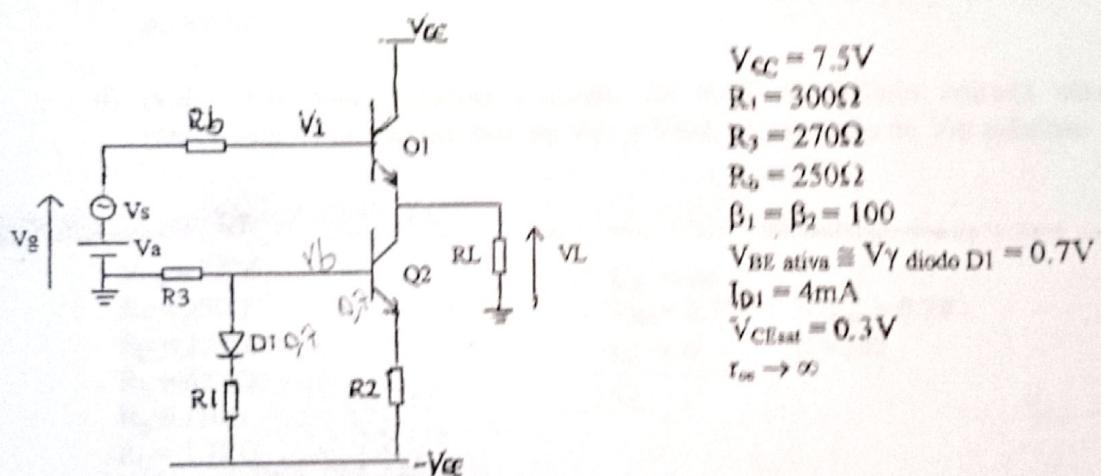
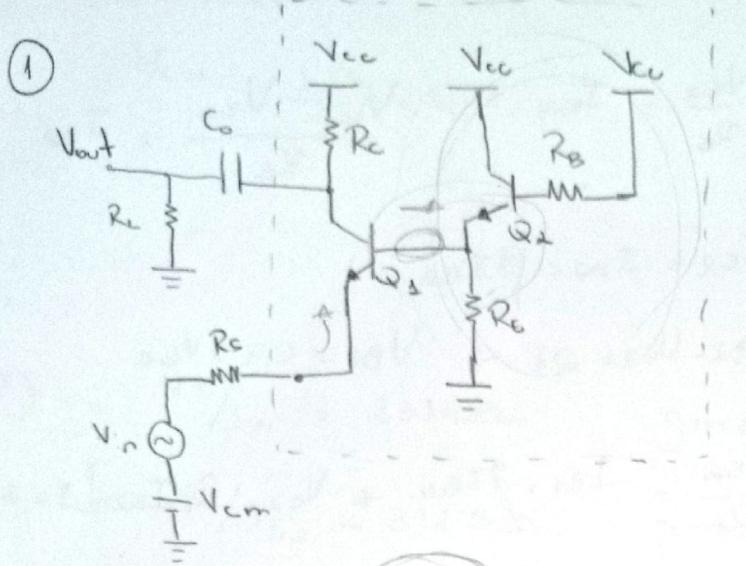


Figura 3



$$V_{CC} = 7.5V$$

$$R_S = 250\Omega$$

$$R_E = 3k\Omega$$

$$R_B = 62k\Omega$$

$$R_L = 150\Omega$$

$$R_C = 17k\Omega$$

$$C_0 \rightarrow \infty$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$V_{CE} = 0.3V$$

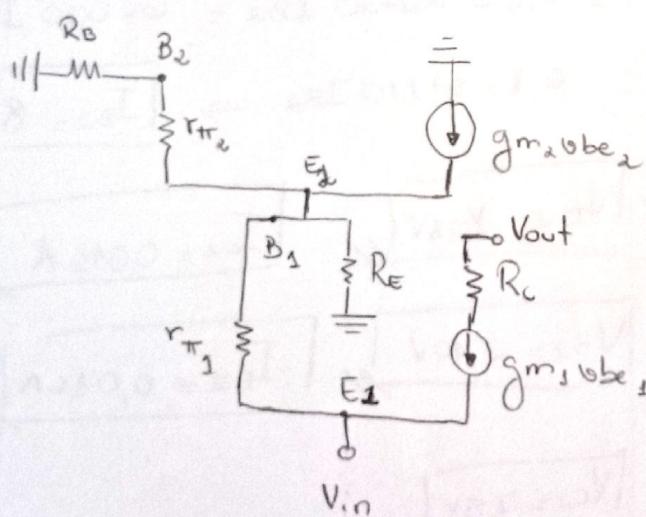
$$\beta = 200$$

$$r_e + \frac{R_B \beta}{B+1}$$

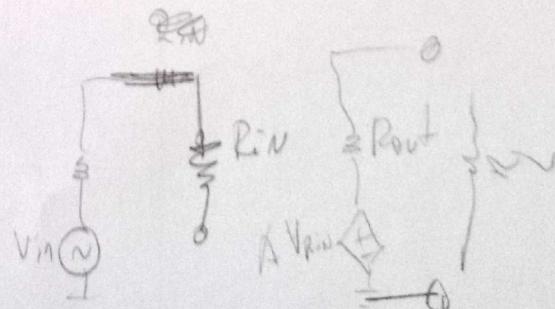
$$R_E \parallel \left[r_e + \frac{R_B}{B+1} \right]$$

Quadr. polo \rightarrow

a)



\rightarrow capacitor e R_L entra
no quadri-polo?



$$b) \frac{Saída}{Entrada} = \text{Ganho} = 40 \quad \left. \begin{array}{l} \text{do circuito demarcado pelas linhas} \\ \text{Pontilhadas.} \end{array} \right\}$$

$$\boxed{V_{C2} = 7,5V}$$

$$V_{E2} = V_{B2}$$

$$\frac{V_{E1} - V_{CM}}{R_S} = I_{E1} \quad \frac{V_{CC} - V_{C1}}{R_C} = I_{C1}$$

$$V_{BE1} = 0,7 \rightarrow 1,78 - V_{E1} = 0,7$$

$$\boxed{\begin{array}{l} V_{E1} = 1,08V \\ V_{B1} = 1,78V \end{array}}$$

$$I_{C1} \approx I_{C2}$$

$$\frac{V_{E1} - V_{CM}}{R_S} = \frac{V_{CC} - V_{C2}}{R_C}$$

$$\boxed{V_{CM} = 0,54V}$$

$$\boxed{I_{B2} = 30,8\mu A}$$

$$\boxed{I_{E3} = 2,36mA}$$

$$\boxed{I_{C1} \approx 2,36mA}$$

$$\boxed{V_{C1} = 5,34V}$$

$$\frac{V_{E2}}{R_E} = I_{E2}$$

$$\frac{V_{CC} - V_{B2}}{R_B} = I_{B2}$$

$$I_{E2} = I_{B2} + \beta I_{B2}$$

$$V_{B2} - V_{E2} = 0,7 \rightarrow V_{B2} = 0,7 + V_{E2}$$

$$\frac{V_{E2}}{R_E} = I_{B2} \cdot \beta I_{B2} \rightarrow V_{E2} = R_E I_{B2} [1 + \beta]$$

$$\frac{V_{CC} - 0,7 - V_{E2}}{R_B} = I_{B2}$$

$$\rightarrow \frac{V_{CC} - 0,7 - [R_E I_{B2} (1 + \beta)]}{R_B} = I_{B2}$$

$$\rightarrow 6,8 - 22410 I_{B2} = 62000 I_{B2}$$

$$6,8 = 84110 I_{B2} \rightarrow$$

$$\boxed{I_{B2} = 80\mu A}$$

$$\boxed{V_{E2} = 1,78V}$$

$$\boxed{I_{C2} = 0,016A}$$

$$\boxed{V_{B2} = 2,48V}$$

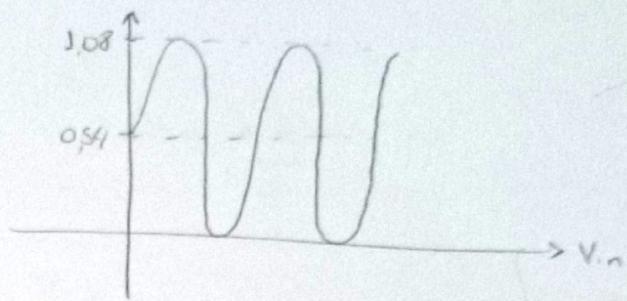
$$\boxed{I_{E2} \approx 0,036A}$$

$$\boxed{V_{C2} = 7,5V}$$

Acoplamiento DC deslocn o sinal de entrada

→ Como valor de $V_{E1} = 1,08V$

$$V_{CM} = \frac{1,08}{2} = 0,54$$



d) $r_{\pi} = V_T / I_{B1} = 2314 \Omega$

$$r_{\pi} = V_T / I_{B2} = 312,5 \Omega$$

$$g_{m1} = I_{C1} / V_T = 0,0864$$

$$g_{m2} = I_{C2} / V_T = 0,64$$

$$\frac{v_{b_2}}{R_B} = i_{b_2} \quad \frac{v_{b_2} - v_{c_2}}{R_{\pi}} = i_{b_2}$$

$$a) R_1? R_2? \quad V_{ZEP} @ T = 300^\circ K$$

$$V_{C2} = V_{C1}$$

$$I_{C1} = I_{C2} = 1 \text{ mA}$$

$$\varnothing_t = \frac{k \cdot t}{q}$$

$$V_{BE1} = \varnothing_t \ln \left(\frac{I_a(T)}{I_0(T)} \right) \rightarrow \boxed{V_{BE1} = 0,58 \text{ V}}$$

$$\frac{V_{E_1}}{R_2} = I_{E_1} + I_{E_2}$$

$$\frac{V_{E_2}}{R_2} = I_{E_1}$$

$$\varnothing_t = 0,0255 \text{ V}$$

$$M = 23,53$$

$$\Delta V_{BE} = \varnothing_t \ln \frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{A_2}{A_1} \rightarrow \boxed{\Delta V_{BE} = 53 \text{ mV}}$$

$$\boxed{V_{BE2} = 0,52 \text{ V}}$$

$$V_{BE2} + R_1 I_{E_2} - V_{BE3} = 0$$

$$R_1 I_{E_2} - 53 \text{ mV} \rightarrow R_1 = \frac{53 \text{ mV}}{I_{E_2}} \quad I_{E_2} \approx I_1$$

$$\boxed{R_1 = 53 \Omega}$$

$$\frac{V_{E_1}}{R_2} = 2 \text{ mA}$$

$$\frac{dV_{BE}}{dT} + \frac{R_2}{R_x} \frac{dV_{PTAT}}{dT} = 0 \rightarrow -2 \text{ mV}/^\circ C + \frac{R_2}{R_x} 0,085 \text{ mV}/^\circ e = 0$$

$\frac{R_2}{R_x} = 23,53$ resistor que fa no V_{PTAT} , no parco caro R_1

$$\frac{R_2}{R_1} = 23,53 \rightarrow \boxed{R_2 = 1,25 \text{ k}\Omega}$$

$\text{Ej: } \frac{R_2}{R_1} = \text{multiplicador pl}$

$$M = 2 \frac{R_2}{R_1} \ln(8)$$

$$b) \frac{V_{E1}}{R_2} = I_{C1} + I_{E2} \rightarrow V_{E1} = 2mA \times 1,25k\Omega$$

$$\boxed{V_{E1} = 2,5V}$$

$$V_{BE1} = 0,58V$$

$$V_{B1} - V_{E1} = 0,58$$

$$\boxed{V_{B1} = 3,08V}$$

$$V_{ref} = V_{B1} = V_{B2}$$

g) Excursão = 3V Carga nula

a) Variações R_L ? R_2 ?

$$\frac{V_b - 0,7 - (-7,5)}{R_1} = I_{D1} \quad V_b + 6,8 = 12 \rightarrow \boxed{V_{B2} = -0,6 \text{ V}}$$

$$-\frac{V_{b2}}{R_3} = I_3 \rightarrow \boxed{I_3 = 20 \text{ mA}} \quad \boxed{V_{E2} = -6,3 \text{ V}}$$

$$\frac{V_{e2} - (-7,5)}{R_2} = I_{E2} \quad \boxed{R_2 = 0,75 \Omega}$$

$$I_3 = I_{D1} + I_{B2} \rightarrow \boxed{I_{B2} = 16 \text{ mA}} \quad \boxed{I_{C2} = 16 \text{ A}} \quad \boxed{I_{E2} = 1,6 \text{ A}}$$

VALOR MÍNIMO Θ cortado

$$V_L = 3 \text{ V} \quad \frac{3 \text{ V}}{16 \text{ A}} = R_L \rightarrow R_L \geq 1,88 \Omega$$

VALOR MÁXIMO

$$V_L \rightarrow 7,5 - V_{CE\text{SAT}} \rightarrow 7,5 - 0,3 \rightarrow 7,2 \text{ V}$$

$$\frac{7,2 \text{ V}}{1,6 \text{ A}} = R_L \leq 4,5 \Omega$$

$$b) \text{ Siendo } 3V \rightarrow \begin{cases} V_E = 0 \\ \text{Corriente } R_L \end{cases} \quad V_{B_1} = 0,7V$$

$$\frac{V_A - V_{B_1}}{R_b} = I_{B_1} \rightarrow \boxed{V_A = 4,7V}$$

c) Amplitud V_s ?

$$3V \text{ no cargar} \quad V_t = 3,7V$$

$$V_A + V_{IN} - 3,7 = I_{B_1} R_b \quad I_{C_1} = 3,2A$$

$$V_{IN} = 8 - 3$$

$$\boxed{V_{IN} = 7V}$$

d) Eficiencia & Potencia

$$\begin{cases} 1V \\ 3V \end{cases}$$

$$\eta = \frac{\text{Pot carga}}{\text{Pot total}} \quad P = V_I$$

$$3V: P_{carga} = 4,8W \quad P_{TOTAL} = 3,2 \times 4,5 + 4,8W + 1,6 \times 30,5 \\ 14,4 + 4,8 + 16,8 = 36W$$

$$1V: P_{carga} = 1,6W \quad P_{TOTAL} = 3,2 \times 6,5 + 3,6 + 8,5 \times 3,6 \\ 20,8 + 1,6 + 13,6 = 36W$$