

Circuitos Eletrônicos Analógicos  
Prova de Recuperação - 11/07/16

Sem Consulta - Duração: 2h 40min

Nome: José Augusto Arlaueri

7.3

Justifique sucintamente as passagens  
A interpretação é parte integrante da questão

**Questão 1: (Valor 2.0).** Deseja-se processar um sinal de banda-passante BW de 80KHz com um amplificador de tensão de ganho  $A_v=120$  [V/V]. Para tanto, disponibiliza-se de opamps a polo dominante e com frequências de corte e ganho-unitário,  $f_c$  e  $f_t$  respectivamente, como listado na Tabela 1. Para se minimizar erros, impõe-se que o opamp a ser utilizado tenha um ganho de tensão em malha aberta  $\geq 100$  na banda-passante do sinal.

OPAMP #	$f_c$ (Hz)	$f_t$ (MHz)
1	10	2.0
2	10	8.6
3	10	9.0
4	5	0.8

Tabela 1

- (valor 1.0) Quais opamps seriam compatíveis para o projeto? Se nenhum deles, especificar  $f_c$  e  $f_t$  que atenderiam ao projeto.
- (valor 1.0) propor e dimensionar um circuito para o amplificador em questão ( $A_v = 120$  [V/V]).

**Questão 2 (Valor 3.0) :** Considerando ideal o amplificador operacional no circuito da Figura 1, e parâmetros listados, justificando as passagens:

- (valor 0.75) Obter a função ganho de malha  $L(s)$
- (valor 0.75) Determinar a frequência de oscilação  $f_o$  e o ganho do amplificador para oscilação sustentável.
- (valor 1.0) Propor um circuito limitador de amplitude para oscilador linear. Considere disponíveis os componentes necessários, definindo seus valores ou características. Se for o caso, assumir diodos com  $V_D = 0.7V$ .
- (valor 0.5) Admitindo que a oscilação à saída do opamp em  $\omega_o$  tenha um valor de pico  $V_{pk}$ , determine, literalmente, o valor de slew-rate necessário. Justifique a sua resposta.



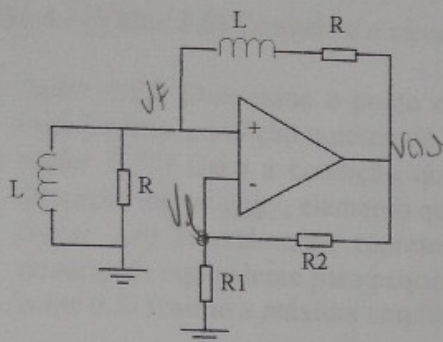


Figura 1

$$R = 20 \text{ K}\Omega$$

$$L = 10 \text{ mH}$$

$$V_{CC+} = 5 \text{ V}$$

$$V_{CC-} = -5 \text{ V}$$

$$V_F = V_{OUT} \frac{L/R}{L/R + L/R}$$

$$\frac{5L \cdot R}{5L + R} \quad \frac{5L \cdot R}{5L + R}$$

**Questão 3 (Valor 2.0):** Dado o circuito da Figura 2, sendo  $Q_1$  e  $Q_2$  NPN casados,  $\beta \gg 1$ , com corrente de saturação  $I_{SE}$  referente à junção emissor-base, e operacionais ideais, determine a expressão para  $V_{out}$ .

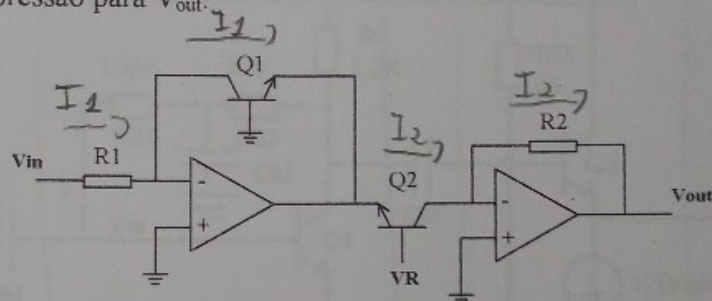


Figura 2

Resolução

$$I_1 = I_{Q1}$$

$$\frac{V_{IN}}{R_1} = I_S e^{\frac{V_{BE1}}{V_T}} \quad (1)$$

$$\frac{V_{OUT}}{R_2} = I_S e^{\frac{V_{BE2}}{V_T}} \quad (3)$$

$$V_R - V_{BE2} + V_{BE1} = 0 \quad (2)$$

Divide (3)  $\rightarrow$  (1)

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R_2}{R_1} \frac{I_S}{I_S} e^{\frac{V_{BE2} - V_{BE1}}{V_T}}$$

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R_2}{R_1} e^{\frac{V_R}{V_T}}$$

$$\frac{R_4 R_3}{R_4 + R_3} = \frac{1}{17} R_1 - R_2$$

$$\frac{5L}{R} = -\frac{R}{5L}$$

$$5^2 = -\frac{R^3}{L^2}$$

$$(-5W)^2$$

$$1700 - 2000$$

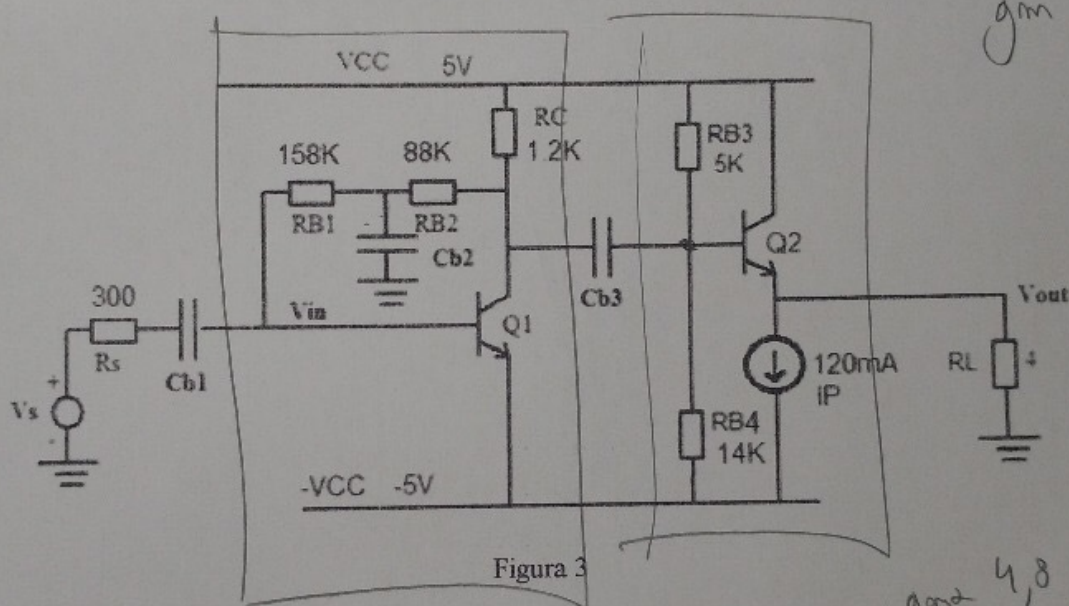
$$R_4 R_3 = -300(R_4 + R_3)$$

$$212 R_4 = -300 R_4 - 300 \cdot 2121$$

**Questão 4 - (Valor 3.0)** Considere o circuito linear da Figura 3 e parâmetros listados.

- (valor 0.75) Determine o ponto quiescente de  $Q_1$  [ $I_{CQ}$ ,  $I_{BQ}$ ,  $V_{CEQ}$ ]. Assumindo, inicialmente, condição quiescente  $V_{out} = 0V$ , verifique se a mesma ocorre.
- (valor 0.75) Caso a condição quiescente  $V_{out} = 0V$  não ocorra, proponha a alteração de um único elemento que possa impô-la. Justifique.
- (valor 1.0) Literalmente, represente cada estágio demarcado pelo respectivo quadripólo equivalente para pequenos sinais.
- (valor 0.5) Estime a máxima amplitude de  $V_s$ , literalmente.

$V_{BE} = 0.7V$ ,  $V_T = 25mV$   
 $\beta_1 = \beta_2 = 300$   $r_{CE} \rightarrow \infty$   $C \rightarrow \infty$   
 Resistores em  $[\Omega]$



gm  
 gmd 4,8  
 re 0,20  
 $\mu_H = 0,2 \Omega$