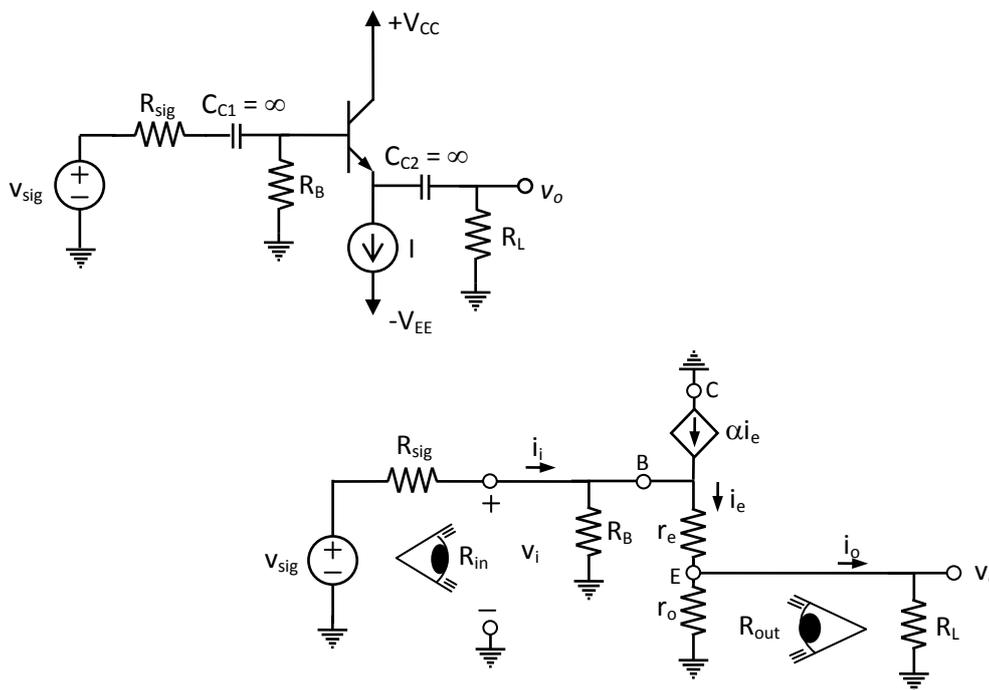


Assunto : Amplificadores com configuração emissor comum sem e com a resistência no emissor . Determinação dos parâmetros destes circuitos.

Obs: embora esta lista trate de amplificadores emissor comum, o exercício 1 refere-se a um amplificador coletor comum com o objetivo de mostrar como o acoplamento do amplificador a uma carga e a um gerador de sinal pode modificar os valores de suas resistências de saída e de entrada.

**Exercício 1** – As figuras abaixo referem-se ao circuito de um amplificador coletor comum e ao seu modelo para a análise de pequenos sinais. O circuito referente ao modelo é o resultado da substituição do TBJ por seu modelo T, com gerador  $\alpha i_e$ , resistência de saída  $r_o$  e fontes cc mantidas em repouso. De acordo com as definições dos parâmetros característicos dos amplificadores ( páginas 287 e 288 do livro Microeletrônica 5ª edição), determine as expressões de  $R_{in}$ ,  $R_i$ ,  $R_{out}$ , e  $R_o$ .



Respostas:  $R_{in} = R_B // [(\beta + 1)(r_e + r_o // R_L)]$ ,  $R_i = R_B // [(\beta + 1)(r_e + r_o)]$

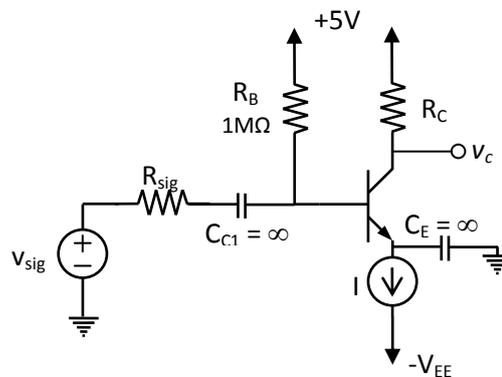
$$R_{out} = \left( r_e + \frac{R_{sig} // R_B}{\beta + 1} \right) // r_o \quad e \quad R_o = r_e // r_o$$

**Exercício 2** – Considere o circuito do amplificador com configuração emissor comum abaixo. Projete o circuito (encontre os valores de  $I$  e de  $R_C$ ) de forma a observar as duas condições estabelecidas a seguir:

- A resistência de entrada ( $R_i$ ) do amplificador deve ser igual a  $5k\Omega$ .
- O ganho de tensão da base para o coletor ( $A_{v_o}$ ) deve ser maximizado e consistente com a condição de que a tensão de coletor, nunca caia abaixo da tensão de base (a máxima tensão do sinal na base é igual a  $5mV$  neste caso).

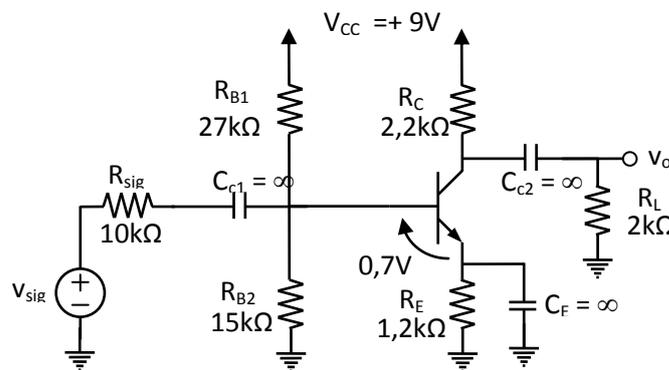
Considere que o gerador de sinal  $v_{sig}$  é uma fonte senoidal com componente cc nula e que o TBJ tem um  $\beta = 100$  e uma tensão Early muito elevada ( $r_o \cong \infty$ ).

Pergunta-se: Qual o ganho de tensão obtido ( $A_{v_o}$ )? Se  $R_{sig} = 10k\Omega$ , qual o ganho de tensão total ( $G_V$ )?



**Respostas:**  $I = 0,505mA$ ,  $R_C = 8,32k\Omega$ ,  $A_{v_o} = -166,5V/V$ ,  $G_V = -55,5V/V$

**Exercício 3** – Para o amplificador emissor comum mostrado na figura abaixo o TBJ apresenta um  $\beta = 100$  e uma tensão Early de  $100V$ . Utilize o modelo  $\pi$ -híbrido com gerador  $g_m v_{be}$  e resistência de saída  $r_o$  para calcular os seguintes parâmetros do amplificador: a resistência de entrada ( $R_{in}$ ), a resistência de saída ( $R_{out}$ ), o ganho de corrente ( $A_i$ ) e o ganho de tensão ( $G_V$ ). Sabe-se que o amplificador está polarizado com uma corrente de coletor  $I_C = 1,92mA$ .



**Respostas:**  $R_{in} = 1,14k\Omega$ ,  $R_{out} = 2,11k\Omega$ ,  $G_V = -8,1V/V$ ,  $A_i = -45,1A/A$

**Exercício 4** – No exercício anterior retire o capacitor  $C_E$  de emissor e recalcule a resistência de entrada ( $R_{in}$ ) e o ganho de tensão ( $G_V$ ). No modelo para pequenos sinais despreze o efeito da resistência de saída  $r_o$ .

Obs: Porque desprezar o efeito de  $r_o$  neste caso? São dois os motivos:

1. É muito trabalhoso levar em conta  $r_o$  nos cálculos para esta configuração de amplificador. Seu efeito, se relevante, poderia ser estimado por um programa simulador de circuitos.
2. Pode ser observado que o resultado para o ganho de tensão no exercício 3 é pouco dependente da resistência de saída ( $r_o \gg \gg R_C // R_L$ ).

**Respostas:**  $R_{in} = 8,94k\Omega$     $G_V = - 0,4V/V$

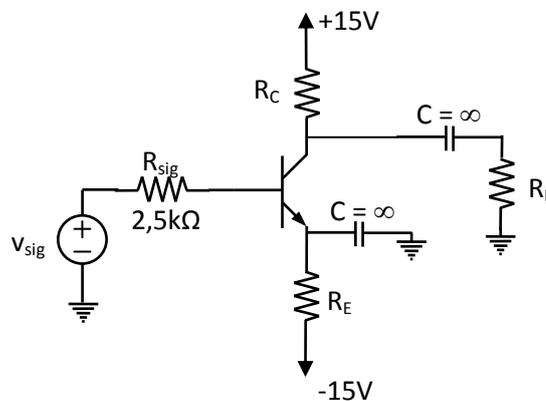
**Exercício 5** – Utilize a mesma configuração do amplificador do exercício 3 com o mesmo gerador de sinal ( $v_{sig}$ ,  $R_{sig}$ ), com a mesma carga  $R_L$ , com a mesma tensão de alimentação ( $V_{CC}$ ), com o mesmo TBJ e projete o amplificador (determinar os valores de  $R_{B1}$ ,  $R_{B2}$ ,  $R_E$ , e  $R_C$ ) de forma que a corrente de emissor seja aproximadamente 2mA e o ganho de tensão  $G_V$  igual a  $-8V/V$ .

Para calcular as resistências de polarização de base, estabeleça uma corrente de valor um décimo da corrente de emissor pelo resistor  $R_{B2}$  e imponha uma tensão de polarização de base de valor um terço da tensão de alimentação do amplificador (regras práticas).

**Respostas:**  $R_{B1} = 27,3k\Omega$     $R_{B2} = 15k\Omega$     $R_E = 1,15k\Omega$     $R_C = 2,1k\Omega$

**Exercício 6** – No circuito do amplificador abaixo,  $v_{sig}$  é uma fonte de sinal senoidal com componente cc nula. O ganho de corrente  $\beta$  do TBJ é igual a 100. Pede-se:

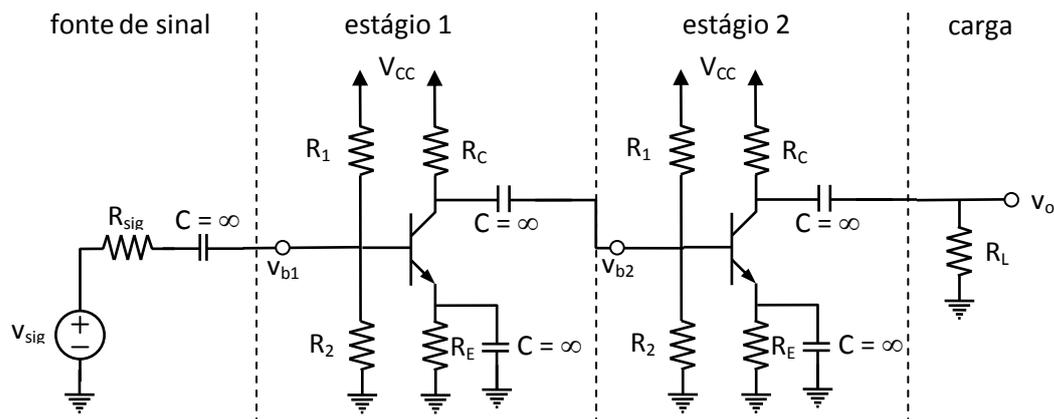
- a) Calcule o valor de  $R_E$  de forma que  $I_E \cong 1mA$ .
- b) Determine o valor de  $R_C$  para que  $V_C = + 5V$
- c) Para  $R_L = 5k\Omega$  e considerando que a resistência de saída do TBJ ( $r_o$ ) é igual a  $100k\Omega$ , esboce o circuito equivalente ( $\pi$ -híbrido com gerador  $g_m v_{be}$ ) para pequenos sinais do amplificador e determine o ganho de tensão total ( $G_V$ ).



**Respostas:**  $R_E = 13,95k\Omega$     $R_C = 10,1k\Omega$     $G_V = -64,4V/V$

**Exercício 7** – O amplificador da figura abaixo consiste de dois estágios idênticos de amplificadores com configuração emissor-comum conectados em cascata. Observe que a resistência de entrada do segundo estágio, se constitui na resistência de carga do primeiro estágio.

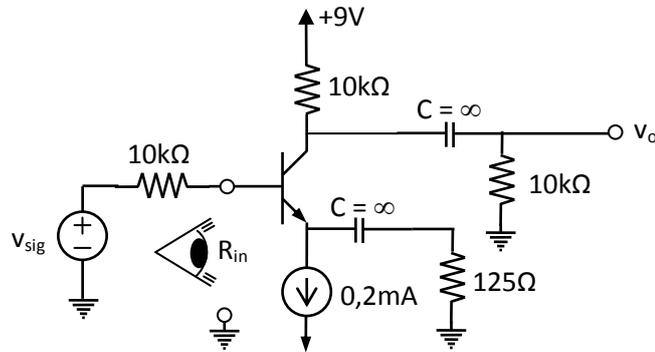
- Para  $V_{CC} = 15V$ ,  $R_1 = 100k\Omega$ ,  $R_2 = 47k\Omega$ ,  $R_E = 3,9k\Omega$ ,  $R_C = 6,8k\Omega$ , e  $\beta = 100$ , determine a corrente dc de coletor e a tensão de coletor de cada transistor.
- Esboce o circuito equivalente para pequenos sinais ( modelo  $\pi$ -híbrido com gerador  $g_m v_{be}$ , desprezando as resistências  $r_{o1}$  e  $r_{o2}$  ) para todo o amplificador e dê os valores de todos os seus componentes.
- Determine  $R_{in1}$  e  $\frac{v_{b1}}{v_{sig}}$  para  $R_{sig} = 5k\Omega$ .
- Determine  $R_{in2}$  e  $\frac{v_{b2}}{v_{b1}}$ .
- Para  $R_L = 2k\Omega$ , determine  $\frac{v_o}{v_{b2}}$ .
- Determine o ganho de tensão total  $\frac{v_o}{v_{sig}}$ .



- Respostas:**
- $I_C = 0,96mA$      $V_C = 8,47V$
  - $g_m = 38,4mA/V$      $r_\pi = 2,6k\Omega$
  - $R_{in1} = 2,4k\Omega$      $\frac{v_{b1}}{v_{sig}} = 0,32V/V$
  - $R_{in2} = 2,4k\Omega$      $\frac{v_{b2}}{v_{b1}} = -68V/V$
  - $\frac{v_o}{v_{b2}} = -59,5V/V$
  - $\frac{v_o}{v_{sig}} = 1294V/V$

**Exercício 8** – No circuito da figura a seguir,  $v_{sig}$  é um pequeno sinal senoidal com valor médio nulo. Determine a resistência de entrada  $R_{in}$  e o ganho de tensão  $G_V = \frac{v_o}{v_{sig}}$ .

Considere que  $\beta = 50$  e a tensão de Early muito elevada. Se a amplitude do sinal  $v_{be}$  deve ser limitada a 5mV, qual deve ser a máxima amplitude do sinal no gerador  $v_{sig}$ ? Qual o correspondente valor do sinal na saída?



Respostas:  $R_{in} = 12,75k\Omega$        $G_V \equiv \frac{v_o}{v_{sig}} = -11V/V$

$v_{sig \text{ máx}} = 17,9mV$        $v_o \text{ máx}} = 197mV$