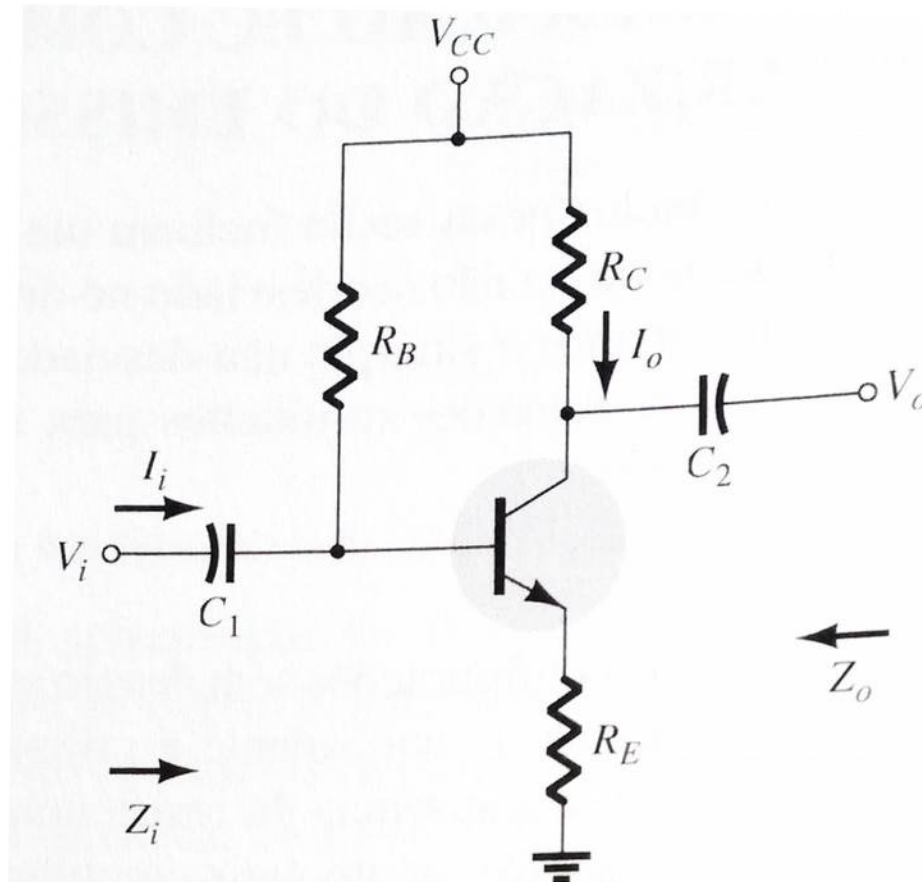


Transistores de Junção Bipolares

Adrielle C. Santana

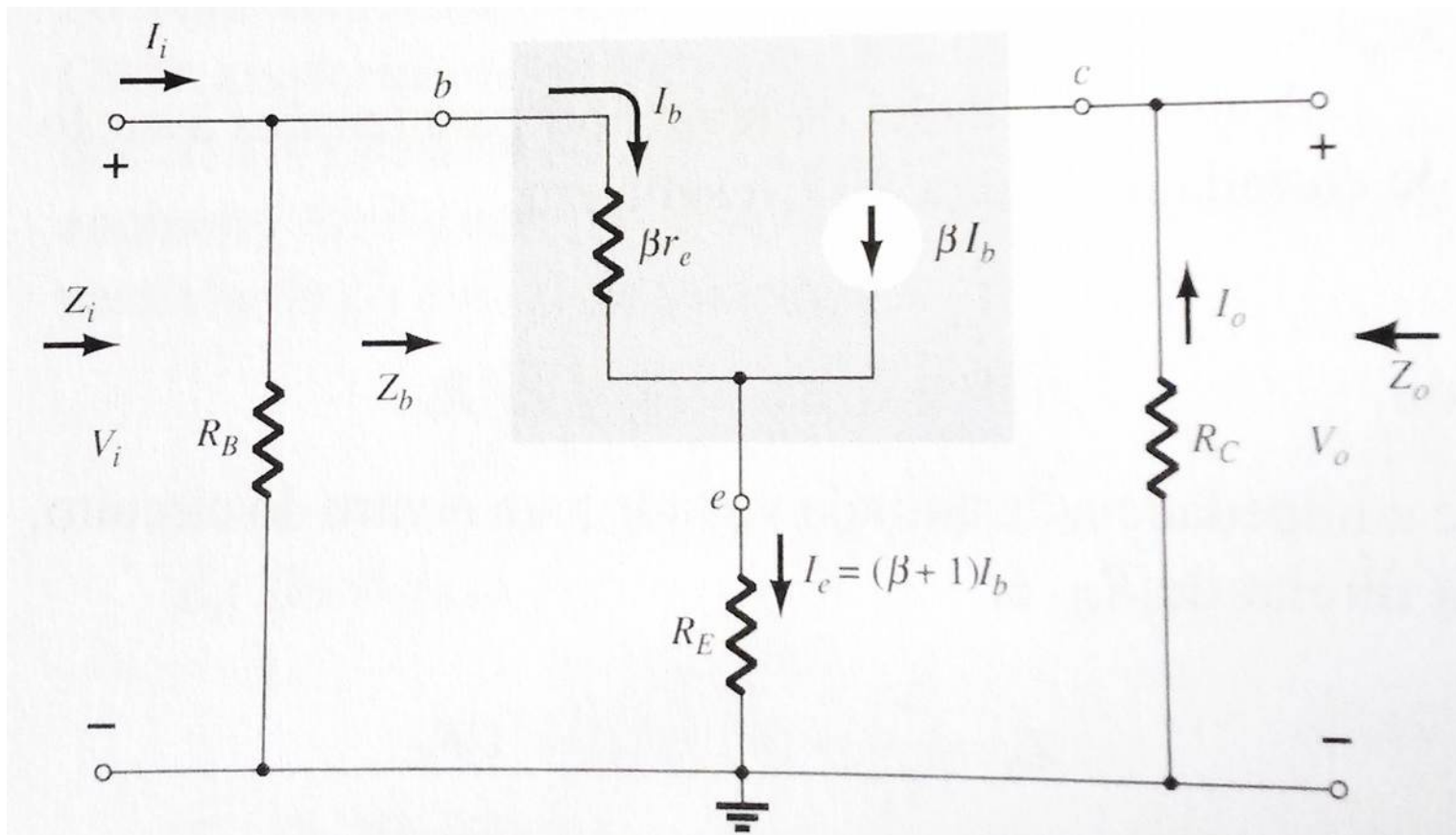
Polarização do Emissor

Resistor de Emissor não Desviado



Polarização do Emissor

Seu modelo equivalente é dado abaixo



Polarização do Emissor

A tensão alternada de entrada é dada por:

$$v_i = i_b \beta r'_e + i_e R_E$$
$$v_i = i_b \beta r'_e + \beta i_b R_E$$

$$Z_{ent(base)} = \frac{v_i}{i_b} = \beta r'_e + \beta R_E$$
$$= \beta (r'_e + R_E)$$

Como R_E costuma ser muito maior que r'_e :

$$Z_{ent(base)} \cong \beta R_E$$

Polarização do Emissor

Já a impedância de entrada Z_{ent} é:

$$Z_{ent} = R_B \parallel Z_{ent(base)}$$

A impedância de saída Z_o

$$Z_o = R_C$$

Ganho de tensão $A_v = \frac{v_o}{v_i}$

Polarização do Emissor

Pelas equações anteriores, observe que:

$$v_i = i_b Z_{ent(base)}$$

$$v_o = -i_c R_c = -\beta i_b R_c$$

Daí tem-se:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-\beta R_c}{Z_{ent(base)}} = -\frac{R_c}{(r'_e + R_E)}$$

Como $R_E \gg r'_e$

$$A_v \cong -\frac{R_c}{R_E}$$

Polarização do Emissor

O ganho de corrente é a relação entre

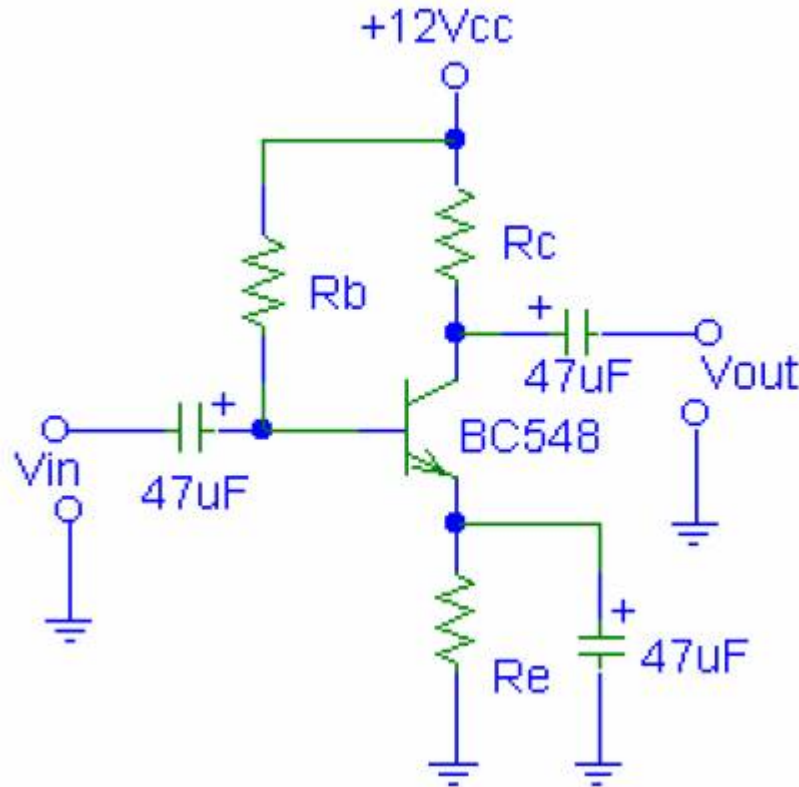
$$A_i = \frac{i_o}{i_i} = -A_v \frac{Z_{ent}}{R_c}$$

O sinal negativo em A_v indica que existe uma defasagem de 180° entre v_o e v_i .

Polarização do Emissor

Resistor de Emissor com Capacitor de Desvio

Adiciona-se um capacitor de desvio no circuito



Polarização do Emissor

As equações ficam:

$$Z_{ent} = R_B \parallel \beta r'_e$$

$$Z_0 = R_C$$

$$A_v = -\frac{R_C}{R_E}$$

$$A_i = -A_v \frac{Z_{ent}}{R_C}$$

Polarização do Emissor

Exemplo:

Encontrar:

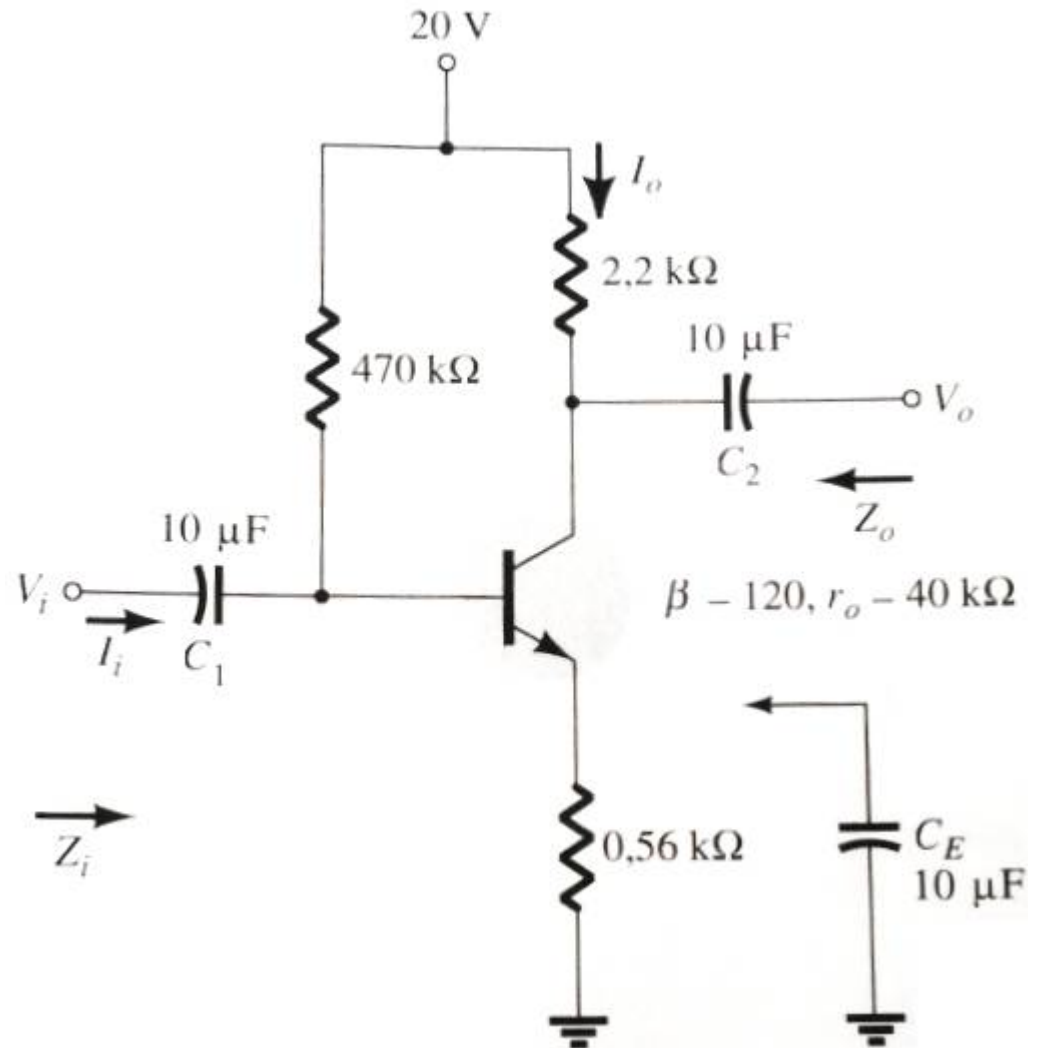
$Z_{ent(base)}$

Z_{ent}

Z_o

A_i

A_v



SEM DESVIO!

Polarização do Emissor

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta_{cc} R_E} = \frac{20 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{470 \text{ k}\Omega + (120)0,56 \text{ k}\Omega} = 35,89 \mu\text{A}$$

$$I_E = \beta_{cc} I_B = (120)(35,89 \mu\text{A}) = 4,34 \text{ mA}$$

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{4,34 \text{ mA}} = \mathbf{5,99 \Omega}$$

Polarização do Emissor

$$\begin{aligned} Z_b &\cong \beta_{cc}(r'_e + R_E) = 120(5,99 \Omega + 560 \Omega) \\ &= 67,92 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_i &= R_B \parallel Z_b = 470 \text{ k}\Omega \parallel 67,92 \text{ k}\Omega \\ &= \mathbf{59,34 \text{ k}\Omega} \end{aligned}$$

$$Z_o = R_C = \mathbf{2,2 \text{ k}\Omega}$$

Polarização do Emissor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} \cong -\frac{\beta_{cc} R_C}{Z_b} = -\frac{(120)(2,2 \text{ k}\Omega)}{67,92 \text{ k}\Omega}$$
$$= -3,89$$

Que deu bem próximo da aproximação:

$$A_v \cong -R_C/R_E = -3,93$$

Polarização do Emissor

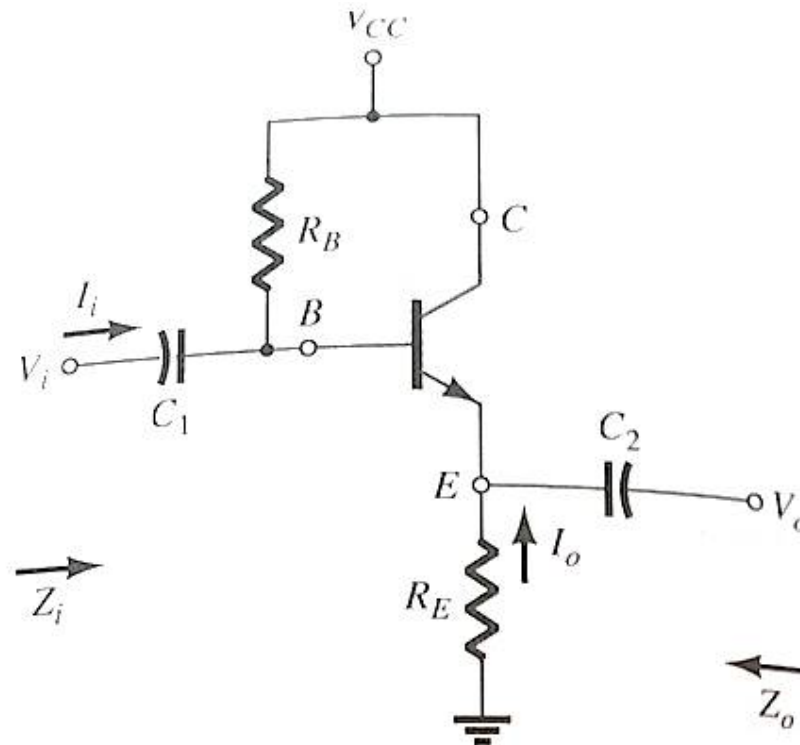
E por fim:

$$\begin{aligned} A_i &= -A_v \frac{Z_i}{R_C} = -(-3,89) \left(\frac{59,34 \text{ k}\Omega}{2,2 \text{ k}\Omega} \right) \\ &= 104,92 \end{aligned}$$

Polarização Coletor Comum

Também conhecida como **Seguidor de Emissor**.

Nela, a saída é coletada no emissor.



Polarização Coletor Comum

Suas principais relações são:

$$Z_{ent} = R_B \parallel Z_{ent(base)}$$

$$Z_{ent(base)} \cong \beta(r'_e + R_E) \cong \beta R_E$$

$$i_b = \frac{v_i}{Z_{ent(base)}}$$

$$i_e = \frac{v_i}{(r'_e + R_E)}$$

Polarização Coletor Comum

$$Z_0 = R_E \parallel r'_e \cong r'_e$$

$$A_v = \frac{v_i}{v_o} = \frac{R_E}{R_E + r'_e} \cong 1$$

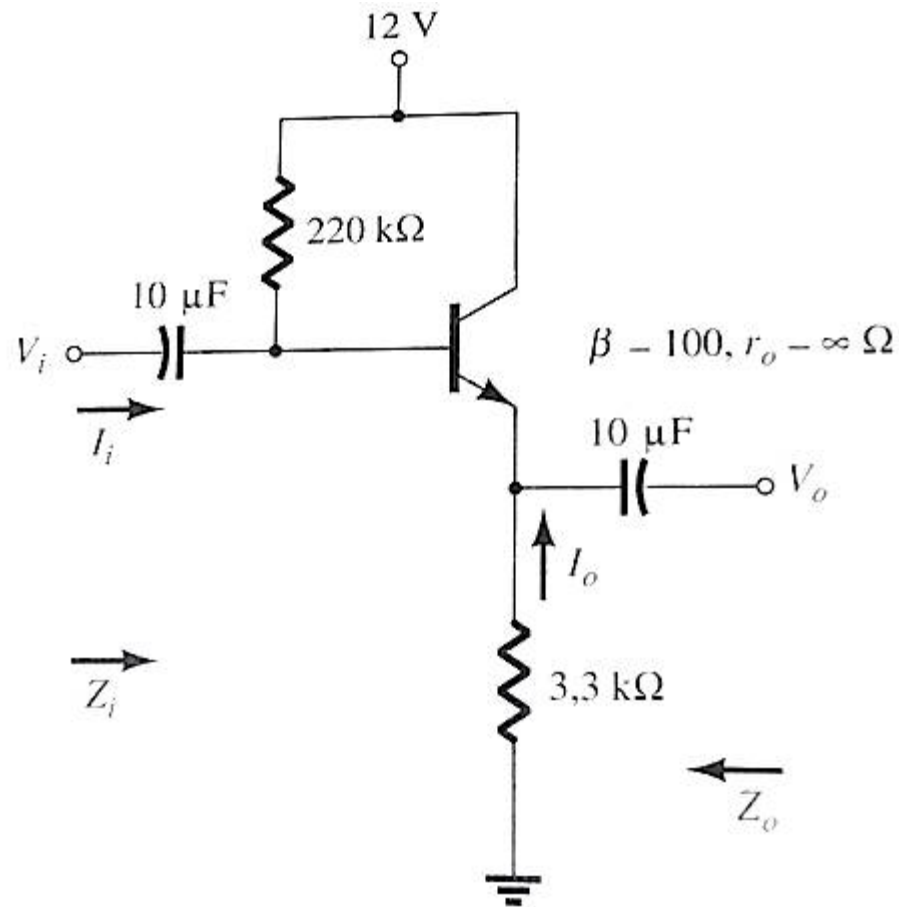
$$A_i = -A_v \frac{Z_{ent}}{R_E}$$

Nessa polarização as tensões v_o e v_i estão em fase.

Nessa polarização as tensões v_o e v_i estão em fase.

Polarização Coletor Comum

Exemplo:



Polarização Coletor Comum

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + \beta_{CC} R_E}$$
$$= \frac{12 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{220 \text{ k}\Omega + (100)3,3 \text{ k}\Omega} = 20,42 \mu\text{A}$$

$$I_E = \beta_{CC} I_B$$
$$= (100)(20,42 \mu\text{A}) = 2,062 \text{ mA}$$

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{2,062 \text{ mA}} = \mathbf{12,61 \Omega}$$

Polarização Coletor Comum

$$\begin{aligned}Z_b &= \beta r_e + \beta R_E \\&= (100)(12,61 \Omega) + (100)(3,3 \text{ k}\Omega) \\&= 1,261 \text{ k}\Omega + 333,3 \text{ k}\Omega \\&= 334,56 \text{ k}\Omega \cong \beta R_E\end{aligned}$$

$$Z_b = Z_{ent(base)}$$

$$Z_b = Z_{ent(base)}$$

Polarização Coletor Comum

$$\begin{aligned} Z_i &= R_B \parallel Z_b = 220 \text{ k}\Omega \parallel 334,56 \text{ k}\Omega \\ &= \mathbf{132,72 \text{ k}\Omega} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_o &= R_E \parallel r_e = 3,3 \text{ k}\Omega \parallel 12,61 \Omega \\ &= \mathbf{12,56 \Omega} \cong r_e \end{aligned}$$

$$Z_i = Z_{ent}$$

Polarização Coletor Comum

$$v_o = V_o$$

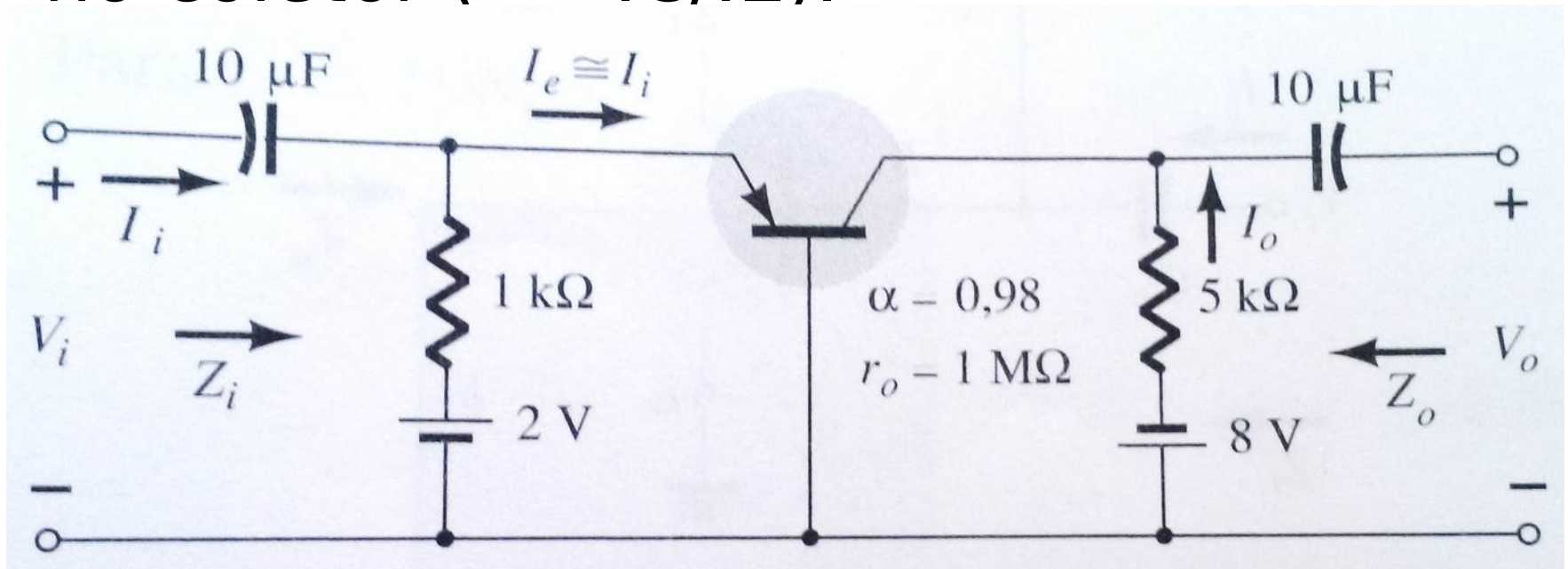
$$v_i = V_i$$

$$\begin{aligned} A_v &= \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E}{R_E + r_e} = \frac{3,3 \text{ k}\Omega}{3,3 \text{ k}\Omega + 12,61 \Omega} \\ &= \mathbf{0,996 \cong 1} \end{aligned}$$

$$A_i = -A_v \frac{Z_i}{R_E} = -(0,996) \left(\frac{132,72 \text{ k}\Omega}{3,3 \text{ k}\Omega} \right) = \mathbf{-40,06}$$

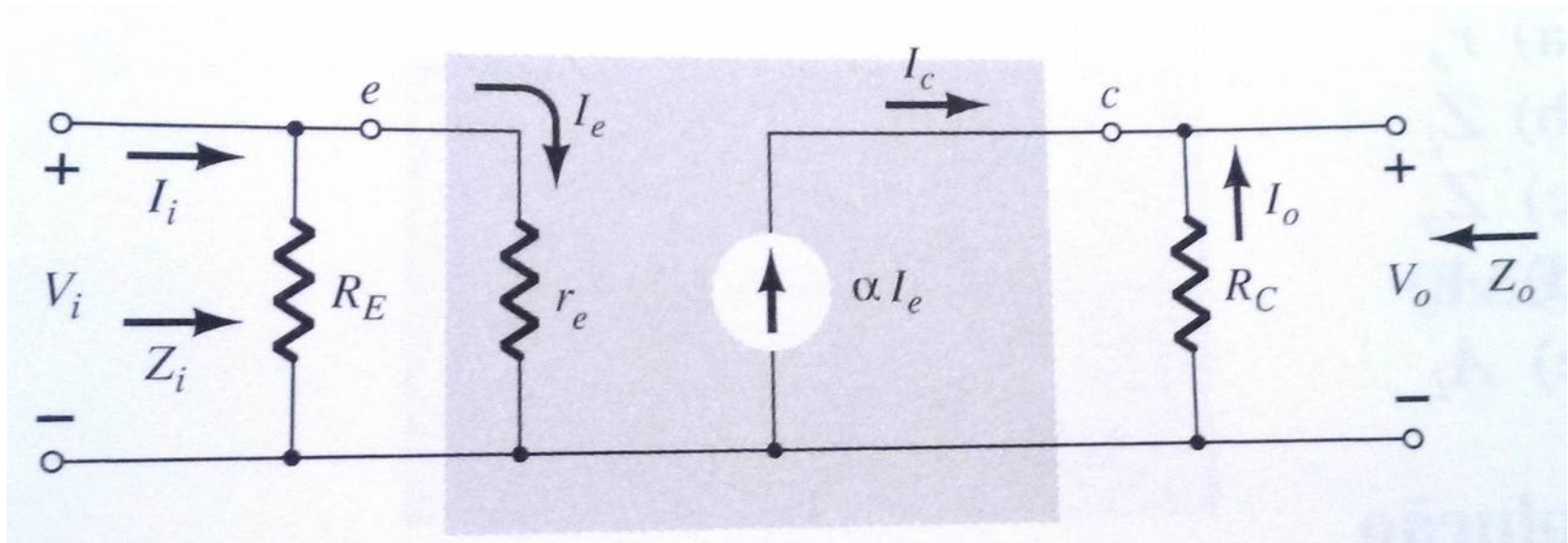
Polarização Base Comum

Nessa polarização a base é ligada ao terminal comum, a entrada do sinal se dá pelo emissor e a saída é coletada no coletor ($\alpha = I_C/I_E$).



Polarização Base Comum

Representado em circuito r'_e :



Polarização Base Comum

Suas principais equações são:

$$I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E}$$

$$Z_{ent} = R_E \parallel r'_e \cong r'_e$$

$$Z_0 \cong R_C$$

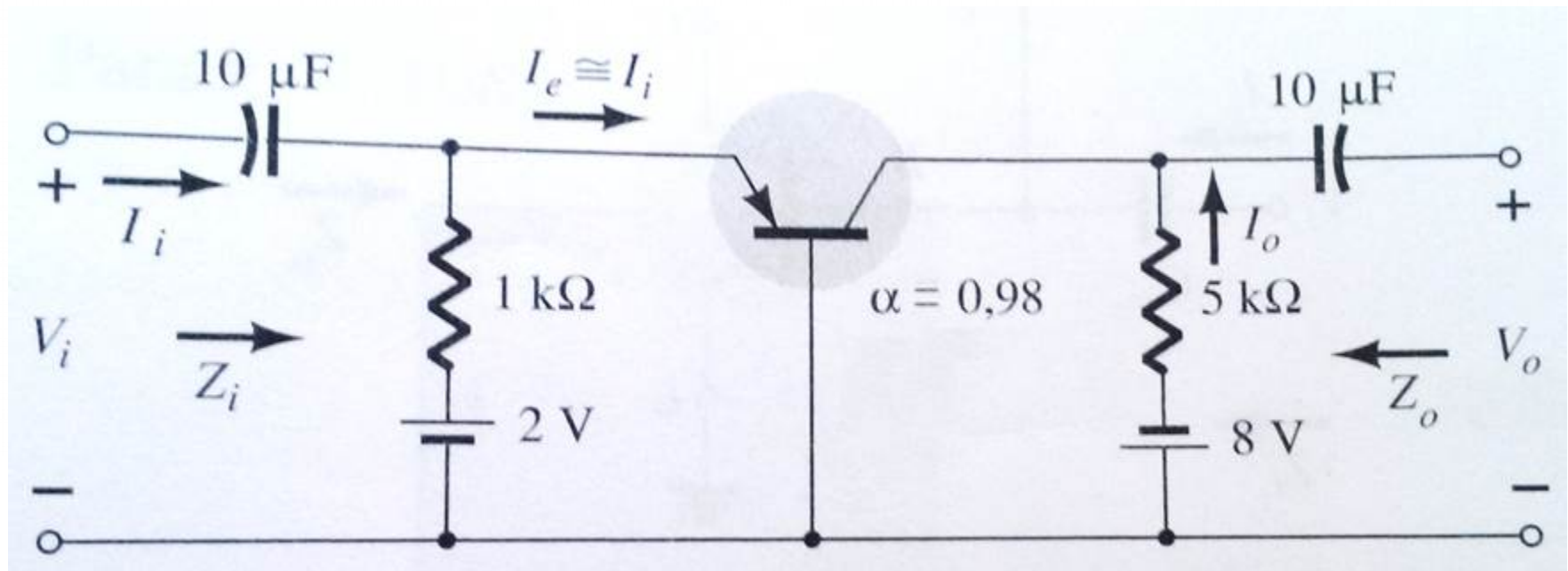
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} \cong \frac{R_C}{r'_e}$$

$$A_i = \frac{i_o}{i_i} \cong -1$$

Polarização Base Comum

Sendo A_V um valor positivo, indica que as tensões v_o e v_i estão em fase. $\left(\alpha = \frac{I_C}{I_E}\right)$

Exemplo:



Polarização Base Comum

$$Z_i = Z_{ent}$$

$$I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E} = \frac{2 \text{ V} - 0,7 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = \frac{1,3 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 1,3 \text{ mA}$$

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{1,3 \text{ mA}} \cong \mathbf{20 \Omega}$$

$$\begin{aligned} Z_i &= R_E \parallel r'_e = 1 \text{ k}\Omega \parallel 20 \Omega \\ &= \mathbf{19,61 \Omega} \cong r'_e \end{aligned}$$

Polarização Base Comum

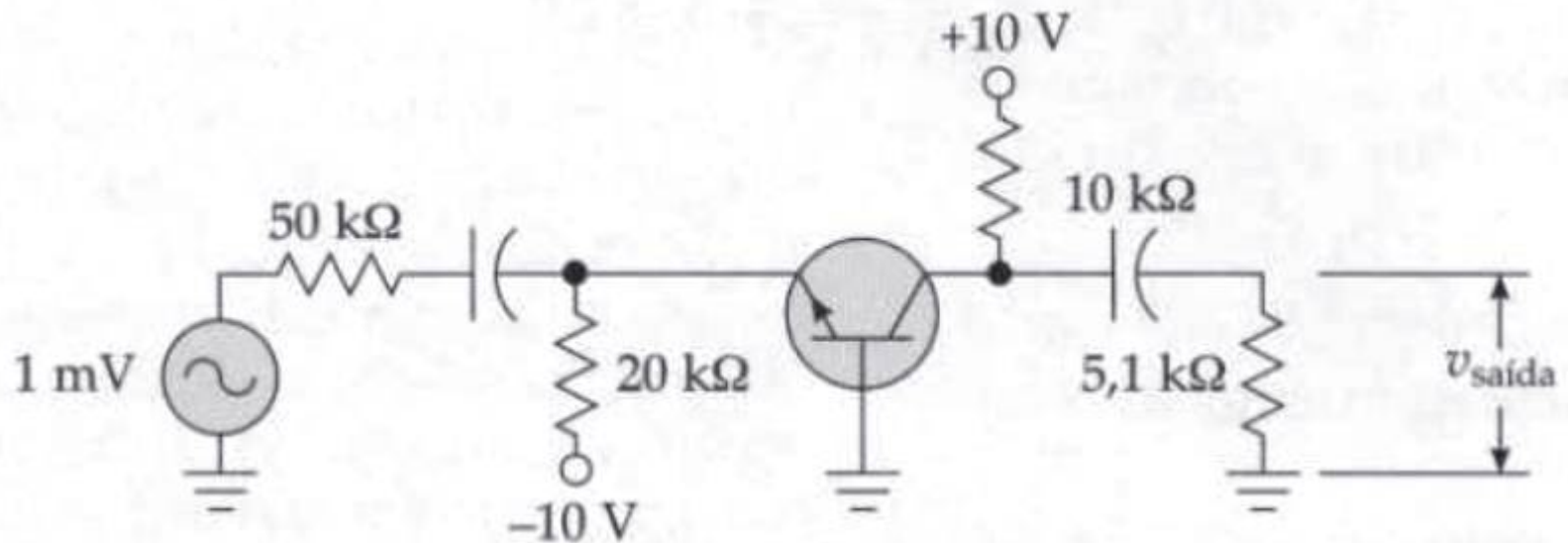
$$Z_o = R_C = 5 \text{ k}\Omega$$

$$A_v \cong \frac{R_C}{r'_e} = \frac{5 \text{ k}\Omega}{20 \Omega} = 250$$

$$A_i \cong -1$$

Polarização Base Comum

Exemplo 2:



Polarização Base Comum

$$I_E = \frac{10V - 0,7V}{20k\Omega} = 0,465mA$$

$$r'_e = \frac{25mV}{0,465 mA} = 53,8\Omega$$

$$z_{ent} = 53,8\Omega$$

$$A = \frac{10000}{53,8} = 186$$

$$z_{saida} = 10k\Omega$$

Polarização Base Comum

$$v_{ent} = \frac{53,8\Omega}{50\Omega + 53,8\Omega} (1 mV) = 0,518mV$$

$$Av_{ent} = 186(0,518mV) = 96,3 mV$$

$$v_{saida} = \frac{5,1k\Omega}{10k\Omega + 5,1k\Omega} (96,3mV) = 32,5mV$$

Polarização Base Comum

- Ele não costuma ser utilizado por possuir baixa impedância de entrada (r'_e). Se a própria fonte ca não tiver uma impedância baixa, a maior parte do sinal será perdida antes de chegar no emissor.
- Esse amplificador BC costuma ser utilizado em aplicações de altas frequências onde se costuma utilizar fontes de baixa impedância.
- Nos CI's esse amplificador costuma ser utilizado na construção de um amplificador diferencial.