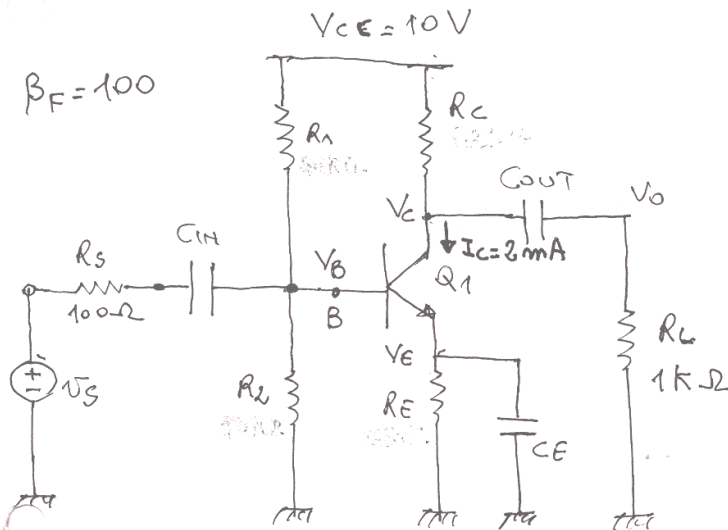


AMPLIFICATORE CON BJT A E.C.

1/5



Progettare la rete di polarizzazione in modo che il partitore R_1-R_2 fornisca una tensione di 2V e che il potenziale di V_C sia il valore medio tra V_{CC} e V_E . Determinare successivamente le amplificazioni A_v, A_{iC}, A_{p_i} , al punto segnale, e le resistenze di ingresso e di uscita, R_i ed R_o .

POLARIZZAZIONE Le quattro resistenze di polarizzazione sono determinate applicando le "3 regole d'oro".

Il partitore R_1-R_2 deve fornire nel punto B (o vuoto) 2V (2^a regola: $\Delta V_{BE} = \pm 0,1V$ $\Delta V_{BE}\% = \pm 0,1/1,3 < \pm 10\%$)

$$V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = 2V$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$V_E = 1,3V$$

Scelta $I_C = 2mA$ (all'interno della SOA) si ha

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} \approx \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_C} = \frac{2 - 0,7}{2 \cdot 10^{-3}} = 650 \Omega$$

$$V_C = \frac{V_{CC} + V_E}{2} = \frac{10 + 1,3}{2} = 5,6V$$

(3^a regola: polarizzazione a metà tra V_{CC} e V_E)

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_C}{I_C} = \frac{10 - 5,6}{2 \cdot 10^{-3}} = 2,2 k\Omega$$

$$I_{R_1 R_2} = 10 I_B = 10 \frac{I_C}{\beta_F} = 10 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{100} = 200 \mu A$$

(1^a regola: partitore R_1-R_2 quasi a vuoto)

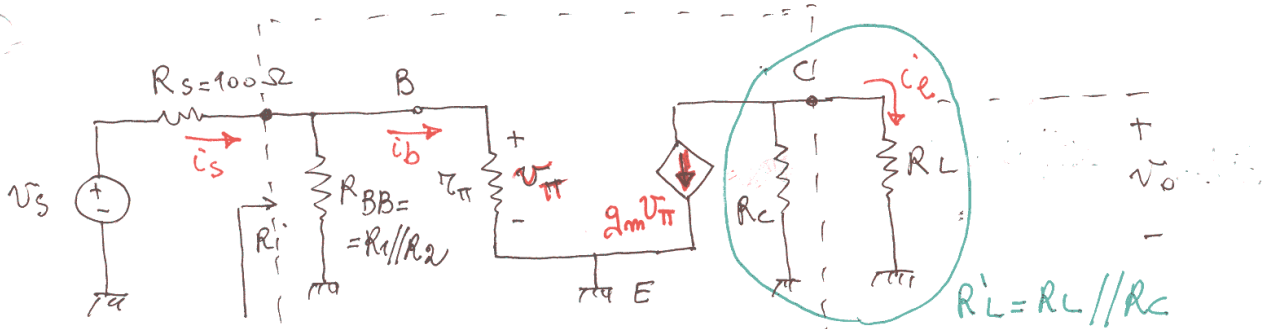
$$I_{R_1 R_2} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} = 0,2 mA$$

$$R_1 + R_2 = \frac{V_{CC}}{I_{R_1 R_2}} = \frac{10V}{0,2 mA} = 50 k\Omega$$

$$\begin{cases} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,2 \\ R_1 + R_2 = 50 \end{cases}$$

$$R_2 = 10 k\Omega$$

$$R_1 = 40 k\Omega$$



Parametri

$$R_{BB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \cdot 10}{40 + 10} = 8 \text{ k}\Omega$$

$$R'_L = \frac{R_L R_C}{R_C + R_L} = \frac{1 \cdot 2,2}{1 + 2,2} = 0,687 \text{ k}\Omega = 687 \Omega$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{26 \cdot 10^{-3} \text{ V}} = 77 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$$

$$r_{\pi} = \frac{\beta_0}{g_m} = \frac{100}{77 \cdot 10^{-3}} = 1,3 \text{ k}\Omega$$

NB si ritiene $V_A \rightarrow \infty$
(si trascura effetto Early)

$$r_o = \frac{V_{CE} + V_A}{I_C} \rightarrow \infty$$

Amplificazione di tensione

$$v_o = (-g_m v_{\pi}) R'_L = -g_m \frac{R_{BB} // r_{\pi}}{R_s + R_{BB} // r_{\pi}} \cdot R'_L \cdot v_s$$

$$\frac{R_{BB} // r_{\pi}}{R_s + R_{BB} // r_{\pi}} \approx 1$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_s} = -g_m R'_L = -53$$

Amplificazione di corrente

$$i_c = \frac{R_C}{R_C + R_L} \cdot (-g_m v_{\pi})$$

$$\begin{aligned} i_c &= \frac{R_C}{R_C + R_L} (-g_m r_{\pi} i_b) = \\ &= \frac{R_C}{R_C + R_L} \left(-g_m r_{\pi} \cdot \frac{R_{BB}}{R_{BB} + r_{\pi}} \right) i_s \end{aligned}$$

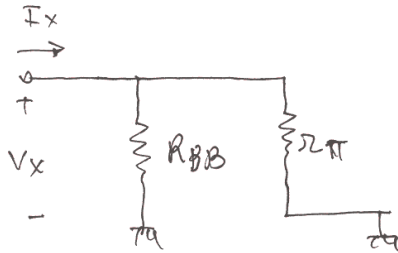
$$A_i = \frac{i_c}{i_s} = -g_m (R_{BB} // r_{\pi}) \cdot \frac{R_C}{R_C + R_L} = -59$$

Amplificazione di potenza

$$A_p = \frac{v_o i_c}{v_s i_s} = A_i A_v = 3124$$

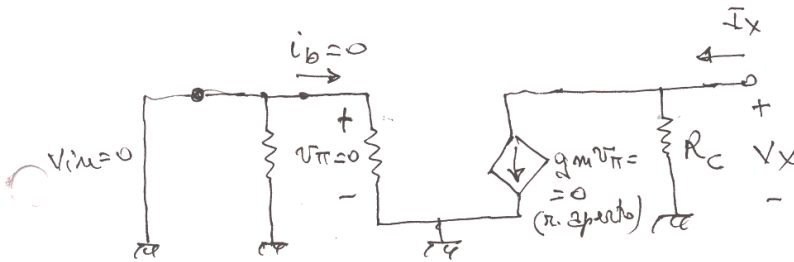
Resistenza di ingresso

3/5



$$R_i = \frac{V_x}{I_x} = R_{BB} \parallel r_{\pi} \approx 1,12 \text{ k}\Omega$$

Resistenza di uscita



$$R_o = \frac{V_x}{I_x} = R_C = 2,2 \text{ k}\Omega$$

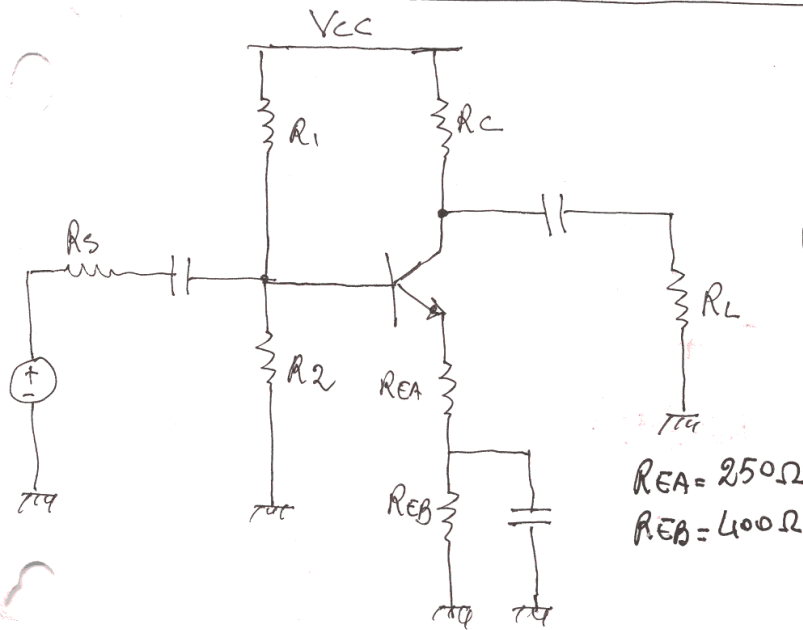
Osservazione

Il guadagno ^{di tensione} senza carico R_L (a carico aperto) è

$$A_{vo} = \frac{v_o}{v_i} = -g_m R_C = -\frac{I_C}{V_T} R_C = -\frac{V_{RC}}{V_T} = -\frac{V_{CC} - V_C}{V_T}$$

dipende esclusivamente da V_C ossia dalla scelta della polarizzazione.

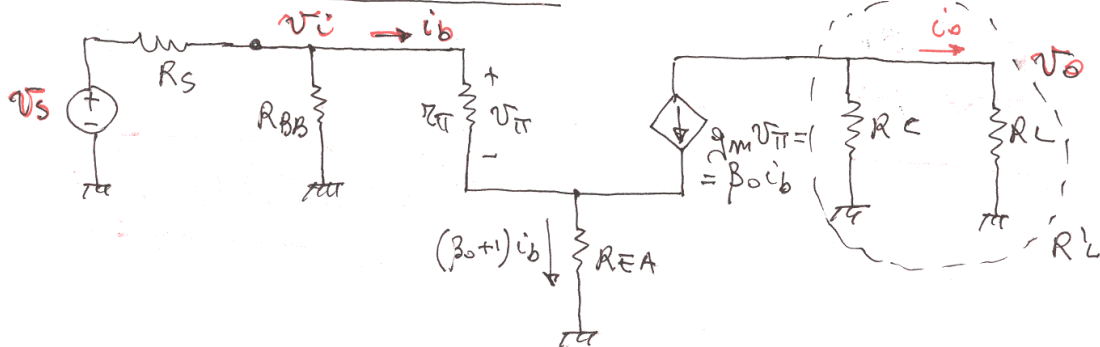
AMPLIFICATORE CON BJT E RESISTENZA DI EMETTITORE



(4/5)

Si può ottenere una amplificazione di tensione indipendente dai parametri del BJT premendo una retroazione con resistenza di emettitore anche per i segnali. Ciò comporta una pesante riduzione dell'amplificazione A_v , aumento di R_i e non variazione di R_o .

CIRCUITO AI PICCOLI SEGNALE



$$V_o = -\beta_0 i_b R'_L = -\beta R'_L \frac{V_i}{r_{\pi} + (\beta_0 + 1) R_{EA}}$$

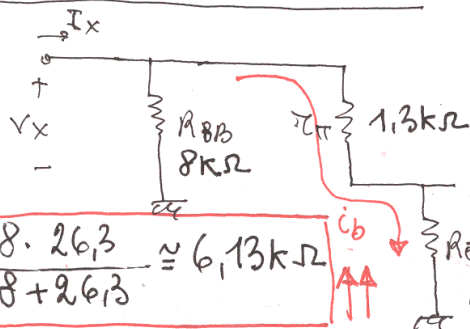
$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{\beta R'_L}{r_{\pi} + (\beta_0 + 1) R_{EA}}$$

$$\text{se } (\beta_0 + 1) R_{EA} \gg r_{\pi}$$

$$A_v \approx -\frac{R'_L}{R_{EA}}$$

$$A_v \approx -\frac{687}{250} \approx 2,75$$

RESISTENZA DI INGRESSO



$$R_i = \frac{8 \cdot 26,3}{8 + 26,3} \approx 6,13 \text{ k}\Omega$$

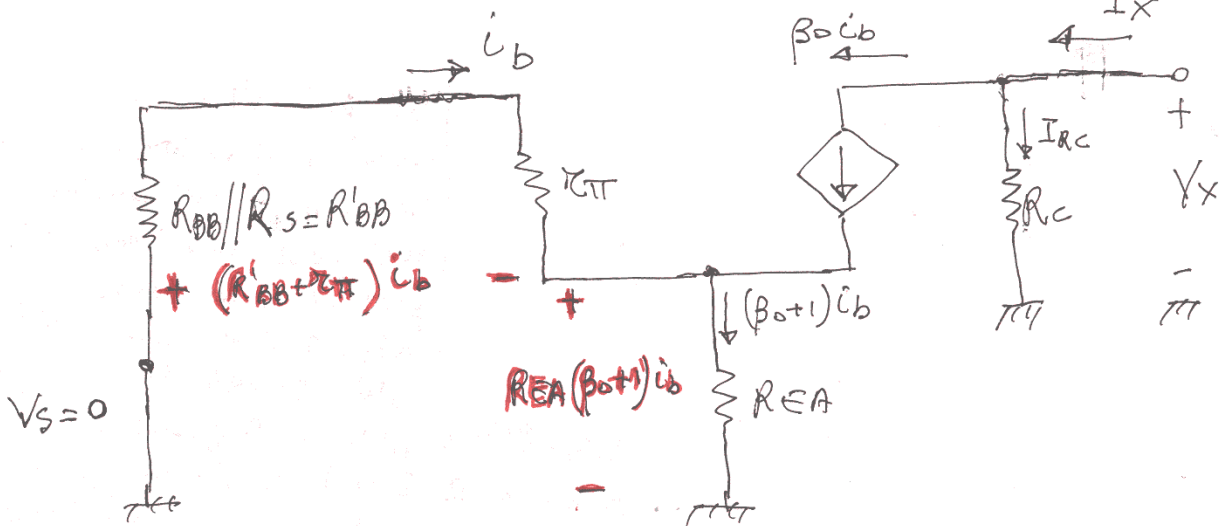
$$R_i = \frac{V_x}{I_x} = R_{BB} \parallel (r_{\pi} + R_{EA}(\beta_0 + 1))$$

NB: R_o resta invariato - (segue)

Determinazione di R_o

$$R_o = \frac{V_x}{I_x} \Big|_{V_S=0}$$

(5/5)



$$(R'_{BB} + r_{\pi}) i_b + R_{EA} (\beta + 1) i_b = 0$$

$$(R'_{BB} + r_{\pi} + R_{EA} (\beta + 1)) i_b = 0$$

$$i_b = 0$$

$$\beta i_b = 0$$

$$R_o = \frac{V_x}{I_x} \Big|_{V_S=0} = \frac{V_x}{I_{RC} + \beta i_b} = \frac{V_x}{I_{RC}} = R_C = 2.2 \text{ k}\Omega =$$