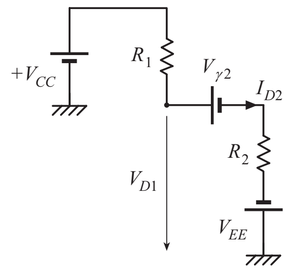
1) Per stabilire il punto di funzionamento dei diodi supponiamo che D_1 sia interdetto e D_2 in conduzione. Sostituendo ai diodi i corrispondenti circuiti equivalenti si ottiene lo schema di figura. Dall'applicazione della *KVL* al circuito, segue:



$$V_{CC} + V_{EE} - V_{\gamma 2} = (R_1 + R_2) I_{DL},$$

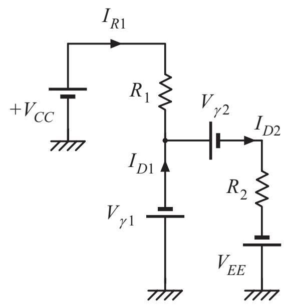
da cui si ottiene:

$$I_{D2} = \frac{V_{CC} + V_{EE} - V_{\gamma 2}}{R_1 + R_2} \approx 1.62\ mA.$$

Pertanto, la differenza di potenziale V_{D1} ai capi di D_1 vale:

$$V_{D1} = V_{EE} - I_{D2} R_2 \approx 6.92\ mV.$$

Il risultato secondo cui V_{D1} è maggiore di zero è in contraddizione con l'ipotesi secondo cui il diodo D_1 è interdetto, pertanto l'ipotesi iniziale è scorretta e deve essere modificata. Il fatto che il segno della corrente attraverso D_2 sia congruente con l'ipotesi fatta relativamente a tale componente, suggerisce di mantenere l'ipotesi secondo cui D_2 sia in conduzione mentre, siccome è errata l'ipotesi relativa all'interdizione di D_1, assumiamo che anche tale componente sia in conduzione. Il circuito si modifica, quindi, così come indicato in figura. La corrente I_{R1} attraverso la resistenza R_1 vale:



$$I_{R1} = \frac{V_{CC} + V_{\gamma 1}}{R_1} \approx 1.07\ mA,$$

e la corrente attraverso il diodo D_2 è:

$$I_{D2} = \frac{V_{EE} - V_{\gamma 1} - V_{\gamma 2}}{R_2} \approx 2.72\ mA;$$

pertanto, la corrente attraverso D_1 è:

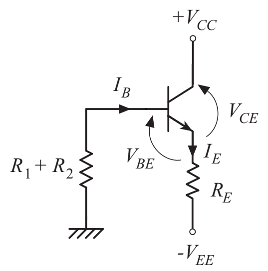
$$I_{D1} = I_{D2} - I_{R1} \approx 1.65\ mA.$$

Con tale ipotesi i punti di funzionamento dei diodi sono:

$$D_1: \quad (1.65\,mA, \quad 0.7\,V)$$
$$D_2: \quad (2.79\,mA, \quad 0.7\,V),$$

ovvero entrambi i diodi sono in conduzione. Siccome i due punti di funzionamento sono compatibili con l'ipotesi fatta, la soluzione della rete è corretta.

2) Considerando i condensatori dei circuiti aperti si ottiene lo schema di figura. Assumendo che il BJT sia in zona lineare, con V_{BE} pari a 0.7 *V*, applicando la *KVL* al circuito di ingresso si trova:



$$V_{EE} - V_{BE} = (R_1 + R_2) I_B + R_E I_E = I_E \frac{R_1 + R_2}{\beta + 1} + I_E R_E \,,$$

da cui segue:

$$I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E + \dfrac{R_1 + R_2}{\beta + 1}} \approx 9.77\ \mu A;$$

quindi, applicando la *KVL* al circuito di ingresso si ha:

$$V_{CE} = V_{CC} + V_{EE} - R_E I_E \approx 5.80\ V.$$

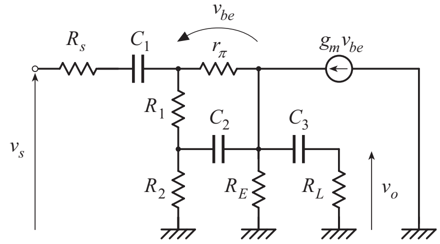
Siccome $V_{CE} > 0.7V$, il BJT opera effettivamente in zona lineare. Nel punto di funzionamento, la corrente di collettore vale:

$$I_C = \frac{I_E}{\beta + 1} \approx 9.68\ \mu A,$$

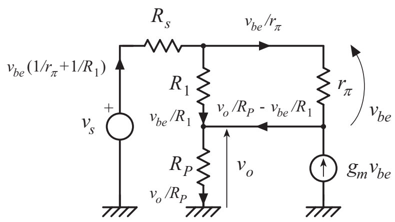
così i parametri del modello a π sono:

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} \approx 372.24\ \frac{\mu A}{V},$$
$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} \approx 268.65\ k\Omega.$$

In figura è mostrato il circuito equivalente per il piccolo segnale, considerando i condensatori dei cortocircuiti, lo schema si modifica come indicato in figura seguente, in cui la resistenza R_P vale:



$$R_P \equiv \frac{1}{\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_E}+\dfrac{1}{R_L}} \approx 107.23\ k\Omega.$$



Applicando la *KVL* al circuito di ingresso, si ha:

$$v_s = v_o + v_{be} + v_{be}\left(\frac{1}{r_\pi}+\frac{1}{R_1}\right)R_S = v_o + v_{be}\left(1+R_S\,\frac{R_1+r_\pi}{R_1 r_\pi}\right), \qquad 1.$$

inoltre, la corrente erogata dal generatore dipendente $g_m v_{be}$, può essere espressa come:

$$g_m v_{be} = \frac{v_o}{R_P} - \frac{v_{be}}{R_1} - \frac{v_{be}}{r_\pi},$$

da cui segue:

$$v_{be} = \frac{v_o}{R_P\left(g_m + \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{r_\pi}\right)} = \frac{v_o}{R_P\left(g_m + \dfrac{R_1+r_\pi}{R_1 r_\pi}\right)}, \qquad 2.$$

Sostituendo v_{be} da tale equazione nella 1., si ha:

$$v_s = v_o + v_o\,\frac{1+R_S\,\dfrac{R_1+r_\pi}{R_1 r_\pi}}{R_P\left(g_m+\dfrac{R_1+r_\pi}{R_1 r_\pi}\right)} = v_o\left[1+\frac{r_\pi R_1 + R_S\left(R_1+r_\pi\right)}{g_m R_P R_1 r_\pi + R_P\left(R_1+r_\pi\right)}\right],$$

da cui segue:

$$\frac{v_o}{v_s} = \frac{1}{1+\dfrac{r_\pi R_1 + R_S\left(R_1+r_\pi\right)}{g_m R_P R_1 r_\pi + R_P\left(R_1+r_\pi\right)}} \approx 0.98. \qquad 3.$$

Poiché la corrente *i* erogata dal generatore d’ingresso può esprimersi come:

$$i = v_{be}\left(\frac{1}{r_\pi}+\frac{1}{R_1}\right) = v_{be}\,\frac{R_1+r_\pi}{R_1 r_\pi},$$

allora l’impedenza d’ingresso vale:

$$R_{in} = \frac{v_s}{i} = \frac{v_s}{v_{be}}\,\frac{r_\pi R_1}{r_\pi+R_1} = \frac{v_s}{v_o}\,\frac{v_o}{v_{be}}\,\frac{r_\pi R_1}{r_\pi+R_1}.$$

Utilizzando le equazioni 2. e 3. si ottiene, quindi:

$$R_{in} = \frac{v_s}{v_o}\frac{v_o}{v_{be}}\frac{r_\pi R_1}{r_\pi + R_1} = \left[1 + \frac{r_\pi R_1 + R_S\left(R_1 + r_\pi\right)}{g_m R_P R_1 r_\pi + R_P\left(R_1 + r_\pi\right)}\right] R_P\left(g_m + \frac{R_1 + r_\pi}{R_1 r_\pi}\right)\frac{r_\pi R_1}{r_\pi + R_1} =$$

$$= \left[1 + \frac{r_\pi R_1 + R_S\left(R_1 + r_\pi\right)}{g_m R_P R_1 r_\pi + R_P\left(R_1 + r_\pi\right)}\right] R_P\left(1 + \frac{g_m r_\pi R_1}{r_\pi + R_1}\right) \approx 7.26\, M\Omega.$$