



POLITECNICO DI BARI

DEE

DIPARTIMENTO
ELETTROTECNICA
ELETTRONICA

Via E. Orabona, 4 70125 Bari (BA)

Tel. 080/5460266 - Telefax 080/5460410

LABORATORIO DI ELETTRONICA APPLICATA

ESERCITAZIONE 2

- Circuito di autopolarizzazione
- Polarizzazione fissa
- Stadio emettitore comune
- Stadio collettore comune

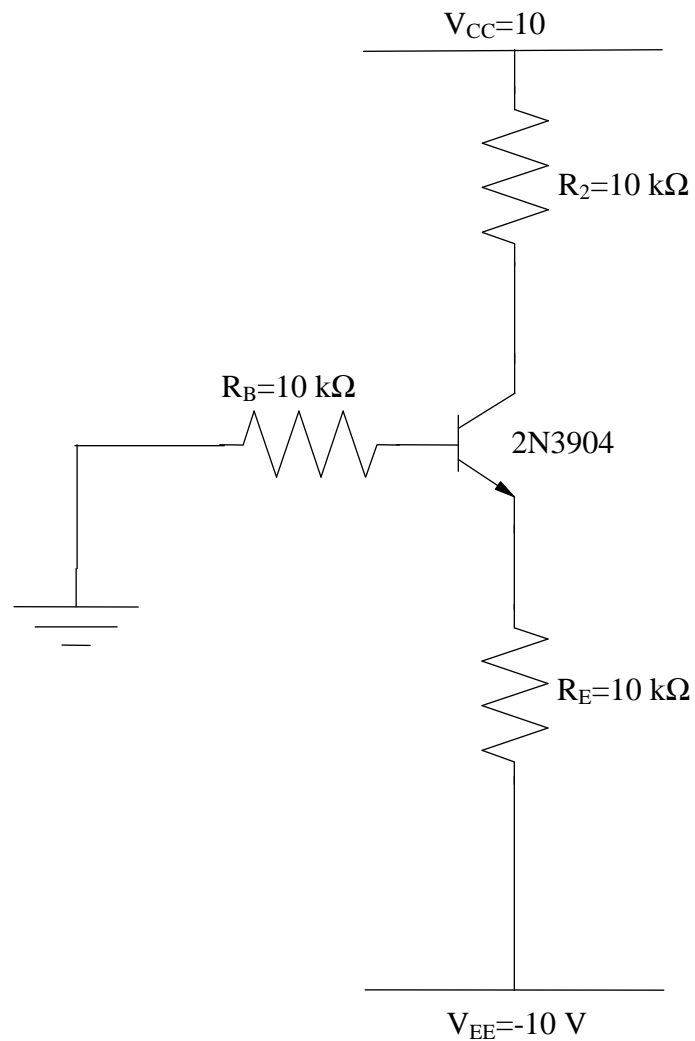
GRUPPO 22

DE MICHELE Manuel
DINOI Andrea
LETIZIA Gabriele
LO VECCHIO Antonio
MARIGGIÒ Fabio
NACCI Marcello
NARDELLI Graziano
PITRELLI Nicola

CIRCUITO DI AUTOPOLARIZZAZIONE

Esercitazione 2

E' stata realizzata la rete di autopolarizzazione di seguito riportata. Il componente usato è un BJT npn 2N3904.



Per una maggiore accuratezza dei calcoli i valori dei resistori sono stati preventivamente misurati con un multimetro digitale:

$$R_E = 10010 \Omega$$

$$R_C = 10070 \Omega$$

$$R_B = 9940 \Omega$$

Esercitazione 2

La prova consiste nel misurare V_B , V_C , V_E , con multimetro digitale, calcolare I_B , I_C , I_E , quindi β_F e α_F , e fornire una nuova stima di $\alpha_F = \beta_F / (1 + \beta_F)$. Successivamente ripetere le stesse operazioni prima con $V_{CC} = 10V$ e $V_{EE} = -5V$, poi con $V_{CC} = 5V$ e $V_{EE} = -10V$.

I valori misurati col multimetro delle tensioni ai nodi E, C, B, sono stati:

$$V_C = 0.780V$$

$$V_E = -0.755V$$

$$V_B = -86mV$$

I valori di corrente calcolati sono:

$$I_C = (V_{CC} - V_C) / R_C = 0.9155mA$$

$$I_B = V_B / R_B = 8.6\mu A$$

$$I_E = (V_{CC} - V_E) / R_E = 0.9235mA$$

Il transistor lavora quindi in zona attiva per cui possiamo calcolare:

$$\beta_F = I_C / I_B = 106.45$$

$$\alpha_F = I_C / I_E = 0.9913$$

La nuova stima di α_F è:

$$\alpha_F = \beta_F / (1 + \beta_F) = 0.9907$$

Cambiando i valori di alimentazione con $V_{CC} = 10V$, $V_{EE} = -5V$, le nuove tensioni misurate con il multimetro ai nodi E, C, B, sono state:

$$V_C = 5.7V$$

$$V_E = -0.69V$$

$$V_B = -0.045V$$

I valori di corrente calcolati sono:

$$I_C = (V_{CC} - V_C) / R_C = 0.427mA$$

$$I_B = V_B / R_B = 4.5\mu A$$

$$I_E = (V_{CC} - V_E) / R_E = 0.4305mA$$

Ancora il transistor è in zona attiva, quindi:

$$\beta_F = I_C/I_B = 94.88$$

$$\alpha_F = I_C/I_E = 0.9918$$

La nuova stima di α_F è:

$$\alpha_F = \beta_F / (1 + \beta_F) = 0.9895$$

Cambiando nuovamente i valori di alimentazione con $V_{CC} = 5V$, $V_{EE} = -10V$, i nuovi valori misurati col multimetro delle tensioni ai nodi E, C, B, sono stati:

$$V_C = -1.85V$$

$$V_E = -1.95V$$

$$V_B = -1.28V$$

Dai valori delle tensioni ai nodi C, E, B, si evince che il BJT è polarizzato in saturazione.

I valori di corrente calcolati sono:

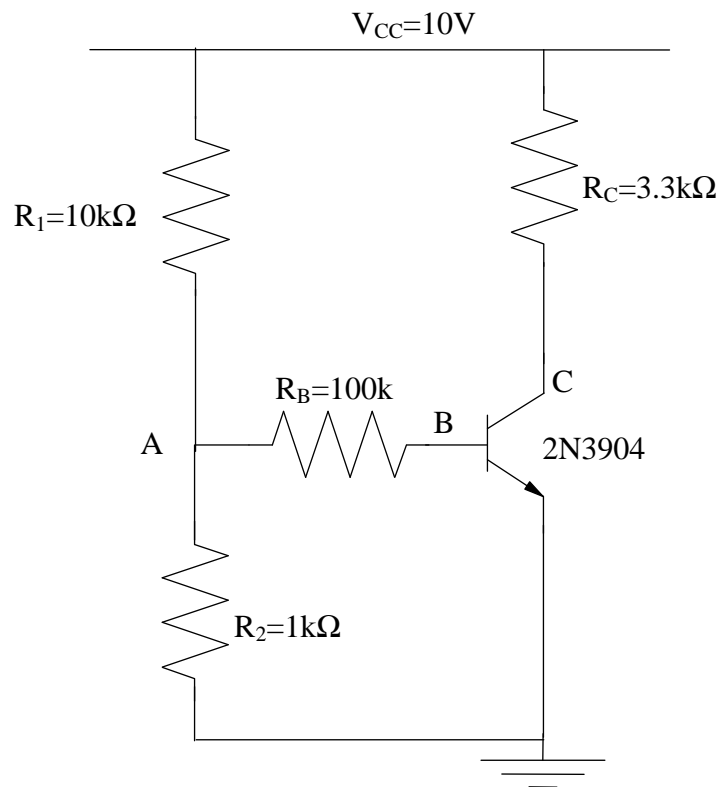
$$I_C = (V_{CC} - V_C) / R_C = 0.68mA$$

$$I_B = V_B / R_B = 0.128mA$$

$$I_E = (V_{CC} - V_E) / R_E = 0.70mA$$

CIRCUITO A POLARIZZAZIONE FISSA

Con lo stesso transistor abbiamo realizzato un circuito a polarizzazione fissa.



I valori dei resistori misurati con il multimetro digitale sono stati:

$$R_1=10\text{k}\Omega \quad R_2=1\text{k}\Omega \quad R_C=3.22\text{k}\Omega \quad R_B=100.5\text{k}\Omega$$

Una volta realizzato il circuito, la prova consiste nel misurare V_B , V_C , e calcolare I_B , I_C , I_E . Successivamente bisogna ripetere la stessa operazione con un altro transistor dello stesso tipo e verificare eventuali variazioni del punto di lavoro.

Esercitazione 2

I valori misurati col multimetro delle tensioni ai nodi A, C, B sono stati:

$$V_A=0.9V \quad V_C=9.24V \quad V_B=0.52V$$

I valori di corrente calcolati sono:

$$I_C=(V_{CC}-V_C)/R_C=0.23mA$$

$$I_B=(V_A-V_B)/R_B=3.7\mu A$$

$$I_E=I_C+I_B=0.2337mA$$

Quindi, dai valori ottenuti di corrente, constatiamo che il BJT è polarizzato in zona attiva. Sostituendo il transistor con uno dello stesso tipo e misurando le tensioni ai nodi A, C, B abbiamo ottenuto i seguenti risultati:

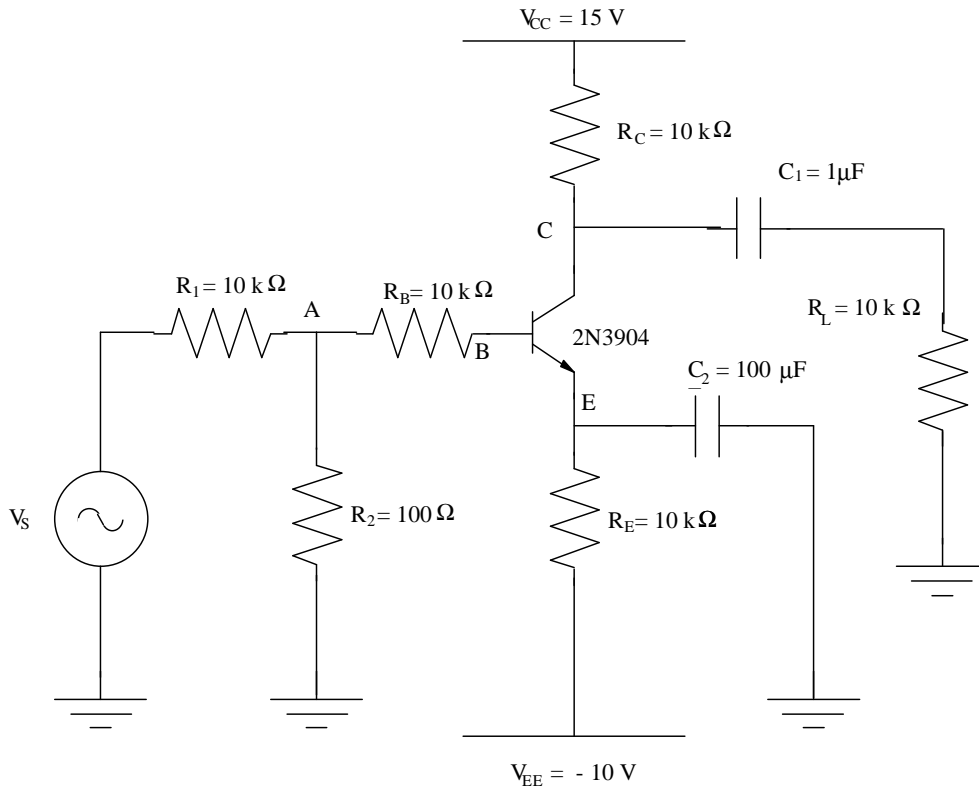
$$V_A=0.9V \quad V_C=8.61V \quad V_B=0.643V$$

I valori di corrente calcolati sono:

$$I_C=(V_{CC}-V_C)/R_C=0.43mA$$

$$I_B=(V_A-V_B)/R_B=2.5\mu A$$

$$I_E=I_C+I_B=0.4325mA$$

STADIO EMETTITORE COMUNE

I valori dei resistori misurati con il multimetro digitale sono stati:

$$\begin{array}{lll} R_1 = 9.93\text{ k}\Omega & R_2 = 102\ \Omega & R_B = 10\text{ k}\Omega \\ R_E = 9.94\text{ k}\Omega & R_C = 10\text{ k}\Omega & R_L = 10\text{ k}\Omega \end{array}$$

Una volta realizzato il circuito, la prova consiste nel verificare sperimentalmente il punto di lavoro. Successivamente applicato un ingresso sinusoidale ($V_{pp} = 4\text{ V}$, $f = 10\text{ kHz}$) misurare con l'ausilio dell'oscilloscopio le tensioni picco picco nei punti A, C, E, la V_{out} e calcolare i guadagni di tensione fra gli stessi punti e l'ingresso. Da queste misure stimare quindi i parametri del circuito equivalente per piccolo segnale e confrontarli con quelli forniti dai calcoli effettuati sul circuito equivalente lineare.

I valori misurati col multimetro digitale del punto di lavoro sono:

$$\begin{array}{ll} V_{CE}=6.578V & V_{BE}=0.833mV \\ I_C=0.93mA & I_B=8\mu A \end{array}$$

da cui abbiamo ottenuto un valore sperimentale di β_F pari a 116.25 .

Si può constatare che il transistor è polarizzato in zona attiva diretta.

Una volta applicato il segnale di tipo sinusoidale i valori delle tensioni picco picco dei nodi A, C, E e la v_{out} sono:

$$v_a = 40mV \quad v_c = 2V \quad v_E = 0V \quad v_{out} = 2V$$

Da cui abbiamo ottenuto i seguenti guadagni di tensione:

$$v_a / v_s = 0.01 \quad v_c / v_s = 0.5 \quad v_e / v_s = 0 \quad v_{out} / v_s = -0.5$$

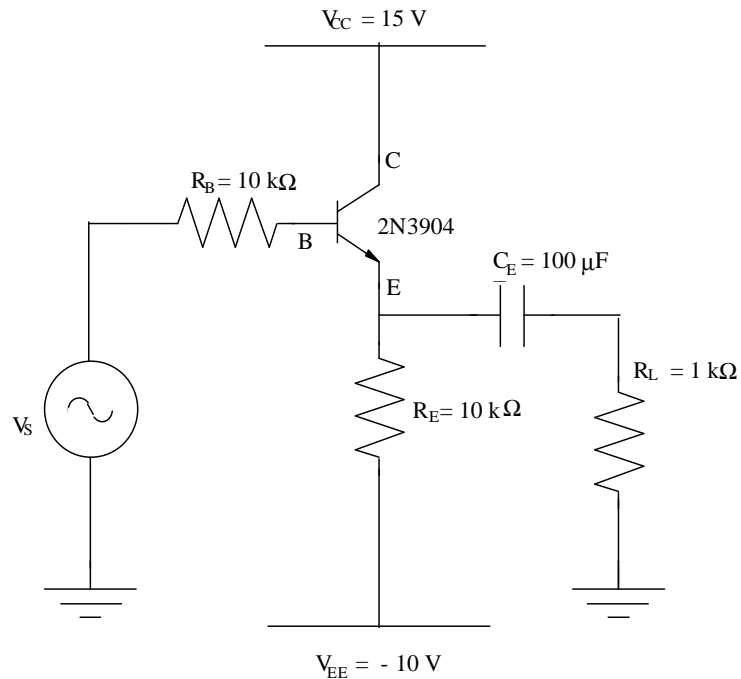
Le stime dei parametri del circuito equivalente sono (considerando un valore di $|V_A|=100V$):

$$g_m = I_c / V_t = 37 \text{ mA/V} \quad r_\pi = \beta_F / g_m = 3118\Omega \quad r_0 = |V_A| / I_c = 107.526k\Omega$$

Dal circuito equivalente per piccolo segnale abbiamo ottenuto i seguenti valori di guadagno di tensione:

$$\begin{aligned} v_a / v_s &= R_2 / (R_1 + R_2) = 0.0099 \\ v_e / v_s &= 0 \\ v_{out} / v_s &= v_c / v_s = - (g_m * r_\pi) / (R_B + r_\pi) * R_2 / (R_1 + R_2) * r_0 // (R_L // R_C) = -0.41 \end{aligned}$$

STADIO COLLETTORE COMUNE



I valori dei resistori misurati con il multimetro digitale sono stati:

$$R_B = 10 \text{ k}\Omega \quad R_E = 9.94 \text{ k}\Omega \quad R_L = 10 \text{ k}\Omega$$

Una volta realizzato il circuito, la prova consiste nel verificare sperimentalmente il punto di lavoro. Successivamente, applicato un ingresso sinusoidale ($V_{pp} = 1 \text{ V}$, $f = 10 \text{ kHz}$), misurare con l'ausilio dell'oscilloscopio le tensioni picco picco nei punti B, E, la V_{out} e calcolare i guadagni di tensione fra gli stessi punti e l'ingresso. Infine stimare i parametri del circuito equivalente per piccolo segnale e confrontare i guadagni sperimentali con quelli ottenuti dai calcoli effettuati sul circuito equivalente lineare.

I valori misurati col multimetro digitale del punto di lavoro sono:

$$\begin{aligned} V_{CE} &= 15.74\text{V} & V_{BE} &= 0.657\text{mV} \\ I_C &= 0.925\text{mA} & I_B &= 8\mu\text{A} \end{aligned}$$

da cui abbiamo ottenuto un valore sperimentale di β_F pari a 115.625 .

Una volta applicato il segnale di tipo sinusoidale, i valori delle tensioni picco picco dei nodi B, E e la V_{out} misurati sono:

$$v_b = 0.91\text{V} \qquad v_e = 0.879\text{V} \qquad v_{out} = 0.879\text{V}$$

Da cui :

$$v_b / v_s = 0.91 \qquad v_e / v_s = 0.879 \qquad v_{out} / v_s = 0.879$$

Le stime dei parametri del circuito equivalente sono (considerando un valore di $|V_A| = 100\text{V}$):

$$g_m = I_c / V_t = 37 \text{ mA/V} \qquad r\pi = \beta_F / g_m = 3125 \Omega \qquad r_o = |V_A| / I_C = 108.11 \text{ k}\Omega$$

Dal circuito equivalente per piccolo segnale abbiamo ottenuto i seguenti valori di guadagno di tensione:

$$\begin{aligned} v_b / v_s &= (r\pi + (\beta_F + 1) R_E) / (R_B + r\pi + (\beta_F + 1) R_E) = 0.92 \\ v_{out} / v_s = v_e / v_s &= - (\beta_F + 1) * (R_L // R_E) / (R_B + r\pi + (\beta_F + 1) R_E) = 0.9 \end{aligned}$$