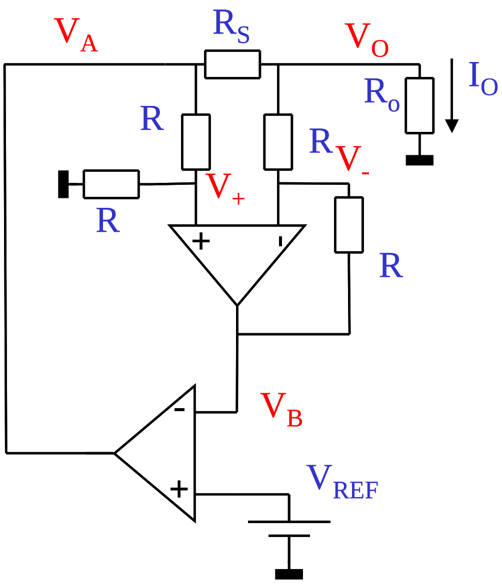
Università degli Studi di Milano – Bicocca
Dipartimento di Fisica "G. Occhialini"
Piazza della Scienza, 3 – 20126 – Milano
Tel.: +39 0264482825
Fax:: +39 0264482463
e-mail: pessina@mib.infn.it

ELETTRONICA APPLICATA
Soluzioni per Tema d'esame del 25 Luglio 2012

Es. 1:



Se gli AO hanno guadagno elevato abbiamo che:

$$V_+ = V_- = \frac{V_A}{2}$$

$$V_B = V_{REF}$$

Il bilancio delle correnti al nodo V_O fornisce:

$$\frac{V_A - V_O}{R_S} = \frac{V_O - V_A/2}{R} + \frac{V_O}{R_O}$$

Mentre il bilancio al nodo V_- fornisce:

$$\frac{V_O - V_A/2}{R} = \frac{V_A/2 - V_{REF}}{R}$$

Risolvendo il sistema sopra si ottiene che:

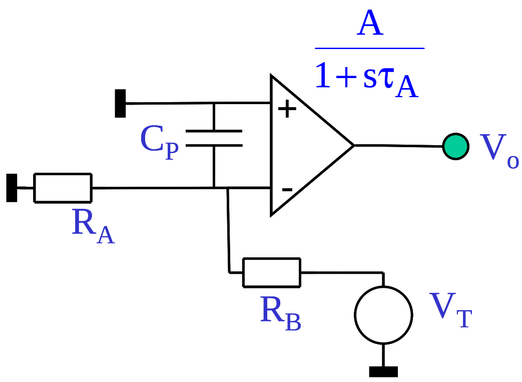
$$I_O = -\frac{1}{R_S}\frac{2R + R_S}{R_O + 2R}V_{REF}$$

La ragione per cui I_O dipende dal fatto che la corrente che scorre in R_S non è esattamente uguale a quella che scorre in R_O, ma una parte scorre anche nella resistenza R connessa tra il nodo di uscita ed il terminale invertente dell'AO.

Es. 2:

Per valutare il guadagno di anello dobbiamo riferirci alla rete sotto, valida se l'impedenza di uscita dell'AO è trascurabile.

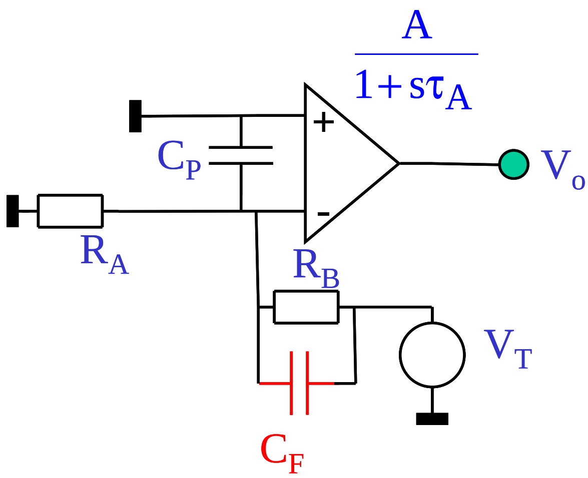
Università degli Studi di Milano – Bicocca
Dipartimento di Fisica "G. Occhialini"
Piazza della Scienza, 3 – 20126 – Milano
Tel.: +39 0264482825
Fax:: +39 0264482463
e-mail: pessina@mib.infn.it



Il guadagno di anello risulta pertanto:

$$T = -\frac{R_A}{R_A + R_B} \frac{1}{1 + sC_P \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}} \frac{A}{1 + s\tau_A}$$

Un modo per compensare il polo aggiunto da C_P è di porre una capacità in parallelo ad R_B, come qui sotto:



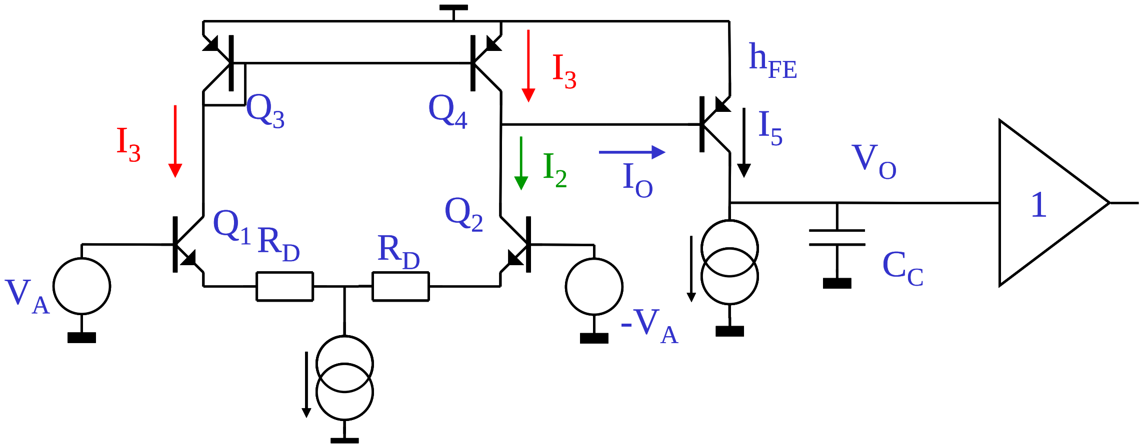
Ora il nuovo guadagno T diviene:

$$T = -\frac{R_A}{R_A + R_B} \frac{1 + sC_F R_B}{1 + s\left(C_P + C_F\right) \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}} \frac{A}{1 + s\tau_A}$$

Es. 3:

Secondo la nomenclatura della figura sotto:

Università degli Studi di Milano – Bicocca
Dipartimento di Fisica "G. Occhialini"
Piazza della Scienza, 3 – 20126 – Milano
Tel.: +39 0264482825
Fax:: +39 0264482463
e-mail: pessina@mib.infn.it



$$I_3 = \frac{V_A - (-V_A)}{2R_D} = \frac{V_A}{R_D}$$

$$I_2 = \frac{-V_A - V_A}{2R_D} = -\frac{V_A}{R_D}$$

Ma:

$$I_O = I_3 - I_2 = \frac{2V_A}{R_D}$$

Quindi I_5:

$$I_5 = h_{FE} I_O = h_{FE}\frac{2V_A}{R_D}$$

Ed infine:

$$V_O = \frac{I_O}{sC_C} = h_{FE}\frac{2V_A}{sC_C R_D}$$

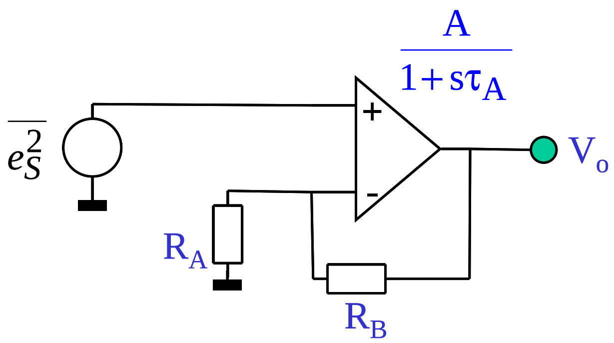
La frequenza a guadagno unitario è quella per cui il guadagno V_O/V_A diventa unitario:

$$\omega_T = \frac{2h_{FE}}{C_C R_D}$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

Università degli Studi di Milano – Bicocca
Dipartimento di Fisica "G. Occhialini"
Piazza della Scienza, 3 – 20126 – Milano
Tel.: +39 0264482825
Fax:: +39 0264482463
e-mail: pessina@mib.infn.it

Es. 4:



Se assumiamo A=∞ sappiamo che:

$$V_O = \frac{R_A + R_B}{R_A} V_+$$

E sappiamo che il guadagno di anello è:

$$T = -\frac{R_A}{R_A + R_B}\frac{A}{1+s\tau_A}$$

Per cui:

$$V_O = \frac{R_A + R_B}{R_A}\frac{-T}{1-T}V_+ = \frac{R_A + R_B}{R_A}\frac{R_A}{R_A + R_B}\frac{A}{1+s\tau_A}\frac{1}{1+\frac{R_A}{R_A + R_B}\frac{A}{1+s\tau_A}}V_+ =$$

$$= \frac{R_A + R_B}{R_A}\frac{AR_A}{R_A + R_B + s\tau_A(R_A + R_B) + AR_A}V_+$$

$$= \frac{R_A + R_B}{R_A}\frac{AR_A}{R_B + R_A(1+A)}\frac{1}{1+\frac{s\tau_A(R_A+R_B)}{R_B+R_A(1+A)}}V_+$$

$$\approx \frac{R_A + R_B}{R_A}\frac{1}{1+\frac{s\tau_A}{A}\frac{(R_A+R_B)}{R_A}}V_+$$

$$= \frac{R_A + R_B}{R_A}\frac{1}{1+s\frac{(R_A+R_B)}{\omega_T R_A}}V_+$$

Siccome la funzione di trasferimento del rumore è la stessa di V_+ abbiamo che:

$$\overline{V_O^2} = \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right)^2 \frac{1}{1+\omega^2\tau^2}\overline{e_S^2}, \qquad \text{con } \tau = \frac{(R_A+R_B)}{\omega_T R_A}$$

Il rumore RMS si calcola da:

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

Università degli Studi di Milano – Bicocca
Dipartimento di Fisica "G. Occhialini"
Piazza della Scienza, 3 – 20126 – Milano
Tel.: +39 0264482825
Fax:: +39 0264482463
e-mail: pessina@mib.infn.it

$$V_{ORMS}^{2} = \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right)^2 \frac{\overline{e_S^2}}{2\pi} \int_0^\infty \frac{1}{1+\omega^2\tau^2} d\omega$$

$$= \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right)^2 \frac{\overline{e_S^2}}{2\pi\tau} \int_0^\infty \frac{1}{1+x^2} dx$$

$$= \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right)^2 \frac{\overline{e_S^2}}{2\pi\tau} \operatorname{artn}(x)\Big|_0^\infty$$

$$= \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right)^2 \frac{\overline{e_S^2}}{4\tau}$$

$$= \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right)^2 \frac{\overline{e_S^2}}{4} \frac{\omega_T R_A}{R_A + R_B}$$

$$= \left(\frac{R_A + R_B}{R_A}\right) \frac{\overline{e_S^2}}{4} \frac{A}{\tau_A}$$