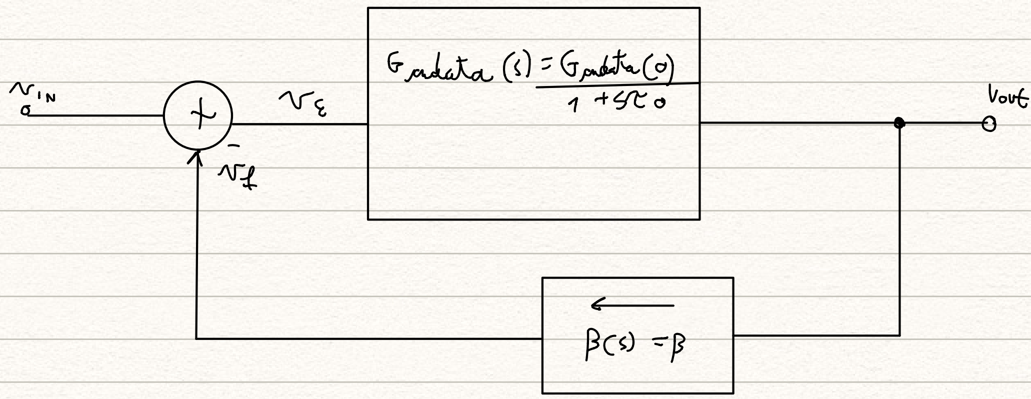
EFFETTO DELLA RETROAZIONE SULLA BANDA. CALCOLO DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO REALE PER VIA GRAFICA.



$$G_{reale}(s) = \left.\frac{V_{out}(s)}{V_{IN}(s)}\right|_{reale} = \frac{G_{andata}(s)}{1 + G_{andata}(s)\,\beta(s)}$$

GUADAGNO D'ANELLO: $G_{loop}(s) = -G_{andata}(s)\beta(s)$

$$= \frac{G_{andata}(s)}{1 - G_{loop}(s)} = \frac{\frac{G_{andata}(0)}{1+s\tau_0}}{1 + \frac{G_{andata}(0)\beta}{1+s\tau_0}} =$$

$$= \frac{\frac{G_{andata}(0)}{\cancel{1+s\tau_0}}}{\frac{1+s\tau_0+G_{andata}(0)\beta}{\cancel{1+s\tau_0}}} = \frac{G_{andata}(0)}{\underbrace{1+G_{andata}(\beta)}+s\tau_0} = \frac{G_{andata}(0)}{1+\underbrace{G_{andata}(0)\beta}_{-G_{loop}(0)}} \cdot \frac{1}{1+s\frac{\tau_0}{1+G_{andata}(0)\beta}}$$

$$G_{reale}(s) = \frac{G_{andata}(0)}{\underbrace{1 - G_{loop}(0)}_{G_{reale}(0)}} \cdot \frac{1}{1 + s\frac{\tau_0}{1-G_{loop}(0)}}$$

NON RETROAZIONATO

- Guadagno in continua $G_{andata}(0)$
- polo $f_p = \frac{1}{2\pi\tau_0}$

↓

prodotto guadagno-larghezza di banda

$$\frac{G_{andata}(0)}{2\pi\tau_0}$$

RETROAZIONATO

- Guadagno in continua
- polo ad anello chiuso

$$f_p = \frac{1-G_{loop}(0)}{2\pi\tau_0}$$

↓

prodotto guadagno banda

$$\frac{G_{andata}(0)}{\cancel{1-G_{loop}(0)}} \cdot \frac{\cancel{1-G_{loop}(0)}}{2\pi\tau_0}$$

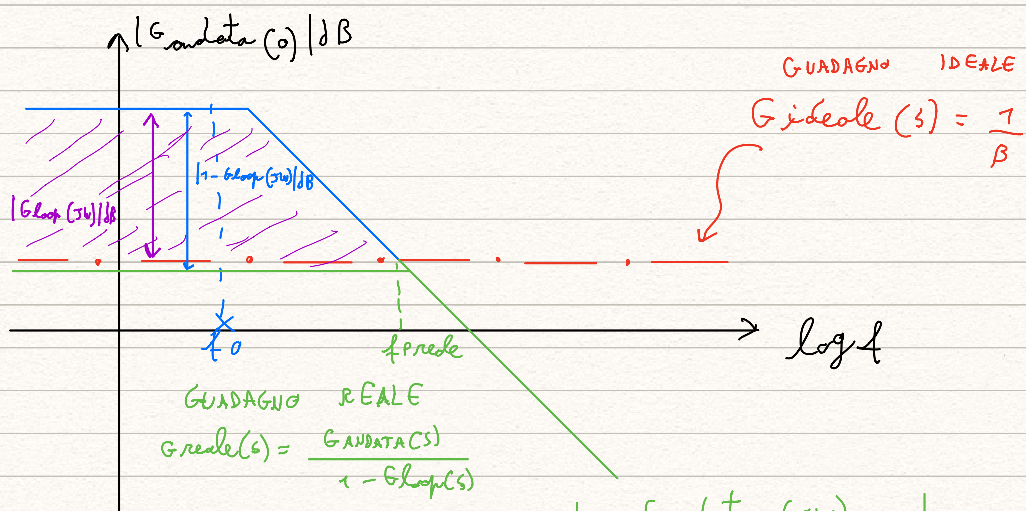
guadagno polo

↳ EFFETTO DELLA RESTRIZIONE SULLA BANDA

* riduce il guadagno in continua di un fattore $1 - G_{loop}(0)$
* aumenta la banda del circuito di un fattore $1 - G_{loop}(0)$

↳ conserva il prodotto GUADAGNO – LARGHEZZA DI BANDA

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \tau_0}$$



$$|G_{reale}(j\omega)|_{dB} = 20\log_{10}\left|\frac{G_{andata}(j\omega)}{1 - G_{andata}(j\omega)\beta}\right| =$$

$$= 20\log_{10}|G_{andata}(j\omega)| - 20\log_{10}|1 - G_{andata}(j\omega)\beta|$$

$$G_{loop}(s) = -G_{andata}(s)\,\beta(s)$$

$$|G_{loop}(j\omega)|_{dB} = |G_{andata}(j\omega)\,\beta(j\omega)|_{dB} = 20\log_{10}|G_{andata}(j\omega)| + 20\log_{10}|\beta(j\omega)| =$$

$$= |G_{andata}(j\omega)|_{dB} + |\beta(j\omega)|_{dB} = |G_{andata}(j\omega)|_{dB} - |1/\beta(j\omega)|_{dB}$$

$$|G_{loop}(j\omega)|_{dB} = |G_{andata}(j\omega)| - |G_{ideale}(j\omega)|_{dB}$$

$$G_{andata}(s) = -G_{loop}(s)\frac{1}{\beta(s)} = -G_{loop}(s)\,G_{ideale}(s)$$

METODO DI CALCOLO DELLA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

DI UN CIRCUITO RETROAZIONATO AD ANELLO CHIUSO PER

VIA GRAFICA

1. Calcolo $G_{ideale}(s)$ [suppongo la retroazione ideale, cioè $G_{loop}(s) \to \infty$] dall'analisi del circuito

2. Calcolo $G_{loop}(s)$ [è il calcolo di un guadagno di un circuito non retroazionato] dall'analisi del circuito

3. Calcolo matematicamente $G_{andata}(s)$

$$G_{andata}(s) = -G_{id}(s)\, G_{loop}(s)$$

4. Traccio sul medesimo diagramma di Bode del modulo

* $|G_{andata}(j\omega)|_{dB}$
* $|G_{ideale}(j\omega)|_{dB}$

5. Quando $|G_{andata}(j\omega)|_{dB} = |G_{ideale}(j\omega)|_{dB}$

$\hookrightarrow |G_{loop}(j\omega)| = 1$

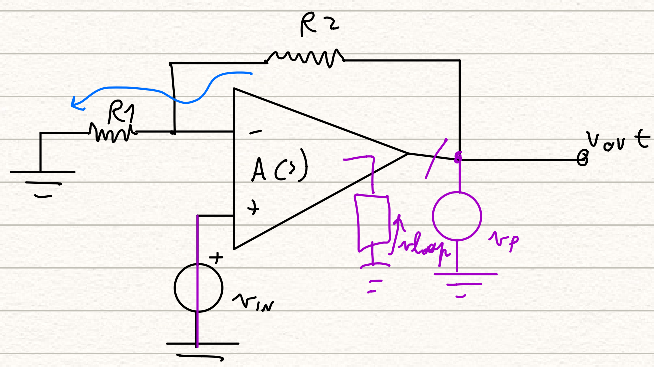
$\downarrow$

polo ad anello chiuso!!!

$$G_{reale}(s) = \frac{G_{andata}(s)}{1 - G_{loop}(s)}$$

polo di G_{reale} si ha quando $1 - G_{loop}(s) = 0$

esempio:



$$A(s) = \frac{A_0}{(1+s\tau_1)(1+s\tau_2)}$$

$A_0 = 80\,dB$

$$f_{P1} = \frac{1}{2\pi\tau_1} = 500\ kHz$$

$$f_{P2} = \frac{1}{2\pi\tau_2} = 20\ MHz$$

$R2 = 100\,k\Omega$

$R1 = 100\,\Omega$

1) Calcolo $G_{ID}(s)$

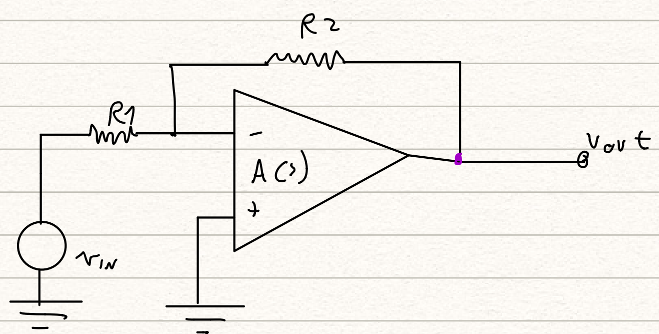
$$G_{ideale}(s) = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{100k\Omega}{100\Omega} = 1001 \simeq 60dB$$

2) Calcolo $G_{loop}(s)$

$$G_{loop}(s) = -\frac{R_1}{R_1+R_2} A(s) = -\frac{R_1}{R_1+R_2} \frac{A_0}{(1+s\tau_1)(1+s\tau_2)}$$

3) Calcolo $G_{andata}(s)$

$$G_{andata}(s) = -G_{ideale}(s)\, G_{loop}(s) = +\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right) \cdot \frac{R_1}{R_1+R_2} A(s) = A(s)$$

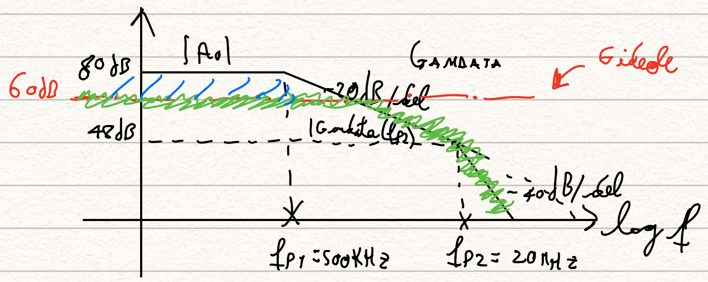


CONFIG. INVERTENTE

1. $G_{ideale} = -R_2/R_1$

2. $G_{loop} = -\frac{R_1}{R_1+R_2} A(s)$

3. $G_{andata}(s) = -G_{id} \times G_{loop}$



$$|G_{andata}(j\omega)| = \frac{A_0}{\sqrt{1+\omega^2\tau_1^2}\sqrt{1+\omega^2\tau_2^2}}$$

$$|G_{andata}(f_{p2})| \cdot f_{p2} = |G_{andata}(f_{p1})| \cdot f_{p1} = |G_{andata}(f_{p2})| = |G_{andata}(f_{p1})| \frac{f_{p1}}{f_{p2}} =$$

$$= 10^4 \, \frac{500\,kHz}{20\,MHz} = 250 \simeq 48\,dB$$

$$|G_{andata}(f_{p2})| \, f_{p2}^{\,2} = f^{*2} \cdot 1$$

$$f^* =$$

Calcolo f_{0dB} (frequenza a cui $|G_{loop}(j\omega)| = 1$

cioè posizione del polo ad anello chiuso

$$|G_{andata}(0)| \, f_{p1} = |G_{ideale}(0)| \, f_{0dB}$$

$$f_{0dB} = \frac{|G_{andata}(0)| \, f_{p1}}{G_{ideale}(0)} = \frac{10^4 \; 500\,KHz}{10^3} = 5\,MHz$$

STABILITÀ DI UN CIRCUITO RETROAZIONATO