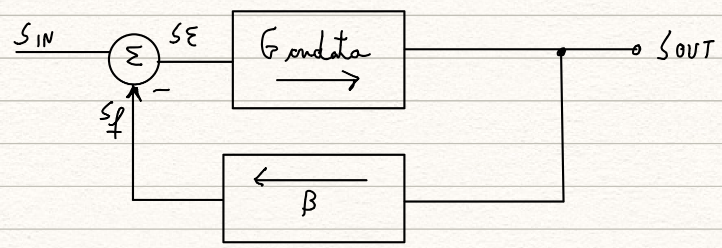
RETROAZIONE NEGATIVA E CALCOLO DEL GUADAGNO D'ANELLO; ANALISI DI CONFIGURAZIONI CON OPAMP



S_ε : segnale errore

$S_\varepsilon : S_{IN} - S_f$

S_f : segnale di retroazione

$S_f = S_{OUT}\,\beta$

$S_{OUT} = G_{andata}\, S_\varepsilon = G_{andata}\,(S_{in} - S_f) = G_{andata}\,(S_{in} - \beta S_{OUT})$

$$S_{OUT} = \frac{G_{andata}}{1 + G_{andata}\,\beta}\, S_{IN}$$

$$G_{reale} \triangleq \left.\frac{S_{OUT}}{S_{IN}}\right|_{reale} = \frac{G_{andata}}{1 + G_{andata}\,\beta} = \frac{G_{andata}}{1 - G_{loop}}$$

↑ guadagno reale

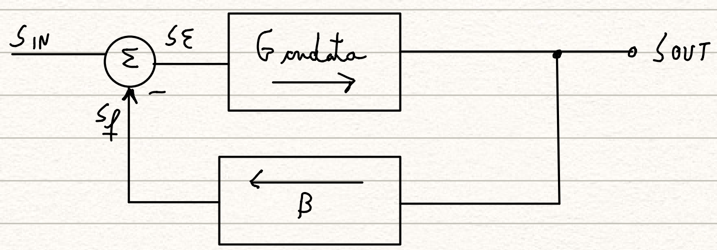
$G_{LOOP} = -\,G_{andata}\,\beta$

↑ guadagno d'anello

$G_{Loop}^{(0)} < 0 \rightarrow$ retroazione negativa

$G_{Loop}^{(0)} > 0 \rightarrow$ retroazione positiva

PROPRIETÀ DEI CIRCUITI RETROAZIONATI NEGATIVAMENTE:



$$G_{reale} = \frac{S_{OUT}}{S_{IN}} = \frac{G_{andata}}{1 + G_{andata}} \xrightarrow{G_{andata} \to \infty} 1/\beta$$

GUADAGNO IDEALE

(1) $G_{ANDATA} \longrightarrow \infty \implies G_{loop} \longrightarrow \infty$

$$G_{reale} \rightarrow G_{ideale} = 1/\beta$$

(2) $$\frac{S_f}{S_{IN}} = \frac{G_{andata}\beta}{1+G_{andata}\beta} \xrightarrow{G_{andata}\to\infty} 1$$

$$S_f = \beta S_{OUT}$$

$$S_{OUT} = G_{andata} S_\varepsilon = G_{andata}(S_{IN} - S_f)$$

$$\frac{S_f}{\beta} = G_{andata} S_{in} - G_{andata} S_f$$

(3) $$\frac{S_\varepsilon}{S_{IN}} = \frac{1}{1+G_{andata}\beta} \xrightarrow{G_{andata}\to\infty} 0$$

→ segnale errore idealmente è ∅

→ segnale di retroazione è pari al segnale di ingresso

(4) $$\frac{d\,G_{reale}}{G_{reale}} = \frac{d\,G_{andata}}{G_{andata}} \cdot \frac{1}{1+G_{andata}\beta} = \frac{d\,G_{andata}}{G_{andata}} \cdot \frac{1}{1-G_{loop}}$$

$$d\left[G_{reale}\right] = d\left[\frac{G_{andata}}{1+G_{andata}\beta}\right] = \frac{d\,G_{andata}(1+G_{andata}\beta) - G_{andata}\,\beta\, d\,G_{andata}}{(1+G_{andata}\beta)^2} =$$

$\frac{d\,G_{andata}}{G_{andata}}$

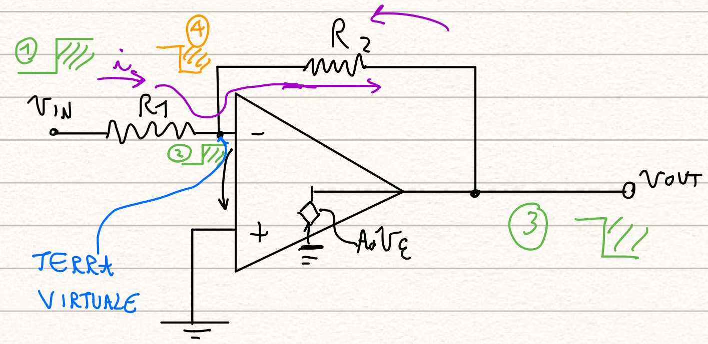
$$= \frac{d\,G_{andata}}{(1+G_{andata}\beta)} = \frac{G_{andata}}{G_{andata}} \cdot \frac{1}{(1+G_{andata}\beta)}$$

G_{reale}

$$G_{reale} = \frac{G_{andata}}{1+G_{andata}\beta} = \frac{G_{andata}}{1-G_{loop}} = \frac{G_{andata}}{1+G_{andata}\beta} \cdot \frac{1}{\beta} = G_{ideale}\ \frac{-G_{loop}}{1-G_{loop}} =$$

$$\boxed{G_{reale} = G_{ideale}\ \frac{1}{1 - 1/G_{loop}}}$$

ANALISI DELLA CONFIGURAZIONE INVERTENTE ALLA LUCE DELLA TEORIA DELLA RETROAZIONE:



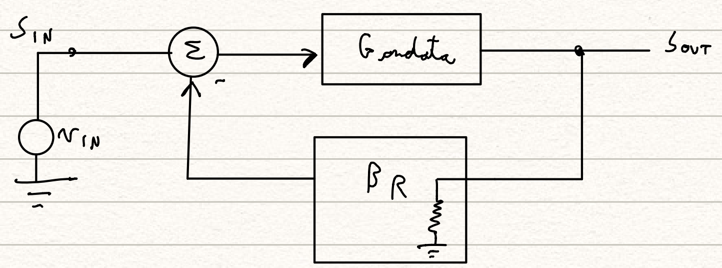
configurazione invertente

$i = \frac{V_{IN}}{R_1}$ grazie alla terra virtuale

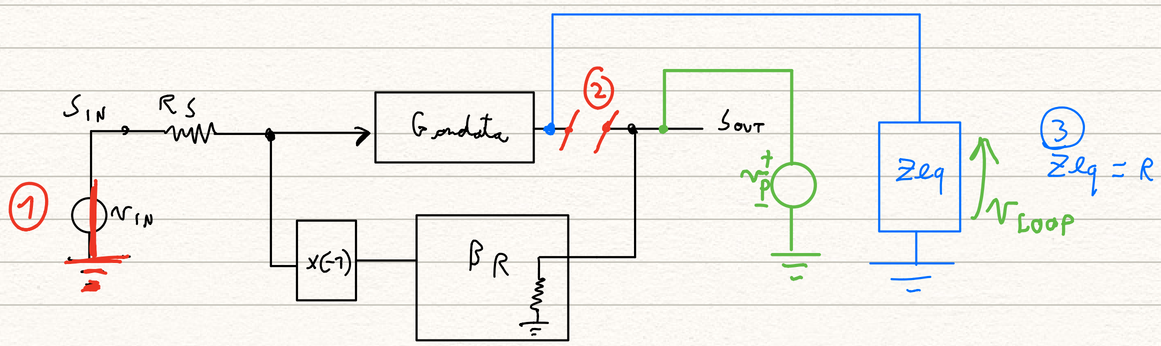
$V_{OUT} = -I \cdot R_2 = -\frac{V_{IN}}{R_1} \cdot R_2$

$\hookrightarrow G_{ideale} = -\frac{R_2}{R_1}$

CONCETTO DI GUADAGNO AD ANELLO E RELATIVO CALCOLO:



METODO DI CALCOLO DEL' GUADAGNO D'ANELLO:



1) Spengo i generatori forzanti

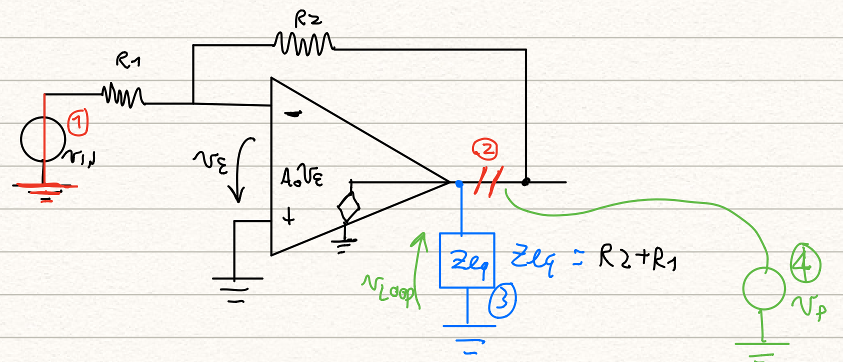
2) Taglio l'anello (in un punto comodo!)

3) RICOSTRUISCO A MONTE DEL TAGLIO L'IMPEDENZA VISTA A VALLE

4) Applico un generatore di prova di tensione (corrente) a valle del taglio e valuto la tensione (corrente) una volta percorso l'anello (tensione ai capi di zeq o corrente in zeq)

$$\hookrightarrow G_{LOOP} \triangleq \frac{v_{LOOP}}{v_P}$$

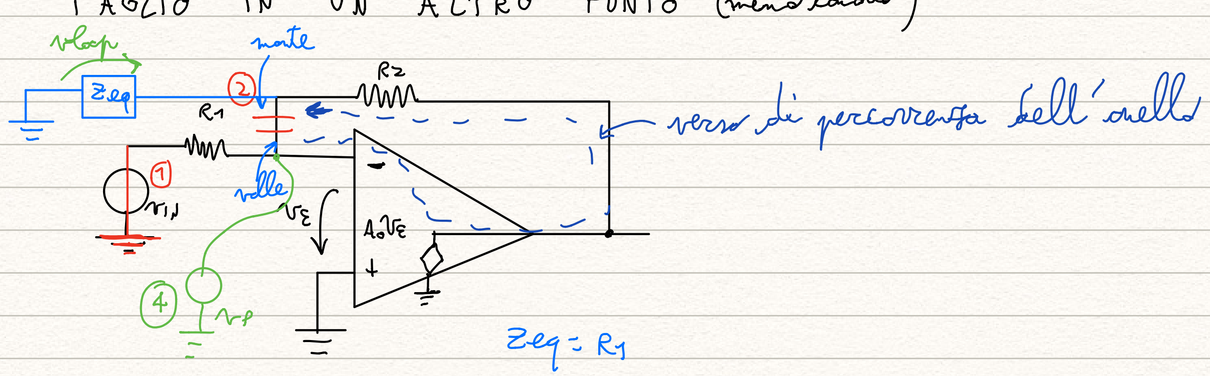
CALCOLO DEL GUADAGNO D'ANELLO IN UNA CONFIGURAZIONE INVERTENTE:



$$v_{Loop} = A_0 v_\varepsilon = A_0 (v^+ - v^-) = -A_0 v^- = -A_0 \frac{R_1}{R_1+R_2} v_P$$

$$G_{LOOP} \triangleq \frac{v_{LOOP}}{v_P} = -A_0 \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

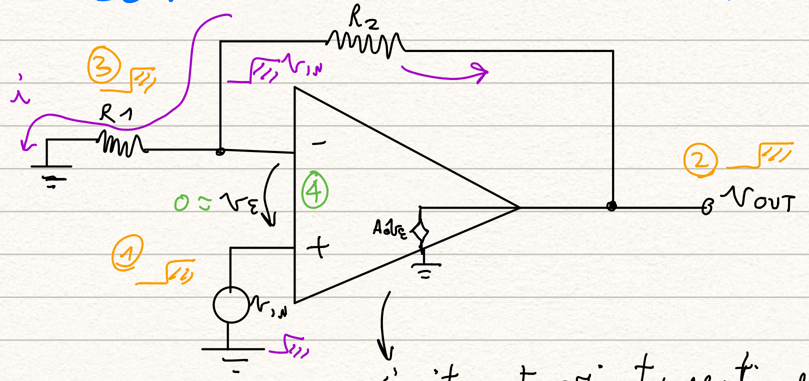
TAGLIO IN UN ALTRO PUNTO (meno comodo)



$$v_{Loop} = -A_0 v_P \frac{Z_{eq}}{Z_{eq}+R_2}$$

$$G_{Loop} \triangleq \frac{v_{LOOP}}{v_P} = -A_0 \frac{Z_{eq}}{Z_{eq}+R_2} = -A_0 \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

CONFIGURAZIONE NON INVERTENTE:



circuito retroazionato negativamente

$$i = \frac{V_{IN}}{R_1}$$

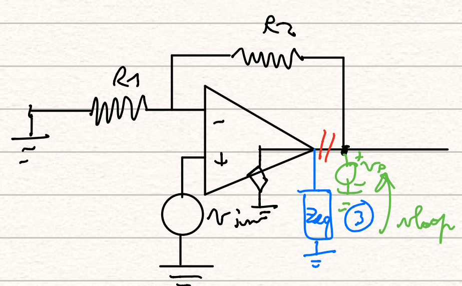
$$V_{OUT} = V_{R2} + V^- = i R_2 + V_{IN} = \frac{V_{IN}}{R_1} R_2 + V_{IN} = V_{IN}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$G_{ideale} \triangleq \left.\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right|_{IDEALE} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

- dipende solo da un rapporto tra R
- uscita in fase con l'ingresso
- resistenza in ingresso tendente all' ∞

$$G_{REALE} = \frac{G_{IDEALE}}{1 - 1/g_{loop}}$$

CALCOLO GLOOP DELLA CONFIG NON INVERTENTE:



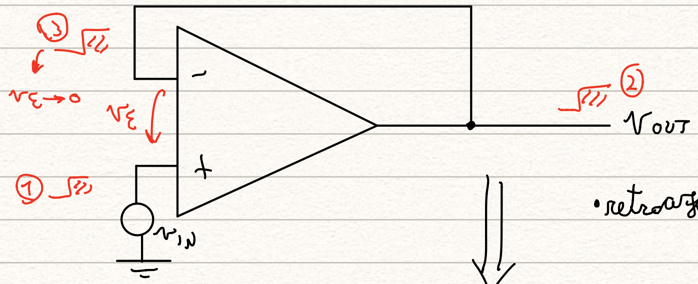
Gloop identico per configurazione invertente e non invertente!

$$G_{LOOP} = -A_0 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

ERRORE STATICO DI GUADAGNO:

$$\varepsilon = \left| \frac{G_{reale}(0) - G_{ideale}(0)}{G_{reale}(0)} \right| = \left| \frac{\frac{G_{andata}}{1 - G_{loop}} - G_{ideale}}{\frac{G_{andata}}{1 - G_{loop}}} \right| = \frac{1}{|G_{loop}(0)|}$$

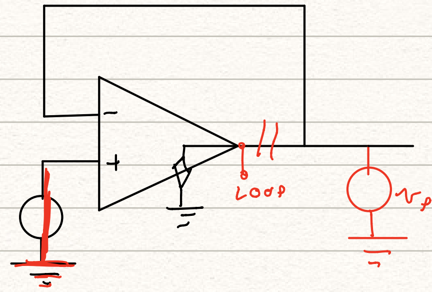
BUFFER DI TENSIONE :



$\Downarrow$ • retroazione negativa

$$V_{OUT}\Big|_{ideale} = V_{IN}$$

$$G_{ideale} \triangleq \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1$$



$$G_{loop} = -A_0$$

$$G_{reale} = \frac{G_{ideale}}{1 - 1/G_{loop}} =$$

$$= \frac{1}{1 + 1/A_0} = \frac{\overset{10^5 \div 10^6}{A_0}}{1 + A_0} \simeq 1$$