

# Amplificatore operativo

Prof. Hajj Ali

<https://digilander.libero.it/alihajj/>

<https://www.youtube.com/@alihajj9994>

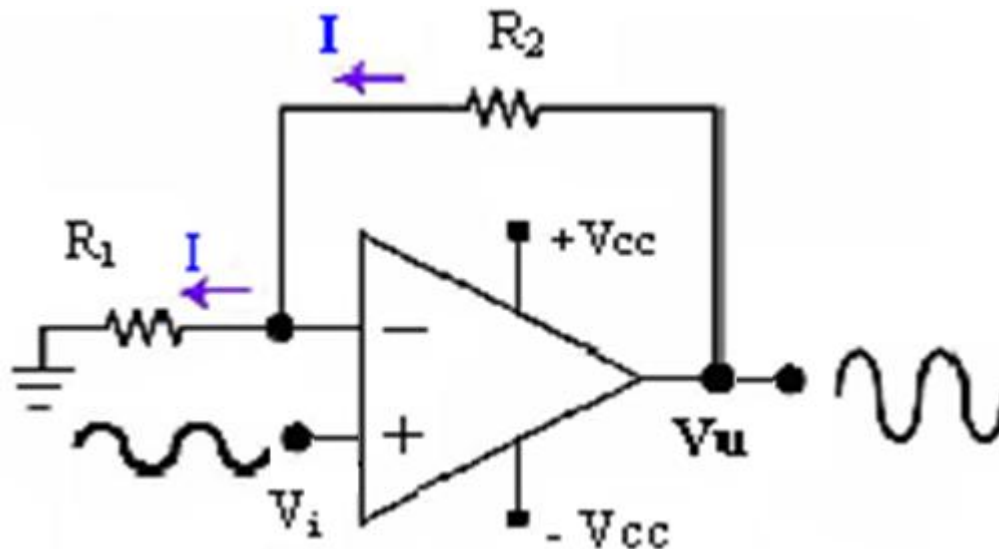
Per info

[hajjali2000@yahoo.it](mailto:hajjali2000@yahoo.it)

# Amplificatore non invertente

Un **amplificatore** si dice **non invertente**, quando:

- ⌘ il segnale d'ingresso è applicato sul morsetto non invertente (positivo).
- ⌘ il segnale di uscita è in fase con il segnale di ingresso;
- ⌘ il guadagno è positivo.



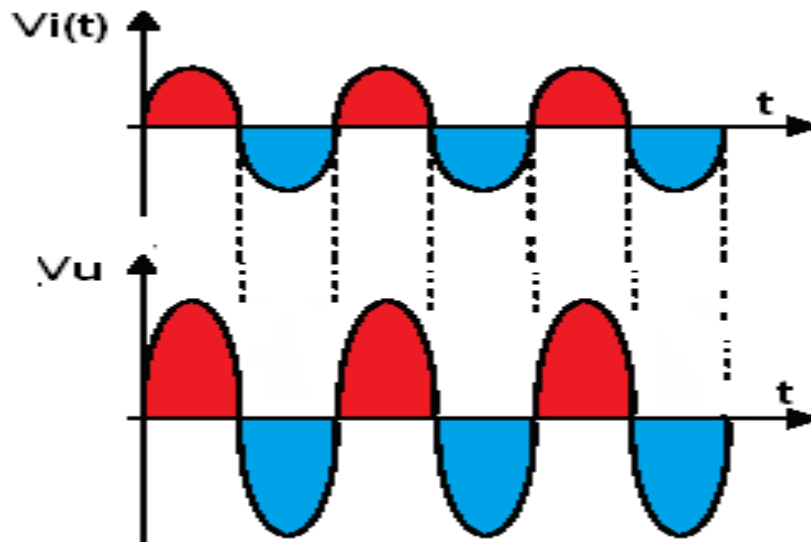
# Amplificatore non invertente - guadagno

- Il guadagno di tensione  $G_V$  ha un valore positivo.

$$G_V = \frac{V_U}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad \Rightarrow \quad V_U = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_i$$

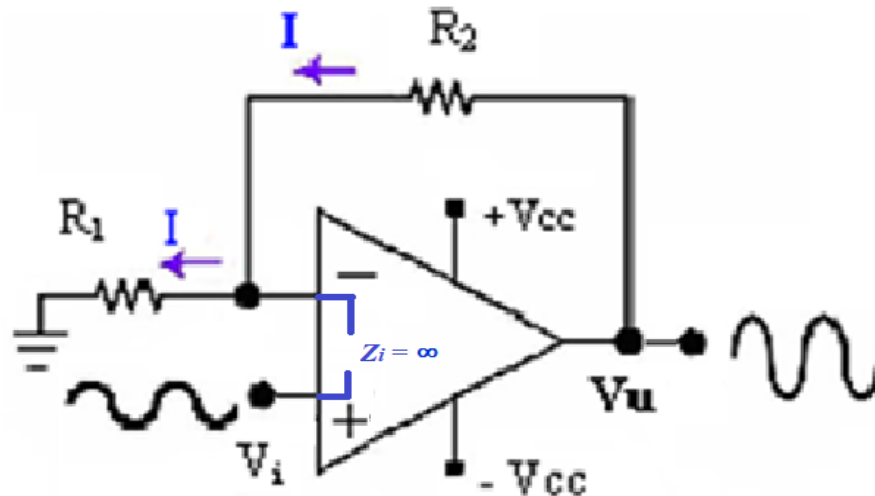
**$G_V > 0$**   $\rightarrow V_i$  e  $V_U$  sono tra loro sfasati di  $0^\circ$  oppure si dice in fase.

Questo significa se  $V_i$  è positiva la  $V_U$  è positiva e viceversa.



# Amplificatore non invertente – dimostrazione $G_v$

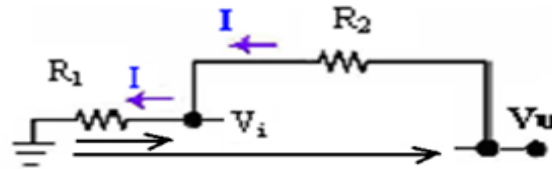
**l'A. O. è considerato ideale**, a causa della sua impedenza d'ingresso Infinita ( $Z_i = \infty \rightarrow$  **circuito aperto**),  $I^+ = I^- = 0$  e così l'A. O. non assorbe corrente in ingresso, allora:



$$I_1 = I_2 = I$$

# Amplificatore non invertente – dimostrazione $G_v$

**Partitore di tensione:** A causa del guadagno infinito dell'A.O. ideale  $A_{ol} = \infty$ , si ha  $V^- = V^+ = V_i$ . Applicando la regola del partitore di tensione, si ha:



$$V_i = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_u$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} V_i = \frac{\cancel{R_1}}{\cancel{R_1 + R_2}} V_u \frac{\cancel{R_1 + R_2}}{\cancel{R_1}}$$

$$V_u = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_i$$

$$V_u = \left( \frac{R_1}{R_1} + \frac{R_2}{R_1} \right) V_i$$

$$\frac{V_u}{V_i} = \left( \frac{\cancel{R_1}}{\cancel{R_1}} + \frac{R_2}{R_1} \right) \frac{\cancel{V_i}}{\cancel{V_i}}$$

$$G_v = \frac{V_u}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Un altro modo per arrivare al guadagno, è:  $I = V_i / R_1 = (V_u - V_i) / R_2$

**N.B.** Nella progettazione, realizzazione o nel dimensionamento di un amplificatore, il valore delle resistenze vengono scelte tra  $10\text{k}\Omega$  e  $500\text{k}\Omega$ .

# Amplificatore non invertente - Guadagno

- Il guadagno di tensione  $G_V$  ha un valore positivo:

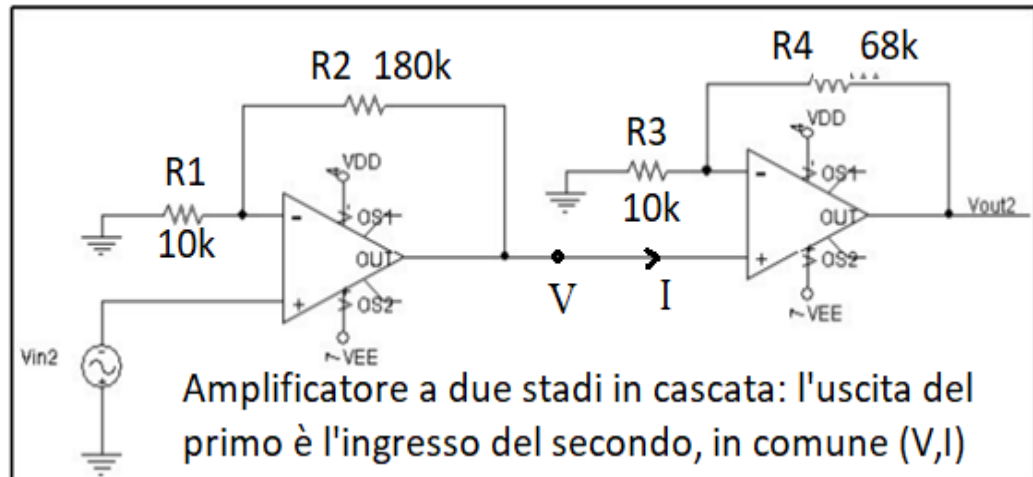
$$G_V = \frac{V_U}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Nella progettazione degli amplificatori: Non è mai consigliabile far guadagnare all'operazionale più di 100.

Perché così facendo si riduce la banda passante e si corre il rischio che il circuito auto oscilli.

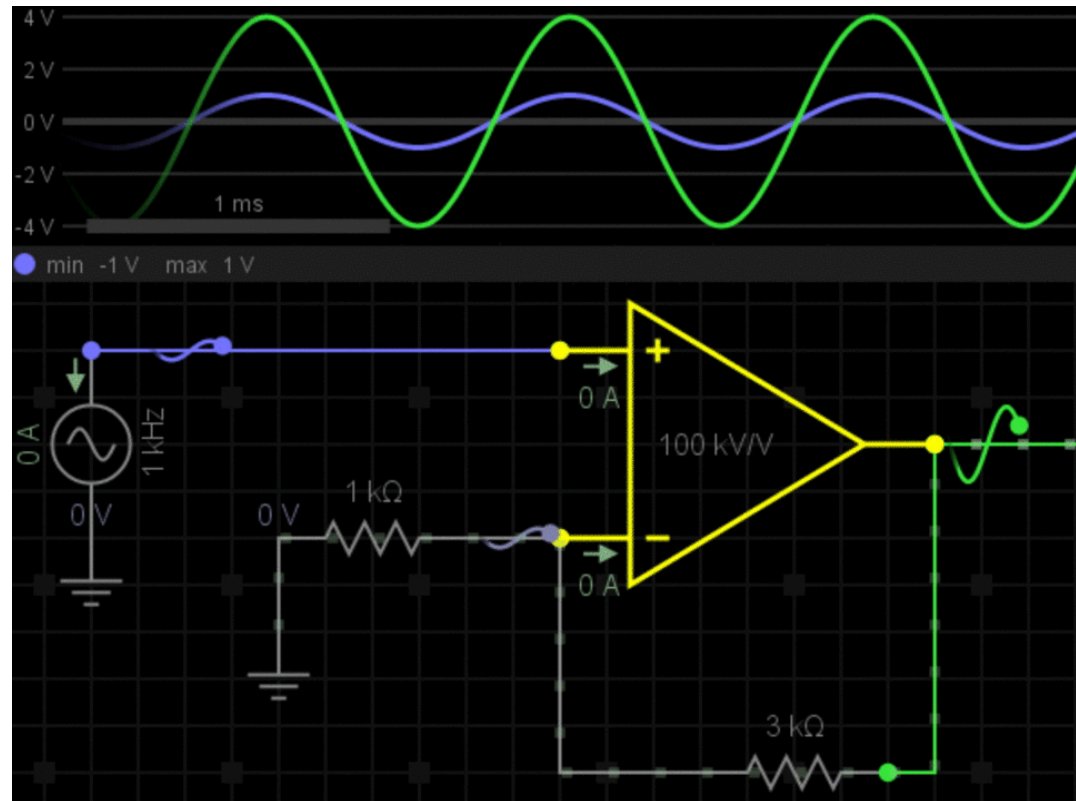
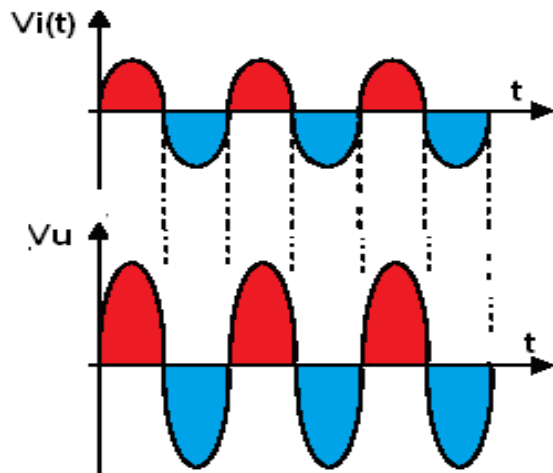
Volendo quindi realizzare uno stadio preamplificatore ad alto guadagno conviene sempre utilizzare due operazionali posti in cascata.

Il primo operazionale dovrà essere calcolato per un guadagno che risulti il più alto possibile, compatibilmente alle specifiche della banda passante e alla stabilità dell'amplificatore, mentre il secondo potremo calcolarlo per raggiungere il valore di guadagno massimo desiderato.



# Amplificatore non invertente – segnali

## L'andamento dei segnali:



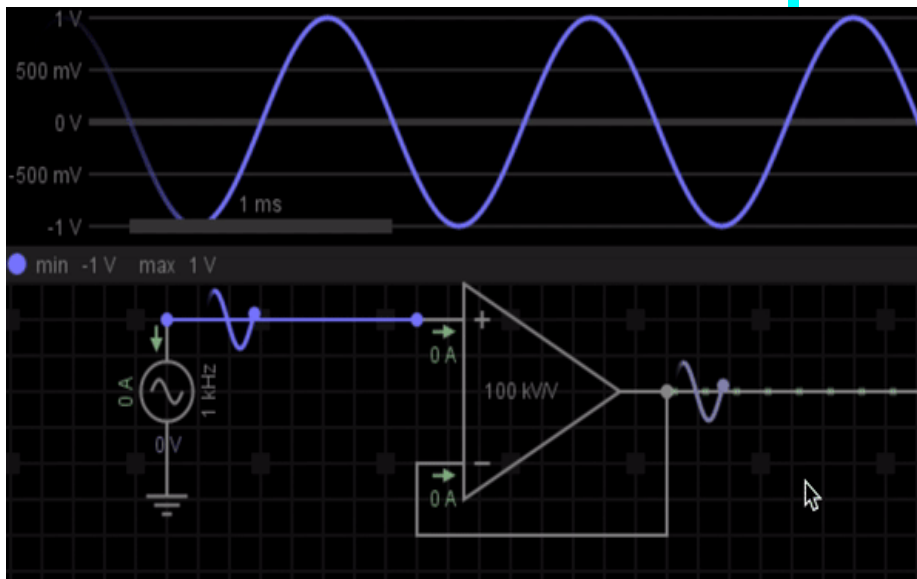
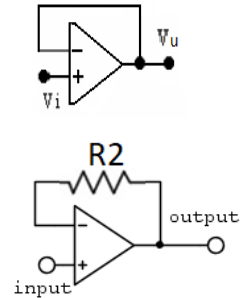
# Inseguitore di tensione (voltage follower)

## BUFFER, SEPARATORE DI IMPEDENZA O INSEGUITORE DI TENSIONE (VOLTAGE FOLLOWER)

L'inseguitore si ottiene dall'amplificatore non invertente, ponendo  $R_1$  di valore molto elevato (idealmente infinito = circuito aperto). Oppure  $R_2 = 0$  (corto circuito).

L'inseguitore è caratterizzato di avere un guadagno unitario:

$$G_v = 1 \text{ e questo ci dà : } V_u = V_i.$$



## Applicazioni di Voltage Follower

- Buffer per circuiti logici.
- Nei circuiti Sample and hold.
- In filtri attivi.
- In circuiti Bridge tramite trasduttore

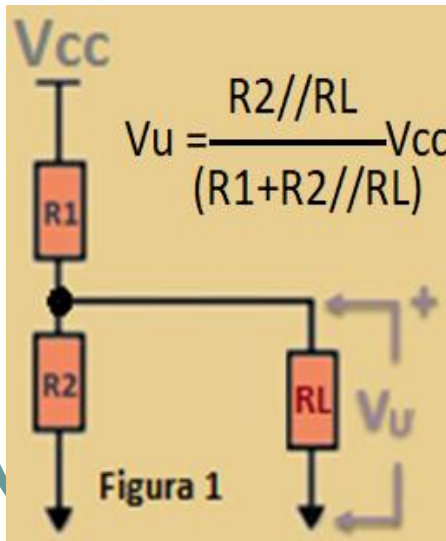


# Inseguitore di tensione (voltage follower)

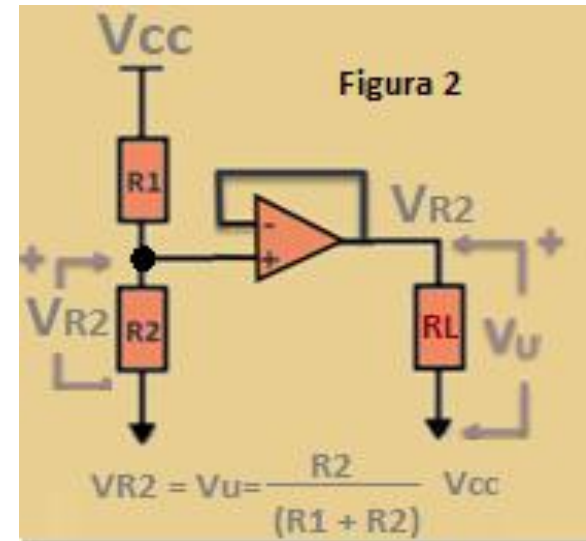
L'inseguitore di tensione è spesso usato per la costruzione di buffer, un circuito separatore/adattatore d'impedenza per l'isolamento tra due circuiti di caratteristiche diverse, rispecchiando la tensione d'ingresso in uscita.

**Esempio sull'inseguitore:** Supponiamo di voler realizzare un circuito che ci fornisce una tensione costante al variare del carico.

La figura 1 non è la soluzione, perché, la variazione del carico  $R_L$ , porta alla variazione di  $V_u$



La soluzione è nella Figura 2. L'aggiunta di un inseguitore di tensione al circuito del partitore di tensione *isola* l'impedenza di carico ( $R_L$ ) in modo che  $V_u$  dipenda solo da  $R_1$ ,  $R_2$  e non  $R_L$ .



# Amplificatore non invertente – dimostrazione $G_v$

**Esempio sull'inseguitore:** La tensione di uscita rimane costante al variare del carico  $R_L$

