

Esercitazione 01

Laboratorio di Fisica III

14,15,16 Settembre 2021

L'obiettivo dell'esercitazione è quello di acquisire familiarità con gli amplificatori operazionali (o semplicemente **operazionali** o **Op-Amp**, dall'inglese *Operational Amplifier*) misurandone alcune caratteristiche fondamentali.

Componenti necessari [*]

- 1 op-amp uA741;
- 1 op-amp OP07;
- 3 capacità da 100 nF;
- 4 resistenze (1 x 100 Ω , 1 x 10 k Ω , 1 x 1 M Ω , 1 x 10 M Ω);
- 1 trimmer da 1 k Ω .

[*] la lista non tiene conto di breadboard, cavi, ecc.

In questa esercitazione gli Op-Amp devono essere alimentati fornendo ai rispettivi pin di alimentazione +12 V e -12 V.

Ai fini di un corretto assemblaggio del circuito è necessario implementare con cura le istruzioni fornite all'inizio dell'esercitazione.

1 Follower

Gli Op-Amp hanno due ingressi, indicati con i simboli più (+, *ingresso non-invertente*) e meno (–, *ingresso invertente*) nei diagrammi circuitali. Collegando – come in Fig. 1a – un segnale all'ingresso non-invertente e collegando direttamente l'output all'ingresso invertente si realizza un **inseguitore** (*follower* o *buffer*), cioè un dispositivo che “insegue” l'input.

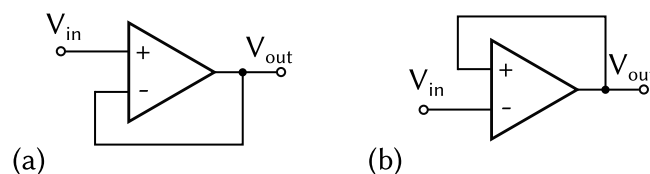


Fig. 1: (a) Follower realizzato mediante un operazionale. (b) Invertendo gli ingressi, il risultato è decisamente diverso...

Utilizzando il setup mostrato in figura, ed in particolare

- utilizzando l'**operazionale uA741** opportunamente alimentato a ± 12 V e

- utilizzando come segnale in ingresso V_{in} una sinusoide di frequenza $f = 1 \text{ kHz}$ ed ampiezza picco-picco 1 V ,

si realizzi il circuito mostrato in Fig. 1a, verificandone il funzionamento.

Si provi poi la configurazione mostrata in Fig. 1b: qual è l'output dell'operazionale in questo caso?

Caratteristiche fondamentali di un operazionale sono le impedenze di ingresso e di uscita. Al fine di stimare tali impedenze, utilizzando ancora l'operazionale uA741 e lo stesso segnale sinusoidale della prima parte, si studi l'output del follower nei seguenti casi (a)–(e).

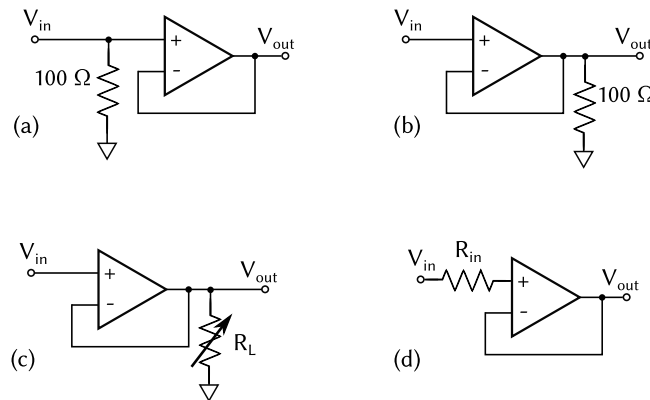


Fig. 2: (a) Follower con una resistenza da 100Ω in parallelo all'input. (b) Follower con una resistenza da 100Ω in parallelo all'output. (c) Follower con una resistenza variabile R_L ($0 - 1 \text{ k}\Omega$; usare il trimmer) in parallelo all'output. (d) Follower con una resistenza R_{in} da $1 \text{ M}\Omega$ o $10 \text{ M}\Omega$ in serie all'input.

- Una resistenza da 100Ω verso massa è aggiunta in parallelo all'input, come in Fig. 2a; cosa accade all'output? Si provi ad interpretare quanto osservato.
- Una resistenza da 100Ω verso massa è aggiunta in parallelo all'output, come in Fig. 2b; cosa accade all'output? Che cosa se ne può dedurre sull'impedenza di uscita dell'operazionale?
- Una resistenza variabile (trimmer da $1 \text{ k}\Omega$) è aggiunta in parallelo all'output, come in Fig. 2c; si misuri la massima resistenza R_L alla quale è osservabile un "clamping" ("costrizione" del segnale) dell'output. Si provi ad interpretare quanto osservato.
- Al fine di stimare l'impedenza in ingresso, una resistenza $R_{in} = 1 \text{ M}\Omega$ è aggiunta in serie all'input, come in Fig. 2d; cosa accade all'output? Si ripeta la misura nel caso $R_{in} = 10 \text{ M}\Omega$.
Attenzione: l'output dovrebbe presentare, oltre ad una riduzione di ampiezza, uno *strano* offset.
- Si ripeta l'ultimo punto, utilizzando, anziché l'operazionale uA741, l'operazionale OP07. In questo caso, cosa accade all'output? E all'offset?

Nota: una delle differenze principali tra l'operazionale uA741 e l'operazionale OP07 risiede proprio nelle caratteristiche di ingresso, ed in particolare nella *corrente di bias*.