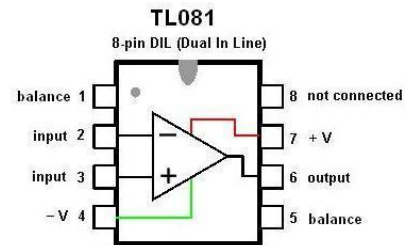


Laboratorio di Fisica 3 BASE

Proff. D. Nicolò, C. Roda

Esercitazione N. 4 Amplificatore operazionale - circuiti lineari

Scopo dell'esperienza è la caratterizzazione di circuiti lineari realizzati con un op-amp **TL081** (per la piedinatura ed una corretta orientazione dell'integrato si veda la figura accanto), da alimentare con +5V e -5V.



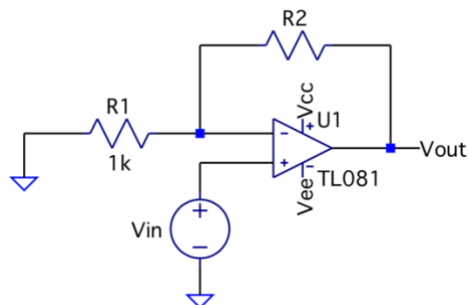
Il data-sheet del circuito integrato è disponibile nel folder “Documentazione Tecnica/OpAmp”. I pin 1, 5 e 8 del TL081 vanno lasciati scollegati durante tutta l'esperienza. Le tensioni di alimentazione devono essere collegate rispettivamente ai pin 7 (positiva) e 4 (negativa).

NOTA BENE

- Fare attenzione all'orientamento dell'op-amp perché se montato in modo errato rischia di bruciarsi.
- Per ogni tipo di misura effettuata (ad es. ampiezza di segnali di ingresso/uscita) illustrare brevemente il metodo usato ed il criterio di stima degli errori.
- Per la stima delle frequenze di taglio è sufficiente determinare il punto a -3dB dell'amplificazione a centro-banda.
- Se utilizzate la funzione **Network Analyzer** di Waveforms per produrre i grafici di Bode, accertatevi che l'ampiezza del segnale di ingresso sia tale da non mandare in saturazione il segnale in uscita dall'opAmp (per un'alimentazione di $\pm 5V$ è necessario che la tensione di uscita non ecceda 3.5V).

A. AMPLIFICATORE NON INVERTENTE

Si vuole realizzare un amplificatore non invertente come nello schema mostrato in figura, con $R_1=1k\Omega$ e con un'amplificazione in tensione compresa tra 4 e 10. Ogni componente di un gruppo scelga un proprio valore di R_2 (eventualmente ottenuto con serie e/o parallelo di resistenze disponibili) così da diversificare il guadagno dal proprio compagno.



1) Guadagno in tensione

- Misurare il valore delle resistenze scelte e montare il circuito.
- Utilizzando l'oscilloscopio ogni membro del gruppo effettui una misura preliminare dell'amplificazione inviando una tensione di ingresso V_{IN} sinusoidale di ampiezza pari a 200 mV e frequenza compresa tra 1 e 10 kHz.
- Fissata la frequenza, per almeno uno dei circuiti realizzati misurare l'ampiezza di V_{OUT} al variare dell'ampiezza di V_{IN} tra 100 e 500 mV, riportando quindi i dati in una tabella ed in un grafico e valutando in quale intervallo di ampiezze di V_{IN} il comportamento del circuito sia lineare (e quindi il guadagno costante entro l'errore statistico). Effettuare un'interpolazione ed ottenere la migliore stima del guadagno confrontandola con quanto atteso.

2) Risposta in frequenza del circuito

- Utilizzando la funzione **Network Analyzer** di Waveforms misurare, per ogni circuito, la risposta in frequenza del circuito nell'intervallo [100 Hz, 5 MHz] e stimare la frequenza di taglio. Discutere i risultati ottenuti dai vari membri del gruppo confrontando con quanto atteso sulla base delle specifiche nel datasheet e calcolando il prodotto GBW.

NB: mantenere l'ampiezza di V_{IN} sufficientemente bassa in modo da evitare distorsioni/saturazione del segnale di uscita.

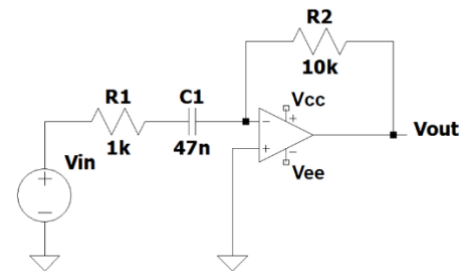
3) Slew-rate

- Per ogni circuito misurare lo *slew-rate* dell'amplificatore operazionale inviando in ingresso un'onda quadra di frequenza intorno al kHz. Si aumenti progressivamente l'ampiezza dell'onda finché la pendenza della rampa del segnale di uscita non si attesti al suo massimo (si ricorda che nella misura effettuata con due cursori il programma restituisce automaticamente la pendenza dei fronti). Si confronti la misura con quanto specificato nel datasheet del TL081.

B. CIRCUITO DERIVATORE

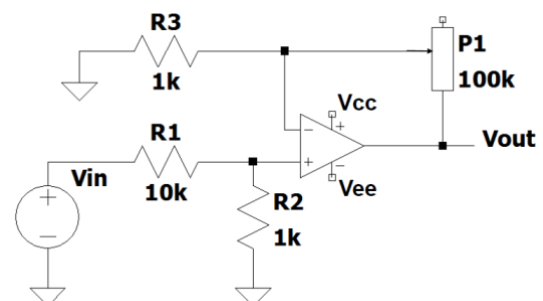
4) Circuito derivatore

- Misurare il valore di R_1 , R_2 e C_1 e montare il circuito nello schema in figura (notare che in questo caso l'opamp è in configurazione invertente).
- Mediante l'utilizzo di **Network Analyzer**, ottenere il diagramma di Bode del circuito nell'intervallo [100 Hz, 5 MHz] e misurare la frequenza di taglio inferiore.
- Utilizzando l'oscilloscopio, registrare la risposta del circuito ad un'onda triangolare di circa 100 Hz ed opportuna ampiezza. Verificare che si comporti come un derivatore e misurare l'ampiezza dell'uscita.
- Come si confrontano i risultati ottenuti in b) e c) con ciò che ci si aspetta in teoria? (Si consiglia di studiare la risposta del circuito nel dominio del tempo).
- Discutere qualitativamente (eventualmente registrando uno screenshot dell'oscilloscopio) cosa si osservi in V_{out} aumentando la frequenza (sempre regolando l'ampiezza di modo che rimanga lineare).



C. PRODOTTO BANDA-GUADAGNO (FACOLTATIVO)

Si modifichi la configurazione dell'amplificatore non invertente come da schema mostrato in figura per verificare l'invarianza del prodotto banda-guadagno. Si faccia variare il guadagno del solo amplificatore non invertente, definito come $A_v = V_{out}/V_{+}$, regolando in circa 5-6 passi la posizione del potenziometro P_1 (il partitore R_1/R_2 ha la sola funzione di attenuare il segnale del generatore, così da preservare la linearità dell'uscita ed ottimizzare il rapporto segnale/rumore).



N.B. Nessun valore delle resistenze necessita di misura in questo caso.

5) Frequenza di taglio vs. guadagno

- Per ogni posizione del potenziometro:

- i) registrare il grafico di Bode in ampiezza e salvarne i dati (anche in questo caso di raccomanda di regolare l'ampiezza in ingresso al Network Analyzer in modo da evitare la saturazione dell'uscita);
 - ii) misurare guadagno di centro-banda A_M e frequenza di taglio f_L .
- b. Utilizzate tutti i dati raccolti per:
- i) ottenere un plot che contenga la sovrapposizione di tutti i plot di Bode, verificando che le curve si sovrappongano in regime di alta frequenza;
 - ii) dimostrare che il prodotto $A_M f_L$ rimane costante e confrontare una media pesata dei valori ottenuti con quanto indicato nel data-sheet..