

Laboratorio di Fisica 3 AVANZATO

Proff. D. Nicolò, C. Roda

Esercitazione N. 4 **Amplificatore operazionale - circuiti lineari**

Scopo dell'esperienza è la misura delle caratteristiche di circuiti amplificatori invertenti e non invertenti e di circuiti integratori e derivatori, realizzati con un op-amp **TL081** (vedi figura), da alimentare a +5V e -5V.

Prima di iniziare l'esperienza aprite il data-sheet del circuito integrato TL081 che trovate nel folder "Documentazione Tecnica/OpAmp" ed individuate le caratteristiche del circuito integrato. I pin 1, 5 e 8 del TL081 vanno lasciati scollegati durante tutta l'esperienza.

NOTA BENE

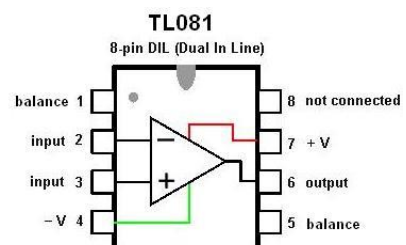
- All'inizio dell'esperienza misurare il valore della capacità e verificate il valore delle resistenze usate nell'esperienza.
- Per la stima delle frequenze di taglio può essere sufficiente determinare il punto a -3dB dell'amplificazione a centro-banda.
- Se utilizzate la funzione **Network** di Waveforms 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. Alimentando l'amplificatore operazionale tra -5V e +5V ciò significa che l'ampiezza del segnale di uscita non dovrebbe superare circa 3.5V.

A. AMPLIFICATORE INVERTENTE

1) Amplificatore invertente

Si vogliono realizzare degli amplificatori invertenti con un'impedenza di ingresso superiore o uguale a $1k\Omega$ e con un'amplificazione in tensione di valore tra 5 e 10. Ogni componente del gruppo scelga un valore per l'amplificazione diverso dai propri compagni e scelga di conseguenza i valori dei componenti adeguati.

- Disegnare il circuito scelto ed indicare i valori delle resistenze scelte. Montare il circuito.
- Ogni membro del gruppo misuri l'amplificazione del circuito per una tensione di ingresso pari a 200mV e riporti il confronto con il valore di amplificazione atteso;
- Per almeno uno dei circuiti realizzati misurare l'ampiezza di V_{OUT} al variare dell'ampiezza di V_{IN} per un segnale sinusoidale di frequenza fissata tra 1 e 10kHz e riportare i dati in una tabella ed in un grafico. Misurare il guadagno e valutare in quale intervallo di ampiezze di V_{IN} il comportamento del circuito è lineare. Spiegare brevemente come sono state eseguite le misure e confrontare il risultato con quanto aspettato.
- Per ogni circuito realizzato misurare l'impedenza di ingresso e confrontarla con il valore atteso.



2) Risposta in frequenza del circuito e slew rate

- Utilizzando la funzione **Network** 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.

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

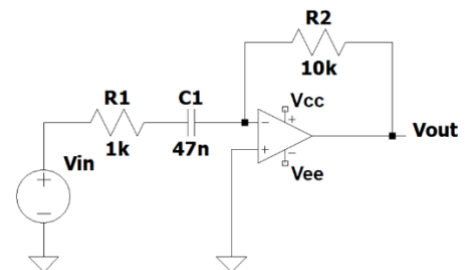
- b. Per ogni circuito misurare lo slew rate dell'amplificatore operazionale inviando in ingresso un'onda quadra di frequenza intorno al kHz. Si aumenti l'ampiezza dell'onda finché la pendenza della rampa del segnale di uscita non si attesti al suo massimo. Si confronti la misura con quanto specificato nel datasheet del TL081.

B. CIRCUITI DERIVATORE E INTEGRATORE

Ogni membro del gruppo monti i circuiti derivatore ed integratore (mostrati nella figure) e compia le misure richieste, discutete poi tra voi interpretazioni e confronti con i valori attesi. Riportate tutte le misure nella vostra relazione, per gli screen-shot potete riportare un solo risultato se non dovete mettere in evidenza particolari differenze tra i circuiti dei vari membri.

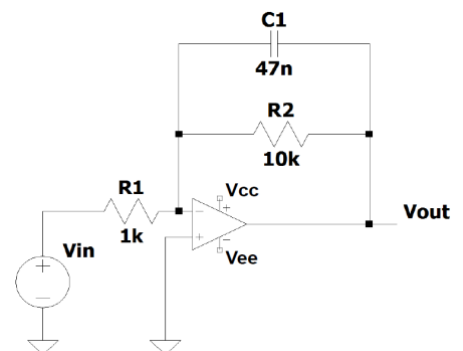
3) Circuito derivatore

- a. Inviare un'onda sinusoidale e misurare la risposta in frequenza dell'amplificazione e della fase riportandoli in un diagramma di Bode nell'intervallo [100 Hz, 5 MHz] utilizzando la funzione **Network** di Waveforms, e stimare la frequenza di taglio. Confrontare i risultati ottenuti con quanto atteso.
- b. Misurare la risposta del circuito ad un'onda triangolare di circa 100Hz. Verificare che si comporta come un derivatore. Che cosa succede variando la frequenza?
- c. Come si confrontano i risultati ottenuti in a) e b) con ciò che ci si aspetta in teoria? Discutere la funzione della resistenza R1.



4) Circuito integratore

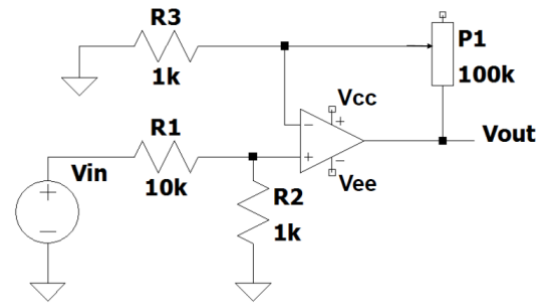
- a. Inviare un'onda sinusoidale e misurare la risposta in frequenza dell'amplificazione e della fase riportandoli in un diagramma di Bode nell'intervallo [10 Hz, 5 MHz] utilizzando la funzione **Network** di Waveforms. Stimare la frequenza di taglio. Come si confrontano i risultati con ciò che ci si aspetta in teoria? Discutere la funzione della resistenza R2.
- b. Misurare la risposta del circuito ad un'onda quadra di circa 10kHz. Verificare che si comporta come un integratore. Misurare l'ampiezza dell'onda in uscita e confrontarla con quanto ci si aspetta, facendo attenzione a non includere i picchi nel calcolo dell'ampiezza. Provate a dare un'interpretazione qualitativa sull'origine dei picchi. Come cambia la forma d'onda in uscita variando la frequenza?



C. AMPLIFICATORE NON INVERTENTE

5) Prodotto banda-guadagno

Si monti adesso il circuito in configurazione di amplificatore non invertente indicato in figura. Si vuole verificare la costanza del prodotto banda-guadagno. Variando la posizione del potenziometro si può variare il guadagno del circuito (il partitore R1/R2 ha la sola funzione di attenuare il segnale del generatore). Si consideri il guadagno della parte di circuito con il solo operazionale, $A = V_{out}/V_+$.



Ogni membro del gruppo scelga due o tre posizioni del potenziometro e per ogni posizione:

- produca il grafico di Bode per l'ampiezza e salvare i dati del plot;
- misuri il guadagno massimo A_M e la frequenza di taglio f_H . La frequenza di taglio può essere misurata dal grafico di Bode stimando il valore centrale e l'incertezza con l'aiuto del cursore.

Utilizzate i dati raccolti da tutti i membri del gruppo per ottenere un plot che contenga la sovrapposizione di tutti i plot di Bode; dimostrare che il prodotto $A_M f_H$ rimane costante e confrontarlo con quanto indicato nel data-sheet. Discutere il risultato ottenuto.