

Laboratorio di Fisica 3

Proff. D. Nicolò, C. Roda

Esercitazione N. 6 Oscillatore a ponte di Wien

Scopo dell'esperienza è la realizzazione di un oscillatore sinusoidale a ponte di Wien realizzato con un operazionale **TL081** alimentato a +5V e -5V (per cautela abbiate sempre a portata di mano il data-sheet per controllare la piedinatura). Seguiremo la seguente procedura:

- regolazione del guadagno dell'amplificatore;
- studio del loop-gain in funzione della frequenza e verifica della condizione di Barkhausen;
- osservazione delle caratteristiche dell'auto-oscillazione.

Istruzioni generali

- Leggere con attenzione il testo, incluse le successive istruzioni e le note a piè pagina.
- Rispondere puntualmente alle domande, riportando sullo svolgimento il numero (ad es.: 1a) ...(svolgimento)...).
- Nei casi in cui si chieda di osservare dei segnali (o la risposta in frequenza di un circuito) è necessario allegare alla relazione gli opportuni *screenshots* dell'oscilloscopio (o del Network Analyzer), in ogni caso regolando le scale in modo che la visualizzazione sia ottimale.
- Le immagini ottenute devono sempre mostrare un'indicazione delle scale utilizzate e, se inserite in un testo elettronico (LaTeX, Word, ...), essere dimensionate in modo tale da risultare leggibili.
- Ogni misura o set di misure di una stessa grandezza deve essere accompagnata da una breve (anche lapidaria) discussione del metodo utilizzato e dei criteri adottati per stimare le incertezze.

Operazioni preliminari

La prima operazione da fare è individuare e selezionare i vari componenti da utilizzare (resistenze, condensatori, trimmer e diodi 1N4007, come da schema di figura 2), verificando i valori delle resistenze e misurando quelle delle capacità con il relativo errore. Prima di montare il trimmer nel circuito, verificate che abbia resistenza massima da 10 k Ω (quella risultante tra i terminali estremi cerchiati in rosso in figura 1) e che le resistenze tra quei terminali ed il contatto strisciante siano complementari.

Si suggerisce di predisporre uno schema di connessioni in cui si tengano distinti i blocchi dell'amplificatore e della rete di reazione, evitando un eccessivo affollamento in prossimità dell'operazionale.

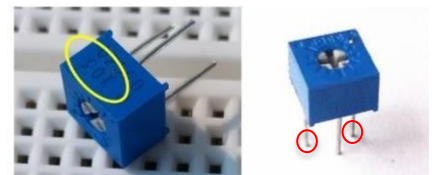


Figura 1: Trimmer

Misura del loop gain

0. Come primo passo, costruire il circuito in figura 2 formato da:
 - a. un amplificatore non invertente con guadagno A_v , realizzato con un operazionale TL081 e con componenti $R_3/R_4/POT1/R_5/D_1/D_2$;
 - b. una rete di feedback dipendente dalla frequenza costituita da R_1 , C_1 , R_2 e C_2 che in questo primo circuito è scollegata dall'ingresso non invertente del TL081. A quest'ultimo si

collegli invece uno dei due generatori di funzione (ad es. W1) per inviare un segnale sinusoidale V_s .

1. Regolare il guadagno dell'amplificatore e studiare la dipendenza dalla frequenza del loop gain βA_v del circuito mostrato in figura 2 attraverso i seguenti passi.
 - a. Inviare in V_s un segnale sinusoidale di frequenza 1kHz ed ampiezza 500 mV. Osservare come l'ampiezza di V_{OUT} dipenda dalla posizione del potenziometro misurando il guadagno $A_v = V_{OUT}/V_s$ con il trimmer ad inizio e fine corsa e verificare che in entrambi i casi abbia il valore atteso per un amplificatore non invertente.
 - b. Regolare la posizione del trimmer finché si osservi che $A_v = 3$.
 - c. Utilizzando la funzione Network Analyzer di Waveforms misurare la funzione di trasferimento, in modulo e fase, del loop-gain $\beta A_v = V_A/V_s$ tra 100Hz e 100kHz (il nodo A indicato in figura costituisce l'uscita della rete di feedback), avendo fissato l'ampiezza in ingresso a 500 mV.
 - d. Misurare la frequenza f_0 alla quale lo sfasamento si annulla e discuterne la relazione con gli elementi circuitali. Verificare che a quella frequenza βA_v soddisfi la condizione di Barkhausen (sia cioè compatibile con 1 entro gli errori).
 - e. Nelle stesse condizioni attivare anche la visualizzazione del plot di Nyquist, verificando che si tratti di una circonferenza di centro $(1/2, 0)$ e raggio $1/2$.

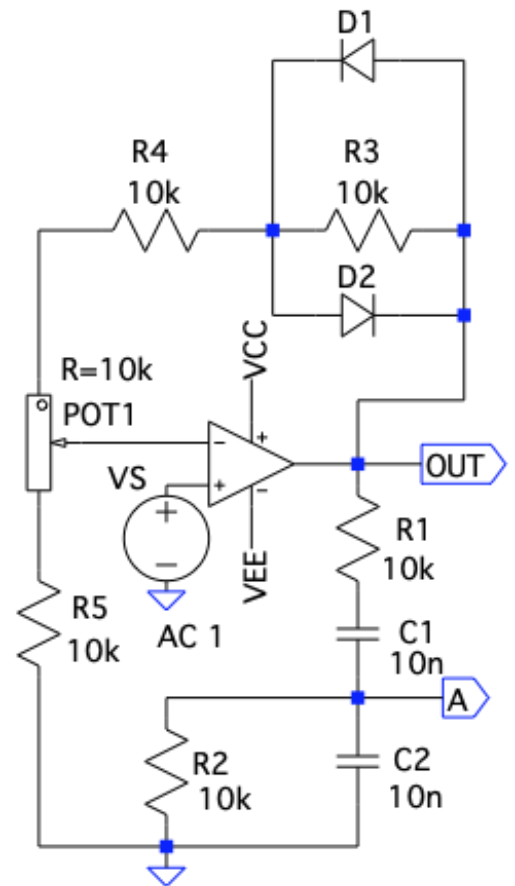


Figura 2: Circuito per la misura del loop-gain

Oscillatore sinusoidale a ponte di Wien

2. A questo punto disconnettere il generatore e collegare il punto A all'ingresso non invertente dell'amplificatore (ovvero chiudere il loop di feedback realizzando così l'oscillatore a ponte di Wien secondo lo schema mostrato in figura 3).

- a. Osservare il segnale in uscita variando con continuità la posizione del trimmer. Commentare qualitativamente la caratteristica del segnale in uscita (presenza/assenza del segnale, eventuale saturazione).
- b. Regolare finemente la posizione del trimmer fino ad osservare l'innesco dell'oscillazione e lasciarla invariata da qui in avanti. Osservare V_{OUT} , misurarne ampiezza e frequenza e verificare la compatibilità di quest'ultima con f_0 .
- c. Registrare la forma d'onda di V_{OUT} dall'innesco dell'oscillazione. Per farlo si suggerisce di:
 - fissare il trigger dell'oscilloscopio in modalità normale sul canale cui è collegato V_{OUT} ;
 - regolare la soglia a circa 50 mV e la posizione del trigger circa al 10% della scala temporale;
 - cortocircuitare i diodi collegando un ponticello in parallelo ad $R_3/D_1/D_2$ (così da ridurre il guadagno e smorzare l'oscillazione);
 - lanciare una singola acquisizione (in modalità "Single") dal pannello dell'oscilloscopio di Waveforms;
 - rimuovere il ponticello e verificare che l'effettivo innesco dell'oscillazione.

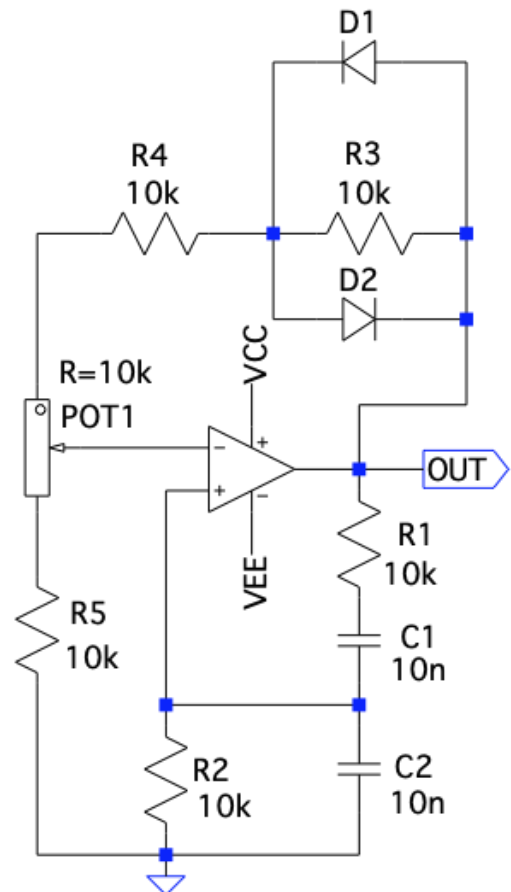


Figura 3: Oscillatore a ponte di Wien.

3. Eliminare i diodi dal circuito. Come cambia l'uscita del circuito rispetto ai punti precedenti? Spiegare il ruolo svolto dai due diodi.
4. (facoltativo) Nelle stesse condizioni di cui al punto 1 (circuito di figura 2, con il punto A nuovamente sconnesso dall'ingresso dell'amplificatore), inviare un segnale sinusoidale in V_s di frequenza 1kHz e, al variare dell'ampiezza di quest'ultimo fino a circa 1.5V (e comunque non oltre il limite di saturazione dell'operazionale), misurare il guadagno dell'amplificatore A_v come rapporto tra le ampiezze di V_{OUT} e V_s (anche in presenza di distorsioni dell'uscita) in funzione di V_s . Riportare i dati in un grafico cartesiano A_v vs. V_s e stimare grossolanamente il limite dell'intervallo di linearità del circuito, verificando che sia consistente con la tensione di soglia dei diodi. Stimare il valore di V_s in corrispondenza dell'intersezione della curva ottenuta con il livello $A_v = 3$ e verificare che sia circa uguale ad un terzo dell'ampiezza dell'oscillazione misurata al punto 2b.