

Oscillatore sinusoidale a ponte di Wien con OpAmp

Lorenzo Cavuoti

27 Novembre 2018

0) Lo scopo dell'esperienza è realizzare un oscillatore sinusoidale a ponte di Wien. Ho montato il primo circuito di figura 1, i componenti, misurati con il multimetro digitale, risultano:

- $R1 = 9.89 \pm 0.08 k\Omega$
- $R2 = 9.91 \pm 0.08 k\Omega$
- $R3 = 10.05 \pm 0.08 k\Omega$
- $R4 = 9.81 \pm 0.08 k\Omega$
- $R5 = 9.81 \pm 0.08 k\Omega$
- $R_{pot} = 10.63 \pm 0.08 k\Omega$
- $C1 = 10.2 \pm 0.4 nF$
- $C2 = 10.2 \pm 0.4 nF$

1) Ho alimentato l'OpAmp con $V_{CC} = 14.88 \pm 0.08 V$ e $V_{EE} = -15.09 \pm 0.08 V$ e ho inviato all'ingresso un segnale sinusoidale di ampiezza $V_S = 260 \pm 10 mV$, successivamente ho variato la frequenza tra circa 0.5kHz e 3kHz e per ciascun valore ho misurato l'ampiezza e lo sfasamento di V_A , i dati presi sono riportati in tabella 1 e 2 e nel grafico 2. Lo sfasamento risulta nullo per $f_{0mis} = 1.61 \pm 0.06$ kHz, l'errore è stato stimato variando la frequenza fino a quando non si notava uno sfasamento tra V_S e V_A , il valore è in accordo con la teoria $f_{0att} = 1/2\pi R_1 C_1 = 1.57 \pm 0.06$ kHz. Successivamente si è tenuta la frequenza costante e si è girato il potenziometro, si nota che quando la resistenza verso terra del potenziometro aumenta il guadagno diminuisce, e viceversa, come previsto dalla teoria. Infine mantenendo la frequenza del segnale di ingresso a f_0 e aumentando $V_{Spp} = 4.1 \pm 0.2 V$ si ha $V_{App} = 3.4 \pm 0.1 V$ (pp indica l'ampiezza picco picco), il guadagno per $f = f_0$ quindi diminuisce all'aumentare dell'ampiezza.

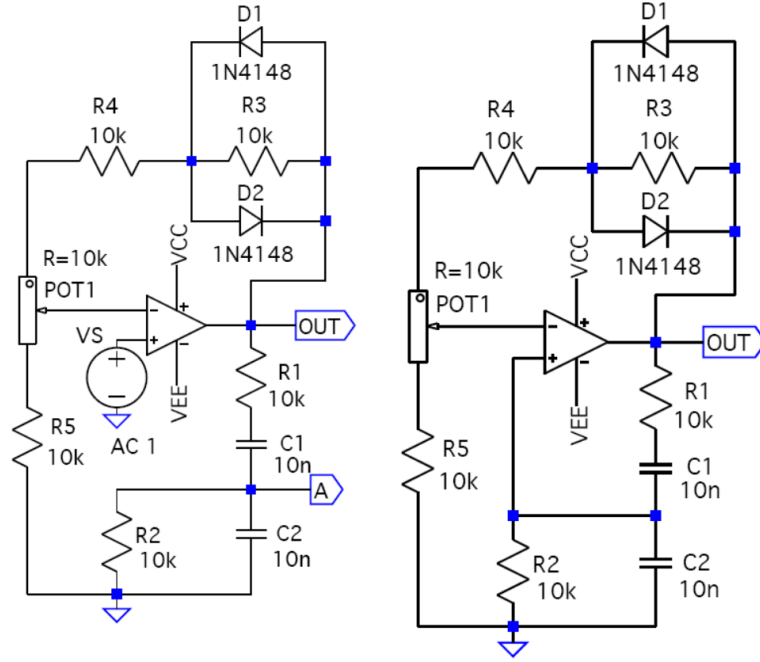


Figura 1: Schema circuitale dei due circuiti usati nell'esperienza, a destra l'oscillatore a ponte di Wien

f[kHz]	V_{Spp} [mV]	V_{App} [mV]	βA_V
0.52 ± 0.005	510 ± 20	370 ± 20	0.73 ± 0.04
0.723 ± 0.007	510 ± 20	440 ± 20	0.86 ± 0.06
0.946 ± 0.009	510 ± 20	480 ± 20	0.94 ± 0.06
1.40 ± 0.01	510 ± 20	510 ± 20	1.00 ± 0.06
1.93 ± 0.02	510 ± 20	510 ± 20	1.00 ± 0.06
2.34 ± 0.02	510 ± 20	500 ± 20	0.97 ± 0.06
2.90 ± 0.03	510 ± 20	480 ± 20	0.93 ± 0.06

Tabella 1: Tabella dell'open loop gain βA_V in funzione della frequenza di V_{in}

f[kHz]	fase [gradi]
0.511 ± 0.005	45.7 ± 0.5
0.706 ± 0.007	34.6 ± 0.4
0.964 ± 0.01	22.5 ± 0.3
1.44 ± 0.01	7.66 ± 0.09
2.14 ± 0.02	-7.63 ± 0.08
2.90 ± 0.03	-19.2 ± 0.2

Tabella 2: Tabella della fase in funzione della frequenza di $V_{in} = 510 \pm 20mV$

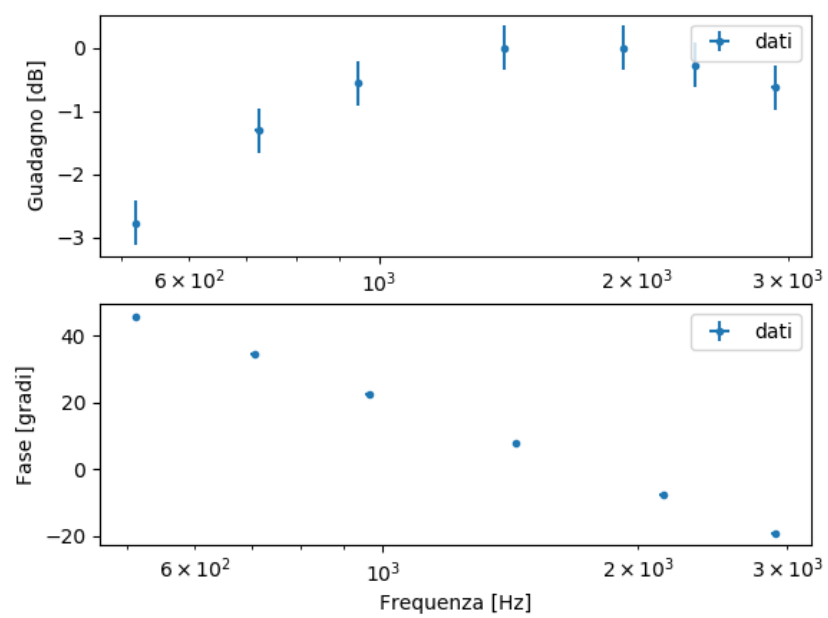


Figura 2: Grafico dell'open loop gain e della fase in funzione della frequenza

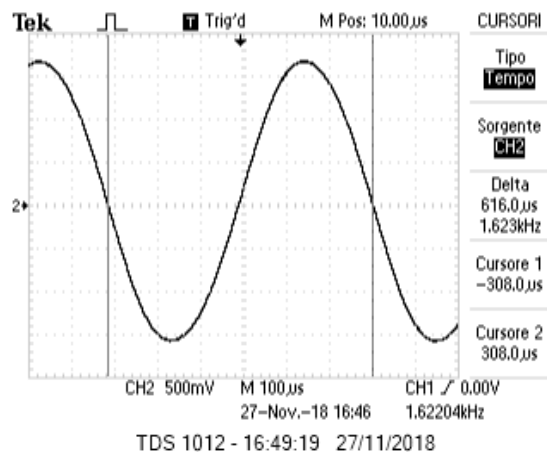


Figura 3: Segnale sinusoidale di V_{out}

2) Ho collegato il terminale positivo di ingresso dell'OpAmp alla rete di feedback disconnettendo il generatore (secondo circuito di figura 1). Il segnale V_{out} presenta una forma sinusoidale (figura 3), inoltre si nota che girando il potenziometro in senso orario, quindi aumentando la resistenza verso terra, l'ampiezza di V_{out} diminuisce, fino ad avere un segnale piatto. Invece se si gira il potenziometro il senso antiorario, ovvero diminuendo la resistenza verso terra, l'ampiezza di V_{out} aumenta, se si gira ancora la sinusoide viene leggermente distorta, fino ad avere clipping a $V_{outpp} = 28 \pm 1V$ figura 4

3) La frequenza di oscillazione risulta $f = 1.62 \pm 0.01kHz$, ottenuta invertendo la misura del periodo con i cursori, la frequenza è in accordo con la teoria con la misura del punto 1. Si nota inoltre che la frequenza non dipende dalla tensione di alimentazione dell'OpAmp e neanche dalla posizione del potenziometro finchè non si ha clipping: se il segnale presenta clipping la frequenza aumenta, come si nota in figura 4. Variando la posizione del potenziometro il valore del segnale che cambia maggiormente risulta l'ampiezza di V_{out} .

4) Ho posizionato il potenziometro in modo da creare il segnale V_{out} con minore ampiezza possibile, successivamente ho staccato la rete di feedback e connesso il generatore di funzioni con un segnale sinusoidale di ampiezza $V_{inpp} = 0.51 \pm 0.02V$ misurata con l'oscilloscopio, il segnale in uscita risulta $V_{outpp} = 1.53 \pm 0.06V$ $A_V = 3.0 \pm 0.2$ compatibile con il guadagno atteso dalla teoria $A_V = 3$ per ottenere $\beta A_V = 1$

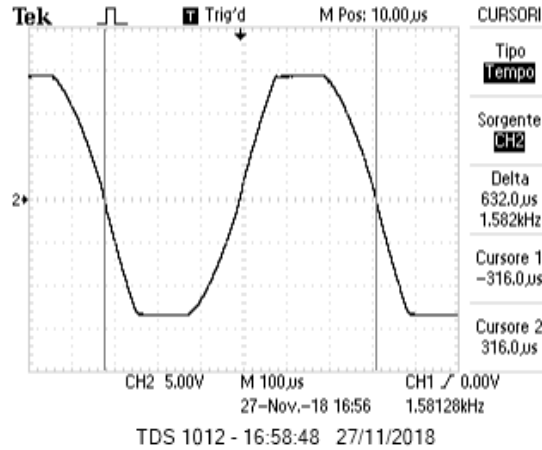


Figura 4: Clipping di V_{out}

5) E' stato ricollegato il circuito del punto 2 togliendo però i diodi, si osserva che V_{out} passa da un segnale piatto alla saturazione variando la posizione del potenziometro, senza la possibilità di avere un segnale di ampiezza intermedia, in particolare se $|V_{CC}| > |V_{EE}|$ si ha saturazione in basso (figura 5), invece se $|V_{CC}| < |V_{EE}|$ si ha saturazione in alto (figura 6), tuttavia più $|V_{CC}| - |V_{EE}|$ è piccolo meno clipping si ha, fino a non essere più visibile con l'oscilloscopio. Si nota anche che la frequenza di oscillazione rimane la stessa entro l'incertezza di misura del tempo dell'oscilloscopio.

I due diodi svolgono il ruolo di limitare l'ampiezza del segnale in uscita, infatti quando $V_{out} > V_{th}$ (dove con V_{th} si indica la tensione di soglia del diodo) il diodo ha una resistenza molto minore di R_3 e possiamo considerare la caduta di potenziale trascurabile ai capi del resistore. Successivamente questo segnale rientra nell'OpAmp che amplifica la differenza tra V_- e V_+ ma a causa del diodo l'ampiezza di V_- è variata poco rispetto a V_+ , di conseguenza l'ampiezza del segnale in uscita diminuisce.

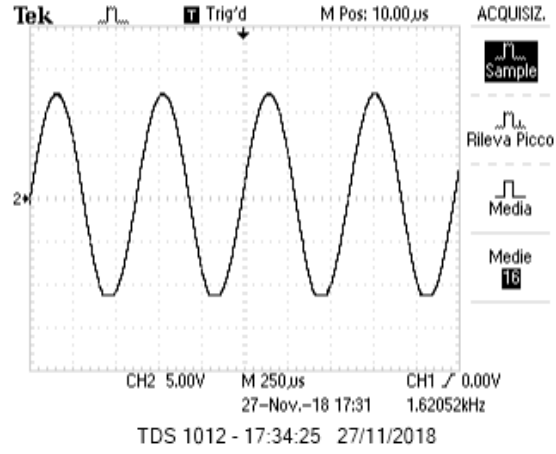


Figura 5: Saturazione in basso di V_{out} per $|V_{CC}| > |V_{EE}|$

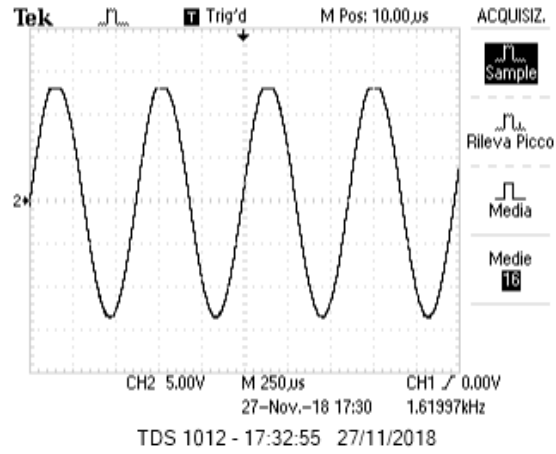


Figura 6: Saturazione in alto di V_{out} per $|V_{CC}| < |V_{EE}|$