

Es02B: Circuito RC - Filtri passivi

Gruppo 1G.BT
Lorenzo Caviuoti, Francesco Sacco

October 16, 2018

1 Filtro passa basso

1.1

Usando il multimetro digitale abbiamo misurato il valore di $R1 = 3.29 \pm 0.03 k\Omega$ e il valore di $C1 = 9.9 \pm 0.4 nF$, la frequenza di taglio teorica risulta quindi $F_{Teorica} = 4.9 \pm 0.2$ con errore dominato dall'incertezza sulla misura della capacità del condensatore. Sempre dalla teoria sappiamo che il guadagno è dato da

$$A_f = \frac{1}{\sqrt{1 + (f/f_T)^2}} \quad (1)$$

Per $f \approx 0$ $A_f \approx 1$, ovvero a bassa frequenza il filtro non attenua il segnale, per $f = 2 kHz$ $A_{Vteorica} = 0.93 \pm 0.02$ invece per $f = 20 kHz$ $A_{Vteorica} = 0.238 \pm 0.006$

1.2

Dalla misura con l'oscilloscopio risulta $A_V(2 kHz)_{mis} = 0.92 \pm 0.05$ e $A_V(20 kHz)_{mis} = 0.241 \pm 0.013$ entrambi compatibili entro una barra di errore dalla misura teorica.

La frequenza di taglio misurata vedendo la frequenza a -3dB risulta $f_{Tmis} = 4.83 \pm 0.06 kHz$ con errore dominato dall'incertezza sulla scelta della frequenza, invece quella facendo il fit(absoute-sigma=False) risulta $f_{Tfit} = 4.90 \pm 0.09 kHz$. Anche in questi ultimi due casi il risultato è compatibile con il valore teorico atteso.

f[Hz]	$V_{in}[V]$	$\sigma[V]$	$V_{out}[V]$	$\sigma[V]$	A_V	σ
56	12.5	0.5	12.4	0.5	0.99	0.06
100	12.5	0.5	12.5	0.5	1.00	0.06
194	12.5	0.5	12.5	0.5	1.00	0.06
467	12.5	0.5	12.4	0.5	0.99	0.06
2.08 k	12.5	0.5	11.7	0.5	0.94	0.06
4.85 k	12.5	0.5	8.9	0.4	0.71	0.04
8.56 k	12.5	0.5	6.2	0.3	0.50	0.03
20.0 k	12.5	0.5	3.01	0.13	0.241	0.015
22.5 k	12.5	0.5	2.68	0.11	0.214	0.012
76.1 k	12.5	0.5	0.80	0.04	64×10^{-3}	4×10^{-3}
96.4 k	12.5	0.5	0.63	0.03	50×10^{-3}	3×10^{-3}
294 k	12.5	0.5	0.21	0.01	16.7×10^{-3}	0.9×10^{-3}
1.07 M	12.5	0.5	55×10^{-3}	2×10^{-3}	4.4×10^{-3}	0.3×10^{-3}

Table 1: Valori di tensione in entrata e in uscita in funzione della frequenza misurati per il filtro passa basso

1.3

La frequenza di taglio misurata dal gradino, ovvero dalla misura del tempo che impiega il segnale a passare dal 10% al 90% del massimo risulta $f_{Tgradino} = 4.73 \pm 0.12 kHz$. Il valore è ancora compatibile con la F_T attesa, tuttavia è quello che si discosta di più rispetto alle altre misure.

1.4

a) L'impedenza d'ingresso risulta

$$Z_{in} = R + \frac{1}{j\omega C} = R(1 - j\frac{\omega_T}{\omega}) \quad (2)$$

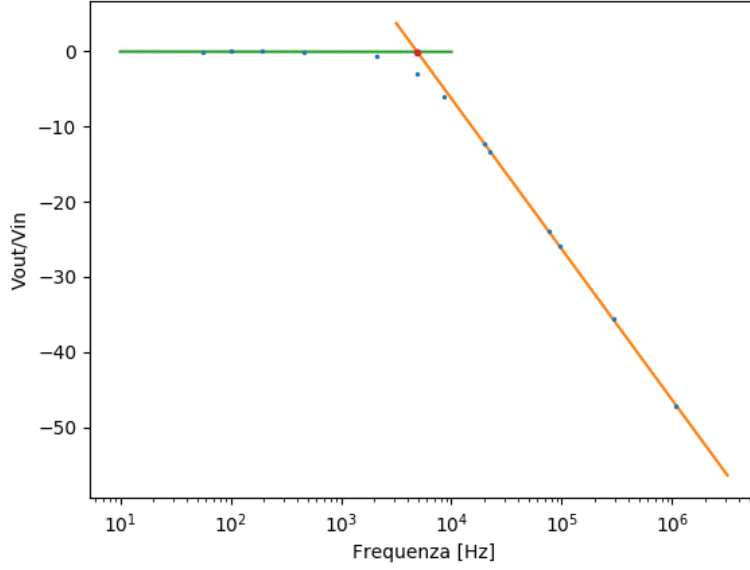


Figure 1: Plot di Bode passa basso

Quindi se

- $\omega \gg \omega_T$ $|Z_{in}| = R$
- $\omega = \omega_T$ $|Z_{in}| = \sqrt{2R}$
- $\omega \ll \omega_T$ $|Z_{in}| \rightarrow \infty$

b) Se si inserisce una resistenza di carico il guadagno risulta

$$A(\omega) = \frac{1}{\sqrt{(1 + R/R_c)^2 + (\omega RC)^2}} \quad (3)$$

Ponendo l'espressione sopra uguale a $1/\sqrt{2}$ si può ottenere una nuova frequenza di taglio

$$\omega_t^2 = \left[2 - \left(1 + \frac{R}{R_c} \right)^2 \right] \frac{1}{(RC)^2} \quad (4)$$

Quindi per $R_c = 100k\Omega$ abbiamo che $R_c \gg R$ e le espressioni sopra si semplificano al circuito passa basso, invece per $R_c = 10k\Omega$ non si può trascurare R_c , di conseguenza alle stesse frequenze il guadagno risulta minore e in particolare si ha una diminuzione di ω_t

2 Filtro passa banda

2.1 Filtro RC passa alto

Per il filtro passa alto abbiamo $R_2 = 3.30 \pm 0.03k\Omega$ $C_2 = 112 \pm 5nF$, la frequenza di taglio risulta quindi $f_{Tteorica} = 430 \pm 20$, mentre con la misura all'oscilloscopio otteniamo $f_{Tmis} = 450 \pm 10$, con errore dato dall'incertezza sulla scelta della frequenza, considerando gli errori i due risultati sono compatibili.

2.2 Filtro passa banda

a) $A_{0mis} = 0.48 \pm 0.03$ $f_{Lmis} = 215 \pm 7Hz$ $f_{Hmis} = 10.2 \pm 0.2kHz$, l'errore su A_0 è stato fatto propagando l'errore sul rapporto tra il segnale massimo in uscita e il segnale di ingresso, considerando i due errori scorrelati. L'errore sulle frequenze è stato determinato variando la frequenza di V_{in} in modo da apprezzare sull'oscilloscopio una variazione di ampiezza di V_{out}

b) Per $f \ll f_L$ aumentando la frequenza si osserva un aumento del guadagno, pari a circa 20dB/decade, per f compresa tra circa $2f_L$ e $f_H/2$ il guadagno è costante, pari a circa 0.48, infine per $f \gg f_H$ si ha una diminuzione di ampiezza all'aumentare della frequenza pari a circa -20dB/decade. Il comportamento osservato

è compatibile con la teoria, infatti per frequenze basse domina il passa alto, per frequenze alte invece domina il passa basso, in mezzo entrambi i filtri attenuano il segnale che risulta quindi costante.

c) Per far sì che $V_{out} = A_1 A_2 V_{in}$ l'impedenza di ingresso del passa alto deve essere molto maggiore dell'impedenza di uscita del passa basso, quindi si deve avere che $R_2 \gg R_1$