

# Caratterizzazione di filtri RC passa-alto e passa-basso

Simone Aronica, Giovanni Bloise,  
Gabriele Camisa, Giuseppe Casale

26 gennaio 2023

## Indice

<b>1</b>	<b>Strumenti usati</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Sintesi dell'esperienza</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Filtro passa-basso</b>	<b>2</b>
3.1	Frequenza di taglio . . . . .	3
3.2	Campionamento della risposta in frequenza . . . . .	3
3.3	Diagrammi di Bode . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Filtro passa-alto</b>	<b>5</b>
4.1	Frequenza di taglio . . . . .	6
4.2	Campionamento della risposta in frequenza . . . . .	6
4.3	Diagrammi di Bode . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>8</b>

## 1 Strumenti usati

- Multimetro digitale HP 34401A
  - Risoluzione a  $6\frac{1}{2}$  cifre.
  - funzioni di misurazione: tensione CC / CA, corrente CC / CA, resistenza a 2 e 4 fili, diodo, continuità, frequenza, periodo.
  - Ingresso in tensione max 1000 V, ingresso in corrente 3 A max.
- Oscilloscopio digitale Rigol DS1054-Z
  - Banda passante 50 MHz
  - campionamento di  $1\text{ GS s}^{-1}$
- Generatore di funzioni Hantek HADG2032B
  - funzioni 30MHz max
  - risoluzione di 16 bit

## 2 Sintesi dell'esperienza

In questa esperienza di laboratorio è stato osservato il comportamento in frequenza di un circuito stampato che implementa un filtro RC passa-basso e passa-alto.

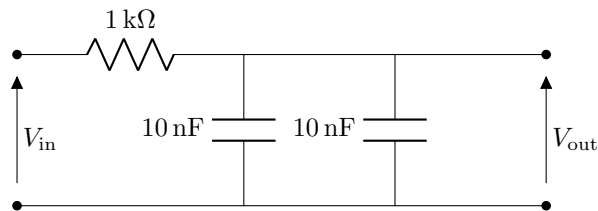
Come valutazione preliminare è stata verificata la compatibilità del valore effettivo della resistenza integrata nel circuito rispetto a quello nominale dichiarato dal produttore. È stato trovato che questo valore è di  $1021.00 \pm 0.11\ \Omega$ , che è compatibile con il valore dichiarato di  $1\text{ k}\Omega$ , 5%. I condensatori sono stati considerati, come dichiarato dal produttore, di capacità  $C = 10\text{ nF}$ , 20%.

Dunque è stato impostato un generatore di segnali alla frequenza di 100 Hz per generare un segnale sinusoidale di tensione picco-picco 800 mV.

Tutte le misurazioni sono state effettuate tramite un oscilloscopio, tenendo il coefficiente di sensibilità verticale a  $100\frac{\text{mV}}{\text{div}}$ .

Per il campionamento della risposta in frequenza del segnale d'ingresso è stato variato da 200 Hz a 1 MHz.

## 3 Filtro passa-basso



### 3.1 Frequenza di taglio

La frequenza di taglio del filtro passa-basso è pari a:

$$f_T = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1021 \Omega \cdot 20 \text{ nF}} = 7.79 \text{ kHz}$$

con un'incertezza pari a:

$$\delta f_T = \left| \frac{\partial f_T}{\partial R} \right| \delta R + \left| \frac{\partial f_T}{\partial C} \right| \delta C = 1.56 \text{ kHz}$$

### 3.2 Campionamento della risposta in frequenza

Freq. /Hz	$V_{\text{in}} \pm \delta V_{\text{in}} / \text{mV}$	$V_{\text{out}} \pm \delta V_{\text{out}} / \text{mV}$	$\Delta\phi \pm \delta(\Delta\phi) / ^\circ$	$20 \log_{10} (V_{\text{out}}/V_{\text{in}}) / \text{dB}$
100	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$0.0 \pm 1.44$	-0.83
300	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$0.0 \pm 4.32$	-0.83
500	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$0.0 \pm 7.2$	-0.83
1k	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$3.6 \pm 7.2$	-0.83
3k	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$8.64 \pm 8.64$	-0.83
5k	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$18.0 \pm 3.6$	-0.83
10k	$880 \pm 80$	$680 \pm 80$	$29.52 \pm 1.44$	-2.24
30k	$880 \pm 80$	$400 \pm 80$	$62.64 \pm 4.32$	-6.85
50k	$880 \pm 80$	$240 \pm 80$	$72.0 \pm 3.6$	-11.29
100k	$880 \pm 80$	$130 \pm 8$	$79.2 \pm 7.2$	-16.61
300k	$880 \pm 80$	$44 \pm 4$	$95.04 \pm 4.32$	-26.02
500k	$880 \pm 80$	$28 \pm 4$	$93.6 \pm 7.2$	-29.95
1M	$880 \pm 80$	$12 \pm 4$	$90.0 \pm 14.4$	-37.31

Tabella 1: Misurazioni per filtro passa-basso

### 3.3 Diagrammi di Bode

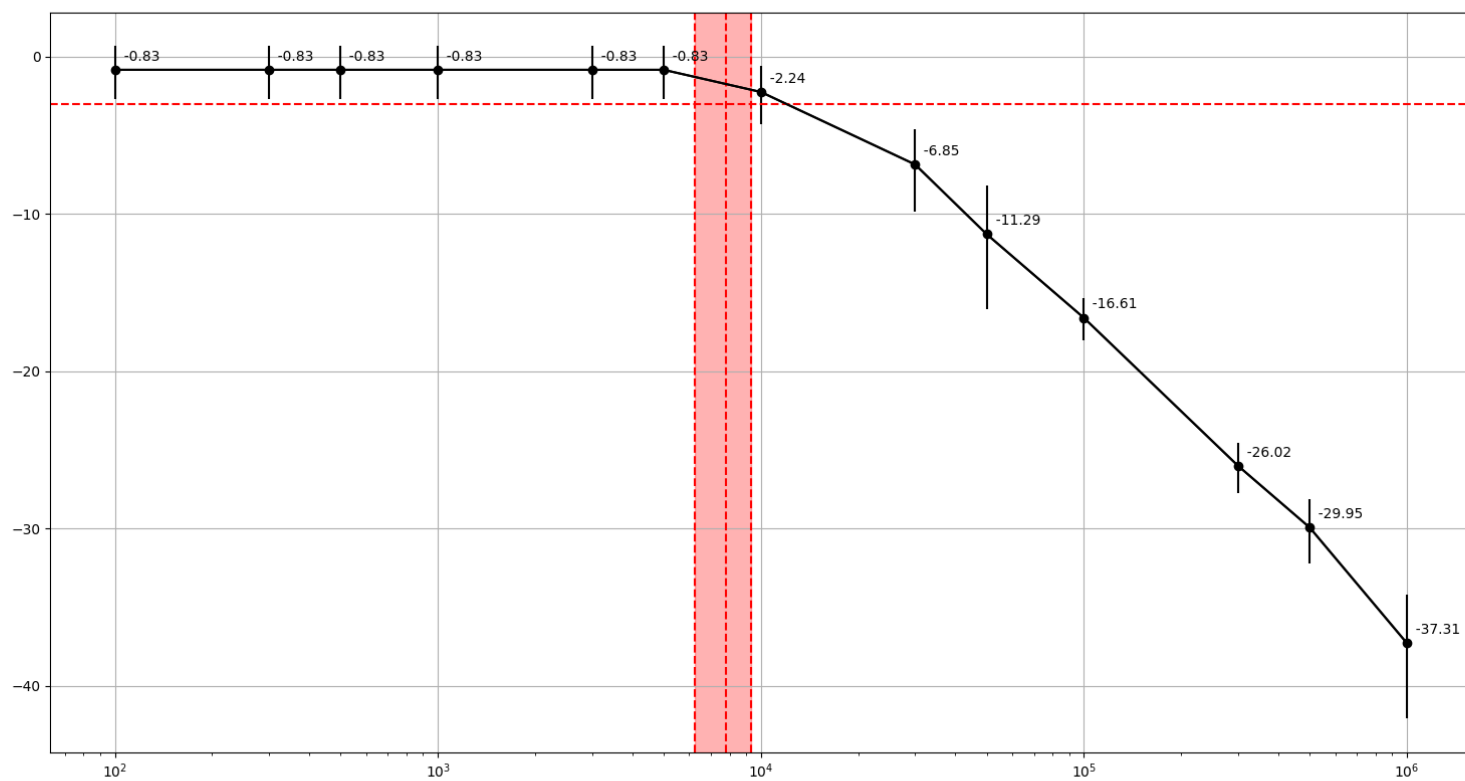


Figura 1: Diagramma di Bode del modulo per il filtro passa-basso

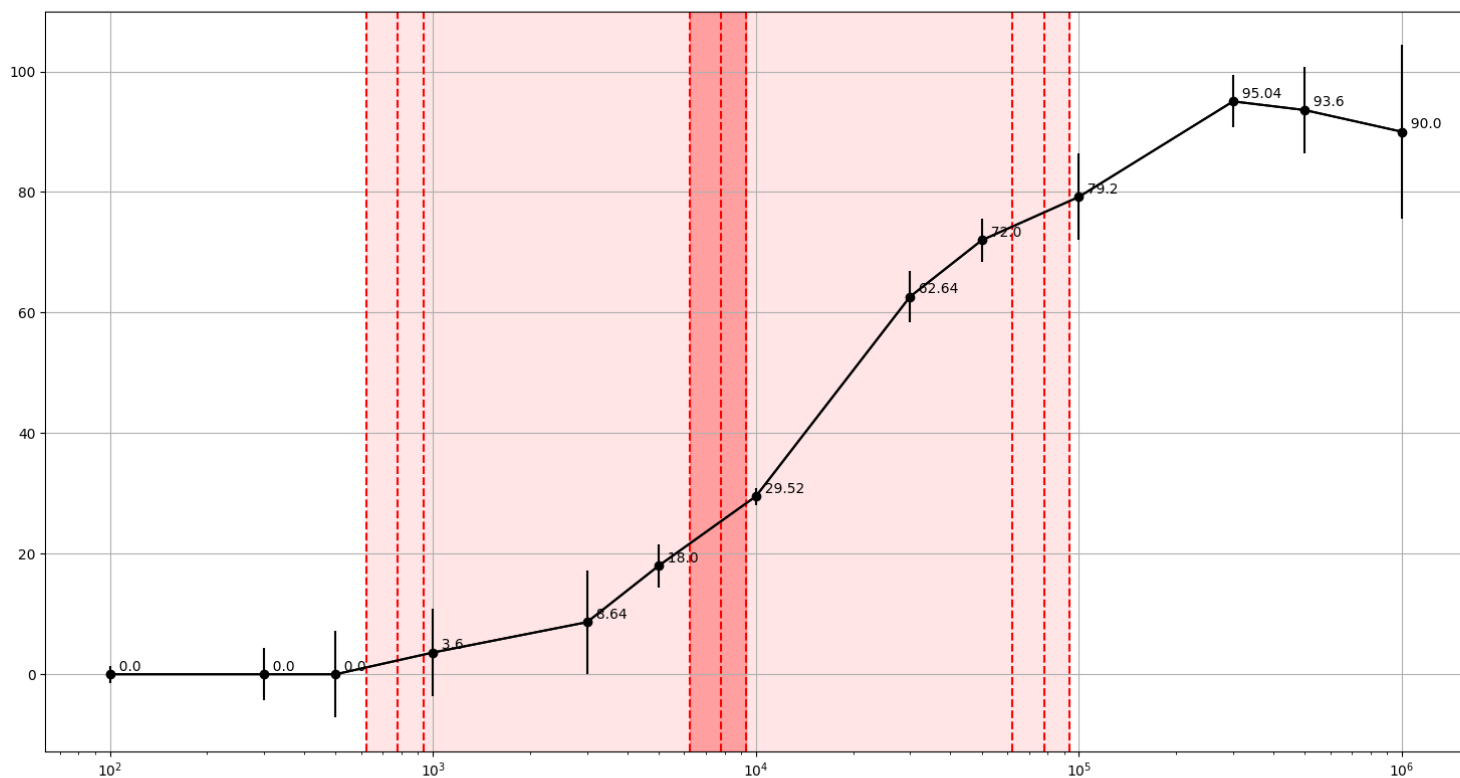
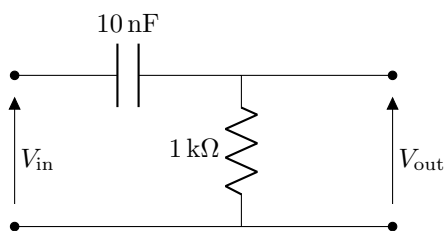


Figura 2: Diagramma di Bode della fase per il filtro passa-basso

#### 4 Filtro passa-alto



## 4.1 Frequenza di taglio

La frequenza di taglio del filtro passa-alto è pari a:

$$f_T = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1021 \Omega \cdot 10 \text{ nF}} = 15.59 \text{ kHz}$$

con un'incertezza pari a:

$$\delta f_T = \left| \frac{\partial f_T}{\partial R} \right| \delta R + \left| \frac{\partial f_T}{\partial C} \right| \delta C = 3.12 \text{ kHz}$$

## 4.2 Campionamento della risposta in frequenza

Freq. /Hz	$V_{\text{in}} \pm \delta V_{\text{in}} / \text{mV}$	$V_{\text{out}} \pm \delta V_{\text{out}} / \text{mV}$	$\Delta\phi \pm \delta(\Delta\phi) / ^\circ$	$20 \log_{10} (V_{\text{out}}/V_{\text{in}}) / \text{dB}$
100	$880 \pm 80$	$5 \pm 0.5$	$93.6 \pm 18.0$	-44.91
300	$880 \pm 80$	$16 \pm 3$	$86.4 \pm 10.8$	-34.81
500	$880 \pm 80$	$16 \pm 8$	$45.0 \pm 18.0$	-34.81
1k	$880 \pm 80$	$80 \pm 80$	$90.0 \pm 9.0$	-20.83
3k	$880 \pm 80$	$160 \pm 80$	$86.4 \pm 4.32$	-14.81
5k	$880 \pm 80$	$240 \pm 80$	$72.0 \pm 7.2$	-11.29
10k	$880 \pm 80$	$400 \pm 80$	$57.6 \pm 3.6$	-6.85
30k	$880 \pm 80$	$720 \pm 80$	$27.0 \pm 2.16$	-1.74
50k	$880 \pm 80$	$760 \pm 80$	$18.0 \pm 3.6$	-1.27
100k	$880 \pm 80$	$760 \pm 80$	$9.0 \pm 3.6$	-1.27
300k	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$4.32 \pm 4.32$	-0.83
500k	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$0.0 \pm 3.6$	-0.83
1M	$880 \pm 80$	$800 \pm 80$	$0.0 \pm 7.2$	-0.83

Tabella 2: Misurazioni per filtro passa-alto

### 4.3 Diagrammi di Bode

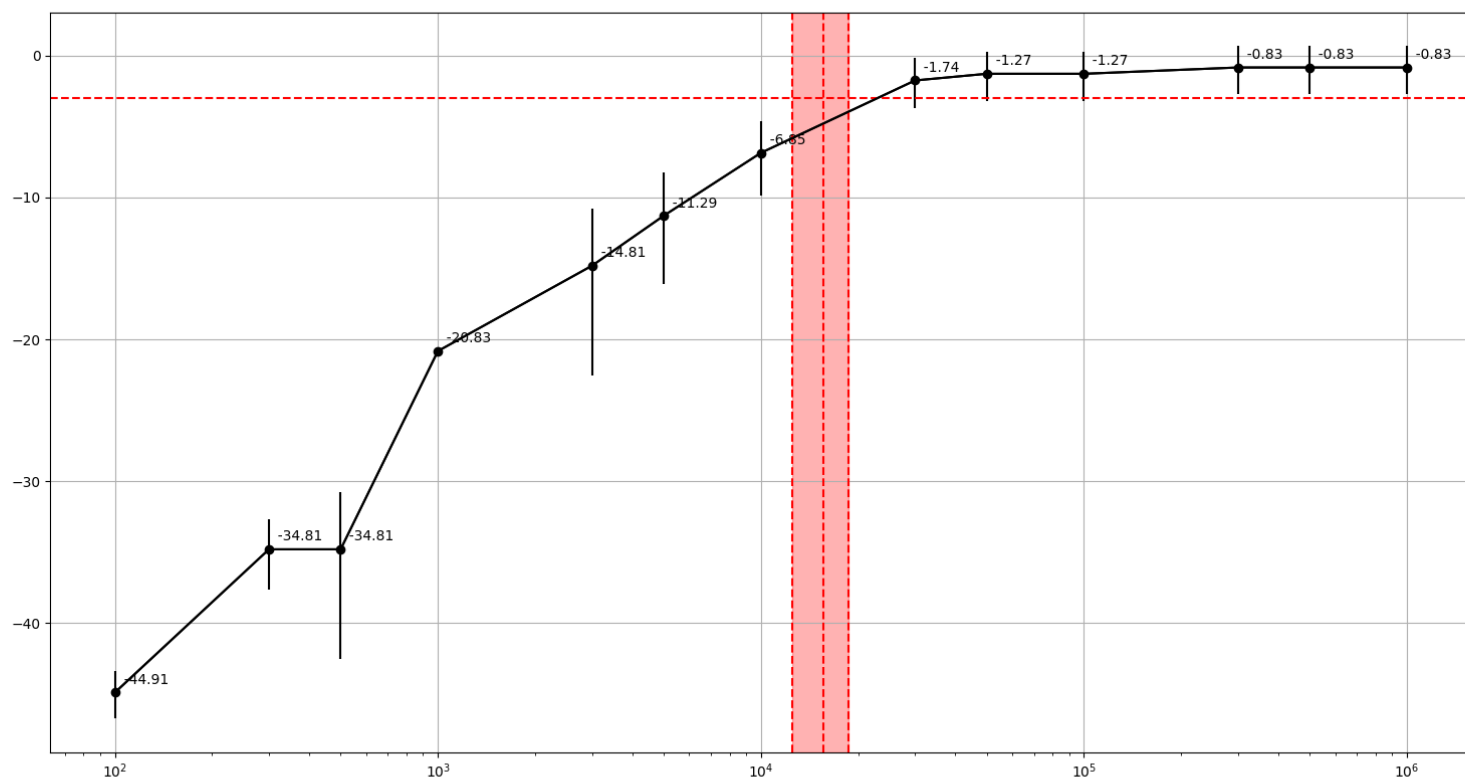


Figura 3: Diagramma di Bode del modulo per il filtro passa-alto

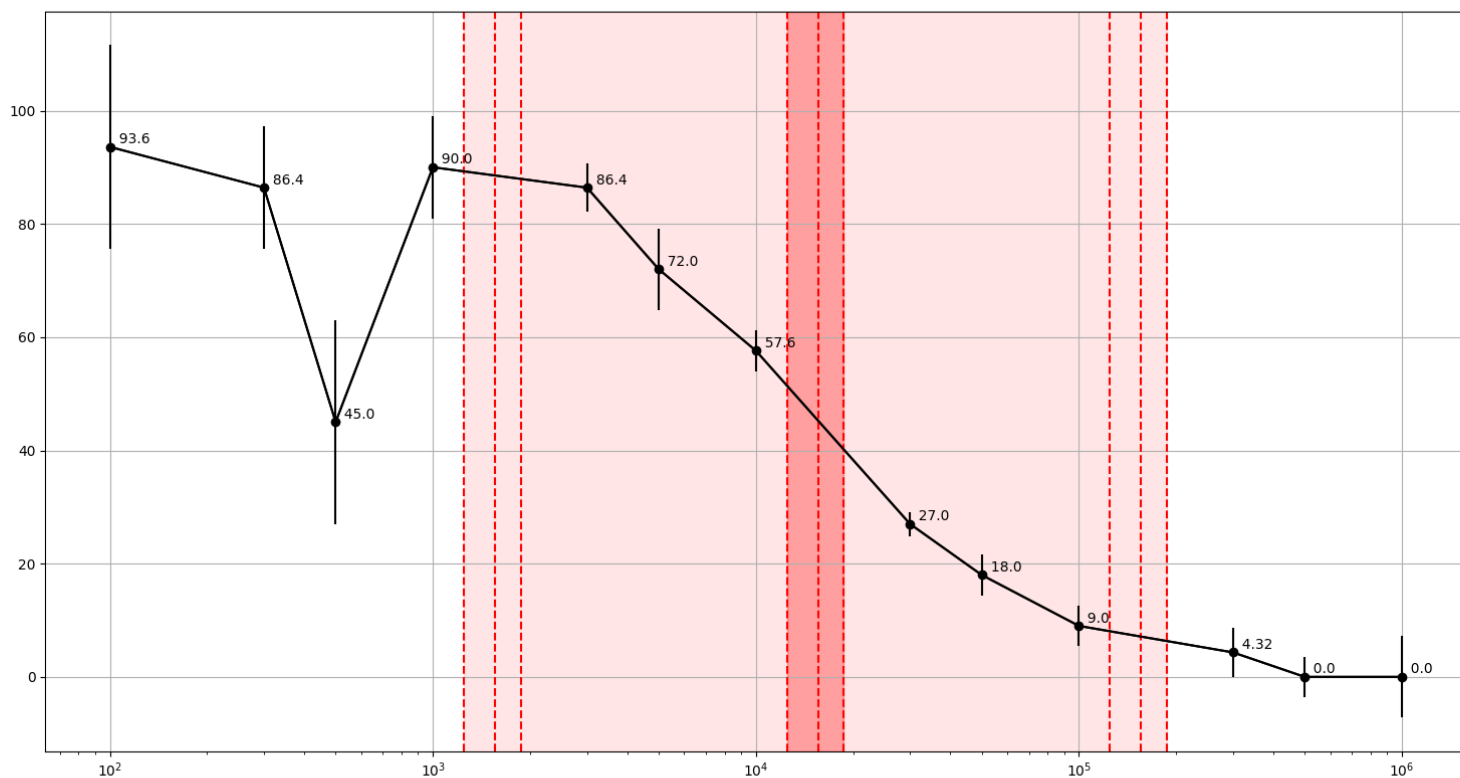


Figura 4: Diagramma di Bode della fase per il filtro passa-alto

## 5 Conclusioni

Dai dati raccolti abbiamo ottenuto interpolazioni delle funzioni di trasferimento empiriche e ne abbiamo notato la coerenza con i modelli teorici di trasferimento per filtro passa-basso e passa-alto. In particolare verifichiamo:

- un'attenuazione comparabile ai canonici 3 dB del modulo del segnale in corrispondenza della frequenza di taglio
- uno sfasamento comparabile ai 90° teorici del segnale nello spazio di due decadi centrato nella frequenza di taglio.