

Misure di banda passante

Per misurare il rapporto tra due potenze elettriche P_1 e P_2 viene spesso utilizzata una scala logaritmica e viene introdotta un'unità apposita, detta decibel (dB), definita da

$$N = 10 \log (P_1/P_2)$$

Non ha quindi senso esprimere una potenza P in dB se non si specifica rispetto a quale potenza di riferimento P_0 viene confrontata.

Se le due potenze sono dissipate su resistenze uguali ($P_i = V_i^2 / R$) potremo scrivere

$$N = 10 \log (P_1/P_2) = 20 \log (V_1 / V_2)$$

In elettronica si misura spesso il rapporto tra due tensioni in dB (indipendentemente dalle resistenze su cui sono misurate) utilizzando la relazione

$$20 \log (V_1 / V_2)$$

Ad esempio si caratterizza l'attenuazione di V_1 rispetto a V_2 tramite i seguenti valori

Attenuazione	-2dB	-3dB	-6dB	-10dB	-20dB	-40dB
V_1 / V_2	0.79	0.71	0.50	0.32	0.10	0.01

Filtro passa alto

Applicando al circuito accanto la regola del partitore di tensione otteniamo

$$V_0 = V \frac{R}{R - \frac{j}{\omega C}} = V \frac{1}{1 - j \frac{f_L}{f}}$$

con $f_L = 1 / (2 \pi RC)$ e $f = \omega / 2 \pi$.

Definiamo poi

$$\mathcal{A}_L = \frac{V_0}{V} = |\mathcal{A}_L| \cdot \exp j\theta_L$$

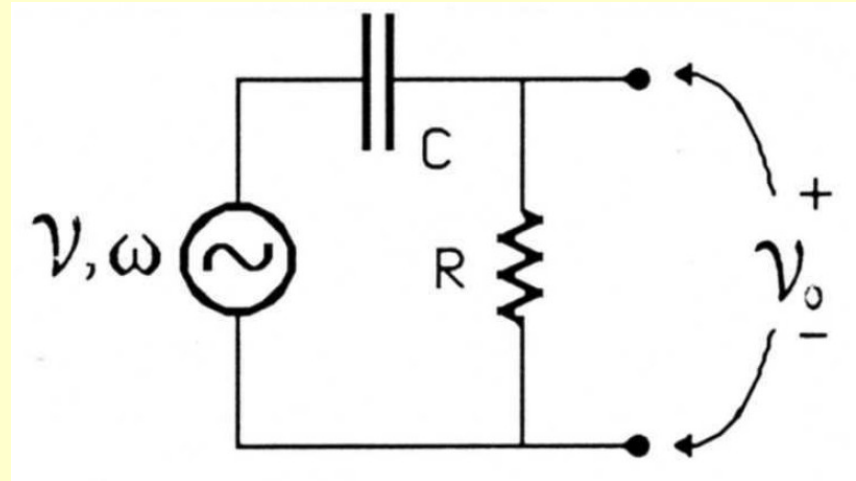
$$\begin{cases} |\mathcal{A}_L| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_L}{f}\right)^2}} \\ \theta_L = \text{atan} \frac{f_L}{f} \end{cases}$$

Esprimendo il $|\mathcal{A}_L|$ in dB si ha

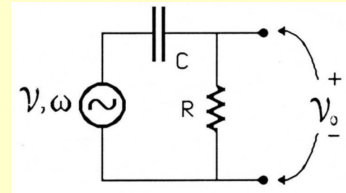
$$|\mathcal{A}_L|_{dB} = -10 \log \left(1 + \left(\frac{f_L}{f} \right)^2 \right)$$

Per $f_L \gg f$ potremo approssimare

$$|\mathcal{A}_L|_{dB} \approx -20 \log \frac{f_L}{f}$$



Filtro passa alto

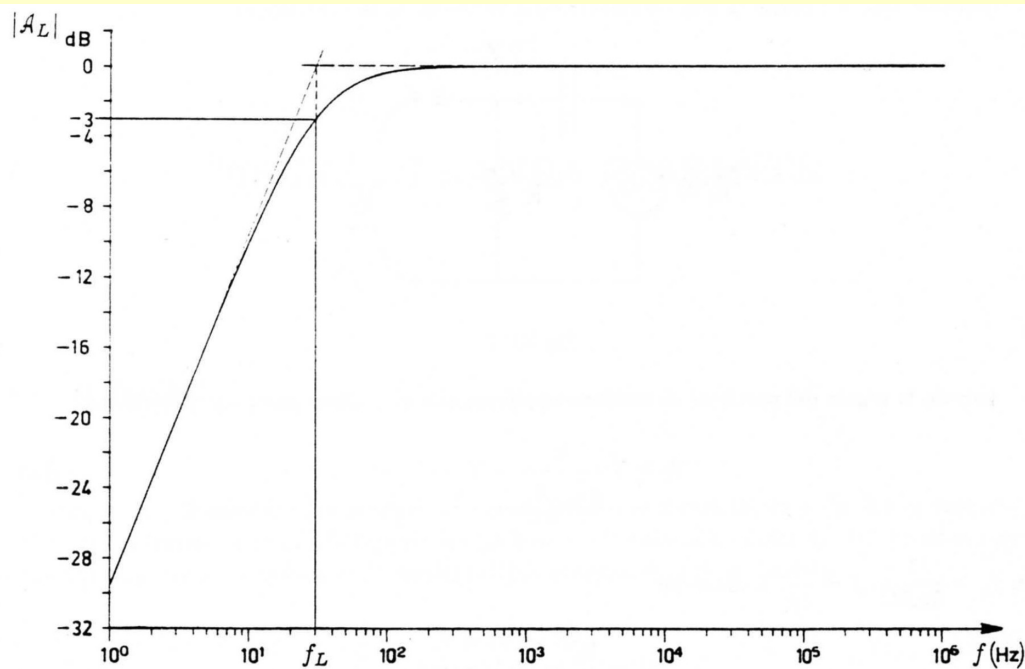


$$|\mathcal{A}_L|_{dB} = -10 \log \left(1 + \left(\frac{f_L}{f} \right)^2 \right)$$

Per $f_L \gg f$ potremo approssimare

$$|\mathcal{A}_L|_{dB} \approx -20 \log \frac{f_L}{f}$$

Ogni aumento di un fattore 2 di f (cioè ogni ottava), $|\mathcal{A}_L|$ cresce di 6 dB

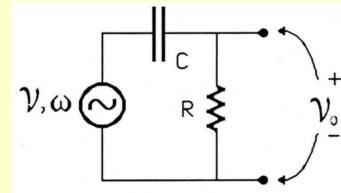


f_L frequenza di taglio inferiore del circuito che viene detto “filtro passa alto”

Diagramma di ampiezza

- pendenza basse frequenze = 6 dB / ottava (= 20 dB /decade)
- per $f > f_L$ $|\mathcal{A}_L|_{dB} \approx 0 \rightarrow |v_o| \approx |v|$ (impedenza del condensatore trascurabile rispetto alla resistenza)
- per $f = f_L$ $|\mathcal{A}_L|_{dB} \approx -3 \text{ dB} \rightarrow |\mathcal{A}_L| \approx 1/\sqrt{2}$

Filtro passa alto



Per quanto riguarda la fase, si ha:

$$\theta_L = \text{atan} \frac{f_L}{f}$$

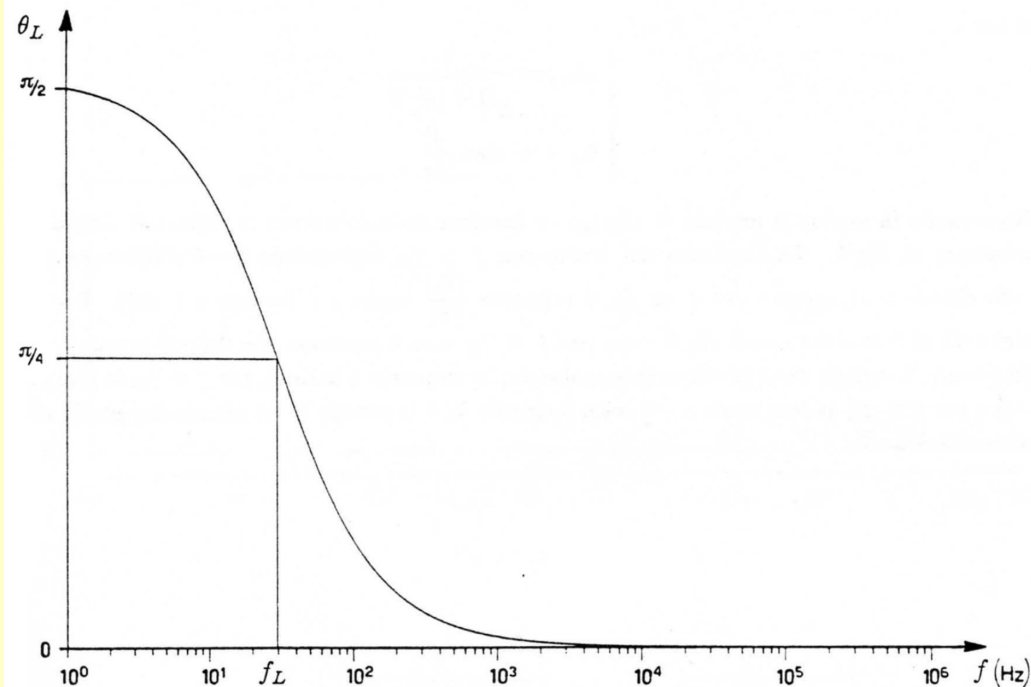


Diagramma di fase

- per $f \ll f_L$ $\theta_L \rightarrow \pi / 2$ (v_o è in anticipo di $\frac{1}{4}$ di periodo rispetto a v)
- per $f = f_L$ $\theta_L = \pi / 4$
- per $f \gg f_L$ $\theta_L \rightarrow 0$
(in tali condizioni $v = v_o$ in ampiezza e fase)

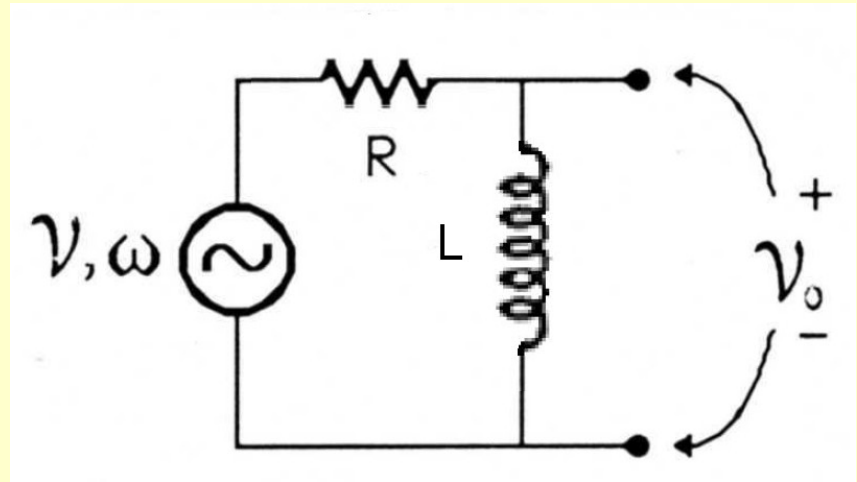
Circuito RL

Applicando al circuito accanto la regola del partitore di tensione otteniamo

$$V_0 = V \frac{j\omega L}{R + j\omega L} = V \frac{1}{1 - j \frac{f_L}{f}}$$

con $f_L = 1 / (2 \pi L/R)$ e $f = \omega / 2 \pi$.

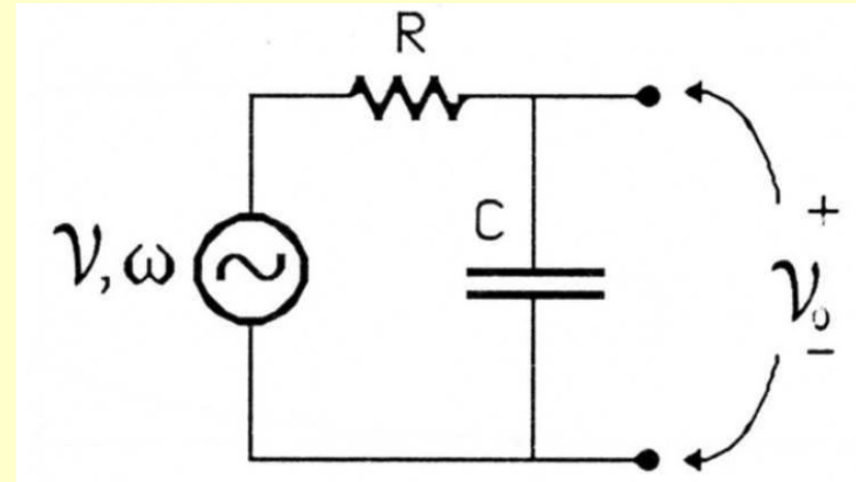
Si ottiene una relazione identica a quella per il circuito passa alto e quindi per il circuito RL valgono tutti i risultati ottenuti per il circuito CR.



Filtro passa basso

Applicando al circuito accanto la regola del partitore di tensione otteniamo

$$V_0 = V \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = V \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_H}}$$



con $f_H = 1 / (2 \pi RC)$ frequenza di taglio superiore

Definiamo poi

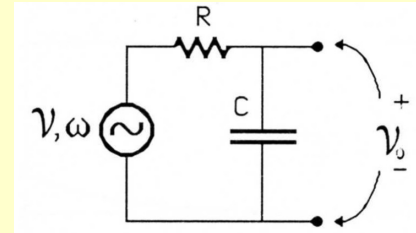
$$\mathcal{A}_H = \frac{V_0}{V} = |\mathcal{A}_H| \cdot \exp j\theta_H \longrightarrow$$

$$\begin{cases} |\mathcal{A}_H| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_H}\right)^2}} \\ \theta_H = -\text{atan} \frac{f}{f_H} \end{cases}$$

Esprimendo il $|\mathcal{A}_H|$ in dB si ha

$$|\mathcal{A}_H|_{dB} = -10 \log \left(1 + \left(\frac{f}{f_H} \right)^2 \right)$$

Filtro passa basso



$$|\mathcal{A}_H|_{dB} = -10 \log \left(1 + \left(\frac{f}{f_H} \right)^2 \right)$$

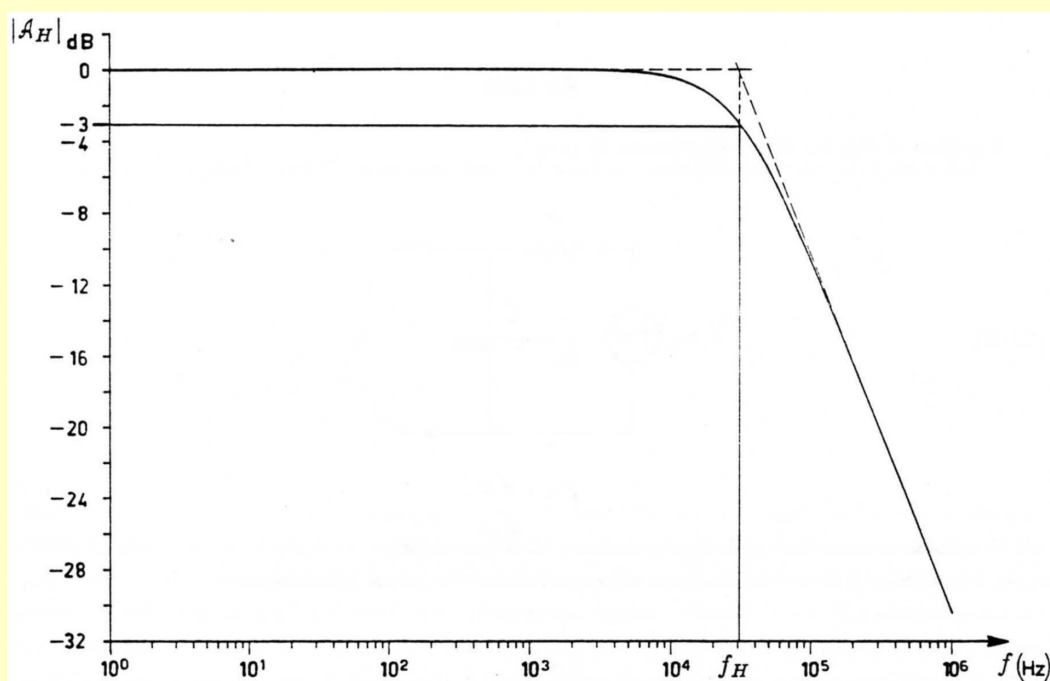
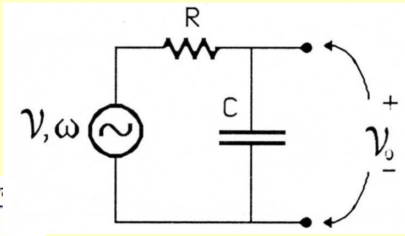


Diagramma di ampiezza

- pendenza alte frequenze =
- 6 dB / ottava (= - 20 dB /decade)
- per $f \ll f_H$ $|\mathcal{A}_H|_{dB} \approx 0 \rightarrow |v_o| \approx |v|$
(impedenza del condensatore trascurabile rispetto alla resistenza)
- per $f = f_H$ $|\mathcal{A}_L|_{dB} \approx -3 \text{ dB} \rightarrow |\mathcal{A}_L| \approx 1/\sqrt{2}$

Filtro passa basso



Per quanto riguarda la fase, si ha:

$$\theta_H = - \operatorname{atan} \frac{f}{f_H}$$

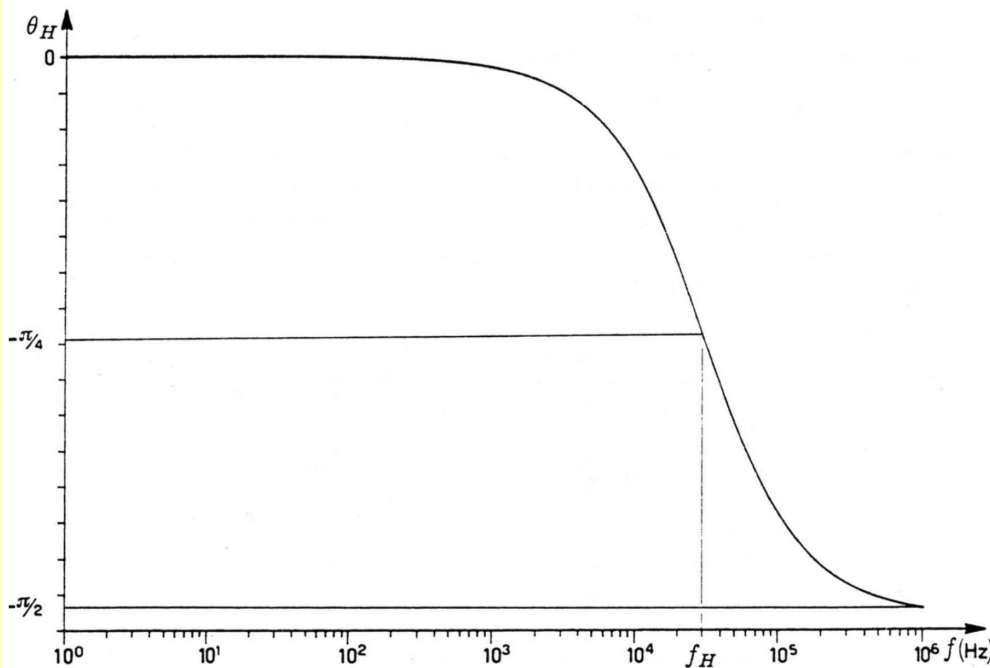


Diagramma di fase

- per $f \ll f_H$ $\theta_H \rightarrow 0$ (in tali condizioni $v = v_o$ in ampiezza e fase)
- per $f \gg f_H$ $\theta_H \rightarrow -\pi / 2$
(v_o è in ritardo di $1/4$ di periodo rispetto a v)

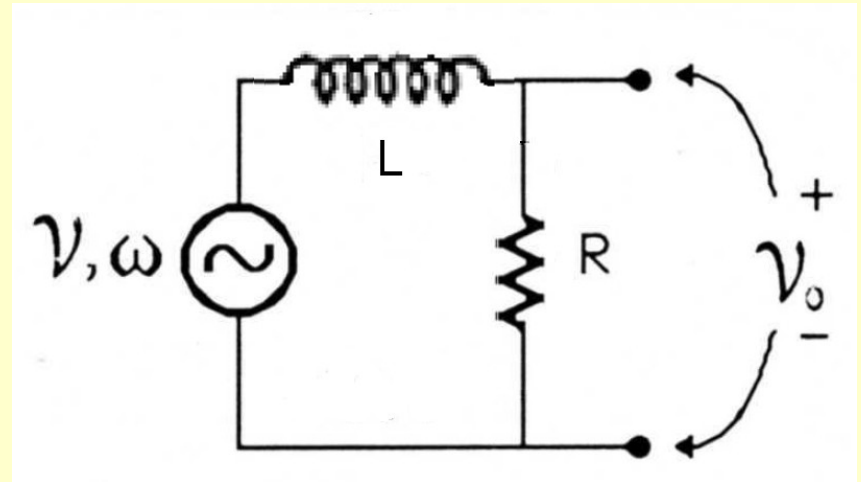
Circuito LR

Applicando al circuito accanto la regola del partitore di tensione otteniamo

$$V_0 = V \frac{R}{R + j\omega L} = V \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_H}}$$

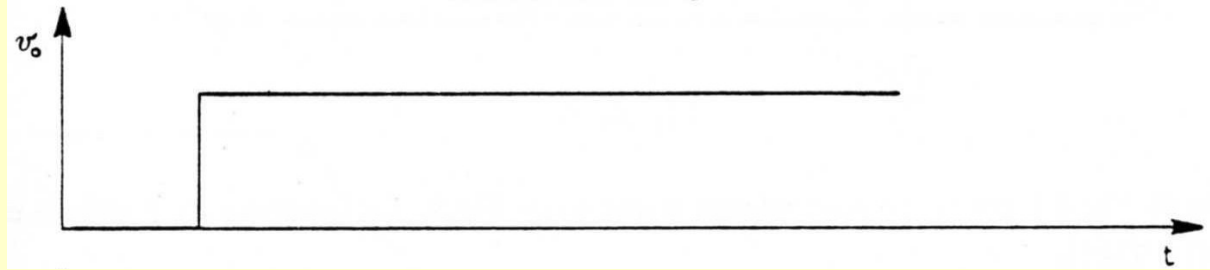
con $f_H = 1 / (2 \pi L/R)$ e $f = \omega / 2 \pi$.

Si ottiene una relazione identica a quella per il circuito passa basso e quindi per il circuito LR valgono tutti i risultati ottenuti per il circuito RC.

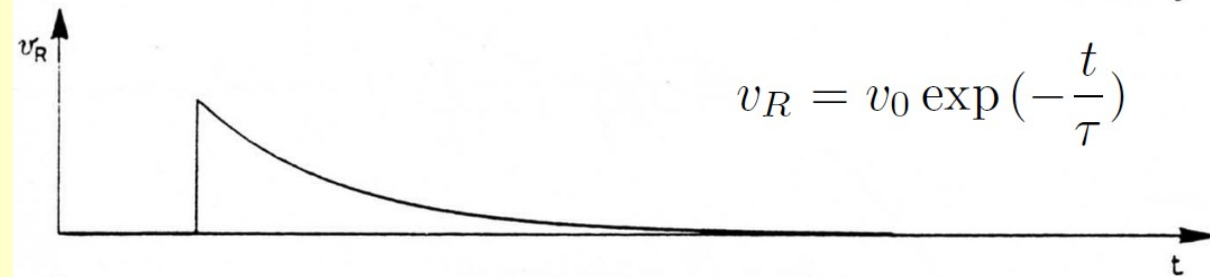


Risposta di un filtro ad un segnale a gradino

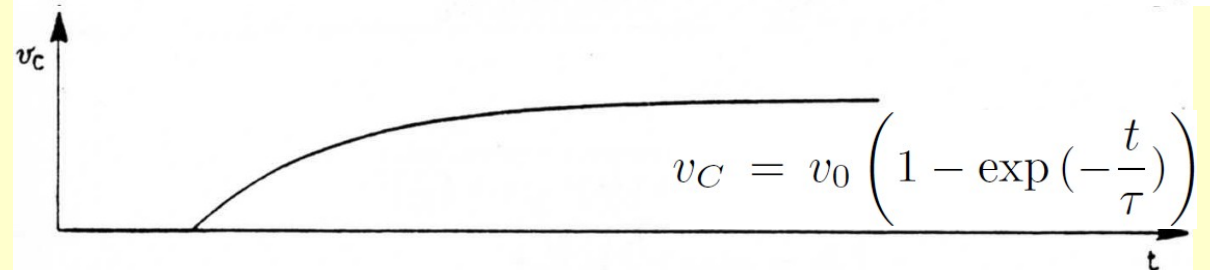
Tensione ingresso



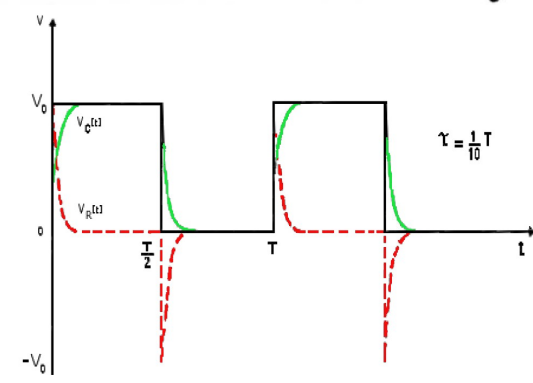
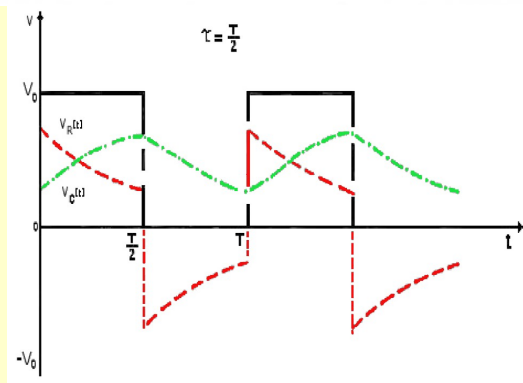
Filtro passa alto



Filtro passa basso



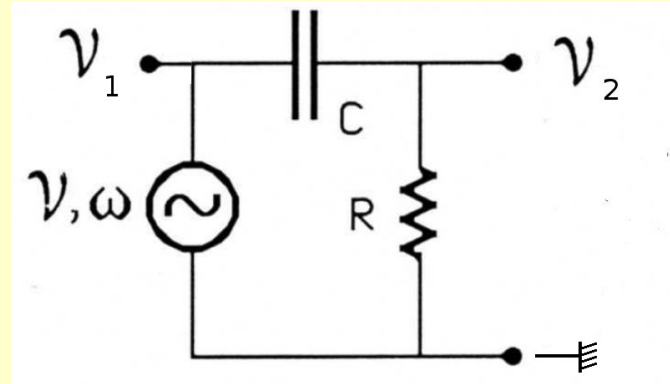
Risposta a una onda quadra



$$|t(90\%) - t(10\%)| = 2.2 \tau$$

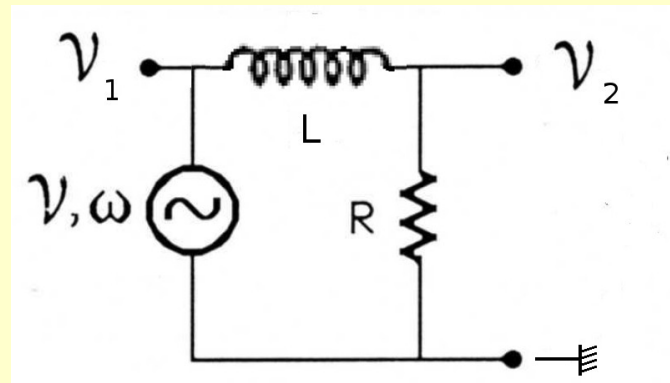
Misure di banda passante

Circuito CR

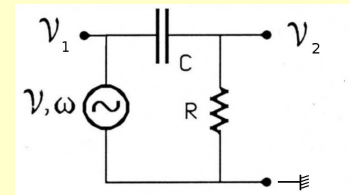


Si inviano i segnali prelevati ai capi del generatore e della resistenza ai canali 1 e 2 dell'oscillografo per misurarne l'ampiezza e la fase relative al variare della frequenza

Circuito LR



Circuito CR



TABULATO

- ### Operazioni

 - 1) misura C con misuratore LCR
 - 2) scelta di R per avere una frequenza di taglio in ambito 1 – 10 kHz
 - 3) studio ampiezza e fase segnale di uscita, ai capi di R, in funzione di f
 - 4) misura del tempo di discesa del segnale di uscita con onda quadra in ingresso

MISURE CON FILTRI

GRUPPO	
DATA	
POSTO	

STRUMENTI UTILIZZATI

GENERATORE TENSIONE	Ampiezza V=	ΔV=	
OSCILLOSCOPIO			

CIRCUITO CR

SCHEMA CIRCUITO	
-----------------	--

MISURE PRELIMINARI CON MISURATORE RLC

Misura Cx	Cx=		Δ Cx=	
-----------	-----	--	-------	--

Scelta R	R=		Δ R=	
----------	----	--	------	--

ANDAMENTO TENSIONE USCITA IN FUNZIONE DELLA FREQUENZA

f ()	V1 (div)	ΔV1 (div)	S1(V/div)	V2 (div)	ΔV2 (div)	S2(V/div)	t (div)	Δt (div)	St (s/div)

MISURA COSTANTE DI TEMPO

SEGNALE DI INGRESSO (ONDA QUADRA)									
FREQUENZA	f ()			Δf ()					
PERIODO	T ()			ΔT ()					
AMPIEZZA	V ()			ΔV ()					
SEGNALE IN USCITA									
AMPIEZZA	V ()			ΔV ()					
t (10 %)									
t (90 %)									

CIRCUITO LR

SCHEMA
CIRCUITO

MISURE PRELIMINARI CON MISURATORE RLC

Misura L_x $L_x =$ $\Delta L_x =$

Scelta R $R =$ $\Delta R =$

ANDAMENTO TENSIONE USCITA IN FUNZIONE DELLA FREQUENZA

f ()	V_1 (div)	ΔV_1 (div)	S_1 (V/div)	V_2 (div)	ΔV_2 (div)	S_2 (V/div)	t (div)	Δt (div)	S_t (s/div)

MISURA COSTANTE DI TEMPO

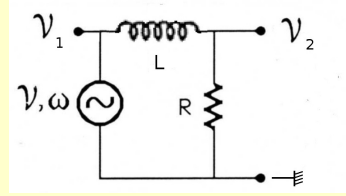
SEGNALE DI INGRESSO (ONDA QUADRA)

FREQUENZA	f ()	Δf ()
PERIODO	T ()	ΔT ()
AMPIEZZA	V ()	ΔV ()

SEGNALE IN USCITA

AMPIEZZA	V ()	ΔV ()
t (10 %)		
t (90 %)		

Circuito LR



TABULATO

Operazioni

- 1) misura L con misuratore LCR
- 2) scelta di R per avere una frequenza di taglio in ambito 1 – 10 kHz
- 3) studio ampiezza e fase segnale di uscita, ai capi di R , in funzione di f
- 4) misura del tempo di salita del segnale di uscita con onda quadra in ingresso