

I filtri di segnale

L'uso dei filtri di segnale è indispensabile nella quasi totalità dei dispositivi elettronici. Esiste una grande varietà di progetti, utilizzati per funzioni molto diverse, e sono state scritte centinaia di migliaia di pagine dedicate allo studio dei filtri. Normalmente i filtri sono integrati negli strumenti, in quanto parte di circuiti molto complessi, e salvo casi molto particolari è necessario ricorrere allo schema elettrico per identificare se un componente fa parte o meno di un filtro.

Tipi di filtri

Esistono moltissimi filtri, alcuni di progetto molto complicato, la cui realizzazione e messa a punto richiede l'utilizzo di complessi strumenti matematici.

Tuttavia, è facile capire cosa sia concettualmente un filtro, e i suoi parametri principali. La più importante funzione di un filtro è la selezione di una determinata banda di frequenza del segnale preso in considerazione. La prima cosa da tener presente è che i filtri non sono

ideali, cioè non eliminano totalmente le frequenze non desiderate, ma le attenuano, e tanto migliore sarà il filtro tanto maggiore sarà l'attenuazione. I filtri si possono classificare in filtri passivi, formati da resistenze, bobine e condensatori e filtri attivi, denominati così per la presenza di un elemento attivo, ovvero un elemento amplificatore.

Bande

Quando si studia un filtro si parla di bande, e si definiscono la banda passante e la banda attenuata, questo dà luogo ai filtri più elementari: passa basso, passa alto, passa banda e filtro a soppressione di banda. Stiamo parlando delle bande dello spettro di frequenza.

Frequenza di taglio

È la frequenza a partire dalla quale l'ampiezza del segnale è 0,7 volte quella che aveva la frequenza più bassa, nel caso di un filtro passa basso, o la frequenza più alta, nel caso di un filtro passa alto. Viene anche denominata frequenza di taglio a 3 dB.

Filtro passa basso

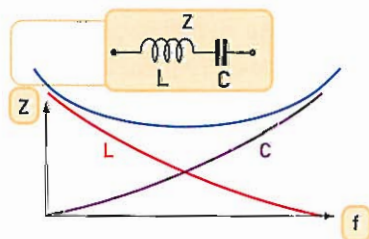
Quando questo filtro si inserisce in un circuito, come indica il suo nome, lascia passare i segnali la cui frequenza è inferiore alla frequenza di taglio f_c .

Filtro passa alto

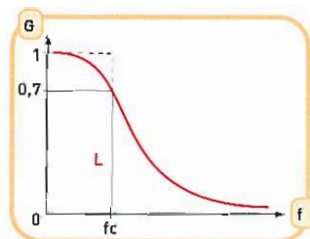
Il filtro passa alto è l'opposto di quello precedente, cioè, lascia passare i segnali la cui frequenza è superiore alla frequenza di taglio, punto in cui il guadagno aumenta al superare di questa frequenza.

Filtro passa banda

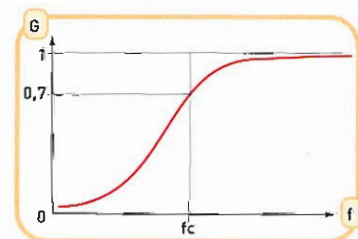
Questo filtro lascia passare i segnali la cui frequenza è compresa all'interno della banda passante, denominata BW, che è limitata dalla frequenza di taglio inferiore f_{ci} e dalla frequenza di taglio superiore f_{cs} , essendo: $BW = f_{cs} - f_{ci}$. La frequenza di massimo guadagno, ossia di minima attenuazione, è chiamata frequenza centrale del filtro f_0 . Si può ottenere un filtro passa banda collegando



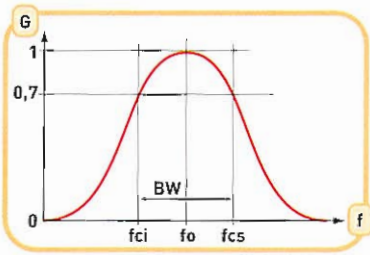
Variazione dell'impedenza in funzione della frequenza.



Curva di guadagno di un filtro passa basso.



Curva di guadagno di un filtro passa alto.



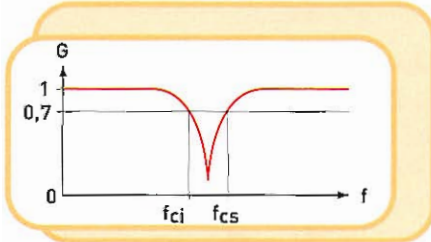
Curva di un filtro passa banda.

un filtro passa basso a valle di un filtro passa alto, o viceversa.

Filtro a soppressione di banda

Questo tipo di filtro si utilizza per eliminare una banda di frequenza. Lascia passare tutti i segnali eccetto una stretta banda di frequenze.

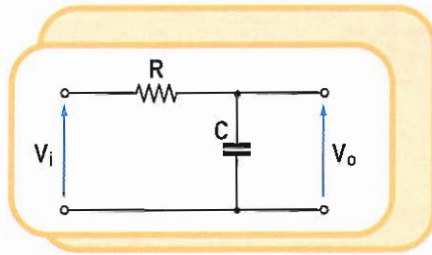
Di solito si indica la frequenza di attenuazione massima.



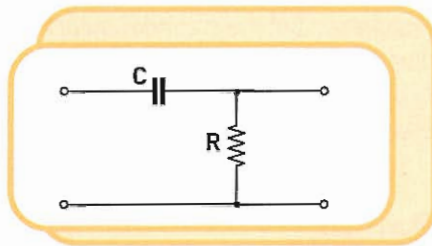
Curva di un filtro a soppressione di banda.

Componenti dei filtri

Per progettare un filtro è necessario almeno un componente la cui impedenza vari con la frequenza. Si utilizzano fondamentalmente bobine e condensatori, le resistenze fanno parte dei filtri, però il loro valore non cambia con la frequenza. L'impedenza di un condensatore diminuisce con l'aumento della frequenza, mentre per una bobina



Filtro passa basso RC.



Filtro passa alto RC.

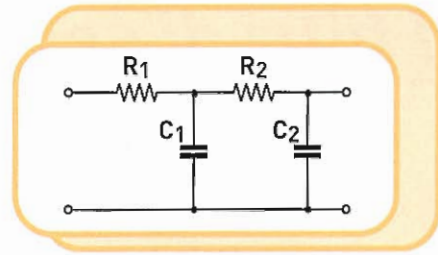
l'impedenza aumenta all'aumentare della frequenza.

Guadagno

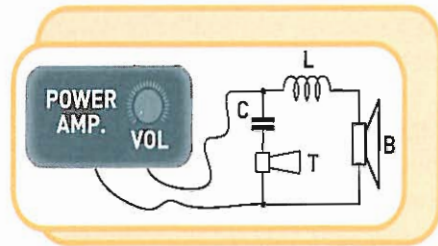
Il guadagno di un filtro è il coefficiente fra il segnale di uscita e quello di ingresso calcolato a una frequenza determinata. Nei filtri passivi, ossia quelli formati da resistenze, bobine e condensatori, il guadagno massimo è l'unità (0 dB). Nei filtri attivi ci possono essere guadagni superiori all'unità nella banda passante.

Attenuazione

Questo parametro è l'opposto del guadagno. Nei filtri si utilizza questo dato più frequentemente che il guadagno, perché normalmente in un filtro si indica l'attenuazione nella banda eliminata. È più comune dire che un filtro ha



Filtro passa basso di secondo ordine.



Filtro separatore per sistemi audio.

un'attenuazione di 20 dB a 10 KHz, piuttosto che un guadagno di -20 dB. Quando il quoziente fra il segnale di riferimento e il segnale da comparare è 0,7 si dice che il filtro ha un'attenuazione di 3 dB. Questo si esprime in termini matematici come segue:
 $3dB = -20 \log 0,7 = -20 \log V_s/V_{ref}$

Fattore di qualità

Questo parametro si utilizza molto nei filtri, specialmente in quelli passa banda. In realtà è un indicatore di quanto il filtro si avvicini al filtro ideale. Si definisce come il quoziente fra la frequenza centrale e l'ampiezza di banda:
 $Q = f_o/BW$. Il fattore di qualità e l'attenuazione nella banda attenuata si possono incrementare aumentando l'ordine del filtro, per il quale bisogna inserire più elementi, condensatori o bobine, la cui impedenza dipenda dalla frequenza.