

Concetti generali

Il filtro è un quadripolo che seleziona i segnali in base alla loro frequenza; nel senso che trasmette in uscita solo alcune delle “frequenze contenute” nel segnale di ingresso, bloccando tutte le altre.

Per realizzare un filtro è necessario utilizzare componenti il cui comportamento cambia a secondo della frequenza del segnale che li attraversa; questi componenti sono ad esempio i condensatori e le bobine.

I condensatori impiegano un certo tempo per caricarsi e scaricarsi; essi, perciò, sono più sensibili ai segnali di bassa frequenza perché questi segnali, variando lentamente, danno il tempo al condensatore di caricarsi e scaricarsi; per lo stesso motivo i condensatori sono poco sensibili ai segnali di alta frequenza; questi ultimi infatti, variando velocemente, non danno il tempo ai condensatori di adeguarsi.

Le bobine hanno un comportamento opposto rispetto a quello dei condensatori; la tensione che si induce ai capi di una bobina è direttamente proporzionale alla rapidità con cui varia il flusso all'interno della bobina stessa; quindi la tensione indotta cresce proporzionalmente con la frequenza del segnale di ingresso e perciò le bobine sono più sensibili ai segnali di alta frequenza; mentre ignorano praticamente quelli di frequenza molto bassa.

Definizioni importanti

Il **filtro** è un quadripolo, nel senso che è una rete elettrica accessibile da due coppie di morsetti; una coppia di morsetti funziona come ingresso, l'altra coppia funziona da uscita.

In realtà i filtri, come altri quadripoli, sono effettivamente dei tripoli perché la coppia di morsetti di ingresso e quella di uscita hanno un conduttore in comune e, quindi, i morsetti elettricamente distinguibili sono tre.

Per **guadagno di tensione** A_v di un filtro si intende il rapporto:

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

dove V_{out} è il picco del segnale sinusoidale rilevato in uscita e V_{in} è il picco del segnale di ingresso.

Il guadagno di tensione si può calcolare anche eseguendo il rapporto tra i valori picco picco o tra i valori efficaci di V_{out} e V_{in} .

Il guadagno definito è adimensionale.

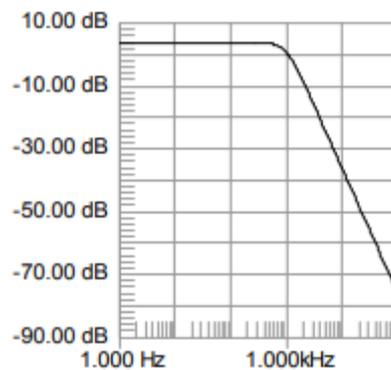
Nei quadripoli attivi, gli amplificatori ad esempio, il guadagno è maggiore di 1 e la tensione di uscita è sensibilmente maggiore di quella di ingresso.

Nei filtri, il guadagno di tensione A_v varia con la frequenza; il diagramma di A_v in funzione della frequenza si chiama risposta in ampiezza del filtro e ci descrive il comportamento del filtro stesso nei confronti del segnale di ingresso.

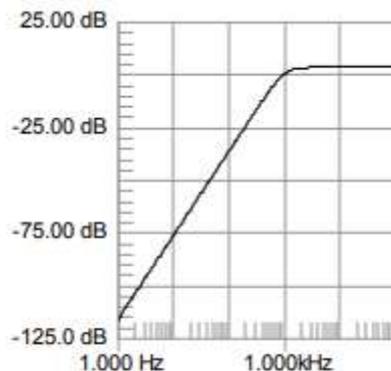
Classificazione dei filtri

In base alla loro risposta in ampiezza, i filtri sono classificati in:

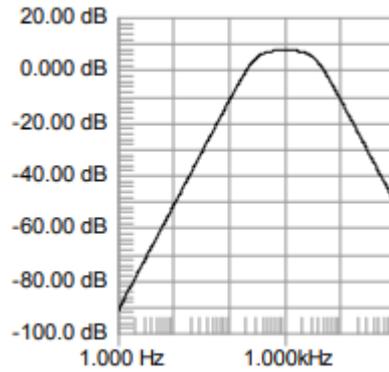
- **filtro passa basso (low pass LP)**; questo filtro lascia passare soltanto i segnali sinusoidali la cui frequenza è inferiore ad una prefissata, detta frequenza di taglio; nel filtro passa basso, il guadagno assume il suo valore massimo A_{vmax} per $f \rightarrow 0$



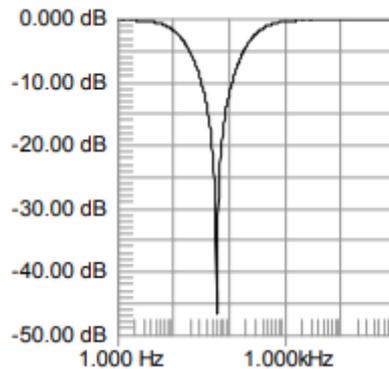
- **filtro passa alto (high pass HP)**; questo filtro lascia passare soltanto i segnali sinusoidali la cui frequenza è superiore ad una prefissata, detta frequenza di taglio (fig.4); nel filtro passa alto, il guadagno assume il suo valore massimo A_{vmax} per $f \rightarrow \infty$



- **filtro passa banda (band pass BP)**; questo filtro lascia passare soltanto i segnali sinusoidali la cui frequenza è compresa tra due frequenze di taglio prefissate, la frequenza di taglio inferiore f_L e quella di taglio superiore f_H ; la larghezza di banda del filtro o banda passante BW è $BW = f_H - f_L$; nel filtro passa banda, il guadagno assume il suo valore massimo A_{vmax} in banda passante.



• **filtro taglia banda**, detto anche **elimina banda** oppure bandastop o anche **filtro notch**; questo filtro taglia soltanto i segnali sinusoidali la cui frequenza è compresa tra due frequenze di taglio prefissate, quella inferiore f_L e quella superiore f_H ; la larghezza della banda tagliata è $BW = f_H - f_L$. Il filtro lascia passare inalterati tutti i segnali sinusoidali la cui frequenza ricade all'esterno della banda.



Nei filtri distinguiamo:

- la **banda passante**; essa è l'intervallo di frequenze in cui il filtro lascia passare il segnale di ingresso
- la **banda attenuata**; essa è costituita da tutte quelle frequenze per cui il filtro attenua il segnale di ingresso

Come possiamo notare dalle figure sopra non appena si entra in banda attenuata, la risposta in ampiezza del filtro comincia a diminuire; più rapida è questa diminuzione e più selettivo è il filtro.

I parametri importanti dei filtri sono:

- il **guadagno in banda passante** A_{vmax}

- le *frequenze di taglio*: sono quelle frequenze, in corrispondenza delle quali il guadagno del filtro si riduce di un fattore $\sqrt{2}$ rispetto al valore che esso ha in banda passante.

Utilizzi dei filtri

I filtri vengono usati per esempio per separare (filtrare) l'uno dall'altro segnali con frequenze diverse presenti contemporaneamente; la separazione è possibile grazie alla diversa risposta del filtro nei confronti di segnali con frequenze differenti.

Consideriamo per esempio il problema di ridurre i disturbi presenti su un segnale elettrico. Spesso nei circuiti elettronici sono presenti fondamentalmente due tipi di disturbi:

- disturbi alle basse frequenze, intorno ai 50 Hz, dovuti alla rete di distribuzione dell'energia elettrica
- disturbi alle alte frequenze, generati dai componenti interni al circuito, a causa di fenomeni microscopici complessi e di solito dipendenti dalla temperatura dei componenti stessi.

Per eliminare entrambe queste cause di disturbo è utile usare opportuni filtri, i quali attenuano fortemente i disturbi alle basse ed alle alte frequenze.