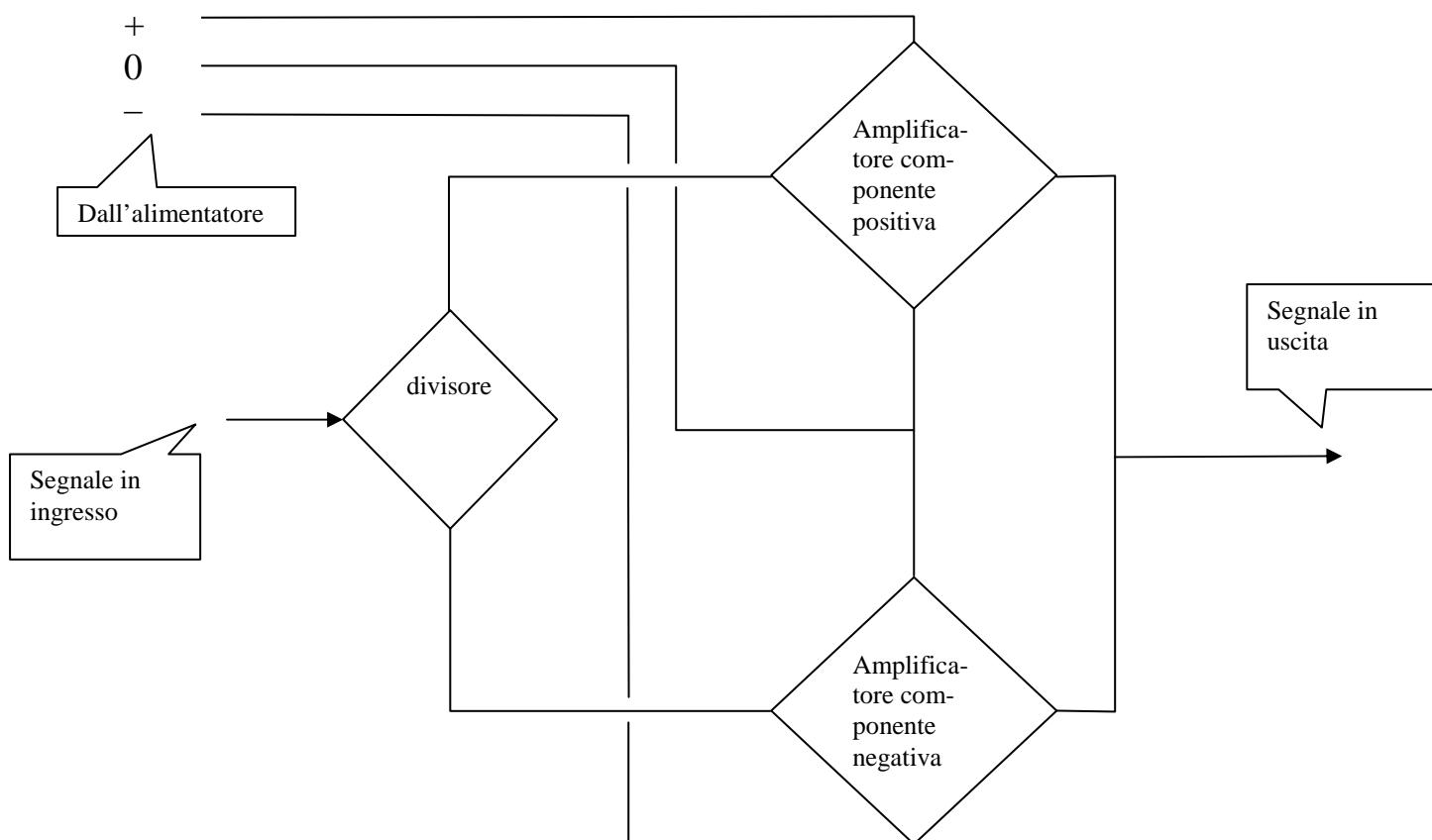


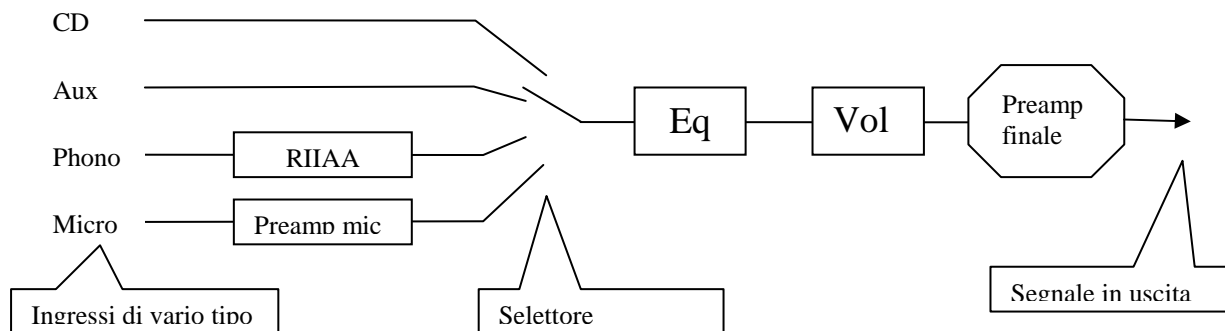


La parte amplificatrice vera e propria deve essere in grado di fornire segnali in uscita aventi frequenza variabile in tutta la gamma udibile e anche oltre. Affinché questo avvenga è necessario che siano alimentati con corrente continua, anzi in tutti gli amplificatori di una certa potenza questa alimentazione deve essere doppia, deve cioè presentare rispetto ad un conduttore centrale che si considera a tensione zero, altri due conduttori aventi rispetto al centrale una tensione positiva e negativa, con lo stesso valore assoluto. Questa necessità si presenta perché in realtà un amplificatore tratta separatamente, ossia con circuiti diversi la parte positiva del segnale da quella negativa. In altre parole il segnale a basso livello che entra in un amplificatore viene diviso da un apposito circuito nella sua componente positiva e in quella negativa. Tali componenti sono amplificate separatamente ed infine riunificate. Questo sistema è detto a *simmetria complementare*, e richiede appunto per ciascuno stadio amplificatore una alimentazione diversa ma simmetrica.



Abbiamo finora parlato genericamente di *amplificatore*, in realtà l'amplificazione di un segnale audio si svolge in due fasi distinte: la *preamplificazione* e l'*amplificazione di potenza*.

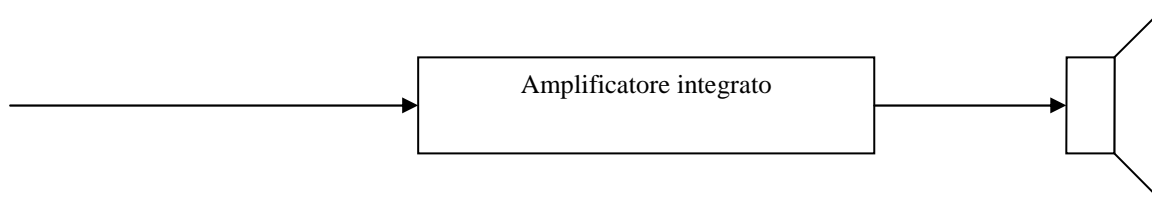
- Chiamiamo **preamplificatore** quell'apparecchio che contiene i circuiti di ingresso e i circuiti che permettono di effettuare le varie regolazioni: il selettore per scegliere quale ingresso utilizzare, appositi circuiti per portare i segnali provenienti da ingressi di diverso tipo allo stesso livello, il controllo del volume, i controlli di tono, il filtro fisiologico (loudness) ed altri eventuali filtri di equalizzazione. Inoltre contiene un preamplificatore finale che porta il livello del segnale di uscita ad un punto tale da essere immesso nell'ingresso del finale di potenza.



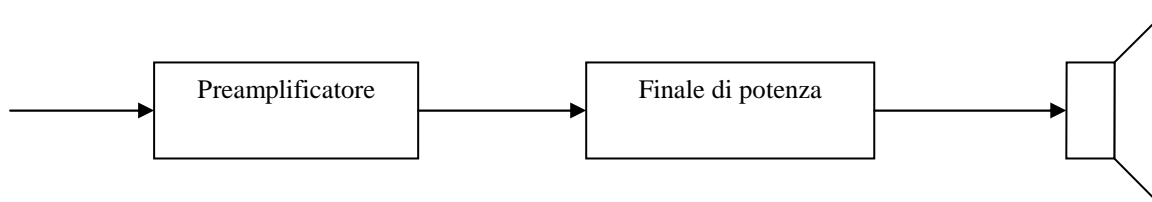
Schema di preamplificatore

- Chiamiamo finale di potenza quella parte dell'apparecchio che compie la vera e propria amplificazione fino a fornire il segnale ad alto livello che pilota direttamente il diffusore acustico.
- Il termine *amplificatore integrato* indica un apparecchio che congloba in se le funzioni di *preamplificatore* e di *finale di potenza*:

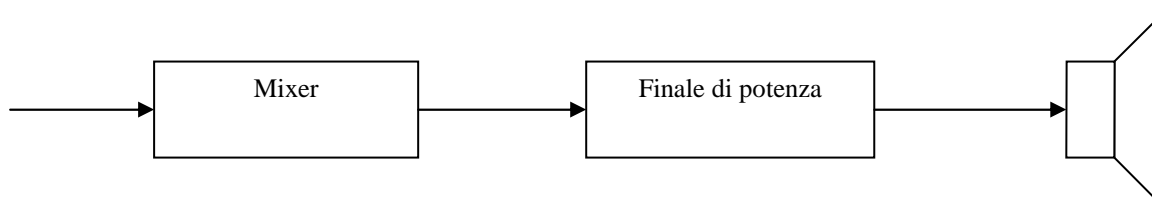
Nelle applicazioni Hi-Fi di alto livello si usano *preamplificatore* e *finale di potenza* separati, nelle applicazioni professionali il *preamplificatore* è di norma sostituito da un *mixer*. Per questo motivo da ora in poi faremo riferimento unicamente a *finali di potenza*. Dal momento poi che la quasi totalità dei finali di potenza ha due canali indipendenti (stereo) faremo riferimento esclusivamente a *finali di potenza stereo*.



Applicazione Hi-Fi di basso/medio livello



Applicazione Hi-Fi di alto livello



Applicazione professionale

## Potenza di un amplificatore

Il parametro più importante per definire un finale di potenza è ovviamente la potenza massima di uscita. Questa deve essere misurata con un segnale di ingresso sinusoidale di 1 KHz. Ed equivale alla potenza erogata dal finale prima che abbia inizio la distorsione (clipping).

L'amplificatore presenterà sui morsetti d'uscita una tensione alternata che avrà nel tempo un andamento simile a quello del segnale in ingresso, ma con un'ampiezza maggiore.

L'ampiezza di tale tensione non può eccedere quella fornita agli stadi finali dall'alimentatore, rappresentata nelle figure a fianco dalle due linee più esterne.

Qualora si fornisce in ingresso un segnale più alto rispetto al valore di *sensibilità*, verrebbe richiesto in uscita un segnale con una tensione maggiore di quella che può fornire l'alimentatore, in questo caso accade quello che si vede in figura: La parte di segnale eccedente la tensione fornita dall'alimentatore viene "tagliata". Il segnale perde la sua "forma" tendendo ad assomigliare ad una onda quadra, che, come abbiamo già detto, è ricca di armoniche superiori. In queste condizioni quindi viene inviata ai tweeter una potenza maggiore di quanta ne possano sopportare, provocandone la rottura.

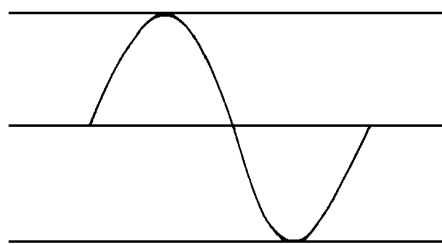
Possiamo dire che nulla fa così male agli altoparlanti come la distorsione. In un altoparlante lo spostamento del cono segue l'andamento del segnale, il quale porta in sé anche l'energia necessaria per provocare tale spostamento. Con il segnale in clipping, nelle zone in cui il segnale è *squadrato*, vi è massima intensità del segnale, quindi massima energia fornita, e spostamento del cono nullo. Quindi l'energia non viene convertita in movimento, ma deve interamente disperdersi in calore, che può danneggiare la bobina mobile.

La potenza varia in funzione del carico. In un amplificatore ideale la potenza massima è inversamente proporzionale all'impedenza del carico. Quindi ad esempio se un amplificatore ideale avesse una potenza massima di 250 watt per canale su un carico di 8 Ω, dovrebbe avere 500 watt per canale su un carico di 4 Ω. Quindi non ha nessun senso esprimere un valore di potenza massima di un finale se non si specifica su che carico è misurata.

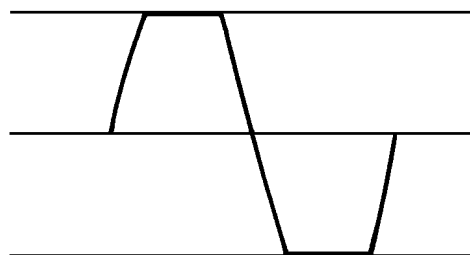
La potenza massima di un finale è espressa in watt RMS. Vediamo di definire bene qual'è il significato di tale valore.

Abbiamo definito potenza elettrica di un circuito in corrente continua il prodotto fra la tensione ai capi del circuito e l'intensità della corrente che vi scorre.

$$W = V \cdot I$$



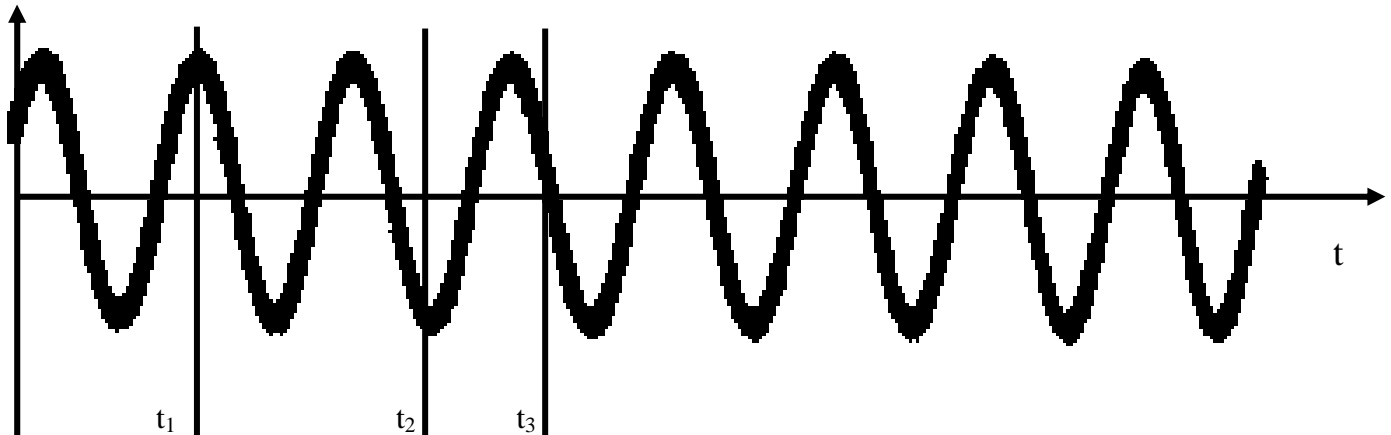
Massima potenza indistorta



clipping

Se consideriamo invece una tensione alternata, questa per definizione varia in continuazione il proprio valore, per cui riusciamo ad esprimere un valore numerico solo per istanti ben precisi. Inoltre questa valutazione non ci dice molto sulle caratteristiche di questa tensione alternata.

Immaginiamo una tensione alternata il cui variare nel tempo sia rappresentato dalla figura sopra indicata. Possiamo ottenere i valori istantanei di tensione nei tre istanti  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ , che saranno i seguenti:



- $V(t_1) = 1 \text{ V}$
- $V(t_2) = -1 \text{ V}$
- $V(t_3) = 0 \text{ V}$

È evidente che tali valori non ci dicono nulla sulla tensione alternata in oggetto, né ha senso considerare un'ipotetica *tensione media* in un certo intervallo di tempo, che sarebbe inesorabilmente uguale a zero.

Per risolvere questo problema fornendo un modo di misurare la tensione alternata che in qualche modo esprima qualche effetto fisico da questa dipendente, è stato introdotto il concetto di **misura efficace o RMS o continua** di una tensione alternata. Il valore efficace di una tensione alternata è quello che avrebbe una tensione continua che ha gli stessi effetti termici.

Per fare un esempio una tensione alternata di  $220 \text{ V}_{\text{eff}}$  è in grado di accendere una lampadina con la stessa intensità di una tensione continua di  $220 \text{ V}$ .

Il valore massimo invece che assume una tensione alternata è detta **tensione di picco o di cresta**. Il valore efficace di una tensione alternata è sempre minore del valore di picco. In particolare in una tensione alternata *sinusoidale*, il valore di picco è uguale al valore efficace moltiplicato per la radice quadrata di 2.

Da quanto detto possiamo subito osservare che il valore di picco di una tensione alternata sinusoidale sarà  $\sqrt{2}$  volte maggiore del suo valore efficace, per cui se andiamo a raddrizzare una tensione alternata, ad esempio per realizzare un alimentatore, la tensione continua uscente avrà un valore  $\sqrt{2}$  volte maggiore del valore (efficace) della tensione alternata entrante.

Ad esempio se voglio realizzare un alimentatore che mi fornisca una tensione continua di  $80 \text{ V}$ , devo impiegare un trasformatore che sul secondario mi fornisca una tensione di circa  $56 \text{ V}$ .

Tutto quanto finora detto si estende completamente ai valori di *corrente alternata*, per cui possiamo dire:

- L'intensità della corrente alternata che scorre in un circuito per un certo tempo, si esprime in valori **efficaci, o RMS, o continui**, che rappresentano l'intensità di una corrente continua che produce gli stessi *effetti termici* della corrente alternata in oggetto.
- Il valore di *picco o di cresta* di una corrente alternata *sinusoidale* è pari al suo valore *efficace* moltiplicato per la radice quadrata di due.

Possiamo ora finalmente definire la **potenza efficace, o continua, o RMS** il cui valore sarà quello che avrà una potenza *continua* che produce gli stessi *effetti termici*.

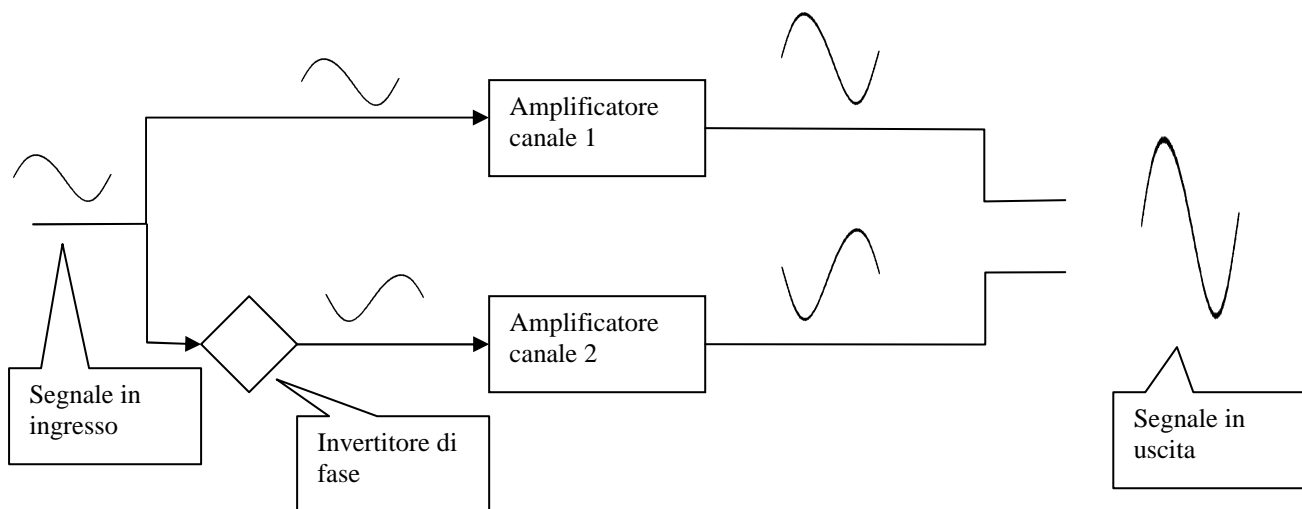
Essendo in regime *sinusoidale* la *tensione di picco* uguale alla *tensione efficace* moltiplicata per la radice quadrata di due, e la *corrente di picco* uguale alla *corrente efficace* moltiplicata per la radice quadrata di due, per la *potenza efficace* in regime *sinusoidale* possiamo stabilire la seguente relazione:

$$W_{\text{peak}} = V_{\text{peak}} \cdot I_{\text{peak}} = \sqrt{2} V_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} I_{\text{eff}} = 2 V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 2 W_{\text{eff}}$$

- In regime *sinusoidale* la *potenza di picco* è il doppio della *potenza efficace*.

Quindi ad esempio se un finale ha una potenza di 200  $W_{\text{RMS}}$  misurata con un segnale *sinusoidale* a 1 KHz, la sua *potenza di picco* sarà di 400  $W_{\text{peak}}$ .

Un finale di potenza stereo è composto da due *canali*, ossia da due circuiti identici, per amplificare nello stesso modo i segnali del canale sinistro e del canale destro. Tuttavia questi due circuiti possono essere combinati insieme onde ottenere l'amplificazione di un solo segnale, ma con *potenza doppia*, su una *impedenza doppia*. Questo modo di funzionamento è detto **a ponte (bridge mode)**.



Il segnale in ingresso giunge direttamente al canale uno dell'amplificatore, e contemporaneamente viene invertito di fase e inviato al canale due. All'uscita dei due canali avremo due segnali amplificati identici, ma opposti di fase. Prelevando il segnale da inviare ai diffusori dal morsetto in fase del canale uno e dal morsetto in controfase del canale due, otterrò una tensione doppia.

Possiamo immaginare come se gli stadi finali dei due canali fossero collegati in serie. In questo caso la corrente che scorre nel circuito, percorre entrambe i canali, per cui non può avere un'intensità maggiore di quella sopportata da un singolo canale. Questo è il motivo per cui collegando un finale a ponte occorre raddoppiare l'impedenza minima richiesta.

Quindi, ad esempio, se un finale ha una potenza massima di 400  $W_{\text{RMS}}$  per canale su 4 $\Omega$ , collegandolo a ponte erogherà una potenza massima di 800  $W_{\text{RMS}}$  su 8 $\Omega$ , naturalmente su un singolo canale. Collegando tale finale configurato a ponte su un carico di 4 $\Omega$ , sarebbe probabile il cedimento dei transistor finali a causa dell'eccessiva corrente.