

può essere ad un
telaio, e quindi
integrato oppure a due
telai: pre e finale; guida
la musica dal disco (o
dal nastro) al diffusore,
è il «padrone»
dell'impianto; come
funziona, come si
collega.

Il cervello dell'impianto

L'AMPLIFICATORE



L'amplificatore

L'amplificatore costituisce un po' il «cuore» di tutto l'impianto hi-fi.

Il segnale proveniente dalle diverse sorgenti sonore (pick-up, tuner, tape-deck, microfono, ecc.) è infatti di debolissima intensità, e non può in alcun caso far funzionare direttamente i diffusori acustici.

Di qui la necessità di «rinforzarlo» adeguatamente, indirizzandolo attraverso un percorso costituito da una serie di «stadi di amplificazione».

Gli stadi di amplificazione

Ad ogni stadio corrisponde un circuito i cui elementi «attivi» sono costituiti da uno o più transistor (o valvole, se si tratta di un apparecchio a tubi elettronici).

Il segnale, rinforzato nel primo stadio, viene applicato all'ingresso del successivo, che lo rinforza ulteriormente, e così via, fino a giungere all'ultimo circuito, dal quale si preleva quando ha raggiunto quell'intensità che lo rende adatto a pilotare gli altoparlanti dei diffusori.

Il numero degli stadi di amplificazione dipende dal tipo dell'amplificatore, la cui potenza è (in linea di massima) tanto più elevata quanto più questo numero è alto.

I primi stadi sono compresi nel «preamplificatore» (che può essere parte dell'amplificatore cosiddetto «integrato», oppure un apparecchio a sé stante — nel caso dell'amplificazione «a due telai» —), dal quale si ottiene un segnale di uscita con tensioni dell'ordine del Volt.

Quest'ultimo viene a sua volta applicato all'ingresso dell'amplificatore propriamente detto (o «amplificatore di potenza»), nel quale prosegue il suo cammino.

Il preamplificatore, però, non si limita ad elevare la tensione del segnale, ma provvede anche ad altre elaborazioni, che si rendono indispensabili al corretto funzionamento che una riproduzione fedele del suono richiede.

L'ultimo circuito (quello dal quale si preleva il segnale di uscita dall'amplificatore di potenza e che alimenta i diffusori) si chiama «stadio finale».

Si intende per *sensibilità* di un apparato di amplificazione la misura del livello del segnale di entrata che occorre per ottenere, nei limiti di una risposta conforme alle caratteristiche, un determinato livello del segnale di uscita.

Nel rispetto di questi limiti, più basso è il valore del segnale in entrata, più alta è la sensibilità dell'amplificatore.

Negli impianti stereofonici, la catena di amplificazione è duplice, come duplice è il segnale in uscita dalla sorgente sonora; i due «stadi finali» che ne derivano hanno uscite «separate» per i due gruppi di altoparlanti («sinistro» e «destra»).

Il collegamento che unisce le varie «sorgenti» agli stadi di amplificazione (oppure anche le uscite del «pre» e gli ingressi del «finale», nel caso di amplificazione «a due telai») avviene mediante «cavi schermati», costituiti da due sottili fili isolati che portano rispettivamente il segnale per il canale destro e per quello sinistro.

I due conduttori isolati sono ricoperti ciascuno da una «calza» metallica, una «guaina» che fa loro da schermo e che viene collegata, agli e-

stremi, con la «massa» dei componenti congiunti dal cavetto in oggetto.

I cavi adottati sono del tipo «schermato», perché il segnale che conducono è di un livello molto basso, e destinato ad una forte amplificazione. Qualunque carica elettrica di induzione, anche la più piccola, che i cavetti incontrassero nel loro percorso, passerebbe nei circuiti di amplificazione, costituendo una fonte di disturbo non indifferente all'ascolto.

La guaina metallica (o «schermo») intercetta queste eventuali cariche e le elimina, «scaricandole» a massa.

È buona norma fare in modo che i cavi di collegamento siano i più corti possibile: si ridurrà così la «resistenza» (e la «capacità») che ogni conduttore offre in proporzione diretta alla sua lunghezza, e si limiterà la possibilità di incontro con le correnti estranee di cui è stato detto.

Le «spine» mediante le quali si innestano i cavi negli apparecchi devono essere tali da rendere impossibile l'inversione, garantendo che i contatti avvengano sempre secondo come sono stati predisposti.

Ne esistono di vari tipi, fra i quali la spina «jack», la spina «Pin» (o «phono», detta anche «americana»), e la spina «DIN», quasi sempre presente sugli apparecchi di marca europea.

La Fig. 1 mostra la parte «femmina» di quest'ultimo tipo di attacco. Al piedino «2» viene sempre collegata la «massa», al piedino «1» è connesso il canale sinistro ed al «4» il canale destro. I piedini «3» e «5» rimangono liberi, a disposizione di altri ingressi od uscite dei quali il costruttore dell'amplificatore darà notizia nel libretto di istruzioni. I piedini sono numerati nella maniera indicata, poiché originariamente la spina «DIN» era provvista solo di quelli che portano, nella figura, i numeri «1», «2» e «3». Il piedino «4» ed il «5» sono stati aggiunti in seguito, per aumentare la possibilità dei collegamenti evitando sul pannello l'ingombro di ulteriori «attacchi».

L'alimentazione degli amplificatori

Al funzionamento degli apparecchi di amplificazione a transistor è necessaria una corrente continua con tensione dell'ordine di alcune decine di Volt.

Questa corrente si dice «corrente di alimentazione», e la sua intensità varia a seconda della progettazione e del tipo di apparecchio che viene «alimentato».

La «corrente di alimentazione» deve essere, oltretutto continua, anche rigorosamente costante in tensione; essa viene ottenuta dalla corrente «di rete», che viene portata alla tensione voluta mediante l'uso di un trasformatore.

Il circuito primario del trasformatore è generalmente predisposto per l'ingresso di valori diversi di tensione, poiché diversa può essere, a seconda delle località, la tensione «standard» di rete dalla quale ci si serve.

Ma la corrente «di rete», anziché continua, è «alternata»; inoltre il suo valore nominale di tensione può essere soggetto a delle variazioni talora anche notevoli e brusche.

Il circuito chiamato appunto «alimentatore» deve pertanto provvedere a fornire una corrente la cui tensione corrisponda a quella necessaria, a trasformarla da «alternata» a «continua» e ad assicurare la costanza anche di fronte ad eventuali «sbalzi» della rete.

Ottenere la giusta tensione ed una valida «stabilizzazione» non è cosa impossibile; purtroppo, da una corrente «alternata» non si ottiene

mai una corrente perfettamente «continua». un certo «residuo di alternata», magari di intensità piccolissima, «passa» sempre, si introduce nei circuiti di amplificazione e provoca negli altoparlanti un ronzio alla frequenza di 50 Hz. (che è, appunto, la frequenza della corrente alternata).

In quei paesi la cui corrente alternata di rete ha una frequenza di 60 Hz. (per esempio, negli U.S.A.), naturalmente è a questa frequenza che il ronzio corrisponde.

Tuttavia, al giorno d'oggi è possibile costruire degli alimentatori dai quali esce un «residuo di alternata» talmente «basso» da renderli adatti a far funzionare anche gli amplificatori ad alta fedeltà.

Un ronzio (*hum*) il cui valore è di 75 dB al di sotto della potenza nominale passa per accettabile, negli amplificatori di classe, detto valore corrisponde a —90 e più dB, ed in tali casi il ronzio può essere ritenuto inesistente.

Poiché l'amplificatore male sopporta le variazioni di tensione (particolarmente soggetto a danno è lo stadio finale di uscita), non ritengo cosa inutile insistere sulla necessità che l'alimentatore mantenga la corrente perfettamente stabile. A garanzia di una protezione ancor più sicura, l'amplificatore viene poi dotato di fusibili, o, meglio, di relè elettromagnetici oppure magnetotermici.

È necessario, inoltre, che i componenti dell'alimentatore siano largamente dimensionati, in maniera che l'apparecchio possa erogare con la massima disinvoltura la quantità di corrente richiesta dai due canali di amplificazione che alimentano.

Questo spiega perché la misura della potenza effettiva dell'amplificatore sia valida solo a patto che venga considerata con entrambi i canali in funzione.

Il preamplificatore

In un amplificatore, gli stadi di amplificazione sono calcolati per un determinato livello e per una determinata impedenza del segnale di entrata.

Il segnale, proveniente dai vari componenti che lo generano, ha caratteristiche diverse da sorgente a sorgente. Vi è quindi la necessità di un apparato intermedio che «adatti» il segnale, qualunque sia la sua provenienza, all'ingresso dell'amplificatore.

Questo intermedio è il «preamplificatore». Costituito da una unità «separata» (amplificazione a «due telai»), oppure montato in un corpo unico sul telaio dell'amplificatore («integrato») stesso, il «pre» riceve i segnali mediante cavo schermato, attraverso i vari ingressi che si allacciano alle sorgenti sonore di cui ci si avvale. Si distinguono anzitutto due tipi di ingressi: quelli a forte «guadagno» per bassi livelli di entrata e quelli a basso «guadagno» per segnali di livello relativamente alto.

Segnali a basso livello sono quelli provenienti dal fonorivelatore magnetico, dal microfono, dalla testina del registratore; ad alto livello sono invece i segnali provenienti dall'eventuale fonorivelatore piezoelettrico, dal sintonizzatore e dalle uscite del registratore.

Il preamplificatore provvede anche alla «equalizzazione» del segnale, compensandone la curva di risposta, che per particolari ragioni tecniche subisce una modificazione in sede di incisione fonografica, radiotrasmissione e registrazione magnetica. L'equalizzazione RIAA

(Record Industries Association of America) interviene sul segnale che entra dall'ingresso del fonorivelatore magnetico, mentre gli ingressi del sintonizzatore e del segnale fornito dal nastro magnetico non hanno una loro equalizzazione propria, perché essa è già presente sia sul sintonizzatore (*deefas*), sia nel registratore (equalizzazione NAB oppure IEC).

Questi ultimi ingressi, perciò, hanno risposta perfettamente lineare.

Ingressi ed uscite sono sistemati sul pannello posteriore del preamplificatore, e si possono elencare, a titolo indicativo, come segue:

— **Ingresso per fonorivelatore piezoelettrico** raramente presente, in quanto il *pick-up* piezoelettrico è prerogativa dei giradischi più economici, non destinati all'uso in alta fedeltà.

— **Ingresso per fonorivelatore magnetico** talvolta, questo ingresso è doppio, per permettere il lavoro con due piastre giradischi (cosa, questa, che può rivelarsi utile a livello semiprofessionale), oppure per consentire il collegamento di testine convenzionali o *moving-coil*. Talora, il doppio ingresso trova giustificazione nel fatto che ad una delle due entrate corrisponde la possibilità della regolazione della capacità e dell'impedenza di ingresso, per l'ottimizzazione dell'interfaccia *pick-up*/amplificatore.

— **Ingresso diretto per testina di lettura di piastra di registrazione a nastro magnetico**: ormai in disuso.

— **Ingresso per microfono**.

— **Ingresso per registratore** (talora più di uno).

— **Ingresso per sintonizzatore**.

— **Ingresso ausiliario a basso guadagno**, tramite il quale il segnale non va incontro a modificazioni di equalizzazione (praticamente identico ai due precedenti, ed indicato per il collegamento di una piastra di registrazione supplementare, di un sintonizzatore audio TV, di un filodiffusore o di altri apparati).

— **Ingresso per «monitor»**: serve al controllo della registrazione quando si usa un registratore predisposto per questo uso; in genere, l'ingresso «*tape monitor*» è il vero e proprio ingresso del segnale proveniente dal registratore, e viene utilizzato anche durante la sola riproduzione dei nastri incisi.

— **Uscita per amplificatore finale** (talora più di una).

— **Uscita per il registratore** (talora più di una).

Sul pannello frontale del preamplificatore trovano posto i vari comandi per la scelta del programma e per le varie regolazioni; essi possono essere di tipo «rotante», «a levetta» od «a cursore» lineare.

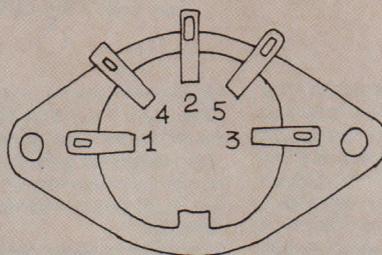
La dotazione dei comandi varia da apparecchio ad apparecchio, a seconda delle necessità tecniche e delle preferenze progettuali che hanno ispirato il costruttore.

L'elenco che segue, pertanto, ha valore puramente indicativo.

— **Power**: Accensione (Acceso = ON, Spento = OFF). Talora si può trovare questo comando abbinato alla manopola del volume.

— **Function**, o **Signal Selector**: selettore di ingresso per fono magnetico, piezo, registratore, sintonizzatore, ecc. Questo comando può essere rappresentato da un commutatore rotante oppure da una serie di pulsanti, tanti quanti sono i tipi di ingresso; esso inserisce il circuito corrispondente al programma prescelto.

— **Mode**: comando per la scelta del modo di funzionamento. Lo si può trovare ridotto ad un pulsante a due posizioni (Stereo e Mono), oppure più complesso, a numerose posizioni (solo canale sinistro, solo canale destro, solo canale sinistro su entrambi i canali di uscita, solo canale destro su entrambi i canali di uscita, mono, stereo e «stereo reverse», posizione, quest'ul-



(PRESA VEDUTA DALL'INTERNO DEL = L' APPARECCHIO)

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| PIEDINO 1 : | INGRESSO (O USCITA) CANALE SINISTRO. |
| PIEDINO 4 : | INGRESSO (O USCITA) CANALE DESTRO. |
| PIEDINO 2 : | MASSA |
| PIEDINO 5 : | USCITA (O INGRESSO) CANALE DESTRO. |
| PIEDINO 3 : | USCITA (O INGRESSO) CANALE SINISTRO. |

Fig. 1: Identificazione dei piedini in una presa «DIN» a norme europee.

tima, che inverte il segnale dei canali stereofonici).

— **Blend**: riduce il livello di separazione dei canali, e può essere utile quando i due diffusori L ed R sono molto distanti l'uno dall'altro.

— **Presence**: Il suo inserimento esalta la gamma delle frequenze medie, fra 1.000 e 5.000 Hz. circa. I suoni compresi in questa gamma, in particolare gli strumenti solisti e la voce, acquistano uno speciale rilievo, un maggior effetto di «presenza».

— **Tape Monitor**: (o semplicemente «*Monitor*»): consente l'ascolto del nastro magnetico (*tape*) durante una registrazione effettuata con uno o più registratori predisposti per questo controllo (con testine di registrazione e di ascolto separate).

— **Volume** (oppure «*Gain*»): regola il livello generale del suono; può essere doppio ed agire separatamente su due canali.

— **Contour**: è il comando del volume fisiologico. Si rende necessario poiché, a basso livello di ascolto, il nostro orecchio percepisce meglio le frequenze centrali.

Questo controllo provvede pertanto ad una correzione di rinforzo delle frequenze estreme (basse ed acute) quando si ascolta a basso livello. Su molti apparecchi questo comando, potenziometrico od a semplice interruttore, viene indicato con il termine improprio di «*Loudness*».

— **Balance**: tale comando serve per equilibrare il livello sonoro dei due canali stereofonici, a seconda dell'ambiente e della posizione dell'ascoltatore.

— **Tone**: per attenuare o rinforzare le frequenze alte (*Treble*), le medie (*Middle*) o le basse (*Bass*). Tali comandi si possono trovare anche separati a due a due, rispettivamente per il canale sinistro e per il destro. Talvolta, ai controlli di tono è associato il comando «*Turnover*» (che sposta il punto di intervento su diverse frequenze), e/o il comando «*Tone Defeat*» (che consente di escludere completamente i controlli di tono ed ottenere una «risposta» assolutamente lineare).

— **Cartridge Load**: a questa denominazione corrisponde in genere una coppia di controlli che servono a regolare i più opportuni valori di capacità e di impedenza, relativamente all'ingresso fono magnetico, ed a selezionare *pick-*

up «a bobina mobile» ad a «magnete mobile».

— **Rumble**: filtro che attenua le frequenze basse al di sotto di 150 Hz., e più ancora al di sotto di 80 Hz. Elimina eventuali rumori, ma impone la rinuncia ad un corretto livello delle frequenze interessate.

— **Subsonic**: si tratta di un filtro in grado di eliminare le frequenze più basse dello spettro sonoro, praticamente inudibili e senz'altro dannose ad alcuni componenti dell'impianto.

— **Scratch**: filtro che attenua le frequenze alte, eliminando fruscii (sempre a patto che si accetti una rinuncia nella riproduzione delle alte frequenze). In genere, il «taglio» di questo filtro è situato attorno ai 10.000 Hz., ma talora vi è una seconda posizione che interviene intorno ai 5.000 Hz. Inoltre, il preamplificatore è dotato di una serie di «spie» che indicano, oltre all'accensione dell'apparecchio, anche le diverse sorgenti oppure le configurazioni prescelte.

Ancora, taluni apparecchi sono dotati di *VU-Meter* per il controllo dell'intensità relativa del segnale trattato: i classici «indicatori di livello» sono quelli «ad ago mobile», realizzati per mezzo di milliamperometri convenzionali; è però sempre più in voga l'impiego di indicatori «a LED» od «a cristalli liquidi», oppure «fluorescenti», che associano ad una maggiore precisione ed immediatezza di lettura un non trascurabile effetto scenografico.

Alcuni preamplificatori di progettazione recente hanno un controllo di tono molto sofisticato, con vari comandi che agiscono su differenti porzioni della banda di frequenza audio.

Tale sistema consente una regolazione molto efficace, mediante la quale si può procedere alla correzione dell'acustica dell'ambiente, o, secondo una locuzione molto in uso, alla «equalizzazione ambientale».

Attualmente sono presenti sul mercato anche apparecchi «equalizzatori ambientali» in unità separata, da inserire nella catena di un impianto ad alta fedeltà corredato con un preamplificatore normale.

Esistono infine anche apparecchi amplificatori dotati di «compressori ed espansori di dinamica» o di «riduttori di rumore», che consentono un ulteriore miglioramento nelle prestazioni qualitative globali.

L'uso del transistor per la costruzione dei preamplificatori si è ormai imposto in maniera

L'amplificatore

decisa, sia per ragioni di spazio (particolarmente apprezzabili quando l'apparecchio forma un complesso unico con l'amplificatore finale), sia per ragioni di qualità; in genere, i transistor impiegati sono tutti del tipo «al silicio», poiché sono quelli che inducono meno rumori estranei.

Le tecniche più aggiornate sfruttano sistemi di preamplificazione a MOSFET od a «circuiti integrati» (cioè interi circuiti di numerosi componenti ridotti a dimensioni quasi microscopiche). Un «circuiti integrati» di 2 cm di lunghezza può contenere numerosissimi transistor, altrettante resistenze e condensatori.

Risposta in frequenza, fattori di distorsione, ronzio, livello di rumore di fondo debbono necessariamente rispondere a caratteristiche conformi a quelle dell'amplificatore di potenza che deve ulteriormente elaborare il segnale.

Da queste caratteristiche dipende pertanto la qualità intrinseca dei due apparecchi citati.

L'amplificatore finale di potenza

L'amplificatore finale conferisce al segnale di uscita dal preamplificatore il livello necessario per mettere in funzione gli altoparlanti dei diffusori.

Per questa ragione questo apparecchio è detto anche «finale di potenza».

Ingressi ed uscite per i collegamenti con il preamplificatore e con i diffusori sono sistemati sul pannello posteriore. Su quel frontale, invece, trovano posto i comandi (regolatori della sensibilità di ingresso, selettori per l'inserzione di diversi diffusori, interruttore di accensione ed altri) ed i controlli (misuratori della potenza di uscita ad ago mobile, a LED, a cristalli liquidi o fluorescenti, varie spie, ecc.), secondo la dotazione stabilita dal costruttore.

L'amplificatore finale di potenza è reperibile in commercio come unità separata, oppure costituente un corpo unico con il preamplificatore.

L'amplificatore «Integrato»

È quell'apparecchio che in un unico contenitore raggruppa tutte le funzioni di amplificazione

(preamplificazione, equalizzazione, controlli di tono, stadi finali di potenza).

La categoria degli amplificatori integrati copre una vastissima gamma di esigenze: dai modelli semplici ed economici a quelli di notevole potenza, di caratteristiche sofisticate e di prezzo elevato.

I comandi presenti sull'amplificatore «integrato» sono, in maggioranza, quelli già esaminati, relativi ai circuiti di preamplificazione; tuttavia vi compaiono anche le uscite per una o più cuffie ed il selettore per gli altoparlanti, che consente l'impiego di quattro o sei diffusori da collocare nello stesso ambiente oppure in locali differenti.

Va osservato che i diffusori sono normalmente connessi dallo «*speaker selector*» IN PARALLELO, il che comporta la necessità di prestare molta attenzione alle regole dell'accoppiamento di impedenza tra amplificatore e carico.

Il comando *speaker selector* consente così l'ascolto separato della coppia di diffusori principali (*main*) e delle varie coppie secondarie (*remote*), oppure l'ascolto simultaneo.

Da notare che, nel caso di amplificazione «a due telai», detto comando, per ragioni di comodità, viene quasi sempre collocato sul pannello frontale del preamplificatore, ed aziona un commutatore che riceve, mediante cavi non schermati, il segnale di uscita degli stadi finali.

Ovviamente, in questo caso, il collegamento per i diffusori si troverà sul pannello posteriore del preamplificatore.

Una volta attraversato lo stadio finale dell'amplificatore di potenza (o dell'amplificatore «integrato»), il segnale ha raggiunto quel livello di potenza che lo rende adatto all'impiego.

Così, le uscite dell'amplificatore vengono collegate ai diffusori con cavi comuni (essendo in gioco basse impedenze e non essendo il segnale più soggetto ad ulteriore amplificazione).

Ogni cavo presenta due conduttori: uno «caldo», l'altro «di massa». È bene adoperare un filo non troppo sottile e non eccessivamente più lungo del necessario, per limitare quella di-

spersione (dovuta alla resistenza ohmica) che il cavo comporta in ragione inversa alla sua sezione ed in ragione diretta alla sua lunghezza. Va ricordato, a questo proposito, che esistono sul mercato appositi cavi a bassissimo valore di resistenza, capacità ed induttanza, i quali consentono l'ottimizzazione delle prestazioni del sistema ampli/diffusori.

L'amplificatore deve lavorare con una caratteristica impedenza di carico (che si intende misurata alla frequenza di 1.000 Hz.), ed è importante che questa corrisponda all'impedenza dei diffusori che si intendono adoperare.

I valori «standard» di impedenza che si possono riscontrare tanto negli amplificatori che nei diffusori sono tre: 4,8 e 16 Ohm.

Quasi tutti gli odierni amplificatori, però, facilitano il problema dell'accoppiamento, in quanto posseggono una «elasticità» che consente l'uso di diffusori dall'impedenza compresa nell'arco tra 4 e 16 Ohm.

In genere, minore è l'impedenza del diffusore, maggiore è la potenza di uscita che eroga l'amplificatore. Tuttavia, è molto importante tener presente che lo stadio finale verrebbe danneggiato dal collegamento con un diffusore (o con un sistema di diffusori) di impedenza più bassa di quella indicata come la minima accettabile.

Considerazioni circa la potenza di un amplificatore

La potenza di un amplificatore viene solitamente indicata con due diverse definizioni:

— potenza continua, o «efficace», o «sinusoidale», o «*RMS Power*».

— potenza musicale, o «*Music Power*».

Per *potenza continua* si intende la massima potenza che può essere ottenuta con un segnale continuo puro, cioè con un segnale di frequenza singola perfettamente sinusoidale; il valore dichiarato esprime la massima «potenza continua» nei limiti di una minima distorsione della forma d'onda.

Un segnale sinusoidale applicato all'ingresso dell'amplificatore, infatti, verrà trasferito all'uscita in modo più o meno perfetto. Mano a mano che si aumenta la potenza, la sinusoide aumenterà di ampiezza sino ad un massimo, oltre il quale le «creste» della stessa cominceranno ad «appiattirsi» (*clipping*).

Questo «massimo» rappresenta l'ampiezza massima del segnale che può essere fornita dall'amplificatore.

All'ampiezza corrisponde una tensione elettrica; il quadrato di questa tensione diviso per il valore ohmico del carico all'uscita dell'amplificatore (altoparlante, oppure resistenza di valore equivalente) rappresenta la massima *potenza di uscita* dell'amplificatore, come dalla formula:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Per *potenza musicale* si intende quel limite di potenza che consente l'ascolto, con un fattore accettabile di distorsione, di brevi «punte» orchestrali. In questo caso, il valore di potenza è di circa il 30% superiore a quello indicato come «potenza continua».

La *potenza* si misura in Watt (W), ma da quanto detto appare evidente che bisogna sempre specificare se si tratta di Watt «continui» in regime sinusoidale» oppure di Watt «musicali».

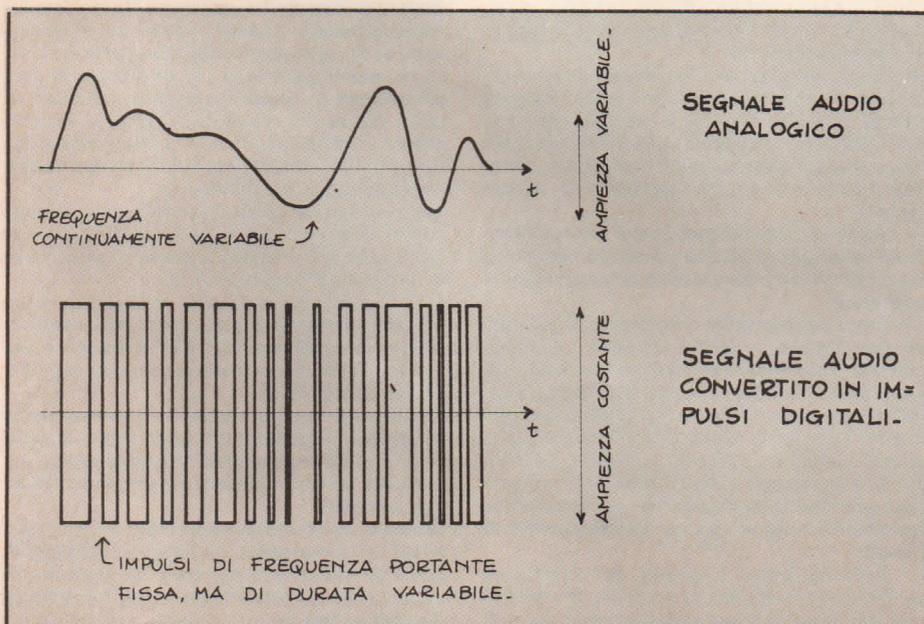


Fig. 2: Differenze tra segnale «analogico» e segnale «digitale».

Comunque, la maniera più corretta, la sola che garantisce l'effettiva *potenza* dell'amplificatore è quella di indicare la potenza medesima in Watt RMS, riferita ad un carico di 8 Ohm in regime sinusoidale per tutta la gamma da 20 a 20.000 Hz., al tasso di distorsione nominale e con entrambi i canali in funzione.

Da notare che alcuni fabbricati indicano ancora la potenza in Watt «di picco». Essendo questa la potenza massima ottenibile solo per brevissimi istanti, il valore «di picco» non può essere preso in considerazione alcuna. A questo proposito si ricordi che, grosso modo, la potenza «continua RMS» è di circa tre volte inferiore al valore indicato come potenza «di picco».

Si tenga anche presente che qualche volta la potenza viene indicata con un numero che corrisponde alla somma dei valori della potenza di ciascuno dei due canali.

In tal caso, si consideri la potenza effettiva uguale alla metà di questo numero.

Negli amplificatori a transistor, la potenza massima dipende dal valore del carico applicato ai morsetti degli altoparlanti. In particolare, più bassa è l'impedenza dell'altoparlante collegato, maggiore è la potenza di uscita.

Un amplificatore che eroghi 40 W RMS su carico di 8 Ohm può talora fornire 60 W RMS su 4 Ohm e solo 26 W RMS su 16 Ohm.

Tali valori sono comunque indicativi, e possono cambiare a seconda del tipo di circuito e della «capacità» dell'alimentatore.

Per un impianto da collocare in una piccola stanza di abitazione, soprattutto se si dispone di diffusori ad «alta efficienza» una potenza di 20+20 W RMS per l'ampli è sufficiente.

Tuttavia, un impianto di elevato livello richiede una «riserva di potenza» assai superiore: occorrono apparecchi di 40, 60, 80 o più Watt per canale (poiché una parte della «riserva di potenza» viene spesa per il rinforzo delle frequenze basse mentre si vanno sempre più affermando altoparlanti a basso rendimento, anche di dieci o venti volte inferiore a quelli costruiti sinora, in quanto, secondo alcuni, risultano più «fedeli».

Inoltre, non bisogna dimenticare che qualunque apparecchio si comporta tanto meglio quanto meno viene sfruttato al limite delle sue effettive possibilità. Perciò, chiedere una certa potenza ad un amplificatore che può erogarne molta di più, significa «non tirargli il collo», ed, in definitiva, l'ottenimento di una migliore qualità sonora con altrettanto maggiore sicurezza ed affidabilità di funzionamento.

Strettamente legato alla potenza è il problema della dissipazione del calore. Per elevate potenze, i transistor finali producono infatti una grande quantità di calore che necessita di una efficace e rapida dispersione.

Nella maggioranza degli amplificatori, il calore viene «disperso» per mezzo dei cosiddetti «dissipatori» (cioè delle superfici di metallo «aletate»), che talvolta sono disposti intorno all'apparecchio od ai soli transistor di potenza.

La potenza di un amplificatore dovrebbe essere in certo modo direttamente proporzionale alla sua robustezza: per l'erogazione di corrente di intensità elevata sono necessari trasformatori di alimentazione grossi e pesanti, ed il telaio dell'apparecchio deve poter sopportare i numerosi chili di peso.

Attualmente, però, vi è la tendenza a ridurre ingombro e peso degli amplificatori, attraverso particolari accorgimenti circuitali e più efficaci sistemi di raffreddamento.

Nonostante i continui progressi tecnologici, però, l'amplificatore «perfetto» non è ancora stato costruito. C'è stata, comunque, da alcuni anni a questa parte, una continua evoluzione nelle

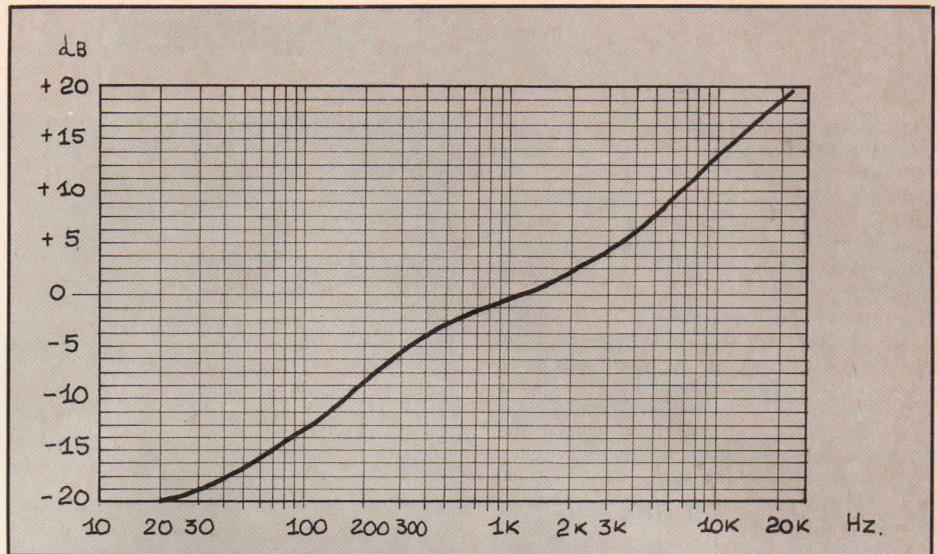


Fig. 3: La curva «normalizzata» RIAA visualizza l'entità delle attenuazioni e delle esaltazioni apportate alle varie frequenze in sede di incisione dei dischi.

prestazioni degli amplificatori, al fine di ottenere un suono il più possibile fedele all'originale (cercando però anche di facilitare sia l'utilizzazione che l'installazione degli apparecchi), per una maggiore flessibilità e compatibilità con gli altri componenti hi-fi.

Questo sforzo di miglioramento si evince soprattutto negli apparecchi di alta classe, che, non avendo (entro certi limiti) problemi di costo, sono costruiti con tutti gli accorgimenti necessari per svolgere la loro funzione nel migliore dei modi.

È evidente, perciò, che i problemi sono insiti piuttosto negli amplificatori di classe non elevata, i quali talora presentano inconvenienti di ordine elettrico o meccanico che ne inficiano le prestazioni e le possibilità d'uso.

Sotto questo profilo, ogni apparecchio ha una propria «personalità», e si può essere certi che il costruttore cerca di eliminare il più possibile ogni inconveniente, pur scendendo spesso a dei compromessi, sia per motivi tecnici che di mercato.

È bene, pertanto, effettuare prima dell'acquisto una scelta ragionata, soprattutto in base alle proprie esigenze.

In generale, la caratteristica che ha maggior peso nella scelta di un amplificatore è la «potenza di uscita», cioè la potenza elettrica che l'apparecchio riesce a «trasferire» al carico. Tuttavia, la potenza dell'amplificatore dovrebbe essere sempre considerata in base al corretto accoppiamento apparecchio/diffusori.

Se infatti si dispone di casse acustiche a bassa efficienza e capaci di sopportare elevate potenze, è chiaro che occorre escludere dai potenziali acquisti gli apparecchi di piccola e media potenza (che sarebbero costretti a funzionare sempre al massimo delle loro possibilità).

Quest'ultima circostanza comporta due inconvenienti principali: l'amplificatore funzionerebbe per lunghi periodi ad una temperatura abbastanza alta, ed inoltre, ad alti livelli di potenza, avrebbe una percentuale di distorsione più elevata rispetto al funzionamento normale.

Nel caso opposto di diffusori piuttosto efficienti e di media potenza, la scelta di un amplificatore capace di erogare potenze elevate può comportare, oltre ad una spesa inutile, un aumento della distorsione, dovuto al fatto che a basso livello di volume si rende più evidente la «distorsione di incrocio».

Altri due aspetti da considerare, a proposito dell'accoppiamento amplificatore/diffusori, sono quelli relativi al «fattore di smorzamento» dell'apparecchio ed il comportamento dello stesso su carichi «reattivi».

Il «fattore di smorzamento» di un amplificatore è definito, analiticamente, come il rapporto tra la «resistenza di carico» (diffusori) e la «resistenza interna» dell'apparecchio ai capi dei morsetti di uscita, ed è quindi un numero puro sempre maggiore di zero. Questo numero esprime la capacità dell'amplificatore di «smorzare» le oscillazioni parassite degli altoparlanti in particolar modo del *woofer* dovute soprattutto all'inerzia meccanica dei coni.

Un «fattore di smorzamento» superiore a 15-20 è senz'altro sufficiente per ottenere un adeguato controllo dei movimenti degli altoparlanti, ed un «fattore di smorzamento» più elevato non migliora in modo sensibile la situazione.

Oggi, costruire amplificatori con «fattore di smorzamento» superiore ai limiti minimi è piuttosto facile anche per apparecchi di costo contenuto.

Un problema che ancora richiede attenzioni e studi da parte dei progettisti è invece quello relativo al comportamento dell'amplificatore su carichi reattivi.

In un diffusore, infatti, gli altoparlanti ed il filtro *crossover* contribuiscono a rendere l'impedenza globale effettiva ai morsetti affetta da «rotazioni di fase» variabili e piuttosto importanti. Perciò, l'amplificatore è costretto a lavorare su un carico non solamente «resistivo», e ciò conduce ad una perdita della «stabilità di funzionamento», soprattutto nei suoni transitori, ed a una potenza erogata variabile a seconda della frequenza.

A questo problema si cerca di porre rimedio sia costruendo amplificatori in grado di funzionare stabilmente su ogni tipo di carico, sia progettando diffusori acustici che presentino un'impedenza il più possibile di tipo «resistivo» (cioè con rotazioni di fase contenute entro certi limiti od addirittura nulle).

Un problema strettamente connesso con la potenza dell'amplificatore è quello relativo al calore prodotto dai transistor finali, funzione di due fattori principali.

Di essi, il primo concerne la «corrente di riposo» (cioè la corrente che circola nei transistor finali dell'amplificatore in assenza di segnale)

L'amplificatore

in stretta correlazione con le prestazioni acustiche del sistema; il secondo, invece la «potenza massima» erogabile dall'apparecchio.

Infatti, la «corrente di riposo» dipende essenzialmente dalla «classe» di funzionamento dei transistor finali, dalla quale dipende anche direttamente l'andamento delle varie componenti della distorsione.

Negli amplificatori progettati con «correnti di riposo» piuttosto elevate (onde ottenere ottimi valori per la distorsione) va seriamente considerato il problema dello «smaltimento» del calore prodotto: infatti, le alte temperature di funzionamento provocano seri inconvenienti (necessità di adeguate «alette dissipatrici» ben dimensionate, instabilità delle polarizzazioni, ecc.). Così, gli amplificatori ad alte «correnti di riposo» (ed anche tutti indistintamente gli apparecchi di elevata potenza) necessitano di grandi dissipatori termici e di una oculata installazione che favorisca la circolazione dell'aria intorno all'apparecchio; la tendenza più in voga, comunque, è quella di lasciare bene in vista i «radiatori di calore», sempre più frequentemente parti integranti del «mobile» dell'ampli, facendoli diventare elementi estetici e di *design*.

Parallelamente a ciò, però, si stanno studiando dei metodi per ottenere una forte diminuzione della potenza dissipata in calore aumentando contemporaneamente il «rendimento» degli stadi finali e già si intravedono i primi risultati: una casa giapponese (SONY) ha sviluppato un sistema di «amplificazione ad impulsi digitali» che consente di far lavorare i transistor «in commutazione» (come se fossero degli interruttori elettronici), ottenendo dai semiconduttori rendimenti elevatissimi.

Questo sistema, denominato «amplificazione in classe D», consiste nel convertire anzitutto il segnale audio, analogico, in una serie di «impulsi digitali» di uguale ampiezza ma di diversa durata (Fig. 2), quest'ultima proporzionale all'intensità istantanea del segnale stesso. Quindi gli «impulsi» vengono amplificati dai transistor finali (che, lavorando con il massimo rendimento, produrranno pochissimo calore), e poi «riconvertiti» nuovamente in segnali audio da un apposito filtro «passa-basso».

L'amplificazione in «classe D» non comporta soltanto una diminuzione del calore prodotto (con conseguenti consumi ridotti e contenute dimensioni dei dissipatori termici), ma anche la totale eliminazione della «distorsione di incrocio».

Al giorno d'oggi si tende (giustamente) a valorizzare, quale elemento significativo nella scelta di un amplificatore, il suo comportamento «in regime dinamico» (cioè il comportamento con segnali impulsivi), significativo anche per ciò che concerne la «dinamica» che l'apparecchio può restituire.

Questo elemento, infatti, ha notevoli influenze sulla qualità sonora e timbrica dell'amplificatore, ed inoltre oggi vi è la tendenza ad «espandere» la dinamica dei segnali audio (basti pensare ai «Direct-Disco», alla registrazione con sistemi «PCM» (Pulse-Code Modulation), all'uso dei vari compressor-espansori che il mercato offre).

Bene, per aumentare al massimo la dinamica ottenibile da un amplificatore occorre appunto migliorare tutti i parametri correlati al suo comportamento «in regime dinamico» (*slew-rate*, *risposta all'onda quadra*, DIM 100, ecc.).

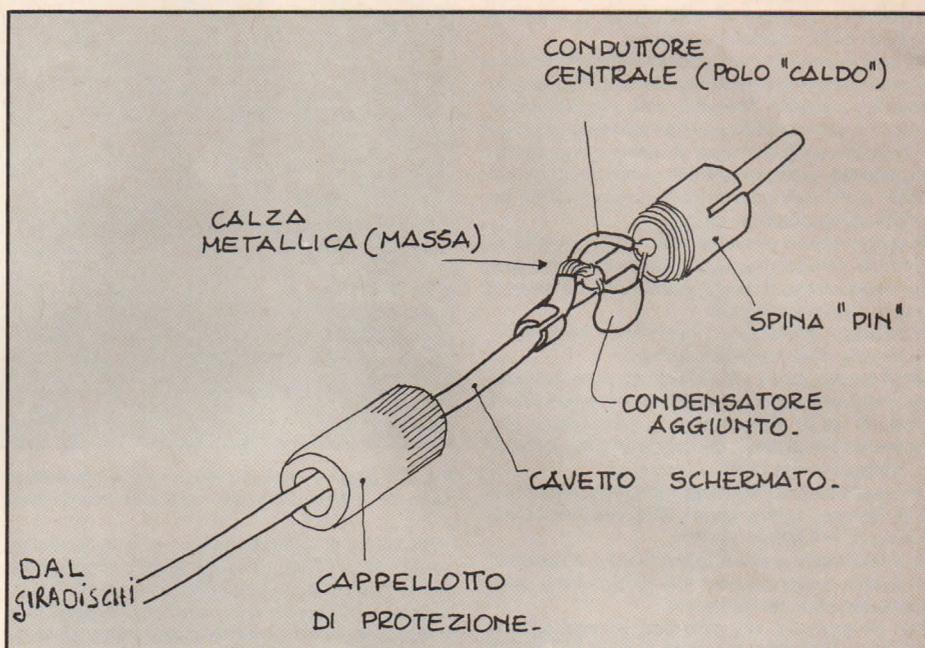


Fig. 4: Inserzioni di un condensatore in parallelo all'ingresso phono dell'ampli (è illustrato un solo canale).

Per far ciò vengono attualmente impiegate delle tecniche che consistono nell'usare il più possibile accoppiamenti in c.c. dall'ingresso *phono* all'uscita degli altoparlanti (amplificatori DC), oppure si usano componenti appositamente studiati, quali MOS-FET di potenza (caratterizzati, grazie alla loro elevatissima velocità di commutazione, da un comportamento dinamico notevolmente superiore a quello dei transistor convenzionali), l'uso dei quali si va sempre più estendendo.

Una certa attenzione va anche dedicata ad alcuni sistemi particolari, tra i quali il sistema di amplificazione in «classe G», messo a punto dalla giapponese HITACHI.

Negli ampli che funzionano secondo questo tipo di configurazione circuitale, durante i transitori ed i picchi di potenza viene inserito un circuito «addizionale», opportunamente alimentato da una tensione più elevata, il quale provvede alle maggiori «richieste» istantanee di energia. Così viene virtualmente eliminato il fenomeno del «clipping», con tutti i suoi dannosi effetti, e la distorsione «scende» notevolmente. Inoltre, l'amplificazione in «classe G» richiede trasformatori di alimentazione e radiatori di calore più piccoli rispetto ai circuiti convenzionali di pari prestazioni.

Ma il citato problema della «dinamica» di un amplificatore è anche in stretta relazione con il sistema di alimentazione adottato (dal suo corretto dimensionamento dipende la «riserva di potenza» dell'ampli durante i «picchi», e l'andamento della distorsione in funzione della frequenza).

In genere, la maggioranza degli amplificatori attuali dispone di alimentazioni stabilizzate elettronicamente, oppure semplicemente «livellate» con condensatori elettrolitici di filtro di opportuna capacità. Quest'ultimo sistema è comunque il più usato, poiché ha un comportamento elettrico soddisfacente e non richiede l'uso di dissipatori di calore.

Ma già si profila all'orizzonte un avanzatissimo sistema di alimentazione, anch'esso denominato «in classe D». Tale sistema comporta l'impiego di transistor funzionanti «in commutazione»; l'alimentazione in «classe D» è basata sulla conversione della tensione di alimentazione in impulsi rettangolari a frequenza ultrasonica. In tal modo si ottiene il massimo rendimento con il minimo spreco di energia elettrica ed una minima produzione di calore.

I vantaggi dell'alimentazione «in classe D» sono notevolissimi: si ottiene una tensione di alimentazione praticamente costante con ogni condizione di assorbimento; inoltre viene minimizzata, di conseguenza, la distorsione dovuta alle variazioni della tensione di alimentazione.

Ancora, la potenza di uscita diviene indipendente dalla tensione alternata di rete, grazie alla bassissima impedenza interna dell'alimentatore che consente l'erogazione di notevoli «picchi» di potenza allorché ciò si rende necessario.

Infine, questo sistema di alimentazione consente una drastica riduzione del ronzio di fondo e dei residui di alternata.

Considerazioni circa le prestazioni degli amplificatori

Le prestazioni di un amplificatore dipendono in gran parte anche dalla sezione preamplificatrice iniziale dell'apparecchio (quella che accoglie i vari segnali a basso livello dalle diverse sorgenti).

Questa prima sezione dell'amplificatore deve amplificare adeguatamente tali segnali, senza introdurre rumori o distorsioni, e, quando occorre, apportare anche alcune correzioni (quali le varie equalizzazioni) senza peggiorare, per quanto è possibile, il rapporto segnale/rumore della sorgente, e senza aumentare i tassi di distorsione.

È evidente, pertanto, che questa sezione del preamplificatore richiede l'elaborazione di pro-

getti molto accurati, l'impiego di componenti attivi il più possibile «silenziosi» (che non introducano rumore di fondo proprio), e l'attento studio delle schermature e delle masse, al fine di minimizzare l'induzione dei flussi dispersi e l'influenza dei residui di alternata dell'alimentazione.

Quali componenti attivi si impiegano sempre più frequentemente in questi stadi i transistor «ad effetto di campo» (*FET, Field-Effect Transistor*); tuttavia, allo scopo di diminuire al massimo la distorsione, c'è la tendenza ad utilizzare comunque il minor numero possibile di componenti attivi per amplificare i segnali, in modo da ridurre il più possibile il numero delle fonti di tale inconveniente.

Normalmente, più basso è il livello del segnale di ingresso di un amplificatore, più è critico il suo adeguato trattamento.

I vari ingressi di un amplificatore possono essere classificati in «ingressi ad alto livello» (*Aux, Tapee Tuner*) ed «ingressi a basso livello» (*phono*).

Gli ingressi ad alto livello non richiedono equalizzazione alcuna ed amplificazioni molto elevate, mentre per l'ingresso *phono* occorre procedere, per motivi tecnici, ad una amplificazione notevole ed alla equalizzazione RIAA (cioè ad una amplificazione «differenziata» delle varie frequenze dello spettro audio), onde compensare la «curva di incisione», normalizzata, dei dischi (*Fig. 3*).

L'ingresso *phono*, in un amplificatore, è notevolmente importante, e la sua più o meno curata realizzazione costituisce senz'altro un valido elemento di giudizio dell'intero apparecchio.

Le due caratteristiche più importanti per l'ottimizzazione dell'accoppiamento giradischi/amplificatore sono: l'«accettazione» dell'ingresso «*phono*» (o «margine di sovraccarico») e la *risposta in frequenza di interfaccia*.

Il «margine di sovraccarico» di uno stadio di preamplificazione è il massimo livello della tensione che è possibile inviare all'ingresso, senza avere in uscita fenomeni di distorsione del segnale dovuti alla «saturazione» degli stati attivi. L'«accettazione» è in stretta relazione con il rapporto segnale/rumore dei primi stadi di amplificazione: questi due fattori definiscono, in un certo senso, la «dinamica» dell'ingresso *phono* (cioè i limiti minimi e massimi di tensione del segnale applicabile).

Naturalmente, progettare un preamplificatore che abbia contemporaneamente buoni valori per questi due fattori non è molto semplice; pertanto ottime caratteristiche si riscontrano soltanto in apparecchi piuttosto costosi ed accuratamente realizzati. Attualmente, è bene avere sull'ingresso «*phono*» un «margine di sovraccarico» superiore od uguale a 100 mV, onde ottenere la massima «dinamica» nella riproduzione dei dischi. Una tale caratteristica consente al preamplificatore di elaborare, senza introdurre distorsione, segnali con molti «picchi» e transistori.

Non va inoltre dimenticato che, normalmente, la tensione di uscita dei *pick-up* viene riferita alla velocità «standard» di 5 cm/sec, mentre nella maggioranza dei dischi ad alta dinamica oggi in commercio si arriva frequentemente a valori di velocità anche superiori a 30 cm/sec, con il conseguente aumento della tensione in uscita anche di una decina di volte rispetto al valore di 5 cm/sec. Le stesse considerazioni valgono anche a riguardo dei preamplificatori per testine a «bobina mobile» che vanno collegati ai normali ingressi «*phono*» dell'amplificatore: in questi casi, il vantaggio derivante dall'impiego di testine «MC» verrebbe totalmente annullato se il relativo preamplificatore non potesse «risponde-

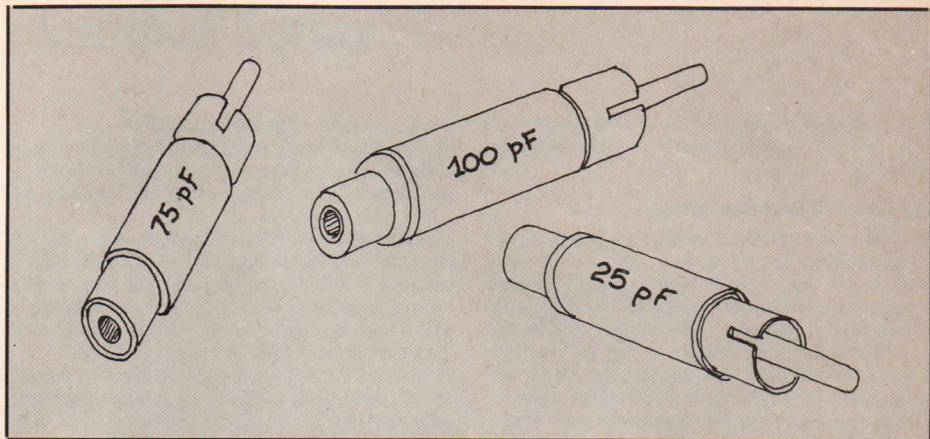


Fig. 5: Adattatori a differente capacità per l'ottimizzazione dell'interfaccia. Questi componenti sono facilmente reperibili in commercio.

re» bene ai transistori ed ai «picchi» di segnale. Un'altra caratteristica di vitale importanza in un preamplificatore, relativamente al perfetto adattamento tra testine e stadi di ingresso è la già citata «risposta in frequenza di interfaccia». In proposito, occorre premettere alcune considerazioni.

Un fonorivelatore presenta una *risposta in frequenza* variabile in stretta dipendenza dall'impedenza del carico che esso «vede». L'impedenza del carico in oggetto non è altro che l'impedenza dell'ingresso «*phono*» dell'amplificatore, la quale è costituita dalla capacità e dalla resistenza d'ingresso del preamplificatore e dalla capacità del cavetto di collegamento del giradischi.

Inoltre, quando si va a misurare la linearità della «risposta in frequenza» dell'equalizzazione RIAA di un preamplificatore, si nota facilmente che questa caratteristica varia notevolmente se si considerano i due casi di un generatore ideale (strumento da laboratorio) o di un generatore reale di tensione (fonorivelatore) da inviare all'ingresso.

In pratica, ciò significa che, per ciascun tipo di fonorivelatore che si intende accoppiare al preamplificatore in oggetto, esiste un ben determinato valore di impedenza di carico tale da «ottimizzare» la «risposta in frequenza» del sistema.

Se un fonorivelatore «vede» l'impedenza di carico più opportuna, si è in condizioni di poter trarre il massimo dal *pick-up*.

Da quanto esposto si evince chiaramente che per ogni fonorivelatore occorre, se si vogliono ottenere le migliori prestazioni possibili, procedere all'ottimizzazione dell'accoppiamento con l'amplificatore.

In passato, questo problema non veniva preso molto in considerazione, mentre oggi è oggetto della massima attenzione.

Per realizzare un corretto accoppiamento tra *pick-up* ed amplificatore sono molto indicati quegli apparecchi (pre od ampli integrati) che dispongono di due commutatori per la selezione di diversi valori di capacità e di resistenza dell'ingresso «*phono*»: tali dispositivi consentono infatti la massima «flessibilità di accoppiamento» con ogni tipo di fonorivelatore in commercio.

Nel caso in cui gli apparecchi in nostro possesso non consentano questa possibilità, l'ottimizzazione dell'accoppiamento *pick-up* amplificatore è comunque realizzabile, conoscendo il valore della capacità di ingresso *phono* dell'amplificatore (rilevabile tra le caratteristiche dichiarate dal costruttore) ed il «carico ottimale»

del fonorivelatore (rilevabile dai grafici della «risposta in frequenza di interfaccia») che di volta in volta la Rivista SUONO, prima in Italia, pubblica nelle prove dei *pick-up*.

Frequentemente è sufficiente aggiungere, in parallelo ai morsetti dell'ingresso *phono* dell'amplificatore, un condensatore di capacità tale che, aggiunta a quella propria del cavo del giradischi, consenta di ottenere il valore ottimale indicato nei grafici più sopra menzionati (*Fig. 4*). Esistono anche in commercio degli opportuni «adattatori» maschio/femmina «*pim*», con differenti capacità, che possono venire utilmente impiegati per l'ottimizzazione della risposta in frequenza di interfaccia (*Fig. 5*).

Un altro aspetto che non bisogna assolutamente trascurare in un amplificatore è la qualità dei componenti impiegati nella sua costruzione, in particolare dei vari comandi e controlli presenti in numero sempre maggiore su questo componente hi-fi. Nonostante le varie funzioni svolte da questi comandi, si tratta nella maggior parte dei casi, di potenziometri o di commutatori soggetti ad un frequente uso.

Per tale motivo, la loro realizzazione meccanica è molto importante ai fini dell'ottenimento di un funzionamento sicuro e prolungato nel tempo. Nel caso dei potenziometri, impiegati principalmente quali regolatori di volume, bilanciamento e toni, i modelli più economici presentano, dopo poco tempo, consistenti segni di usura, manifestando la tendenza a produrre nei diffusori rumori e scariche (dovuti al consumo del materiale resistivo).

Un buon potenziometro, dato il continuo uso che se ne fa in pratica, deve avere pertanto una lunga vita operativa; inoltre, nel caso di impiego di potenziometri «multipli» (composti cioè da più «sezioni» comandate da un unico asse) devono risultare il più possibile uguali le caratteristiche elettriche delle varie sezioni.

Nelle realizzazioni di classe, al posto dei normali potenziometri a strato di carbone, vengono impiegati componenti di maggior pregio (ma di costo notevolmente più elevato): è il caso dei potenziometri «a film spesso» e dei regolatori che fanno uso di resistenze partitrici montate su commutatori dotati di un notevole numero di posizioni.

Anche per i selettori vi sono gli stessi problemi a riguardo della sicurezza e della silenziosità di funzionamento, in particolare per quelli (ad esempio, il selettore degli ingressi) sottoposti ad un continuo lavoro. In questo caso, le soluzioni alternative all'impiego dei normali dispositivi a commutatore si basano sull'uso di comandi a pulsante servo assistiti da relè, il che richiede

L'amplificatore

comunque la realizzazione di una elettronica «di controllo» relativamente complessa (e costosa).

Le classi di amplificazione

Le differenze «timbriche» tra i vari apparecchi in commercio sono legate a fattori di diversa natura, tra cui, principalmente, la distorsione intrinseca del circuito utilizzato, la velocità dei dispositivi di potenza, l'ammontare del fattore di controreazione. Tuttavia, ai fini del risultato finale, riveste notevole importanza anche il modo (ovvero la «classe») di lavoro degli stadi pilota e degli stadi finali di potenza in cui l'amplificatore lavora.

In pratica, dire che un amplificatore funziona «in classe A», «in classe AB» od «in classe D» oppure «G» è in stretta correlazione alla qualità del segnale elettrico applicato ai terminali di ingresso di un dispositivo attivo (valvola, transistor o FET che sia) che viene amplificata dal medesimo.

Prima di analizzare le differenze funzionali che sussistono tra le diverse «classi» di amplificazione, occorre fare distinzione tra quelle utilizzate nell'amplificazione tradizionale (*analogica*) e quelle relative ai sistemi «ad impulsi» (amplificazione *digitale*), e richiamare alcuni concetti fondamentali.

Un segnale elettrico, quale quello che si riferisce al segnale audio (sinusoidale o musicale che sia), è sempre costituito da una parte «positiva» e da una «negativa», non importa se di ampiezza simmetrica o meno (in pratica, la situazione di simmetria si verifica solo per segnali sinusoidali puri, onde quadre, triangolari, ecc.). La parte «positiva» del segnale (o, meglio, la parte «positiva» di una singola oscillazione) prende il nome di «semionda positiva»,

l'altra parte di «semionda negativa».

A seconda di come uno stadio di amplificazione «tratta» le semionde positive e quelle negative, si parlerà, per il medesimo, di «classe A», «AB», «B», «C», ecc.

Quando su un amplificatore audio è specificata la «classe» di funzionamento, ci si riferisce però sempre al solo stadio «di potenza» dell'amplificatore finale (quello, cioè, che ha il compito di trasferire sul «carico» — il trasduttore — la maggior parte della corrente assorbita).

Il motivo è assai semplice: tale «stadio» è l'unico, unitamente a quello che immediatamente lo precede (stadio «pilota», o «driver») a poter «lavorare» in «classi» diverse; tutti gli altri stadi precedenti «lavorano» invece, sempre ed esclusivamente, in «classe A».

Amplificazione tradizionale («Analogica») La «classe C»

Consideriamo il circuito di Fig. 6: applicando un segnale elettrico alternato tra l'ingresso e la massa, i due transistor finali entrano alternativamente «in conduzione» (durante la semionda positiva passa una debole corrente attraverso la Base di T1, ed analogamente avviene per T2 durante la semionda negativa), facendo in tal modo scorrere sul carico una corrente assai maggiore (di entità proporzionale al «guadagno» (o *Beta*) dei componenti utilizzati) di quella che fluisce attraverso la Base. Il segnale di uscita, amplificato in potenza, non è tuttavia completo, ossia è affetto da una fortissima distorsione nel passaggio del segnale attraverso lo «zero» (distorsione che l'orecchio umano non è un grado di tollerare). Ciò perché la giunzione Base/Elettore di un transistor risulta «interdetta» (ossia non vi può scorrere corrente) fin-

ché la tensione ai suoi capi non raggiunge il valore di «soglia», che vale circa 0,5 - 0,7 V.

In pratica, finché il segnale di ingresso non raggiunge un'ampiezza di $\pm 0,5 - 0,7$ V, l'uscita dell'amplificatore resta muta; i due transistor T1 e T2 funzionano ciascuno per una quantità di segnale inferiore alla semionda (cioè conducono per meno di 180° del ciclo del segnale di ingresso).

È questa la «classe C», che, a causa dell'elevatissima distorsione di incrocio, non trova assolutamente impiego nell'amplificazione audio, ed è invece più convenientemente utilizzata in radiofrequenza.

La «classe B»

Per fare in modo che T1 e T2 amplifichino completamente le due «semionde» del segnale di entrata, si ricorre ad un artificio chiamato «polarizzazione», in grado di eliminare gli inconvenienti causati dalla mancata «conduzione» della giunzione Elettore/Base di ciascun transistor. Tale condizione è realizzabile mediante l'allestimento di una rete resistiva di convenienti valori (Fig. 7), che innalza il valore «a riposo» della tensione di Base (senza segnale in ingresso) da zero sino al valore «di soglia» (senza però che vi sia ancora «conduzione» nelle giunzioni di T1 e T2).

In questo modo si dice che l'amplificatore funziona «in classe B». Purtroppo, però, le condizioni esposte sono assai difficili da realizzare in pratica non è infatti possibile stabilire con precisione assoluta la «soglia» di interdizione e conduzione di un transistor.

Pertanto, la caratteristica di trasferimento presenta ancora delle «non-linearità» in corrispondenza del passaggio del segnale per lo «zero», il che comporta una certa distorsione «da incrocio». Come risultato finale si ha pertanto anche la presenza di armoniche di ordine molto elevato nel segnale in uscita, molto fastidiose all'ascolto e minimizzabili solo mediante tassi elevati di «controreazione», che, d'altro canto, introducono facilmente nel suono delle «colorazioni» proprie.

Tuttavia, il principale vantaggio degli amplificatori in «classe B» è l'elevata efficienza, che può raggiungere circa il 78% in regime sinusoidale (il che significa che, ad esempio, su 100 W erogati dall'alimentatore, 78 si trasferiscono sul carico).

È comunque rarissimo trovare amplificatori di qualità funzionanti in «classe B pura». Il noto QUAD 405 è un po' l'eccezione che conferma la regola; la particolare circuitazione dell'apparecchio consente infatti ai due transistor finali di potenza di ciascuna canale di lavorare in «classe B» senza che la «distorsione di incrocio» raggiunga livelli preoccupanti.

La «classe AB»

La soluzione più comunemente adottata dai costruttori di tutto il mondo per sconfiggere la «distorsione di incrocio» è quella di far funzionare gli stadi finali in «classe AB»: in questa configurazione, ciascuno dei due transistor finali amplifica più di una «semionda» del segnale applicato all'ingresso, senza però (almeno per potenze sufficientemente elevate) giungere ad amplificarle entrambe.

Se, infatti, la rete di «polarizzazione» dei transistor finali fa scorrere nei medesimi, anche in condizioni «di riposo», una corrente relativamente piccola, i due semiconduttori arriveran-

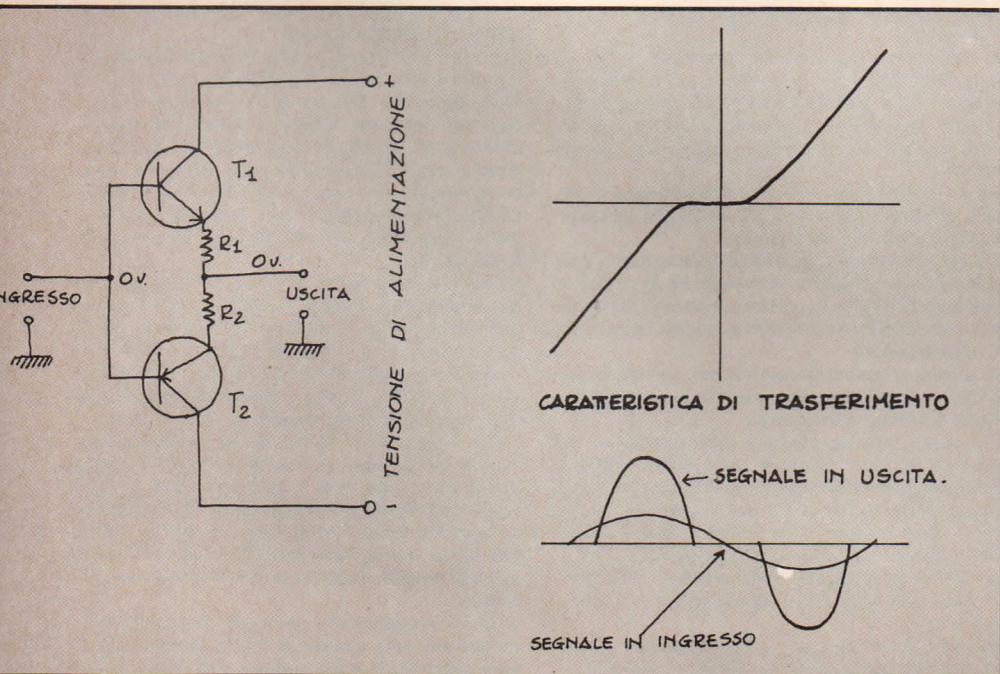


Fig. 6: Nella «classe C» la curva secondo la quale il sistema amplifica la tensione in ingresso («caratteristica di trasferimento», che in condizioni ideali dovrebbe essere una retta) ha carattere discontinuo, il che comporta una elevatissima distorsione nel passaggio del segnale attraverso lo «zero».

no ad interdarsi soltanto quando il segnale di ingresso li avrà attraversati per più di una «semionda». In pratica, per piccole ampiezze di segnale, T_1 e T_2 (Fig. 8) amplificano entrambe le semionde, il che consente di eliminare gran parte dei problemi «di incrocio» già esaminati nelle precedenti «classi» di amplificazione.

Come è intuibile, però, al crescere dell'ampiezza del segnale di ingresso diminuisce la qualità del medesimo amplificata da T_1 e T_2 , il che introduce giocoforza una certa «distorsione di incrocio»; si tratta comunque di prodotti di ordine assai basso (se la «corrente di riposo» dei transistor finali è sufficientemente elevata), e facilmente rimovibili anche con modesti fattori di «controreazione».

La «classe AB» è quella maggiormente utilizzata dai costruttori di amplificatori (il 95% degli attuali apparecchi funziona in «classe AB»). In questa configurazione di funzionamento le «non-linearità» della caratteristica di trasferimento hanno pendenze molto più dolci, e la distorsione è quindi ridotta, sia in percentuale, sia in ordine.

Inoltre, l'amplificazione in «classe AB» consente di raggiungere rendimenti prossimi al 70%, il che significa bassa potenza dissipata dai finali e temperature di funzionamento ridotte.

Nel progetto di un amplificatore in «classe AB» è importante la scelta del più opportuno valore di «corrente di riposo», e da questo punto di vista non tutti gli apparecchi sono uguali.

Se le «alette» di raffreddamento dell'apparecchio sono piuttosto piccole, è facile che la «corrente di riposo» sia stata scelta troppo bassa, e tale da provocare «distorsione di incrocio». Se la scelta della «corrente di riposo» fosse regolare, l'amplificatore dovrebbe «scaldare» anche senza segnale di ingresso.

Una particolare menzione meritano quei rari apparecchi nei quali ciascuno dei transistor finali amplifica entrambe le «semionde» del segnale sino a potenze dell'ordine dei Watt (Pioneer A - 27, RCF AF 6240), in quanto, in questi apparecchi la «distorsione» residua diviene estremamente ridotta.

La «classe A»

Nel funzionamento in «classe A», ciascuno dei due dispositivi finali non si «interdice» mai, nemmeno alla massima potenza.

Contrariamente alle «classi» sinora esaminate, non si hanno pertanto variazioni in guadagno nel corso dell'amplificazione dell'onda, per cui gli apparecchi in «classe A» sono straordinariamente privi di «distorsione» e di «colorazione timbrica» (Fig. 9).

È quindi evidente che, dal punto di vista delle distorsioni «statiche» (*armonicae di intermodulazione*), la «classe A» è senza dubbio la migliore configurazione di funzionamento.

Purtroppo, i finali in «classe A» sono costosi, pesanti ed ingombranti. Basti pensare all'enorme valore della «corrente di riposo», che, affinché anche al massimo della potenza l'amplificatore funzioni sempre «in classe A», deve essere la metà di quella massima: ad esempio, in un amplificatore da 40 W su 8 Ohm, la corrente nei finali raggiunge nei «picchi» il valore di 3,16 A (il che, se si considera una tensione di alimentazione di 60 V, mostra che la potenza elettrica convertita in calore nei finali raggiunge lo strabiliante valore di 95 W, contro i 2-3 W propri del funzionamento in «classe AB»).

Così, negli apparecchi in «classe A» tutti i componenti vanno convenientemente sovradimensionati, dall'alimentatore ai dissipatori di calore, e talvolta si rende necessario l'impiego della ventilazione forzata, con conseguente aumento di costi e dimensioni. In ogni modo, i più raffinati

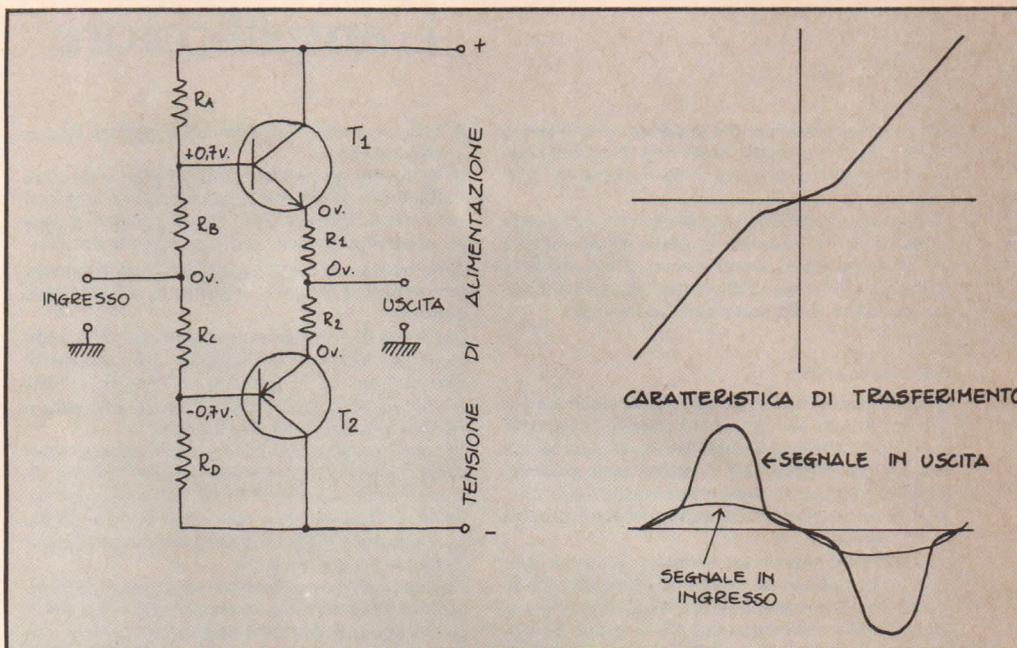


Fig. 7: Nella «classe B»; dispositivi attivi, opportunamente «polarizzati» ai margini della zona di conduzione, dovrebbero riuscire ad amplificare entrambi una semionda completa del segnale in ingresso. Tale condizione è però molto critica, ed in pratica vi è ancora notevole distorsione di incrocio.

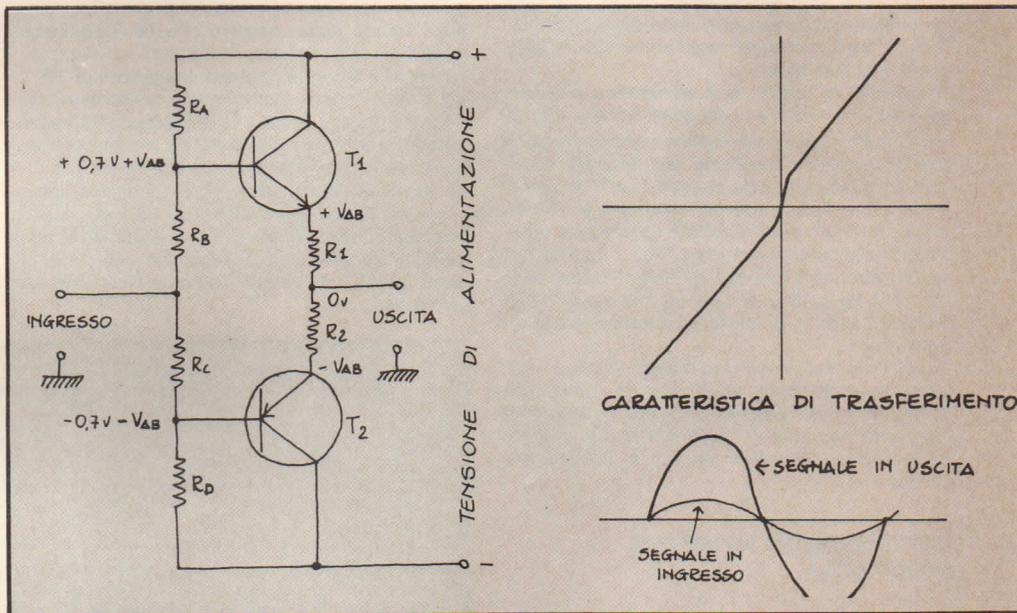


Fig. 8: Nella «classe AB» le non-linearità della caratteristica di trasferimento hanno pendenze molto più dolci, e la distorsione di incrocio è pertanto ridotta, sia in percentuale, sia in ordine.

audiofili sono concordi nel ritenere che la «classe A» sia l'unica in grado di fornire, anche con circuiti a transistor, quella «pastosità» e dolcezza di suono tipiche dei migliori amplificatori a valvole. Gli stadi precedenti a quello finale, dato che non lavorano a livello di potenza, ma di tensione, possono funzionare in «classe A» senza problema alcuno, cosa che avviene nella totalità degli apparecchi.

La «classe A + »

È un «classe» di funzionamento sviluppata as-

sai recentemente, che riunisce le caratteristiche di linearità della «classe A» con quelle di rendimento e maneggevolezza della «classe AB». Attualmente, solo pochissimi apparecchi dal prezzo assai elevato ne fanno uso (Technics SE-A1, Threshold 400/A, ecc.), anche se nella recente *Audio Fair* di Tokyo sono stati veduti nuovi interessantissimi apparecchi funzionanti in «classe A + ».

In un amplificatore funzionante in «classe A + », la «corrente di riposo» dei transistor finali viene resa, tramite un particolare circuito posto all'ingresso dello stadio finale stesso, proporzionale

L'amplificatore

all'ampiezza del segnale applicato in entrata. In tal modo, i transistor finali non si interdicono mai, così come avviene nella «classe A» (Fig. 10).

In pratica, la «distorsione» di un amplificatore in «classe A +» equivale a quella di un «classe A», mentre il suo «rendimento» è più vicino a quello di un «classe AB»; costi e dimensioni sono, pertanto, sufficientemente contenuti.

La «classe G»

In un segnale musicale a dinamica normale (ricordo che per «dinamica» si intende la «distanza» in dB tra il livello minimo utile ed il massimo del segnale registrato) il valore della potenza che l'amplificatore deve poter erogare nei «picchi» di modulazione può superare di oltre 20 dB il valore medio.

Ciò significa che se, ad esempio, il livello di ascolto normale in un ambiente domestico comporta l'erogazione media di 1 Watt di potenza, il finale dovrà comunque essere in grado di erogare almeno 100 W, pena la «saturazione» in corrispondenza dei più violenti transitori. Non è però necessario che l'amplificatore sia in grado di erogare tanta potenza con continuità, quanto piuttosto è importante che possa fornire potenze molto elevate per brevi periodi.

Il sistema di amplificazione in «classe G» è stato sviluppato dagli ingegneri della giapponese HITACHI, ed è impiegato negli amplificatori della serie «Dynharmony».

Il sistema in questione è semplice e piuttosto geniale (Fig. 11). Per segnali di piccola intensità, lo stadio finale è alimentato con una tensione bassa; quando l'ampiezza del segnale di ingresso sarebbe tale da portare T_1 e T_2 in distorsione, T_3 e T_4 entrano «in conduzione», innalzando il livello della tensione disponibile ed evitando pertanto la «saturazione». I risultati sono eccezionali: si pensi che l'amplificatore Hitachi HMA 8300, della potenza nominale di 200 W RMS per canale, può fornire, di picco, 800 W indistorti.

Un altro notevole vantaggio della «classe G» è rappresentato dalla possibilità di ridurre dimensioni e costi, poiché T_3 e T_4 non necessitano di grandi dissipatori di calore, e le due alimentazioni «supplementari» devono fornire potenze ridotte.

AMPLIFICAZIONE AD IMPULSI («DIGITALE»)

La «classe D»

Nei sistemi di amplificazione sinora esaminati, il segnale elettrico presente all'uscita di ciascun singolo stadio amplificatore rappresenta una «copia» relativamente fedele del segnale di ingresso.

Invece, nei sistemi di amplificazione «ad impulsi», la forma d'onda presente all'ingresso dell'amplificatore non viene semplicemente «amplificata» in tensione e corrente, bensì «codificata» all'ingresso dell'apparecchio e «decodificata» in uscita. Ciò permette l'ottenimento della più elevata efficienza possibile: mentre un amplificatore funzionante in «classe B» od «AB» non supera mai rendimenti del 70-75% (e notevole parte dell'energia viene convertita in calore), negli apparecchi in «classe D» le condizioni

di funzionamento sono due sole: «interdizione» e «saturazione».

In tal modo, gli amplificatori lavorano «in commutazione», condizione, questa, che è la più favorevole a riguardo della dissipazione di potenza; si ottengono così rendimenti anche del 95%.

Tutto questo conduce ad apparati estremamente compatti e leggeri, in grado di erogare forti potenze. Dal punto di vista del funzionamento, la «codificazione» in impulsi del segnale audio può avvenire in due modi, secondo il sistema «PSM» (Pulse-Spaced Modulation) oppure secondo il «PWM» (Pulse-Width Modulation).

Nel primo caso, l'onda di ingresso viene trasformata in impulsi tutti della stessa durata ma diversamente «spaziati» l'uno dall'altro; nel secondo è invece la «durata» degli impulsi ad essere variabile ed a determinare l'ampiezza e la forma dell'onda in uscita.

All'uscita dell'amplificatore di potenza è sempre presente un filtro «passa-basso» che elimina la frequenza portante degli impulsi e fornisce al carico una tensione proporzionale a quella del segnale di ingresso. La progettazione di un amplificatore ad «impulsi», allo stato attuale delle cose, comporta la risoluzione di problemi piuttosto complessi: ad esempio, per poter estendere la «risposta in frequenza» del sistema verso l'estremo superiore della banda audio occorre che la «frequenza portante» degli impulsi (frequenza «di campionamento») sia assai elevata (maggiore di 300-400 KHz.), il che è in certo modo in contrasto con l'intento di raggiungere la massima efficienza, poiché la potenza dissipata da un dispositivo aumenta vertiginosamente con la frequenza.

Si rende pertanto pressoché indispensabile, nell'amplificazione «ad impulsi», l'uso dei nuovi velocissimi (ma costosi) FET di potenza. È comunque ancora troppo presto per poter esprimere giudizi di valore sull'amplificazione in «classe D».

Alimentatori in «classe D»

Si stanno moltiplicando gli apparecchi dotati di alimentatore in «classe D». Le ragioni che ne hanno determinato lo sviluppo sono molto simili a quelle considerate a proposito degli amplificatori «ad impulsi»: riduzione dell'ingombro e raggiungimento della massima efficienza.

Gli alimentatori convenzionali sono normalmente costituiti da un trasformatore che porta la tensione di rete al valore voluto, da un sistema di diodi per il «raddrizzamento» e da un certo numero di «celle di filtro» per il «livellamento» (costituite da condensatori di elevata capacità). L'alimentazione «ad impulsi», invece, funziona in modo completamente differente: la tensione di rete viene «rettificata» direttamente ed inviata ad un «oscillatore di potenza» che lavora a frequenze comprese tra i 20 e i 40 KHz. L'onda quadra così prodotta viene ad un trasformatore, il quale, data l'altissima frequenza di lavoro è circa cento volte più piccolo (!) di quello usuale. Ricordo, infatti, che l'efficienza e le dimensioni di un trasformatore dipendono anche dalla frequenza a cui esso lavora (ed un simile discorso vale anche per i condensatori); è perciò comprensibile il motivo delle notevoli dimensioni e del peso proprio degli alimentatori convenzionali.

Ma torniamo all'alimentazione «ad impulsi»: sul secondario del trasformatore ad alta frequenza è posta la classica rete di «raddrizzamento» e «filtraggio» (che però stavolta monta condensatori di capacità ridotta, e quindi assai piccoli).

Il sistema viene anche indicato con la denominazione «PPS» (Pulse Power Supply), e presenta inoltre, dei confronti dell'alimentatore convenzionale, una più bassa «resistenza interna». Quest'ultima caratteristica si traduce in una maggiore «stabilità» della tensione in uscita, soprattutto durante le erogazioni maggiori di corrente.

Una stabilità ancora maggiore è ottenibile con il sistema Pulse-Lock Power Supply, dove un ap-

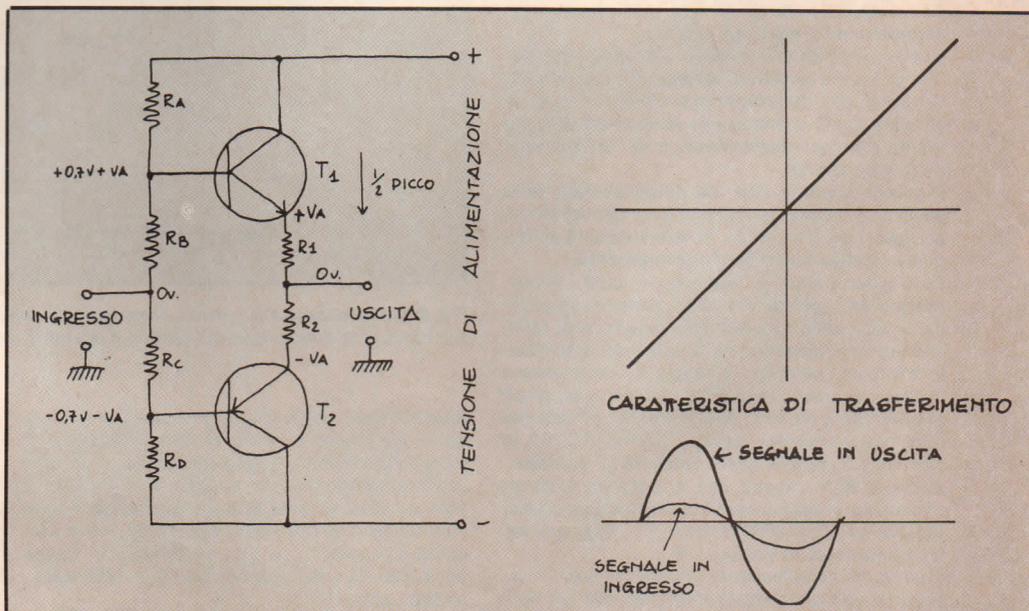


Fig. 9: Nella «classe D» la caratteristica di trasferimento è assolutamente lineare, e la distorsione ridottissima. Poiché però i transistor finali non si interdicono mai, nemmeno a potenza massima, la potenza dissipata in assenza di segnale è assai elevata, ed il rendimento alquanto basso.

posito circuito provvede a compensare le variazioni di tensione in uscita (dovute alle variazioni di carico) agendo sulla «durata» degli impulsi. L'alimentazione «in classe D», se da un lato offre una notevole efficienza, dall'altro richiede l'impiego di adeguate «schermature», per evitare che gli impulsi influiscano sul rapporto segnale/rumore dell'amplificatore (particolarmente a riguardo dei suoi ingressi a basso livello). Dal punto di vista delle prestazioni, a parte ingombro e peso, non vi sono però notevoli differenze tra l'impiego di un alimentatore stabilizzato convenzionale (purché correttamente dimensionato) ed un alimentatore «in classe D».

Caratteristiche degli amplificatori

Troppo spesso la scelta di un amplificatore viene effettuata con una certa «leggerezza», sulla base di simpatie personali verso questo o quell'altro marchio oppure grazie ai consigli più o meno «interessati» di amici e rivenditori, od anche (è il colmo!) basandosi sull'estetica dell'apparecchio. In realtà, l'amplificatore è uno strumento elettronico, e come tale presenta delle proprie caratteristiche tecniche che occorre ben valutare prima dell'acquisto.

Esaminiamo qui di seguito le varie caratteristiche degli amplificatori, onde meglio conoscerne il significato ed effettuare una scelta il più possibile oculata.

Potenza di uscita

La «potenza massima» è senz'altro il primo parametro di giudizio di un amplificatore, e contribuisce in maniera notevole a determinare il costo dell'apparecchio.

Non va però dimenticato che soltanto forti differenze di potenza determinano notevoli differenze nella sensazione di ascolto. Inoltre, la gamma delle «efficienze» dei diffusori in commercio è talmente vasta che un amplificatore di una certa potenza può «suonare» molto più piano di uno di potenza inferiore, se i diffusori sono di modelli diversi.

Il dato «potenza massima RMS» dovrebbe venire correttamente indicato alla frequenza di 1 KHz. con entrambi i canali funzionanti su carico resistivo. Lo «standard» di misura adottato è quello espresso in Watt RMS (Root Mean Square: valore quadratico medio, in italiano «valore efficace»); è importante verificare, prima dell'acquisto, l'effettiva potenza RMS dell'apparecchio, poiché ancora alcuni costruttori sono soliti indicare, nei propri *depliant*, la potenza espressa in Watt «musicali». Watt «di picco» oppure Watt «musicali di picco» (pari al doppio od anche più dell'effettiva potenza RMS), al solo fine meramente commerciale di «gonfiare» le prestazioni dei propri apparecchi.

Generalmente, la potenza di uscita effettiva è considerata su un'impedenza di 8 Ohm, ma viene misurata anche su 4 Ohm, dato che molto spesso i diffusori da 8 Ohm nominali disponibili sul mercato presentano un'impedenza che tra 100 e 200 Hz (nella zona in cui è maggiore la potenza in gioco) scende a valori prossimi a 4 Ohm.

È anche utile l'indicazione del valore di potenza ottenibile con un solo canale «pilotato»: ciò consente di giudicare il dimensionamento del circuito di alimentazione e di avere un'idea delle prestazioni limite con programmi che richiedono potenze molto diverse ai due canali.

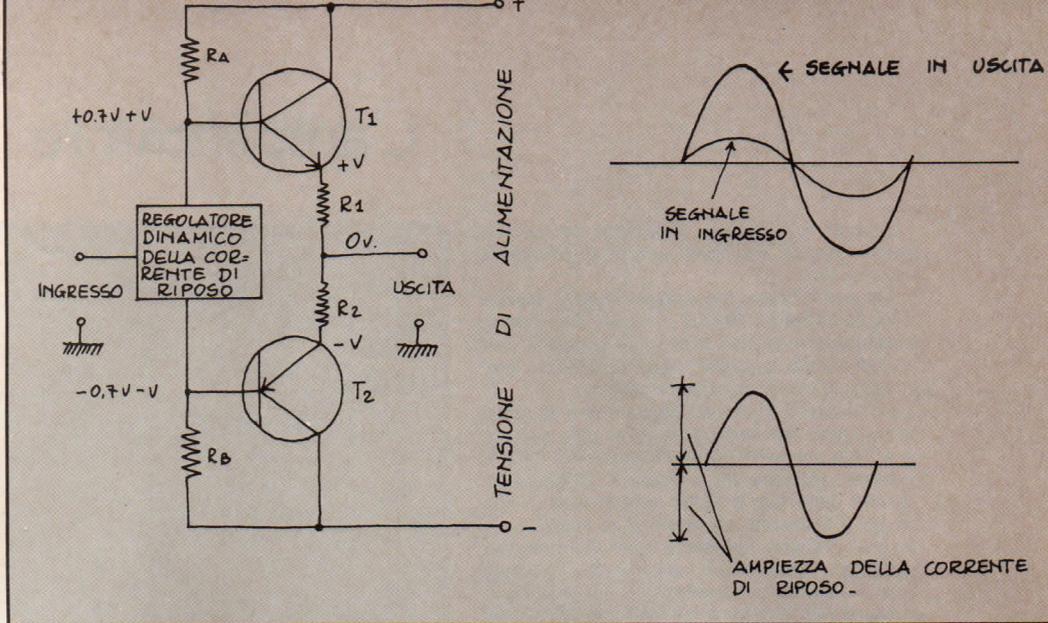


Fig. 10: Nel funzionamento in «classe A+», la corrente di riposo nei transistor finali segue l'andamento del segnale elettrico in ingresso, impedendo la loro interdizione anche a potenza massima. Le prestazioni sono perciò quelle della «classe A», con costi e dimensioni minori per via dell'alto rendimento.

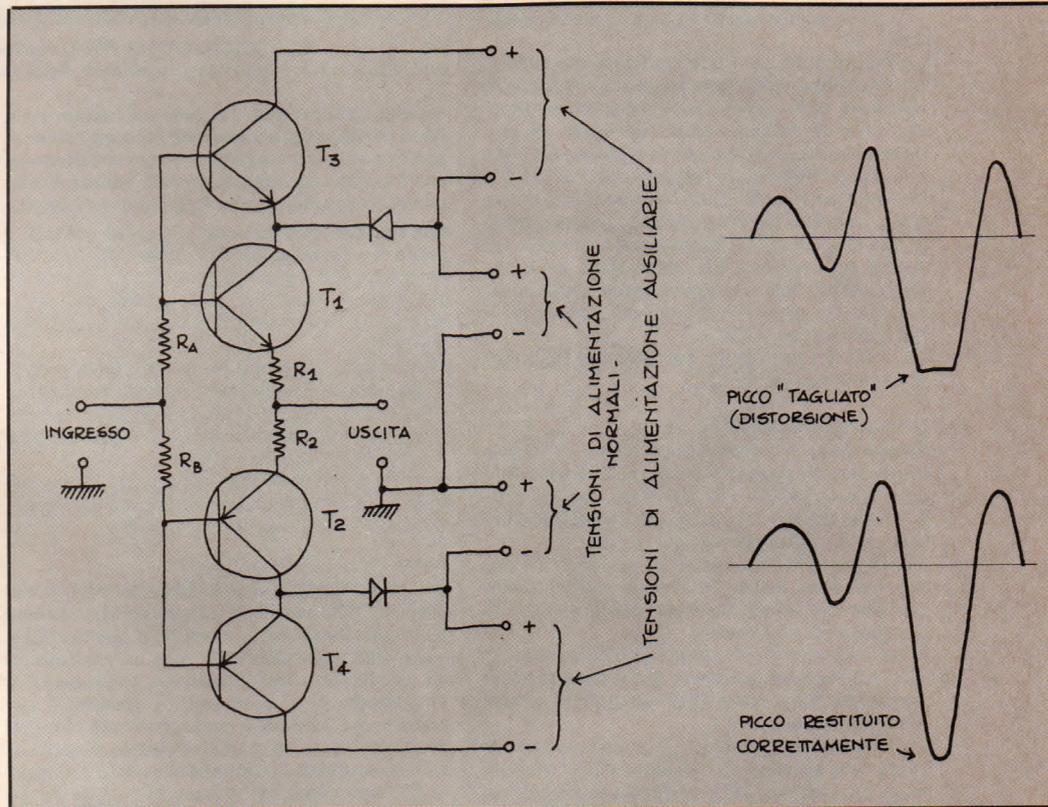


Fig. 11: Nella «classe G» le alimentazioni sono doppie rispetto ai sistemi convenzionali: per piccoli segnali di ingresso sono in funzione soltanto i transistor T1 e T2, mentre per ampiezze elevate di segnale («picchi») T3 e T4 entrano in conduzione, ed impediscono il «clipping».

Distorsione armonica totale

Questo dato misura la capacità dei circuiti di amplificazione di restituire un segnale sinusoidale inviato al loro ingresso senza aggiungere altri segnali di frequenza multipla della fondamentale. La misura della *distorsione armonica totale* dovrebbe venire effettuata per molte frequenze del segnale di ingresso, e venire riportata su un grafico per diversi valori di potenza di lavoro.

È bene che i dati di «distorsione», indicati in per-

centuale, siano contenuti entro lo 0,5% su tutta la banda audio (cioè la «curva» deve risultare il più regolare possibile senza salire alle frequenze estreme della gamma).

L'influenza della «distorsione armonica» all'ascolto è avvertibile direttamente se i valori raggiungono «punte» abbastanza elevate. Un andamento crescente alle basse frequenze denuncia una insufficienza dei circuiti di alimentazione (o dei condensatori «di uscita» negli ampli che ne fanno uso).

L'amplificatore

Una crescita alle alte frequenze testimonia spesso, invece, l'utilizzazione di transistor di minor qualità.

È utile anche la foto dei «residui di distorsione» (di solito rilevati a 10 KHz., 1 Watt), che mostra contemporaneamente il segnale di uscita dell'amplificatore, e quello, opportunamente amplificato, in uscita dal distorsiometro.

Quest'ultimo è composto da tutte le frequenze «armoniche» del segnale di prova nate dall'apparecchio per le sue «non-linearità» di funzionamento, oltretutto dal «rumore di fondo». Dall'esame della foto è facile capire se e in che misura è presente «distorsione di incrocio», e se una qualche armonica sia «dominante». Quando vi è distorsione «di incrocio», i segnali «spuri» nascono nel momento in cui la sinusoidale passa per lo zero, e ciò risulta visibile in fotografia.

Distorsione di intermodulazione

La «distorsione di intermodulazione» nasce quando due qualsiasi frequenze, attraversano un sistema di amplificazione «non-lineare», originano frequenze assenti nel programma originale.

La misura della «distorsione di intermodulazione» dovrebbe venire effettuata sia alla potenza nominale dell'amplificatore che a metà potenza, inviando all'apparecchio in prova una tensione ottenuta miscelando un segnale a 50 Hz. con uno a 7.000 Hz., in rapporto di tensione 4:1. Questo tipo di distorsione, espressa in percentuale, ha molta influenza sull'ascolto, soprattutto con brani eseguiti da numerosi strumenti. Rispetto alla «distorsione armonica», pertanto, quest'ultimo dato è maggiormente significativo nei riguardi delle prestazioni dell'apparecchio nel suo impiego effettivo.

Lo 0,1% di «distorsione per intermodulazione» è un valore accettabile.

Risposta in frequenza

Questo dato, di notevole importanza, non costituisce generalmente un grosso problema per gli odierni amplificatori, in gran parte capaci di riprodurre l'intera banda audio (20-20.000 Hz.) con uno scarto contenuto entro 1 dB.

La «risposta in frequenza» di un amplificatore non influenza quindi, in misura determinante, l'ascolto, dato che è molto più regolare di quella di diffusori di pari classe.

In un impianto di elevatissimo livello, comunque, è bene tener presente anche questo parametro, per ottimizzare l'accoppiamento con gli altri componenti.

La «risposta in frequenza» dovrebbe essere rilevata alla potenza di 1 W, con i «filtri» esclusi, i toni in «defeat» ed il controllo di volume al massimo: i punti a -1 dB devono essere compresi almeno tra 20 e 20.000 Hz.

Eventuali irregolarità della «risposta» nelle normali condizioni di lavoro vengono evidenziate dal grafico relativo all'intervento dei controlli di tono: dallo stesso si vede se l'intervento medesimo è regolare e non eccessivo agli estremi banda (non dovrebbe superare i 15 dB in esaltazione ed in attenuazione), e se la curva è realmente «piatta», quando i controlli stessi sono in posizione intermedia.

Intervento dei controlli di tono

Dal grafico relativo a questa misura è visibile l'intervento di ogni controllo di tono, sia per la posizione di massima esaltazione che per la

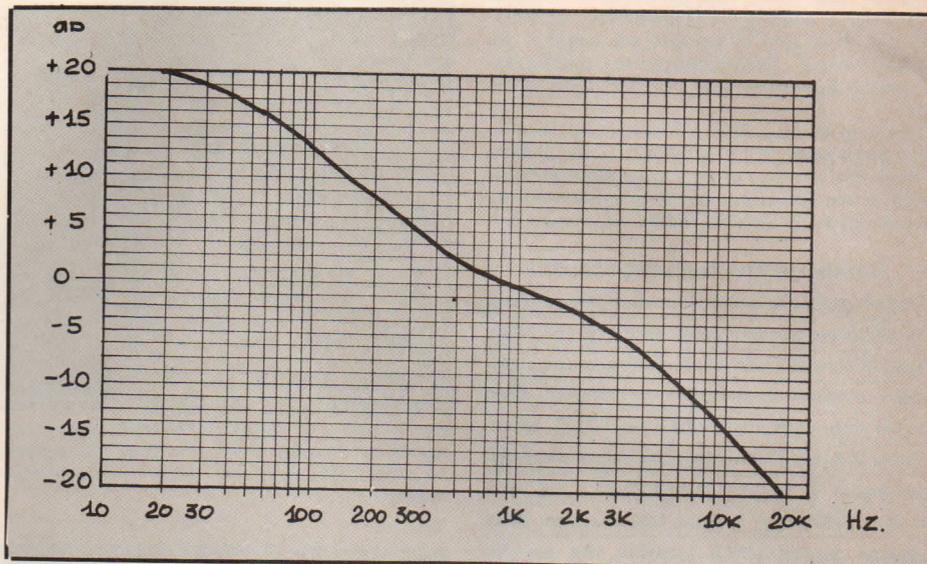


Fig. 12: Il circuito di equalizzazione RIAA provvede a ristabilire l'equilibrio originario tra il contenuto energetico delle frequenze provenienti dal disco, onde compensare la «curva di incisione».

massima attenuazione a ciascuna frequenza. È bene verificare che i controlli agiscano sulle rispettive bande di frequenza senza interferenze, e che la gamma «media» non sia interessata se non dall'apposito comando (quando presente).

Sullo stesso grafico vengono anche indicati il responso nella posizione «Flat» dei controlli (dovrà essere il più possibile «piatto»), che rappresenta la «risposta in frequenza dell'apparecchio da 20 a 20.000 Hz. e l'azione degli eventuali filtri.

Non è facile stabilire a priori il grado di qualità di un apparecchio in base a questo parametro, in quanto esso è legato alle scelte del costruttore per le frequenze di intervento e le pendenze di esaltazione ed attenuazione.

Da questo punto di vista sono preferibili i controlli a più frequenze (tipo «graphic equalizer»), con escursioni di almeno $\pm 8-10$ dB.

Intervento del «loudness»

Al diminuire del volume di ascolto, l'orecchio umano è meno sensibile alle frequenze estreme della gamma audio, soprattutto a quelle basse. Quasi tutti gli amplificatori sono quindi dotati di un circuito «di compensazione fisiologica», il «loudness», che, esaltando le gamme di frequenza che l'orecchio percepisce con maggior difficoltà (bassi ed acuti), ripristina, a bassi livelli, le originarie proporzioni sonore. La misura dell'intervento del «loudness» dovrebbe venire effettuata con la manopola del volume a -30 dB rispetto al massimo guadagno dell'apparecchio; in generale, è da considerarsi corretta, ad esempio, un'esaltazione di 3-6 dB per le note alte e di circa il triplo per le basse frequenze.

In generale, negli odierni amplificatori, la curva della compensazione «loudness» ha andamento quasi sempre corretto (in qualche caso, l'esaltazione sugli alti è molto limitata, ma ciò non è da considerare un difetto; l'importante è che non si tratti addirittura di un'attenuazione).

Intervento dei filtri

I «filtri» hanno la funzione di attenuare alcune bande di frequenza contenenti segnali che pos-

sono disturbare, più o meno direttamente, l'ascolto.

Il filtro «bassi» (*rumble*, o meglio, «subsonico») deve intervenire (punto a -3 dB) non oltre i 30-40 Hz., affinché possa eliminare il *rumble* del giradischi senza attenuare sensibilmente le basse frequenze; il filtro «alti» (*scratch* o «antifruscio») deve intervenire tra i 6 ed i 9 KHz.

La «pendenza di attenuazione» è generalmente di 6 o 12 dB/ottava: è da preferirsi la seconda, più «energica», soprattutto per il filtro «subsonico».

Fattore di smorzamento

Per «fattore di smorzamento» dell'amplificatore si intende generalmente la capacità di controllare le oscillazioni del cono dell'altoparlante *woofer* «frenandone» quelle «parassite», dovute all'inerzia meccanica degli equipaggi mobili. In realtà, il «fattore di smorzamento» è il numero derivante dal rapporto tra la resistenza di carico considerata e l'impedenza interna dell'amplificatore alla frequenza di prova. Fino a qualche tempo fa si dava molta importanza a questo dato, mentre, in effetti, un elevatissimo «fattore di smorzamento» ha ben poca influenza sull'ascolto.

È bene, comunque, che il valore del «fattore di smorzamento» non scenda al di sotto di certi livelli: per apparecchi dotati di un «fattore di smorzamento» non molto elevato (circa 8-10), anche un calo di lieve entità dovuto all'aumento della componente resistiva del carico (ad esempio, per cavi di collegamento ai diffusori di elevata lunghezza) può influenzare il responso in frequenza, generalmente con una certa attenuazione delle alte frequenze.

In pratica è sufficiente che il «fattore di smorzamento» dell'amplificatore, su 8 Ohm, non scenda al di sotto di 20.

Sensibilità massima, rapporto segnale/rumore e tensione di rumore riportata all'ingresso

Il dato «sensibilità» indica la tensione occorrente per ogni ingresso (*phono, aux, tuner, tape, ecc.*) per il raggiungimento, con la manopola

del volume al massimo, dell'effettiva potenza RMS dichiarata. È bene che la sensibilità degli ingressi di un ampli sia sufficientemente elevata (per l'ingresso *phono*, che più ci interessa, non dovrebbe essere superiore ai 3 mV), ma il dato non riveste grandissima importanza. Molto più importante è il rapporto S/N (*Signal-To-Noise Ratio*), cioè il rapporto tra il livello del segnale utile e quello del rumore introdotto dall'apparecchio.

Mentre il rapporto S/N «non pesato» dimostra il grado di accuratezza del progetto e della realizzazione dell'apparecchio, la misura «pesata A» tiene conto dell'effettiva sensibilità dell'orecchio umano al variare della frequenza dei disturbi. Il valore in dB del rapporto S/N deve essere il più alto possibile, perché l'ascolto non sia influenzato da rumori di qualsiasi genere.

Il rapporto S/N viene misurato con la manopola del volume dell'apparecchio in posizione tale che, applicando all'ingresso dell'amplificatore la tensione corrispondente alla sensibilità nominale, si abbia in uscita la potenza nominale; la misura dipende quindi da un dato non oggettivo (la sensibilità nominale, appunto).

Per questo motivo risulterebbe utilissima anche l'indicazione della tensione di rumore «riportata all'ingresso» (V_n), una grandezza legata esclusivamente alle caratteristiche dell'amplificatore, e chiaramente indicativa della «rumorosità» dello stesso (e, di conseguenza, della qualità dei circuiti impiegati). 0,5 uV per l'ingresso *phono* (e per un ampli economico) è ancora un valore accettabile; 2 uV lo è per gli ingressi «ad alto livello».

Le prestazioni di rumore dell'ingresso «ausiliario» con volume a -30 dB forniscono un'indicazione del comportamento degli ingressi ad alto livello in condizioni realistiche di utilizzazione dell'apparecchio.

Uscite

L'uscita «*tape*» con ingresso nominale deve essere tale da consentire un corretto accoppiamento col registratore: 100-200 mV per la presa RCA e 0,1-0,5 mV per la presa DIN sono valori adeguati. Nel caso di amplificazione «a due telai» è anche importante che l'uscita principale del preamplificatore sia compatibile in livello alla sensibilità dell'ingresso dell'amplificatore finale di potenza che si intende impiegare.

Tensione massima ingressi phono

Questo dato rappresenta la massima ampiezza di un segnale sinusoidale di frequenza 1 KHz, che può essere applicato all'ingresso «*phono*» senza che si verifichi la «saturazione» (improvviso aumento della distorsione) dello stadio. Il preamplificatore RIAA deve avere una «accettazione» (così viene definita la capacità di «accettare» all'ingresso tensioni più o meno elevate) sufficientemente alta da sopportare i segnali di un certo livello provenienti dai moderni dischi contenenti alte velocità di incisione, soprattutto quando la testina impiegata possiede anche un'elevata tensione di uscita.

Q 20

Questa misura è relativa al comportamento dinamico dell'ingresso «*phono*» RIAA, e determina la capacità del preamplificatore *phono* di trattare segnali transitori senza introdurre distorsioni. La misura della «Q 20» viene eseguita inviando all'ingresso un segnale ad onda quadra (privo per sua natura di armoniche pari), e misurando il contenuto di «seconda armonica» (quindi, pari) presente in uscita.

Il grafico della «Q 20» rappresenta appunto il livello della «seconda armonica» in funzione dell'ampiezza del segnale di ingresso; in un buon

amplificatore, la curva dovrebbe giacere più in basso possibile (meglio ancora, al di sotto del limite inferiore del grafico), e salire rapidamente quando viene raggiunta la «saturazione dinamica».

Poiché la presenza di «armoniche pari» causa una «dissimmetrizzazione» dell'onda quadra, è possibile, dalle foto generalmente allegate ai grafici della «Q 20», avere anche un'informazione qualitativa sul funzionamento dell'amplificatore. Il livello della 2ª armonica, rappresentato sul grafico della «Q 20», non dovrebbe essere superiore ai -60 dB fino almeno a 50 mV (equivalenti in ingresso).

Risposta in frequenza ingressi phono

Per limitare la larghezza dei solchi alle basse frequenze e minimizzare fruscii e disturbi ad alta frequenza introdotti dal disco, vengono incise, rispetto al programma originale, le basse frequenze ad un livello minore, e le alte frequenze ad un livello maggiore, secondo una proporzione precisa, stabilita dalla RIAA (*Recording Industries Association of America*), ed ormai universalmente adottate (Fig. 12).

Il circuito di equalizzazione RIAA dell'amplificatore provvede a ripristinare l'equilibrio originario tra il contenuto energetico delle diverse frequenze. L'operazione, contemporaneamente, attenua drasticamente il fruscio che viene letto dalla testina, ma accentua i problemi di rumore a bassa frequenza dei giradischi.

Più la «compensazione» è precisa (ovvero, più essa è contenuta in un limitato «scarto» in dB su tutta la gamma delle frequenze audio), più saranno rispettate le timbriche originali degli strumenti.

Ad ogni buon conto, l'equalizzazione RIAA tra 20 e 20.000 Hz. dovrebbe essere compresa, al massimo, entro ± 1 dB.

Impedenza degli ingressi phono

Ogni amplificatore è caratterizzato da un'impedenza di ingresso che è generalmente schematizzabile come una resistenza con in parallelo un condensatore.

La risposta in frequenza complessiva dell'insieme testina/amplificatore dipende fortemente dai valori di resistenza e capacità di ingresso, e varia da testina a testina.

Non è possibile, quindi, dare dei valori ideali per queste grandezze, ma è possibile dire quali sono, mediamente, le «richieste» dei fonorivelatori in commercio, tenendo presente anche la capacità «media» dei cavi per giradischi: circa 47 KOhm per la resistenza e circa 100 pF per la capacità.

Negli amplificatori più aggiornati è presente un controllo che permette di variare l'impedenza di ingresso, per adattarla di volta in volta alla testina impiegata.

Naturalmente, se la resistenza dell'ingresso *phono* dovrebbe aggirarsi attorno ai 50 KOhm richiesti dalla maggioranza delle testine in commercio, la capacità ideale non può essere stabilita che approssimativamente, viste le diverse esigenze delle varie testine e l'apporto capacitivo dei cavi di collegamento (che dipende dai giradischi impiegati).

Rispetto al valore medio, fissato in 100 pF, ad un valore superiore è preferibile un valore inferiore (che può essere sempre aumentato aggiungendo un condensatore od un cavetto di prolunga): se la somma tra la capacità di ingresso dell'ampli e quella dei cavi non approssima sufficientemente il valore ottimale richiesto dalla testina usata, si verificano alterazioni udibili della risposta in frequenza globale.

La tabella di Fig. 13 riassume caratteristiche fondamentali di un amplificatore.

| CARATTERISTICA TECNICA | INSUFFICIENTE | SUFFICIENTE | BUONO | OTTIMO |
|--|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| POTENZA DI USCITA RMS: | DESUMIBILE DAL GRAFICO DI FIG. 14. | | | |
| DISTORSIONE ARMONICA TOTALE (1 KHz): | 0,5 - 1% | 0,1 - 0,5% | 0,05 - 0,1% | 0,01% |
| DISTORSIONE DI INTERMODULAZIONE: | > 1% | 0,8% | 0,1% | 0,01% |
| RISPOSTA IN FREQUENZA: | 40-16.000 Hz ± 3 dB | 30-18.000 Hz ± 1 dB | 20-20.000 Hz $\pm 0,5$ dB | 20-20.000 Hz +0, -0,1 dB |
| FATTORE DI SMORZAMENTO (su 8 Ω): | < 20 | 20 | 25 | > 30 |
| SENSIBILITÀ INGRESSO PHONO E RAPPORTO S/N PER GUADAGNO NOMINALE. (TRA PARENTESI IL DATO S/N IN MISURA PESATA "A"): | 5mV 40dB (45 dB "A") | 3mV 50dB (55 dB "A") | 2mV 60dB (65 dB "A") | 1,5mV 65dB (70 dB "A") |
| EQUALIZZAZIONE R. I. A. A. INGRESSO PHONO: | 40-16.000 Hz ± 3 dB | 30-18.000 Hz ± 1 dB | 20-20.000 Hz $\pm 0,5$ dB | 20-20.000 Hz $\pm 0,2$ dB |

Fig. 13: Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche degli amplificatori.

L'amplificatore

La scelta di un amplificatore

All'atto del progetto di acquisto di un amplificatore, due sono i principali interrogativi ai quali occorre dare una risposta ancor prima di orientarsi verso questo o quel modello o verso una determinata marca:

— Quanta deve essere la potenza?

— È meglio acquistare un ampli «integrato» oppure un «pre» ed un «finale»?

Quanto alla potenza, va osservato che, negli ultimi anni, le potenze degli amplificatori sono andate via via crescendo, raggiungendo, in alcuni modelli, la straordinaria cifra di 500 W. Tuttavia, queste potenze hanno senso pratico, nell'utilizzazione domestica?

Intanto, c'è da dire che i diffusori «a sospensione pneumatica», al contrario di quelli «bass-reflex», necessitano di un segnale notevolmente più «robusto».

È questo, infatti, il prezzo che si è dovuto pagare per ottenere delle casse che, a parità di potenza, fossero più piccole (e quindi più facilmente inseribili in un normale ambiente domestico).

Da questo discorso si evince che la scelta della potenza di un amplificatore è legata, oltretutto al volume dell'ambiente da sonorizzare, anche all'efficienza dei diffusori.

Pertanto, sarà buona norma, al momento della scelta, tenere in debita considerazione tutti questi parametri, in modo tale da effettuare un abbinamento (ambiente/diffusori/amplificatore) il più possibile corretto e bilanciato.

Infatti, il dato «potenza» di un amplificatore non ha, di per sé, alcuna importanza per l'audiofilo, se non considerato in stretta correlazione con i diffusori ai quali l'apparecchio sarà collegato, alla volumetria ed alle caratteristiche acustiche dell'ambiente da sonorizzare ed anche con il livello di effettiva pressione sonora che l'ascoltatore desidera raggiungere.

Per questi motivi, il valore della «potenza di uscita» (considerata in W RMS) non deve essere un punto di partenza o un presupposto di base per la corretta formazione di un impianto hi-fi.

Nel grafico di Fig. 14 sono riportati i valori di potenza RMS (per canale) necessari con il collegamento a diffusori di diverse efficienze (indicate in dB a 1 m, con 1 W di rumore rosa), per ottenere, in ambienti di cubatura indicata (m^3), il livello d'ascolto reale di un'orchestra o di un gruppo jazz. Si tenga però presente che la potenza necessaria può variare in maniera sensibile anche a seconda delle caratteristiche acustiche degli ambienti e della distanza di ascolto, oltretutto delle particolari esigenze di ognuno in fatto di «volume». All'atto della scelta, non ci si deve poi orientare verso il numero minimo indispensabile di Watt necessari, ma eccedere leggermente, in modo da avere una certa «riserva di potenza», che, oltre a non guastare mai, consente anche di far lavorare l'amplificatore non al massimo delle sue possibilità, ma a livelli più bassi, dove la distorsione sarà sicuramente minore e dove l'apparecchio compirà il suo dovere con una certa disinvoltura.

Ricordo inoltre l'importanza del valore di potenza fornita su 4 Ohm: molti diffusori, infatti, esibiscono dei «minimi» nella curva di impedenza che scendono, a volte, anche sotto i 4 Ohm, e lo

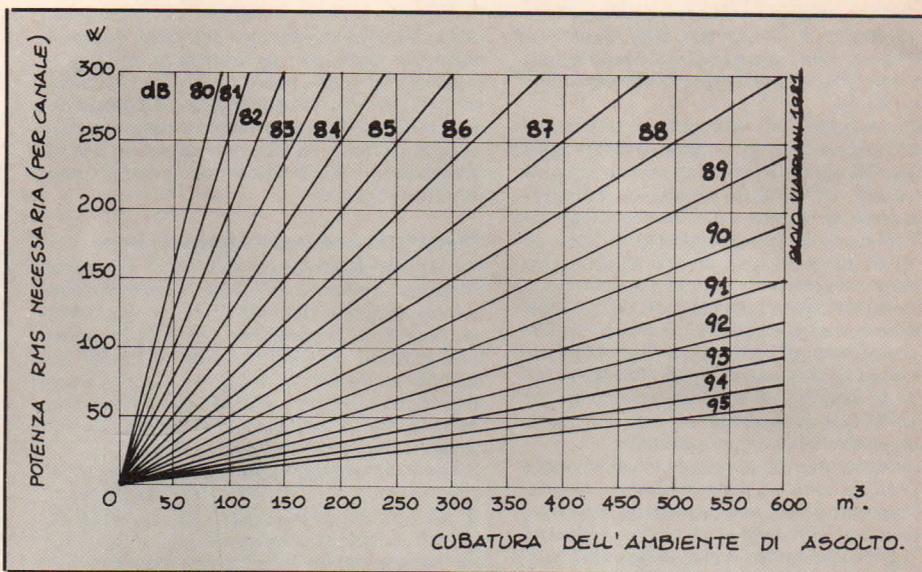


Fig. 14: Valori di potenza RMS per canale minimi necessari per un amplificatore, in funzione del volume del locale di ascolto e dell'efficienza (indicata) in dB e 1 m sull'asse con 1 W di «rumore rosa» dei diffusori impiegati.

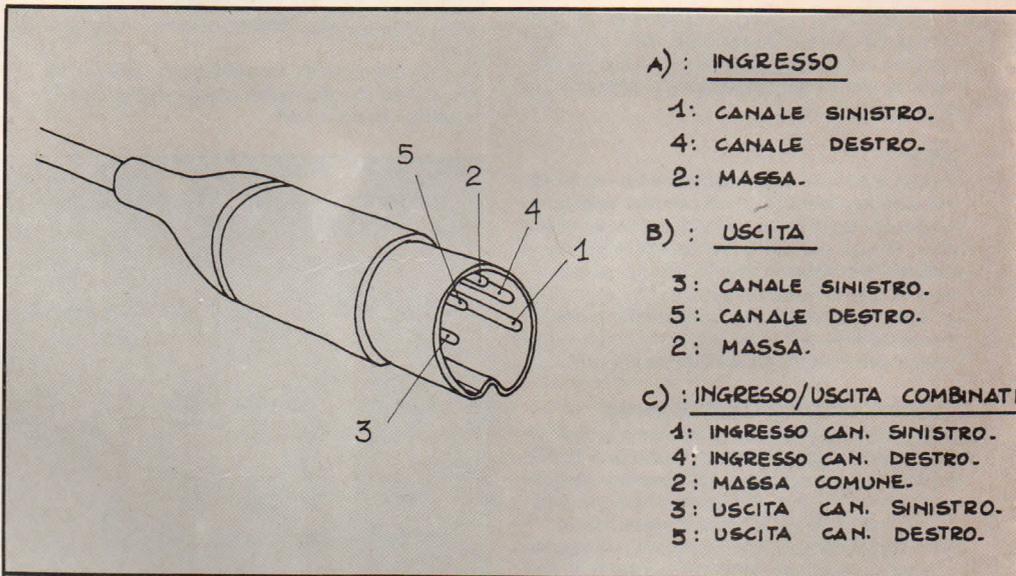


Fig. 15: Collegamenti ai piedini di uno spinotto a norme «DIN» nel caso di ingresso (A), uscita (B), ingresso/uscita combinati (C).

fanno normalmente in corrispondenza di frequenze ove il contenuto energetico del programma musicale è molto elevato. Meglio, quindi, un ampli che fornisce 80 W su 8 Ohm e 100 W su 4 Ohm, piuttosto che viceversa. Quanto al problema dell'acquisto di un ampli «integrato» o di un sistema «a due telai», c'è da dire che l'esigenza dell'ampli «finale» separato dal «preamplificatore» nasce dal fatto che, quando si vuole raggiungere una potenza notevole, non è possibile realizzare in un unico telaio i due apparecchi. In questi casi, vi è l'esigenza di «separarli», costruendoli in due telai, ove ad ognuno si darà lo spazio necessario e per ognuno si realizzeranno quegli accorgi-

menti che sono più opportuni, senza per questo dover scendere ad eventuali pericolosi compromessi.

Il più grande vantaggio dei «due telai» è che è possibile cambiare il «pre» ed il «finale» per eventuali nuove esigenze, ma non necessariamente entrambi.

Quanto agli altri criteri di scelta di un amplificatore, la cosa più importante è quella di vagliare molto bene le caratteristiche dei vari apparecchi, sulla base di quanto espresso in precedenza.

Ed ora, due parole sui «gadget», cioè circa quei piccoli dispositivi od accessori ritenuti non indispensabili nell'effettivo uso, ma dei quali, negli

ultimi tempi, gli apparecchi *hi-fi* si vanno sempre più arricchendo.

Un tipico esempio di *gadget* sono gli strumenti VU-Meter (indicatori della potenza di uscita negli amplificatori), che sono stati dapprima inseriti nell'estetica per conferire un aspetto più «professionale» e ricco che non per un effettivo valore tecnico. Basta infatti considerare come ancora amplificatori di elevata classe non abbiano il dispositivo di indicazione della potenza erogata.

Ma con l'espansione del mercato, con l'elevazione del livello di cultura tecnica dell'appassionato *hi-fi* e con la ricerca di nuovi sistemi di indicazione si è sempre più diffusa l'adozione di tali strumenti, che ora vengono più usati come tali e non come semplici *gadget*.

Una conferma di questa situazione si può avere osservando l'evoluzione dei sistemi di indicazione: dal semplice strumentino ad ago che indicava sì e no un valore medio, si è passati ai grandi strumenti più precisi e con la possibilità di scegliere tra indicazioni del valore di picco o del valore medio. Poi, con l'avvento dei LED, si è ottenuto il miglior compromesso tra effetto estetico e precisione di misura, grazie al fatto che questo sistema ha un'inerzia bassissima, unita ad un costo molto contenuto.

Ultimamente sono nati gli «indicatori fluorescenti», ancora più belli e precisi, ma che richiedono un'elettronica di controllo molto più complessa e sofisticata.

Tra i *gadgets* veramente tali si possono includere i LED che indicano la posizione di lavoro del selettore degli ingressi od il modo di funzionamento dell'apparecchio.

Naturalmente, queste «spie» sono indispensabili quando l'apparecchio sia dotato di selettori «servoassistiti» con *microswitch* e relè, e, quindi, l'unica indicazione della funzione svolta viene fornita dai relativi LED.

Negli odierni amplificatori, il confine tra dispositivi utili ed inutili è, spesso e volentieri, piuttosto discutibile ed estremamente soggettivo.

Tuttavia, nella maggior parte dei casi, uno dei parametri più «seguiti» nella scelta di un amplificatore è la quantità dei comandi e la possibilità di collegamento con tutti gli altri componenti Hi-Fi di cui si dispone. Tra le *facilities* effettivamente utili di un amplificatore, va ricordata la possibilità di collegare due giradischi e quella della selezione di due coppie di casse; ancora, si rivela molto utile la predisposizione per il collegamento di più registratori (soprattutto per il veloce «riversamento» dei nastri).

Un tipico «*gadget*» è invece l'ingresso microfonico (con o senza volume regolabile), che si presta ad un uso piuttosto limitato. Utilissimi, per contro, sono gli eventuali selettori di impedenza e di capacità dell'ingresso *phono*, che consentono l'ottimizzazione della «risposta in frequenza di interfaccia» testina/ampl.

In fase di acquisto, oltre alle caratteristiche tecniche vere e proprie dell'amplificatore, occorre dare un certo peso agli argomenti sin qui esposti, per poter compiere felicemente la scelta di un apparecchio che, oltre a soddisfare le esigenze di ascolto, possa venire incontro alle singole necessità pratiche.

Note di installazione ed uso dell'amplificatore

Una volta acquistato l'apparecchio, occorre procedere alla sua installazione con estrema calma, dopo aver letto attentamente il libretto delle istruzioni.

Anzitutto, occorre scegliere per l'amplificatore un posto sufficientemente comodo per l'uso corrente (e per i collegamenti iniziali), al di fuori

della portata dei bambini, lontano da fonti di calore e, possibilmente, non umido.

Occorre ricordare che, se l'apparecchio dovrà essere inserito in un mobile chiuso (od in una scaffalatura), sarà necessario provvedere ad un'adeguata ventilazione naturale od artificiale (necessaria per il raffreddamento dell'apparecchio durante il normale funzionamento).

Una buona precauzione iniziale è anche quella di non gettare l'imballo dell'apparecchio, che potrebbe venire utile in futuro per eventuali spedizioni e traslochi.

La sequenza da rispettare nell'eseguire i collegamenti è la seguente:

1) Ingressi: - giradischi; - registratore; - tuner;

- FD od altre sorgenti ausiliarie (TV, ecc.).

2) Uscite: - uscita registratore; - uscite altoparlanti.

3) Collegamento «a terra».

4) Collegamento alla rete di alimentazione domestica.

La quasi totalità degli apparecchi in commercio è dotata di prese tipo «pin» RCA, per cui sarà opportuno dotarsi di un certo numero dei necessari cavetti.

Se però si tratta di un amplificatore europeo (con ingressi a norme DIN), occorrerà predisporre (si trovano in commercio già belli e pronti) dei cavetti con spine «DIN» da una parte e «pin» dall'altra (oppure con spine «DIN» a en-

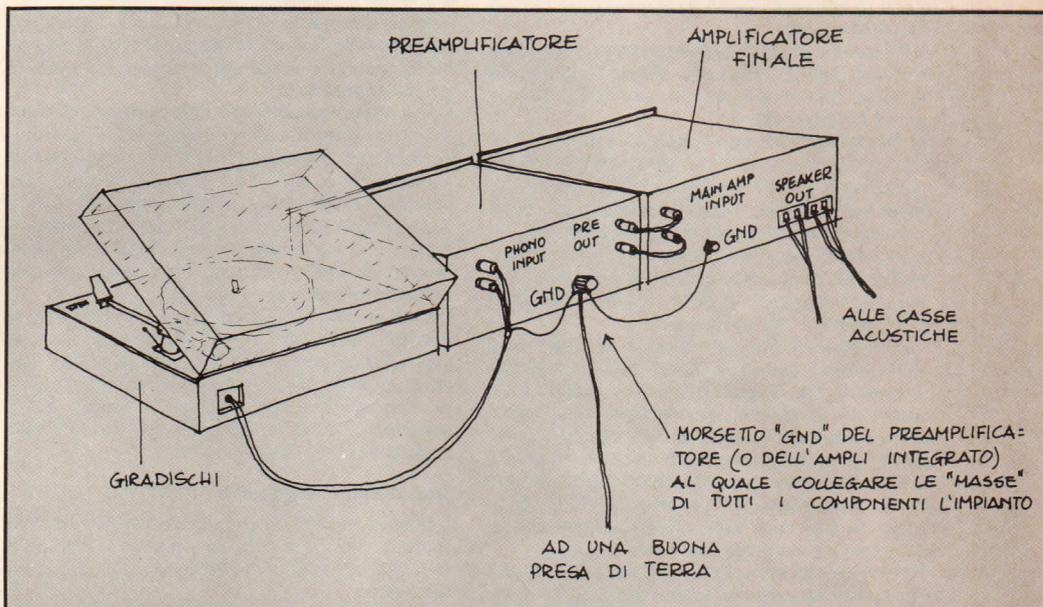


Fig. 16: La «massa» del giradischi (e quella di tutti gli eventuali componenti l'impianto) va connessa al morsetto «GND» del preamplificatore (o dell'amplificatore integrato). Quest'ultimo andrebbe quindi collegato ad una buona presa di terra.

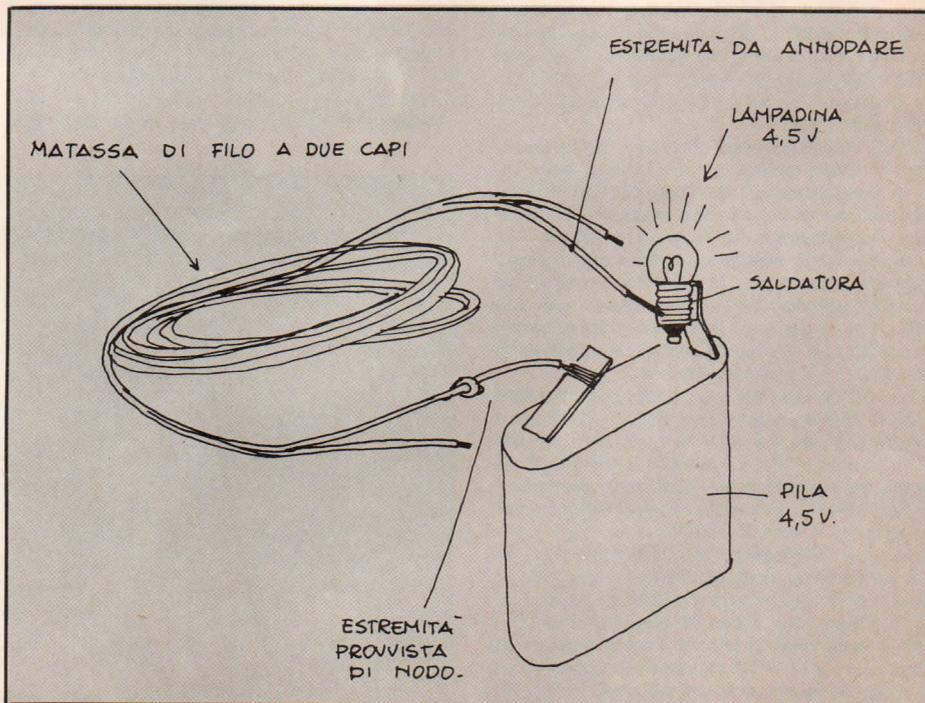


Fig. 17: Un metodo semplice e rapido per «distinguere» i due capi di una piattina «non polarizzata».

L'amplificatore

trambe le estremità, a seconda delle necessità). Qualora i cavetti venissero realizzati «in proprio», è necessaria una notevole attenzione nei collegamenti e nelle saldature: sovente, i cavetti «arrangiati» procurano ronzii e disturbi di bassa frequenza che in qualche caso possono arrivare a danneggiare gli altoparlanti dei diffusori.

Si ricordi che, di norma, i «pin» di colore rosso sono relativi al canale «destro» (*Right*), e che quelli di colore bianco (oppure nero) al canale «sinistro» (*Left*).

Sull'amplificatore, la distinzione tra i due canali è affidata alle scritte «Left»-«Right» oppure alle iniziali L ed R che indicano, rispettivamente, i canali sinistro e destro.

Per il collegamento delle spine «a norma DIN» non esiste, tra le spine, distinzione tra canale «sinistro» e canale «destro». Infatti, avendo ogni spina 5 piedini, il collegamento di entrambi i canali avviene tramite un unico elemento. In molti amplificatori, una stessa spina «DIN», può inoltre servire per il collegamento contemporaneo degli «ingressi» e delle «uscite» relativi ad una piastra di registrazione.

I collegamenti dei vari piedini di una spina «DIN» sono illustrati nella Fig. 15 nel caso di «ingresso» (A), di «uscita» (B), e di ingresso/uscita combinati. In nessun caso bisogna trascurare il collegamento di «massa» dei giradischi (se presente) all'apposito morsetto «GND» dell'amplificatore, e, possibilmente anche il collegamento tra quest'ultimo ed una buona presa di terra. Fig. 16.

Eseguite con cura tutte queste operazioni, si può passare al collegamento dei diffusori.

Per effettuarlo, sarà utile procurarsi una «piattina», possibilmente con i due conduttori di diverso colore (ne esistono in commercio appositi tipi, di color rosso/nero).

In ogni caso, il collegamento è effettuabile anche a mezzo di normale «piattina» o filo bipolare (del tipo per gli impianti luce).

In questi casi, per «distinguere» facilmente i due capi del filo, ci si munirà di una pila da 4,5 V e di una lampadina di idonea tensione: si collegherà l'estremità di uno dei due conduttori, dopo averla contrassegnata con un nodo, ad un polo della batteria.

Quindi, si collegherà l'altro polo della pila al «corpo» della lampadina, e si proverà a far toccare, uno alla volta, i due conduttori dell'altra estremità del filo al contatto centrale della lampadina medesima: quello che provocherà l'accensione della stessa sarà parimenti contrassegnato con un nodo (Fig. 17). Con il metodo descritto si ottiene una «piattina» della quale, alle estremità, si potranno facilmente riconoscere in conduttori, e che potrà servire egregiamente per il collegamento dei diffusori.

Il filo da impiegarsi, comunque, non dovrebbe essere MAI di sezione minore di 1 mm² (se di lunghezza sino a 5 m), o di 1,5-2 mm² (per lunghezze sino a 10 m); inoltre, si consiglia di acquistarne qualche metro in più dello strettamente necessario, per evitare di dover eseguire delle «giunte» in fase di installazione.

Detto ciò, il collegamento dei diffusori è piuttosto semplice: la quasi totalità degli amplificatori in commercio presenta morsetti di uscita riconoscibili tra loro, o perché diversamente colorati (rosso/nero), o perché contrassegnati dai segni «+» e «-». La stessa simbologia è ripetuta anche sui morsetti dei diffusori, per cui basterà, per mezzo del cavo di collegamento del quale si sapranno distinguere i due conduttori,

fare in modo che i simboli analoghi (rosso o «+», nero o «-»), per entrambi i canali, risultino collegati tra loro.

Ciò permetterà di avere una corretta «messa in fase» tra i due diffusori.

Quindi, si passa al collegamento alla «rete» di alimentazione. Prima di ogni altra cosa, ci si accerterà che il cambio-tensioni dell'amplificatore sia posizionato correttamente su un valore corrispondente alla tensione «di rete» dell'impianto luce domestico (se così non fosse, consultare attentamente il manuale di istruzioni dell'apparecchio, anche per sapere se è necessario sostituire il fusibile esistente con uno di valore appropriato).

Dopo un rapido controllo dell'esattezza di tutte le operazioni precedentemente svolte, ci si accerterà che la manopola del volume dell'amplificatore sia al minimo, che il «muting» sia escluso, che i controlli di tono siano in posizione «flat» o «defeat», che il «bilanciamento» sia in posizione centrale, che il selettore degli ingressi sia commutato su una delle sorgenti collegate e che l'interruttore di rete sia su «off».

Quindi si inserirà la spina di alimentazione e si porterà l'interruttore di accensione su «power on». La lampada spia di accensione si illuminerà, e, se l'apparecchio è provvisto di «inserzione ritardata» degli altoparlanti, trascorsi pochi secondi si udrà un «click», che segnala che l'amplificatore è pronto per funzionare.

Uso dell'amplificatore.

L'utilizzazione di un amplificatore è in definitiva molto semplice, e dopo brevissimo tempo tutte le varie operazioni diverranno assolutamente familiari.

Il comando che sicuramente è il più utilizzato tra i vari presenti sul pannello dell'apparecchio è quello relativo al «volume». Con esso è possibile «dosare» la quantità di segnale che si invia ai diffusori.

In genere, non occorre abbassare al minimo il comando del volume ogni qualvolta si spegne l'apparecchio (se questo è dotato di protezioni e di «inserzione ritardata» degli altoparlanti).

Il comando del «muting», poi, può essere convenientemente utilizzato per abbassare mo-

mentaneamente il livello di ascolto ogniqualvolta se ne presenti la necessità; quest'ultimo accorgimento è utile per limitarne l'usura del potenziometro relativo al comando di «volume» (che di per sé non ha certo vita facile, a causa delle continue sollecitazioni cui è sottoposto).

Raccomando, inoltre, di usare con moderazione i controlli di «tono»: essi, di solito, agiscono intervenendo su buona parte dello spettro audio, quindi «alterano» il programma musicale apportando (in esaltazione od in attenuazione) una correzione anche a frequenze che magari non ne avrebbero bisogno.

Occorre inoltre non eccedere nell'esaltazione delle frequenze acute, in particolare ad elevati livelli di ascolto: ciò potrebbe comportare l'invio di una potenza eccessiva ai *tweeter* (che normalmente non sono dimensionati per poter sopportare molta potenza), e, di conseguenza, il rischio di metterli «fuori uso». Anche i filtri passa-basso («*scratch*» o «*high filter*») e passa-alto («*rumble*» o «*low filter*»), oppure «*subsonic*») devono essere utilizzati soltanto quando è strettamente indispensabile, poiché il loro intervento può sovente provocare anche l'attenuazione di parte del programma musicale.

Una particolare attenzione deve quindi essere posta allorché si utilizzino due sistemi di altoparlanti contemporaneamente. Non va dimenticato, infatti, che l'amplificatore accetta normalmente, in uscita, un'impedenza compresa tra 4 e 16 Ohm (salvo diversa specifica del costruttore), e che non si deve MAI scendere al di sotto del minimo valore consentito, per non «sovraccaricare» lo stadio finale dell'amplificatore e correre il rischio di danneggiarlo irrimediabilmente.

Quando infatti un amplificatore deve pilotare due coppie di diffusori contemporaneamente, esso «vede» ai propri morsetti di uscita di ciascun canale un'impedenza data dalla formula:

$$Z_{tot} = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

ove:

Z_{tot} = impedenza risultante.

Z_1 = impedenza di una cassa.

| DIFFUSORE "A" | DIFFUSORE "B" | IMPEDENZA RISULTANTE |
|------------------|------------------|-------------------------|
| 4 Ω | 8 Ω | 2,66 Ω |
| 4 Ω | 16 Ω | 3,2 Ω |
| 8 Ω | 16 Ω | 5,33 Ω |

Fig. 18: Impedenza risultante dal collegamento in parallelo di due diffusori di diversa impedenza.

Z_2 = impedenza dell'altra cassa collegata in parallelo alla prima.

Così, qualora funzionassero contemporaneamente due sistemi da 16 Ohm, l'impedenza «risultante» sarebbe di 8 Ohm (pienamente accettabile); se funzionassero contemporaneamente due sistemi da 8 Ohm, l'impedenza «risultante» sarebbe di 4 Ohm (in genere, il valore minimo consentito); se i due diffusori contemporaneamente in funzione (per ciascun canale) fossero da 4 Ohm, l'impedenza «vista» dall'amplificatore sarebbe di 2 Ohm (troppo bassa per un corretto funzionamento). Con diffusori di impedenza diversa, la situazione è quella riportata nella tabella di Fig. 18.

Se, durante il normale uso, dovessero intervenire le «protezioni», si consiglia di spegnere l'amplificatore, farlo raffreddare un po' e quindi di provare a riaccenderlo: se, trascorsi pochi secondi, la spia della «protezione» non si spegne (ovvero se la «protezione» stessa interviene di nuovo), occorre rivolgersi senza indugio al servizio assistenza o ad un buon laboratorio specializzato.

Si ricordi infine che quando, per diverse necessità, si devono collegare o scollegare cavetti di segnale sull'amplificatore (o i cavetti che vanno ai diffusori) è sempre buona norma portare il controllo del volume al minimo, spegnere l'amplificatore e staccare la spina dell'apparecchio dalla presa di corrente.

Rimedi a semplici inconvenienti.

Molti inconvenienti che si manifestano durante il normale uso di un amplificatore possono venir rimediati seduta stante, senza dover affidare l'apparecchio ad un tecnico specializzato. Esaminiamo, pertanto, ciò che è necessario fare in diverse, frequenti circostanze.

1) *La lampada spia dell'ampli rimane spenta e l'apparecchio non funziona (diffusori «muti»).*

In questo caso, occorre verificare il cordone di alimentazione (notando eventuali tagli o segni di usura), i contatti della spina di rete ed il fusibile di alimentazione (quest'ultima verifica deve essere effettuata *dopo* aver staccato la spina dalla presa di corrente; attenzione, inoltre, a non confondere il fusibile di alimentazione con quelli, eventuali, sul circuito altoparlanti). Di solito, il fusibile di alimentazione è posto nelle immediate vicinanze dell'uscita del cordone di alimentazione o del cambio-tensioni (talvolta si trova incorporata in quest'ultimo dispositivo). Occorre estrarre il fusibile dalla sua sede e vedere in trasparenza se il «filetto» interno è ancora integro.

In caso di rottura, il fusibile deve essere rimpiazzato con altro di identico tipo e portata (è conveniente acquistarne un certo numero, per averne qualcuno «di scorta»). Dopo aver sostituito il fusibile, si attacchi nuovamente la spina di rete e si accenda l'ampli; probabilmente, tutto andrà a posto. Se, però, l'inconveniente dovesse nuovamente manifestarsi quasi subito, si stacchi nuovamente la spina e si controlli il fusibile: se questo è di nuovo «interrotto», la causa del guasto è sicuramente un «corto-circuito» nello stadio di alimentazione (in questo caso occorre rivolgersi ad un laboratorio di assistenza).

2) *La lampada spia dell'ampli è accesa, ma i diffusori restano «muti».*

Controllare anzitutto che il commutatore per la selezione dei diffusori sia posizionato sulla coppia collegata (e non su «off» o sull'altro sistema), che non sia inserito il «tape-monitor», che

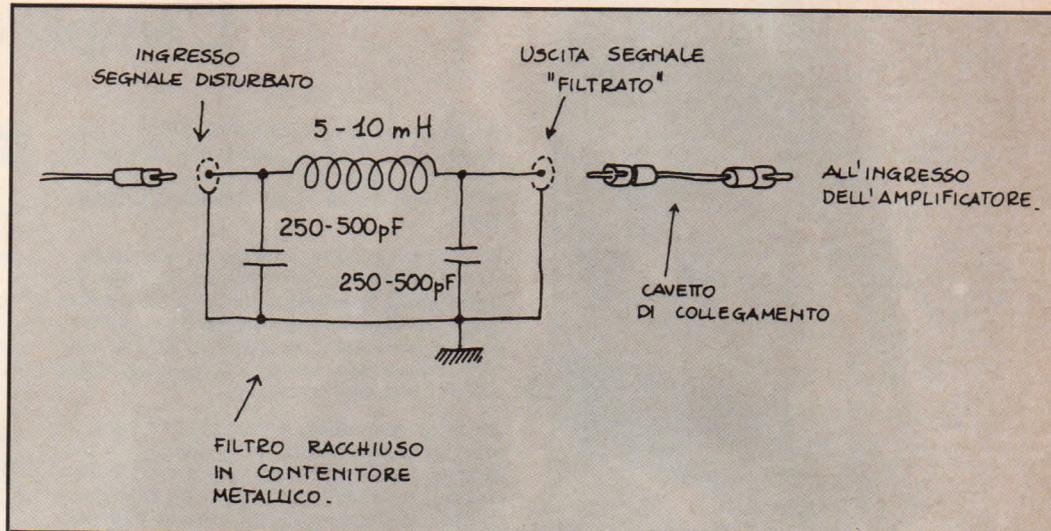


Fig. 19: Filtro «passa-basso» per l'eliminazione dei disturbi a radiofrequenza.

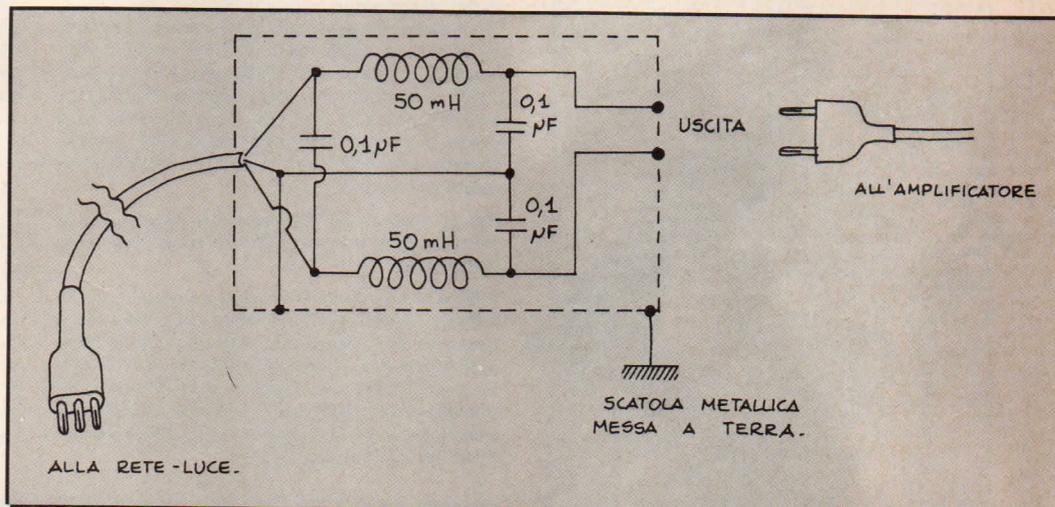


Fig. 20: Un «filtro di rete» è molto utile per ridurre od eliminare i disturbi di carattere impulsivo che giungono all'apparecchio attraverso la linea di alimentazione.

sia disinserito il «muting» e che il selettore degli ingressi sia commutato sulla sorgente sonora in funzione.

Verificare quindi che non siano interrotti i ponticelli di collegamento tra le uscite del «pre» (pre-out) e gli ingressi del «finale» (main amp input), od i fusibili relativi alle due uscite per gli altoparlanti (in quest'ultimo caso, procedere alla loro sostituzione).

Soltanto dopo che tutte le verifiche menzionate siano state eseguite, ci si può mettere l'anima in pace e rivolgersi ad un laboratorio specializzato.

3) *La spia di accensione è illuminata; la musica è riprodotta male.*

Si verifichi la correttezza dei collegamenti di ingresso (talvolta si può aver collegato per errore il tuner sull'ingresso phono, od una testina piezoelettrica sull'ingresso phono magnetico), prima di ricorrere ad un buon tecnico.

4) *La spia è accesa, ma dagli altoparlanti esce solo ronzio.*

Di solito, questo inconveniente è da imputarsi ad un collegamento difettoso ad uno (o più) spinotti «pin» (o «DIN») relativi agli ingressi del-

l'ampli, od a falsi contatti nel giradischi (tra testina e conchiglia, tra conchiglia e braccio, tra braccio e cavo di collegamento all'amplificatore). Prima di abbandonarsi a sconforto, quindi, si verifichi meticolosamente l'integrità dei contatti, la bontà delle saldature ed il corretto isolamento di ciascuna connessione dei vari spinotti. Comunque, a meno di non avere sufficienti cognizioni tecniche, si cerchi di non rimuovere il coperchio dell'apparecchio e di non manomettere *PER NESSUN MOTIVO* i circuiti interni: spesso ciò può causare danni ancora maggiori di quelli ai quali si intendeva invece porre rimedio.

Eliminazione dei disturbi.

Talvolta, può capitare che, durante l'ascolto di sorgenti a basso livello di uscita (quali soprattutto il giradischi: l'ingresso phono dell'amplificatore è infatti quello che presenta la massima sensibilità), si avverta un qualche disturbo sotto forma di trasmissione radio o di rumore impulsivo.

Nel primo caso, si tratta senz'altro di qualche stazione radio «privata» o di qualche emissione «CB», effettuate senza gli accorgimenti di legge

L'amplificatore

(e cioè senza precauzione alcuna nell'eliminazione delle emissioni spurie, che necessariamente provocano disturbi alla normale ricezione radio-televisiva ed agli impianti di amplificazione).

In queste circostanze, occorre individuare il «disturbatore» e costringerlo ad adottare i più opportuni provvedimenti (la legge non transige), o, nel caso in cui sia impossibile risalire alla fonte dei disturbi, applicare un filtro da inserire sull'ingresso dell'amplificatore nel quale entra il «disturbo» medesimo.

Un filtro appropriato è realizzabile come da schema elettrico di Fig. 19; si ricordi, però, che, quando applicato all'ingresso *phono*, questo «filtro» inficia totalmente, per le alte capacità in gioco, l'interfaccia testina/ampli e la relativa risposta in frequenza.

I disturbi di tipo impulsivo si odono invece all'atto dell'accensione o spegnimento di una lampada, o magari quando qualcuno suona il campanello di casa od entra in funzione un elettrodomestico. In questi casi, il «disturbo» entra attraverso la linea di rete, che è opportuno «filtrare» inserendo, tra la spina dell'amplificatore e la presa di corrente, un opportuno filtro «antidisturbo» ad *induttanza e capacità*, facilmente reperibile in commercio.

Per gli amanti del *do-it-yourself* riporto in Fig. 20 lo schema elettrico di un efficace filtro «antidisturbo» di rete.

Il filtro in questione è efficace soltanto se si effettua il collegamento «di terra», e deve essere costruito con componenti di buona qualità, possibilmente anche «sovradimensionati» (mi riferisco soprattutto alle tensioni di lavoro dei condensatori da impiegare, che devono essere, se possibile, una volta e mezzo/due volte superiori all'effettiva tensione di rete).

La «multiplificazione», ovvero l'impiego del «crossover elettronico».

L'adozione del *crossover elettronico* (particolarmente in impianti di elevato livello) consente un notevole incremento nelle prestazioni complessive del sistema.

Il *crossover elettronico* è però sinonimo di «multiplificazione», cioè richiede l'impiego di tanti amplificatori finali quante sono le vie «elettroniche» del sistema.

In linea di massima, un impianto a «*crossover elettronico*» è realizzato secondo la configurazione illustrata in Fig. 21 (che si riferisce ad un impianto «a tre vie»); ricordo che nel sistema può anche essere convenientemente impiegato un amplificatore «integrato», purché dotato di «separazione» tra stadi di preamplificazione e stadi finali.

I più grandi vantaggi del sistema «a *crossover elettronico*» derivano dal fatto che ciascun altoparlante viene direttamente «pilotato» dal rispettivo amplificatore finale, il quale ultimo si trova a dover «trattare» soltanto una ristretta porzione della banda audio. Gli incroci di frequenza sono infatti eseguiti dal *crossover elettronico*, «a monte» dei vari amplificatori di potenza (con conseguente eliminazione — o comunque riduzione) di molti dei problemi che accompagnano l'impiego di un tradizionale *crossover* «passivo».

L'argomento «*crossover elettronico*» è molto stimolante, e non può essere trattato compiutamente in poche righe; rimando perciò il lettore interessato ai miei articoli in merito, pubblicati su «SUONO» (P. Viappiani, *Il crossover elettronico: una rivoluzione nelle prestazioni dei diffusori*, SUONO n. 24 / Settembre 1973, pagg. 75-81, e: P. Viappiani, *Il crossover elettronico: teoria e applicazione*, SUONO n. 75/Ottobre 1978, pagg. 200-218).

Paolo Viappiani

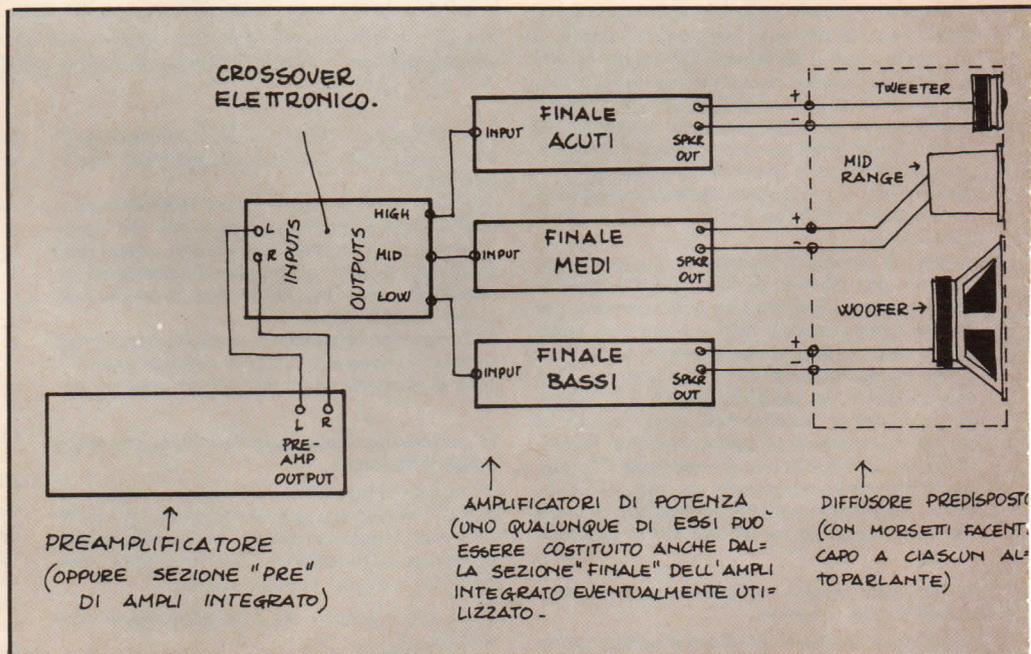


Fig. 21: Tipico impianto «a *crossover elettronico*» a tre vie. Per semplicità sono stati raffigurati i collegamenti relativi ad uno solo dei due canali stereo.

IN EDICOLA

105

SUONO

LA PIU' AUTOREVOLE RIVISTA AUDIO

90

stereoplay

IL PIU' DIFFUSO MENSILE DI HI-FI, DISCHI E MUSICA

13

Computer

MICRO & PERSONAL

SISTEMI, APPLICAZIONI, PROGRAMMI

GRUPPO EDITORIALE SUONO