

stereo

1001



SUPPLEMENTO A STEREOPLAY N. 63

**IL NON PLUS ULTRA
DELLA PRODUZIONE
HI-FI MONDIALE**

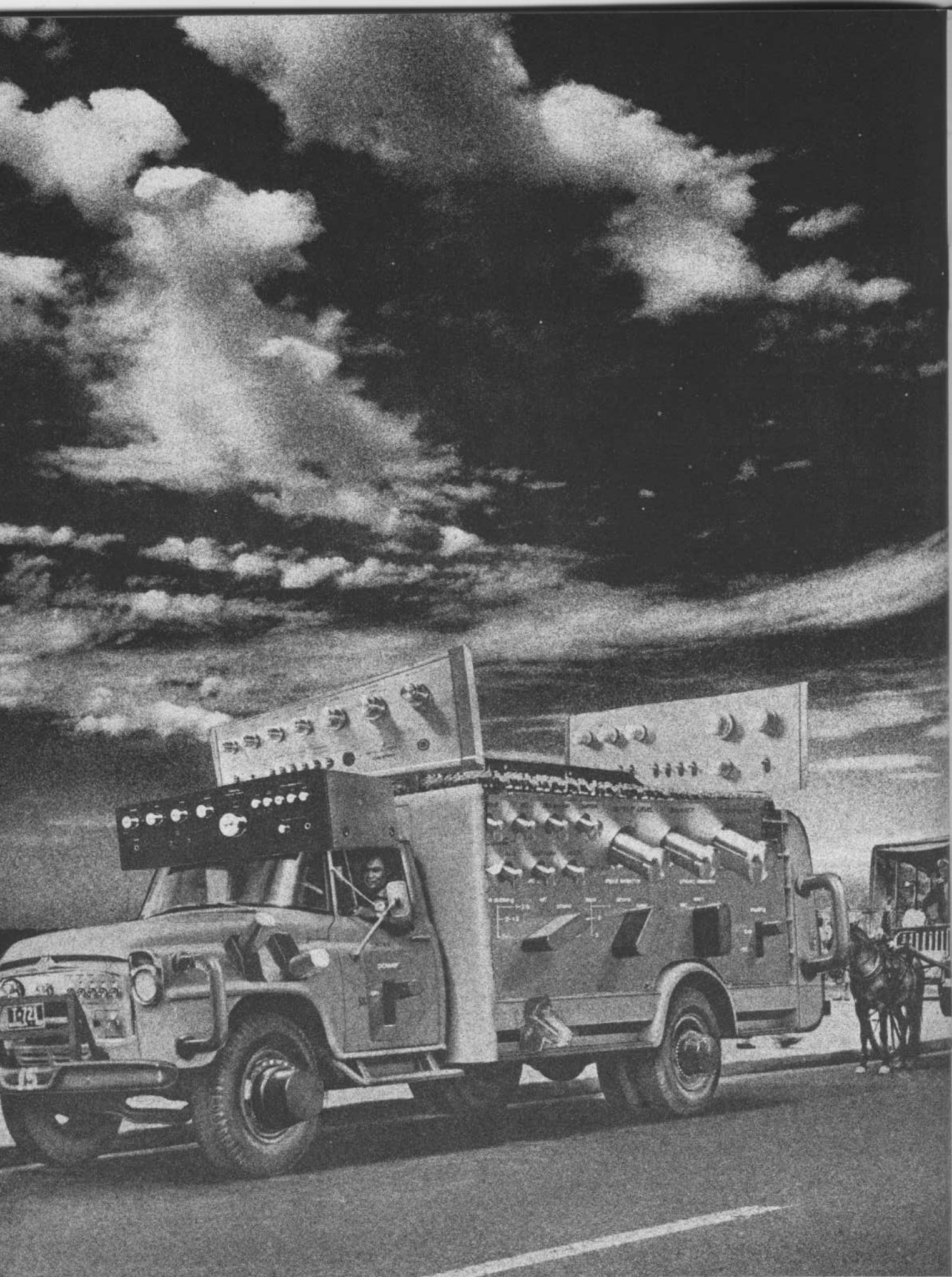


Illustrazione di Andrea Pistacchi

Multiamplificazione

di Fabrizio Calabrese

Multiamplificazione, ovvero l'ultimo gradino verso la perfezione in HiFi; costoso, e da salire conoscendone bene tutti gli aspetti, per poterne sfruttare ed apprezzarne sino in fondo i vantaggi. Per iniziare una constatazione: è abbastanza inconsueto poter ascoltare impianti multiamplificati, ancor più effettuare un raffronto diretto tra le prestazioni di uno stesso diffusore nella configurazione tradizionale, cioè con un filtro di crossover passivo, ed in multiamplificazione. Non è solo il costo a render ragione della scarsa diffusione di questa tecnica, trascurata troppo spesso dai rivenditori e dalla stampa specializzata, dai primi perché ritenuta di scarso interesse tra il pubblico, e forse più per un certo scetticismo sui risultati, senza contare una certa complessità realizzativa, dai secondi per un'obiettiva difficoltà di trattazione dell'argomento. Questo infatti si presta poco alle generalizzazioni, imponendo una attenta considerazione degli altri elementi dell'impianto.

Un sistema multiamplificato offre un numero maggiore di gradi di libertà a chi lo realizza, che se da una parte sono responsabili degli splendidi risultati che se ne possono ottenere, con una sapiente ottimizzazione, dall'altra possono disorientare i non particolarmente esperti.

A questi va però detto che c'è modo di godere di tutti i vantaggi della multiamplificazione anche senza doversi personalmente addentrare nelle questioni tecniche e realizzative che essa comporta, semplicemente basta rivolgere la propria attenzione alle casse amplificate, veri e propri sistemi multiamplificati, la cui ottimizzazione è stata curata una volta per tutte dal progettista, e tutte le note che seguiranno vanno estese a questa categoria di diffusori, interamente.

Si è detto che occorre conoscere bene gli altri elementi dell'impianto, ed è bene precisare subito che si tratterà in pratica degli ultimi tre anelli della catena, cioè all'atto pratico dalla uscita del preamplificatore.

A questo, negli impianti convenzionali, suole seguire uno stadio finale di potenza, un filtro di crossover passivo, incaricato di ripartire la gamma di frequenze ridotta ai più altoparlanti alloggiati nel diffusore. Questa configurazione, come una catena,

Sono molti i ricercatori tuttora a caccia di un trasduttore elettroacustico capace di riprodurre in maniera consona ai dettami dell'alta fedeltà l'intera gamma di frequenze udibili dall'uomo.

Di quando in quando, uno di essi annuncia di essere riuscito nell'impresa, di aver realizzato l'altoparlante ideale, ma — per quanto ci sia molto di buono in numerose di queste originali soluzioni — i sistemi multivie hanno costituito finora il mezzo più pratico ed efficace per ottenere le migliori prestazioni, ed è probabile che continueranno ad esserlo nel prossimo futuro.

Data quindi per scontata la necessità di diffusori a più altoparlanti, resta il problema della scelta del sistema di amplificazione.

Molte autorevoli opinioni sono oggi favorevoli alla multiamplificazione quale metodo più adatto al pilotaggio dei diffusori multivie. L'autore di questo articolo è dello stesso parere, e ce ne spiega le ragioni, ponendo particolarmente l'accento sulla questione dei crossovers.

ha i suoi punti di maggiore debolezza, e in special modo un anello più delicato: il crossover. In esso infatti si annida tutta una serie di problemi che sono in ultima analisi quelli che maggiormente la multiamplificazione si incarica di eliminare, e che rendono ragione dei notevoli miglioramenti che tale tecnica apporta alla qualità di riproduzione dell'intero complesso.

L'inversione dei rapporti che si viene a creare ponendo il sistema di ripartizione della gamma di frequenze riprodotte a monte dell'amplificazione di potenza non ha consanguineità semplici ed intuibili alla prima osservazione.

Ad esse è dedicato questo articolo, per spezzare una lancia a favore di questa tecnica, nata per i grandi impianti di sonorizzazione e di monitor, e che ogni vero appassionato dovrebbe conoscere.

IL CROSSOVER PASSIVO

Un filtro di crossover passivo è fondamentalmente composto di tre tipi di elementi: induttanze, condensatori e resistenze; in esso sono quindi assenti i tradizionali dispositivi attivi, quali transistor, fet o valvole, ed ogni manipolazione del segnale in arrivo è destinata a diminuirne l'ampiezza, con tutte le intuibili conseguenze.

Il numero di configurazioni possibili, e quindi la flessibilità del circuito, non è a priori limitato, lo diventa quando si tenga presente che una riduzione di 3 dB apportata al segnale comporta la necessità di raddoppiare la potenza erogata dall'amplificatore per mantenere inalterato il livello d'ascolto.

Ciò impone di ridurre quanto più possibile ogni tipo di perdita, finalità cui in pratica viene subordinata ogni altra caratteristica, prima tra tutte la versatilità, cioè la capacità di ottimizzare i parametri dei componenti posti ai suoi capi.

Questo avviene a seguito della drastica eliminazione degli elementi più squisitamente devoluti alla dissipazione termica: le resistenze, che i lettori avranno notato comparire assai di rado nei circuiti di crossover passivi, solo infatti quando assolutamente necessarie. Con ciò si è

notevolmente ristretto il numero di configurazioni circuitali possibili e ci si è trovati a disporre di due tipi di componenti, cioè le induttanze ed i condensatori, particolarmente difficili da trattare, per la dipendenza delle loro caratteristiche dalla frequenza e per le forti tolleranze che impongono. Questa ultima affermazione potrà sorprendere, ma è problema cui ogni progettista si trova dinanzi quando deve effettuare la scelta dei valori dei condensatori: questi infatti sono facilmente reperibili nelle tolleranze desiderate finché il valore della loro capacità è dell'ordine dei microfarad, o frazione di essi.

Al di sopra restano gli elettrolitici, con le loro tolleranze dell'ordine del 20-50%, perdite e problemi di invecchiamento, ed ogni piccolo miglioramento comporta forti aumenti del costo. Ora, dato che i livelli di impedenza a cui lavorano i filtri di crossover passivi sono abitualmente bassi, è facile incontrare valori sulla decina di

Multiamplificazione

microfarad, e la tensione di lavoro richiesta porta ad impiegare componenti ben dimensionati, più spesso che mai elettrolitici.

Anche le bobine di induttanza sono un componente controverso, con tolleranze elevate e con problemi di realizzazione tali da far gridare al successo quando, ed è una tendenza in atto dagli albori dell'elettronica, se ne ottiene l'estromissione dalle circuitazioni.

Dapprima è stata la volta dei circuiti di accoppiamento tra i vari stadi di amplificazione, poi via via, fino agli equalizzatori, che sembravano rappresentare un'oasi di relativa tranquillità per questo tipo di componente.

prima che la tecnica degli integrati ne decretasse l'eliminazione.

Ogni bobina, infatti, oltre alla componente induttiva, presenta una notevole lunghezza di conduttore impiegato per realizzarla, dotato questo di una resistività correlata al materiale di cui è composto ed alla sezione dello stesso. Considerazioni di economia spingono a ridurre l'ultima, con conseguente reintroduzione di elementi dissipativi e relative perdite di segnale. Il problema si fa serio quando la potenza in gioco è elevata, ed il prezzo e le dimensioni di una bobina di grossa sezione possono incoraggiare alla multiamplificazione, che infatti molti e tra i più autorevoli fabbricanti di diffusori destinati ad emettere elevatissime quantità di energia caldamente consigliano, e ci vengono alla mente le Klipsch MCM 1900 e le JBL Studio Monitor, per entrambe le quali sono previsti filtri di crossover passivi, ma per l'uso a potenza ridotta. Va nominata, sebbene infrequente, la possibilità dell'insorgere di forti distorsioni da saturazione dei nuclei (quando presenti, è ovvio, e di rado lo sono) e le perdite per isteresi, di difficile trattazione.

Il tutto va preso con le debite proporzioni: è infatti comune considerare gravissima una dissipazione della metà della potenza dell'amplificatore nel filtro di crossover.

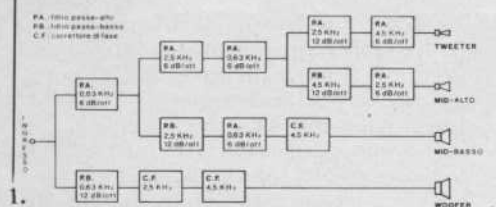
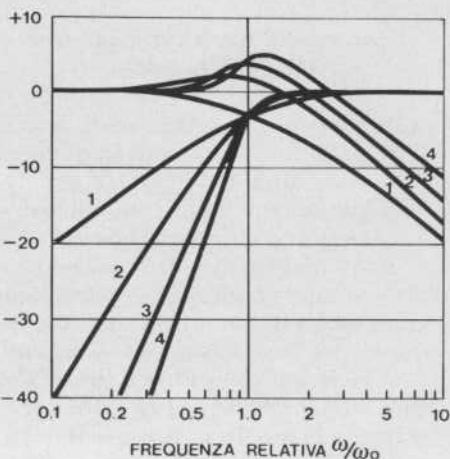


Figura 1
Lo schema a blocchi del crossover passivo di un sistema d'altoparlanti a quattro vie (Lo-D HS-10000).

Figura 2
Risposta in frequenza di filtri di crossover elettronico a voltaggio costante, di tipo asimmetrico, al variare dell'ordine del filtro. Notare l'aumento del picco nella via inferiore al crescere dell'ordine del filtro, e la pendenza costante di 6 dB/ottava che lo segue. L'intervallo di sovrapposizione è particolarmente ampio.



cioè una riduzione di 3 dB dell'efficienza del diffusore imputabile a questo, mentre di ben altra entità sono state le riduzioni di efficienza subite dai diffusori sull'altare dell'ingombro o dell'estensione della risposta alle più basse frequenze udibili: comunque, dati i valori correnti, ogni ulteriore calo va caldamente sconsigliato.

LO SMORZAMENTO

Ma le componenti resistive di un crossover passivo non influenzano solo l'efficienza del sistema, ma hanno effetti deleteri di pari importanza sulla risposta ai segnali transienti.

Questa infatti richiede, per essere favorevole, un accurato smorzamento della risonanza propria del trasduttore. A sua volta questa è subordinata a due ordini di fattori, meccanici ed elettrici. I primi tendono a prevalere nel caso degli altoparlanti delle vie superiori, mentre i secondi giocano un ruolo fondamentale nel determinare il responso dei woofers, quale che sia la configurazione del diffusore che li contiene.

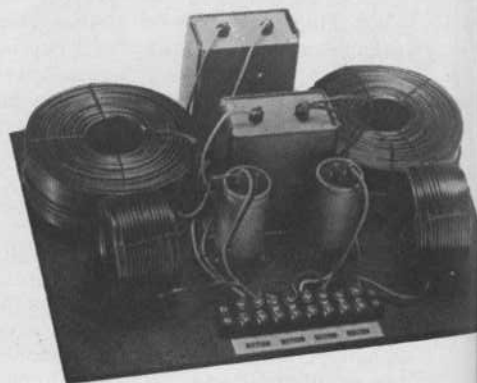
Molti dei lettori conoscono i vantaggi che offre un elevato fattore di smorzamento, cioè una bassa resistenza interna, dell'amplificatore, in termini di smorzamento della risonanza e linearizzazione della curva di risposta in frequenza del diffusore: ebbene tutti questi possono andare perduti qualora in serie alle bobine degli altoparlanti venga posto un qualsiasi elemento resistivo. Infatti oggi è in voga preoccuparsi della resistenza elettrica dei cavi di

Foto 1
Un crossover passivo in grado di sopportare elevate potenze, senza degradare troppo la qualità del segnale, è molto costoso. Questo LX-357 della LCC Denki K.K. è un semplice tre-vie, realizzato però senza compromessi: due condensatori ad olio e due condensatori MP collaudati per tensioni di 1.600 V, e quattro induttori realizzati con filo di rame puro da 3 mm Ø. Costa 90,000 Yen.

collegamento, e si trascura che nei diffusori tradizionali è quasi sempre presente una bobina del filtro di crossover posta in serie al woofer, la resistenza della quale può non essere affatto trascurabile e che può essere comunque tollerata prendendo precauzioni progettuali varie, ma sempre con indubbi vantaggi nell'eliminazione.

Si è detto prima «quasi sempre» perché può verificarsi l'ipotesi che l'altoparlante presenti già la corretta attenuazione alla frequenza di taglio superiore e non necessiti di ulteriori interventi circuitali.

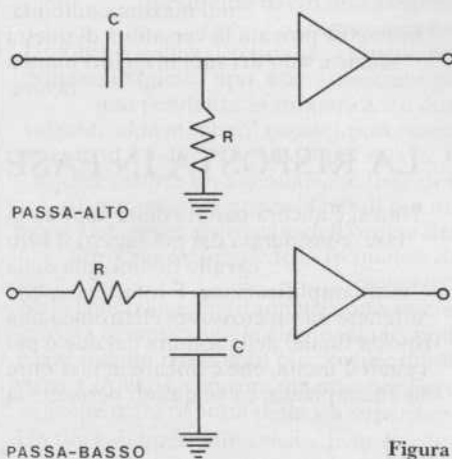
Questa situazione è nota come «taglio meccanico» ed ha i suoi vantaggi in termini di smorzamento (vedi la già citata assenza di bobine in serie al woofer), semplicità realizzativa, mentre ne nascono riserve sulla possibilità dell'insorgere di moti di risonanza nell'ambito del diaframma dell'altoparlante, non frenati dallo smorzamento dell'amplificatore, che blocca solo la bobina e le parti del cono ad essa più vicine e solidali, oltre ai tradizionali e noti effetti di concentrazione dell'emissione sull'asse, di cui si tornerà a parlare più avanti. Quello dello smorzamento della risonanza è stato ed è ancora uno dei vantaggi più invocati per la multiamplificazione, forse perché tra i più facili a spiegare e quindi a reclamizzare. Nell'opinione di chi scrive esso non merita certo tale preminenza, perché non è della risonanza fondamentale (la sola controllata dall'amplificatore, come detto prima) che bisogna temere, specie alla luce delle ben più gravi risonanze introdotte proprio nei pressi di questa dalle caratteristiche dell'ambiente d'ascolto, bensì di quelle a frequenza più elevata,



quelle che formano le irregolarità all'estremo superiore della risposta di un qualsiasi componente, contro cui nulla può lo smorzamento dell'amplificatore.

RUOLO DI PROTEZIONE

Una importante funzione di un filtro di crossover è quella di proteggere gli altoparlanti delle vie superiori dall'arrivo di grossi contingenti di basse frequenze, che imporrebbero loro escursioni e dissipazioni non tollerabili dalle delicate strutture. Sensibili escursioni sono anche segno di possibili distorsioni da modulazione di ampiezza e da effetto



Figura

Doppler, ed ogni restringimento della banda di lavoro dei componenti deprime a favore della riduzione di queste due forme di distorsione, sulla cui importanza all'ascolto rimandiamo ad altra trattazione.

Per eseguire con profitto il compito di protezione sono necessarie elevate pendenze di attenuazione, che non è affatto facile ottenere da un filtro passivo e che tanti minori problemi comportano a livello dei crossover elettronici, che compongono il cuore di ogni impianti multiamplicato.

Dall'esame delle caratteristiche di alcuni di questi non ci è apparso però che su questo aspetto si sia insistito particolarmente, tanto che pendenze dell'ordine dei 24 dB per ottava rappresentano un'eccezione ed un massimo, che però è facile superare

semplicemente utilizzando più unità di cascata.

Il dispendio di questa soluzione può non essere necessario, dato che per esempio, un filtro a 18 dB per ottava attenua già di 60 dB ad una frequenza pari ad un decimo di quella di crossover, contro i 20 dB di un filtro a 6 dB per ottava, che già sono un valore non trascurabile.

PENDENZA E FREQUENZA DI INCROCIO

È il momento di parlare proprio della scelta della pendenza e della frequenza di taglio, problemi entrambi che preoccupano l'utilizzatore, in quanto affidati completamente alla sua discrezione. È bene rivolgere l'attenzione ad essi ben prima di aver effettuato l'acquisto dell'unità di crossover elettronico, in quanto spesso i tipi di responso forniti da questa sono limitati o particolari, e va considerata attentamente la compatibilità con gli altri elementi dell'impianto.

È in questo lato complesso della multiamplicazione che si possono cogliere i maggiori successi e compiere i più gravi errori, come le note che seguiranno tenderanno di render palese. Ogni altoparlante è caratterizzato da una determinata banda di frequenze riprodotta più o meno linearmente, oltre gli estremi della quale (le frequenze di taglio inferiore e superiore) esso attenua con una determinata pendenza finale, assimilabile perciò pienamente ad un filtro passa-banda.

Quando si raggiunge il livello qualitativo che precede l'adozione della multiamplicazione, la netta predominanza delle casse a sospensione pneumatica ha ceduto il posto, ed è facile imbattersi in grandi bass-reflex, trombe ed unità elettrostatiche.

Anche a queste si può estendere la precedente semplificazione, tenendo conto che, mentre per le casse a sospensione pneumatica e per i convenzionali componenti a cono e a cupola delle vie superiori la pendenza di attenuazione finale all'estremo inferiore è di 12 dB per ottava, per i bass-reflex si hanno da 18 a 24 dB per ottava, e trombe ed elettrostatici poco si prestano a

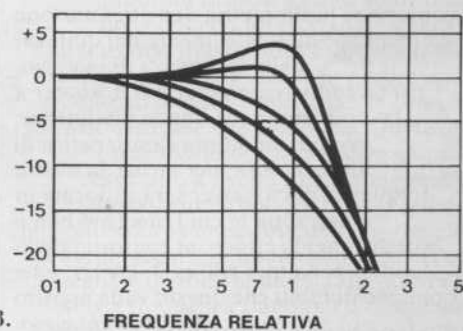
Figura 3

Raffronto delle risposte fornite da filtri di tipo differente, con pari frequenza di taglio e pari pendenza finale 12 dB/OTTAVA

La curva centrale, che rappresenta l'andamento dei filtri Butterworth, separa l'andamento dei Bessel (curve inferiori) dall'andamento dei Chebyshev (curve superiori).

semplificazioni. All'estremo superiore la pendenza finale dovrebbe essere, per la maggior parte dei casi, di 12 dB per ottava.

ma subentrano i problemi di focalizzazione dell'energia sull'asse, citati già in precedenza a riguardo del taglio meccanico, per cui si ha un'apparente linearizzazione della risposta sull'asse ed una pendenza finale maggiore; entrambe però non devono ingannare l'osservatore, che deve ricordare che dal di sopra della frequenza critica, la cui lunghezza d'onda ha cioè all'incirca le stesse dimensioni della circonferenza del componente, la quota di energia irradiata nell'ambiente comincia a ridursi, ed è bene, quando possibile, evitare di ricorrere a questa banda di frequenze. La connessione di tutto ciò con la multiamplicazione sta nel fatto che essa offre all'utilizzatore la più completa scelta della frequenza di incrocio, nonché l'imbarazzo di



3.

effettuarla, ed occorre tenere ben presenti le attenuazioni introdotte dagli altoparlanti, che in ogni modo andranno a sommarsi a quelle operate dal crossover elettronico, per cui la pendenza di attenuazione finale ne sarà influenzata, spesso in modo preponderante.

E facciamo un esempio pratico di utilizzazione: si supponga di voler scegliere l'incrocio tra un woofer di 30 cm di diametro ed un midrange a cupola di qualche centimetro.

Per il primo si può contare spesso su una risposta estesa fino ai 2.000 Hz, sull'asse, ma la frequenza a cui un tale componente diventa direttivo è ben inferiore, intorno ai 500 Hz, ed è a questa che sarebbe consigliabile limitarsi, in ordine anche ad evitare le irregolarità e le risonanze normalmente presenti all'estremo superiore, dovute ai moti di risonanza nel

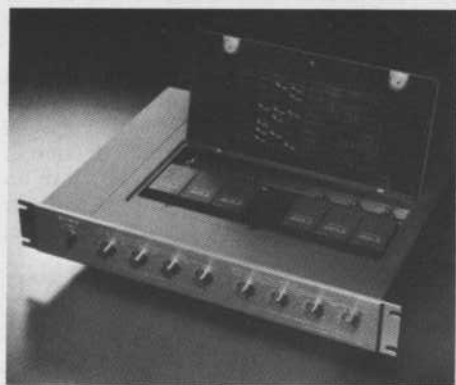
Multiamplificazione

Foto 2

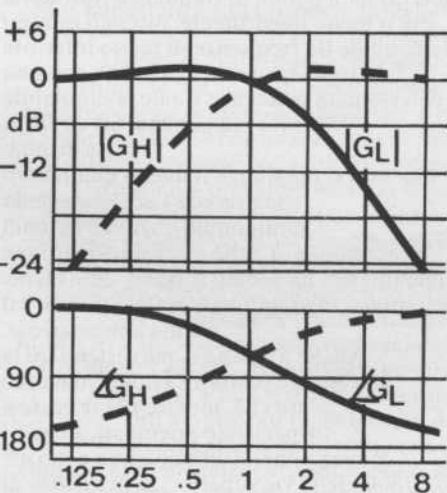
Il Sony TA-D88 è modulare, con filtri facilmente inseribili per trasformarlo da un due in un tre, o in un quattro-vie.

Le caratteristiche dei filtri non sono però selezionabili, a parte le frequenze di incrocio, ritenendo i progettisti ottimale e «universale» la scelta da loro operata: funzione di Bessel con pendenza di 24 dB/ottava, che ad una discesa in principio lentamente progressiva unisce la ripida pendenza finale di attenuazione.

Gli attenuatori di livello delle quattro vie sono separati per i due canali stereo.



attenuare il woofer di almeno 12 dB per ottava, da sommare alla attenuazione dello stesso, e quindi il midrange avrebbe potuto anche esso beneficiare di una elevata pendenza di attenuazione, oltretutto a partire da una frequenza al di sopra della quale resta un contingente energetico limitatissimo, perlomeno nei programmi musicali più comuni, con sensibilissimo ridimensionamento del problema della potenza retta, ricondotto al limite di dissipazione termica del woofer, più elevato di quanto si pensi, giacché picchi di breve durata possono non avere la minima conseguenza anche se svariate volte maggiori della potenza continua retta. Una soluzione da consigliare ad un appassionato di musica rock, meno critico



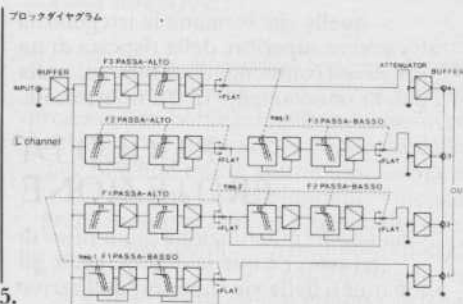
FREQUENZA RELATIVA

Figura 4

Risposta in frequenza e in fase di filtri di crossover elettronico a voltaggio costante, di tipo simmetrico. A sinistra del secondo ordine, a destra del terzo. Notare l'ampio intervallo di sovrapposizione e la presenza di picchi nelle risposte, nonché la gradualità degli sfasamenti introdotti. La risposta totale del sistema è lineare in fase e in frequenza.

Figura 5

Lo schema elettrico a blocchi di un crossover elettronico (Sony TA-D88, solo canale sinistro).



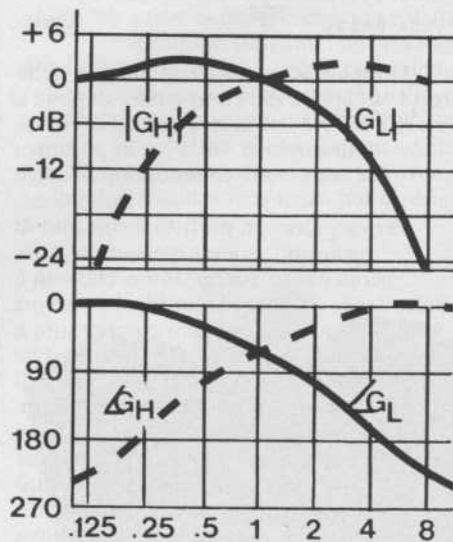
5.

nei confronti della timbrica offerta dal woofer al suo estremo superiore e verso la presenza delle piccole irregolarità normalmente associate alla zona di incrocio, in questo caso posta nella regione di massima udibilità.

Ecco così provata la versatilità di questa tecnica, uno dei suoi maggiori punti a favore.

LA RISPOSTA IN FASE

Non si è ancora parlato della risposta in fase, considerata dai più esperti il vero cavallo di battaglia della multi-amplificazione. È infatti possibile ottenere da un crossover elettronico una risposta finale, della somma dei due o più canali d'uscita, che è lineare in fase oltre che in ampiezza, e che quindi permette la



FREQUENZA RELATIVA

cartone del cono. Per il secondo la situazione è più incerta, per la conaturata tradizione delle case costruttrici degli altoparlanti, di fornire la risposta di questo tipo di componenti già in presenza di un filtro passivo, del tutto inutile nel nostro caso.

In linea di massima varrà l'indicazione che la frequenza di taglio inferiore dell'altoparlante va localizzata nei prezzi della frequenza di risonanza dello stesso, e la sua pendenza può aggirarsi intorno ai 12 dB per ottava, cui occorre in ogni modo aggiungere la pendenza del filtro elettrico, attivo o passivo che sia, indispensabile in questo caso per il suo ruolo di protezione dell'altoparlante. Un'attenuazione elettrica di 6 dB per ottava a partire dalla

frequenza di risonanza, diciamo di 400 Hz nel nostro esempio, porta quindi ad una pendenza finale di 18 dB per ottava, che andremo ad applicare anche al woofer, diretta in senso opposto, al fine di conservare la simmetria dell'attenuazione ed una risposta totale lineare nei dintorni della frequenza di incrocio.

Così facendo avremo portato il woofer a lavorare nella sua banda più lineare, avremo un'ottima caratteristica di dispersione e, per inciso, la nostra frequenza di crossover sarà dislocata in una zona in cui l'orecchio non è eccessivamente critico, al contrario della faticosa zona tra i 500 e i 3.000-Hz, ed è opinione di molti che questo vada ascritto come ulteriore vantaggio.

Ci troveremo però dinanzi ad un grosso problema per quanto riguarda la potenza retta, o meglio la potenza acustica massima emessa, dal sistema. Questa sarà infatti limitata dalle caratteristiche del midrange, mai capace di accettare le potenze digerite dai woofers, ed inoltre tagliato tanto in basso e con così poca attenuazione elettrica da ricevere la gamma di frequenza intorno a 300 Hz, nota per contenere la massima quota di energia del programma musicale ancora sostanzialmente non attenuata, con la conseguenza di facili escursioni, distorsioni di modulazione di ampiezza e frequenza, possibili danni, in presenza di forti segnali.

Tutto ciò depone a favore di un ascolto tranquillo, quale quello di un appassionato di musica da camera. Quadro ben differente avrebbe offerto una diversa frequenza di taglio, per esempio 1.500 Hz; a questa sarebbe stato necessario

Foto 3

Il Symmetry ACS-1 è un recente crossover elettronico a due vie progettato da John Curl. Adotta un filtro passo-basso a caratteristica Butterworth-Thompson con pendenza di 12 dB/ottava, che secondo il costruttore combina l'eccellente risposta ai transienti propria dei Bessel con il rapido raggiungimento della pendenza nominale, proprio dei Butterworth. L'apparecchio, che ha uno slew rate di 200 V/μs, vanta la capacità di «far passare» inalterate le onde quadre, a testimonianza della sua perfetta risposta in fase. Di pratica utilità

riproduzione fedele delle più complesse forme d'onda, con i soli limiti imposti dagli altoparlanti. Ciò non può essere ottenuto da un semplice filtro passivo ad induttanze e condensatori, ma può venire realizzato in pratica prelevando il segnale per le alte frequenze ai terminali di un comune filtro passa-alto attivo, mentre quello destinato alle basse viene dato dalla differenza tra questo ed il segnale di ingresso.

Precisiamo subito che tale tipo di crossover elettronico non ci risulta reperibile, ed a scanso di inutili rimpianti vediamo di esaminare le ragioni che ne hanno decretato il disinteresse da parte delle case costruttrici, che per una volta non hanno scelto la via più economica, che proprio questo tipo di circuito avrebbe rappresentato.

Un filtro a voltaggio costante, come viene chiamato questo tipo, è caratterizzato da una pendenza asimmetrica sui due versanti, cioè mentre il tweeter può essere attenuato a 6-12-18 o più dB per ottava, il woofer subisce un'attenuazione fissa di 6 dB per ottava e presenta per di più un picco, che cresce al crescere dell'ordine del filtro in prossimità della frequenza di crossover.

Se la condizione di asimmetria può essere ovviata complicando la circuitazione, non è così quanto riguarda il picco, che quindi viene a trovarsi, con conseguenze peggiori, anche nella risposta della via superiore.

Un filtro di questo tipo richiede inoltre un intervallo di sovrapposizione, tra i due trasduttori, dell'ordine di 4-5 ottave, tale cioè da interessare la maggior parte della banda di frequenze udibili, con tutte le conseguenze derivanti dalla loro interferenza. Tra queste ne citiamo due, collegate alla necessità di disporre le due unità ad una certa distanza, determinata dalle dimensioni fisiche delle stesse. La prima è che i due altoparlanti devono essere equidistanti dall'ascoltatore perché vengano verificate le caratteristiche del sistema, e ciò può comportare

l'arretramento dei tweeters per far coincidere il piano d'emissione con quello della bobina del woofer, e in ogni modo la posizione d'ascolto è resa critica. Inoltre il verificarsi di una risposta lineare sull'asse non esclude che al di fuori di questo si verifichino irregolarità, cosa che in pratica avviene, con il formarsi di una caratteristica clava di irradiazione, diretta

sono la regolazione continua della frequenza d'incrocio da 40 a 160 Hz e da 400 a 1.600 Hz, ed il deviatore di bypass che consente il confronto istantaneo tra funzionamento ad una e a due vie elettroniche.

in genere verso il basso, con un picco di 6 dB sul suo asse

Ciò altera il rapporto tra onde dirette e onde riflesse, a vantaggio di queste ultime, con pregiudizio della qualità dell'ascolto. Ci sarebbe poi una buona ragione per non porre nelle dirette vicinanze due componenti che emettono frequenze differenti, che citeremo di sfuggita. Si è parlato prima di distorsioni da modulazione di ampiezza e di frequenza,



normalmente presenti quando una nota di elevata frequenza viene riprodotta da uno stesso altoparlante in presenza di una di minor frequenza ma di elevato livello energetico, che modula in pratica la precedente, con udibile degrado. Questo è risultato avvenire anche nel caso in cui le due frequenze siano riprodotte da due altoparlanti diversi, posti però nelle estreme vicinanze o addirittura coassiali.

Questa anomalia di comportamento più essere spiegata dalla interazione tra l'onda di pressione generata dal componente maggiore e l'emissione dell'altro. Scartato dunque questo crossover «ideale», restano ancora moltissimi responsi possibili, tra cui scegliere il compromesso più adatto.

Parlando di filtri attivi si è soliti far riferimento a tre grandi categorie: i filtri alla Chebychev, Butterworth e Bessel. Ciascuna di queste tre grandi famiglie comprende elementi aventi pendenze finali di 12-18-24 o più dB per ottava, sempre multiple di 6, e determinate dall'ordine del filtro, cioè dal numero di stadi necessari a realizzarlo. Quello che varia è la pendenza di attenuazione iniziale, massima per i Chabychev, intermedia per i Butterworth e più graduale per i Bessel. Come ciò possa ottenersi può essere illustrato con un

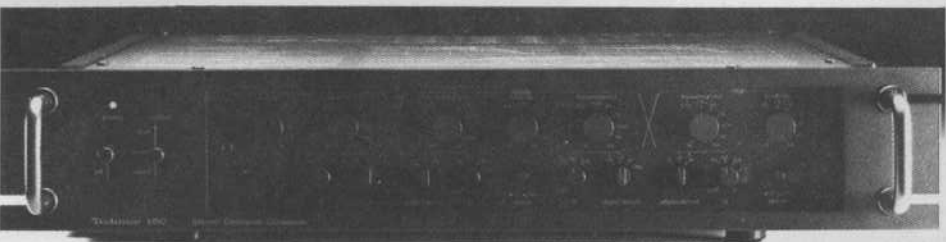


Foto 4

Estremamente versatile è il recentissimo Technics SH-9015C, a tre vie.

Per ciascun incrocio, e per i filtri passo-basso e passa-alto separatamente, è possibile regolare la frequenza di crossover, la pendenza di attenuazione (6, 12, 18 dB/ottava) ed anche la caratteristica di smorzamento dei filtri, per le due pendenze maggiori. Ogni via ha il suo regolatore di livello attivo con 6 dB di guadagno, e le due vie superiori hanno anche un invertitore di fase.

Le configurazioni ottenibili sono pressoché infinite.

semplice artificio; si supponga di avere alcuni filtri a resistenza e capacità, come quelli della fig. (), posti in cascata, divisi

l'un l'altro da stadi attivi separatori d'impedenza. Ciascuno di questi rami introduce un'attenuazione di 6 dB per ottava a partire da una frequenza che può non coincidere in tutti. In particolare là dove le frequenze di taglio saranno ben distanziate si avrà un taglio iniziale di 6 dB per ottava, che si farà via via più ripido

procedendo in frequenza, sino a raggiungere una pendenza finale in dB, pari a 6 volte il numero di stadi posti in cascata. Viceversa frequenze di taglio coincidenti daranno un'attenuazione piuttosto brusca, a volta addirittura preceduta da un picco di risonanza.

Quest'ultimo tipo di responso, quello cioè dei filtri alla Chebychev, è in genere poco gradito all'orecchio, anche per le brusche variazioni di fase che comporta. Queste, se ne è discussa l'importanza quando sussistano a livello di un componente singolo che riproduce tutta la banda, possono esser responsabili dell'insorgere di udibili picchi e di totali cancellazioni del segnale quando le unità a riprodurre la stessa frequenza siano più d'una, come avviene quando il segnale, diviso dal filtro di crossover, e riprodotto dagli altoparlanti (con le loro ulteriori rotazioni di fase e ritardi) raggiunge l'orecchio.

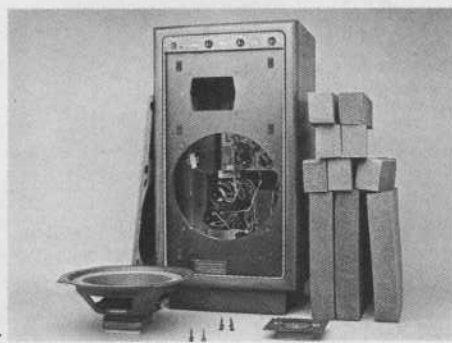
Un filtro alla Bessel fornisce, d'altra parte, un responso in fase pressoché ideale, con un'ottima riproduzione delle forme d'onda, ma tende ad accrescere l'intervallo di sovrapposizione tra due componenti. Il compromesso rappresentato dal filtro alla Butterworth lo ha fatto di gran lunga

segue TESTO a pagina 60

Foto 5

I diffusori attivi multiamplicati offrono tutti i vantaggi della multiamplicazione a componenti separati, ad eccezione della versatilità. In compenso costituiscono delle soluzioni non problematiche per l'utilizzatore, il quale si trova ad avere un sistema già ottimizzato dal fabbricante, al quale resta da aggiungere soltanto un preamplificatore adatto.

Fino a qualche tempo fa questi apparecchi costituivano un'esclusiva della produzione professionale; oggi se ne trovano diversi anche sul mercato consumer. L'Advent Powered Loudspeaker è uno dei più recenti e più riusciti, con i suoi due finali da 80 Watt ciascuno, incrociati a 1.500 Hz.



5. tradizionali di casse a bassa efficienza, è dato proprio dall'amplificatore. Gli altoparlanti sono infatti in grado di sopportare senza danno potenze svariate volte superiori a quella continua dichiarata dal fabbricante, purché applicate per periodi sufficientemente brevi da non provocare un riscaldamento eccessivo delle bobine mobili e la loro deformazione. La loro caratteristica di distorsione al crescere della potenza è generalmente graduale, e ad alto livello le armoniche di basso ordine introdotte, specie la seconda, tendono a fornire un'apparente espansione di dinamica. Non così per gli amplificatori.

L'introduzione dei segnalatori di livello a led, pronti e sensibili, permette a tutti di eseguire un piccolo esperimento, consistente nel rilevare la potenza di picco erogata dall'amplificatore per lo stesso passaggio musicale, per due posizioni differenti del controllo di volume, cui corrisponda all'ascolto una differenza di livello sonoro appena percettibile: si constaterà come la potenza impiegata tenda facilmente a moltiplicarsi. Un ambiente d'ascolto un poco più vasto o assorbente, un diffusore dall'efficienza piuttosto bassa, un disco con forte

Foto 6

Lo Yamaha EC-1 — qui ritratto sotto al nuovo pre C-2a — è l'ultimo dell'ultima generazione di crossover elettronici, ed è anche il più caro (280.000 Yen).

Il suo sistema di scelta delle frequenze di incrocio, tramite selettori a scatti e manopole per la regolazione fine ($\pm 0,5$ fc) separata dei passa-basso e dei passa-alto, è forse il più accurato oggi disponibile. Anche l'estensione della gamma di frequenze d'incrocio risulta eccezionale: da 25 Hz a 1.200 Hz tra bassi e medi (l'apparecchio è a tre vie) e da 400 Hz a 19,2 kHz tra medi ed alti.

dinamica, sono tutti argomenti a favore dell'insorgere occasionale del clipping.

Questo comporta una brusca e forte degradazione del segnale, con la caratteristica perdita di dettaglio dovuta alla intermodulazione e alle armoniche di ordine elevato prodotte.

In un impianto convenzionale è un evento da temersi particolarmente, e, ripetiamo, da considerare molto più frequente di quanto ritenuto. In un impianto multiamplicato la situazione è radicalmente diversa. Infatti, poiché la maggior parte della energia del programma musicale è concentrata nella gamma medio-bassa, l'amplificatore che la riproduce è in pratica l'unico candidato al clipping, situazione nella quale può però lavorare senza grave compromissione dell'ascolto, perché le armoniche di alto ordine da esso prodotte non vengono riprodotte dall'altoparlante associato, che le filtra meccanicamente, ed inoltre l'immagine sonora relativa alle frequenze superiori, quella che in ultima analisi è responsabile del giudizio finale d'ascolto, è rimasta limpida ed indistorta.

Queste vie superiori inoltre non soffrono delle attenuazioni normalmente operate per portare allo stesso livello l'efficienza dei diversi componenti, sacrificando quella dei più efficienti a quella del meno efficiente, solitamente il woofer.

Per terminare ricordiamo che il fatto che per le vie superiori non siano necessarie grandi potenze, e in generale l'uso di più amplificatori di minore potenza al posto di uno di maggiore capacità, depone a favore dell'adozione di circuitazioni nei finali, quali la classe A e la simmetria complementare, che possono non essere economicamente ottenibili ad un livello di potenza qualche volta superiore, e che possono comportare migliori prestazioni all'ascolto.



6.

Multiamplicazione

preferire dai fabbricanti di crossover elettronici, tanto che rare sono le eccezioni a questa regola.

La trattazione a questo punto può considerarsi quasi completa dalla parte dell'utilizzatore, molto meno se si pensa alle possibilità circuitali offerte dall'elettronica degli amplificatori operazionali, scarsamente applicate nella grande produzione, più che altro per problemi di compatibilità e versatilità. Per esempio un filtro di ordine superiore ai 24 dB per ottava mal si concilia con la possibilità di commutare frequenze di taglio e pendenze, a meno di non accettare un numero impressionante di componenti elettrici all'interno del crossover ed il relativo costo. D'altra parte ridotte possibilità di commutazione sono accettabili quando il sistema non richiede grande flessibilità, come nel caso delle casse attive e dei crossover elettronici specificamente ideati per un diffusore, soluzioni entrambe consigliabilissime.

LA DINAMICA

Tra i vantaggi della multiamplicazione se ne era trascurato un altro, quello personalmente ritenuto il più valido. Parliamo dell'aumentata dinamica del sistema, dovuta non solo alla loro potenza totale. Questo anzi è un lato del tutto secondario, in quanto è di rado consigliabile moltiplicare mostri di potenza, quando esiste un drastico limite nella potenza sopportata dagli altoparlanti delle vie superiori. Rimandiamo le considerazioni sulla distribuzione spettrale dell'energia, con le sue implicazioni nella scelta della potenza degli amplificatori di un sistema multiamplicato, ad un successivo articolo, data la complessità del problema e lo spazio richiesto per trattarlo.

I benefici maggiori in termini di dinamica provengono da altri e più riposti motivi, quali, per esempio, la eliminazione del carico complesso rappresentato dal filtro di crossover passivo posto tra amplificatore ed altoparlanti, responsabile occasionale del precoce intervento delle protezioni di cui sono dotati ormai praticamente tutti i finali di potenza. Nonostante le apparenze, il vero limite superiore della dinamica, per i sistemi