

IL MONITOR DA STUDIO

2

Monitor fai da te

di Giuliano Nicoletti

Eccoci alla seconda puntata del nostro viaggio nell'affascinante mondo dei dispositivi di riproduzione acustica; nello scorso episodio abbiamo osservato da vicino il funzionamento e le tipologie principali dell'altoparlante elettrodinamico, ed oggi andremo ad analizzare le principali metodologie di caricamento in gamma bassa e l'influenza del mobile (nelle sue forme e dimensioni) sulle caratteristiche di emissione del acustica nel spazio.

Il suono ha nell'aria la velocità di circa 345 metri al secondo; un tono sinusoidale di 50 Hz (che potrebbe essere la fondamentale della cassa di una batteria) ha dunque una lunghezza d'onda di 6,9 metri, mentre un tono sinusoidale di 12 kHz (sempre pensando ad una batteria, le prime armoniche di un Charleston) ha lunghezza d'onda di 2,87 cm. E' molto importante comprendere la relazione tra suono percepito, frequenze e lunghezze d'onda, poichè questi parametri vengono continuamente impiegati nella produzione musicale, a partire dal posizionamento dei microfoni in sala di registrazione per arrivare al corretto posizionamento dei Monitor in ambiente, o del FOH nei concerti dal vivo.

LA CASSA ACUSTICA

Viene utilizzata in prima istanza per caricare correttamente il woofer del sistema, l'altoparlante (ma possono anche essere più di uno) che si occupa della riproduzione delle prime ottave dello spettro audio, la gamma bassa. La cassa acustica isola la radiazione posteriore del woofer da quella anteriore, e in alcuni

casi si occupa di utilizzarne l'energia per rinforzare l'emissione acustica; quando il cono si muove genera difatti una pressione in direzione positiva, e una depressione in direzione negativa. Se le due emissioni del cono (generate nello stesso istante) non vengono isolate la risultante è nulla. Si tratta difatti del medesimo suono, ma di segno (fase acustica) opposto. Se provate ad esempio a inviare

ai morsetti di un woofer un segnale sinusoidale a 40 Hz e poggiarlo su un tavolino, non sentirete nulla. Se lo montate invece in una cassa e gli fornite lo stesso segnale, udirete il tono a 40 Hz, che assomiglia più che altro ad una vibrazione. A questa frequenza la lunghezza d'onda è pari a 8,6 metri; chiaro che la membrana non effettua alcun tipo di schermo tra l'emissione posteriore e quella anteriore, e il corto circuito acustico genera un annullamento totale del suono. La cassa acustica invece mantiene al suo interno l'emissione posteriore, e in ambiente viene emessa soltanto l'onda anteriore, che resta dunque inalterata (o quasi). Possiamo dunque definire la cassa acustica come un vero e proprio filtro passa alto che si va ad aggiungere a quello naturale dell'altoparlante e stabilisce in gamma bassa il termine della risposta in frequenza del sistema, la pendenza di attenuazione e la precisione della risposta all'impulso. Quest'ultimo è un parametro molto importante, e forse meno intuitivo dei precedenti. Pensiamo al suono prodotto da un colpo di cassa di una batteria: l'attacco, il fronte di salita, è ripido e netto, e viene seguito poi dal resto



Fig. 1 Lo schema di una cassa chiusa

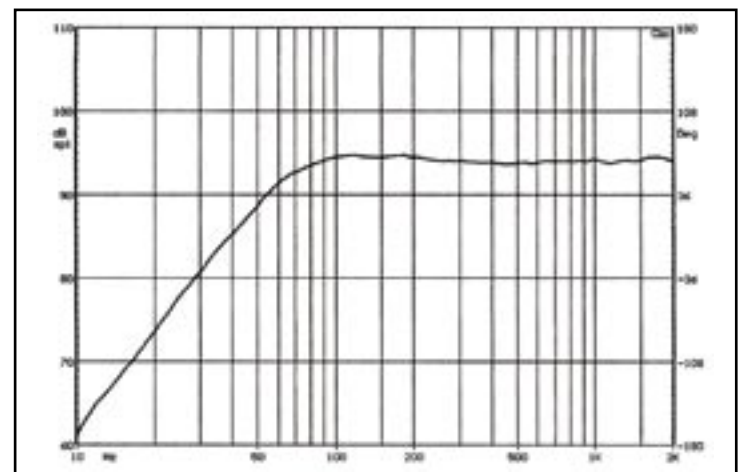


Fig. 2 La risposta di una sospensione



Fig. 3 Yamaha NS10M, un classico

dell'inviluppo sonoro, che può avere code anche abbastanza prolungate nel tempo. Per riprodurre correttamente questo suono dobbiamo utilizzare un sistema molto veloce, che sappia seguire i repentini cambiamenti di livello del segnale; che abbia quindi una risposta all'impulso molto buona. Questo particolare comportamento può essere dedotto anche osservando la curva di risposta acustica. La risposta in frequenza di ogni dispositivo audio può essere infatti strettamente correlata al comportamento nel tempo, e sappiamo che ogni variazione repentina in frequenza corrisponde ad un'alterazione nel dominio temporale. Picchi ed avvallamenti molto stretti indicano uno sfasamento del segnale, una mancanza di coerenza temporale (è anche il motivo per cui spesso in fase di equalizzazione si dice che "suona meglio" un intervento dal Q

basso, che genera minori oscillazioni temporali). La pendenza di attenuazione del filtro passa-alto attuato dalla cassa acustica fornisce dunque indicazioni non soltanto su quanto è ripido il ginocchio del filtro passa alto, ma anche sulla risposta all'impulso del sistema. Maggiore sarà la pendenza, peggiore il comportamento

all'impulso. Poiché ogni tipologia di cassa acustica ha intrinseche caratteristiche di pendenza di attenuazione, ne consegue che ognuna avrà un suo particolare modo di trattare i suoni di carattere impulsivo, una particolare pasta sonora. Proseguiamo con una rapida analisi dei più comuni sistemi di caricamento in gamma bassa; mi preme qui sottolineare che le indicazioni fornite non devono essere considerate come assolute. La bontà di un diffusore non dipende mai dalla tipologia progettuale, ma sempre e soltanto dalle capacità del progettista.

LA SOSPENSIONE PNEUMATICA

In figura è visibile lo schema semplificato e la risposta in frequenza della tipologia più semplice di cassa acustica, la sospensione pneumatica (comunemente detta: cassa chiusa) (Figura 1).

La pendenza di attenuazione tipica della cassa chiusa è di circa 18 dB per ottava.

Si tratta di un valore abbastanza basso, che indica come il filtro passa alto della sospensione pneumatica abbia un comportamento di eccellente livello nei parametri che riguardano lo smorzamento del sistema, e un'ottima capacità di riprodurre con precisione segnali impulsivi e transienti. La risposta acustica inizia a declinare molto prima del punto a -3 dB (che solitamente indica nei data sheet dei fornitori il valore minore della banda passante del sistema), e prosegue nella sua attenuazione con una pendenza morbida (Figura 2). Da questo grafico si può ricavare un'ulteriore interessante informazione. La dolcezza della pendenza della cassa chiusa solitamente aiuta a posizionare il diffusore correttamente in ambiente, producendo una sensazione di estensione in basso più confortante delle caratteristiche dichiarate. Piccoli diffusori in sospensione pneumatica possono bene essere accostati alle pareti di fondo senza incorrere in pesanti alterazioni della risposta, rimbombi o colorazioni che possono essere molto fastidiose. Il suono della sospensione pneumatica

risulta solitamente controllato e pulito, non particolarmente ad effetto (come potrebbe essere un bass-reflex) ma ottimamente smorzato.

Il monitor da studio più famoso e conosciuto che utilizza questa questa tipologia di caricamento è lo storico Yamaha NS10/M; sviluppato dapprima per utilizzi HiFi, questo diffusore conobbe una straordinaria diffusione negli studi di tutto il mondo, diventando un vero e proprio riferimento in fase di missaggio (si dice che se un mix suona bene sulle NS10/M, allora suonerà bene su qualsiasi impianto...). Ancora oggi viene utilizzato diffusamente, malgrado il peso degli anni sia piuttosto evidente (Figura 3). Un cenno doveroso deve essere dedicato anche ad uno dei più importanti progetti di monitor acustici mai ideati, un riferimento assoluto nel corso degli anni, ancor oggi attualissimo. Le B&W 801 Domestic Monitor furono progettate da John Bowers sul finire degli anni settanta, e immediatamente adottate come riferimento negli studi EMI di Abbey Road, dalla Decca e dalla Deutsche Grammophone. Il sistema è un tre vie con woofer da 12" caricato in cassa chiusa, midrange da 5" e tweeter da 1" a cupola morbida, mobili dedicati ad ogni altoparlante, allineamento temporale e disaccoppiamento meccanico delle vie. Si tratta di diffusori incredibilmente avanzati per il periodo, e dalle caratteristiche sonore di assoluta eccellenza: estensione di banda amplissima, assoluta coerenza timbrica, incredibile ampiezza dell'immagine. Le DM801 hanno generato una lunga stirpe, ed ancora oggi i modelli di questa linea si presentano come riferimenti assoluti, sfoggiando caratteristiche qualitative di altissimo livello (a costi non proprio popolari, purtroppo) (Figura 4).

IL BASS REFLEX

Nel sistema bass reflex viene utilizzato un condotto, un'apertura che mette in comunicazione ➔



Fig. 4 B&W DM801

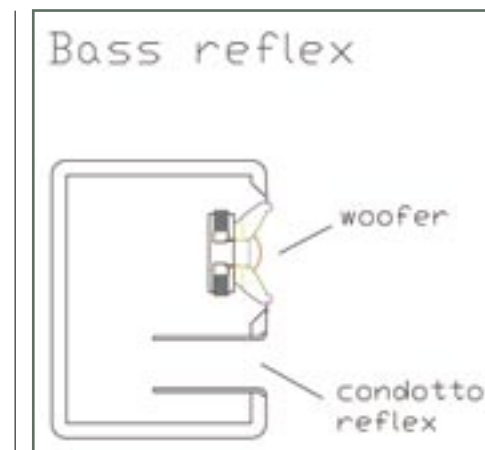


Fig. 5 Lo schema di un bass reflex

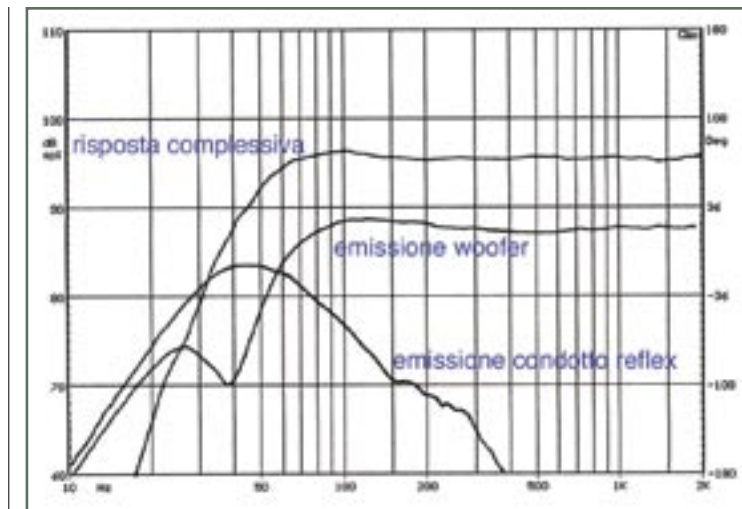


Fig. 6 Le componenti della risposta in frequenza di un bass reflex



Fig. 8 Lo schema di un reflex passivo

l'aria contenuta nella cassa con l'esterno (Figura 5). Questa apertura accorda su determinate frequenze il volume interno, che si comporta come un risonatore producendo un'emissione centrata su una ristretta zona di frequenze, una sorta di campana che nella parte superiore della propria banda si somma all'emissione del woofer, essendo coerente in fase. Viceversa, da centro banda verso il basso l'emissione del condotto di accordo risulta in controfase con quella woofer, e le due emissioni si annullano a vicenda, aumentando la pendenza di attenuazione. Come visibile in figura la risposta tipica di un reflex si mantiene lineare sino a frequenze inferiori rispetto ad una cassa chiusa, ma quando raggiunge il punto a -3 dB

tende a calare di livello più velocemente. La pendenza tipica del sistema bass reflex è quindi maggiore di quella della cassa chiusa, e si stima convenzionalmente in circa 24 dB per ottava (Figura 6). Secondo quando esposto poco sopra, possiamo dedurre che la risposta nel tempo di questo sistema è peggiore rispetto ad una sospensione pneumatica. Il reflex sarà in grado di fornire una sensazione di maggior pienezza sulla zona bassa e mediobassa, ma con una capacità inferiore di seguire il segnale (minor senso di "punch" sulle percussioni, ad esempio), e una minore estensione alle frequenze bassissime. Può inoltre risultare più difficile il posizionamento in ambiente, soprattutto se il condotto reflex è posizionato nella parete posteriore del diffusore. Malgrado queste note negative, il sistema reflex resta a tutt'oggi il più diffuso; le sue caratteristiche permettono infatti di ottenere da piccoli mobili un'ottima estensione in gamma bassa, una pressione acustica superiore a quella della cassa chiusa e dunque una maggior tenuta in potenza.

Il monitor da studio più rappresentativo delle prime applicazioni di questa tecnologia è senza dubbio il 4310 JBL, progettato negli ultimi anni sessanta espressamente per applicazioni studio; era richiesto un diffusore di dimensioni compatte ed ampia banda passante che replicasse in piccolo le prestazioni dell'impegnativo sistema 4320. Il primogenito 4310 ebbe subito grande successo, e generò una stirpe di bestsellers che resero grande fama all'azienda statunitense (Figura 7). Oggi il suono di questi monitor mostra il peso degli anni, con alcune evidenti colorazioni in gamma media che lo rendono fortemente caratterizzato e non indicatissimo per lavori di produzione audio. Ma il valore collezionistico resta alto: si tratta di un diffusore dal grande fascino, che ha costruito

un pezzo importante nella storia dell'audio professionale.

IL REFLEX PASSIVO

Il reflex passivo segue il medesimo principio del reflex classico: il volume interno viene accordato da una membrana passiva (immaginate il cono di un woofer a cui è stato rimosso tutto il gruppo magnetico e la bobina mobile), che risona esattamente come un condotto (Figura 8). Il risonatore passivo è molto utile quando il volume da accordare ha un litraggio esiguo, e il corretto dimensionamento di un condotto risulterebbe impossibile (provate ad inserire un condotto lungo 30 cm in un diffusore la cui dimensione maggiore è di 28 cm...).

La risposta all'impulso di questo sistema è ancora peggiore di quella del reflex, poiché la massa del passivo è sempre superiore a quella dell'aria contenuta in un condotto, generando tempi di smorzamento più lunghi.

Gli esempi più eccellenti di questa tipologia progettuale sono oggi i monitor da studio Focal, che utilizzano in tutti i modelli un radiatore passivo (Figura 9).

LA LINEA DI TRASMISSIONE

Tecnologia di caricamento assai nobile ed antica, la linea di trasmissione si pone a mezza via tra un reflex e un diffusore aperto: la teoria indica che se incanaliamo l'emissione posteriore del woofer in un condotto di una determinata lunghezza, l'onda acustica ritornerà ad incontrare quella emessa dal woofer direttamente in ambiente con un certo ritardo, determinato dalla lunghezza della linea. Lo sfasamento intrinseco delle due emissioni viene così compensato, ed alcune frequenze emesse



Fig. 7 JBL 4311



Fig. 9 Focal SM8

dalla linea si sommeranno all'emissione principale (Figura 10). Prendiamo ad esempio un tono di 60 Hz: la sua lunghezza d'onda è di circa 5,75 metri. Incanalato in una linea di trasmissione lunga 2,87 metri, incontrerà l'emissione principale con

una sfasamento di 180 gradi (inversione di fase), producendo una somma acustica. Altre frequenze, però, risulteranno comunque controfase: quando nella stessa linea di trasmissione viene riprodotto un tono a 120 Hz

(lunghezza d'onda di 2,87 metri), lo sfasamento introdotto diventa pari a 360 gradi (un intero ciclo), e all'uscita dalla linea questa frequenza incontrerà l'emissione principale in perfetta opposizione di fase, producendo una cancellazione del segnale. Ecco in cosa consiste il classico filtraggio a pettine che rende irregolare la risposta delle linee di trasmissione, con stretti picchi e successivi avvallamenti; per rinforzare i 60 Hz abbiamo prodotto una cancellazione a 120 Hz. I rimedi a questo problema secondario della linea di trasmissione sono di difficile applicazione: si può difatti ricorrere ad un uso attento del materiale fonoassorbente per filtrare l'emissione della linea, e fare in modo che vengano emesse soltanto le frequenze interessate dalla somma.

Ma non esistono materiali fonoassorbenti che siano efficaci soltanto a determinate frequenze. Nei progetti più raffinati si utilizza una camera di disaccoppiamento posta subito dietro l'altoparlante, all'inizio della linea, che dovrebbe effettuare un intervento di filtraggio passa basso dell'emissione. Si possono poi utilizzare dei risonatori acustici posti all'interno della linea, che assorbano energia soltanto in determinati intervalli di frequenze. La risposta in frequenza tipica di una linea di trasmissione è comunque



Fig. 10 Lo schema della linea di trasmissione

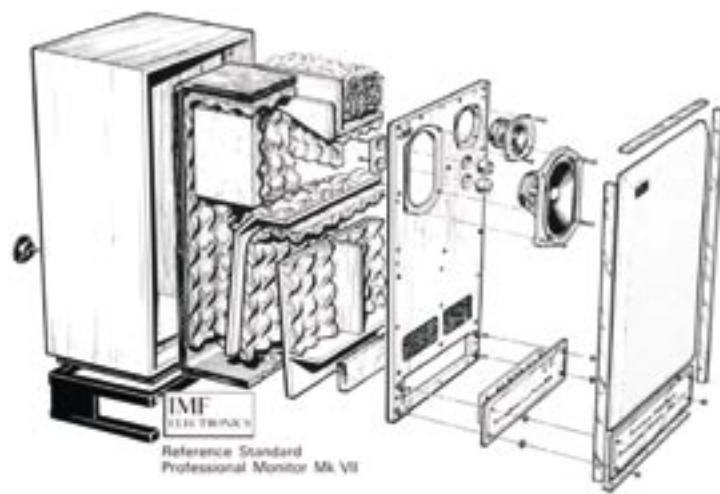


Fig. 11 L'esplosivo di una IMF RSPM

solitamente caratterizzata da alterazioni di una certa intensità, e nella pendenza di attenuazione somiglia a quella della sospensione pneumatica, con un valore tipico di 18 dB per ottava. Ottimo dunque il comportamento sui transienti, e la sensazione di estensione e completezza in gamma bassa. In effetti occorre sottolineare che spesso il rapporto tra misure acustiche e suono percepito non è diretto e lineare, e anche un grafico non esaltante produce all'ascolto sensazioni positive. La linea di trasmissione ha una eccellente risposta all'impulso, se ben dimensionata e progettata può produrre un'entusiasmante estensione in gamma bassa, con l'unico rovescio della medaglia costituito dalle dimensioni del mobile di caricamento, per forza di cose piuttosto impegnative (provate a ripiegare su se stesso un condotto lungo 2,5 metri, e sappiate dire...). L'esempio più interessante di questa tipologia di caricamento è senza dubbio da ricercarsi nella produzione della IMF, storica azienda britannica che produsse negli anni settanta dei magnifici ed imponenti monitor in linea di trasmissione. Le bellissime RSPM utilizzavano i caratteristici woofer piatti ed ovali Kef B139, e producevano una gamma bassa immanente, precisa e articolata. Anche le altre caratteristiche soniche erano poi di altissimo livello, con una gamma media precisa e analitica, ed ottima estensione alle frequenze alte. Se doveste trovare una coppia di IMF in vendita su ebay e il vostro studio è abbastanza ampio da alloggiarle degnamente non abbiate alcuna remora (se non per il prezzo, le valutazioni sono difatti in crescita e la reperibilità scarsa), ma curate di disporre di un amplificatore assai muscoloso per pilotarle (Figura 11). Oggi la linea di trasmissione è stata nuovamente portata alla ribalta del palcoscenico dalla PMC, rinomata e stimatissima azienda inglese che

utilizza questa tecnologia in tutti i propri sistemi monitor (Figura 12).

IL CABINET

Le modalità di emissione acustica dell'altoparlante sono abbastanza complesse: si può immaginare che dal limite inferiore riproducibile sino ad un certo valore di frequenze, che dipende dalle dimensioni effettive della membrana radiante, il comportamento del cono sia assimilabile a quello di un pistone. La risposta in frequenza si mantiene dunque lineare, e l'emissione nello spazio tende ad essere omnidirezionale (è certamente una semplificazione, ma per adesso può essere ritenuta sufficientemente precisa). Quando le frequenze riprodotte iniziano ad essere coerenti con le dimensioni della membrana radiante si verificano delle alterazioni della risposta: l'altoparlante inizia a dimostrare fenomeni di direttività, concentrando progressivamente la propria emissione acustica sull'asse principale. La membrana inizia a vibrare in modo non controllato, producendo distorsioni lineari che tendono a frastagliarne la risposta in frequenza, sino ad arrivare al break-up della membrana, zona solitamente coincidente con il punto di roll-off. Se prendiamo in considerazione un woofer da 16 cm nominali avremo un diametro effettivo di membrana radiante di circa 13 cm (un componente ScanSpeak), e una zona di passaggio situata intorno ai 1300 Hz. Nella risposta in frequenza del nostro midwoofer, misurata a tre angolazioni differenti, vediamo in effetti che la dispersione inizia ad essere limitata proprio intorno a queste frequenze. Ovviamente per altoparlanti di diametro superiore il limite si sposta verso il basso, e viceversa (Figura 13). Quando l'altoparlante viene montato in un box, avvengono

alcune modifiche sostanziali nella sua risposta in frequenza, strettamente correlate alle dimensioni, alla struttura e alla geometria del cabinet. In gamma bassa (dai 150 Hz circa sino al limite inferiore) interviene il caricamento acustico del box, ed il differente posizionamento di eventuali condotti di accordo o aperture modifica il modo in cui il diffusore si interfaccia con l'ambiente. Essendo le lunghezze d'onda delle frequenze più gravi molto maggiori della distanza tra aperture e woofer (siamo sempre sopra i 5 metri), la somma acustica tende ad essere abbastanza costante, e l'emissione omnidirezionale.

Se però l'apertura si trova nelle immediate vicinanze di una parete il carico acustico può modificarne il suono (e questo capita nei diffusori reflex da scaffale con apertura posteriore o in quelli a sviluppo verticale con apertura vicino al pavimento). Semplificando di molto possiamo immaginare l'emissione in gamma bassa di un diffusore acustico come una sorta di sfera pulsante, che emette onde acustiche a 360 gradi. In gamma media e alta il comportamento si modifica. Quando le frequenze riprodotte diventano coerenti con le dimensioni del pannello frontale del cabinet avviene un cambiamento determinante: il diffusore passa dall'emissione su uno spazio intero a quella su un semispazio (è come se l'altoparlante si accorgesse di essere montato su un piano...). Il pannello frontale del diffusore inizia a produrre rifrazioni delle onde acustiche generando delle alterazioni nella risposta del diffusore. Questo è il motivo per cui oggi molti costruttori tendono ad arrotondare il bordo dei diffusori, o addirittura a tagliarne alcuni angoli. Grazie a questi piccoli accorgimenti il passaggio diventa più graduale, e le alterazioni in frequenza risultano ridotte in intensità e distribuite su una gamma di frequenze più ampia.



Fig. 12. L'interno di un monitor PMC

Immaginiamo di avere a che fare con un classico monitor a due vie con woofer da 16 cm. La larghezza del pannello frontale sarà all'incirca di 25 cm, che corrispondono alla semionda di un tono a 690 Hz. Da queste frequenze a salire il pannello frontale inizia a caricare l'emissione acustica, producendo alterazioni nella risposta in frequenza. Rastremando quanto possibile il mobile intorno a tweeter e woofer si sposta più in alto il punto di transizione, con benefici evidenti sia nella regolarità di risposta che nel suono percepito, più pulito e dinamico. Ovviamente questo è possibile solo entro certi valori: se consideriamo che la flangia standard di un tweeter da 25 mm è di circa 10 cm, risulta che questo è il limite minimo di larghezza del pannello frontale di un cabinet. Siamo dunque in piena banda passante del tweeter (intorno ai 3500 hz), e verrà comunque prodotta un'alterazione del suono da queste frequenze sino all'estremo acuto. Alcuni produttori limitano il fenomeno delle riflessioni del pannello utilizzando materiali fonoassorbenti ad alta densità proprio intorno al tweeter (avete presente il feltrino posto proprio intorno al tweeter delle Yamaha NS10? E i monitor Lipinski, o Avalon?), altri arrivano a posizionare il tweeter fuori cassa, come in molti diffusori della britannica B&W. Con questo accorgimento, ed utilizzando poi tweeter con gruppo magnetico in neodimio, di ridotto ingombro, si può arrivare a spostare il limite sino alle dimensioni stesse della membrana radiante (intorno ai 7500 Hz), ben oltre le critiche frequenze di incrocio con il midwoofer. C'è da sottolineare che non esiste una soluzione adatta ad ogni situazione; esistono monitor dalle caratteristiche soniche eccellenti che non utilizzano alcun accorgimento atto a ridurre il fenomeno delle rifrazioni ai bordi del diffusore,

ed anzi a volte le accentuano, sfruttandone le caratteristiche timbriche. Ogni progettista affronta la realizzazione di un diffusore seconda la propria sensibilità e la propria esperienza, e ciò che veramente conta sono soltanto i risultati finali. E occorre poi considerare che un ruolo molto importante viene oggi giocato dagli uffici di marketing, che a volte impongono l'utilizzo di un determinato tipo di applicazione tecnica soltanto perchè ritenuto in voga in un particolare momento storico...

I MATERIALI

Alcuni cenni debbono essere dedicati alla struttura dei mobili. Il cabinet contribuisce, con i suoi modi di vibrazioni e risonanze, all'emissione complessiva del sistema. Alcuni produttori di diffusori acustici (pochissimi, per la verità), progettano e realizzano dei veri e propri mobili risonanti, sfruttando le caratteristiche del suono del mobile per aggiungere un carattere particolare al diffusore, un poco come avviene negli strumenti acustici. Si tratta comunque di un approccio assai artigianale, che può trovare applicazione soltanto in realizzazioni molto particolari. La maggioranza dei produttori cerca difatti di realizzare mobili inerti e smorzati che semplicemente aggiungano la minore quantità possibile di distorsioni e coloriture; il materiale più comune per la realizzazione di cabinet acustici è il legno, che si può presentare in varie forme: il sordo ed economico truciolato, il denso e pesante MDF (probabilmente il materiale più utilizzato), i multistrati di varie essenze e il legno massello. Alcuni produttori realizzano stampi in pressofusione di leghe o estrusioni di alluminio, più costosi ma estremamente versatili nelle forme. Un piccolo ma doveroso cenno deve essere dedicato ai dispositivi di sostegno del mobile. Molti produttori offrono difatti tra gli accessori dei propri monitor dei piedini di foggia varia, solitamente di materiale plastico o gommoso. L'adattamento del monitor con la superficie di appoggio non dovrebbe essere trascurato, poichè ha un'influenza evidente sulle caratteristiche sonore percepite e sulle prestazioni dell'intero impianto. Le strade percorribili in fase di installazione sono due, e conducono a risultati opposti: se scegliamo di montare i diffusori

su piedini morbidi otteniamo un disaccoppiamento del mobile dal piano di appoggio; le vibrazioni prodotte dal movimento delle membrane restano in questo caso a carico del mobile del diffusore, che le dovrà immagazzinare e smaltire nel modo più efficiente possibile. Se scegliamo invece di utilizzare piedini rigidi (molto diffuse le classiche punte coniche, estremamente efficienti) le vibrazioni del mobile verranno scaricate sul piano di appoggio, che contribuirà dunque a smaltire l'energia meccanica. A seconda delle situazioni di installazione si dovrà scegliere quale soluzione adottare. Se il piano di appoggio è anche il supporto del mixer o del computer, o di altre elettroniche dell'impianto, sarebbe bene evitare supporti rigidi ed accoppianti: le vibrazioni del piano verrebbero difatti trasmesse a tutti gli apparecchi che vi si trovano, peggiorando le prestazioni del sistema, su tutti i parametri acustici. Se invece i supporti dei diffusori sono dedicati e specifici, e poggiano sul pavimento, allora l'accoppiamento risulta solitamente la migliore soluzione: il suono diviene più preciso, netto e tornito, sia in gamma bassa che sul resto dello spettro. E spesso le differenze non sono da poco. Consiglio dunque di sperimentare, quando possibile, differenti soluzioni; si tratta di un gioco che può portare benefici evidenti a fronte di minimi investimenti, e vi permetterà poi di acquisire familiarità con le caratteristiche timbriche del vostro sistema di monitoraggio, e con le piccole sfumature del suono che spesso fanno la differenza tra un risultato piacevole ed uno invece assolutamente affascinante.

Per oggi abbiamo terminato; nel prossimo appuntamento ci dedicheremo all'analisi delle tipologie dei sistemi multivia, delle caratteristiche di dispersione e del filtraggio attivo e passivo dei diffusori acustici. ■

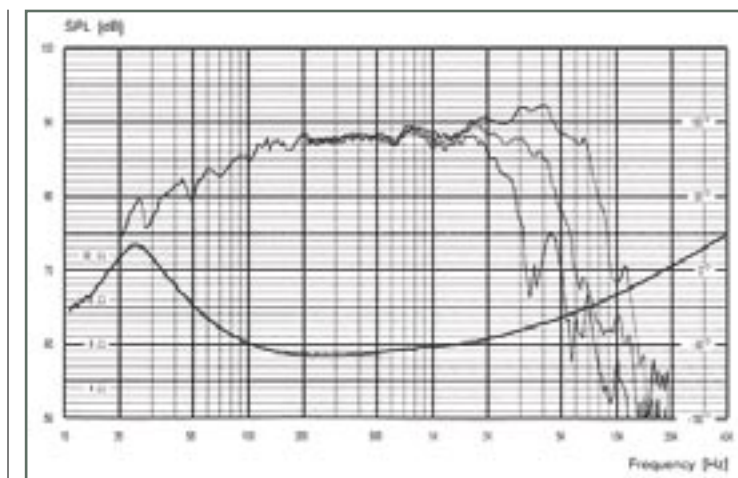


Fig. 13. Il cabinet e la risposta in frequenza