

Le vibrazioni indotte dagli altoparlanti

L'altoparlante vibra per emettere un suono, ma cosa succede quando uno o più altoparlanti sono fissati al pannello?

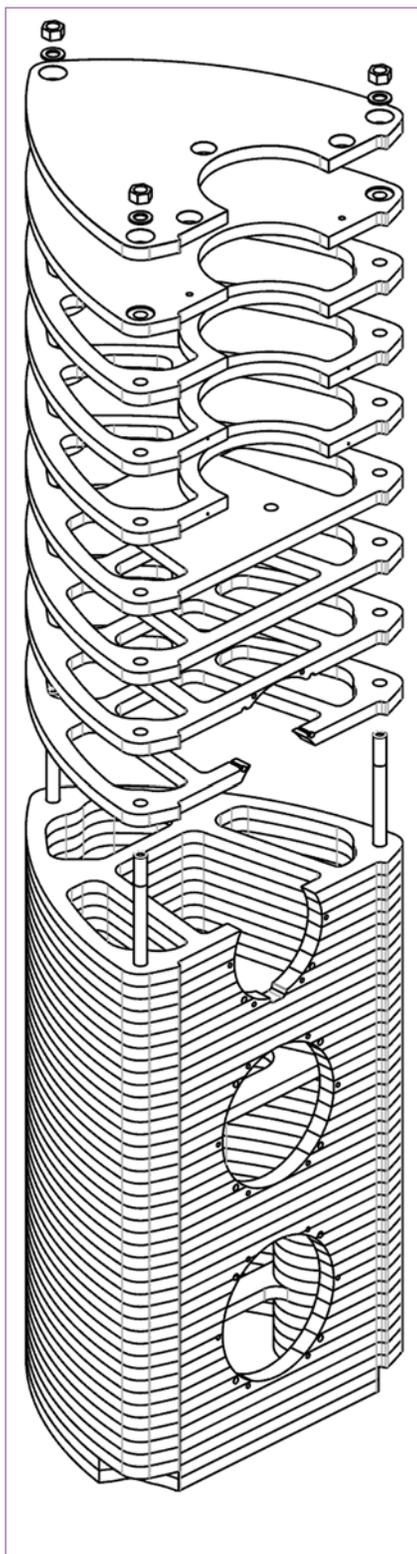


Figura 01: Tecnica del translamination, usata nel diffusore TAD Model-1

Guardiamo il classico diffusore acustico: un parallelepipedo di legno con due o più altoparlanti rigidamente accoppiati al pannello frontale tramite viti o bulloni. Nel momento stesso in cui la membrana incomincia a muoversi, inizia a trasmettere, attraverso il cestello e le viti, vibrazioni ai pannelli che formano il diffusore e agli altri driver che vi sono montati: **queste sono le vibrazioni da contatto**.

Ma non finisce qui, perché dobbiamo considerare anche un'altra forma di trasmissione delle vibrazioni: quella attraverso l'aria che investe il diffusore direttamente, membrana posteriore, e indirettamente, membrana anteriore; se è vero che il contenuto energetico dell'onda riflessa, trasmessa dal lato anteriore della membrana, è trascurabile, altrettanto non si può dire di quello del lato posteriore. Questo problema è meno evidente nel sistema a dipolo, non esistendo una chiusura fisica del mobile, e anche nel sistema a sospensione pneumatica, vista la grande quantità di assorbente acustico contenuta al suo interno che smaltisce parte dell'energia presente, mentre è più sentito nel sistema reflex e nelle sue varianti, dove la pochezza di assorbente è solo in parte compensata dalla loro tipica bassa pressione interna.

Il risultato di queste due forme di trasmissione dell'energia meccanica generata dall'altoparlante, è che i pannelli sono eccitati dall'energia ricevuta e iniziano a loro volta a vibrare: oltre al driver anche la cassa suona, e suona a volume alto. Infatti, già nel 1975 Barlow¹ aveva misurato il suono emesso da un pannello quadrato in legno multistrato di betulla eccitato da un altoparlante montato sul lato interno, evidenziando, alla frequenza di risonanza propria del pannello, un valore di emissione acustica simile a quello dell'altoparlante. Nello stesso anno Stevens² presentava un lavoro ancora più interessante: veniva usata una cassa di 50 litri, costruita con legno truciolato di 18 mm di spessore, e si misurava l'emissione del pannello posteriore che non prevedeva nessun tipo di smorzamento. Detta emissione risultava avere picchi di 10 dB inferiori rispetto a quella misurata in asse all'altoparlante e, come ben sapete, il nostro orecchio è capace di sentire queste grandezze³.

Ulteriori e più recenti studi in merito di Backman⁴ e Moriyasu⁵, confrontavano varie casse di volume simile e spessore del legno uguale, ma costruite con differenti tipi di legno (truciolato, MDF e multistrato), riscontrando minime variazioni nelle risonanze a bassa frequenza tra i tre tipi di legno; tuttavia si notava che MDF e multistrato smorzavano meglio i modi secondari rispetto al truciolato. Volendo potrei citare altri articoli, ma sarebbe come ripetere sempre la stessa cosa, vale a dire che le vibrazioni indotte dall'altoparlante creano molti artefatti, che possiamo chiamare colorazione, perdita di dettaglio, rumore, mascheramento: tutti termini peggiorativi, è quindi logico cercare di minimizzarli al massimo. Vediamo come.

Grazie a Iverson⁶ sappiamo che oltre i 1.200 Hz il pannello vibra molto poco, quindi se riusciamo a innalzare sufficientemente la frequenza di risonanza del pannello il gioco è fatto: per fare ciò bisogna lavorare su materiale, dimensione, spessore, densità, rigidità e smorzamento dei pannelli da usare. Nello specifico, con valenza differente per ogni voce, aumentando spessore e rigidità di un materiale s'innalza la sua frequenza di risonanza; lo stesso avviene diminuendo la superficie del pannello mentre un aumento di massa e smorzamento comporta una diminuzione della sua frequenza di risonanza tipica. La parola d'ordine, quindi, è creare una struttura rigida, e per ottenerla si inizia con l'adooperare pannelli spessi: per un volume fino a 30 litri consiglio legni con spessore di almeno 18 mm, da 30 a 50 litri di 25 mm e sopra i 50 litri saranno necessari almeno 30 mm di spessore; oltre a ciò è opportuno usare giunture a incastro tra i pannelli laterali, con i pannelli anteriore e posteriore che si infilano nella cassa (vedi Auri, CHF n. 84). Sempre per aumentare la rigidità del cabinet, invece di impiegare il classico parallelepipedo si può optare per una forma curva del mobile, vedi B&W serie 800 o Sonus Faber Guarneri Homeage; una tecnica recente è quella del *translamination* (anche nota come *layertoning*) adottata dalla Tad e dalla Seventh Veil, ottenuta dalla sovrapposizione di tanti pannelli uno sull'altro a formare il diffusore: inutile dire che la spesa richiesta e gli sprechi di legno salgono vertiginosa-



A sinistra: Figura 02 - Esempio di shelf bracing
In alto: Figura 03 - La struttura Matrix, della B&W

mente. Un esempio del *translamination* lo vedete in **Figura 01**, e si riferisce al diffusore TAD Model-1. Un'altra strada, classica, per irrigidire la struttura è quella di raddoppiare o triplicare il numero di pannelli della cassa: Moriyasu⁵ riportava una riduzione di ampiezza nei modi di risonanza di un doppio pannello di MDF rispetto al pannello singolo di 1,9 cm di spessore, ma l'aumento di peso e prezzo può essere un ostacolo, specialmente se parliamo di diffusori di grandi dimensioni.

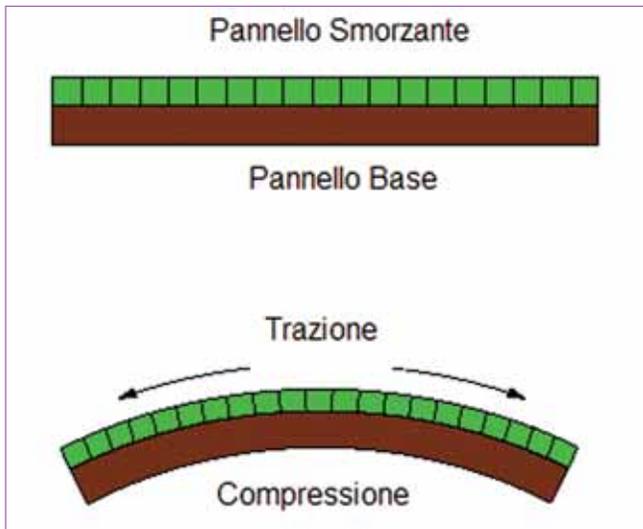
Le ultime due carte da giocare sono quella dei rinforzi interni, che aiutano a innalzare la frequenza di risonanza del pannello, e quella dell'uso di materiali smorzanti, che invece abbassano la frequenza di risonanza: i primi sono più efficaci nella soppressione delle vibrazioni rispetto al solo uso di materiale smorzante, ma nulla vieta di utilizzarli insieme. Vediamo più nel particolare le due strade percorribili, quella del *bracing* e quella del *damping*.

I RINFORZI INTERNI (BRACING)

Il primo step nella guerra alle vibrazioni consiste nell'uso di rinforzi interni nel mobile del diffusore; detti rinforzi devono essere di legno duro ad alta densità, belli spessi e fissati al pannello tramite viti e colla: per massimizzare l'area di contatto tra pannello e rinforzo, è bene che in quest'ultimo si faccia, con il trapano, un foro leggermente più grande del diametro della

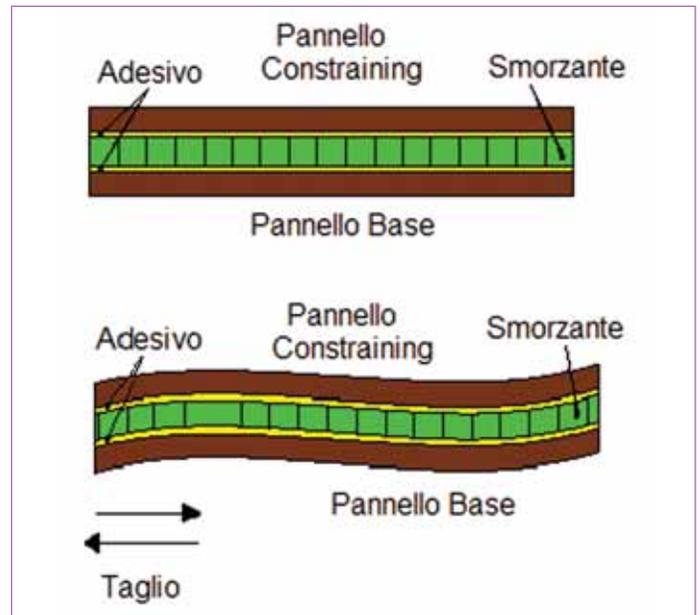
vite, ossia che la vite non "mangi" il legno del rinforzo quando avvitata. Per il tipo di colla da utilizzare è meglio evitare la vinilica e preferire una colla epossidica bi-componente o poliuretanicca a base di formaldeide (da non applicare in strati spessi pena una perdita di resistenza allo sforzo meccanico), questo sempre per massimizzare la rigidità tra le parti, rigidità in parte persa anche se usiamo pannelli di grande spessore. Infatti, se guardiamo il mobile salta subito all'occhio che il pannello frontale assomiglia a un formaggio svizzero, per i tanti buchi che abbiamo fatto per alloggiarci gli altoparlanti e gli eventuali fori d'accordo; va da sé che la rigidità originaria del nostro bel pannello frontale da 30 mm è solo un vago ricordo, e per ripristinarla useremo dei rinforzi sia verticali, che sono i più efficaci, che orizzontali, **evitando di posizionarli al centro del pannello**; se lo spazio lo permette, impiegheremo più rinforzi per pannello, collocandoli non equidistanti tra loro; volendo si può anche creare un perimetro interno di rinforzi, come ho fatto nelle *Auri*. Da ultimo, possiamo fare uso di un rinforzo tra il magnete del driver e i pannelli, con lo scopo di smaltire meglio le vibrazioni (vedi Moma, CHF n. 93), avendo cura di non ostruire il foro di decompressione dell'altoparlante, se presente, e di piazzare il rinforzo in modo tale da non interferire con l'onda posteriore della membrana, che deve essere considerata alla stregua dell'emissione anteriore per minimizzare "l'effetto rigurgito".

Il secondo step prevede l'uso di pannelli forati collocati orizzontalmente in modo da unire quattro lati della cassa: questa tecnica prende il nome di *shelf bracing* ed è visibile in **Figura 02**. I risultati migliori si ottengono con 4 fori, piuttosto che un unico foro, di forma ovale o circolare, piuttosto che rettangolare; è importante ricordare che i fori devono essere abbastanza grandi e lo spessore del pannello non eccessivo, in modo da non creare un accordo ossia che i fori non diventino dei condotti reflex. Il numero di pannelli orizzontali da usare dipende dall'altezza del diffusore: nel caso di una cassa da pavimento alta un metro circa, quattro pannelli sono un buon inizio; ricordiamoci di posizionarli in modo da non interferire con l'emissione posteriore dell'altoparlante. Un ulteriore e più impegnativo passo è quello di usare una struttura interna stile Matrix, inventata dall'inglese Bowers & Wilkins (**Figura 03**), dove una griglia di pannelli su due assi forma un bracing avanzato, accoppiando tutti i pannelli della cassa tra loro; così facendo si aumenta la rigidità del mobile e se ne diminuiscono le vibrazioni. A chi volesse cimentarsi in una simile struttura, bisogna ricordare che la scelta del woofer deve essere fatta tenendo a mente che il Matrix offre un carico non omogeneo, cosa che succede anche nei cabinet tradizionali ma in minor misura, oltre che poter essere d'ostacolo all'onda posteriore emessa dal driver: la B&W stessa evita woofer con cono in alluminio preferendo carta e fibra di Kevlar oppure Rohacell e fibra di carbonio, cioè oltre alla



In alto: Figura 04 - Extensional Damping

A destra: Figura 05- Constrained Layer Damping



rigidità della membrana è importante il suo spessore e la proprietà di assorbimento.

LO SMORZAMENTO (DAMPING)

Tutti i materiali hanno una capacità di dissipare l'energia che gli viene applicata, proprietà quantificata dal *fattore di perdita* (damping loss factor); più è alto questo valore, migliore è lo smorzamento, e a valori superiori di 0,6 corrisponde un'ottima dissipazione. Inutile dire che la maggioranza dei metalli ha valori molto bassi, mentre i materiali viscoelastici hanno ottime proprietà di smorzamento, ottenuta trasformando l'energia meccanica in calore. Per aumentare il *loss factor* di un pannello di qualsivoglia materiale, nel nostro caso legno, dobbiamo incollarli un foglio di materiale smorzante, secondo le due tecniche appresso descritte: *Extensional Damping* e *Constrained Layer Damping*. In **Figura 04** è rappresentato l'*Extensional*

Damping (ED) nel quale l'energia è dissipata grazie alle deformazioni, dovute a sforzi di trazione e compressione, d'ambo i pannelli; aumentando lo spessore del pannello smorzante aumenta il *loss factor*. L'ED, oltre che economico, è facile da utilizzare e offre buoni risultati; tra i materiali smorzanti che si possono usare vi consiglio il piombo, che però aumenta il peso della cassa, oppure materiali viscoelastici come l'Isodamp C3202-50 della EAR SC, il Fonomat 425 della AZ Audiocomp, l'Antiphon LD13, o anche fogli di materiale bituminoso usati per impermeabilizzare i tetti delle case. In ultimo prestate massima attenzione nel fissaggio del pannello smorzante al pannello base, che deve essere solidale e durare nel tempo, pena un decadimento dello smorzamento.

Nel *Constrained Layer Damping* (CLD), le pareti del diffusore sono formate da tre

strati di materiale (**Figura 05**): visto che mentre scrivo è quasi ora di cena, immagino il CLD come un *toast*, quindi alle due fette di pan carrè con in mezzo una fetta di prosciutto e di formaggio, corrispondono due pannelli di legno uniti da un materiale smorzante a loro incollato. Il CLD funziona così: l'energia applicata al pannello constraining (vibrazioni da contatto e via aria) è in parte trasmessa (sforzo di taglio) e in parte dissipata (isteresi) dal pannello smorzante, sicché l'energia risultante che arriva al pannello base è ridotta, e di conseguenza anche le sue vibrazioni; notate che, al contrario dell'ED, a un aumento dello spessore del pannello smorzante non corrisponde un aumento del *loss factor*. Da non sottovalutare il tipo di colla da usare, che deve avere un'ottima durezza al taglio. Sicuramente più efficace dell'*Extensional Damping*, il CLD offre molte varianti: è possibile impiegare materiali e spessori differenti nei pannelli constraining e base, oltre che adoperare diversi tipi di pannello di smorzamento. Ecco quindi che i punti deboli del *Constrained Layer Damping* sono un maggior costo, peso e tempo, vista la necessità di sperimentare la variante migliore attraverso la misurazione con accelerometro. Tra i materiali smorzanti vi consiglio il Fonomat 225 e il Fonogel della AZ Audiocomp, l'EAR SC CN-12. Per concludere l'argomento vi faccio una domanda: sapete quale tipo di legno ha il CLD di serie? Risposta: il multistrato!

RIDURRE LE VIBRAZIONI DA CONTATTO

Finora abbiamo visto come combattere le vibrazioni indotte dall'altoparlante agendo



Figura 06: Supporti in gomma Well-Nut

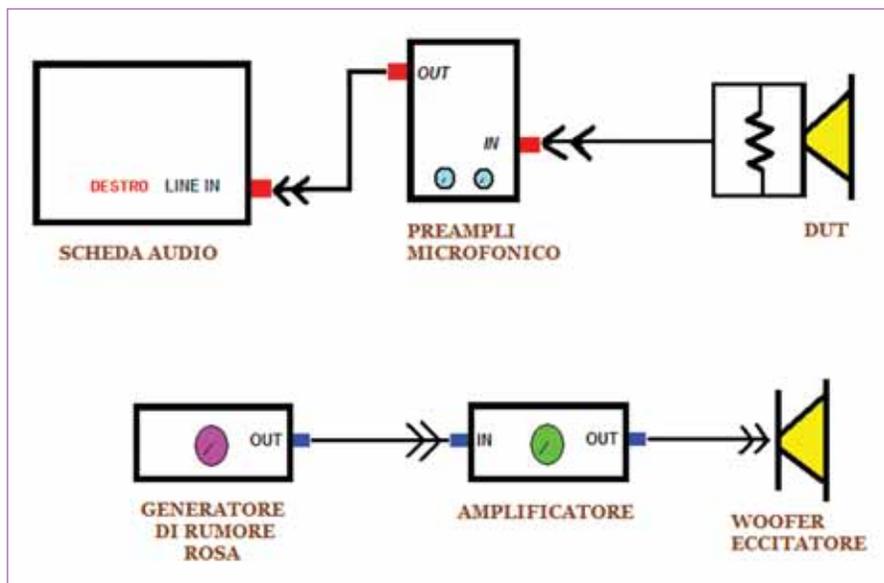


Figura 7: Collegamenti impiegati per usare il DUT come un microfono

sugli effetti delle stesse; occupiamoci ora di agire alla fonte del problema, ossia di ridurre la trasmissione delle vibrazioni da contatto. Per la terza legge di Newton (*“quando un corpo esercita una forza su un altro corpo, quest’ultimo reagisce esercitando sul primo una forza uguale e contraria”*, N.d.R.), sappiamo che è il cestello a trasmettere, al pannello, il grosso dell’energia meccanica generata dall’altoparlante, quindi se riusciamo a disaccoppiare il cestello dal pannello diminuiamo l’energia che arriva al pannello e, di conseguenza, si riduce l’ampiezza delle risonanze. Inoltre dobbiamo pensare all’interazione tra i vari altoparlanti montati sullo stesso pannello, ossia l’energia trasmessa dal woofer al pannello arriva anche al midrange e al tweeter, ipotizzando un diffusore a tre vie, e viceversa: se disaccoppiamo i driver dal pannello su cui sono montati, riduciamo anche questa causa di colorazione.

Un minimo disaccoppiamento lo otteniamo usando la guarnizione di gomma espansa tra cestello e pannello, cosa utile anche per evitare che l’aria trafigli; tuttavia le viti o i bulloni che fissano gli altoparlanti al baffle sono un ottimo mezzo di trasmissione delle vibrazioni: una maniera di ridurre il problema è quello di usare degli inserti in gomma per fissare l’altoparlante al mobile, tipo gli EAR SC Isoloss o i Well-nut o i Flex-loc, questi ultimi due facilmente reperibili in Italia. Ma se il problema è di così facile soluzione, come mai i diffusori commerciali non hanno gli altoparlanti disaccoppiati? In effetti, l’uso di inserti di gomma, come anche della guarnizione tra cestello e pannello, comporta una progettazione oculata, dovendo tenere a conto la

curva di trasmissibilità del prodotto disaccoppiante: in pratica ci sono frequenze alle quali il supporto funge da amplificatore invece che da smorzatore!

Benché non d’uso comune, la tecnica del disaccoppiamento ha dei “seguaci”: nel 1980 S. Linkwitz usava dei supporti di gomma per fissare il Kef B110, nel diffusore presentato su *Speaker Builder* 02-03-04 del 1980; B&W da anni disaccoppia i mobili dei medi e degli alti usando l’Isopath della Raychem, anche se questo serve a diminuire le interazioni tra i driver più che a diminuire l’energia che arriva al cabinet dove è alloggiato l’altoparlante; la Kef, negli anni d’oro della ricerca, utilizzava un alloggiamento speciale per woofer e midrange sempre per disaccoppiarli dalla

cassa. A livello di letteratura disponibile in merito, abbiamo il lavoro del già citato Moriyasu e quello di Jones⁷: nel primo sono usati un Peerless 831858 e i Well-Nut (Figura 06), e le misure con accelerometro mostrano una diminuzione in ampiezza dei modi secondari del pannello, come anche un decadimento temporale più veloce, rispetto al driver non disaccoppiato. Nel lavoro di Jones, invece, sono impiegati gli EAR SC E-610 con un woofer Pioneer Q13ER71 (invero è un driver piccolino: solo 13 cm), e le conclusioni affermano che il moto del diaframma del driver è solo in minima parte affetto dall’uso dei disaccoppiatori, una volta superati i 900 Hz; inoltre sia il magnete sia il cabinet trovano benefici dall’uso degli EAR, il tutto confermato da un test d’ascolto preliminare.

Dopo tutte queste premesse favorevoli, ho approfondito l’argomento delle interazioni tra gli altoparlanti adoperando i Well-Nut (da 1x1,3 cm M3) che sono di facile reperibilità in un negozio di ferramenta o di installazioni Car-Audio. Usando un pannello di multistrato (83x47 cm, spesso 1,7 cm) ho montato: un woofer da 10”, che funge da eccitatore, tramite viti e T-Nuts con interposizione di una guarnizione di gomma espansa spessa 3 mm tra cestello e pannello; un medio-basso da 7” (Focal 7K4412), che veniva misurato con perni + guarnizione oppure con Well-Nut + guarnizione. Per evitare qualsiasi diafonia, sono stati usati generatori e amplificatori distinti per ogni altoparlante.

Il primo test è stato la misura elettrica del medio-basso da 7” (DUT), mentre il woo-

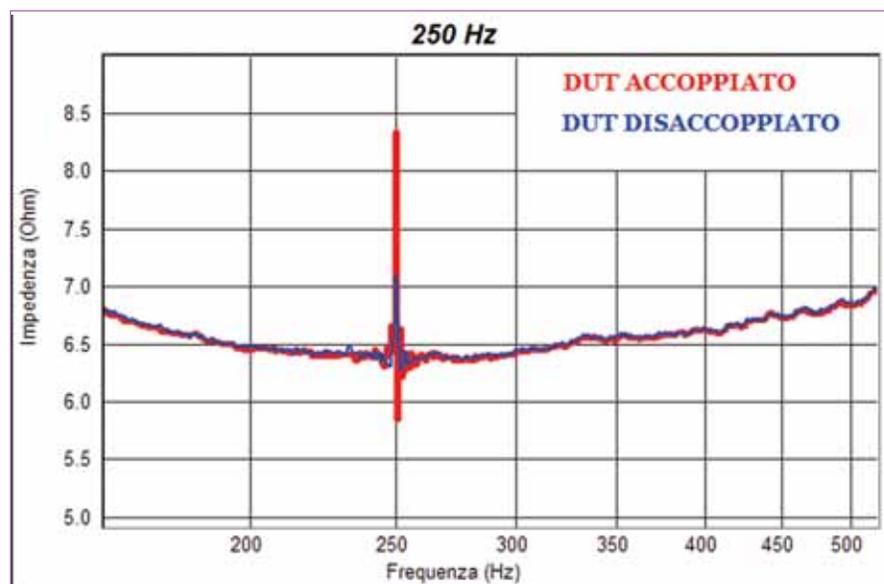


Grafico 1: Comparazione risposta elettrica DUT con Well-Nut (in blu) e senza (in rosso); il woofer eccitatore suonava un tono a 250 Hz

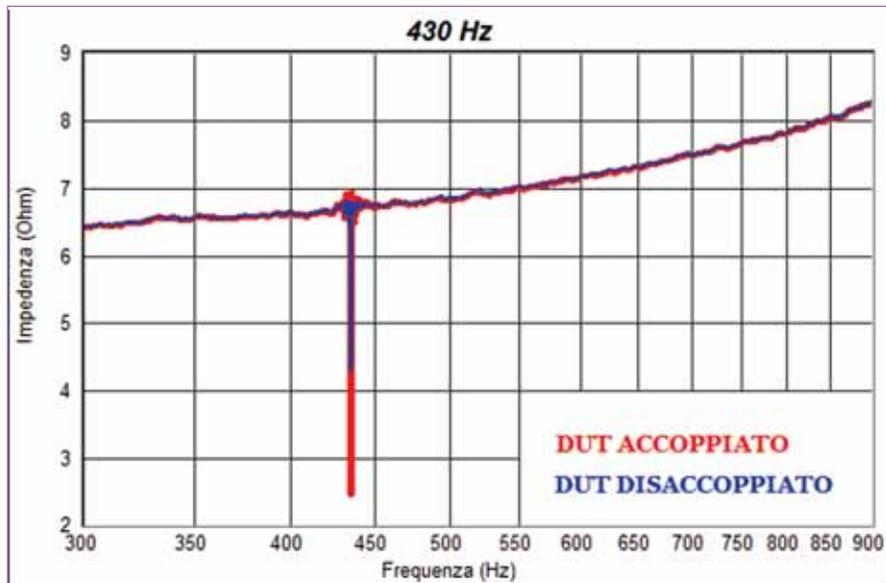


Grafico 2: Comparazione risposta elettrica DUT con Well-Nut (in blu) e senza (in rosso); il woofer eccitatore suonava un tono a 430 Hz

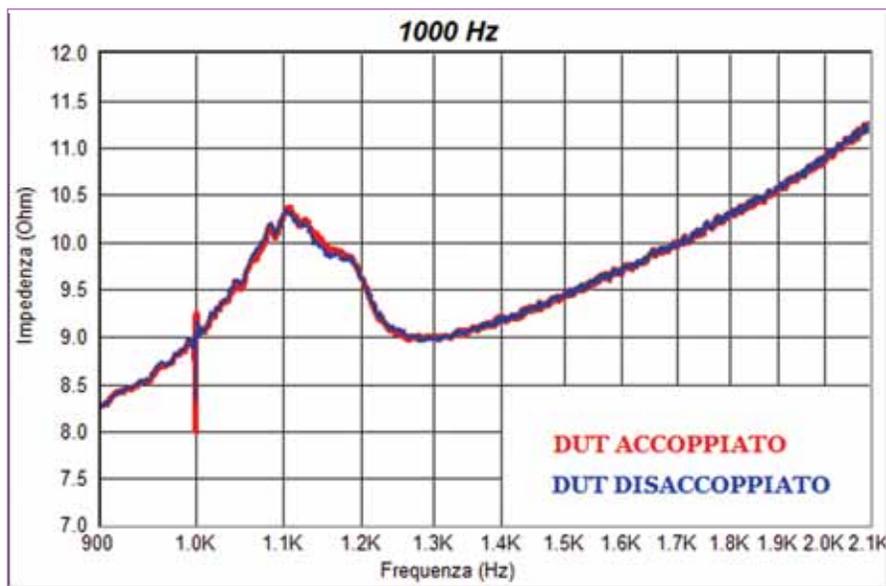


Grafico 3: Comparazione risposta elettrica DUT con Well-Nut (in blu) e senza (in rosso); il woofer eccitatore suonava un tono a 1.000 Hz

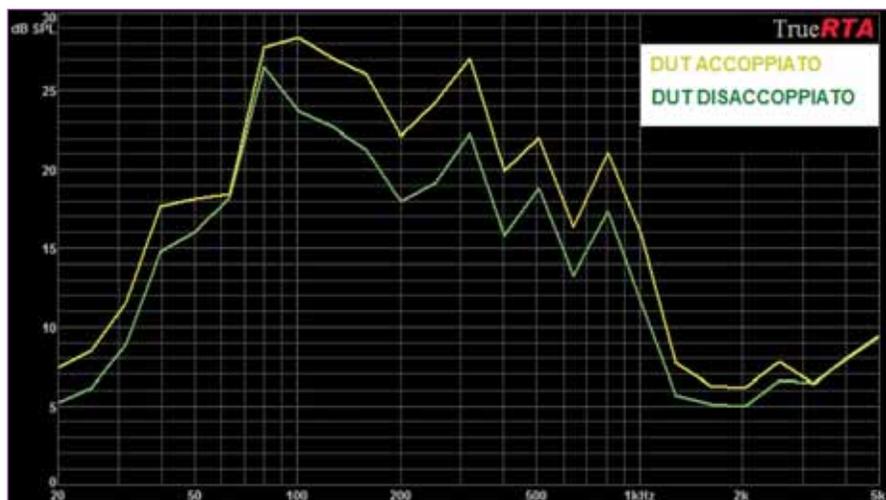


Grafico 4: RTA usando il DUT come un mic, con Well-Nut (in verde) e senza (in giallo)

fer eccitatore (WE) suonava un segnale sinusoidale a 250, 430, 1.000 Hz; i **Grafici 01, 02 e 03** mostrano una diminuzione del picco di risonanza con il DUT + Well-Nut (curva blu) rispetto al DUT fissato rigidamente (curva rossa), riduzione via via minore al salire in frequenza, come era logico aspettarsi. La misurazione è stata effettuata usando il programma freeware Speaker Workshop, ormai noto ai lettori di CHF.

Un secondo tipo di misurazione è nato da una delle tante telefonate con l'amico Valerio Russo (l'autore del SuperJig, vedi CHF n. 86-88-89), il quale mi proponeva di usare il DUT a mo' di microfono: vi anticipo che Valerio e io stiamo lavorando insieme a due progetti molto interessanti, in ambito diffusori acustici, che leggerete sulle pagine di CHF in un futuro non immediato.

Torniamo alle connessioni, visibili in **Figura 07**: il DUT è collegato all'ingresso microfonico del preamplificatore, la cui uscita è collegata all'ingresso della scheda audio; il woofer eccitatore è collegato all'uscita dell'amplificatore, a sua volta connesso a un generatore di rumore rosa. Il software di misurazione usato è un analizzatore in tempo reale, che si chiama TrueRTA, e i valori in dB sono relativi. Il medio-basso Focal ben si prestava a questo tipo di misurazione, dato che ha una membrana rigida e poco smorzata, delle sospensioni non molto frenate e una risposta ben estesa sia in basso sia in alto; unica accortezza è stata quella di usare una resistenza da 0,2 ohm in parallelo al DUT per simulare il collegamento all'amplificatore, come avviene nella realtà, e quindi sfruttare lo smorzamento elettrico dell'altoparlante. Il **Grafico 04** evidenzia come l'uso dei Well-Nut riduca l'energia che arriva sul diaframma del DUT fino a 65 Hz anche se non di molto; tra 65 e 80 Hz le curve sono sovrapposte, mentre da 80 a 3.200 Hz il DUT disaccoppiato ha ben ridotto l'energia trasmessa dal woofer eccitatore.

Appurato quindi che usando i Well-Nut abbiamo ridotto la trasmissione delle vibrazioni da contatto tra i driver montati sullo stesso pannello, dobbiamo cercare di capire se ci sono degli effetti collaterali. La prima verifica è stata quella di misurare l'impedenza del Focal fissato al pannello con i perni, e poi di ripetere la misura utilizzando i Well-Nut (in ambo i casi c'era anche la guarnizione di gomma espansa): il picco dell'impedenza alla risonanza risultava minore in ampiezza usando i supporti di gomma e, di conseguenza, il valore del Qms diminuiva nella misura del

6%. Il tutto era prevedibile, visto che l'accoppiamento driver-baffle è meno rigido (o più smorzato) quando si usano i Well-Nut, ma ci serve a ricordare che quando misuriamo un altoparlante in aria libera per ottenere i parametri di Thiele e Small, dovremmo fissarlo nelle stesse condizioni di come poi verrà utilizzato.

La seconda verifica è stata quella di misurare la risposta in campo vicino del DUT, sempre con e senza i Well-Nut, e il **Grafico 05** mostra il risultato (la linea rossa ha spessore maggiore per una migliore visualizzazione): dai 38 Hz in su le curve sono identiche, e a 1.100 Hz il buco è leggermente più pronunciato con il DUT montato rigidamente; sotto i 38 Hz le differenze sono minime e non tali da far preferire una curva all'altra, tenendo in conto che la F_s dell'altoparlante è a 43 Hz. Nella terza verifica (**Grafico 06**) ho confrontato la risposta all'impulso in campo lontano delle due configurazioni, e anche qui non si nota granché se non dei picchi appena più in evidenza nel DUT disaccoppiato, ma sono differenze che non hanno un grande significato, tanto è che sia la *Step Response* che la risposta in frequenza gated (ambidue calcolate dalla risposta all'impulso) mostrano curve simili. Infine vi faccio vedere i grafici waterfall del *Cumulative Spectral Decay*, ottimo indica-

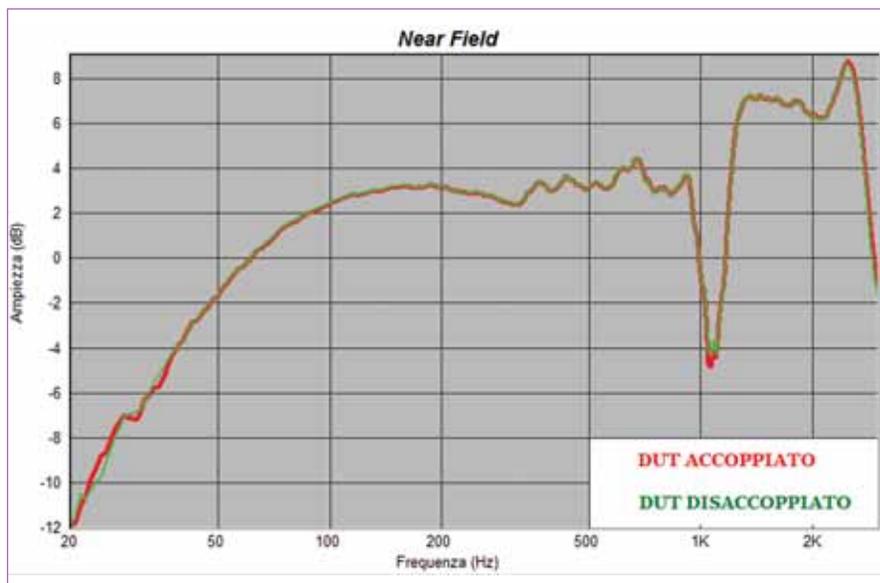


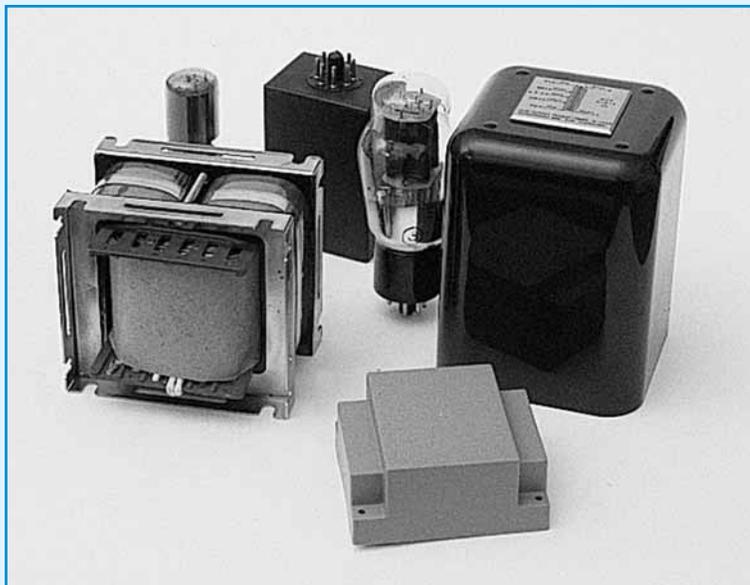
Grafico 05: Risposta in campo vicino, con Well-Nut (in verde) e senza (in rosso)

tore del decadimento temporale delle risonanze, ottenuti dalla risposta all'impulso in campo vicino (microfono a 10 cm dalla cupola parapolvere del DUT) nelle due configurazioni: le differenze sono minime, quasi impercettibili (**Grafici 07 e 08**). Per questa misura ho usato il programma ARTA.

Tiriamo le somme a quanto detto sinora: vale la pena disaccoppiare gli altoparlanti?

La risposta non è facile. Abbiamo visto che l'uso dei Well-Nut, o simili, aiuta a smorzare le vibrazioni indotte, ma rende meno rigido l'accoppiamento driver-baffle: se da un lato guadagniamo riducendo il suono dei pannelli e le interazioni tra i driver, dall'altro perdiamo in dettaglio e risposta ai transienti; bisogna vedere, caso per caso, quale dei due lati ha valenza maggiore e decidere di conseguenza.

TRASFORMATORI AUDIO? *Ma certo, li produciamo da 30 anni*



TECNOTRAFO - EURO ELEKTRIC CONSULT
Viale Rimembranze 93 - Tel. 02.24.09.937
20099 Sesto S.Giovanni (MI)

Nei nostri 30 anni di attività noi della EURO ELEKTRIC CONSULT non abbiamo mai smesso di occuparci di trasformatori audio per HI-FI.

Buona parte della nostra produzione, che spazia in tutti i settori dell'industria, è sempre stata costituita da componenti avvolti destinati ad applicazioni audio e più specificatamente per amplificatori valvolari. Per questo, il recente ritorno di questi amplificatori per HI-FI spinta non ci ha colto impreparati: semplicemente perché per noi non rappresenta niente di nuovo.

Oggi EURO ELEKTRIC CONSULT può offrire all'audiofilo più esigente e incallito una vastissima gamma di trasformatori di uscita, sia per push-pull che per single ended e single ended parallelo, a cominciare dalla 2A3, EL34, 6L6GC, KT66, KT88, 6550, 300B, 6C33, RE604, SV811 e molte altre valvole per finire con quel gioiello che è il trasformatore per la 211 (il nostro fiore all'occhiello). Sono disponibili pure trasformatori di accoppiamento, interstadio, driver, invertitori di fase.

Segnaliamo l'ultimo nato: il trasformatore di accoppiamento tra una 2A3 (pilota) e la 211 o la 300B (finale). Costruiamo pure trasformatori di alimentazione e induttanze di filtro su specifica tecnica del cliente.

Tutto viene realizzato coi migliori materiali magnetici oggi disponibili del mercato, con cura artigianale e, ci sia concesso, con la grande passione audiofila che da sempre condividiamo col nostro esigetissimo pubblico.

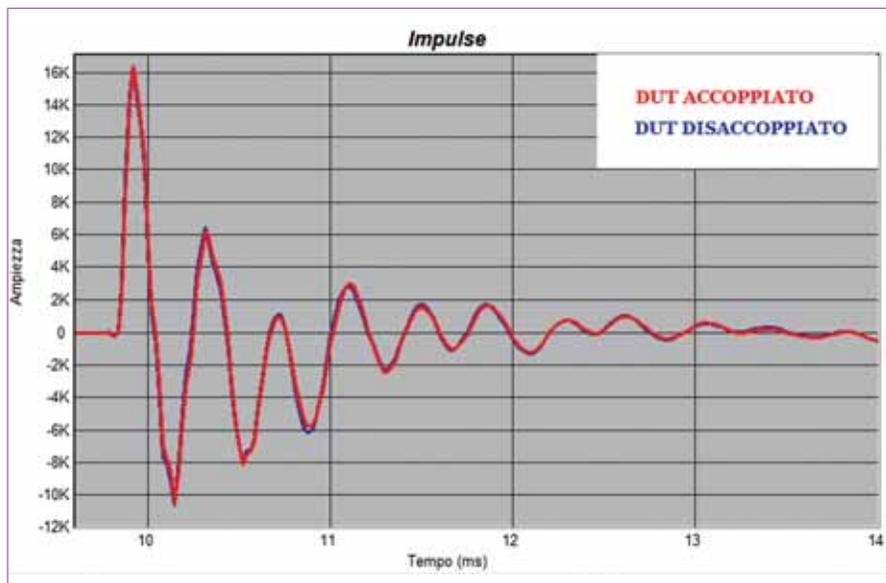


Grafico 06: Risposta dell'impulso, con Well-Nut (in blu) e senza (in rosso)

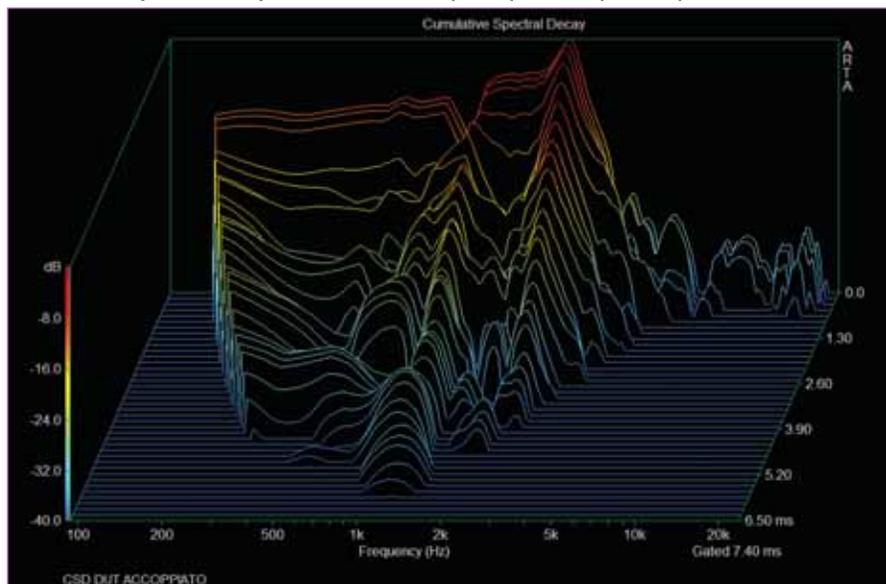


Grafico 7: Cumulative Spectral Decay in campo vicino, senza Well-Nut

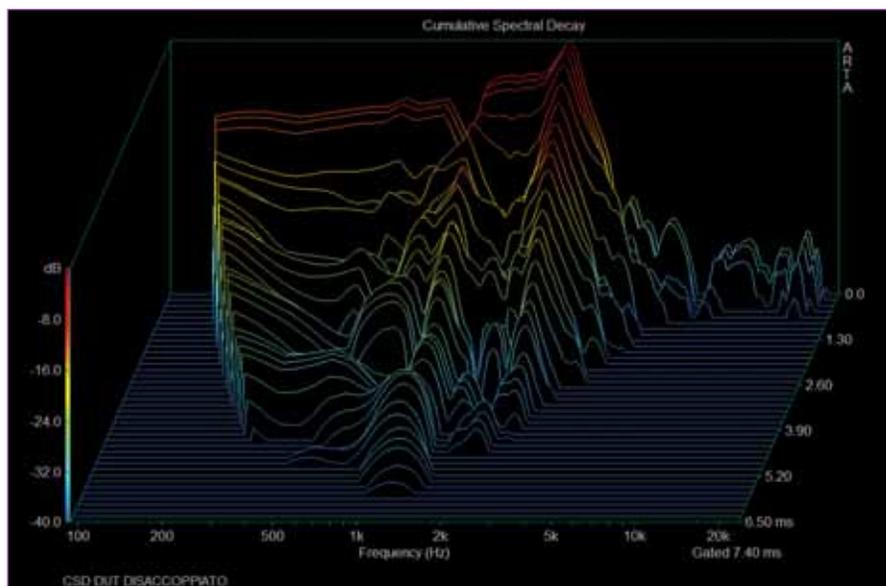


Grafico 8: Cumulative Spectral Decay in campo vicino con Well-Nut

Sicuramente eviterei l'uso di qualsiasi tipo di supporto di gomma con woofer superiori agli 8", e in ogni caso verificherei sempre all'ascolto e strumentalmente il loro effetto; sul medio e sul tweeter consiglio il disaccoppiamento ma *cum grano salis*, ossia l'ultima parola spetta al vostro orecchio.

CONCLUSIONI

Il problema delle vibrazioni indotte dall'altoparlante ha molte facce, ma ci sono metodi per diminuirne gli effetti visto che eliminarle completamente non è possibile. Del resto non esiste una ricetta pronta contro le vibrazioni, ma questo dovrebbe essere un ottimo stimolo, per il lettore, alla sperimentazione, seguendo le linee guida che ho descritto. Una mia ricetta di massima, per un ipotetico diffusore a tre vie, è quella di costruire un mobile solo per il woofer, mobile bello rigido in multistrato marino e con rinforzi interni in modo da aumentarne la frequenza di risonanza oltre i 1.000 Hz, supponendo il range d'utilizzo del driver entro i 500 Hz; in un altro mobile di MDF, disaccoppiato dal primo, prende posto il midrange, e l'uso di pannelli smorzanti (ottimo il piombo che aggiunge massa) abbassa la risonanza ben al di sotto dei 500 Hz; il tweeter lo monterei nello stesso mobile del midrange ma usando i Well-Nut. Spero di vedere presto le vostre realizzazioni, mettendo in pratica quanto detto; nel frattempo vado a scrivere il mio prossimo articolo, sulle onde stazionarie che si formano nel diffusore acustico.

Bibliografia:

- 1) D. A. Barlow, "Sound output of loudspeaker cabinet walls", 50th AES Convention, Preprint Number: L-17, Febbraio 1975
- 2) W. R. Stevens, "Sound radiated from loudspeaker cabinets", 50th AES Convention, Preprint Number: L-16, Febbraio 1975
- 3) A. Fryer, "Intermodulation Distortion Listening Tests", 50th AES Convention, Preprint Number: L-10, Febbraio 1975
- 4) Juha Backman, "Effect of Panel Damping on Loudspeaker Enclosure Vibration", 101th AES Convention, Preprint Number: 4395, Ottobre 1996
- 5) James Moriyasu "Panel damping studies: Reducing loudspeaker enclosure vibrations", *Audioexpress* 02/2002
- 6) James K. Iverson, "The Theory of Loudspeaker Cabinet Resonances", *AES Journal* Volume 21 Number 3, Aprile 1973
- 7) A. Jones, "Loudspeaker driver de-coupling, a preliminary report"