

Il tweeter del dottor Heil

Indagini per un progetto oculato

Nel 1973 il dottor Oskar Heil progettò e costruì un'unità medio-alta completamente diversa da tutto quanto veniva prodotto all'epoca. Erano gli anni della scoperta dell'alta fedeltà, che iniziava a diventare un fenomeno di mercato appetibilissimo, ed evidentemente c'era già chi si preparava ad immettere nei negozi diffusori a basso prezzo estremamente accattivanti ma con prestazioni discutibili. Tra i tanti che si davano da fare per realizzare casse che suonassero decentemente e che costassero molto poco ci furono molti progettisti illuminati che capirono, in netta controtendenza, che non si poteva realizzare nulla di concettualmente semplice

che potesse bilanciare costi ridotti e prestazioni eccellenti. Il dottor Heil dovette ragionare più o meno così: *"Per costruire un tweeter dalle prestazioni elevate occorre una membrana leggerissima, un potente complesso magnetico ed una emissione dipolare che possa aprire il suono e non confinarlo in una membrana piccola"*.

Per poter realizzare ciò che si era proposto occorreva in seconda battuta una superficie di emissione notevole, ma che non fosse direttiva e nemmeno lenta. Una superficie di generose dimensioni chiamate a riprodurre frequenze elevate avrebbe dovuto essere immersa in un campo costante sulla superficie, campo che sarebbe stato certamente abbastanza invasivo dal punto di vista acustico. Insomma, la membrana doveva essere grande ma non flettersi, essere immersa nel campo del magnete ma non essere ostruita nell'emissione dalla sua presenza. Alla fine sopraggiunse l'idea risolutiva, quella che metteva d'accordo tutte le specifiche richieste. Si poteva infatti stampare una metallizzazione su un



supporto isolante e leggero di discrete dimensioni e pieghettarlo poi come una fisarmonica per farlo diventare stretto e poco direttivo. Immergere in un possente traferro questa bobina mobile appariva impresa ancora complessa, ma la seconda idea brillante che venne al dottor Heil sembrava perfetta per lo scopo: immergere la bobina mobile "a fisarmonica" in un campo generato da magneti possenti e sostenuto da lamelle metalliche estremamente sottili, che potevano per altro essere disegnate a forma di lente acustica, in modo da aumentare la dispersione orizzontale. La membrana immersa nel campo avrebbe avuto la possibilità di allargarsi e restringersi a seconda della corrente circolante nella bobina mobile, spostando aria ad una velocità impressionante e per giunta con una eccellente sensibilità. In pochi anni il tweeter di Heil fu posto sul mercato su un diffusore storico, che aveva l'unico difetto di essere un "non senso" teorico, con un woofer da dodici pollici caricato da un reflex passivo dal non esal-

tante smorzamento, woofer che veniva ad essere incrociato direttamente col velocissimo tweeter e che naturalmente era impossibilitato dalla massa a rincorrere la leggerissima membrana. Questo modello ebbe comunque un discreto successo, soprattutto per merito del tweeter, che nonostante una resa forse un tantino aggressiva lasciava trasparire una scena ed una prestazione di livello superiore. In pochi anni il tweeter di Heil si conquistò folle di estimatori e pure qualche critica feroce. In una situazione di stallo venne fuori in Italia, da parte dell'importatore della Ess, un diffusore che risolveva abbastanza elegantemente la faccenda del tweeter incrociato

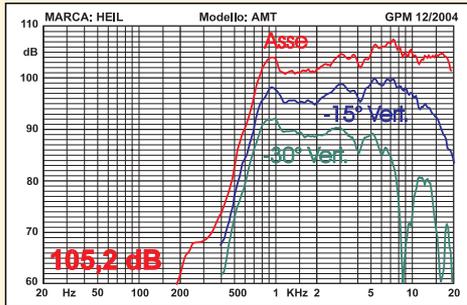
troppo in basso con un woofer troppo grande. Marchese, questo il nome dell'importatore, in effetti interpose un midrange tra il velocissimo tweeter ed il pesante 12 pollici, che fu sostituito con un modello diverso, dai parametri un po' strani, ma che aveva il merito di poter funzionare sia in sospensione pneumatica che in bass reflex, un reflex oltretutto accordato molto in basso, addirittura, se la memoria non mi tradisce, al di sotto della frequenza di risonanza. Anche se all'apparenza il tweeter è rimasto lo stesso, in effetti si è assistito negli anni a modifiche più o meno efficaci per migliorarne le già notevoli prestazioni. Il supporto della membrana, originariamente in teflon, è poi stato sostituito dal mylar e, in questa ultima release a nostra disposizione per il test, dal kapton, che essendo più leggero ha innalzato leggermente la risonanza portandola dagli originari 700 Hz agli attuali 900, con una risposta meno regolare sull'asse ma, secondo chi scrive, meglio distribuita nello spazio.



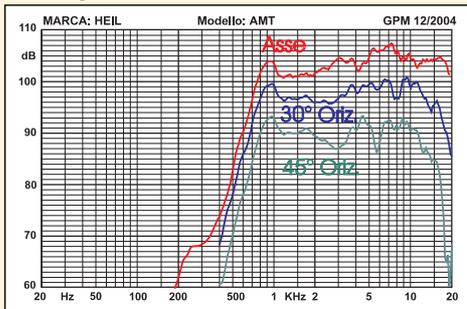
CARATTERISTICHE RILEVATE

Sensibilità 1 canale, 2,83 V / 1 m: 105,2 dB

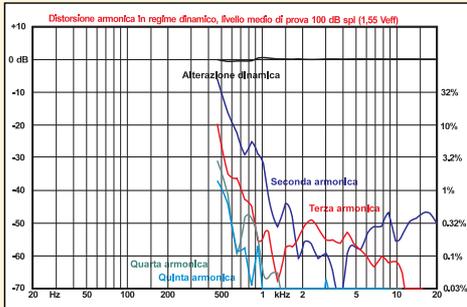
Risposta in frequenza a 2,83 V/1 m a vari angoli verticali



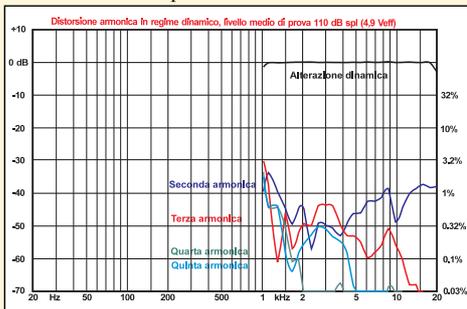
Risposta in frequenza a 2,83 V/1 m a vari angoli orizzontali



Distorsione di 2a, 3a, 4a, 5a armonica e alterazione dinamica a 100 dB spl

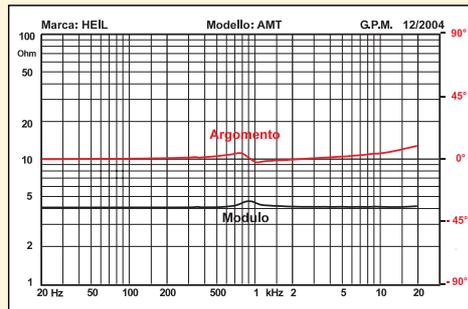


Distorsione di 2a, 3a, 4a, 5a armonica e alterazione dinamica a 110 dB spl

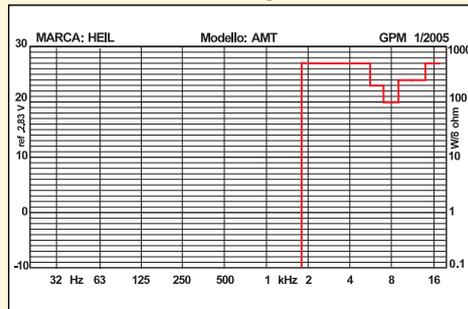


Le generalità di questo tweeter sono tutte declinate nelle prime tre misure, che volutamente ho lasciato nella grafica originale di MLSSA. La **misura 1** visualizza la risposta all'impulso del tweeter posizionato sopra il cabinet di un diffusore e sistemato in modo da non interferire con i bordi del mobile. Come possiamo vedere siamo vicinissimi ad un impulso ideale, con un

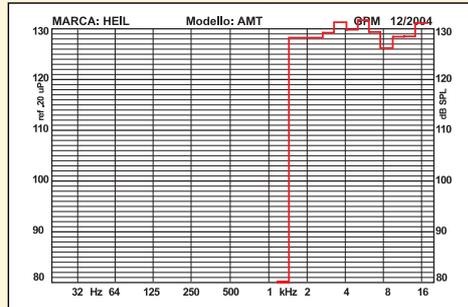
Modulo ed argomento dell'impedenza



MIL livello massimo di ingresso (per distorsione di intermodulazione totale non superiore al 5%)



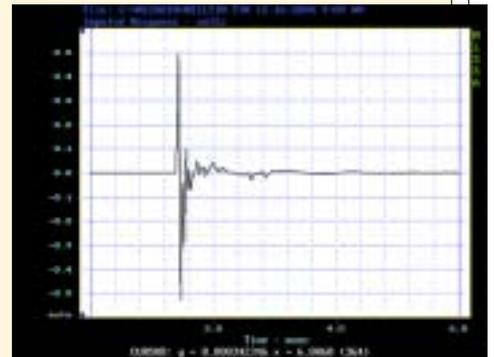
MOL livello massimo di uscita (per distorsione di intermodulazione totale non superiore al 5%)



decadimento velocissimo ed un tempo di salita "da amplificatore". Possiamo anche notare, tra l'altro, il "silenzio" della camera anecoica, che si manifesta chiaramente sia prima che dopo l'impulso. La **misura 2** rappresenta la risposta temporale, che si esaurisce un qualche centinaio di microsecondi, quasi brutalmente, senza esitazioni e senza tentennamenti. La prima rilevazione che ci deve far riflettere è rappresentata in **misura 3**, la cosiddetta waterfall, che rappresenta il decadimento della risposta nel tempo. Come possiamo vedere le frequenze a cavallo della risonanza tardano a smaltire la loro energia, mentre da 1900 Hz a salire tutte le frequenze vedono il livello diminuire molto velocemente. Passando alle misure classiche, possiamo notare come la risposta del nuovo supporto in kapton sia caratterizzata da una partenza da circa 102 dB, con le due alterazioni a 3000 e a 7000 Hz che innalzano il livello per una media totale prossima ai 105 decibel. La risposta alle varie angolazioni orizzontali e verticali risente della foggia del trasduttore, ma rimane regolare fino alle frequenze alte, comunque gestibile nel progetto del crossover, visto il livello elevato. Il modulo dell'impedenza è praticamente costante a cavallo dei 4 ohm, con un solo minuscolo picco a cavallo dei 900 Hz, la frequenza di risonanza del nastro. Inutile la misura della distorsione a 90 decibel, che vede

tutte le componenti armoniche schiacciate alla base del grafico, mentre la misura a 100 ed a 110 decibel mostra due cose interessanti: inutile, ancora una volta, scendere troppo con la frequenza di taglio, visto che la distorsione diventa elevatissima quando si scende sotto i 1000 Hz; in seconda battuta, notiamo come a 110 decibel di pressione media la quinta armonica si produce in uno "svarione" a cavallo dei 2700 Hz. In verità riteniamo che nella pratica dell'incrocio con altoparlanti "normali" questa condizione non verrà probabilmente mai raggiunta, comunque è un segno dell'irrigidimento della resa del trasduttore quando viene "tirato per i capelli". Va notato, tuttavia, come le altre armoniche siano comparabili, a 110 decibel di pressione, a quelle di molti altoparlanti quando sono misurati a 90 decibel. La curva di MIL mostra come il trasduttore, lo ripeto, misurato senza alcuna attenuazione, mostra segni di incertezza a cavallo degli 8000 Hz, ove la massima potenza scende a "soli" 100 watt. La MOL che comunque viene fuori non ha storia, con tutta la banda di misura prossima ai 130 decibel e con i 5000 Hz addirittura fuori grafico. Da record!

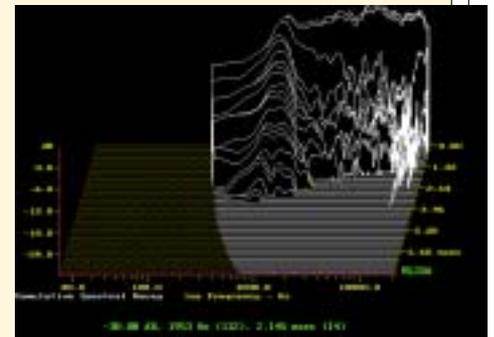
G.P.M.



Misura 1. La risposta all'impulso.



Misura 2. La risposta nel tempo.



Misura 3. La waterfall.

Il progetto della rete di filtro

Ed eccoci giunti finalmente al discorso più critico che non possiamo più evitare, quello dei parametri di progetto di una rete di filtro crossover per poter incrociare questo trasduttore con i malcapitati midwoofer a cui viene affidato l'ingrato compito di lavorare assieme al "bestione velocissimo" di Oskar Heil. Devo ammettere che nel corso della mia carriera ho "incrociato" spesso il tweeter di Heil senza mai riuscire, vuoi per tempo vuoi per mancanza di attrezzature "in loco", a confrontare le sensazioni di ascolto con quello che sentivo. In particolare posso ammettere che escludendo la gamma altissima, quasi sempre stupenda, godibile e dipendente dalla qualità delle elettroniche a monte, è tutto quanto compreso tra la frequenza di incrocio e la banda dei 10-20.000 Hz a presentare delle caratterizzazioni spesso ai limiti del buon gusto musicale. Il problema risiede spesso nel controllo dell'emissione fuori asse, un piccolo dettaglio a cui non molti prestano attenzione, nemmeno quando affermano con malcelato orgoglio, che il filtro crossover è stato "progettato soltanto con la musica". Ora, personalmente, vorrei vedere la musica che ascoltano questi maghi, vorrei vedere una traccia, o anche 5 - 6 tracce, che contengono tutte le spigolature della musica, col campo riverberato assolutamente perfetto o, al minimo, con una fase corretta. Ma non è questo che ci interessa, tanto non troveremo mai argomenti capaci di spostare di un millimetro chi non ha mai dubbi nella riproduzione musicale e, più in generale, nella vita (quelli che, secondo me, sono i veri perdenti). Noi vogliamo provare a disegnare un crossover sulla scorta delle impressioni di ascolto e delle misure che abbiamo effettuato in camera anecoica. Cominciamo da lontano, dalla waterfall, che ci ha dimostrato con una certa chiarezza che il "Nostro" deve essere ben attenuato a cavallo dei 1000-1500 Hz per non riprodurre la risonanza che possiamo vedere in questa misura, difficile da smaltire con la stessa velocità bruciante delle frequenze superiori. Diciamo allora che qualunque filtro si intenda disegnare bisogna che nella sua curva attenui queste frequenze di almeno una decina di decibel, operazione come vedremo non difficile. A questo punto possiamo permetterci una considerazione inusuale: visto che presumibilmente atteneremo di molti decibel il trasduttore (che, ricordiamolo, possiede almeno dieci dB di sensibilità in più rispetto ai midwoofer con cui dovrà interfacciarsi), è possibile scegliere di realizzare un filtro del primo ordine acustico con una certa serenità dal punto di vista della tenuta in potenza, tanto più che un incrocio acustico, poniamo, a 2200-2500 Hz per una risposta piatta in questo intervallo di frequenze necessita di un taglio acustico a cavallo dei 3300-3500 Hz.

Ci potremo allora trovare nella condizione di dover tenere conto della risposta del diffusore attorno alla frequenza di risonanza ma soltanto per poterne curare l'andamento, consci del fatto che ottenere una risposta assimilabile ad un passa-alto del primo ordine a tutte le frequenze rimane una pura e semplice utopia. Anche nel caso di un tweeter di queste dimensioni, infatti, non si può prescindere dalla sua risposta non filtrata, assimilabile a quella di un passa-alto del secondo ordine a frequenze inferiori alla risonanza, quantificata intorno ai 900 Hz. Occorre allora mettere nel conto l'irregolarità a 900 Hz, compensandone gli effetti sul-

la **risposta del comportamento** fuori asse, da tenere nella massima attenzione, e cercare di addivenire ad una rete di filtro che risulti un buon compromesso tra risposta sull'asse e risposta angolata.

Il progetto del filtro del primo ordine

Una volta caricati i file nell'archivio di Audio For Windows possiamo immediatamente realizzare un sistema a due vie, assegnando ad una via la risposta del tweeter di Heil ed all'altra una risposta idealmente piatta da 20 a 20.000 Hz, che opportunamente filtrata elettronicamente o passivamente costituisca la "linea guida" sulla quale "piegare" la risposta del nostro muscoloso tweeter. La scelta di base, per un crossover del primo ordine reale, con un tweeter dotato di una risposta altrettanto reale, è quella di spostare più in alto la frequenza di taglio, visto che risposta acustica ed offset del woofer fanno il resto. Ma di questo abbiamo già parlato. In questa sede ci preme soltanto notare che per ottenere un incrocio flat sia sull'asse che fuori asse a circa 2500 Hz occorre scegliere un incrocio acustico a 3400 Hz, che puntualmente viene trovato con AFW grazie alla curva di riferimento scelta prima. Come

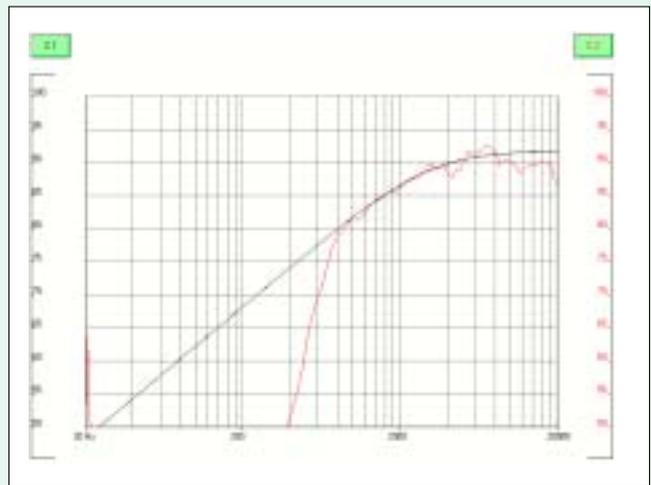


Figura 1.

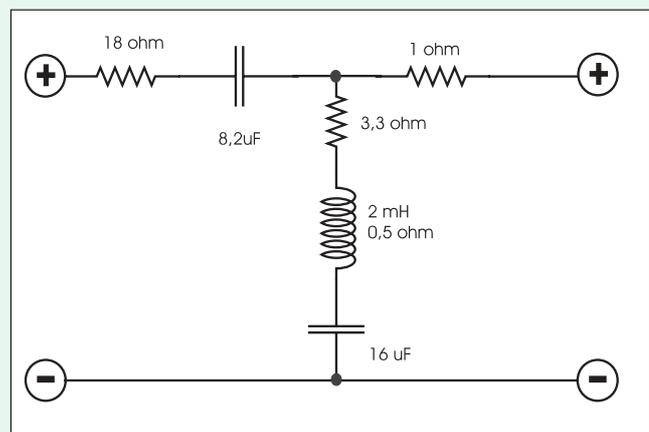


Figura 2.

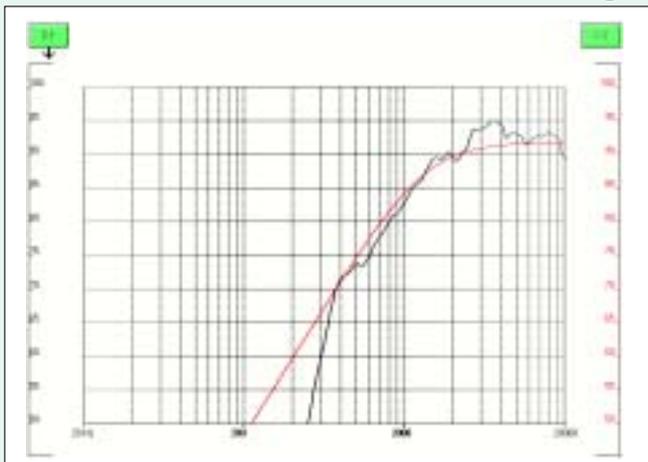


Figura 3.

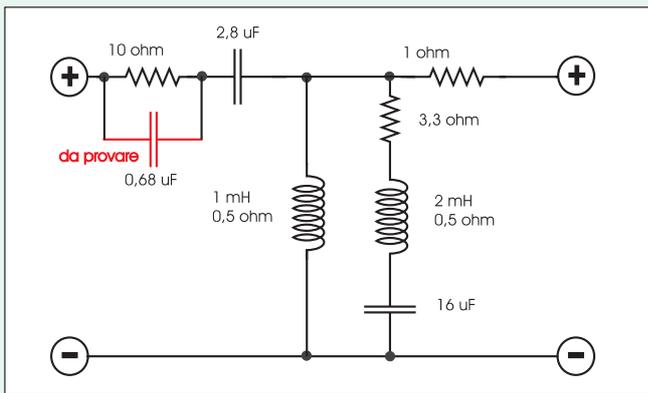


Figura 4.

è visibile in **Figura 1** l'aderenza al modello teorico è valida fino ad 880 Hz, grazie alla complicità della cella risonante centrata a questa frequenza. Lo schema elettrico è visibile in **Figura 2** e prevede anche un condensatore da 0,68 microfarad per linea-

rizzare la risposta in alto posto in parallelo alla resistenza di attenuazione da 18 ohm. Non sono proprio sicuro che serva, ma visto il valore ed il costo possiamo utilmente considerare questo condensatore come un test in più da fare. Come possiamo notare c'è una seconda resistenza di attenuazione, posta vicino al tweeter, che serve per modellare meglio la risposta e per poter controllare la bruciante accelerazione del tweeter. Ovviamente, anche in questo caso se ne può aggiungere il valore alla resistenza da 18 ohm. In entrambi i casi appare lecito ipotizzare una qualità della resistenza fuori dall'ordinario, ovviamente realizzata con dei paralleli di resistenze a strato di carbone. Per mia esperienza, inoltre, "è fatto assoluto divieto" circa l'uso di resistenze ceramiche o di natura simile, fosse anche di nobilissima nascita, costruita magari in una notte di luna piena, cielo sereno e senza vento.

Progetto di un filtro di secondo ordine

Se la ragione prevale sul sentimento è possibile, ovviamente, semplificare ulteriormente la vita al tweeter e realizzare un filtro del secondo ordine. Vi faccio notare che personalmente preferirei la cella del primo ordine, ma vallo a spiegare ai woofer, che in genere a questo tipo di filtro reagiscono sempre molto male, a partire dai 3500-4000 Hz in su, specie sulla risposta fuori asse. La cella del secondo ordine realizzata con AFW ci porta ad una risposta visibile in **Figura 3** adottando lo schema di **Figura 4**. Come possiamo vedere anche in questo caso è stata tenuta la cella risonante RLC e la resistenza da un ohm, aggiungendo alla resistenza attenuatrice di ingresso e al condensatore passa-alto una induttanza verso massa. Ovviamente è stato scelto un filtro dall'andamento Linkwitz centrato a 2500 Hz. Va notato come la resistenza di ingresso sia diminuita con un condensatore più che dimezzato rispetto al filtro del primo ordine. Nelle figure della risposta annotiamo ancora una certa esaltazione a 7000-8000 Hz che potremmo facilmente eliminare, ma guardando il grafico delle risposte angolate e ricordando che la risposta anecoica in asse rappresenta soltanto una parte dell'emissione che sentiamo in ambiente... potete darvi una risposta da soli.

G.P.M.

Conclusioni

Un tweeter splendido, con una dinamica travolgente ed una grana davvero incredibile. Come tutti i fuoriclasse, anche questo pretende che le sue interfacce siano perfette e non ammette componenti mediocri o lenti nel seguirlo. Con questo trasduttore, tanto prestante quanto costoso, è possibile realizzare una via alta di livello elevatissimo, a patto di realizzare un filtro crossover ben ragionato, calibrando attentamente sia il livello del trasduttore emesso in ambiente (vi ricordo che è un dipolo e quindi il livello della sola "risposta anecoica" potrebbe non fornire un bilancio esatto della situazione) che l'andamento in gamma d'incrocio. Ad un crossover disegnato con troppa disinvoltura in genere risponde con una resa eccessivamente aggressiva, con una variazione dell'equilibrio timbrico che cambia col livello ed in generale con una resa affaticante. Con queste pagine abbiamo inteso fornire tutte le rilevazioni utili a chiarirne, una volta per tutte, i limiti e ad evidenziarne le enormi qualità. Ora tocca a voi.

Gian Piero Matarazzo

