

## Carico difficile: come i diffusori torturano gli amplificatori

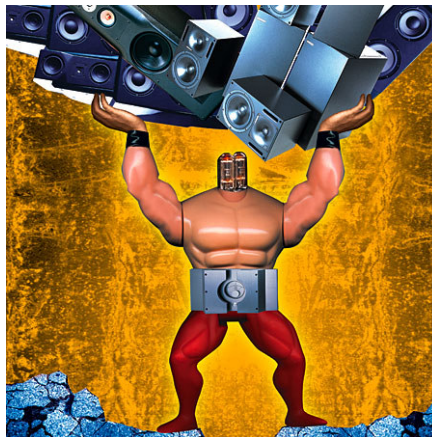
Da Keith Howard • Inviato: 29 lug 2007

Stereophile

(Traduzione da Google, rivista e aggiustata da Mario Bon)

n.d.t. = nota del traduttore

Perché, nelle riviste di altoparlanti, viene misurata l'impedenza (assumendo che la rivista in questione si preoccupi di misurare qualsiasi cosa)? In generale per una sola ragione principale: per stabilire se l'altoparlante presenta un carico "facile" o "difficile" per l'amplificatore. Nel contesto di progetto, possono essere estratte da un grafico di impedenza in funzione della frequenza molte più informazioni (come i dettagli dell'allineamento dei bassi e le indicazioni di risonanze interne o strutturali che possono essere difficili da identificare da misure acustiche). Ma, per il pubblico, l'interesse principale per l'impedenza del diffusore sta nell'ottenere qualche indicazione della sua compatibilità con un determinato amplificatore.



Quindi si può essere sorpresi nell'apprendere che le misure convenzionali di impedenza non fanno un buon lavoro. Questo non è - come Matti Ojala ha suggerito nel 1980 (note 1, 2) - perché gli altoparlanti, nel riprodurre segnali musicali, a volte presentano impedenza molto più bassa di quanto indicato dalle misurazioni stazionarie convenzionali. Sebbene Ojala e colleghi abbiano dimostrato che si possono trovare segnali che inducono gli altoparlanti a comportarsi in questo modo, non hanno mai offerto alcuna prova che tali forme d'onda si verifichino con regolarità significativa nei programmi musicali.

Quello che è stato lasciato da dimostrare ad altri, e che i loro risultati suggeriscono [sospiro di sollievo] è che questo fenomeno non ha una qualsiasi rilevanza pratica. Questo è ciò che Eric Benjamin del Dolby Labs ha trovato quando ha esaminato la questione nel 1994 (nota 3). E' quello che ho trovato, anche io, quando ho involontariamente ripreso alcuni dei lavori di Benjamin nel 2005 (nota 4), anche se con un approccio di analisi via software, piuttosto che l'oscilloscopio. Anche se in questo contesto non è possibile fornire una prova negativa (c'è sempre la possibilità che alcuni pezzi di musica contengano la forma d'onda necessaria ad un particolare altoparlante per dimostrare l'effetto Ojala) i dati disponibili indicano che ciò probabilmente accade molto raramente, se non mai.

No, il problema con misure convenzionali di impedenza non risiede nel metodo di misurazione in sé ma nella modalità di presentazione dei risultati. Per capire perché questo avviene, dobbiamo prima guardare lo stadio di uscita dell'amplificatore e quali vincoli i dispositivi di uscita devono rispettare per non andare verso un guasto catastrofico (qui devo considerare solo amplificatori a transistor di classe B).

(n.d.t. per dispositivi di uscita di intendono i Transistor o MOSFET di potenza)

### Fuori dai limiti

La Fig.1 mostra il grafico della "area operativa sicura" (Safe Operating Area SOA) per un dispositivo di uscita che potrebbe essere utilizzato in un amplificatore audio. La corrente (in Ampere) è tracciata sull'asse verticale e la tensione (in Volt) sull'asse orizzontale, la SOA è delimitata lungo ciascun asse dal massimo valore di corrente e tensione tipici del dispositivo e che non devono essere superati in nessun caso. Per il nostro dispositivo, questi sono 25A e 120V rispettivamente. L'altro limite alla SOA, che rappresenta la maggior parte del suo perimetro, è la massima potenza dissipata del dispositivo, cioè il massimo valore del

prodotto corrente x tensione ai capi del dispositivo, che qui è 125 Watt. Si noti che questo è molto molto meno di quanto si ottiene moltiplicando i valori massimi assoluti ( $25A \times 120V = 3000 \text{ Watt}$ ) motivo per cui la SOA è a forma di rettangolo con un lato molto grande, a forma di iperbole, che parte dal suo angolo in alto a destra (se le scale di corrente e tensione sono lineari). Nella maggior parte delle schede tecniche dei transistor, i due assi sono in scala logaritmica, nel qual caso la stessa SOA assomiglia fig.2 (che ha il vantaggio di far apparire la SOA più grande ...).

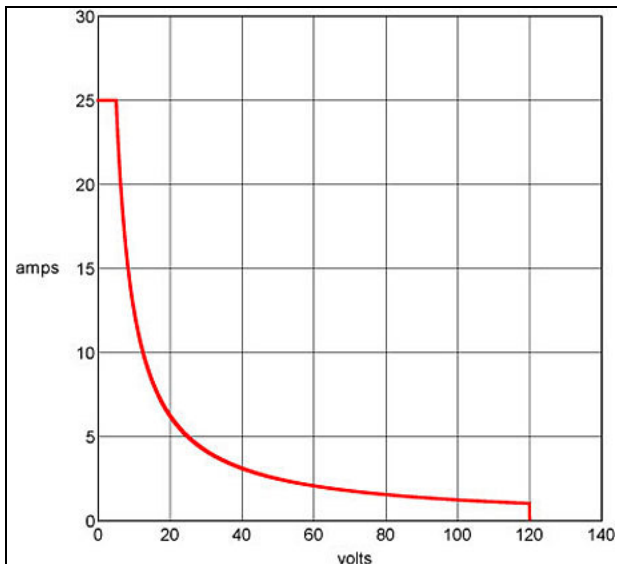


Fig.1 Area operativa sicura di un transistor di uscita . n.d.t.: il ramo di iperbole e l' isoterma che corrisponde alla massima temperatura sopportata.

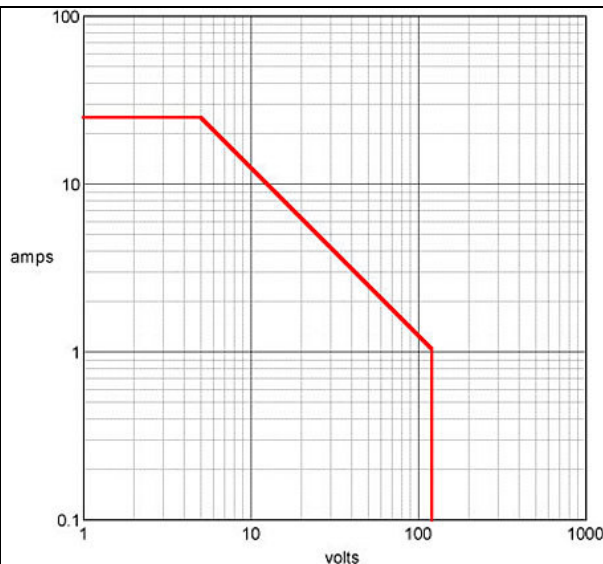


Fig.2 Come fig.1, ma con assi logaritmici, come tipicamente usato nelle schede di transistor.

Per varie ragioni, questa è una semplificazione eccessiva della SOA reale. Non abbiamo considerato un altro fattore limitante, il secondo breakdown, che prende un altro "morso" alla SOA, né abbiamo considerato l'effetto del tempo. Molte SOA pubblicate mostrano una serie di grafici sovrapposti, uno per condizioni di CC (corrente continua), come abbiamo appena detto, ed altri per segnali impulsivi di breve durata, per i quali la SOA è un po' più estesa. Ma non importa: la nostra SOA semplificata è abbastanza buona per illustrare quello che serve.

Consideriamo cosa succede quando si utilizza il nostro transistor di uscita, inserito in uno stadio di uscita in push-pull e in classe B, che pilota un carico. Nel primo caso considereremo un carico fittizio resistivo, come di solito è utilizzato per misure di potenza dell'amplificatore. Se il carico fittizio è un resistore da 8 ohm e la tensione vale 120V, la massima corrente nel transistor sarà  $120/8 = 15A$ . Unendo questi due punti sugli assi del grafico SOA costruiamo la cosiddetta "retta di carico" per questa resistenza (linea blu in fig.3) che rappresenta le combinazioni di tensione ai capi e corrente attraverso il dispositivo mentre pilota questo carico. Immediatamente vediamo che questa retta di carico supera la SOA, e che la tensione ai capi del transistor (e quindi la tensione di picco riportata sul carico) deve essere ridotta. Infatti, la tensione deve essere ridotta a 63V affinché la retta di carico (verde) sfiori appena la curva limite imposta dalla potenza dissipabile del dispositivo. Se ora disegniamo l'equivalente per un resistore da 4 ohm, il risultato è la retta di carico rosa e la tensione è diminuita ulteriormente a 44V.

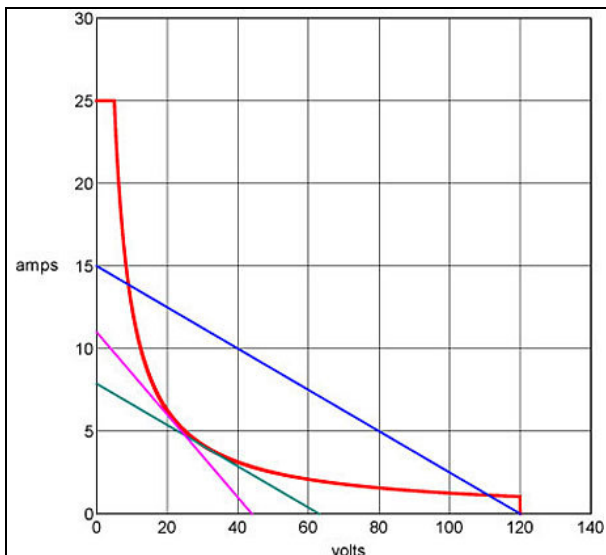


Fig.3 SOA di fig.1, con rette di carico per carico resistivo

verde = 8 ohm (63 Volt)  
rosa = 4 ohm. (44 Volt)

Ma i diffusori non sono, in generale, carichi resistivi. Essi presentano impedenze complesse con elementi resistivi, capacitivi e induttivi a seguito delle quali la tensione e la corrente sono, alla maggior parte delle frequenze, sfasate tra loro. Per questo motivo, per una caratterizzazione completa della impedenza di un altoparlante, devono essere determinati sia il modulo che la fase in funzione della frequenza.

Nel casi peggiori, angoli di fase pari o superiori a  $60^\circ$  non sono insoliti negli altoparlanti, vediamo cosa succede quando ridisegniamo la retta di carico per un carico di 8 ohm con un angolo di fase di  $60^\circ$ , utilizzando la tensione di 63V che abbiamo stabilito per il caso resistivo. Come mostrato in fig.4, in cui l'asse attuale è stato espanso per chiarezza, quello che prima era una retta di carico rettilinea (verde, come prima) ora è la metà di un'ellisse (traccia arancione) che esce dalla regione di SOA. Per evitare questo, dobbiamo ridurre la tensione a 33V (traccia viola), per cui la retta di carico ancora una volta sfiora appena il confine della SOA. Si noti che questa è una riduzione di tensione più grave rispetto a quanto imposto da un carico resistivo 4 ohm. Per quanto riguarda il nostro amplificatore, quindi, un carico di 8 ohm con angolo di fase di  $60^\circ$  è molto più difficile che un carico da 4 ohm con angolo di fase  $0^\circ$ .

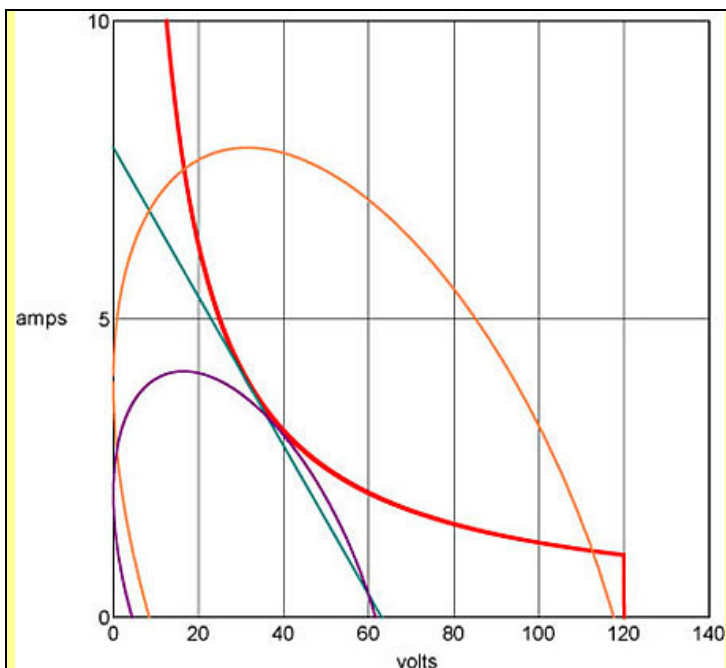


Fig.4 Stessa SOA di fig.3, questa volta con l'asse espanso, mostra rette di carico degenerate in ellissi per una impedenza di 8 ohm con angolo di fase di  $60^\circ$ .

n.d.t. : la parte reale di una impedenza con modulo 8 e fase  $60^\circ$  vale 4 ohm:  $4 \text{ ohm} = 8 \cos(60^\circ)$

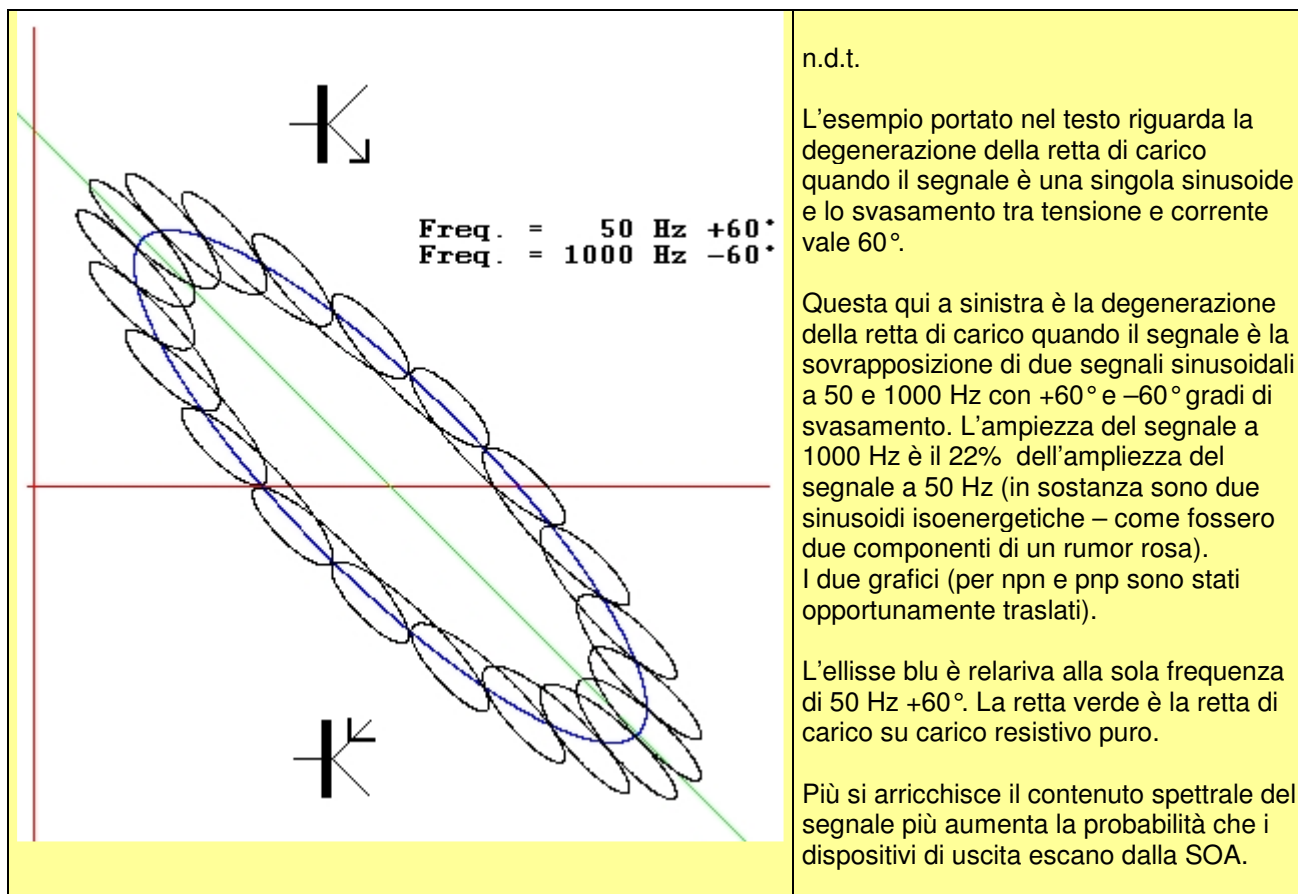


Fig.4 evidenzia che angolo di fase dell'impedenza è un fattore critico, dal punto di vista dell'amplificatore, per valutare quanto sia difficile il carico costituito da un altoparlante. Ma anche se vengono tracciati i grafici di modulo e fase con la frequenza, noi ancora non otteniamo un quadro chiaro perché ciò che conta è interazione tra modulo e fase. In generale, come vedremo, non è la frequenza in cui si trova il minimo modulo dove l'altoparlante rappresenta il carico più severo per l' amplificatore, né l'amplificatore riceverà uno stress equivalente collegandolo ad un carico restivo pari al minimo modulo del diffusore.

Tutto questo è stato chiarito dal citato articolo di Eric Benjamin su AES, ma il messaggio non sembra essere filtrato attraverso i 13 anni trascorsi (nota 5). L' impedenza dell' altoparlante continua ad essere valutata considerando modulo e fase separatamente quando, come Benjamin ha mostrato, c'è un modo molto migliore per riflettere la difficoltà del carico dal punto di vista del amplificatore. Quello che ha fatto (come Douglas Self ha fatto più tardi - nota 6 - anche se con strumenti di simulazione SPICE piuttosto che attraverso analisi matematiche) è stato quello di tracciare il picco di dissipazione della potenza di uscita in funzione della frequenza per un carico resistivo dichiarato. Benjamin ha scelto 4 ohm come suo riferimento, mentre il Self ha preferito 8 ohm. Tali curve possono essere calcolate analiticamente dal modulo e dalla fase (non sono necessarie misure supplementari).

Ho usato la stessa tecnica per valutare tre altoparlanti, che recentemente ho misurato per la rivista inglese Hi-Fi News, ottenendo i risultati mostrati nelle fig. 5-7. Notare che ciascuno di questi grafici ha una diversa scala verticale. In ogni caso, l'asse verticale riporta la dissipazione di potenza del dispositivo di uscita per carico resistivo di 8 ohm, ipotizzando un perfetto amplificatore in classe B, cioè in grado di fornire la piena tensione al carico. Anche se nessun amplificatore in classe B è effettivamente in grado di fare questo, alcuni si avvicinano, e fare questa assunzione permette un calcolo nel caso peggiore.

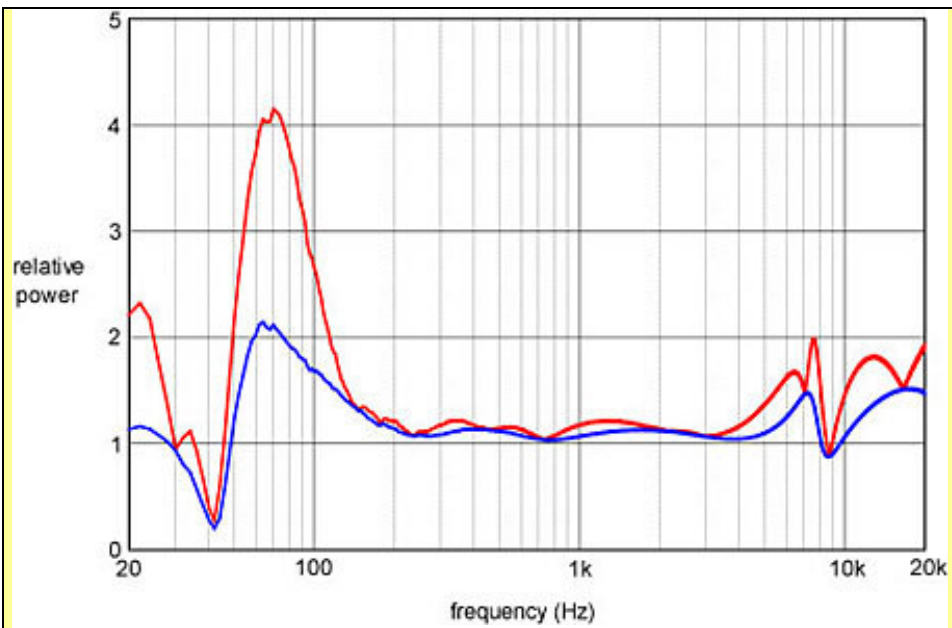


Fig.5 dissipazione del dispositivo (picco, traccia rossa; media, traccia blu), per un carico resistivo da 8 ohm per Array JBL 1400.

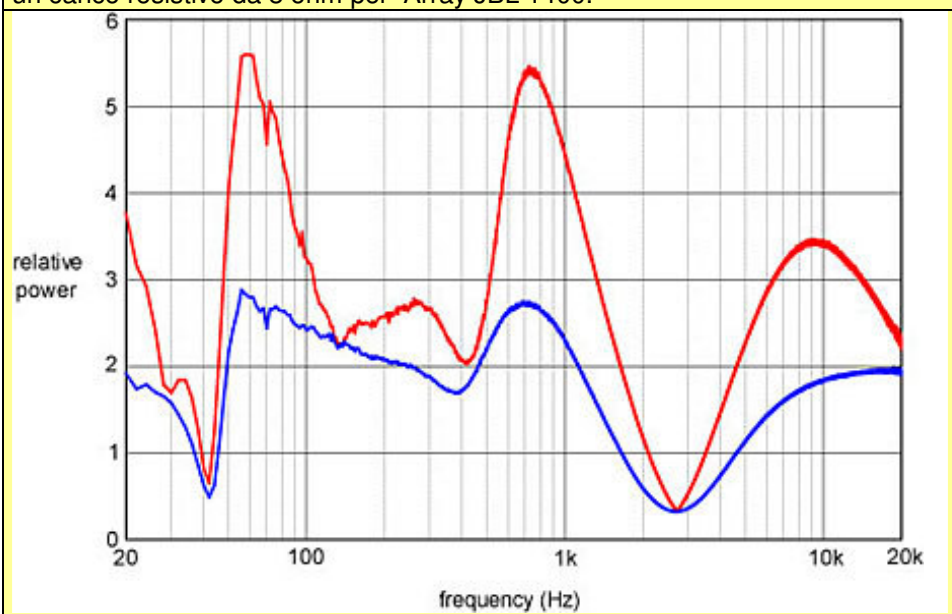


Fig.6 Come fig.5, ma per il B&W 802D.

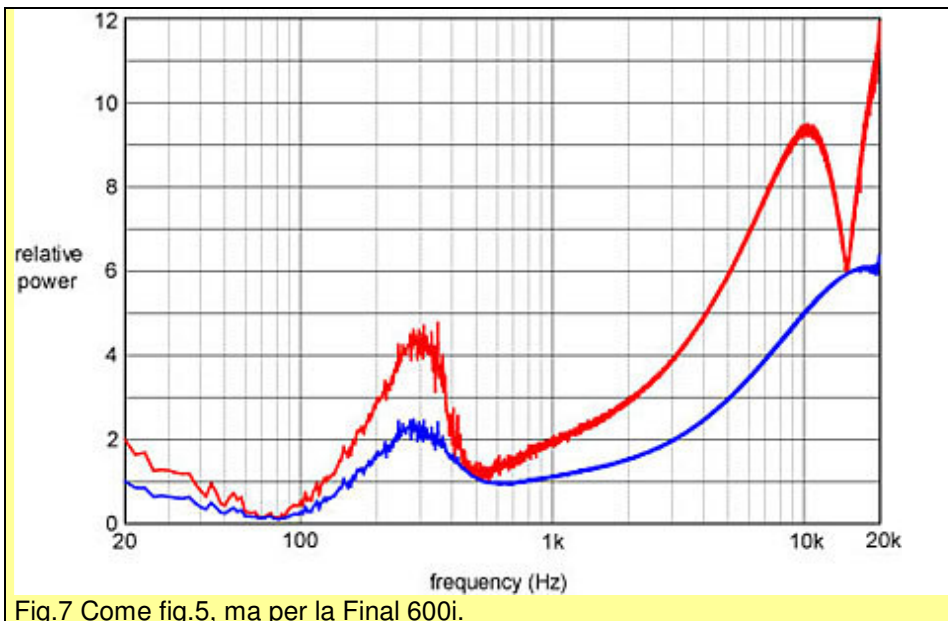


Fig.7 Come fig.5, ma per la Final 600i.

Fig.5 vale per il JBL 1400 Array, fig.6 per il B&W 802D, e fig.7 per il diffusore dipolare elettrostatico Final 600i con impedenza spaventosamente bassa alle alte frequenze. In ogni caso, la traccia rossa rappresenta il picco di dissipazione istantanea del dispositivo, mentre la traccia blu rappresenta la dissipazione media. In questo contesto siamo più interessati al picco come misura della difficoltà del carico, la dissipazione media riguarda il raffreddamento ed è interessante per il progettista dell'amplificatore. E' il primo, il picco, cui siamo più interessati come misura della "gravità" del carico; la dissipazione media del dispositivo riguarda la dimensione del dissipatore e quindi interessa soprattutto al progettista dell'amplificatore (anche se, dal momento che noi utenti paghiamo a caro prezzo, la capacità del dissipatore di calore non è qualcosa da ignorare).

Sebbene sia Benjamin che Self scelgano questo modo per visualizzare la dissipazione del dispositivo imposta da un altoparlante, questa rappresentazione soffre di due problemi. In primo luogo, la scala dell'asse verticale dipende dalla resistenza scelta come riferimento, in secondo luogo, siamo abituati a identificare, nei grafici di impedenza, il minimo modulo come potenziale area problematica, mentre qui sono i massimi a interessare. Entrambi i problemi possono essere risolti riportando ciò che ho chiamato Resistenza Equivalente del Picco di Dissipazione (Equivalent Peak Dissipation Resistance EPDR) in funzione della frequenza, che inverte il grafico ed elimina ogni necessità di un punto di riferimento. L' EPDR è semplicemente il carico resistivo che darebbe luogo alla stessa dissipazione di picco del dispositivo se fosse collegato il diffusore stesso. Adottando la rappresentazione EPDR, le tracce rosse di figs.5-7 diventano quelli di figs.8-10 (n.d.t. : qui affiancate per facilitare il confronto).

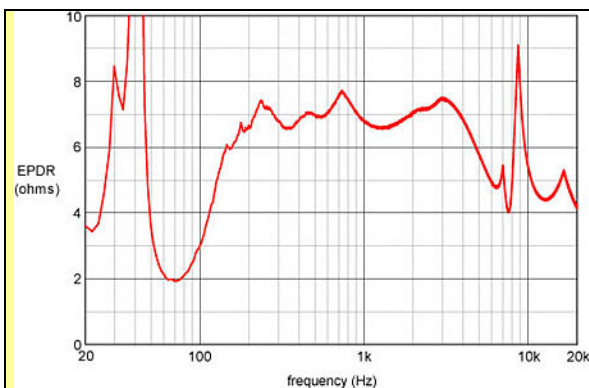


Fig.8 Resistenza Equivalente del Picco di Dissipazione (EPDR) della JBL 1400 Array.

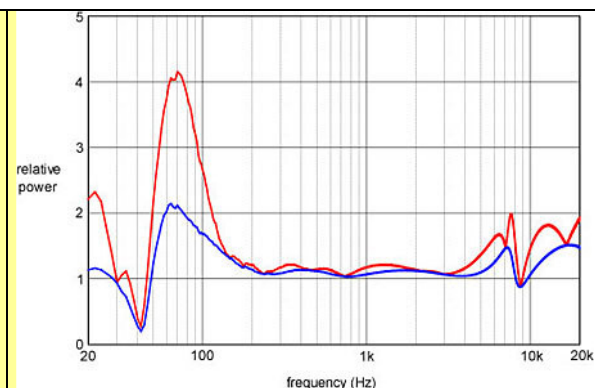


Fig.5 dissipazione del dispositivo (picco, traccia rossa; media, traccia blu), per un carico resistivo da 8 ohm per Array JBL 1400.

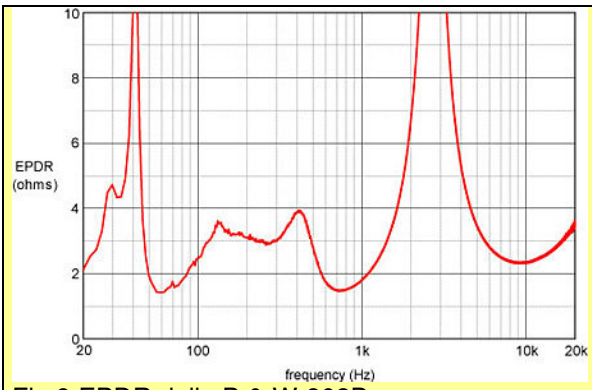


Fig.9 EPDR della B & W 802D.

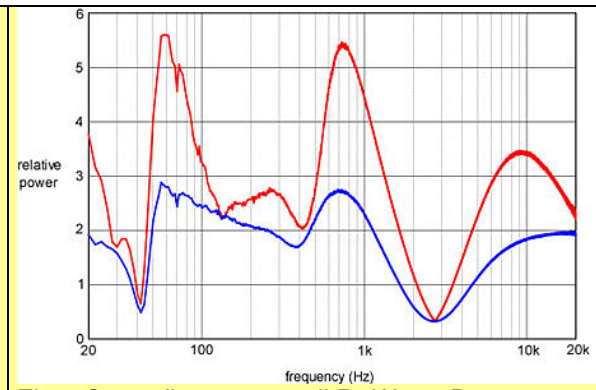


Fig.6 Come fig.5, ma per il B&W 802D.

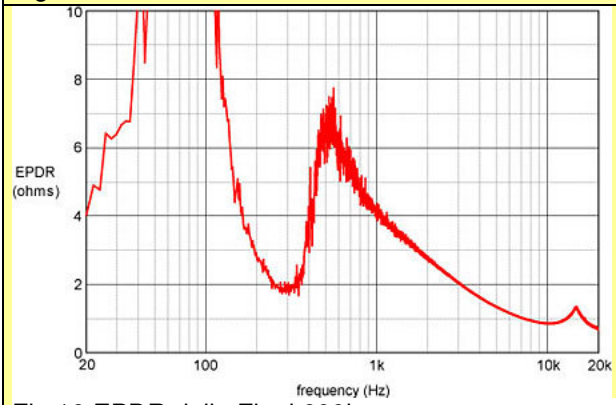


Fig.10 EPDR della Final 600i .

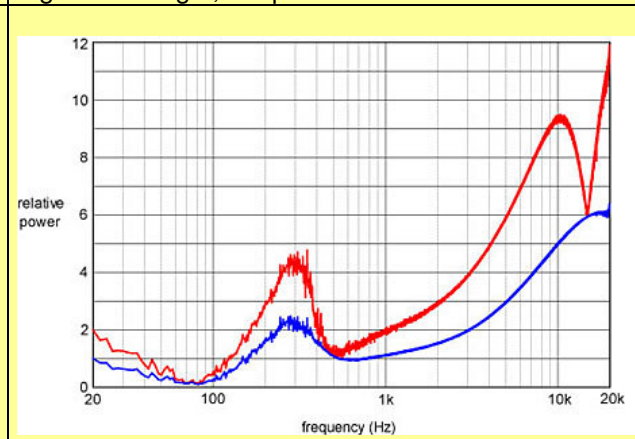


Fig.7 Come fig.5, ma per la Final 600i.

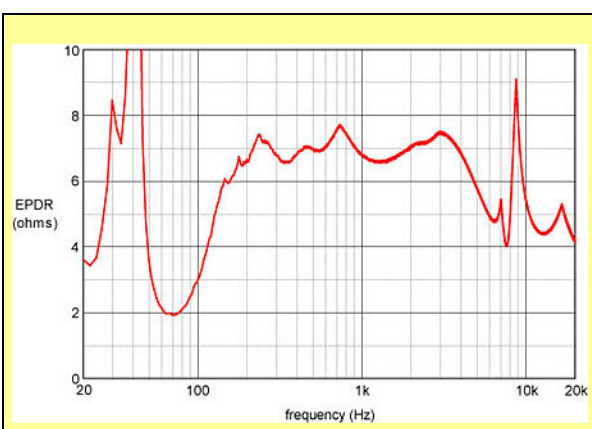
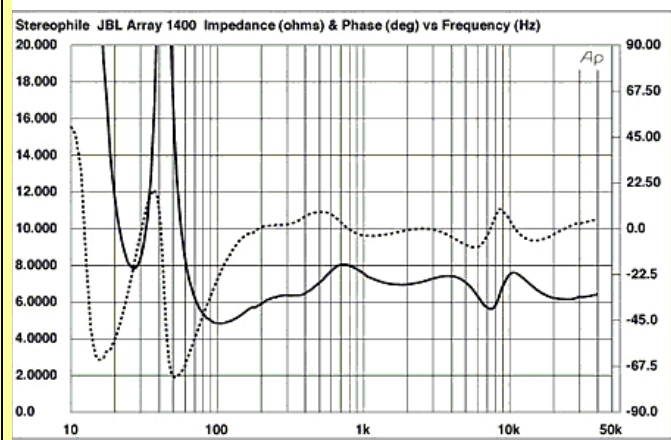


Fig.8 Resistenza Equivalente del Picco di Dissipazione (EPDR) della JBL 1400 Array.



Impedenza elettrica JBL 1400 Array da Stereophile

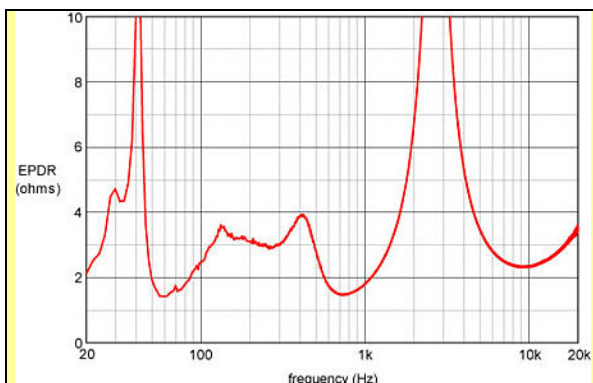
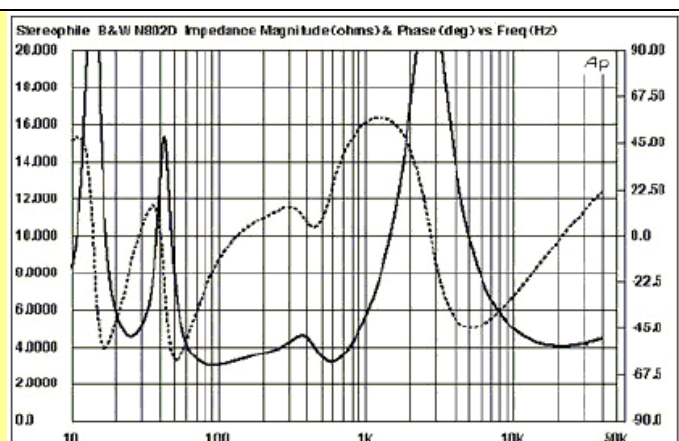


Fig.9 EPDR della B & W 802D.



Impedenza elettrica B&W 802D da Stereophile

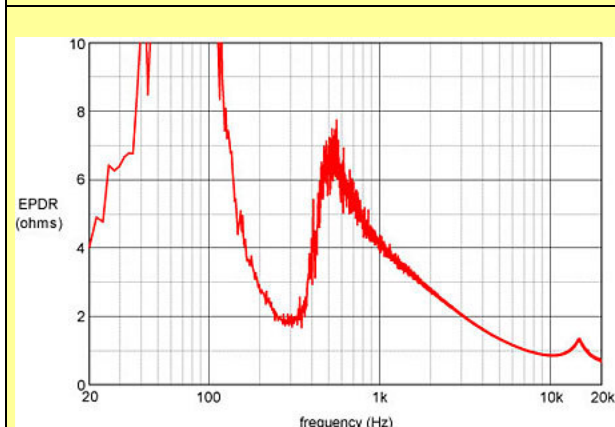
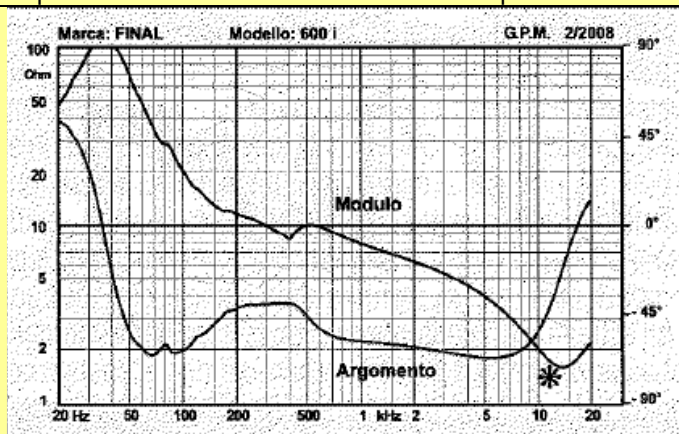


Fig.10 EPDR della Final 600i .



Impedenza elettrica della Final 600i da Audio Review.

n.d.t : misure di EPDR a confronto con le misure di impedenza dei tre diversi diffusori

La prima cosa da notare da questi grafici è che tutti e tre i diffusori hanno EPDR che scende sotto 2 ohm. Nel caso della Final, il minimo è ben al di sotto 1 ohm, seppur a frequenza molto alta (e continua a diminuire nettamente al di sopra del limite di misurazione di 20kHz, suggerendo che questo non è un diffusore da utilizzare in un sistema il cui lettore CD non abbia un filtraggio anti alias efficace). Inoltre, questi minimi sono significativamente più bassi rispetto a quanto indicato dal minimo modulo di ogni diffusore ed essi (i minimi) si verificano a frequenze diverse. Infatti, nei sistemi dinamici l' EPDR minimo generalmente si verifica abbastanza vicino a picchi del modulo in corrispondenza delle risonanze fondamentali. Il modulo qui è ancora ben sopra al minimo ma l'angolo di fase è grande, quindi l' EPDR basso. (Self credeva di essere il primo a dimostrare questo effetto, ma in realtà era già chiaro dal lavoro di Benjamin.)

Diamo un'occhiata nello specifico, a cominciare con il JBL 1400 Array. Il suo modulo minimo di 4.9 ohm si trova a 92Hz. La sua EPDR minima è di 1,9 ohm e si verifica a 70 Hz, dove il modulo di impedenza è 6,1 ohm (quasi il 25% al di sopra della minima) ma l'angolo di fase è alto a  $-52^\circ$ . La B&W 802D, invece, ha due minimi pronunciati di EPDR: il primo di 1,4 ohm a 58Hz e il secondo di 1,5 ohm a 722Hz. Il suo modulo minimo di 3.2 ohm è oltre due volte i minimi EPDR e si verifica a 86Hz. Essendo un dipolo elettrostatico, la Final 600i si comporta in modo diverso. La sua EPDR minima di circa 0,7 ohm si verifica alla frequenza limite di misura a 20kHz ed è dovuta al diffusore che presenta un carico capacitivo grave alle alte frequenze. Ancora, il minimo modulo dell'impedenza di 1.3 ohm è circa il doppio della EPDR minima e avviene ad una frequenza diversa (15.4kHz).

E' quindi questo il vero effetto Otala che stiamo cercando? Alcuni altoparlanti presentano carichi più difficili rispetto quanto suggerito dalle loro misure di impedenza, se ciò non avviene a causa di un errore di misura convenzionale, allora avviene semplicemente perché i dati non sono interpretati correttamente? Per essere certi di questo, dobbiamo fare quello che Otala ed i suoi collaboratori non sono riusciti a fare: mettere l'idea alla prova con segnali musicali rappresentativi. (n.d.t. nelle effettive condizioni d'uso)

Eric Benjamin ha eseguito questo test cruciale ed ha concluso che la dissipazione rappresentata nelle figure da 5 a 10 è rilevante con segnali musicali. Vediamo se riusciamo ad ottenere un risultato simile utilizzando



un metodo diverso da quello di Benjamin, metodo che ha alcuni vantaggi. Ancora una volta non possiamo aspettarci di trovare accidentalmente del materiale musicale che produca comportamenti estremi con ogni altoparlante, ma possiamo sperare di formare una buona idea di quanto, o meno, la EPDR sia un fattore significativo nella pratica.

### **Doing it in silicon (Farlo in silicio)**

Ci sono due ovvi modi per determinare la dissipazione del dispositivo con un programma musicale. In primo luogo, si potrebbe contemporaneamente misurare la tensione e la corrente sul carico ad un livello di output tale da non causare l'intervento delle protezioni dell'amplificatore, e calcolare direttamente la dissipazione istantanea del dispositivo. Questo è ciò che Benjamin ha fatto nel suo lavoro. In alternativa, si può utilizzare la simulazione al computer che ha diversi vantaggi. Siamo in grado di ottenere un risultato più velocemente (a patto di usare convoluzione e FFT) e siamo in grado di valutare qualsiasi diffusore per il quale sia nota l'impedenza, anche se quel diffusore non è più a portata di mano. (Quest'ultimo è un vantaggio interessante: gli esemplari dei diffusori campione di cui ho raccolto la EPDR sono stati restituiti molte lune fa.)

Quello che possiamo fare per questa simulazione è progettare un filtro digitale che converte il segnale in tensione ai morsetti del diffusore nella corrente che attraversa il diffusore stesso, in modo da generare gli stessi dati si sarebbero misurati. Per progettare questo filtro, dobbiamo prima calcolare l'inverso della impedenza complessa (cioè la sua ammettenza) perché il prodotto della ammettenza per la tensione dà ci la corrente.

Questa ammettenza complessa (funzione della frequenza) può quindi essere convertita in un filtro digitale FIR applicando la trasformata veloce di Fourier inversa (IFFT) per portarci dal dominio della frequenza al dominio del tempo.

Il filtro risultante viene poi applicato, per convoluzione, alla tensione di ingresso (rappresentata dai valori contenuti in un file WAV) per generare la forma d'onda di corrente. La dissipazione del dispositivo di uscita può quindi essere calcolata campione per campione, e il risultato analizzato per vedere se è più alto con i segnali musicali come la nostra analisi dei dati di impedenza suggerisce. (n.d.t. : poteva essere detto più chiaramente ma qualche cosa si intuisce).

Questo processo non è così semplice come appena descritto, perché il passo di campionamento utilizzato per ottenere i dati di impedenza sarà generalmente diverso da quello dei file WAV che vogliamo processare, quindi serve un aggiustamento. Nel caso dei dati utilizzati qui (dati di impedenza MLSSA misurati utilizzando uno script fornito da DRA in alta risoluzione) la frequenza di campionamento è 65.57kHz e il file di output contiene 9995 misure da 2Hz a 20kHz. Per poter utilizzare questi dati per progettare un filtro che rappresenti una ammettenza, ho estratto i primi 8192 campioni dai dati di modulo e fase, ho interpolato il valore del modulo a 0 Hz, con la fase a 0 Hz a 0°, e poi usato questi 8193 punti per generare un filtro di 16.384 punti. (Qui non siamo preoccupati per l'efficienza del filtro, interessa solo la precisione.) Per dare il risultato corretto, questo filtro è stato poi applicato ad un file WAV che era stato precedentemente ricampionato ( $65.57\text{kHz} / 2 = 32.785\text{ Hz}$ ). Come risultato, la frequenza massima del segnale nella simulazione non è 20kHz, come nei dati, ma 16.4kHz. (n.d.t.: C'è comunque un modo molto più semplice e diretto).

Non è un caso che io abbia scelto come esempi tre diffusori il cui comportamento EPDR è significativamente diverso. La JBL presenta i minimi di EPDR a bassa frequenza, la B&W ha cali di rilievo sia a frequenze medie che basse e associati con risonanze del sistema sia sulle basse che sulle medie, con un terzo buco profondo associato alla risonanza del tweeter, mentre EPDR della Final sprofonda a frequenza molto alta, ma ha anche un buco significativo intorno 300Hz. Tenendo presente lo spettro tipico della musica, potremmo ragionevolmente aspettarci, in pratica, che le B&W presentino il carico più impegnativo per l'amplificatore seguita magari dalla Final e poi da JBL.

(n.d.t. : sarebbe stato utile anche un diffusore con impedenza facile).

Quattro diversi brani musicali sono stati scelti per l'analisi, non del tutto a caso. Non ho avuto il lusso, come ha fatto Eric Benjamin, di valutare un gran numero di CD, così ho selezionato il materiale con un occhio ai risultati EPDR, sperando di scegliere le registrazioni che si traducesse in qualcosa come il peggiore caso di dissipazione.

Tre brani sono stati estratti da registrazioni di strumenti singoli dal disco prova della European Broadcasting Union's SQAM (materiale di valutazione della qualità del suono) flauto, triangolo e la voce soprano. I pezzi di flauto e soprano hanno un forte contenuto spettrale intorno a 700Hz, che speravo sondasse il buco di EPDR in gamma media delle B&W 802D, mentre il triangolo ha alte frequenze (HF) energetiche per eccitare la Final 600i. Il quarto brano (la traccia 3 di "Wood" di Brian Bromberg (A440 Musica 4001), una variazione di basso su "Come Together" di Lennon e McCartney) è stato scelto per avere forti fondamentali mediobasse dove la 802D e la JBL 1400 Array hanno le loro EPDR più basse.

La tabella 1 elenca le più alte dissipazioni registrate per ogni canale di ogni traccia in ogni diffusore, prendendo il caso peggiore di dissipazione su una resistenza da 8 ohm come riferimento. La seconda cifra tra parentesi è la EPDR equivalente per ciascun caso. Tutti i valori rientrano nei limiti riportati nella fig. 5-7 e 8-10, e per lo più seguono il modello atteso, la sorpresa sono gli elevati valori registrati per la traccia di Brian Bromberg e la Final 600i. Presi insieme, questi dati confermano che l'ordine di grandezza delle EPDR identificate nelle figure. 8-10 sono di vero significato pratico durante la riproduzione di segnali musicali: gli altoparlanti possono veramente fare queste elevate richieste di dissipazione ai dispositivi finali dell'amplificatore nell'uso normale. Se, come risultato, vengono attivate le protezioni dell'amplificatore, la sua uscita verrà clippata, anche se le richieste di tensione e corrente del diffusore può essere ancora nelle sue capacità.

(n.d.r. in sostanza l'amplificatore clippa a causa delle rotazioni di fase che causano la degenerazione della retta di carico e l'uscita dalla SOA. Le protezioni più sensibili, in questo senso, sono quelle in potenza.)

**Table One**

Track	Channel	B&W 802D	JBL Array 1400	Final 600i
Flute	left	3.42 (2.34)	1.21 (6.61)	2.47 (3.24)
	right	4.03 (1.99)	1.21 (6.61)	2.59 (3.09)
Soprano	left	3.85 (2.08)	1.18 (6.78)	2.66 (3.00)
	right	4.71 (1.70)	1.17 (6.84)	2.37 (3.38)
Triangle	left	3.17 (2.52)	1.75 (4.57)	8.50 (0.94)
	right	2.71 (2.95)	1.54 (5.19)	8.38 (0.95)
"Come Together"	left	5.32 (1.50)	3.65 (2.19)	8.84 (0.90)
	right	4.78 (1.67)	2.88 (2.78)	8.70 (0.92)

Con quale frequenza si verificano questi eventi estremi di dissipazione? Qualche informazione è presente nella tabella 2, che mostra la percentuale di tempo in cui il fattore di dissipazione è caduto all'interno di particolari limiti per le 802D B&W sul canale sinistro della traccia Bromberg. Per il 5% del tempo EPDR per l'altoparlante è inferiore a 4 ohm, e per 0,48% del tempo sotto 2.7 ohm. Quindi questo è chiaramente un effetto potenzialmente significativo con materiale musicale "difficile". E' anche evidente da questi risultati perché la B&W 802D ha la reputazione di essere una "rompipalle" per amplificatore.

**Table 2:**

Peak Dissipation Ref. 8 ohm maximum	% of Track
≤ 1	77.02
>1, ≤ 2	17.48
>2, ≤ 3	5.00
>3, ≤ 4	0.48
>4	0.01

## Già Sentito

Tutto sommato, c'è poco di nuovo qui che Eric Benjamin non abbia rivelato 13 anni fa. Il concetto di EPDR è utile, credo. Così è l'approccio attraverso la simulazione utilizzando un filtraggio digitale, in quanto permette di ottenere risultati più rapidamente, e con nient'altro che l'impedenza complessa.

Ma nessuna scusa è necessaria per riapprezzare il lavoro di Benjamin, anche se la sua impostazione non sembra aver soffuso la coscienza dell' audiofilo. Le recensioni dei diffusori (sulle riviste n.d.t.) non affrontano il problema, e nemmeno molti produttori di altoparlanti, che sono apparentemente felici di gettare il problema della dissipazione dei dispositivi di uscita oltre il recinto dei progettisti di amplificatori. Jim Lesurf, che recentemente ha scritto su questo problema per *Hi-Fi News* (maggio 2007, pp.100-102), scherzosamente postulò l'esistenza di SCAMP (Society for Cruelty to Amplifiers -> Società per la crudeltà verso gli amplificatori). Se esistesse, la sua adesione sarebbe fiorente.

(n.d.t.: SCAMP significa monello, mascalzone, furfante)

n.d.t.

Keith Howard, in questo articolo, mette in evidenza i danni provocati da quei diffusori che presentano minimi nel modulo dell' impedenza bassi e rotazioni di fase ragguardevoli. I danni sono anche peggiori di quelli illustrati perchè è stato preso in esame solo l'aspetto legato alla dissipazione di potenza.

L'autore ci dice però che per evitare tutti questi problemi basta realizzare diffusori con minimi di impedenza a norma e andamento generale regolare con rotazioni di fase contenute (entro 20 gradi in più ed in meno potrebbe essere sufficiente).

L'articolo non contiene alcun riferimento alla normativa e, di fronte ad un diffusore con impedenza proibitiva, invita implicitamente a cercare un amplificatore adatto.

Il traduttore, in questo caso, è di opinione opposta: è il carico che non deve mettere in crisi l'amplificatore anche perché è molto più facile realizzare un diffusore con impedenza costante piuttosto che un amplificatore fa 100 Watt capace di pilotare carichi da 1 ohm o meno (con erogazioni di corrente nell'ordine di 40-50 A.).

---

Footnote 1 M. Otala *et al*, "Input Current Requirements of High-Quality Loudspeaker Systems," AES 73rd Convention, March 1983 (available from [www.aes.org](http://www.aes.org)).

Footnote 2 M. Otala *et al*, "Peak Current Requirement of Commercial Loudspeaker Systems," AES 79th Convention, October 1985 (available from [www.aes.org](http://www.aes.org)).

Footnote 3 E. Benjamin, "Audio Power Amplifiers for Loudspeaker Loads," *JAES*, Vol.42 No.9, September 1994 (available from [www.aes.org](http://www.aes.org)).

Footnote 4 K. Howard, "Current Affairs," *Hi-Fi News*, February 2006.

Footnote 5 It has been on my "To Do" list since I first read the Benjamin paper to calculate a Figure of Merit, such as Keith's EPDR, for the speakers reviewed in *Stereophile*, based on their measured impedance modulus and electrical phase angle. But like all things that may be important but are not urgent, this project has so-far remained unrealized.—**John Atkinson**

Footnote 6 D. Self, "Speaker Impedance Matters," *Electronics World*, November 1997.