

Chiacchierate sull'elettroacustica

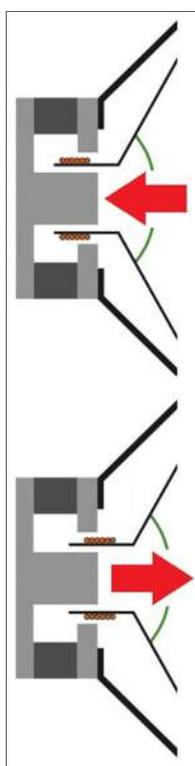
16 – Dal due vie al tre vie (distorsioni varie)

In un comune diffusore a due vie, è piuttosto facile assegnare la responsabilità di eventuali distorsioni, quantomeno nelle due forme principali, quelle che solitamente si misurano nei laboratori.

- Abbiamo l'**intermodulazione (IMD: intermodulation distortion)**, che è di natura elettromagnetica e si verifica con ampie escursioni della bobina. Pertanto, deriva principalmente dal woofer.
- Poi c'è la **distorsione armonica (THD: total harmonic distortion)**, che è soprattutto di natura meccanica ed è molto più percepibile dal tweeter.

Attenzione... Ho detto soltanto "percepibile". Il povero tweeter non ne ha l'esclusiva.

Ovvero, non è che il woofer sia esente da problemi di *THD*; semplicemente, quando è lui a distorcere, noi non ce ne accorgiamo, perché le frequenze sono così basse che le sentiamo soprattutto "di pancia".



Cominciamo proprio dal woofer, cercando di capire quali problemi derivano dalle sue pesanti escursioni, quelle botte da un centimetro per parte, ben visibili a occhio nudo.

Nello schema qui a sinistra, abbiamo il movimento di una bobina mobile nel suo traferro, avanti e indietro, ad una frequenza piuttosto bassa e con una certa potenza.

Quando scendiamo sotto gli 80-100 Hz, soprattutto con piccoli formati, è piuttosto facile uscire dall' X_{max} come accade nel disegno.

Abbiamo già visto che questo causa un'impennata della *THD*, ne abbiamo già parlato e non ci torneremo; qui ci soffermeremo su una distorsione ben più avvertibile, perché si manifesta su frequenze dove siamo più sensibili: l'*IMD*.

Vi chiedo di osservare di nuovo i due disegni, con particolare attenzione alla posizione che assume il **nucleo**, rispetto alla bobina mobile.

- Nel primo caso, con la membrana **tutta indietro**, la testa del nucleo sporge fuori di qualche millimetro, rispetto alle ultime spire dell'avvolgimento. Tutto il filo di rame, fino all'ultimo centimetro, si trova quindi avvolto intorno ad un grosso blocco di ferro.
- Nel secondo caso, con la membrana **tutta avanti**, la maggior parte della bobina è fuori dalla testa del nucleo, che viene circondata solo dalle ultime spire.

In presenza di bassi potenti, queste differenze di posizione creano delle forti variazioni, nell'induttanza parassita del woofer.

Non mi credete?... Osservate il *Dayton* qui a destra, 200 mm con bobina da 36, ma senza anello demodulante.

Collegato all'impedenziometro, ci dà un induttanza di **1.66 mH** (a 1000 Hz).

Mettiamo le dita sulla membrana e spingiamola indietro: **2.27 mH**.

Ora passiamo dalle finestre del cestello, spingendola fuori: **1.33 mH**.

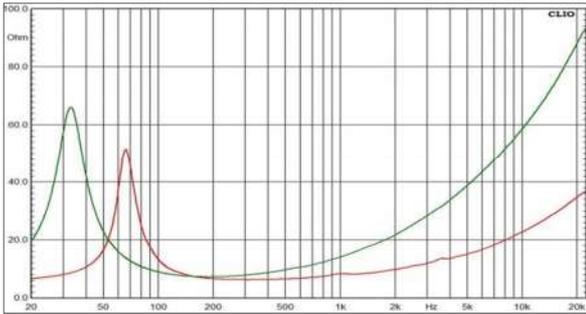


In una chiacchierata precedente, abbiamo visto che l'anello demodulante rende l'impedenza più costante, la relativa curva "si spiana" e ci rende più facile progettare il filtro.

Tuttavia, subito dopo abbiamo visto che una rete di Zobel svolge la stessa funzione; è semplicissima da progettare e piuttosto economica da realizzare.

Ma allora... perché continuano a fare i woofer con l'anello, visti i maggiori costi di produzione? Tanto ci ha pensato Otto Zobel, a risolvere i problemi...

Quella chiacchierata n° 14, in cui abbiamo parlato della curva impedenza, conteneva un confronto tra due woofer che riporto qui sotto, ma quel grafico potrebbe aver veicolato un messaggio fuorviante.



L'anello **demodulante** si chiama così perché deve ridurre la modulazione; la conseguente (ed evidente) regolarizzazione che si ottiene, sulla curva di impedenza, è semplicemente un vantaggioso **effetto collaterale**.

Senz'altro ci fa comodo, perché rende più facile la progettazione del filtro; però non è quello il suo scopo. Potremmo definirla "una gradita sorpresa".

Per capire la modulazione, è necessario mettersi d'accordo su due convenzioni discordanti, che riguardano le note musicali e le relative frequenze. Apriamo quindi una breve divagazione... Tanto si chiacchiera.



Qui a sinistra, vedete l'analisi spettrale di un contrabbasso mentre suona la quarta corda a vuoto, la sua nota più bassa: un **MI** a **82 Hz**... o a **41**? L'armonica di maggior ampiezza è chiaramente a 82 (freccia gialla), ma a 41 ce n'è una di frequenza più bassa (freccia arancione)... Qual è la fondamentale?

Vi racconto come la spiegarono a me, poi deciderete voi.

La situazione viene interpretata in modo diverso, secondo la deformazione professionale di chi la spiega.

Per un fisico acustico, quel **MI** sta a 82 Hz; per un elettronico sta a 41.

Gli acustici dicono che noi percepiamo la freccia gialla come fondamentale; innanzitutto perché suona più forte di ben 10 dB, inoltre perché è la prima che sentiamo davvero con l'orecchio.

Sotto i 50-60 Hz, i suoni vengono percepiti con il corpo (la pelle, le ossa, l'aria nei polmoni...), oppure con gli oggetti circostanti (la sedia, il pavimento, il tavolo su cui ci appoggiamo...); tuttavia, quelle non sono note musicali ma onde d'urto, magari piacevoli e coinvolgenti, ma irrilevanti nel messaggio musicale.

Secondo questa interpretazione, la freccia arancione viene definita "sub-armonica", anche perché non viene direttamente dalla vibrazione della corda. Si tratta di una componente aggiuntiva introdotta dal legno del contrabbasso, con la tavola armonica e la cassa di risonanza.

Per gli elettronici, invece, le sub-armoniche non esistono. La fondamentale sta sui quei 41 Hz indicati dalla freccia arancione, perché quella è la frequenza minima che lo strumento riproduce.

Matematicamente hanno ragione, perché Fourier non ha mai scritto che le armoniche debbano ridursi di ampiezza, al crescere della frequenza; la seconda può tranquillamente essere più potente della prima.

Inoltre, l'elettronico se ne frega di cosa sente l'orecchio umano; quando l'oscilloscopio gli mostra un'onda a 41 Hz, per lui non ha importanza se è un camion, un contrabbasso, un vulcano o un temporale.

Personalmente, sto con gli acustici da quando ho avuto modo di ascoltare un confronto con lo strumento qui a destra: una tuba in **SI b** che scende fino a 58 Hz. ...E qui non ci sono componenti nascoste, a frequenze inferiori.

Ho chiesto di suonare un **MI** (82 Hz) e l'ho confrontato con la stessa nota del contrabbasso e del pianoforte (altro strumento che produce sub-armoniche). Ovviamente il timbro è diversissimo, ma non ho notato alcuna differenza di tonalità.

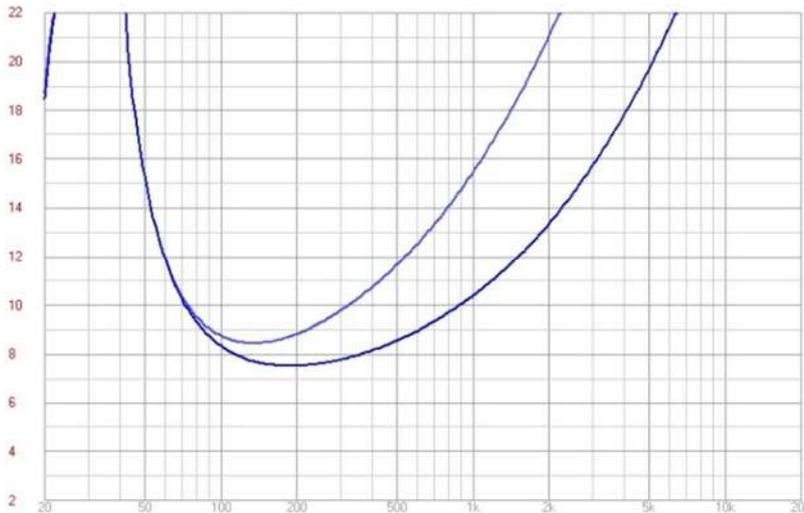
Da quel giorno, ho capito che il mio udito se ne frega della matematica di Fourier.

Quelle sub-armoniche non si sentono, o almeno non con l'orecchio.

Tuttavia, sono molto importanti per il nostro woofer e la sua escursione.



A questo punto, riprendiamo il nostro *Dayton* da 200 mm, quello che avevamo misurato tenendo la bobina in diverse posizioni. Qui sotto vi mostro una simulazione con i due diversi valori di induttanza.



La curva in alto è quella che si otterrebbe con il valore di **2.27 mH**, che abbiamo rilevato spingendo la membrana indietro.

Quella in basso, più scura, corrisponde ad un'induttanza di **1.33 mH**, che misuriamo tenendo la membrana spinta in avanti.

Se una nota bassa piuttosto potente, diciamo sui 70 Hz, facesse oscillare l'equipaggio mobile di 7-8 mm, tutta la curva di impedenza si sposterebbe tra quei due limiti, 70 volte al secondo.

La cosa divertente è che sul basso non ci sarebbero effetti, perché a 70 Hz l'impedenza non cambia. Diventa tutto più semplice se facciamo un esempio musicale, osservando un pianista che abbiamo già incontrato in una chiacchierata precedente: **Patrik Pietschmann**.

Nell'immagine a destra, lo vediamo mentre suona un accordo di **FA maggiore**.

Anche il pianoforte, come il contrabbasso, produce sub-armoniche significative; quel **FA** che vediamo sul mignolo sinistro, a 87 Hz, si porta dietro una componente a 43 che il nostro orecchio non sente, ma il woofer sì.



Con una certa potenza d'ingresso, quella frequenza può produrre escursioni da quasi un centimetro.

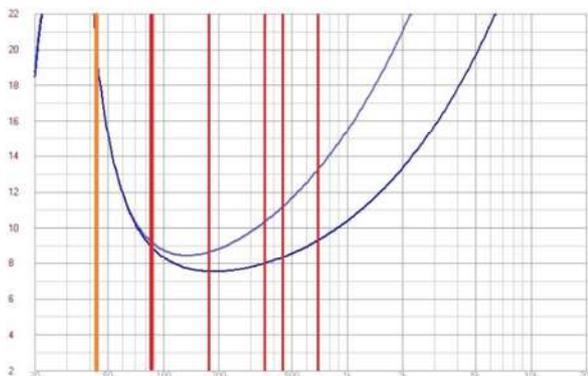


Ora supponiamo che lo stesso accordo venga suonato dal quintetto a sinistra, così diamo un nome a quelle cinque dita. Le chiameremo rispettivamente: *contrabbasso*, *violoncello*, *viola*, *2° violino* e *1° violino*.

Facendo suonare gli strumenti alti, l'accordo ha già la sua giusta tonalità, ma risulta piuttosto delicato (mano destra sul piano).

Quando è necessario, il musicista può renderlo più incisivo aggiungendo il basso del violoncello, un'ottava sotto la viola. Ma se lo vogliamo davvero imponente, bisogna sottolinearlo con un altro **FA** prodotto dal contrabbasso, un'ottava sotto il violoncello. Questi due corrispondono alla mano sinistra del pianista.

La membrana del nostro woofer si muove pochissimo sulle note del violoncello. Con viola e violini, potremmo dire che non si muove affatto. E' solo il contrabbasso che produce intermodulazione.



...Ma non su sé stesso!

Da fastidio agli altri quattro, anzi... Più si va in alto, più il suono viene modulato.

Qui a sinistra, sul grafico dell'impedenza, ho sovrapposto le fondamentali dei cinque cordofoni del nostro **FA maggiore**.

In arancione c'è la sub-armonica del contrabbasso. La variazione di impedenza è massima sul 1° violino, mentre sul violoncello fa meno di un ohm.

E' facilmente intuibile che l'**IMD** si riduce fin quasi ad annullarsi, quando c'è l'anello demodulante. Tuttavia, ancora oggi esistono woofer che non adottano tale soluzione (ai miei tempi, quasi nessuno).

Per capirlo, vi basta guardare le curve di impedenza. Qui a destra abbiamo il nostro *Dayton* di esempio, messo a confronto con uno *Scan-Speak* di pari formato.

Se volessimo essere pignoli, la bobina dello *Scan-Speak* avrebbe misure leggermente maggiori, sia in diametro che in altezza; questo dovrebbe produrre una maggior induttanza parassita... ma il danese ha l'anello.

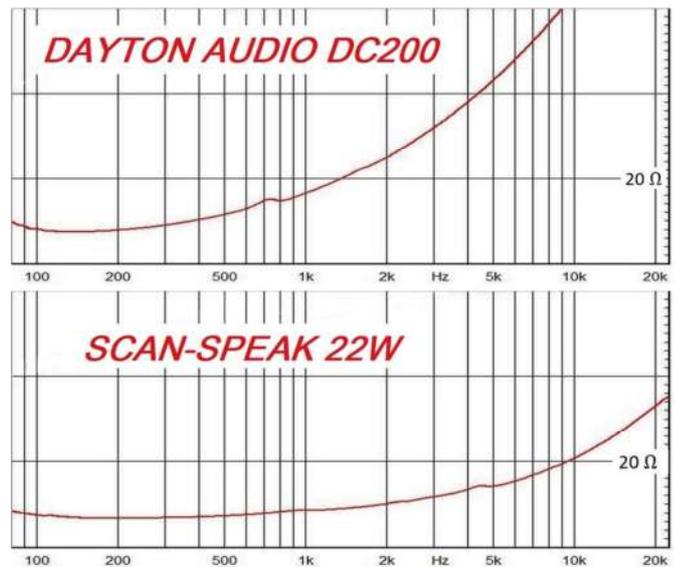
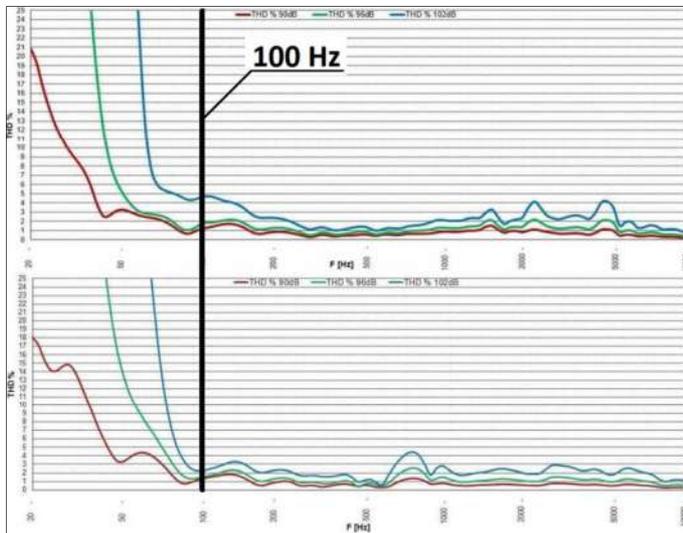
Il confronto è impietoso: lo *Scan* arriva a 10'000 Hz, prima di raggiungere i 20 Ω; sulla stessa frequenza, il *Dayton* supera i 60 e va fuori scala.

Il problema è sul prezzo. Sotto i 70-80 euro, sui 200 mm, trovare l'anello demodulante è molto difficile.

Fortunatamente, nella maggior parte dei casi, gli ambienti domestici non richiedono un woofer da 200. Questo è molto positivo per l'**IMD**, perché oggi, su piccoli formati, l'anello si trova anche a prezzi bassi; com'è noto, io l'ho trovato su un 165 da 30 euro.

Ho notato che negli ultimi 20 anni, durante la mia inattività, questa soluzione tecnica ha avuto una diffusione di massa. Probabilmente, è uno dei motivi per cui quasi nessuno, in quest'epoca, cerca più di realizzare un tre vie (approfondiremo più avanti).

Un altro motivo per cui si ricorreva al midrange, negli anni '80, era la **distorsione armonica**, legata soprattutto all'eccessiva sollecitazione del tweeter.



Come dicevamo all'inizio, il woofer produce una **THD** ben superiore, ma lo fa su frequenze al di sotto dei 70-80 Hz, dove noi percepiamo solo un impatto fisico da spostamento d'aria.

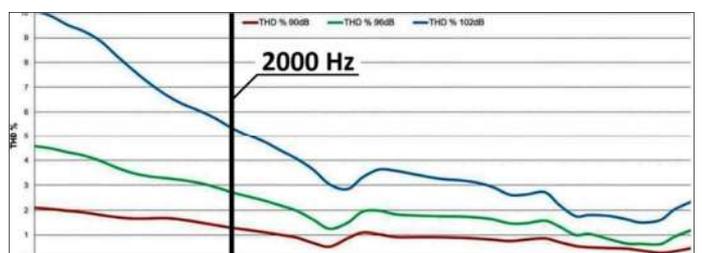
Qui a sinistra vediamo i grafici di distorsione, su due woofer dello stesso formato (165 mm), ma di diversa categoria di mercato: quello in alto costa 27-28 euro, l'altro supera i 200. Come vedete, di fronte a botte da 60-70 Hz, la **THD** se ne frega se ti chiami *Scan-Speak*.

Del resto, non ha molta importanza. Nessuno è in grado di percepire distorsioni con lo stomaco.

Il tweeter, invece, distorce prevalentemente tra i 1'000 e i 2'000 Hz, dove l'escursione comincia ad essere pesantuccia, ma non è detto che l'azione del filtro abbia ridotto la potenza in modo significativo.

A quelle frequenze, il nostro orecchio è sensibilissimo, non ci sfugge niente; per questo motivo, la **THD** del tweeter è senz'altro la distorsione più fastidiosa che si possa avere in un diffusore.

A destra, vediamo i grafici di **THD** di un comune tweeter da 25 di vecchio stampo, che abbiamo già incontrato nei precedenti esempi di progetto.



Anche se la distorsione armonica è più grave sul tweeter, noi prenderemo ad esempio un woofer, semplicemente perché è molto più grosso e tutto si capisce meglio. Sarà quindi molto più facile immaginare quello che succede, mentre illustriamo la situazione.

Dopo che avremo capito come funziona, su fenomeni visibili a occhio, non sarà un problema applicare gli stessi concetti alle microscopiche escursioni del tweeter.

Supponiamo, dunque, di avere un woofer con le seguenti caratteristiche tecniche:



- Resistenza (R_e): **6 Ω**
- Fattore di forza (BL): **8 T·m**
- Frequenza di risonanza (f_s): **30 Hz**
- Massa mobile (M_{ms}): **28 g**

I dati me li sono inventati io, per produrre risultati facili da gestire con cifre tonde, ma sono tutti decisamente plausibili.

Lo *Scan-Speak* nella foto, già preso come esempio, ci si avvicina moltissimo. Nonostante le bassissime tolleranze di produzione, potrebbe tranquillamente esistere un esemplare con i valori scelti da me.

Dalla f_s e dalla M_{ms} otteniamo la cedevolezza (C_{ms}): **1 mm/N**.

Semplificando, significa che una rosetta di pane (100 g), appoggiata sulla membrana, la spingerebbe in basso di circa un millimetro.

Potremmo continuare il nostro esempio usando confezioni di formaggio, salsicce, biscotti, o altri oggetti di peso conosciuto.

Ma noi siamo elettroacustici e cercheremo una modalità più tecnica.

Prendiamo una comunissima batteria da 1.5 V, per poi collegarci due cavetti con del semplice scotch.

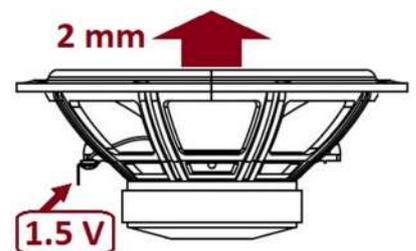


Applicando la sua tensione ai terminali del woofer, produrremo una corrente continua di un quarto di ampere (0.25).

La bobina, per conseguenza, spingerà sulla membrana con una forza pari ad un quarto di BL , ovvero 2 N.

Se la cedevolezza è di 1 mm/N, quei due newton corrispondono a due millimetri di spostamento, come nel disegno a destra.

Adesso prepariamo **due** batterie, collegandole in serie come nell'immagine qui sotto; la tensione complessiva sarà di **3 V**, che sui 6 Ω del nostro woofer produrrà una corrente continua di mezzo ampere (0.5).



Facile no?... Se la tensione raddoppia, in pari misura aumenta anche la corrente; visto che il BL è sempre quello, ci dobbiamo aspettare che anche i newton passino da 2 a 4.

Per conseguenza, la membrana si sposterà di 4 mm...

Invece no!... Perché la cedevolezza non è lineare (purtroppo). L'escursione sarà pari a 3.7... 3.8... 3.9... ma mai di 4 mm.

Lo *Scan-Speak* dell'esempio ha un X_{max} pari a 5.8 mm, quindi ci stiamo dentro abbondantemente.

Il problema non sta lì, sono proprio le sospensioni...

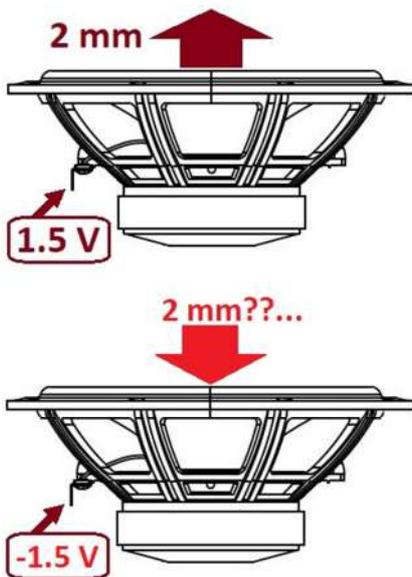
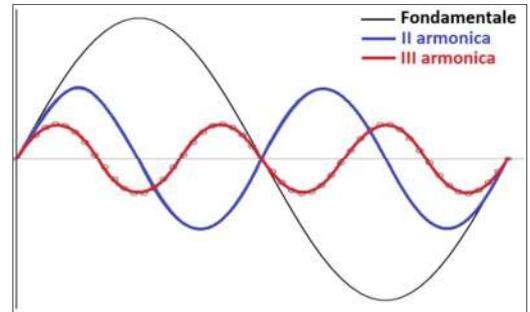
Quando l'escursione arriva a tali livelli da superare l' X_{max} , la distorsione diventa enorme, ma lo avevamo già visto e non ci torneremo; voglio ricordarvi che questo è solo un esempio, lo facciamo sul woofer per poi applicarlo al tweeter... e non si è mai vista l'escursione di un tweeter andare oltre l' X_{max} .

Il descritto movimento non-lineare, da parte della membrana, produce una distorsione di **3^a armonica**. Nello sviluppo grafico che vediamo qui sotto, quella che viene alterata è la sinusoide **rossa**.

Parliamo di alterazioni dell'ampiezza, ovviamente, perché la frequenza non cambia e la forma resta sempre sinusoidale...
...altrimenti non sarebbe più un'armonica.

La **THD** è formata da due componenti, perché oltre alla curva rossa viene alterata anche quella **blu**.

Questa si chiama distorsione di **2^a armonica** ed è causata da un diverso fenomeno fisico, sempre legato all'escursione.



Riprendiamo il disegno precedente, in cui la batteria da 1.5 V spingeva la membrana in avanti, esattamente di 2 mm.

Sullo stesso woofer, proviamo semplicemente ad invertire la polarità. È ovvio che la membrana si muoverà all'indietro, ma di quanto?

- *Facilissimo!... Due millimetri, come nel movimento in avanti. Il **BL** è sempre quello, così come la tensione e la resistenza elettrica, quindi anche la corrente ed infine la cedevolezza...*

No, ragazzi... la cedevolezza purtroppo no.

Ai miei tempi, c'era qualche problemino anche con il **BL**, che assume valori diversi tra quando tira e quando spinge. Oggi, alcune aziende propongono nuclei con sezione a "T", che risolvono il problema, perlomeno su prodotti di fascia alta.

Tuttavia, la C_{ms} non è mai uguale, nei due versi di movimento.

All'indietro potremmo avere 1.9... 1.95... 2.1, ma non 2 mm esatti.

Altra piccola divagazione...

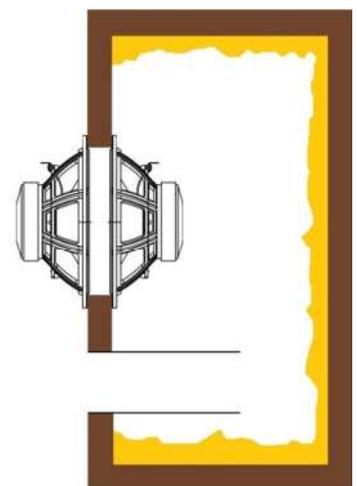
Nella seconda metà degli anni '80, per un po', si diffuse la moda del subwoofer in configurazione **Push-Pull**: due altoparlanti con le membrane contrapposte, caricati nello stesso volume e collegati in controfase tra loro (disegno a destra).



Su tale soluzione, la mia opinione è del tutto simile a quella espressa da Fantozzi, nei confronti del film "La corazzata Kotiomkin".

Rispetto ad un woofer singolo, il V_{as} si dimezza, consentendo un volume di carico ridotto del 50%.

- *Bello!... Grande idea. Lo faccio anch'io...*



Poi, la gente si accorse che quella riduzione derivava da un raddoppiamento della massa mobile, ma su una superficie radiante che rimaneva sempre la stessa; in sostanza, per dimezzare il volume, dimezzavi anche l'efficienza. Tanto valeva usare woofer più piccoli, almeno risparmiavi sul prezzo.

I sostenitori del **Push-Pull** non si arresero. Tornarono alla carica proprio con il tema che stiamo trattando:

- *Il vero vantaggio non è il volume ridotto, è l'annullamento della **distorsione di seconda armonica!***

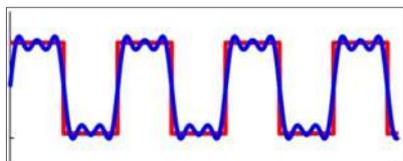
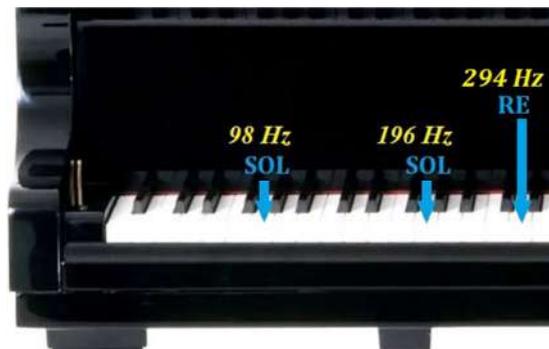
Già ai miei tempi, quindi, era noto anche ai dilettanti che il verso di movimento causava distorsione. Tuttavia, la configurazione **Push-Pull** è comunque uno spreco di denaro, per due motivi...

- Prima di tutto, nessuno percepisce la **THD** alle frequenze da subwoofer, che producono solo onde d'urto.
- Inoltre, la seconda armonica è la distorsione meno percepibile, perché si manifesta a frequenza doppia, generando la stessa nota musicale un'ottava più in alto.

Cerco di spiegarmi meglio, con il pianoforte a destra...

Se la fondamentale fosse un **SOL** a 98 Hz, la distorsione di seconda armonica si manifesterebbe a 196 Hz, che sarebbe sempre un **SOL**, anche se più alto.

Un'eventuale terza armonica, invece, avrebbe effetti a 294 Hz, frequenza che non corrisponde più ad un **SOL**, ma ad un **RE**.



Questo rende la terza armonica più percepibile e soprattutto più "antipatica", rispetto alla seconda.

Pensate che l'onda quadra, forse il suono più fastidioso che esista, è formato solo da armoniche dispari.

Ricapitolando, la distorsione di terza armonica deriva dalla non-linearità delle sospensioni, qualunque sia il verso di movimento della membrana; è come se l'altoparlante diventasse sempre più rigido, man mano che ci si allontana dalla posizione centrale, sia in avanti che all'indietro.

La seconda armonica, al contrario dipende solo dal verso; anch'essa aumenta con l'escursione, ma solo perché si accentuano le differenze tra quando la membrana "spinge fuori" e quando "tira dentro".

Le armoniche di ordine superiore subiscono distorsioni minime, generalmente trascurabili.

Per ridurre il **THD**, è quindi necessario che la membrana si muova pochissimo.

Ma che significa "pochissimo"?... Rispetto a cosa?...

Ovviamente, rispetto alla massima escursione meccanica consentita dall'altoparlante.



In un woofer da 250, dove le sospensioni consentono un movimento di 12-15 mm o anche più, possiamo dire che 4 mm siano "pochissimo".

Ma un piccolo 130, con il centratore limitato da un cestello ridotto, difficilmente supera i 6-7 mm di escursione massima; quello a sinistra arriva a 9 mm, ma è un prodotto di derivazione professionale.

In questi casi, con la stessa corsa da 4 mm, avremmo una **THD** significativa.

A questo punto, abbandoniamo i woofer; applichiamo sui nostri tweeter tutto ciò che abbiamo descritto fin qui.

Su una cupola da 25 mm, o addirittura da 19, non possiamo fare esperimenti collegando batterie, perché l'escursione va a frazioni di millimetro ed è quindi poco visibile.

Tuttavia, i principi fisici sono sempre gli stessi, sia per la seconda armonica che per la terza.

Fino ai primi anni '80, in un sistema a due vie filtrato a 12 dB/oct, la tipica frequenza di incrocio era intorno ai 2500 Hz, usando un comune tweeter da 25; chi scendeva a 2'000 era un coraggioso (o un incosciente, secondo alcuni) e talvolta rischiava una distorsione fastidiosa, quando alzava il volume.

- Abbassa quel coso!... Non senti come gracchia??...

All'epoca *Dynaudio* e *Scan-Speak* erano casi particolari.

I tweeter "normali", quelli più comuni sul mercato, erano tutti senza retrocamera, senza ferrofluido, risuonavano a 1000-1200 Hz e bisognava tenersene lontano.

Oggi, le cose sono molto diverse.

I tweeter con retrocamera sono diventati diffusissimi, ma soprattutto non sono più prodotti di élite; entro la soglia dei 50 euro, se ne trovano già parecchi modelli.

Inoltre, il ferrofluido è diventato la norma, bisogna farlo apposta per trovarne uno che non ce l'abbia.

La diretta conseguenza, ne abbiamo già parlato, è un incrocio decisamente più basso, che in certi casi può arrivare fino a 1400-1500 Hz...

- E l'escursione??... Per quello che abbiamo visto finora, non distorce come una cornacchia?



Se scegliamo un tweeter di vecchia concezione, magari un remake di 40 anni fa, esiste la possibilità che ci dia qualche problema; possiamo capirlo dalle foto a sinistra.

Nell'immagine in alto, vediamo la cupola di un modello che esisteva già nel 1983 (lo usai personalmente). Ha cambiato nome, ma è sempre lui.

Quella sotto, invece, si trova su un prodotto ben più moderno, del 2007.

Concentrate la vostra attenzione sul bordo; vedete la differenza?

Il tweeter di oggi ha una sospensione decisamente più ampia e pronunciata.

Si capisce, intuitivamente, che sarebbe capace di un'oscillazione molto superiore.

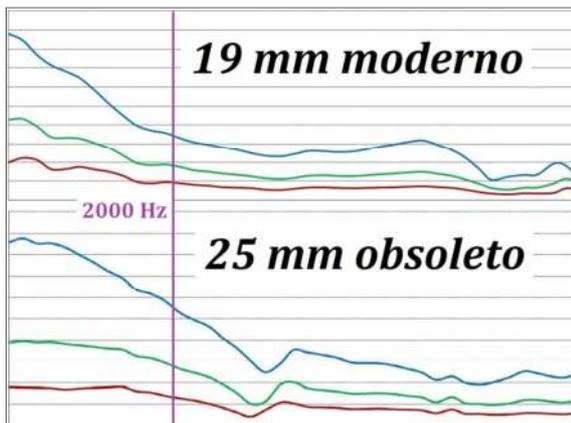
Quel bordo maggiorato non serve a produrre escursioni più ampie, ma solo ad aumentare il margine, tra quello che fa e quello che potrebbe fare.

Lo scopo è proprio quello di ridurre la distorsione.

Guardate qui a destra, cosa si è inventata la SEAS nel 2010, su un tweeter **da 19** che abbiamo già incontrato in una chiacchierata precedente.

Quella sospensione gigantesca consente un movimento di estrema linearità, con una **THD** che potrebbe sembrare incredibile in quella categoria.

Un modello di vecchio stampo non ci arrivava nemmeno con il formato da 25.



A questo punto, qualcuno potrebbe pensare che abbia sbagliato titolo: "Non si doveva parlare del tre vie" ...

Sono infatti 8 pagine che discutiamo solo di distorsioni.

Ma è proprio per loro che ci si orienta sul tre vie; o almeno, questo è il motivo principale per cui lo si faceva in passato.

Supponiamo di usare un woofer per arrivare soltanto fino a 120... 150... 200 Hz, come fosse un subwoofer.

Da lì in avanti, si continua con un formato ben più piccolo, ad esempio un 100 mm, che ci permette di arrivare a 3'000.

Il tweeter partirà da lì, per avviarsi verso l'estremo acuto.

Cosa ci possiamo aspettare, da questa soluzione?

- 1) Innanzitutto, tanti saluti all'intermodulazione.

Le sollecitazioni sui bassi riguardano soltanto il primo woofer, che non può più modulare nessuno perché prima dei 200 Hz toglie il disturbo.

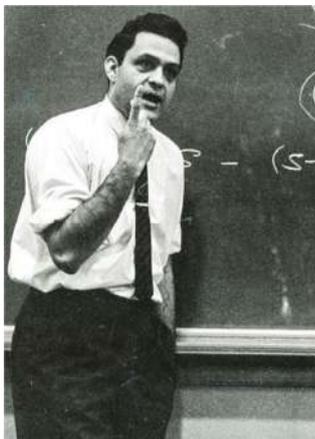
Il suo fratellino minore non produrrà **IMD**, perché sgravato dalla riproduzione della gamma bassa, avrà un movimento della membrana davvero minimo.

- 2) Quel wooferino da 100 ci darà anche una riduzione della **THD**, grazie ad un incrocio più alto. Come avrete ormai capito, da 3'000 Hz in su... è facile fare il tweeter!

Se siete arrivati a leggere fin qui, alla 16ª chiacchierata, vi sarete senz'altro accorti che mi sono agganciato spesso alla storia dell'elettroacustica.

Quasi sempre, nel descrivere una scelta tecnica, un'invenzione, una soluzione particolare, ho parlato dei personaggi coinvolti, nonché dei problemi che cercavano di risolvere in quel momento.

Dalle puntate precedenti, sapete bene come la suddivisione della banda audio, sui sistemi multivia, sia stata dettata da motivazioni diverse in epoche differenti. Mi spiego meglio con un breve riepilogo...



In principio... (*No, così sembra la Genesis*)... All'inizio, specializzare gli altoparlanti era dettato da semplici esigenze di estensione, precisione timbrica e risposta ai transienti: ogni componente doveva lavorare sulle frequenze più naturali per lui.

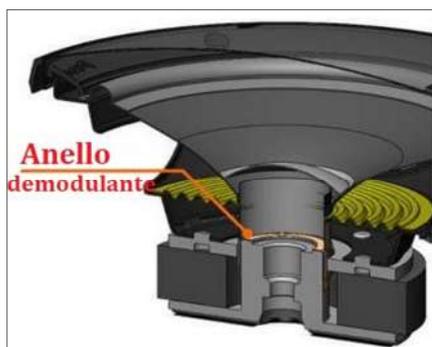
Poi, personaggi come **Amar Bose** (a sinistra), **Ejvind Skaaning** e **Ragnar Lian** (a destra), solo per citare i più famosi, capirono che il crossover è una fonte di problemi, tanto più gravi quanto più lo progettiamo complicato. Quindi, se proprio non possiamo farne a meno, cerchiamo almeno di semplificarlo.



Di conseguenza... "*Contrordine, compagni!*" Il numero delle vie non andava aumentato, ma ridotto. Questo creò, nell'immediato, un problema di direttività, quindi di risposta in potenza, di cui abbiamo già parlato abbondantemente, legato alle differenti superfici radianti.

Come abbiamo visto nella chiacchierata n° 13, all'inizio degli anni '90 la cosa sembrava risolta. Tuttavia, le tre vie continuavano ad avere dei vantaggi, legati proprio alle due distorsioni appena trattate; a bassa potenza, il due vie andava alla grande, ma quando alzavi il volume, le differenze acustiche si manifestavano in modo evidente: soffriva di **THD** sul tweeter e di **IMD** sul woofer.

Oggi, sapendo scegliere gli altoparlanti, anche questi problemi hanno cessato di esistere. Il sistema a tre vie, in buona sostanza, non avrebbe più alcuna giustificazione: quel wooferino intermedio aumenta inutilmente i costi d'acquisto e realizzazione, le difficoltà di costruzione della cassa e la complessità di progettazione del crossover, esponendoci a maggiori probabilità di errori.



Tuttavia, una trentina di anni fa, gli anelli demodulanti erano appena stati inventati ed erano rarissimi, mentre i tweeter con retrocamera erano molto costosi e nessuno aveva il "super-bordo". A destra ne vediamo un altro, stavolta del 2011.

Dovevi pertanto arrangiarti con il wooferino intermedio, che non doveva mai scendere al di sotto dei 120-150 Hz, per evitare l'**IMD**. Più giù, gli serviva un fratellone.



Ma se i bassi profondi vanno isolati su un componente specializzato... Ormai lo avrete capito tutti, fu il periodo in cui esplose una nuova moda: il sistema **subwoofer più satelliti**. Bell'argomento per una nuova chiacchierata.

Alla prossima!

13 luglio 2021


(Robert Romiti)