

Chiacchierate sull'elettroacustica

18 – Lo “sgabuzzino” dei temi non trattati

Rieccoci qua... probabilmente per l'ultima volta. Abbiamo quasi esaurito gli argomenti. ...O meglio, di argomenti ce ne sarebbero, ma non di interesse per i principianti. Visto che queste chiacchierate si rivolgono a loro, non intendo continuare con temi “di nicchia”.

Restano alcune cosucce, non trattate nelle puntate precedenti, che a mio avviso non meritano una trattazione dedicata. Ho quindi pensato di riunirle in questo “sgabuzzino”, la stanza in cui si ammucchiano oggetti disomogenei: scarpe e cacciaviti, detersivi e scope, passate di pomodoro e cartucce di toner.

Prima di iniziare, voglio ringraziare questo straordinario personaggio qui a destra: **Diego Sartori**, patron del sito web che ospita queste chiacchierate. Non potete immaginare quanto materiale mi abbia fornito, quante informazioni, quanti grafici e misure, durante tutta la collaborazione che mi ha offerto nella stesura di questi scritti.

Inoltre, io appartengo al passato, mentre lui è in piena attività; come due angoli complementari, ci siamo integrati a vicenda.

Nelle nostre lunghe telefonate, io mettevo a disposizione le mie competenze “storiche”; in cambio ricevevo importanti aggiornamenti sull'elettroacustica di oggi: una combinazione perfetta.

Infine, non so se avete notato l'estrema libertà di espressione che mi è stata concessa, in questo suo spazio.

In diverse occasioni, mi avete visto demolire prodotti che **Dibirama** offre nel suo catalogo (es: titanio), oppure ne ho consigliati altri che Diego non propone, quantomeno alla data di pubblicazione.

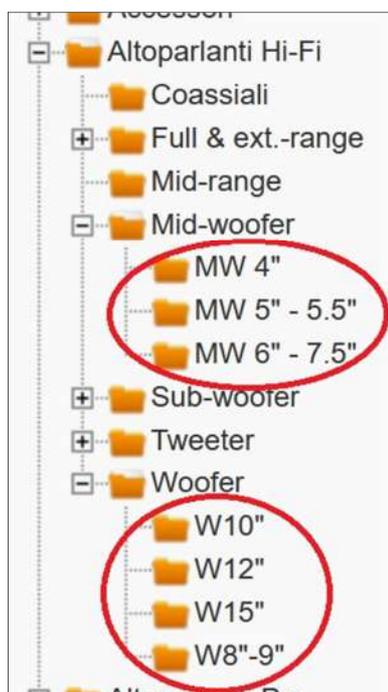
Prima di farlo, l'ho sempre avvisato... E la sua risposta è sempre stata: **-Tranquillo, fai pure!**

Entrambi siamo stati spinti dallo stesso obiettivo: divulgare l'elettroacustica ai giovani principianti.

Chi è arrivato a leggere fin qui, se ha recepito con attenzione gli argomenti trattati, dovrebbe essere capace di realizzare degli ottimi diffusori artigianali, in grado di stupire amici e conoscenti.

Soprattutto, quelle casse potrebbero competere con prodotti commerciali, di costo doppio o triplo.

Vi mostro con un esempio quanto siete cresciuti (spero), approfittando proprio del catalogo **Dibirama**.



Supponiamo di voler realizzare un sistema a due vie; il primo passo è la scelta degli altoparlanti. In questo caso ci concentreremo sui bassi. Aprendo le voci “*Woofers*” e “*Mid-woofers*”, la prima specifica è il **formato**. Ancora non si parla di marca, di prezzo, di efficienza, del materiale della membrana o dei parametri di Small... Ma solo del diametro dell'altoparlante.

Ora che avete letto queste chiacchierate, pensate a quante domande vi frullano in testa, per dare risposta a questa semplice scelta iniziale...

- Quanto è grande la stanza?
- Che volume posso occupare, per la collocazione delle casse?
- Di che amplificatore dispongo?
- Che tweeter mi piacerebbe metterci?
- In futuro, ho intenzione di aggiungere un subwoofer?

Se siete arrivati a leggere fino a questa 18ª puntata, sapete bene che ognuna di quelle domande incide pesantemente sul formato da scegliere.

Siamo lontanissimi dal “*Prendo il SEAS, perché mio cugino dice che è buono*”.

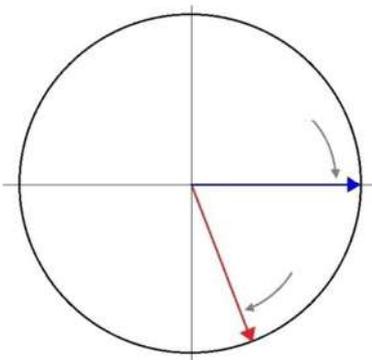
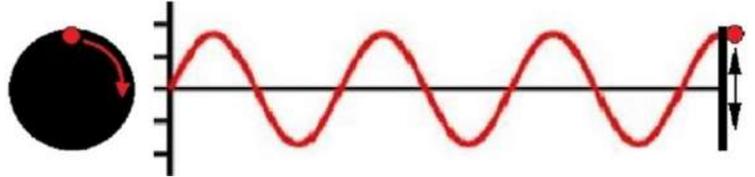
Cominciamo quindi il nostro elenco di “temi da sgabuzzino”, partendo dal più antipatico...

Il problema della fase

Ritardi di fase, rotazioni di fase, sfasamenti... Prima o poi, il giovane elettroacustico si trova a dover affrontare questi mostri, che traboccano di matematica come nessun altro dei nostri argomenti. Noi tratteremo il tema in modo piuttosto superficiale, poi vedremo il perché.

Queste righe servono solo a capire alcuni termini che si leggono o si ascoltano, comunemente, nelle discussioni di elettroacustica. Magari, cercheremo di spiegare qualche misteriosa scelta di progetto.

Nella chiacchierata n° 2, abbiamo visto come si può costruire una sinusoide in modo molto semplice, con una pallina colorata, incollata sul bordo di un disco che gira; basta guardarla di traverso e traslare il suo movimento nel tempo, graficamente.

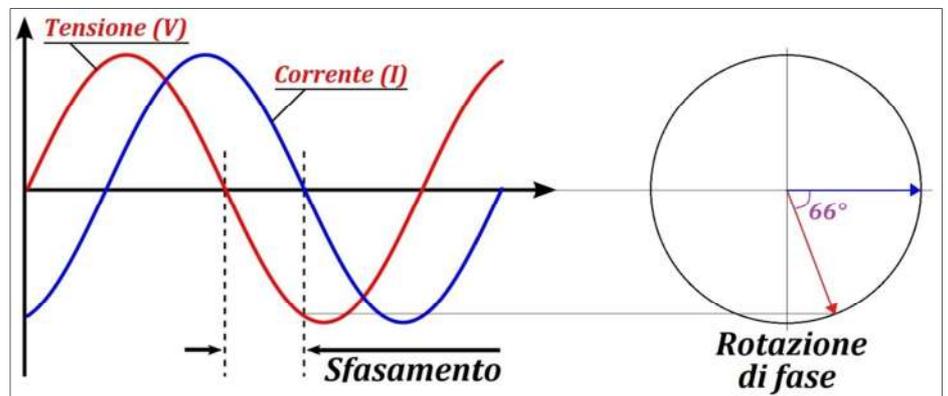


Probabilmente, da allora siamo diventati un po' più tecnici; sostituiamo quindi quelle palline con dei vettori che ruotano, all'interno di una circonferenza.

La velocità di rotazione è la stessa, ma uno dei due è chiaramente in ritardo, Tra di loro si forma quindi un certo angolo (in questo caso, 66°).

Con lo stesso metodo della pallina colorata, possiamo convertire quella rotazione in un grafico nel tempo; stavolta le sinusoidi sarebbero due, ma ci apparirebbero ben distinguibili, perché una di loro sarebbe in ritardo. E' quello che succede tra **tensione** e **corrente**, quando l'amplificatore agisce su un carico reattivo... come i nostri diffusori.

Se quella potenza venisse dissipata da una combinazione di semplici resistenze, i due vettori sarebbero in fase e le sinusoidi sovrapposte, ma le nostre casse sono tutt'altro che semplici resistenze. Il crossover contiene sempre induttanze e condensatori, ma anche lo stesso altoparlante ha un'impedenza... un po' complicata.



In particolare, l'induttanza introduce un **ritardo** di fase, mentre il condensatore produce un **anticipo**. I nostri filtri contengono entrambi i componenti, che a volte formano combinazioni piuttosto complesse; ritarda di qua, anticipa di là... di solito, ci vuole una buona dose di matematica, per calcolare lo sfasamento risultante che arriva ai nostri woofer e tweeter.

Ora faremo un esempio in cui sceglieremo la frequenza di **1700 Hz**, per due motivi:

- 1) E' un valore spesso vicinissimo, in un due vie, all'incrocio tra woofer e tweeter; abbiamo già visto vari esempi nelle chiacchierate precedenti, sia tra i miei progetti che su prodotti commerciali.
- 2) Assumendo 340 m/s, come velocità del suono, la frequenza di 1700 Hz corrisponde ad una lunghezza d'onda di 20 cm, ovvero **10 cm** di semiperiodo. Cifra tonda, facile da gestire.

Anche il ritardo che vi ho proposto, di 66° tra i due vettori, a 1700 Hz ci fornirà uno sfasamento dal valore facilmente “maneggiabile”: **4 cm**.

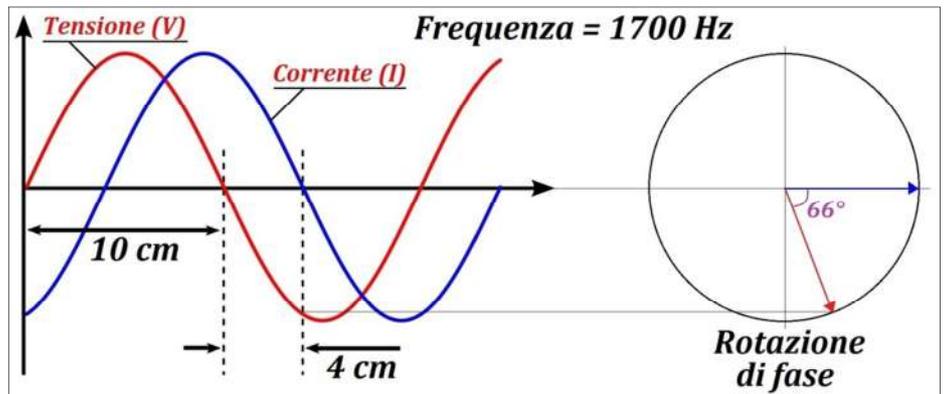
Innanzitutto, il nostro grafico riguarda un filtro passa-basso, perché il segnale è in ritardo; si tratta quindi di un circuito prevalentemente induttivo. Fosse stato un tweeter, lo sfasamento sarebbe stato in anticipo.

A 1700 Hz, quei 66° corrispondono a 4 cm. Pertanto, è come se il woofer fosse stato montato disallineato, come se il suo pannello di montaggio si trovasse un po' più indietro, rispetto alla sua reale posizione.

Ripeto il disegno precedente, aggiungendo i nuovi dati:

In realtà, possiamo aspettarci un fenomeno simile anche sul tweeter, questa volta in anticipo.

Generalmente, lo sfasamento del passa-alto è più contenuto, per motivi legati alle induttanze parassite dei due altoparlanti. Ipotizzeremo quindi un anticipo di soli 3 cm, invece di 4.



Anche in questo caso, possiamo immaginare il tweeter come se fosse spostato, questa volta in avanti; potremmo fingere che ci sia uno spessore di 3 cm sotto la flangia, che lo tiene in posizione più avanzata.

Sull'incrocio, abbiamo quindi due sfasamenti opposti, per un totale di 7 cm (-4 sul woofer, +3 sul tweeter). Questo disallineamento apparente si somma a quello reale, puramente geometrico, dovuto alla conformazione degli altoparlanti. Tecnicamente si chiama "offset" e si vede a occhio.

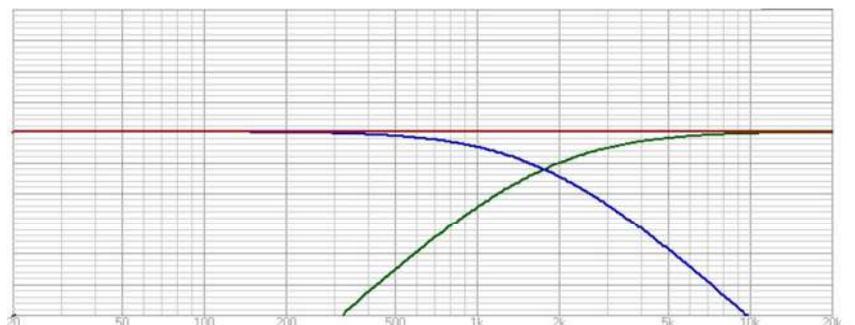


Rispetto al pannello di montaggio, spesso la cupola del tweeter sporge leggermente. Il woofer, invece, per la sua forma a cono, ha il centro di emissione un po' arretrato.

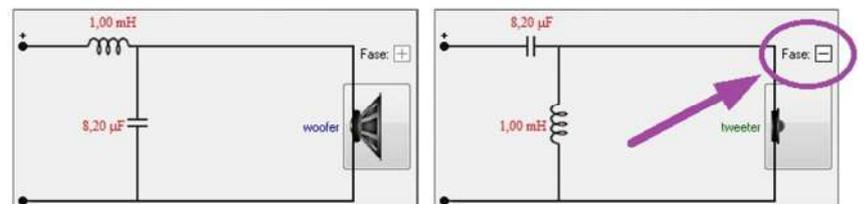
Potremmo ipotizzare... chissà?... Un +1 per il tweeter ed un -2 per il woofer. Questi 3 cm di offset si aggiungono ai 7 che avevamo già, portando il totale a 10 cm...

- Dieci centimetri???... A 1700 Hz, è esattamente uguale al semiperiodo!

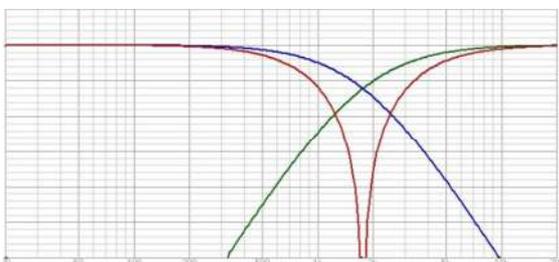
In sostanza, sommando tutti i ritardi di fase, sia elettrici che geometrici, il woofer ed il tweeter del nostro esempio suonano perfettamente in **controfase** tra loro. Il fenomeno avviene proprio sulla frequenza di incrocio, dove producono lo stesso livello di emissione... In altre parole, si annullano a vicenda.



Usando altoparlanti **ideali**, ho simulato il crossover a destra, del 2° ordine. Osservate il tweeter in controfase.



Con un collegamento in fase, avremmo ottenuto la risposta qui sotto.



Fortunatamente, qualunque simulatore di oggi calcola tutte le fasi in automatico, considerano perfino l'offset.

Prima dell'avvento dei computer, i professionisti provavano la cassa in camera anecoica, mentre i dilettanti... si arrangiavano.

Abbiamo quindi capito perché, spesso, il simulatore inverte automaticamente la fase del tweeter. Ogni tanto, capita di ascoltare presunti esperti che danno regole precise...

- Il 2° ordine sfasa di 90 gradi.

- Il 3° ordine sfasa di 135 gradi.

- ...e così via.

L'aspetto divertente è che spesso si riferiscono al settore *car stereo*, dove la distanza dalle orecchie può cambiare di mezzo metro, tra il woofer e il tweeter dello stesso canale.

Nella realtà, gli sfasamenti sono di tale complessità che vanno **sempre** considerati caso per caso.

Ricordate il *Butterworth* dell'esempio precedente?

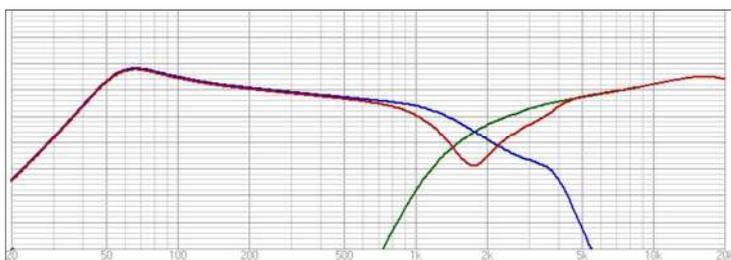
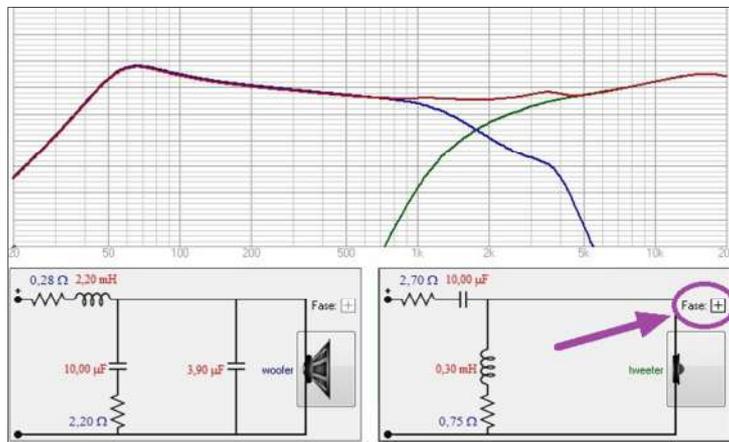
Era un 2° ordine su altoparlanti ideali.

Sembra evidente che, con quel tipo di filtri, si ottenga uno sfasamento di 180°, per cui è necessario montare il tweeter in controfase...

Qui a destra vi mostro un **esempio reale**, con le vere impedenze, con tutti gli smorzamenti e le attenuazioni, con tutti gli offset e i distanziamenti.

Bello, vero?... Ma il tweeter è tornato **in fase**.

E con lo stesso simulatore di prima!



A sinistra, vi mostro cosa sarebbe accaduto se avessimo invertito i terminali, adottando le regole canoniche dei sedicenti esperti.

Questo ci fa capire il comportamento dei progettisti, prima dell'era informatica, che provavano empiricamente tutte le casse.

- Ma un simile fenomeno... non meritava una trattazione tutta sua?... Perché sta nello "sgabuzzino"?

Questa parte l'ho scritta "a gentile richiesta", su segnalazioni arrivate al nostro Diego.

Sembra che alcuni principianti non riescano a capire quei tweeter collegati al contrario.

In realtà, i problemi di fase si vedono solo in laboratorio. In ambiente domestico non si sente nulla.

Ovviamente non è un invito a montare gli altoparlanti alla rovescio, ma il fanatismo mostrato da certi progettisti, nel cercare il pelo nell'uovo, è tutto legato ad esigenze commerciali.

Alcuni "ascoltoni", come si chiamavano ai miei tempi, veicolavano certi messaggi sulle riviste che gli davano spazio, inventando problemi inesistenti e costringendo le aziende a mostrarsi sensibili verso di essi.



La **Sonus Faber**, ad esempio, tagliava la flangia del tweeter per avvicinare i centri di emissione (a sinistra).

...E quel tweeter costava quanto il mio motorino.

La **KEF** (a destra) inventava addirittura il suo famoso **Uni-Q**, un coassiale con il tweeter **NON** sopra il woofer, ma dentro, in modo da annullare anche l'offset.

Ricordo che per un po', verso la fine degli anni '80, nessuno voleva più il woofer da 200, in un due vie.

Con quel diametro, il tweeter risultava... troppo lontano.



All'epoca chiedevo: - In un orchestra sinfonica che suona dal vivo, 10 violoncelli suonano la stessa nota, mentre sono distanziati di un metro. Come risolviamo i loro ritardi di fase? ...Nessuno mi ha mai risposto.

Superato lo scoglio della fase, il prossimo argomento non può che essere...

La configurazione *D'Appolito*

Può darsi che il nome non vi dica nulla, ma sono sicuro che l'avete già vista da qualche parte.



Oggi è diffusissima nei sistemi *Home-Theatre*, per il canale centrale. In questo caso, la posizione orizzontale del diffusore, sotto lo schermo, rende il sistema *D'Appolito* una scelta obbligata.

In realtà, l'idea è nata molto prima del *Dolby Surround*; ma soprattutto, c'è voluto uno studio di circa 2 anni, tra il 1981 ed il 1983.

Insomma... anche stavolta andiamo a pescare nei leggendari anni '80.

La cassa con due woofer non era certo una novità, a quell'epoca. C'erano già vari modelli. Come dimostra la foto a destra, anche il montaggio simmetrico, con il tweeter al centro, era stato proposto dalla *Grundig* già negli anni '70, probabilmente per motivi estetici. →



Parlo di "motivi estetici" perché lo studio acustico è successivo; la *Grundig* non poteva sapere cosa stesse facendo **tecnicamente**.

La vera ricerca fu opera di **Joseph D'Appolito**, detto "**Joe**", che vedete qui a sinistra con un suo progetto di qualche anno fa. A occhio e croce, oggi dovrebbe aver superato gli 80 anni.

Devo ricordarvi che i computer, nell'81, non si vedevano nemmeno negli enti pubblici. Al supermercato, la cassiera segnava i prezzi pigiando i tasti con le dita.

Non oso immaginare il lavoro di matematica svolto da quest'uomo, con i mezzi tecnici disponibili a quell'epoca.

Per capire cos'ha fatto, siamo costretti ad introdurre un nuovo strumento: il **diagramma polare**. Tranquilli, nulla di complicato...

A meno di non usare un coassiale, tra woofer e tweeter c'è sempre una distanza, sul pannello frontale. Anche con le flange attaccate, tra i centri di emissione c'è metà del woofer + metà del tweeter.

Questo produce uno sfasamento acustico, in base alla posizione della nostra testa rispetto al diffusore. L'immagine a destra rende tutto facilmente comprensibile.

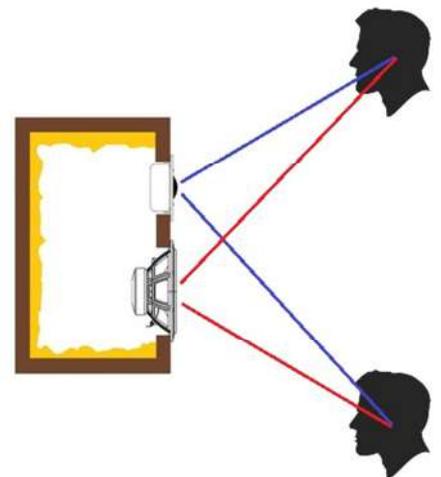
Vi ricordo che la curva di risposta standard, per quanto correttamente venga simulata, è relativa ad un microfono posto **sull'asse**.

Da sempre, salvo casi particolari, le casse si fanno con tweeter e woofer disposti **verticalmente**, proprio per questo motivo: noi ci spostiamo parecchio nella stanza, tra destra e sinistra; ma in verticale, al massimo, possiamo sederci o alzarci. Nessuno ascolta musica su una scala.

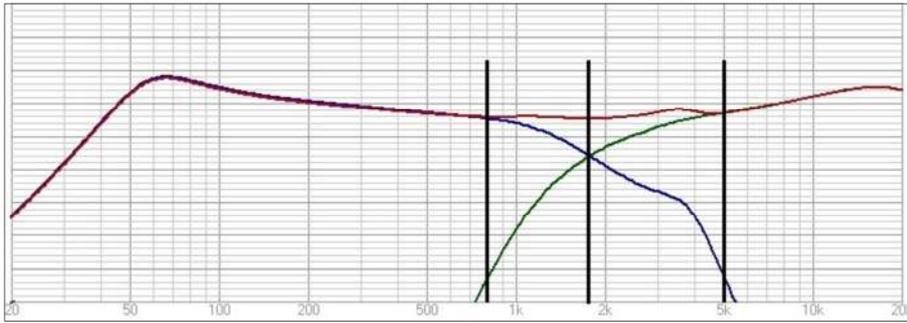
Con tutte le misure ben note (compreso l'offset), per un simulatore software è facilissimo disegnare, in un grafico polare, gli effetti di quegli sfasamenti sull'emissione verticale, per ogni grado di angolazione.

I computer sono fatti apposta, per questi calcoli ripetitivi; e oggi ce li portiamo in tasca.

...ma come ho già detto, dedichiamo un pensiero al povero Joe D'Appolito nell'81!



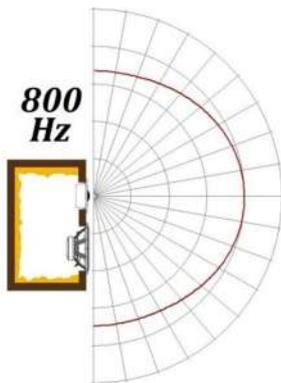
Nei diagrammi che vi mostrerò ho disegnato anche il diffusore, per rendere l'immagine più intuitiva. Ho usato lo stesso crossover dell'esempio precedente, che ripropongo qui per non scorrere le pagine.



Ho aggiunto anche dei riferimenti, su tre frequenze di particolare interesse:

- a 800 Hz, il woofer suona praticamente da solo;
- a 1780 Hz c'è l'incrocio.
- a 5000 Hz possiamo dire che suona solo il tweeter.

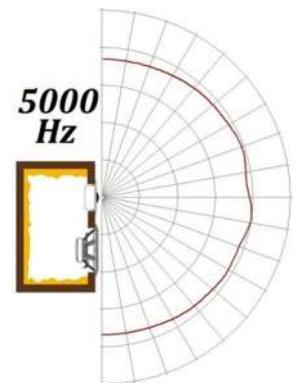
Vediamoli, dunque, questi diagrammi polari. Cominciamo proprio dalle due frequenze più estreme.



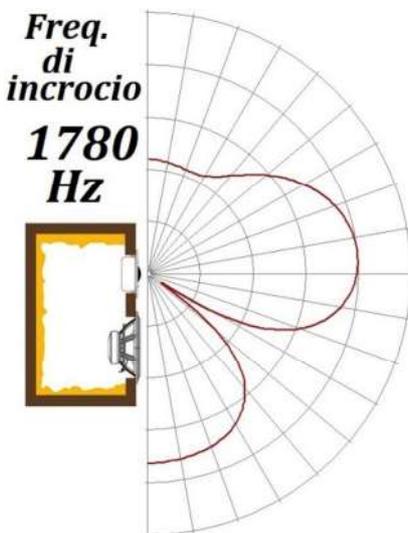
Osservate l'estrema regolarità della linea rossa; in tutte e due le situazioni... È quasi un semicerchio perfetto.

Queste sono situazioni quasi ideali, che si verificano solo se ci allontaniamo dalla frequenza di crossover. In entrambi i casi, c'è un solo altoparlante che suona, quindi non può creare interferenze con nessuno.

Nella chiacchierata n° 13 (*Grandi cervelli all'opera*), tra i personaggi che abbiamo citato c'era *Amar Bose*, che ha passato la vita cercando di eliminare il crossover...



In quell'occasione parlavamo soprattutto di risposta energetica (il problema delle "casse che urlano"), ma ora possiamo vedere, grazie al diagramma polare, cosa accade quando gli altoparlanti si incrociano.



È evidente che la curva non assomiglia affatto ad un semicerchio. Diventa molto irregolare formando due "lobi" (così si chiamano).

In un progetto fatto bene, il lobo principale dovrebbe estendersi orizzontalmente davanti alle casse, perché di solito è la direzione in cui si trova l'ascoltatore. Era così anche nei nostri crossover di esempio, che abbiamo trattato nelle chiacchierate 14 e 15.

Quella specie di buco, che si forma quasi sempre intorno ai 30° inferiori, può essere trascurato perché rivolto verso il pavimento.

Si tratta di un'irregolarità dovuta chiaramente ad una controfase, in corrispondenza di quell'angolo. Si direbbe che non possa mai essere eliminata, a meno di non ricorrere ad un coassiale.

Beh... Sembra che Joe D'Appolito abbia trovato il modo.

All'epoca, molti avevano ritenuto che il suo lavoro fosse del tutto inutile; fu così per almeno vent'anni. Quando ancora non c'erano gli *Home-Theatre*, nessuno sdraiava le casse in orizzontale, mentre oggi, per il canale centrale è diventato obbligatorio.

Se il diffusore a destra non fosse un *D'Appolito*, pensate quanto sarebbero fastidiosi i problemi di sfasamento, mentre ci si sposta lateralmente nella stanza.

Andiamo quindi a vederlo più dettagliatamente...





Esternamente, il sistema *D'Appolito* si riconosce dal montaggio simmetrico dei woofer, rispetto ad un tweeter centrale. Sarebbe più corretto chiamarli "mid-woofer", perché il formato più comune è il 130. Si può provare anche il 165, ma al 200 non si arriva mai; vedremo più avanti che c'è un buon motivo.

Del resto, la superficie radiante di due woofer da 165, messi insieme, è anche superiore a quella di un woofer da 200.

Per questi motivi, il *D'Appolito* viene chiamato anche "*MTM*" (Mid-Tweeter-Mid).

Ma la disposizione, da sola, non è sufficiente. Anche il crossover fa la sua parte.

È proprio su questo che ancora oggi, da più parti, vengono diffuse informazioni sbagliate, discordanti o inutilmente perentorie.

Sento spesso che il crossover deve avere caratteristiche molto precise.

- Smorzamento di tipo *Butterworth*.
- Pendenza a 18 dB/oct (3° ordine).
- Frequenza d'incrocio stabilita da una certa formula (che vedremo più avanti).

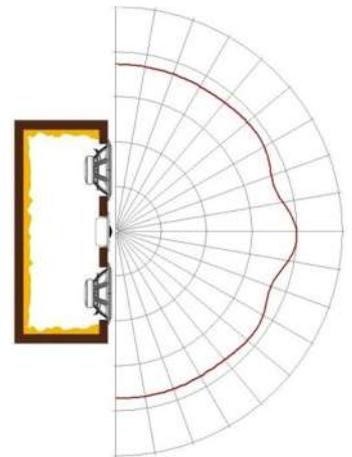
In realtà *D'Appolito* non ha mai detto questo. Si limitò a rilevare che, con quelle impostazioni, il suo sistema raggiungeva i risultati più estremi, fino a produrre diagrammi polari davvero incredibili, come questo a destra. →

Negli anni immediatamente successivi, vari ricercatori si accorsero che il *Butterworth* non era così importante e nemmeno il 3° ordine; si ottenevano risultati simili con altri smorzamenti e con pendenze diverse.

Lo stesso *D'Appolito* propose progetti in cui smentiva quelle prime due regole, che evidentemente non andavano interpretate in modo rigoroso.

Nella seconda metà degli anni '80, tutte le attenzioni erano ormai concentrate sulla sola frequenza di incrocio, unica regola davvero significativa.

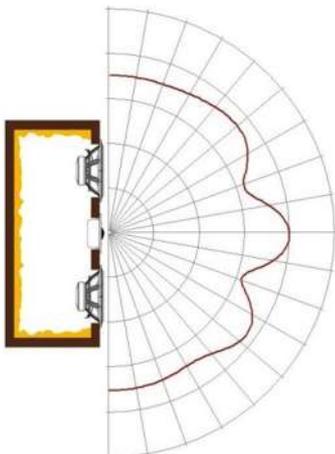
...E allora vediamola, questa frequenza, perché anche qui ci furono interpretazioni discordanti. La formula prevede solo un valore **massimo**, oltre il quale non si dovrebbe andare... in teoria.



$$f_{max} = \frac{c \text{ (in m/s)}}{3 \cdot d \text{ (in cm)}} \cdot 100$$

...dove **c** è la velocità del suono, **d** è la distanza tra il centro del tweeter e di uno dei woofer, infine c'è una moltiplicazione per **100**, dovuta alla misura in centimetri.

Ne girava un'altra dove **c** era moltiplicato per 2, perché **d** era la distanza tra i centri dei due woofer.



Apparentemente, quella formula produrrebbe un valore impossibile, forse qualcuno se ne sarà già accorto.

Un tweeter da 25, in genere, ha una flangia da 10 cm; mettendoci due woofer da 130, per quanto attaccati, bisognerebbe portare l'incrocio sotto i 1000 Hz.

In realtà, secondo *D'Appolito*, a quella frequenza il diagramma polare **inizia** a perdere regolarità, ma il fenomeno è lentissimo nel suo sviluppo.

I risultati sono del tutto accettabili anche a frequenze doppie o addirittura triple, dove si ottengono a grafici come quello a sinistra.

Non sarà più un semicerchio quasi perfetto, ma rispetto al montaggio tradizionale è comunque un grosso miglioramento.

Questo errore di interpretazione creò una distinzione netta, tra dilettanti e professionisti...



Abbiamo già visto il diffusore qui a sinistra, in una chiacchierata precedente.

Con il modello *104/2*, a metà degli anni '80, la **KEF** fu la prima azienda al mondo a proporre la configurazione *D'Appolito*, in un prodotto di serie.

Quegli altoparlanti sono collocati esattamente come nel mio esempio precedente: due wooferini da 130, posti simmetricamente intorno ad un tweeter da 25, per una distanza di 12 cm tra i centri di emissione.

La nostra formula ci porterebbe ad incrociarli a circa 950 Hz... Ovviamente non è così.

La **KEF** non ha mai dichiarato la frequenza di incrocio di quelle casse, ma filtravano voci di corridoio che parlavano di 2200 Hz; un valore decisamente plausibile, per chi conosce quegli altoparlanti e quei materiali.

Tra le facce meravigliate dei dilettanti, si scatenarono parecchie discussioni:

- *Non è possibile!... Così, il D'Appolito non funziona.*
- *Te l'avevo detto che era una cazzata!... Non ci credi nemmeno adesso, che lo ha fatto la KEF?*
- *Ragazzi, Andrea ne ha una coppia in negozio. Ci vediamo lì alle cinque.*

Nelle aziende, i professionisti avevano a disposizione laboratori, camere anecoiche, decenni di esperienza, consulenti esterni, strumentazione di alto livello...

Potevano provare sperimentalmente ogni nuova idea, gli bastava realizzare un prototipo.

I poveri dilettanti, invece, dovevano fidarsi della formula matematica, che all'epoca veniva spacciata come perentoria, quasi fosse sacra ed inviolabile. Ma non era affatto così.

Prima di cambiare argomento, vi dico la mia.

Personalmente, adottavo il sistema *D'Appolito* solo se avevo già la necessità di usare due woofer, per motivi che non hanno nulla a che fare con il diagramma polare.

Ad esempio, il mio progetto più impegnativo prevedeva una tenuta in potenza elevatissima, perché il cliente aveva due finali monofonici *Carver* da 400 W.

Fino a 110 Hz ci arrivava un *Beyma* da 380 con bobina da 100, montato in carico simmetrico, dentro una cassa alta quasi quanto me e realizzata in marmo *Nero Marquina* (5 uomini in forma, per caricarne una sul furgone).

Ma quello che ci interessa è la sezione medio-alti, quella visibile all'esterno.



Avevo scelto il tweeter a cupola più potente del mondo, che la *Morel* consigliava fino a 1600 Hz (con 200 W di potenza, a loro dire).

Tripla magnete, bobina da 28 in filo esagonale, retrocamera e ferrofluido.

Lo incrociai a 2300 con filtro a doppia pendenza, taglio reale a 3400 Hz (a -3 dB).

In quelle condizioni, potevo dormire sonni tranquilli; probabilmente, avrebbe retto anche i fulmini del martello di Thor.

Se vi interessa, oggi esiste ancora ma ha un altro nome: *ET 338*.

Ma il vero problema era la gamma media.

Da un diffusore di quel livello, pretendevo un risultato senza compromessi, a qualsiasi frequenza. Per questo avevo bisogno del miglior altoparlante della storia dell'elettroacustica: si chiamava *Focal 5K-4211* (da 130 mm).

Però, anche senza i bassi, una bobina da 25 non poteva andare oltre i 100 W di amplificazione. Non avendo limiti di spesa, decisi di adottare la soluzione più semplice: ne collegai due in serie.



A quel punto, visto che ne montavo **comunque** due per cassa, perché non andare sul sistema *D'Appolito*? Insomma, non sono mai partito con quell'intenzione, ma se i due woofer c'erano già per altri motivi...

Adesso torniamo sui bassi. Sempre su richiesta di Diego, dedichiamo qualche parola al...

Radiatore passivo

Da circa 35 anni, lo avevo quasi dimenticato. Se non mi fosse stato espressamente richiesto, non mi sarei mai sognato di affrontare l'argomento.

In realtà, credevo che oggi i passivi non si trovassero nemmeno in commercio, visto che già ai miei tempi non li voleva più nessuno.

Quando Diego mi chiese di parlarne, gli risposi che sul suo catalogo non c'erano. Non li avevo visti, tanto erano nascosti... Guardate qui a destra, dove li ha messi!

La storia del radiatore passivo è piuttosto triste.

All'inizio degli anni '80, proprio quando cominciava a farsi conoscere ed apprezzare, il problema che doveva risolvere venne risolto in un altro modo, molto più semplice, efficace ed economico.

Tempo fa, abbiamo dedicato la chiacchierata n° 10 ai tubi di accordo.

Probabilmente ricorderete che nessuno sapeva dimensionarli correttamente, negli anni '70: si vedevano diametri da 50-60 mm su casse con woofer da 250.

Il problema più grave riguardava la distorsione: un picco altissimo che si manifestava proprio intorno alla frequenza di accordo. E non poteva venire dal woofer, perché proprio lì ha la sua escursione minima. Il fenomeno era così evidente che si sentiva a orecchio, malgrado la bassissima frequenza.



Visto che nessuno capiva la causa, si diede per scontato che il difetto era insito nel bass-reflex; le aziende cominciarono a cercare nuove idee, per accordare le casse. Apparvero quindi strane invenzioni con nomi che *facevano figo*, come l'**Irrotax** della Peerless (a sinistra) oppure il **Variovent** della Dynaudio (a destra)...



...tra questi, anche il nostro **radiatore passivo**, che non era affatto un'idea nuova.



Qui a lato ne vediamo uno da 8 pollici (200 mm). Sembra un woofer a cui manca un pezzo... ed è proprio così, nel caso della Dayton.

Ci sono altre aziende (o almeno c'erano, ai miei tempi) che progettano dei veri passivi, ma per me non ha alcun senso. Perché devo perdere tempo a dimensionare da capo cestello, membrana e sospensioni? Prendo un woofer già esistente e lo faccio fare senza motore.

Il radiatore passivo è semplicemente questo: un altoparlante privo di bobina e magnete, che suona solo perché è sollecitato da un altro, montato nella stessa cassa.

Ai miei tempi girava una battuta su **Harry Olson**, che l'aveva inventato nel 1935. Si diceva che avesse montato due woofer nella stessa cassa, ma probabilmente aveva dimenticato di collegare uno dei due.

In quell'umorismo c'era un fondamento tecnico, perché proprio lo stesso Olson, sempre nel 1935, inventò anche il woofer a doppia bobina, di cui abbiamo parlato nella chiacchierata precedente.

- *Aspetta un po'... 1935??? Ma il passivo non è apparso a fine anni '70?*

Tra le innumerevoli invenzioni di Olson, ce ne furono parecchie che divennero interessanti con qualche decennio di ritardo.

Il radiatore passivo e la doppia bobina, nel '35, non se li filava nessuno.



Il diffusore qui sotto (della KEF, tanto per cambiare...) è un modello del 1976, o forse '77. Fu probabilmente l'esempio più famoso, nell'impiego di un passivo.



Come avrete capito, la KEF di quegli anni era molto sensibile all'innovazione; appena veniva introdotta una nuova idea, ci facevano subito una cassa da proporre al pubblico: carico simmetrico, D'Appolito, Bextrene, passivo, ferrofluido...

- Nuova idea?... Quale nuova idea?... Hai detto che il passivo è del '35.

L'invenzione sì, ma lo studio teorico, con tutte le formule e i grafici, è stato pubblicato alla fine del '74, dal solito Richard Small (una più, una meno... ormai...).

I problemi di distorsione erano stati magicamente risolti; c'era ancora qualcosina, per via della non-linearità delle sospensioni meccaniche, ma era un nonnulla rispetto alla mostruosità precedente.

Il flusso d'aria, che prima scorreva nel condotto, era stato sostituito da una vera membrana vibrante, del tutto simile a quella di un normale woofer.

Il principio di funzionamento era sempre quello, ricordate la palla con l'elastico? Ne abbiamo parlato nella puntata n° 9. Anche gli effetti erano molto simili. Tuttavia, la nuova soluzione si pagava, e non solo in denaro.

- Il passivo ha una sua **massa mobile**, generalmente molto alta per abbassare la frequenza di risonanza; solitamente, rispetto al woofer da cui deriva, presenta un valore da 3 a 5 volte superiore.

La semplice aria in un condotto, al contrario, ha un peso insignificante.

- Si aggiungono **resistenze meccaniche**, per gli attriti interni delle sospensioni.

In un normale tubo reflex, le sospensioni non ci sono.

- Per quanto efficace possa essere la guarnizione, è inevitabile che si ottenga un certo aumento delle **perdite per fessurazione**; è la membrana stessa a produrle.

Tutti questi aspetti producono una riduzione dell'efficienza, proprio su quel basso profondo in cui, faticosamente, stiamo cercando di recuperare ogni singolo dB. Ma non è finita...

- Il progetto diventava ben più complesso, in un'epoca in cui non c'erano i simulatori software.

Agli effetti del V_{as} del woofer, bisognava aggiungere quelli del passivo. Anche lui ha un V_{as} tutto suo. Inoltre, su molti modelli si poteva alterare la massa, complicando ulteriormente la situazione.

- Infine, non è per essere taccagno, ma sapete quanto costa un passivo?

La regola dice che il formato deve essere **come minimo** uguale a quello del woofer; sarebbe preferibile un po' più grande, perché distorce meno.

Il Dayton precedente era un 200 mm, quindi per woofer da 165. Costa 30-35 euro.

Lo Scan-Speak a destra è più grande e di qualità superiore. Supera i 100 euro.

Vi ricordo che un tubo in PVC, per **entrambe** le casse, a 5 euro non ci arriva.

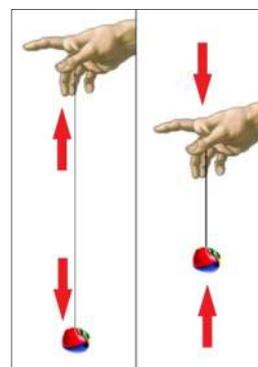
OK... OK... La distorsione... Ma quello era un problema degli anni '70, legato a quei tubi ridicoli che si usavano all'epoca. Pochi anni dopo, sempre grazie al solito Richard Small, abbiamo imparato a dimensionarli, scoprendo che bastava semplicemente metterceli **più grossi**.

Le turbolenze crollavano e di conseguenza anche le distorsioni, senza passivi, né Irrotax, né Variovent.

Domanda per i miei lettori:

- Oggi che sappiamo come dimensionare i condotti, supponiamo di voler realizzare una cassa reflex...

Preferite spendere 40-50 euro in un radiatore passivo, oppure investire la stessa somma su un woofer di qualità decisamente superiore?



Concluso il capitolo sul radiatore passivo, dedichiamo questo finale alle...

Prove d'ascolto (*cieco singolo e doppio cieco*)

Come tutti sapete, le casse di mio figlio mi hanno riportato all'elettroacustica, nell'estate 2020, dopo circa un quarto di secolo. Ho dovuto dedicare un po' di tempo ad aggiornarmi sui prodotti di oggi; questo mi ha portato a conoscere *Dibirama*... ed il resto lo sapete.

Non ho invece perso nemmeno un minuto, per aggiornarmi sui cosiddetti "accessori esoterici". Parlo di quella miriade di trappole mangiasoldi che furoreggiavano ai miei tempi; con una rapida occhiata in rete, ho notato che qualcosa esiste anche oggi.

Degli anni '90 mi ricordo l'**olio di fegato di pescecane**, da applicare sui CD prima dell'ascolto, per ottenere "*un miglior dettaglio della gamma media*". Poi c'erano i cavi di segnale con il **verso di montaggio**, dove potevi leggere le scritte "*Source*" e "*Amplifier*" sui relativi spinotti RCA.

Ricordo anche i **supporti a punta** sotto le casse, che vedo anche adesso su prestigiosi prodotti commerciali (foto a destra).

Ah... e come dimenticare gli **stabilizzatori per CD**, che consentivano una "*perfetta ricostruzione del fronte sonoro*"?



Insomma... è inutile che stia qui a farvi tutto l'elenco, credo abbiate capito cosa intendo.

Talvolta sono prodotti... "onesti", che vi fanno spendere pochi euro e magari ne vale la pena, per togliersi una curiosità; ma ho conosciuto gente che aveva speso più per i cavi che per i diffusori.

Quelle sono fregature grosse, da parecchie centinaia di euro, basate sull'ignoranza tecnica di clienti facoltosi, che inevitabilmente vengono visti come polli da spennare.

L'unica arma efficace è... nel titolo di questo capitolo.

I termini "*cieco singolo*" e "*doppio cieco*", non sono un'esclusiva delle prove d'ascolto; noi elettroacustici li abbiamo presi in prestito dal gergo scientifico americano, dove si chiamano *single-blind* e *double-blind*. Si tratta di due procedure di controllo, usate principalmente in farmacologia... Ma noi ce ne freghiamo dell'origine e le applicheremo alle nostre amate casse.

Durante una prova "in chiaro", devo mettere un ascoltatore di fronte a nuovi prodotti, dopo che per anni si era abituato a quelli che aveva prima. Ovviamente, devo anche mettermi nello stesso ambiente, riprodurre i soliti brani, collegarmi allo stesso impianto, ecc. ecc.

Sia lui che io sappiamo bene cosa abbiamo davanti, conosciamo la marca, vediamo il loro aspetto e li "tocchiamo con mano", magari abbiamo pure letto qualcosa su di loro...



In questa situazione, il nostro cervello trabocca di aspettative e pregiudizi, che di sicuro influenzeranno il giudizio finale, magari inconsciamente. Ci sono state innumerevoli dimostrazioni scientifiche.

Il caso più comune riguarda il tweeter in titanio (o alluminio), che per molti suona "metallico".

Magari talvolta è vero; ma non è affatto una regola matematica.

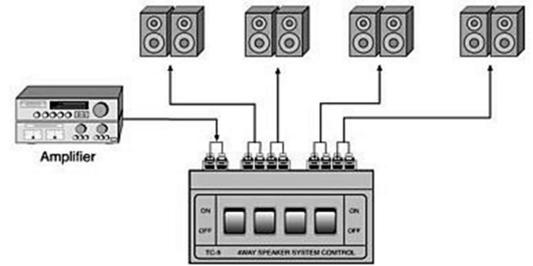
Inoltre, quando capita, non è detto che sia colpa del titanio; può succedere anche alle cupole morbide.

La verità è che lo sentiamo metallico perché **lo vediamo** metallico.

La prova in **cieco singolo** consente di togliere ogni pregiudizio all'ascoltatore. Facciamo un esempio...

Per prima cosa, allestirò una stanza con due o tre modelli di casse, nascoste dietro una tenda.

Ogni modello sarà collegato ad una centralina di commutazione, con dei tasti numerati, che mi consentiranno di spostare l'uscita dell'amplificatore da un diffusore all'altro.



Quando l'ascoltatore entra nella stanza, trova tutto già pronto.

Ogni volta che mi rivolgerò a lui, durante la prova, i diffusori non si chiameranno *Focal*, *KEF*, o *Sonus Faber*, ma semplicemente "Casse 1", "Casse 2", "Casse 3".

Personalmente, trovo che questo tipo di test sia già sufficiente, per liberare la mente di chi ascolta da qualunque suggestione, rendendo il confronto libero da influenze preconcepite.

Tuttavia, per qualcuno non è ancora abbastanza...



In un quiz televisivo, come "Il Milionario" che vediamo qui a sinistra, il concorrente non conosce la risposta esatta, **ma il conduttore sì**.

Alcuni ritengono che questo possa falsare il gioco.

Di sicuro, Gerry Scotti farà il possibile per mostrarsi neutrale, ma è sempre possibile che possa sfuggirgli un'espressione del volto, uno sguardo, un diverso tono di voce... qualcosa che influenzi il concorrente nella scelta della risposta.

È esattamente ciò che viene contestato nelle prove in **cieco singolo**.

Il **doppio cieco** risolve il problema... Come funziona?

Nella nostra sala d'ascolto, la stessa di prima, questa volta non sono io a collegare la centralina.

Qualcun altro lo ha fatto in precedenza, senza dirmi nulla sulle corrispondenze tra numeri e casse.



Pertanto, non solo l'ascoltatore, ma nemmeno io so quale modello sta suonando, istante per istante...

Sto lì soltanto per manovrare il selettore, o per appuntare le opinioni che sento esprimere.

In realtà, potrei mettergli la centralina in mano e lasciarlo da solo, come nella foto qui sotto.



Quella che vedete a sinistra è una sala d'ascolto per **doppio cieco**, dell'azienda americana *Harman-Kardon*.

Dietro la tenda c'è addirittura un sistema automatico, che non solo commuta il segnale audio, ma sposta le casse anche fisicamente. L'ascoltatore fa tutto per conto suo.

Ai miei tempi, ho partecipato a decine di prove condotte in **cieco singolo**, sia come ascoltatore, sia come operatore.

Il **doppio cieco** mi è capitato una sola volta, ma non ho notato questa maggiore... "scientificità"; continuo quindi a ritenere che il **cieco singolo** sia più che sufficiente, per noi.

Se i diffusori sono molto ravvicinati, la tenda non è necessaria. L'ascoltatore non riuscirà a capire, dalla direzione di provenienza, quale cassa sta suonando.

Torniamo ai nostri sedicenti “ascoltoni”, che millantano capacità uditive degne di un pipistrello. Quando leggevi le loro recensioni, sulle riviste cartacee della mia epoca, ti accorgevi abbastanza presto che si trattava solo di marketing... C'erano **sempre le stesse frasi**, magari in ordine differente, al massimo cambiando qualche avverbio o costruite con forme verbali diverse. Le ho lette così tante volte che me le ricordo ancora, dopo trent'anni.

- *Si percepisce una grande ariosità del fronte sonoro...*
 - *C'è una precisa ricostruzione della scena acustica, con buona profondità di campo...*
 - *L'estremo acuto è morbido e setoso; dettagliato, ma mai affaticante...*
 - *La gamma media risulta equilibrata e ben definita...*
 - *Il basso è potente, fermo e controllato...*
- Con i woofer di piccolo formato, si aggiungeva un avverbio:
- *Il basso è **sorprendentemente** potente, fermo e controllato...*

Non si riferivano solo ai diffusori. Le stesse frasi si applicavano ad amplificatori, sorgenti, supporti, cavi... Tra i miei amici e colleghi giravano parecchie battute; ad esempio, si diceva che anche un olio lubrificante avrebbe avuto “una gamma media equilibrata e definita”, se l'**AGIP** avesse comprato qualche pagina di pubblicità su quella rivista.



Tuttavia, alcuni ci credevano; parlavano anche con lo stesso linguaggio. A noi apparivano come la folla de “*I vestiti nuovi dell’Imperatore*”, la famosa fiaba di Hans Christian Andersen.

Come il bambino della favola, noi tecnici provavamo a gridare “*Il Re è nudo!*”, ma ci sentivamo rispondere che dovevamo essere mezzi sordi, se non sentivamo le evidenti meraviglie acustiche prodotte da quel cavo *Van den Hul*, che costava quanto una settimana in crociera.

Di fronte al sedicente esperto, che descriveva quelle magiche sensazioni con estrema sicumera, in base a lunghe esperienze in decine di prove d’ascolto, c’era chi dava la colpa all’inferiorità del proprio orecchio... che non riusciva a percepire alcuna particolare “*ariosità della scena acustica*”.

- *Accidenti, questo sì che se ne intende... Deve avere un udito estremamente raffinato e sensibile, capace di percepire anche la più piccola sfumatura. Non devo fargli capire che non sento nulla, senno' cosa penserà di me?*

Se non conoscete la fiaba di Andersen, ve la consiglio.

Qualcuno si spingeva al fanatismo, era davvero convinto di sentire quelle meraviglie sonore. In altre parole, la sua mente gli faceva percepire qualcosa che non esiste, che non è misurabile da nessuno strumento e che non ha alcuna spiegazione razionale.

Con lui, l’ironia è pericolosa. Se gli dici che il suo impianto suonerebbe uguale, anche con un filo spinato arrugginito, rubato da un recinto per bovini... rischi seriamente di compromettere un’amicizia. Ho sentito personalmente questa frase: “*Non importa se si tratta di autosuggestione, sta di fatto che prima non ce l’avevo e adesso sì. Se è stato il cavo a causarmela, ben venga!*”.

Alcuni collegano questo fenomeno all’*effetto-placebo*, noto in farmacologia. Secondo me c’è una spiegazione più semplice: dopo che hai speso 1000 euro per un cavo, ti metti all’ascolto musicale in modo attento e concentratissimo; riesci a sentire dettagli e sfumature che prima non notavi, **non perché non ci fossero**, ma perché ascoltavi quel brano girando per casa, chiacchierando con tua moglie o risolvendo cruciverba. Adesso, dopo quella botta sulla carta di credito, stai davanti alle casse come un cane da punta davanti alla tana della lepore.

Le prove in cieco (singolo o doppio) forniscono una dimostrazione lampante della fregatura. Quando gli spieghi come funziona, tutti i “pipistrelli” **si rifiutano** di sottoporsi al test. Ho passato parecchi anni nel tentativo di convincerli a partecipare, senza mai riuscirci.

Se qualcuno, un giorno, riuscirà a distinguere una cassa con piedini a punta, un cavo specifico, un qualunque accessorio esoterico, **durante una prova in cieco**, sono pronto a ricredermi.

Mentre parlo di cavi in questo modo, qualcuno potrebbe ricordare certi miei suggerimenti del passato.



Cavo per Diffusori Acustici a metraggio |
Rame OCC | Sezione conduttore:
2x2.25mmq | Dimensioni esterne: 14.5mm
Prezzo di Listino: 155,00-€

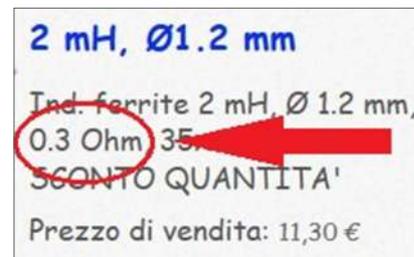
Prezzo (IVA inc.): 120,00 €

- Non eri tu, quello che consigliava induttanze su nucleo, nel tentativo di limare due-tre decimi di ohm sulla resistenza parassita?
Com'è che adesso consideri trascurabile la qualità dei conduttori?
Che fine ha fatto il fattore di smorzamento?

Il cavo **specifico** che vedete a sinistra presenta una sezione di 2.25 mm². (Ce ne sono di ben più “esoterici”, ma ci accontentiamo.)

Il rame che da sempre si usa per i conduttori (OCC oppure OFC) ha una resistenza specifica pari a **0.017 Ω/m**, per una sezione di 1 mm².

Vi risparmio i calcoli... Se quel cavo fosse lungo 2 metri, tra andata e ritorno aggiungerebbe una resistenza di **0.03 Ω**. Per confronto, qui a destra vi mostro i dati di un'induttanza su ferrite da 2 mH, valore molto comune in un sistema a due vie.



Ho selezionato la più costosa del catalogo, quella con il filo più grosso.

Nonostante lo spessore e la presenza del nucleo, la sua resistenza è **dieci volte** quella del cavo.

Va bene, ma quello costa 120 euro al metro... Cinque metri fanno mezzo stipendio.



Prezzo inclusa IVA 22% **1,70 €**
€ 1,70 / Metro

Il cavo che usavo e consigliavo io, quando ero in attività, costa meno di 2 euro ed è reperibile in qualunque centro Brico. Si tratta di un trifase + terra (a sinistra), per un totale di 4 poli da 1.5 mm² ciascuno. Confrontiamolo con quello specifico.

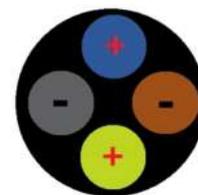
Collegando i conduttori **due a due**, otteniamo una sezione complessiva di 3 mm², per una resistenza di **0.023 Ω**.

Il risultato è perfino migliorativo, ma non basta...

Quel cavo è soggetto per legge alle normative **CE**. Ha subito prove e collaudi che sarebbero impensabili per un prodotto audio, sull'isolamento, sulla temperatura e finanche sulle sollecitazioni meccaniche. Inoltre, vi offre alcune possibilità che un bipolare non può darvi; vediamo qualche esempio...

Incrociando i conduttori, come nello schema a destra, si ottengono miglioramenti sia sulla **diafonia** che sulla **capacità parassita**. Lo dimostrò la *Telefunken* nel 1987.

Nulla di questo è percepibile ad orecchio, ma di certo non è peggiore di quello specifico.



Inoltre, quel cavo vi permette di collegare un crossover **esterno** fino a tre vie. È una soluzione che può tornare utile, talvolta.

Infine, tagliando le estremità con lunghezze differenti, dopo il collegamento si formano due curvature naturali in direzioni diverse, come nel disegno a sinistra. Questo riduce la possibilità di corto-circuito, in caso di distacco accidentale.

Conclusioni

È passato quasi un anno, da quando ebbi l'idea di scrivere queste chiacchierate. Inizialmente credevo di fermarmi 5-6 articoli, ognuno da leggere in pochi minuti.

Magari era anche quello che si aspettava Diego, ma evidentemente mi sono lasciato prendere un po' la mano, perché con questa puntata finale siamo arrivati a 200 pagine.

Se questo mi è accaduto oggi, dopo tanti anni di inattività, vi lascio immaginare quanto entusiasmo potessimo avere, all'età di 20-25 anni, io ed i miei compagni di elettroacustica.

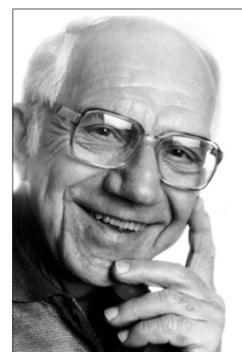
D'accordo, non c'erano le Playstation, i Social, gli smartphone, la TV on-demand... Ma oggi queste cose le ho anch'io, eppure ho trovato molto emozionante riprendere in mano saldatore e cacciavite, induttanze e condensatori, woofer e tweeter, per poi ascoltare il risultato ottenuto.

Non pretendo, con questi miei scritti, di ripristinare quel clima che permeava gli anni '80.

L'elettroacustica è ormai un settore di nicchia, questo è evidente, ma se le mie chiacchierate faranno nascere altri 20... 10... 5... o **anche un solo** nuovo elettroacustico, non sarà stata fatica sprecata.

Vi ho mai parlato della "Legge di Beranek"?...

Se scegli i tuoi altoparlanti, costruisci la tua cassa e sei convinto di aver fatto un buon progetto, il tuo diffusore suonerà meglio di qualsiasi altro. La risposta in frequenza gioca un ruolo secondario.



Spero soprattutto di aver lanciato un salvagente ad eventuali giovani principianti, che stavano affogando nel mare di idiozie che vedo o che leggo su YouTube, su Facebook, su vari blog, riportate da ciarlatani che non hanno mai tenuto un saldatore in mano.

A questo proposito, vi lascio con due risate...

Recentemente, su un forum, ho letto la domanda di un ragazzo, che aveva bisogno di collocare la cassa di destra a 5 metri dall'amplificatore, mentre l'altra stava a 1 metro... *Il cavo destro sarà troppo lungo?* Gli hanno risposto che non ha importanza, ma deve mettere un cavo uguale **anche sulla sinistra** (...???)

State pensando alle resistenze differenti?... L'ho fatto anch'io, ma già così sarebbe un'idiozia.

Anche con un cavo super-economico, da appena 1 mm², una maggiorazione di 4 metri corrisponderebbe ad una differenza inferiore a 7 centesimi di ohm.

Le tolleranze di produzione, sulle bobine mobili degli altoparlanti, sono quasi **dieci volte** superiori, anche su prodotti di pregio.

Quello che vedete a destra è un SEAS da 165, che costa 300 euro.

Dichiarati	Scarto	Misurati
6,1 Ohm	-7%	5,70 Ohm
126 cm ²	7,3%	122 mm
		116,8 cm ²

Ma c'è di peggio... Quel consiglio non riguardava la resistenza, ma il **differente ritardo** tra le due casse!!!

In un conduttore di rame, i segnali elettrici viaggiano al 60-70% della velocità della luce: per fare i conti facili, diciamo 200'000 km/sec. Lascio calcolare a voi il "ritardo" su 4 metri (...perché io m'incazzerei!).

Quando avete dubbi, usate sempre lo spirito critico del vostro cervello.

A questo punto, è arrivato davvero il momento di chiudere.

In questa occasione, non potendo dare appuntamento alla prossima chiacchierata, devo necessariamente abbandonare il mio abituale saluto, pertanto vi dico solo...

...Buone casse a tutti!

12 settembre 2021


(Robert Romiti)