

Vertical Line Array: una moda o attuale Stato dell arte nel Sound Reinforcement?

PARTE VI

Un po' di chiarezza.

Semplificando, il funzionamento di un qualsiasi altoparlante reale, con diaframma a cono, piatto o a cupola o d'altra forma, è condizionato dalle leggi della fisica per le quali, ammesso che non presenti difetti costruttivi che ne impediscano il movimento, spinto dalla bobina mobile che riceve la tensione dall'amplificatore, si dovrebbe muovere nell'aria come un pistone ideale sino ad una data frequenza, in funzione soprattutto della sua massa mobile.

La frequenza in questione si chiama in termine inglese "breakpoint".

È anche la frequenza alla quale dovrebbe iniziare la caduta della risposta alla pendenza di 6dB per ottava e si calcola molto facilmente con la formula più avanti.

$$f_{HM} = (BI)^2 / \pi R_E M_{MS}, \text{ dove}$$

f_{HM} = frequenza di "breakpoint" superiore

BI ($B \cdot l$) = prodotto in Tesla su metro del campo magnetico per la lunghezza della bobina mobile che vi è immersa

R_E = resistenza ohmica della bobina mobile

M_{MS} = massa mobile (diaframma o membrana + bobina) in Kg

Osservando la formula si vede chiaramente che, più è alta l'induzione nel traferro (B), più spire (l) della bobina sono immerse in tale induzione, più bassa è la resistenza ohmica (R_E) della bobina, ma soprattutto quanto più piccola è la massa mobile, tanto più elevato sarà il valore di f_{HM} e quindi la risposta alle alte frequenze. Calcoliamo ad esempio il "breakpoint" di un paio d'altoparlanti professionali presi a caso nel catalogo di un noto e quotato costruttore italiano.

Un classico woofer da 15" con le seguenti caratteristiche per un'impedenza nominale di 8 Ω :

$$BI = 19,7$$

$$R_E = 5,1 \Omega$$

$$M_{MS} = 0,084 \text{ Kg. (84 g.)}$$

mettiamo i valori nella formula e otterremo

$$f_{HM} = 288,36 \text{ Hz}$$

Un altrettanto classico midrange da 8" ad alta efficienza con le seguenti caratteristiche per un'impedenza nominale di 8 Ω :

$$BI = 16,6$$

$$R_E = 5,6 \Omega$$

$$M_{MS} = 0,018 \text{ Kg. (18 g.)}$$

sostituiamo i valori nella formula ed otterremo

$$f_{HM} = 870,17 \text{ Hz}$$

Ora, avrete senz'altro osservato come per entrambi gli altoparlanti la frequenza di "breakpoint" sia molto più bassa della frequenza alla quale vediamo incrociare questi componenti in un tipico diffusore a due vie con tromba per frequenze medio/alte.

È facile notare infatti quanti modelli in commercio, che hanno prestazioni elevate e risposta in frequenza molto lineare, impieghino un woofer da 15" ed un driver da 3" (76 mm di diaframma) con crossover nell'intorno dei 1000 Hz, per non parlare di quei modelli che impiegano con successo un driver più piccolo con membrana da 1,75 " (45 mm) tagliato ben più in alto, anche a 2/2,5 kHz.

È altrettanto facile vedere come un altoparlante da 8" come quello dell'esempio venga impiegato da tutti i costruttori accoppiato molto spesso ad un driver a compressione con gola da 1" sino ad una frequenza d'incrocio ben più alta, 2000/2500 Hz e in qualche caso ben oltre, sempre con risultati allo stato dell'arte o quasi ed una risposta in frequenza che spesso è addirittura in salita, non in discesa o irregolare come ci si aspetterebbe dopo il "breakpoint".

Questo significa che le leggi della fisica sono sbagliate?

Assolutamente no!

Il "breakpoint", che è dovuto essenzialmente alla massa mobile, inizia alla frequenza calcolata con la formula, ma semplicemente non ne possiamo vedere ne sentire gli effetti perché l'altoparlante continua a funzionare senza scadimento delle prestazioni finali anche molto più in alto di tale frequenza (anche 3/4 volte).

La ragione risiede nel fatto che i fabbricanti di altoparlanti adottano con successo da sempre una combinazione di "tecniche", come la scelta della curvatura della membrana, del materiale da cui è formata, la scelta della sospensione esterna, l'impiego di un parapolvere piuttosto di un altro, la scelta delle colle ecc., che consente loro di alterare a piacimento, con libertà piuttosto ampia, le caratteristiche meccaniche e geometriche del diaframma, per evitare, se l'impiego specifico dell'altoparlante lo richiede, che alla frequenza di breakpoint le prestazioni si deteriorino al punto da limitarne la banda d'utilizzo.

In altre parole le tecniche costruttive (da moltissimi anni consolidate) consentono di utilizzare gli altoparlanti senza alcun problema e senza alcuno scadimento delle prestazioni sino a frequenze notevolmente più alte di quanto non appaia possibile considerando il breakpoint del teorico funzionamento a pistone. Anzi, posso affermare che solo per le frequenze molto basse, quelle riproducibili da subwoofer veri e propri che impiegano altoparlanti di gran diametro e di gran massa, si può in una certa misura parlare di "breakpoint" tale da limitarne la banda entro i limiti del funzionamento a pistone o quasi. Per tutti gli altri altoparlanti il breakpoint non ha alcun effetto pratico sul risultato finale ottenuto; abbiamo a che fare piuttosto con un risultato che è frutto di una scelta costruttiva operata a monte dal fabbricante: del resto, se così non fosse, non esisterebbero gli altoparlanti come li conosciamo ai giorni nostri.

Questo ragionamento vale in linea di principio anche per i driver a compressione?

Assolutamente sì!

La diversità sostanziale, se proprio dobbiamo evidenziarla, consiste nella maggior difficoltà d'applicazione delle tecniche simili a quelle accennate più sopra, poiché si ha a che fare con tolleranze più strette e meccanicamente ben più difficili da ottenere per via della natura stessa e delle caratteristiche geometriche dei diaframmi per driver a compressione, oltre che delle caratteristiche meccaniche e fisiche dei materiali utilizzati. Siamo in presenza, infatti e

soprattutto, di diaframmi dal diametro che non supera, salvo pochissime eccezioni, 4" (100 mm) e di masse mobili che non superano 3/4 g.

Ma vediamo anche per i driver a compressione alcuni esempi reali presi, come il solito, dalla documentazione dello stesso fabbricante italiano, i cui numerosi modelli vantano una larghissima diffusione a livello mondiale e sono utilizzati dai costruttori più qualificati di diffusori.

Un modello con anello in Neodimio da 1" di gola e diaframma da 1,75" (45 mm) ha le seguenti caratteristiche per un'impedenza nominale di 8 Ω (con 16 cambia di poco):

$$\begin{aligned} BI &= 8,6 \\ R_E &= 5,8 \Omega \\ M_{MS} &= 0,8 \text{ Kg. (0,8 g.)} \end{aligned}$$

mettiamo i valori nella formula e otterremo

$$f_{HM} = 5073,75 \text{ Hz}$$

Un modello con anello in Neodimio da 1,41" (36 mm) di gola e diaframma da 3" (76 mm) ha le seguenti caratteristiche per un'impedenza nominale di 8 Ω:

$$\begin{aligned} BI &= 12.7 \\ R_E &= 5.95 \Omega \\ M_{MS} &= 0,0023 \text{ Kg. (2,3 g.)} \end{aligned}$$

sostituiamo di nuovo i valori nella formula e otterremo

$$f_{HM} = 3751,57 \text{ Hz}$$

Dunque l'impiego dei driver a compressione dovrebbe essere limitato sino alla frequenza di "breakpoint" per essere corretto?

La risposta è scontata e pleonastica. NO!

Accreditando il ragionamento che un altoparlante per alte frequenze (ma anche per gli altri tipi questo vale) funzionerebbe correttamente e coerentemente finché lavora in regime di pistone, dovremmo ammettere che solo un driver con un diaframma, ad esempio delle stesse caratteristiche del secondo qui sopra illustrato, ma con una massa mobile di circa ½ grammo, potrebbe lavorare in regime di "**piston band**" per tutta la banda audio sino a poco più di **17000 Hz** (provate a fare il conto da soli).

Peccato che un tale diaframma non è allo stato attuale ipotizzabile giacché una bobina di pilotaggio da 76 mm che sopporti una potenza sufficiente per un uso affidabile nel settore professionale, per quanto di alluminio e leggera possa essere, possiede da sola una massa di almeno 0,008 / 0,010 Kg.

Quindi, anche se per il diaframma vero e proprio si utilizzasse il materiale più leggero e più rigido possibile, come ad esempio il **Berillio**, la sua massa si aggiungerebbe a quella della bobina e comunque si dovrebbero adottare le solite "tecniche" che qualsiasi fabbricante d'altoparlanti si guarda bene dal rivelare perché rappresentano il "know-how" che fa la differenza.

Tra queste, per sostenere la risposta in frequenza sino all'estremo della banda udibile, **una delle tecniche più importanti è proprio quella di controllare le risonanze secondarie**

o modi superiori del diaframma che il “**breakup**” (si definisce con questo termine il cessato comportamento a pistone del diaframma) provoca alle alte frequenze.

Diventa quindi un **elemento positivo determinante** nella progettazione di un driver a compressione dalle caratteristiche professionali per dimensioni ed affidabilità, proprio quel fenomeno che a chi non è profondamente addentro alla materia può apparire negativo.

Tutto questo evidenzia, se mai ce ne fosse stato bisogno, che per ottenere la coerenza della risposta in frequenza in un driver a compressione, e quindi la coerenza di fase determinata dalla prima, sino all'estremo alto della banda passante, oltre i 15000 Hz, **non è affatto indispensabile il comportamento a pistone del suo diaframma alle alte frequenze.**

Detto questo è facile capire come il comportamento di un driver a compressione con riferimento alla sua risposta alla gola, in frequenza e in fase, qualunque essa sia, essendo determinata univocamente dalla qualità del dispositivo e dalle scelte costruttive operate dal fabbricante, non influenza in alcuna misura l'elemento che segue, sia esso una tromba, tra quelle classiche, una semplice guida d'onda o piuttosto una guida d'onda a riflessione ecc.

In realtà è vero il contrario!

Un pessimo carico acustico, infatti, rovina le prestazioni del più buon driver di questo mondo. Quindi è discriminante per il risultato, che il dispositivo posto alla gola di uscita del driver sia progettato, quanto meno, in modo da non alterarne in senso negativo le prestazioni e, allo stesso tempo, ottenere le peculiarità direttive richieste dalle esigenze di progetto.

Anzi l'ottenimento di una marcata direttività sul piano verticale dal dispositivo progettato per l'utilizzo più adatto nei **VLA**, porta inevitabilmente ad un incremento delle prestazioni in termini di pressione sonora sull'angolo solido di copertura, per via dell'accresciuto indice di direttività.

Questa pur semplificata ma lunga disamina andava fatta anche se, a dire il vero, la ritengo personalmente ridondante o meglio un “fuori tema” al quale non potevo sottrarmi, visto che il contesto in cui dovrebbe rientrare, e appunto rientra, è il funzionamento dei **VLA**.

Per quanto attiene, infatti, il comportamento di un VLA, inteso come sistema di sonorizzazione, l'unico parametro che ha importanza, fermo restando che la qualità desiderata per tutti gli altri sia stata raggiunta, è il controllo della direttività verticale (questo è lo scopo primario che si prefigge chi ne progetta uno), per cui l'elemento modulare che è alla base della formazione di un VLA moderno appunto, deve possedere in misura adeguata questa prerogativa già come singolo elemento.

In altre parole ogni altro comportamento del sistema VLA è “in termini” sottostante alle caratteristiche direttive e geometriche del singolo elemento prima e del modo precipuo di accoppiarsi in multiplo poi.

Tutto questo è facilmente verificabile, così com'erge anche dai miei articoli precedenti, se si comprende che la direttività prescinde dalla risposta in frequenza e da ogni altro parametro, tanto è vero che si rappresenta di solito con curve polari normalizzate, ove non sia necessario conoscere il livello ma solo la copertura sonora sia sull'asse verticale sia su quello orizzontale.

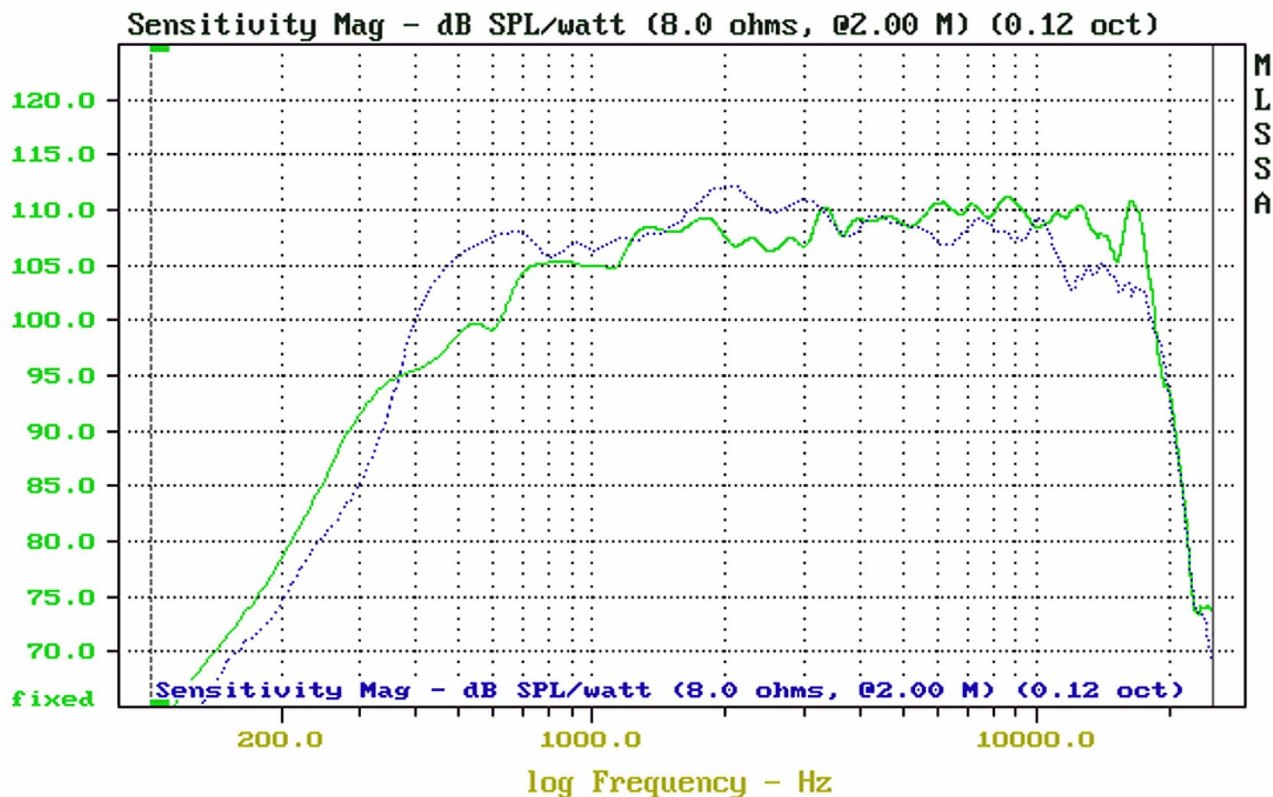
Se il progetto dell'elemento per **VLA** risolve positivamente le “questioni” dimensionali e geometriche connesse con il controllo della direttività a larga banda, così come ormai la teoria ha dimostrato doversi risolvere, tutti gli altri parametri che interessano un sistema di sonorizzazione possono essere facilmente corretti, regolati ecc. facendo uso dei mezzi ormai grandissimi che l'elettronica moderna ci mette a disposizione.

Per concludere queste note allego il grafico qui sotto, Fig. 1, in cui si può osservare, con la linea continua di colore verde, la risposta in frequenza, misurata a 2m in asse e riferita

ad **1m/1watt** della **DPRWG**, guida d'onda a doppia riflessione parabolica per alte frequenze senza la presenza di alcuna equalizzazione, mentre con la linea tratteggiata, di colore blu, si può osservare nelle stesse condizioni la risposta della tromba a direttività costante della quale ho ampiamente parlato negli articoli precedenti.

Entrambi i dispositivi sono pilotati dal medesimo driver a compressione con membrana da 3", lo stesso i cui parametri relativi al "breakpoint" sono stati utilizzati per l'esempio più sopra.

Fig.1



Bene, mi pare che i grafici mostrino, più di mille parole, come un dispositivo fuori dai canoni classici, opportunamente progettato per riprodurre le frequenze alte in elementi per **VLA**, non presenta alcuna anomalia di risposta; anzi si nota che quest'ultima è in salita verso le alte frequenze com'è auspicabile ottenere ed è doveroso attendersi dal tipo di carico acustico connesso basato su una "doppia parabola a riflessione", così come altrettanto chiaramente si nota, nella curva blu, il tipico comportamento di una buona tromba a direttività costante di medie dimensioni, come quella presa ad esempio in questa serie d'articoli, la cui risposta degradante alle alte frequenze, nonostante la direttività sia tra le più marcate per una tale categoria di dispositivi, richiede un'equalizzazione adeguata per la linearizzazione della risposta stessa.

Accantonata la necessità di fare chiarezza, proseguiamo nell'analisi comparata del comportamento di un **VLA** a larga banda costruito secondo la più recente teoria, credo ormai più che abbondantemente divulgata.

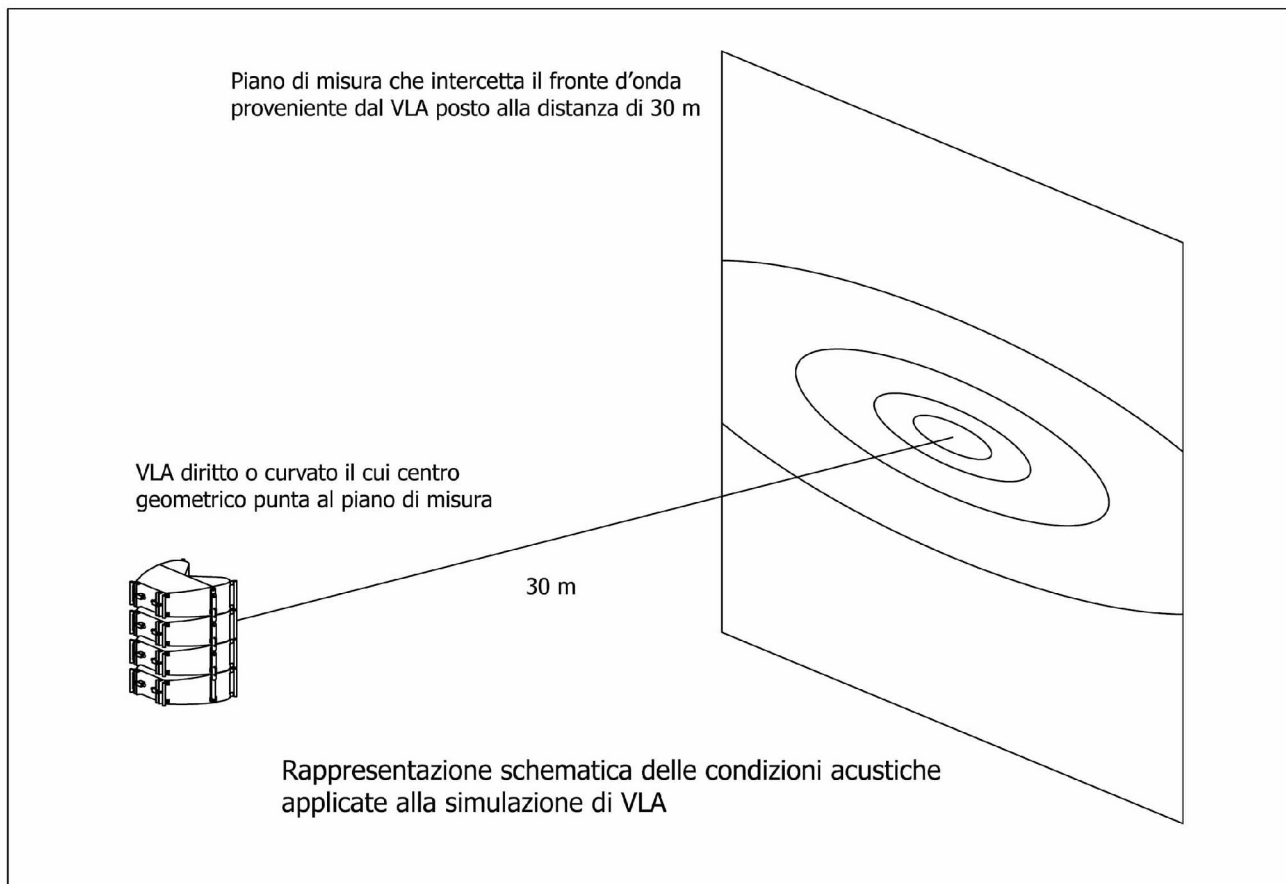
Per le prossime simulazioni, come annunciato, ecco qui sotto in Fig. 2 lo schema che fornisce un'idea precisa del modello utilizzato nel simulatore acustico. Riguarda in sostanza la proiezione su un piano del fronte d'onda sonoro proveniente da un VLA sospeso in campo libero lontano da ogni sorgente riflettente.

Rispetto al modello, impiegato per la simulazione di un solo dispositivo negli articoli che hanno preceduto, è sostanzialmente cambiata la distanza di misura che passa dai 10 metri di

allora ai 30 metri attuali. Questo cambiamento s'impone per mantenere condizioni di campo lontano nella misura simulata di un numero multiplo d'elementi accoppiati.

Naturalmente avremo modo nel proseguimento di questa serie d'articoli di verificare non solo il comportamento in campo lontano dei **VLA** dritti o curvati che siano, ma anche il loro comportamento in condizioni d'ascolto reale. Il programma di simulazione utilizzato, **V.I.P.**, "**Vector Implementation Protocol**", nasce come avrete modo di vedere proprio per questo scopo.

Fig. 2



Anche per questa volta lo spazio m'impedisce di aggiungere altre immagini con le simulazioni annunciate e di questo me ne scuso con i miei lettori che, probabilmente, si attendono da me informazioni concrete più vicine alla loro realtà pratica piuttosto che risposte troppo tecniche a ragionamenti capziosi che talvolta la dialettica spinge a formulare.

In ogni modo lo schema della Fig. 2 verrà buono per la prossima puntata.